

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CHUBUT

**INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR PESQUERO:
AUTOMATIZACIÓN DEL CLASIFICADO
MANUAL EN EL PROCESO DE ROMANEO**

Alumno: Santapau, Juan.
Docente: Ing. Corvalán, Soraya.
Director: Lic. Giaccone, Damián.
Codirectora: Ing. Corvalán, Soraya.

**PROYECTO INTEGRADOR II
INGENIERÍA PESQUERA**

AÑO 2022

Resumen

El presente trabajo final realiza una evaluación de proyecto de inversión en una empresa pesquera local de la ciudad de Puerto Madryn, Chubut, Argentina. El mismo analiza la posibilidad de reemplazar una clasificación manual de empaques terciarios de langostino congelado, por una clasificación automática. Las oportunidades de mejora observadas en el proceso de clasificación manual fueron cubiertas con la propuesta de implementación de maquinaria específica. La misma consta de un transportador conformado por rodillos, sensores, motores eléctricos y mecanismos de desviación. En el transcurso del presente trabajo se describirán los cambios propuestos englobados en lo que se denomina transformación digital, la cual abarca los cambios generados por la aplicación de tecnologías digitales. Se detallarán los posibles beneficios en seguridad e higiene para los operarios y los beneficios económicos consecuentes de la adopción y modificación del proceso en estudio.

Palabras clave: Automatización, industria 4.0, industria pesquera, proyecto de inversión, mejora de procesos.

Agradecimientos

A mi gran familia, por el apoyo constante en todo momento.

A mi mamá y mi papá, por siempre creer en mí y darme la oportunidad de encontrar lo que me apasiona.

A Morena, mi pequeño gran amor, por el apoyo incondicional, el aliento y el amor de cada día que me impulsó a alcanzar mis metas.

A Liz por haberme dado la oportunidad de tener mi primera experiencia laboral, darme la idea para este proyecto y la paciencia de los últimos años.

A Nico, Marisol y Jazmín, por las incontables horas de estudio y su valiosa amistad a pesar de mis particularidades.

A Soraya Corvalán, por el acompañamiento y la constante predisposición durante todo el trayecto universitario.

A Damián Giacone, por la predisposición y por ayudarme a comprender mejor el mundo de la tecnología.

A Mariana Serra, por cambiar mi pensamiento con una frase y motivarme a elegir el camino que sigo hoy.

A Christian Sosa (Poli) y Luciano Taliercio, por el tiempo, la ayuda y la dedicación que me brindaron en el transcurso de mis prácticas profesionales.

A Fer y Vale, por la confianza, enseñanzas y experiencias que me brindaron en los primeros años de la carrera.

A Ezequiel Latour, por su amistad, ayuda y enseñanzas.

A Mati, Shaggy, Fran, Joaco y Tati, por haberme brindado su amistad y ayuda durante todos mis años en Puerto Madryn.

A Guido, Renzo y Rodrigo, por su amistad, que a pesar del tiempo y las distancias permanece constante.

A Johanna Solana, por su gran ayuda en el estudio ambiental del presente proyecto.

A todos los docentes, amigos y compañeros que fueron parte del camino.

Juan

Dedicatoria

A mi abuela Tata.

Índice de contenidos

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problemática	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
2. Estudio de mercado	5
2.1. Introducción	5
2.2. Objetivos	5
2.3. Fundamento	5
2.4. Metodología	5
2.4.1 Identificación de empresas nacionales e internacionales	5
2.4.2 Búsqueda de personal y proveedores para mantenimiento	6
2.4.3 Proyección de la cantidad de cajas a clasificar	6
2.4.4 Evaluación del mercado competidor clasificador de cajas	6
2.5. Resultados	6
2.5.1 Identificación de empresas nacionales e internacionales	6
2.5.1.1 Empresas nacionales e internacionales para la identificación de productos	6
2.5.1.2 Empresas nacionales e internacionales para el diseño y fabricación	10
2.5.1.3 Empresas nacionales e internacionales para la paletización y el transporte	12
2.5.2 Personal y proveedores para mantenimiento correctivo y preventivo	13
2.5.3 Proyección de la cantidad de cajas a clasificar por año	14
2.5.4 Análisis de los servicios actuales de clasificación	16
2.6. Análisis FODA	18
2.7. Conclusión	19
3. Estudio técnico	21
3.1. Introducción	21
3.2. Objetivos	21
3.3. Fundamento	21
3.4. Metodología	21
3.4.1. Caracterización de la oferta tecnológica disponible	21

3.4.2. Selección de la tecnología a utilizar en el proceso de clasificación	22
3.4.3. Análisis de ingeniería de procesos (dimensionamiento de equipos, mano de obra e insumos)	22
3.4.4. Diagrama de flujo y layout del proceso productivo	22
3.4.5. Proyección de los tiempos de clasificación	22
3.5. Resultados	22
3.5.1. Caracterización de la oferta tecnológica disponible	22
3.5.1.1. Sistemas de identificación para las unidades de clasificación	22
3.5.1.2. Sistema de clasificación.....	35
3.5.1.3. Sistemas de paletización	46
3.5.2. Selección de la tecnología a utilizar en el proceso de clasificación	49
3.5.3. Análisis de ingeniería de procesos (dimensionamiento de equipos, mano de obra e insumos).....	52
3.5.4. Diagrama de flujo y layout del proceso productivo	54
3.5.5. Proyección de los tiempos de clasificación	57
3.6. Conclusión	58
4. Estudio económico	60
4.1. Introducción	60
4.2. Objetivos	60
4.3. Fundamento	60
4.4. Metodología.....	60
4.4.1. Costos de la clasificación manual actual de la empresa en estudio	61
4.4.2. Inversión previa a la puesta en marcha	61
4.4.3. Costos de la clasificación automática con reducción de la mano de obra	61
4.4.4. Análisis de escenarios con y sin proyecto.	61
4.4.5. Análisis de sensibilidad	61
4.5. Resultados.....	61
4.5.1. Costos de la clasificación manual actual en la empresa en estudio	61
4.5.2. Inversión previa a la puesta en marcha	63
4.5.3. Costos de la clasificación automática con reducción de la mano de obra	63
4.5.4. Análisis de escenarios	64
4.5.5. Análisis de sensibilidad	67

4.6. Conclusión	68
5. Estudio legal	69
5.1. Introducción	69
5.2. Objetivos	69
5.3. Fundamento	69
5.4. Metodología	69
5.5. Resultados	69
5.5.1. Regulaciones que afectan la maquinaria a implementar	69
5.5.2. Leyes laborales	70
5.6. Conclusión	71
6. Estudio ambiental.....	72
6.1. Introducción	72
6.2. Objetivos	72
6.3. Fundamento	72
6.4. Metodología	72
6.4.1. Matriz de impacto ambiental.....	72
6.4.2. Plan de Gestión Ambiental	72
6.4.3. Marco normativo ambiental	73
6.5. Resultados	73
6.5.1. Matriz de identificación de efecto ambiental	73
6.5.2. Plan de Gestión Ambiental	76
6.5.3. Marco Normativo Ambiental	78
6.6. Conclusión	79
7. Conclusiones.....	80
8. Bibliografía	82
9. Anexo	84
10. Índice de tablas	87
11. Índice de figuras	89

1. Introducción

En el marco de la materia Proyecto Integrador II de Ingeniería Pesquera, se desarrolló un proyecto de transformación digital con el fin de optimizar la clasificación y paletización manual de empaques terciarios de langostino congelado. Las decisiones tomadas para idear la solución de mejora, fueron realizadas en base a la observación de un proceso de clasificación manual llamado “romaneo”¹. Este proceso fue particularmente observado en un estudio de campo, enmarcado en prácticas profesionales supervisadas, en una planta pesquera de la ciudad de Puerto Madryn, Chubut, Argentina.

Los cambios propuestos a realizar se engloban dentro de lo que se denomina transformación digital, la cual abarca todos los cambios generados por la aplicación de tecnologías digitales en la sociedad humana. Las nuevas tecnologías digitales pueden mejorar la seguridad alimentaria, gestionar eficientemente las cadenas de suministro, disminuir costos, asegurar mayor rentabilidad o ser capaces de responder con flexibilidad y rapidez a los cambios en los gustos y preferencias de los consumidores (Rendón Trejo et al., 2020).

Las industrias que implementan estas nuevas tecnologías para automatizar e interconectar procesos en su producción, suelen ser reconocidas como “fábricas inteligentes”. Este concepto se engloba dentro de lo que es la industria 4.0, es decir, soluciones enfocadas en la interconectividad, la automatización y los datos en tiempo real (Luque et al., 2017). Las fábricas inteligentes son capaces de una mayor adaptabilidad a las necesidades y a los procesos de producción, así como a una asignación más eficiente de los recursos.

Al observar el sistema de clasificación manual se detectaron oportunidades de mejora en el diseño del layout, el mismo hace referencia a la ubicación y el modo de ordenar elementos en el proceso productivo. Las potenciales mejoras podrían minimizar los tiempos muertos, aumentar la seguridad del personal, aumentar la calidad del producto y disminuir los costos operativos. Asimismo, se observó un registro manual de la información, el cual podría generar tiempos de clasificación variables y datos inexactos.

1.1. Antecedentes

Los primeros antecedentes del término industria 4.0, datan del año 2011 en la feria de tecnología de Hannover, realizada anualmente en Alemania (Hasnan et al., 2018). El gobierno alemán utilizó por primera vez el término para referirse a una producción industrial inteligente, donde todos los procesos se encontraban computarizados e

¹ Romaneo: se denomina comúnmente romaneo en la industria pesquera al proceso de clasificación, en el puerto o en planta en tierra, de materia prima capturada o de producto congelado.

interconectados por medio del internet de las cosas ²(IOT).

No puede afirmarse de forma estricta el comienzo de la implementación del término industria 4.0 en la industria alimenticia, pero las primeras compañías en aportar soluciones digitales, surgen a partir de otras empresas dedicadas a la industria en cuestión.

En lo que respecta a la industria pesquera, en 2010 una empresa llamada Ecotrust Canada, a partir una petición para implementar un sistema de trazabilidad comercial para marisco, lanzó una plataforma de seguimiento en línea para permitir a los consumidores seguir el rastro de sus productos de mar hasta el barco que los capturó (ThisFish, s.f.). La plataforma se expandió rápidamente desde la Columbia Británica a países de Europa, Brasil y Vietnam.

En 2017 la empresa TraSeable Solutions de la República de Fiyi (WWF, 2018), desarrolló un programa piloto para la implementación de la tecnología blockchain³ en la pesca del atún, junto con World Wildlife Fund (WWF) y Sea Quest Fiji. Este proyecto fue el primero en implementar este tipo de tecnología en el Pacífico. El programa consistía en registrar de forma inalterable cada atún en la cadena de suministro, a través de la blockchain, cuya tecnología permite que no haya alteraciones en los datos y una trazabilidad verídica. Actualmente la compañía proclama que seis compañías pioneras utilizan el sistema de TraSeable solution con tecnología blockchain.

El productor global de salmón Cermaq inauguró en 2018 lo que, según dice, es la planta de procesamiento más eficiente y moderna de Noruega (Jensen, 2018). “La planta de procesamiento está diseñada para garantizar una producción y logística eficientes. La planta tiene un seguimiento automático para cada pez a lo largo de la línea de proceso, desde cuando el pez ingresa a la planta hasta que está completamente empacado en cajas”, dijo Truls Hanse, gerente de producción de Cermaq Nordland. Toda la maquinaria y el software necesario fue brindado por la empresa Baader Noruega, la cual apunta a la total automatización y la menor cantidad de intervención humana en la cadena de producción posible.

En Argentina, en el año 2019, se implementó el Sistema de Parte de Pesca Electrónico (PPE). El mismo fue destinado a facilitar y agilizar la calidad de información obtenida sobre los productos pesqueros. Según la resolución 48/2019 y 62/2019, ambas de la Secretaría de Agroindustria, el sistema es obligatorio para todas aquellas embarcaciones que cuenten con Permiso Nacional de Pesca para operar en aguas marítimas de jurisdicción nacional. El PPE propone obtener información sobre los orígenes de las capturas. La calidad de la información obtenida espera ser de utilidad para la trazabilidad requerida de los productos pesqueros.

² Internet de las cosas (IOT): es utilizado para referirse a objetivos físicos con la capacidad de registrar información del lugar en donde se encuentren y transmitirla vía internet a otros dispositivos.

³ Cadena de bloques (blockchain): Base de datos compartida que facilita el proceso de registro de transacciones y de seguimiento de activos en una red de negocios. Difícilmente alterable sustentada por Tecnología de Contabilidad Distribuida.

A partir del 30 de junio del año 2022, La República Argentina fue el primer y único país en el mundo en ser avalado por la Unión Europea para emitir digitalmente el Certificado de Captura Legal, cuyo objetivo es certificar los productos pesqueros capturados en aguas jurisdiccionales argentinas con destino nacional e internacional. En consecuencia, se logró un circuito totalmente digital para la solicitud, confección y remisión del Certificado de Captura Legal (Garrone, 2022).

1.2. Problemática

Pese a algunas implementaciones de digitalización, en la industria pesquera argentina las prácticas de registro electrónicas, la automatización y la integración sistémica entre la captura y los procesamientos son incipientes. Existen resultados que muestran diferencias entre la información de los PPE y los registros en tierra. “Otra problemática que se muestra es la falta de tecnologías asociadas al proceso de registro que se lleva en forma manual o con software ofimático sin integración al interior ni con otras interfaces que provean de vinculación entre la captura y la elaboración, generando un atraso en el tránsito hacia la industria 4.0” (Zanfrillo, 2021, p. 1151).

El costo de oportunidad por no digitalizar procesos aumenta de forma constante. Para las empresas de productos del mar, no pasar a los sistemas digitales y a la trazabilidad electrónica puede costarles clientes, aumentar costes operativos y frenar el crecimiento de los ingresos. Sumado a estas consecuencias, cada vez más países requieren registros de trazabilidad para la importación de productos de mar. A medida que crece la demanda de trazabilidad electrónica por parte del mercado y la normativa, aumenta el coste de oportunidad, sobre todo si los competidores aprovechan las tecnologías digitales que les permiten ganar más confianza y fidelidad con los clientes (Tamm, E.E., 2021).

A pesar de la mejora que supone implementar este tipo de soluciones en la industria, el sector pesquero patagónico muestra dificultades ante la innovación tecnológica. Esto puede deberse a un gran listado de factores condicionantes a la innovación, en el que pueden destacarse factores estructurales, locacionales, político-institucionales y condicionantes internos (Corvalán, 2015).

1.3. Justificación

El presente trabajo propone un proyecto de inversión desde una perspectiva empresarial, en el transcurso del mismo se analizarán los beneficios de la implementación tecnológica y las mejores alternativas para realizar el proceso clasificatorio en estudio. Para lograr tal objetivo, se analizaron los distintos tipos de tecnologías disponibles para aumentar la eficiencia del proceso, la toma de datos y la trazabilidad.

Se concluyó que la solución óptima, para mejorar el proceso productivo en particular, debía consistir en un mecanismo de clasificación automático, un paletizado eficiente y la toma de

datos correspondiente. El mecanismo fue diseñado con la capacidad automática de desviar los empaques hacia un sector determinado, donde los mismos deberán ser recogidos y ordenados en pallets según su contenido. El proceso fue pensado para registrar los datos de ingreso, crear un tablero de control y tomar decisiones en base a la información.

1.4. Objetivos

El objetivo general del proyecto es mejorar el proceso de clasificación actual y evaluar su reemplazo por una clasificación automática. A su vez, se desprenden los siguientes objetivos específicos:

- Mejorar la seguridad e higiene de los operarios
- Reducir las horas de clasificación
- Aumentar la eficiencia del proceso productivo
- Mejorar la calidad final del producto
- Reducir costos operacionales
- Automatizar la toma de datos

En el transcurso del presente proyecto se evaluará la factibilidad y la metodología para lograr los objetivos previamente mencionados. A continuación, se presenta el desarrollo de los siguientes estudios para lograr dichos objetivos: estudio de mercado, estudio técnico, estudio económico, estudio legal y estudio ambiental.

2. Estudio de mercado

2.1. Introducción

Al evaluar un proyecto es preciso determinar el mercado en el que se debe operar, esto conlleva determinar y caracterizar la existencia de una demanda, la competencia presente y la manera de comercializar un producto o servicio. También se deben analizar los mercados de insumos y factores, ya que todos ellos en su conjunto influirán de una u otra forma en el proyecto (Sapag Chain, 1991). Al conocer el mecanismo del mercado involucrado en el proyecto, podrá iniciarse un proceso que determine la correcta o equivocada asignación de recursos escasos a una determinada iniciativa.

Al finalizar el estudio de mercado, se espera establecer la presencia de empresas que brinden soluciones orientadas a la industria 4.0 en Argentina. Específicamente soluciones que se adapten a las necesidades del proyecto y su respectivo mantenimiento. Una vez finalizado el estudio, se podrá conocer el costo de clasificación tercerizado y las características del sistema de clasificación manual. De esta manera, una vez analizado el proceso productivo de clasificación específico, se espera establecer la demanda de cajas a clasificar por romaneo.

2.2. Objetivos

1. Identificar empresas y productos en el mercado nacional e internacional, orientados a brindar soluciones 4.0 en la industria argentina.
2. Buscar y definir proveedores para el mantenimiento.
3. Proyección de la cantidad de cajas a clasificar por año.
4. Evaluar el mercado competidor clasificador de cajas.
5. Análisis FODA (análisis del medio).

2.3. Fundamento

El presente estudio permitirá conocer las empresas dedicadas a la implementación de soluciones 4.0 y las distintas tecnologías que ofrecen para realizar el proceso de clasificación deseado. También se darán a conocer los profesionales habilitados en la zona para la instalación y el mantenimiento del sistema a implementar.

2.4. Metodología

2.4.1 Identificación de empresas nacionales e internacionales

A través de búsqueda bibliográfica y consulta directa con las empresas seleccionadas, se describieron las ofertas tecnológicas disponibles para implementar en el proceso de clasificación.

2.4.2 Búsqueda de personal y proveedores para mantenimiento

A través de entrevistas realizadas a profesionales dedicados al área de la transformación digital, en empresas de Puerto Madryn, se consultó la disponibilidad del personal capacitado para el mantenimiento de los equipos futuros.

2.4.3 Proyección de la cantidad de cajas a clasificar

Para proyectar la cantidad de cajas a clasificar en un año, se analizó la información recolectada de descargas por embarcación. Los datos fueron recolectados en un trabajo de campo, englobado en una práctica profesional supervisada en una empresa pesquera local.

2.4.4 Evaluación del mercado clasificador de cajas

Para evaluar el mercado clasificador de cajas de langostino, se realizaron visitas y entrevistas a las empresas pesqueras locales, para esta forma poder conocer los mecanismos actuales de clasificación.

2.5. Resultados

2.5.1 Identificación de empresas nacionales e internacionales

Para un mayor orden, la presente sección está dividida en tres partes. Las mismas corresponden a las empresas dedicadas a la identificación de productos, empresas dedicadas al diseño y fabricación de maquinaria a medida y, por último, empresas dedicadas a la optimización en la paletización.

2.5.1.1 Empresas nacionales e internacionales para la identificación de productos

Cada caja que ingrese al sistema de clasificación, deberá tener un formato de identificación, por el cual, la maquinaria de clasificación podrá reconocer el destino correspondiente. Las opciones en consideración abarcan la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID), los códigos de barra tradicionales y los códigos bidimensionales. Todas las tecnologías mencionadas, utilizan un tipo de etiqueta adherida al producto que se desea identificar. Cada tecnología presenta particularidades características, el sistema RFID permite la identificación de productos a distancia, mientras que los códigos de barra y bidimensionales son económicos y familiares para el usuario. Estos últimos solo pueden ser leídos a corto alcance. El detalle de las tecnologías previamente mencionadas se encuentra en el estudio técnico del presente proyecto.

A continuación, se presentan las ofertas tecnológicas de identificación por parte de empresas nacionales e internacionales.

Oferta empresa SIEMENS

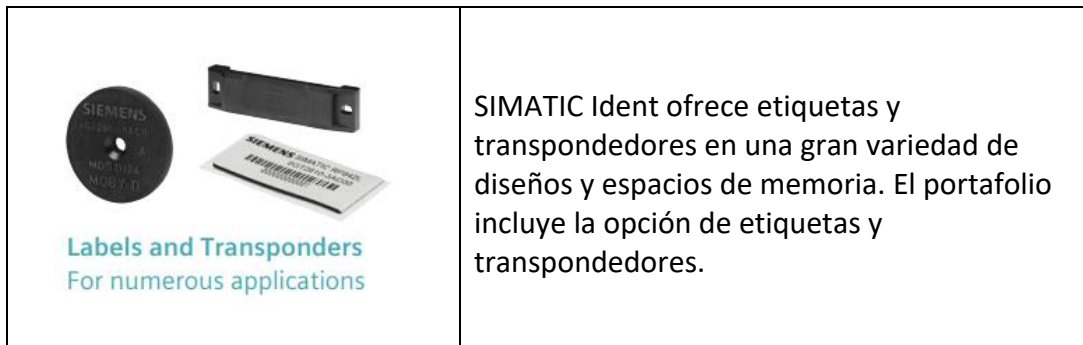
SIEMENS es un conglomerado de empresas alemanas centrado en la automatización, las infraestructuras, el transporte y la sanidad. La empresa elabora productos de hardware y software específicos para un gran número de industrias. El grupo es representado en 190 países y es una de las compañías más grandes del mundo en ingeniería eléctrica y electrónica.

RFID

Los sistemas SIMATIC RF cubren todos los requerimientos en términos de rango y frecuencia según las necesidades del cliente.

Tabla 1. Oferta SIEMENS RFID.

Tipo de sistema	Descripción
 <p>SIMATIC RF600 High-performance UHF system for global supply chain solutions</p>	<p>SIMATIC RF600 es un sistema RFID de frecuencia ultra alta para producción y logística. Puede leer y escribir a un rango de varios metros. También ofrece lectura de alta velocidad y la opción de lectura en bloque.</p>
 <p>SIMATIC RF300 High-performance RFID system in the HF range</p>	<p>SIMATIC RF300 es un sistema RFID de alta frecuencia para las demandas más exigentes en términos de velocidad y volúmenes de datos.</p>
 <p>SIMATIC RF200 Compact solution for the medium power range</p>	<p>SIMATIC RF200 es un sistema de RFID compacto de alta frecuencia. El producto incluye lectores ideales para logística interna o pequeñas líneas de producción.</p>



Nota. Figuras de etiquetas y transpondedores, extraídas de SIEMENS Argentina (<https://new.siemens.com/ar/es.html>), 2022.




Oferta empresa GS1



Códigos de barras

Un código de barras es un código basado en la representación de un conjunto de líneas paralelas de distinto grosor y espaciado que pueden ser decodificados por un lector. Cabe destacar que el código de barras solo contiene información numérica, la cual es representada en una base de datos por un producto asignado.

Los códigos de barras del estándar GS1 (EAN-UCC) son abiertos y globales, esto quiere decir que pueden ser leídos durante cualquiera de los procesos de la cadena comercial, no sólo en Argentina sino en cualquier parte del mundo.

Tabla 2. Oferta códigos de barra GS1.

Código de barras	Nombre	Descripción
	GTIN 13 (EAN 13)	Código de barras estándar utilizado para la identificación de unidades de consumo las cuales son escaneadas en los puntos de ventas.
	GTIN 8 (EAN-8)	Código de barras estándar utilizado para la identificación de unidades de consumo de dimensiones pequeñas las cuales son escaneadas en los puntos de ventas.
	GTIN-14 (DUN-14, ITF-14, SCC-14)	Código de barras estándar utilizado para la identificación de unidades de despacho las cuales no pretenden ser escaneadas en los puntos de



		ventas minoristas.
 (01) 0 9501101 53000 3	DATABAR	DataBar es utilizado para productos de medida variable (alimentos frescos), joyas o productos listos para armar.
 (01) 1 9501101 53000 0 (17) 140704 (10) AB-123	GS1 – 128	El código de barras GS1 – 128 de una dimensión se usa en la distribución general y en el entorno logístico.

Nota. Figuras de simbologías de códigos de barras, de Empresa GS1 Argentina, 2022, extraídas de la presentación Implementación de Estándar GS1.

Códigos bidimensionales

La inclusión de las simbologías bidimensionales permite la identificación de productos pequeños e incorporar gran cantidad de información en un mismo código. Estos códigos admiten y soportan una carga de gran cantidad de datos dando como resultado una simbología de tamaño pequeña o reducida. Otra ventaja es que la lectura se realiza con un escáner que captura la simbología de la imagen.

Tabla 3. Oferta códigos bidimensionales GS1

Código bidimensional	Nombre	Descripción
	GS1 Datamatrix	Puede incorporar en su estructura más de dos mil trescientos caracteres alfanuméricos y de más de tres mil caracteres numéricos.
	GS1 QR-Code	Puede incorporar en su estructura más de cuatro mil doscientos caracteres alfanuméricos y de más de siete mil caracteres numéricos.

Nota. Figuras de simbologías de códigos bidimensionales, de Empresa GS1 Argentina, 2022, extraídas de la presentación Implementación de Estándar GS1.

Ambas simbologías se utilizan para identificar productos:

- De cualquier tipo y tamaño de envases
- Para realizar operaciones comerciales, trazabilidad y logística donde requiera concatenar datos dentro de la simbología para la captura automática de datos
- Ser capturadas mediante una cámara celular o escáner

Código Electrónico de Productos (EPC/RFID)

GS1 utilizó el nombre comercial EPC (The Electronic Product Code) para la oferta de un sistema de identificación estándar de cualquier objeto físico, unidades de carga, ubicaciones o cualquier otra entidad identificable que necesite ser administrado y controlado. El sistema basa su funcionamiento en la tecnología RFID (Identificación por radiofrecuencia).

Se promueve la descripción de poder controlar inventarios con sólo acercar un lector a los productos que inmediatamente los identifique y cuente. GS1 afirma que RFID permite reducir tiempos y costos, gracias a que no es necesario mantener una línea de visión entre las etiquetas y el lector. Tan solo con la presencia del producto ante una antena receptora de RFID gran cantidad de productos pueden ser leídos a la vez.

Oferta Grupo Hasar

Grupo Hasar es un conglomerado de empresas presente en cinco países del continente americano. En Argentina, la empresa ofrece productos para la identificación inteligente por medio de RFID. Entre los productos se encuentran impresoras de código de barras, etiquetas y ribbons. Además de los productos mencionados, la empresa brinda servicios de análisis en cuanto a elección e implementación de sus productos.

Oferta Telectrónica

La empresa argentina Telectrónica S.A. brinda productos para soluciones RFID, entre ellos se encuentran una serie de lectores manuales para RFID, impresoras RFID y antenas receptoras RFID.

La empresa ha trabajado con empresas pesqueras para mejorar los procesos de clasificación de materia prima en embarcaciones. Entre los productos ofertados para dicho objetivo, se encuentran disponibles impresoras Zebras de la serie ZD400 y ZD600, teclados Z-KDU para el ingreso de datos al momento de la clasificación e insumos especialmente diseñados para trabajar en bajas temperaturas y ambientes húmedos, cómo lo son las etiquetas térmicas TOP.

2.5.1.2 Empresas nacionales e internacionales para el diseño y fabricación

Oferta empresa Quintino Material Handling Solutions

Para complementar el futuro diseño, fabricación e implementación óptima de la maquinaria clasificadora, se recurrió a la experiencia de empresas en el ámbito de la industria 4.0. A continuación, se detallan los servicios de una de las empresas líderes en automatización.

Quintino es una empresa de origen argentino, con experiencia en el mercado de la automatización de movimiento, manipulación y transporte de materiales y cargas. Desarrollan sistemas a medida según la necesidad de los clientes, implementando soluciones 4.0 y mejora continua.

Los servicios que ofrece la empresa son los siguientes:

Tabla 4. Servicios Quintino Material Handling Solutions.

Servicio	Descripción
Análisis y desarrollo	Ante la solicitud de mejora de proceso, Quintino ofrece un servicio de análisis en el que se evalúa con el cliente las alternativas que mejor se ajustan a sus recursos, escenarios y espacios disponibles. La empresa realiza discusiones interdisciplinarias para la optimización del proceso. Se realizan estudios de factibilidad técnica si el proyecto posee características especiales.
Diseño y fabricación	La empresa se encarga de diseñar y fabricar el producto solicitado por el cliente.
Instalación e implementación	Quintino ofrece un servicio de instalación y puesta en marcha del producto solicitado.
Modernización	La empresa brinda un servicio orientado a la cuarta revolución industrial, donde máquinas y personas trabajan de manera conjunta. Se pone acento en la interconectividad y el análisis de datos para la toma de decisiones.
Servicio y repuestos	Atención de equipamientos suministrados y mantenimiento preventivo.

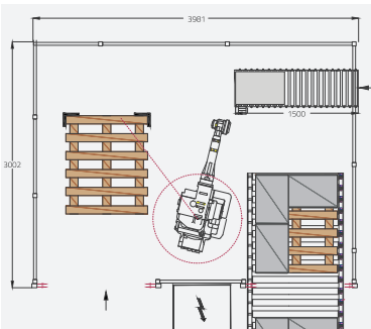
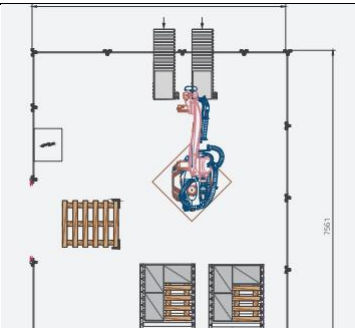
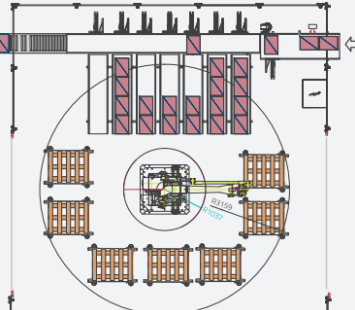
2.5.1.3 Empresas nacionales e internacionales para la paletización y el transporte

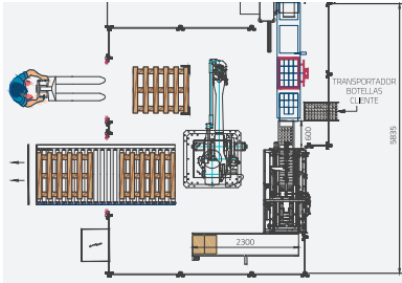
Con la finalidad de optimizar el proceso de paletización, se presenta a continuación la oferta tecnológica de empresas dedicadas a la automatización, ergonomía y eficiencia en dicho proceso.

Oferta Rivas Robotics

Rivas Robotics es una empresa española la cual ofrece proyectos de automatización industrial llave en mano. Diseñados a medida de cada cliente. La empresa ofrece atención personalizada a cada cliente durante el proceso de producción e instalación del producto. Cuentan con una herramienta de seguimiento, donde los clientes pueden realizar el seguimiento de sus proyectos en tiempo real.

Tabla 5. Oferta de robots paletizadores Rivas Robotics.

Producto	Nombre	Descripción
	Basic	Paletizado y despaletizado automático con línea de entrada y otra de salida. Se trata de un sistema flexible e imprescindible para todo tipo de industria.
	Optimal	Sistema de paletizado automático con doble entrada y salida. Perfecto para optimizar múltiples líneas y productos en espacio reducido.
	Maximum	Paletizado con múltiples entradas y salidas, con posibilidad de clasificación automática.


	Multisystem	Forma la caja, encaja y paletiza todo en una única instalación. Aplicación multitarea flexible y sencilla perfecta para cualquier producto.
---	-------------	---

Nota. Figuras de robots paletizadores, extraídas de Catálogo Aplicaciones Paletizado, por Rivas Robotics, 2022.

Oferta Grupo MICRO

Grupo MICRO está conformado por las firmas MICRO automatización y Tecnova e Inofer. Brinda soluciones integrales para la industria con especialización en distintas tecnologías.

Tabla 6. Oferta de elevador de vacío Grupo MICRO.

Producto	Nombre	Descripción
	Elevador de vacío Jumbo	El elevador Jumbo es un sistema modular que posibilita paletizar cajas, bidones, apilar chapas, muebles o piedras. Las operaciones de transporte se hacen de manera rápida y segura.

Nota. Figura de elevador de vacío JumboFlex, extraída de Catálogo Equipos de elevación ergonómicos, por Schmalz, 2019.

2.5.2 Personal y proveedores para mantenimiento correctivo y preventivo

Electromecánica Sur S.A.

Electromecánica Sur es una empresa radicada en la ciudad de Puerto Madryn, la cual ofrece servicios de mantenimiento y puesta en marcha de cualquier requerimiento electromecánico. Los servicios que ofrece la empresa son los siguientes:

- Máquinas eléctricas: Reparación de máquinas eléctricas de baja tensión en todas sus versiones. Motores de CC y CA, alternadores y generadores.
- Tableros: Desarrollo y construcción de tableros eléctricos en baja tensión

- Balanceo: Ajuste de vibraciones y balanceo dinámico de cualquier tipo de pieza rotativa
- Micro granallado blasting: Eliminación de óxido, pintura e incrustaciones
- Servicios auxiliares: Reparación de todo mecanizado y tratamiento de piezas móviles
- Consultoría: Análisis de consumos de instalaciones eléctricas y optimización de rendimientos

A&C Ingeniería

A&C Ingeniería es una empresa con 20 años de trayectoria en la ciudad de Puerto Madryn, la misma brinda servicios de electrónica, automatización industrial, instrumentación, mantenimiento y desarrollos a medida.

En cuanto a la automatización, la empresa brinda soluciones de diseño y desarrollo de sistemas integrales de control y supervisión. Cuenta con servicios de instalación y puesta en marcha de automatismos (PLC/controladores), interfaces hombre/máquina, y sistemas de supervisión con adquisición y almacenamiento de datos en plantas industriales. La empresa además brinda un servicio de mantenimiento de sistemas de control y supervisión.

En la categoría de instrumentación la empresa ofrece reparación y calibración de todo tipo de sensores. Alternativamente ofrece servicios de instalación y puesta en marcha de los mismos.

2.5.3 Proyección de la cantidad de cajas a clasificar por año

A continuación, se muestran los resultados de las descargas de un buque Congelador Tangonero⁴. Las mismas fueron realizadas en el año 2020.

Según la empresa en observación, basándose en datos históricos propios, un tangonero congelador puede realizar entre seis a nueve mareas al año, es decir, es capaz de descargar producto congelado en promedio ocho veces al año.

Tabla 7. Descargas de un barco congelador x, año 2020.

Marea	Kg netos	U. Caja x 12 Kg
1	55.956	4.663
2	81.264	6.772
3	82.848	6.904

⁴ Buque Tangonero: Embarcación que posee redes de arrastre y dos apéndices laterales, los cuales se abren y permiten que las redes tengan una mayor superficie de recogida.

4	79.584	6.632
5	81.480	6.790
6	65.040	5.420
Promedio	74.362	6.197

Las cajas contienen producto congelado, con un peso neto de 12 kg y se encuentran listas para exportar. Las medidas correspondientes al largo, ancho y altura son 43cm x 32cm x 20cm. Las cajas cuentan con una etiqueta adhesiva que contiene el nombre del barco, los ingredientes, fecha de congelación, fecha de vencimiento, número de lote, clasificación número de SENASA y lugar de elaboración.

En el año 2020 (tabla 7) se registraron seis mareas de un barco tangonero de la empresa en estudio, en las cuales el promedio de descarga fue de 6197 cajas.

Cada caja puede contener distintas presentaciones de langostino, según su talla o proceso se le asigna una clasificación. La denominación L es para el langostino entero y la C para langostino descabezado, mientras que el número 1 se utiliza para el producto de mayor tamaño. Por ejemplo, L1 es para el langostino entero de mayor tamaño, la clasificación de C3 es para el langostino descabezado de menor tamaño. Los resultados muestran que puede haber hasta siete clasificaciones de producto en una misma descarga. Es decir que en un desembarco puede haber siete clasificaciones distintas para cada caja.

En el año 2020 no se registraron desembarcos del producto C3. Es por eso que en la tabla que se muestra a continuación solo hay seis clasificaciones.

Tabla 8. Promedio de tamaños en la descarga.

Marea	Tamaños (tamaño)					
	L1	L2	L3	C1	C2	CR
1	47%	25%		23%		5%
2	28%	32%	18%	14%	4%	5%
3	24%	31%	16%	28%	1%	0%
4	27%	36%	14%	22%		1%
5	42%	36%	6%	15%		1%
6	41%	32%				
Promedio	34%	32%	10%	21%	1%	2%

La empresa aportó desde su experiencia, resultados que no se encontraban en los documentos otorgados por la misma. Según el personal administrativo y gerencial, el promedio de descarga por marea realizada es de 6000 cajas, mientras que ocho mareas es el promedio anual que realiza un barco congelador. En cuanto a la distribución de tamaños en la descarga, la empresa afirmó que la misma es extremadamente variable. No es posible determinar el número de clasificaciones futuras, pero es posible determinar la máxima

variedad de productos elaborados previamente mencionadas.

En conjunto con la empresa, se determinó que siete es el número ideal de salidas clasificatorias en la maquinaria, cuya cantidad corresponde al número máximo de variedad de producto elaborado por la empresa. En cuanto a la cantidad de cajas a clasificar en un año, según los datos obtenidos, se estima un promedio de 48000 cajas anuales.

2.5.4 Análisis de los servicios actuales de clasificación

Proceso de clasificación manual realizado por el personal de la empresa

Las cajas a clasificar provienen del puerto de la ciudad, las mismas son descargadas de los barcos tangoneros y son ordenadas en pallets para su transporte. Los pallets son transportados en camiones hasta la planta pesquera de destino. Una vez llegada la carga a la planta, se realiza la descarga de los pallets por medio de autoelevadores y parte de los mismos son enviados a clasificar. Al ser menor la capacidad de clasificación a la de descarga, una parte de los pallets se almacena en cámaras de frío esperando a ser clasificada. Los primeros pallets que se descargan son enviados a la zona de clasificación, la cual corresponde a la antecámara de la empresa pesquera. Una vez que la clasificación manual se encuentra saturada, se almacenan los pallets restantes en las cámaras de frío. Cuando el proceso de clasificación se libera, los autoelevadores se dirigen a almacenar los pallets clasificados y reemplazarlos por pallets sin clasificar para su posterior clasificado. El proceso de descarga se repite hasta que el camión se vacía y los pallets se encuentran en la zona de clasificación, almacenados sin clasificar o clasificados.

La operación de clasificación comienza con el ordenamiento de los pallets en semicírculo según el número de clasificaciones previstas. En la figura 1 puede observarse el caso de siete clasificaciones distintas. Un autoelevador coloca los pallets con las cajas sin clasificar, desde el camión o cámara de frío, en el centro del semicírculo. Luego los operarios comienzan a desarmar el pallet central, colocando las cajas en los pallets de alrededor según su contenido. Una vez que el pallet central está vacío, el autoelevador coloca un nuevo pallet sin clasificar. Cuando los pallets clasificados del semicírculo están completos, el autoelevador procede a retirarlos y a almacenarlos en la cámara de frío (figura 2).

A continuación, se presentan los resultados provenientes de la observación de tres clasificaciones manuales, pertenecientes a la empresa pesquera local en estudio.

El proceso de clasificación se lleva a cabo con una cantidad considerable de mano de obra directa. Se han observado hasta 24 operarios trabajando en un mismo turno. Los operarios son efectivos de la empresa. Generalmente, el proceso de clasificación se realiza en horas extra, con un personal de tres maquinistas, un supervisor y clasificadores variables en número.

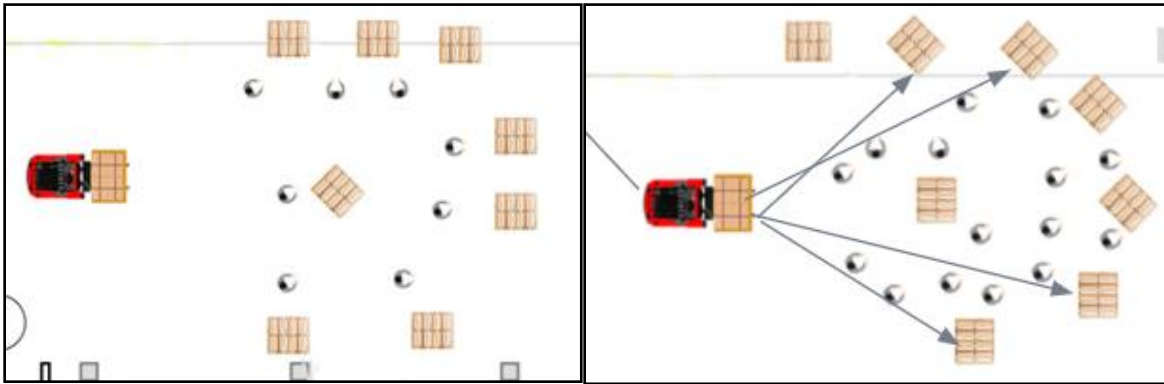


Figura 1. Metodología de clasificación.

Figura 2. Problemas en el layout.

Al observar el proceso de clasificación se registraron cruces de los autoelevadores con los operarios y cruces de los autoelevadores entre sí. También se detectó la potencial mejora en la manipulación del producto, ya que, por el peso de las cajas, los operarios arrojaban los envases lo antes posible. La manipulación actual da lugar a la posibilidad de daños en el envase, daños en el producto y posibles reemplazos del empaque.

Estas detecciones dan lugar a una potencial mejora en cuanto a la seguridad e higiene en el trabajo, desde la disminución del porcentaje de lesiones hasta el aumento en la seguridad general del proceso productivo.

El registro manual de los datos conlleva a la oportunidad de mejora en este procedimiento. Al digitalizar la información, el personal administrativo podría saber en tiempo real la información que se ingresa en planta. Actualmente solo es posible acceder al registro de esta información horas después de haber finalizado el proceso.

Los resultados de la velocidad de clasificación (cajas/hora) de cada romaneo varían según el número de clasificaciones diferentes para cada caja y el número de operarios. La velocidad de clasificación también se vio afectada cuando los operarios tuvieron conocimiento de que el proceso de clasificación estaba siendo observado, este acontecimiento se dio antes del segundo romaneo.

Tabla 9. Observaciones de tres clasificaciones “romaneos”

Romaneo	Operarios	Nro. de clasificaciones	Horas totales	Cajas	Cajas/hora
1	23	6	8	5328	666
2	21	5	3	2903	968
3	24	5	7	6183	951
Promedio					862

Algunos empleados del sector administrativo afirmaron que la duración promedio del proceso de clasificación, superaba aproximadamente las ocho horas, y en algunos casos podía tener una duración mayor. Se reportó que un mismo romaneo puede ser realizado

en diferentes días, dividiendo las horas del proceso según la conveniencia operacional.

En resumen, la velocidad de clasificación está condicionada por diferentes factores. Se ha registrado que la velocidad de clasificación puede variar de 666 a 968 cajas/hora. Junto con la empresa se pudo estimar la velocidad promedio de clasificación en 750 cajas/hora. Al ser 6000 cajas a clasificar el promedio por romaneo, se obtiene como resultado 8 horas en la duración promedio de cada romaneo.

2.6. Análisis FODA

Para realizar un análisis del medio en donde el proyecto se desarrollará, se utilizó un análisis FODA para detectar posibles problemas precisando las fortalezas y debilidades del proyecto. A su vez, se destacaron las oportunidades y amenazas presentes a la hora de implementar el proyecto.

Tabla 10. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción en el tiempo de clasificación • Toma de datos en tiempo real • Orden en el layout • Manipulación adecuada del producto • Mayor control en la trazabilidad • Reducción en la mano de obra empleada • Mayor seguridad y salud laboral • Tableros de control: stock en tiempo real, control en la duración del proceso, proyección de ventas, control de la temperatura, 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Presencia de proveedores y profesionales para el mantenimiento de la maquinaria • Disponibilidad de espacio para instalar la maquinaria • Proyección gerencial para incorporar nuevas embarcaciones • Posibilidad de tomar la delantera en automatización frente a competidores • Allanamiento del camino para incorporar nuevas tecnologías
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desembolso monetario elevado en la primera inversión • Capacitaciones sobre el uso de la maquinaria 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desacuerdo en la implementación por parte del personal • Sabotaje

	<ul style="list-style-type: none">• Agotamiento del recurso• Conveniencia de contratación tercerizada
--	--

2.7. Conclusión

El proyecto de inversión contempla el diseño y la compra llave en mano de la maquinaria necesaria para la clasificación y la toma de datos automática de empaques terciarios de langostino congelado. Según el estudio de mercado, existen en Argentina empresas con una vasta experiencia en mecanismos de automatización y logística, por lo tanto, los requerimientos para la implementación del sistema de clasificación se encuentran cubiertos. También se encuentra en el país una amplia oferta tecnológica de insumos y tecnologías disponibles para la aplicación industrial. Existen empresas que se encargan de complementar el análisis de diseño con las características deseadas en una instalación, por lo que se asegura el correcto funcionamiento de los mecanismos a adquirir.

En lo que respecta a la disponibilidad del personal para el mantenimiento preventivo y correctivo, la ciudad de Puerto Madryn cuenta con empresas dedicadas a brindar soluciones relacionadas con los mecanismos previamente descritos. En definitiva, los elementos necesarios para llevar a cabo la automatización se encuentran disponibles en Argentina. Mientras que los profesionales encargados de la implementación y el mantenimiento se encuentran en la proximidad de la futura instalación.

Al analizar los datos de la empresa pesquera en estudio, los resultados provenientes de la observación variaron con los concluidos, ya que en ciertos casos no se contaba con el historial suficiente para determinar las características del proceso. Por lo que, junto a los datos obtenidos y a la experiencia propia de la empresa, se llegó a un acuerdo para establecer las características que describen el proceso promedio.

Se concluyó que el promedio de descarga por marea realizada es de 6000 cajas. Mientras que los barcos realizan un promedio de 8 mareas al año. En cuanto a las clasificaciones disponibles, los resultados son variables según el año. Se han registrado mareas en las que se descargaban cajas con 7 clasificaciones. Por lo tanto, se supone que el ideal es que la maquinaria clasificadora tenga 7 salidas de clasificación. La conveniencia de las salidas de clasificación se tratará nuevamente en el estudio técnico y económico.

Como se aprecia en los resultados, a pesar del promedio obtenido de 750 cajas/hora, la velocidad de clasificación manual es altamente variable. Esta velocidad depende de distintos factores, tales como la observación del proceso por parte de la gerencia, la cantidad de clasificaciones que existan en la marea y la cantidad de personal empleado en el proceso. Una de las principales ventajas que supone el proyecto es la estandarización de la velocidad de clasificación, es decir, las variables previamente mencionadas no afectarían

la duración del romaneo.

Se concluye que el diseño del layout particularmente observado tiene potenciales mejoras en cuanto a la eficiencia del proceso y a la seguridad del personal. Esto es debido a cruces de los autoelevadores con los operarios y cruces de los autoelevadores entre sí. Sumado a la problemática en seguridad, el diseño supone un aumento en los costos debido a los tiempos muertos y la incorrecta manipulación del producto, dando como resultado una disminución en la calidad del mismo.

También es notable destacar la cantidad de personal empleado en horas extraordinarias, se han observado hasta 24 operarios trabajando en un mismo turno para concretar el proceso de clasificación. Asimismo, el proceso no solo conlleva la clasificación en sí, sino también la preparación del material a utilizar y el ordenamiento del mismo una vez finalizada la tarea.

Existe una potencial mejora en la toma de datos en el proceso de clasificación, actualmente el personal administrativo solo puede acceder a los datos de la clasificación horas después de haber sido finalizada. Esto supone problemas organizacionales en cuanto a ventas y una falta de control sobre el proceso. Digitalizando la información, el personal administrativo podría observar en tiempo real los datos del proceso realizado, dando lugar a la posible proyección en ventas y a un mayor control sobre el proceso.

En conclusión, las características de la clasificación manual suponen una variabilidad constante en el proceso de clasificación y una falta de información confiable, generalmente estas características decantan en errores y atentan contra la optimización de procesos. Todos estos problemas planean ser resueltos por la clasificación automática y la toma de datos en tiempo real.

3. Estudio técnico

3.1. Introducción

El estudio técnico se lleva a cabo para determinar la función de producción óptima para la utilización eficiente y eficaz de los recursos disponibles para la producción del bien o servicio deseado (Sapag Chain, 1991).

El objetivo del presente estudio es seleccionar la tecnología adecuada para optimizar el proceso de clasificación de cajas de langostino, llevado a cabo en una empresa pesquera en particular. Para ello, se pondrán en análisis las distintas opciones tecnológicas disponibles para cumplir con los requerimientos del proceso de manera óptima. Se analizarán los insumos requeridos para la implementación de la clasificación automática y la toma de datos.

3.2. Objetivos

1. Caracterizar la tecnología disponible para el proceso de clasificación.
2. Seleccionar la tecnología que cumpla de manera óptima los requisitos del proceso de clasificación y las restricciones que presenten las intermediaciones.
3. Dimensionar los equipos y determinar mano de obra e insumos a utilizar.
4. Diagramar el layout y flujo del proceso productivo.
5. Estimar los tiempos del proceso de clasificación con la maquinaria clasificadora.

3.3. Fundamento

El estudio técnico permitirá describir las funcionalidades y las características de la tecnología disponible para la realización del proyecto. En base a esa información, se determinará la tecnología más adecuada para la realización del proceso productivo en estudio. Con la selección de equipos, insumos y mano de obra se determinará el capital e inversiones requeridas del proyecto, cuya viabilidad económica se determinará en el estudio siguiente.

3.4. Metodología

3.4.1. Caracterización de la oferta tecnológica disponible

Para la caracterización de la oferta tecnológica se realizó una descripción de las opciones disponibles con la ayuda de manuales técnicos de venta. Se solicitó información técnica adicional mediante consultas directas a las empresas proveedoras de tecnología.

3.4.2. Selección de la tecnología a utilizar en el proceso de clasificación

A través de la observación presencial del proceso de clasificación manual, el registro de la experiencia del personal administrativo, la investigación y el análisis de las características de los equipos e inmediaciones de la empresa pesquera involucrada en el proyecto, se seleccionaron las tecnologías más adecuadas para la realización del mismo.

3.4.3. Análisis de ingeniería de procesos (dimensionamiento de equipos, mano de obra e insumos)

Los datos para realizar los cálculos pertinentes fueron recolectados en una práctica profesional supervisada en una empresa pesquera local. A partir de un estudio de las necesidades proyectadas para una clasificación de producto eficiente y las características físicas del lugar de instalación de la maquinaria, se llevó a cabo el dimensionamiento de los equipos, la mano de obra requerida y sus insumos.

3.4.4. Diagrama de flujo y layout del proceso productivo

A partir de la observación del proceso de clasificación manual y las inmediaciones en estudio, se diseñó un diagrama de flujo y un layout para acortar los tiempos del proceso y generar un flujo de trabajo eficiente.

3.4.5. Proyección de los tiempos de clasificación

A partir de las descripciones técnicas de la maquinaria y los tiempos operativos observados del personal, se proyectaron los tiempos de clasificación y el tiempo total de operación requerido para proporcionar información al estudio económico.

3.5. Resultados

3.5.1. Caracterización de la oferta tecnológica disponible

Cualquier producto u objeto que requiera trazarse o trasladarse automáticamente por un sistema de producción, deberá tener una identificación que le permita a un determinado lector recabar información e indicar una acción posterior consecuente. Para la identificación de las cajas de langostino se describirán los sistemas de identificación RFID, códigos de barras y códigos bidimensionales. En cuanto a la maquinaria de clasificación y paletización, se procederá a describir el sistema electromecánico a utilizar bajo el subtítulo de maquinaria de clasificación y maquinaria de paletización.

3.5.1.1. Sistemas de identificación para las unidades de clasificación

Sistema de identificación por radio frecuencia (RFID)

El sistema de identificación por radiofrecuencia es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que utiliza ondas de radio para cumplir tal objetivo. El propósito de la tecnología es transmitir datos numéricos sin contacto y con la opción en volumen, es decir, que la información proveniente de las etiquetas puede ser leída a distancia y al mismo tiempo. Una etiqueta o transpondedor puede contener los datos de un número de lote o algún otro valor asignado a ese número, ese dato puede ser recuperado mediante un lector o transceptor y posteriormente procesados en un middleware para almacenar y mostrar la información.

Los equipos necesarios para implementar un sistema RFID son los siguientes:

- Etiquetas RFID, transpondedor o Tag
- Lector de RFID o transceptor
- Antena
- Subsistema de procesamiento de datos

La antena tiene la función de detectar el Tag o etiqueta y emite una señal al lector, que es quien valida la información contenida en la etiqueta. El lector a su vez, envía la información al sistema de procesamiento de datos, donde se actualizan los datos en tiempo real.

El lector de RFID o transceptor puede incluir o no, la antena previamente descrita. En el caso de lectores pequeños, usualmente utilizados para relevar stock manualmente en almacenes, se utilizan lectores que incluyen antena. Este tipo de lector generalmente está compuesto por una antena, un transceptor, un decodificador y una pequeña pantalla que muestra al operario las etiquetas escaneadas. El lector envía periódicamente señales en una determinada frecuencia para detectar una señal proveniente de una etiqueta en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una etiqueta, extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos.

Las etiquetas RFID o transpondedores generalmente son autoadhesivas, flexibles y tienen la capacidad de ser impresas con información en su cara frontal. La capacidad de memoria depende del circuito integrado que lleve. Están compuestas por una antena, un transductor de radio y un material encapsulado o chip. La antena es la encargada de transmitir mediante ondas de radio la información contenida en el chip. El mismo posee una memoria interna con una capacidad variable, que va desde una decena a millares de bytes. La memoria interna tiene la capacidad de ser modificada por un lector, es decir que una misma etiqueta puede ser reescrita con nueva información para ser reutilizada.

Existen distintos tipos de etiquetas RFID, las cuales se clasifican según su alimentación energética. Las mismas pueden ser activas, semipasivas o pasivas. Las más utilizadas en consumo masivo son las etiquetas RFID pasivas. Este tipo de etiquetas se componen por una serie de capas que serán descriptas a continuación:

- Papel frontal: es el papel donde se imprime información legible por humanos y

protege al circuito integrado o chip. La impresión puede realizarse tanto manualmente como con máquinas impresoras de etiquetas, las cuales a su vez pueden grabar información en el circuito integrado.

- Adhesivo: une al chip con el papel frontal.
- Circuito integrado RFID o chip: es donde se almacena la información en una memoria no volátil, es decir que la información contenida no se pierde al interrumpirse el flujo eléctrico. El chip es capaz de alimentarse de la energía que proviene de una onda electromagnética.
- Bumps del circuito integrado RFID: son los soportes del circuito integrado, normalmente fabricados en oro. Deben tener una gran conductividad y resistencia a la presión.
- Antena impresa: es la capa de material conductor capaz de captar las ondas electromagnéticas a una frecuencia determinada y transformar la energía de la onda en corriente eléctrica para alimentar el circuito integrado.
- Capa dieléctrica: Normalmente compuesta por tereftalato de polietileno (PET) o papel y que sirve para dar consistencia a la antena y a la unión de la antena con el circuito integrado.
- Adhesivo para fijar el circuito integrado: el mismo debe ser conductor y es clave para el buen contacto entre el chip y la antena impresa.
- Adhesivo final: se utiliza para adherir la etiqueta a su destino final. Tiene las mismas características que los adhesivos de los papeles comerciales.

Todo el conjunto de capas descrito se coloca en un papel de soporte siliconado para dispensar cada una de las etiquetas. Sin importar el tipo de etiqueta RFID, la composición es similar para todas ellas. El espesor de las mismas va de 280 a 320 micras.

Las etiquetas pasivas no tienen una fuente de alimentación eléctrica propia. La señal que llega del lector induce una corriente eléctrica pequeña pero suficiente para operar el circuito integrado de la etiqueta, de esta manera se genera y transmite una respuesta electromagnética. Las etiquetas pasivas suelen tener distancias de uso práctico comprendidas entre los 10 cm (ISO 14443) y llegando hasta unos pocos metros (EPC e ISO 18000-6), según la frecuencia de funcionamiento, el diseño y tamaño de la antena. La gran ventaja que presentan este tipo de etiquetas RFID es que son las más baratas de fabricar.

Las etiquetas activas a diferencia de las pasivas poseen su propia fuente de energía que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Son más fiables que las pasivas ya que son capaces de transmitir señales más potentes, lo que les permite ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia, como lo son entornos con agua o metal. También son más efectivas a distancias mayores, muchas etiquetas activas tienen rangos efectivos de cientos de metros y una vida útil de sus baterías de hasta 10 años. La mayoría de las etiquetas activas tienen una distancia de lectura escritura de 10 m a 100m generalmente y pueden utilizar frecuencias ultra elevada y altas frecuencias (UHF y HF). Tienen una memoria entre 4 y 32 Kb la cual es una cantidad de almacenamiento considerablemente alta para una etiqueta RFID. En contrapartida suelen

ser de mayor tamaño y mucho más costosas que las etiquetas pasivas. Uno de los principales fabricantes a nivel internacional es SIEMENS. El rango de precios ronda de entre 32 a 98 USD por etiqueta RFID activa.

Las etiquetas semipasivas al igual que las etiquetas activas poseen una fuente de alimentación propia, aunque utilizan esa energía para alimentar el chip y no para emitir una señal. La energía contenida en la onda generada por el lector se refleja en la etiqueta como en el caso de las etiquetas pasivas. Las etiquetas RFID semipasivas responden más rápidamente a la lectura que las etiquetas pasivas. Tienen la particularidad de tener una fiabilidad comparable al de las etiquetas activas y pueden mantener el rango operativo de una etiqueta pasiva.

Los sistemas RFID se clasifican según el rango de frecuencias utilizadas. Existen sistemas de baja frecuencia (LF: 125 a 134,2 kHz), de alta frecuencia (HF: 13,56 MHz), de frecuencia ultra elevada (UHF: 868 a 956 MHz) y de microondas (2,45 GHz). Los sistemas de baja frecuencia y alta frecuencia pueden ser utilizados de manera global sin la necesidad de un permiso o licencia. La frecuencia ultra alta en cambio, no puede ser utilizada de manera global, ya que no hay un único estándar para la misma. Los sistemas de RFID que utilizan frecuencia baja (LF) tienen rangos de operabilidad de hasta 1 metro, con la característica de tener una baja sensibilidad a las interferencias. Por otro lado, los sistemas de alta frecuencia (HF) tienen rangos de operabilidad de hasta 1 metro, pero son moderadamente sensibles a las interferencias. Por último, los sistemas de frecuencia ultra elevada (UHF) tienen el mayor rango de lectura de los sistemas. En contrapartida, los sistemas UHF son extremadamente sensibles a las interferencias. Generalmente el coste por etiqueta según el sistema empleado, desciende al aumentar la frecuencia utilizada.

En la práctica, las cifras de lectura exitosa de las etiquetas RFID se encuentran en un 80%, es decir que 2 de 10 etiquetas RFID pueden no ser registradas por el lector. Esto se debe a la atenuación de la onda de radio causada por la interferencia que generan los productos, el entorno y el empaquetado.

Los sistemas de RFID ofrecidos por las empresas varían en cuanto al requerimiento de performance, rango de operabilidad y rango de frecuencia. Las especificaciones técnicas presentadas a continuación corresponden a los sistemas seleccionados para la categoría de logística.

Tabla 11. Sistemas RFID de GS1.

Rango de frecuencia	HF			UHF
	<u>SIMATIC RF200</u>	<u>SIMATIC RF300</u>	<u>SIMATIC RF1000</u>	<u>SIMATIC RF600</u>
Frecuencia utilizada	13,56 MHz	13,56 MHz	13,56 MHz 125 kHz	865 ... 868 MHz (ETSI) 902 ... 928 MHz (FCC)

				920 ... 925 MHz (CMIIT) 916 ... 924 MHz (ARIB)
Rango máximo	650 mm	210 mm	30 mm	8 m
Protocolo de transferencia aérea	ISO 15693 ISO 18000-3	ISO 15693 ISO 18000-3	ISO 14443 A/B (MIFARE) ISO 15693 Estándares comunes de LF	EPC global Class 1 Gen 2 V2 ISO 18000-63 ISO 18000-62
Capacidad máxima de memoria	992 bytes	64 KB	-	496 bits (EPC) 3424 bytes
Transferencia máxima de datos	26,5 kbps	106 kbps	424 kbps	300 kbps
Multitag/capacidad en bloque	Sólo con el lector RF290R	No	Si	Si
Características especiales	Diseño compacto Bajo costo Grado de protección IP67	Alta tasa de transferencia de datos entre el lector y transpondedor Posibilidades de diagnóstico Alta capacidad de memoria Grado de protección IP67 / IP68	Puerto USB Grado de protección IP65	Integración SIMATIC o PC/IT Procesamiento de datos en los lectores Antenas especiales para aplicaciones industriales Grado de protección IP67

El sistema SIMATIC RF200 es fabricado bajo los estándares de frecuencia y transpondedores ISO 15693. Para lecturas de identificación con performance medio, la frecuencia alta permite realizar identificaciones de productos a bajo costo, con una distancia máxima de lectura de 650 mm. El sistema RF200 solo opera con etiquetas pasivas. Las aplicaciones que suelen darse a este tipo de sistema son:

- Identificación de elementos de trabajo
- Logística de producción (control de materia prima, identificación de contenedores)
- Identificación general (productos o pallets)

Es sistema SIMATIC RF300 es generalmente utilizado en la producción industrial en áreas como control de calidad, líneas de ensamblaje y cintas transportadoras. El sistema funciona con alta frecuencia y ofrece soluciones de identificación de performance medio a alto. El sistema RF300 es utilizado principalmente para la identificación de contenedores, pallets y contenedores plásticos en el proceso de producción. Esto quiere decir que las etiquetas no son enviadas con el producto. Las principales aplicaciones de este tipo de sistema son:

- Identificación de herramientas
- Logística de producción (control de materia prima, identificación de contenedores)
- Identificación general (productos o pallets)
- Identificación de vehículos automátatas

Es sistema SIMATIC RF1000 es utilizado con fines de seguridad y trazabilidad. Algunos usos comunes de este sistema son el control de empleados con tarjetas de acceso y el control acceso a determinada maquinaria.

El sistema SIMATIC RF600 utiliza frecuencia de onda ultra elevada (UHF), lo cual permite realizar lecturas a varios metros de distancia. El sistema está diseñado para la identificación sin contacto de cualquier objeto. Además, el sistema está diseñado para la lectura de bienes en bloque (bulk). En este caso el sistema se distingue gracias a la alta velocidad de lectura, gran capacidad de transmisión de datos y la capacidad de lectura a gran distancia. En complemento, el sistema puede leer y escribir sobre los transpondedores para poder reutilizarlos.

Las aplicaciones típicas del sistema SIMATIC RF 600 son:

- Control de entrada y salida de bienes entre sectores de una empresa
- Identificación de contenedores plásticos de transporte
- Control de materia prima en el proceso productivo
- Identificación de productos en condiciones extremas (polvo, agua, bajas temperaturas)

La mayoría de los lectores y antenas pueden operar en un rango de -25 a +70 °C y soportan un rango de temperatura de -40 a +85 °C al no ser utilizados. Generalmente la limitante de utilización por el entorno en los sistemas RFID, son las etiquetas o transpondedores. A continuación, se detallan las características de las mismas.

Las etiquetas descritas a continuación son pasivas, es decir que no requieren baterías para su funcionamiento.

Tabla 12. Transpondedores RFID.

Transpondedor/etiqueta	Características
RF630L	Etiqueta disponible en distintas versiones.

	Operan a UHF. Capacidad de 256 byte. Pueden ser reescritas 100 mil veces. De material PET, soportan la torsión y el doblamiento. Vida máxima de almacenamiento de 2 años con una humedad de 45 a 55%. Funcionan en un rango de temperatura de -25 a 85 °C al ser leídas o escritas. Fuera del área de lectura soportan de -40 a 85 °C. Grado de protección IP67 al estar adheridas.
RF642L	Diseñadas para montar directamente en superficies metálicas. Tienen un rango de lectura de 4 metros.
RF690L	Etiquetas resistentes al calor para montar directamente en el metal.
RF610T	Tarjeta flexible para gran variedad de aplicaciones, por ejemplo, identificación de contenedores o pallets.
RF620T	Este transpondedor está diseñado para identificar contenedores de cualquier tipo en una línea de producción o pallets. Puede ser adherido al metal si se utilizan espaciadores.
RF625T	Este tipo de transpondedor tiene forma de disco y es utilizado en ambientes industriales. Ideales para herramientas y máquinas.
RF630T	Especialmente diseñado para controlar y monitorizar la producción. Se atornilla a productos como motores o cajas de herramientas.
RF40T	Puede ser montado directamente en el metal. Generalmente utilizado para localizar herramientas, contenedores plásticos y equipo metálico.
RF645T	Puede ser montado directamente en el metal.
RF680T	Transpondedor diseñado para altas temperaturas. Soporta hasta 220 °C y tiene un grado de protección IP68/IPx9K.

Códigos de barras

Un código de barras está conformado por un símbolo y un código. El símbolo es la

información que el ojo humano no puede traducir por sí mismo, mientras que el código es el número que representa esa simbología. Los códigos de barra son utilizados generalmente para la identificación de productos, los cuales brindan acceso a la información almacenada en sistemas de bases de datos.

Es necesario asignar información al código de barras generado para que, al escanear el mismo, se pueda acceder a la información del producto almacenada en una base de datos. Existen acuerdos internacionales para estandarizar el uso de los códigos de barra. Por ejemplo, un número al comienzo del código suele ser el prefijo de un país. Esta estandarización permite relacionarnos con otras empresas de manera eficiente facilitando la lectura e identificación de productos. La estandarización de identificación más utilizada en el mundo es la de GS1, una organización global, neutral y sin fines de lucro, dedicada específicamente al diseño e implementación de estándares globales. A continuación, se darán detalles técnicos de los códigos de barra y los estándares más utilizados.

Para acceder a la información asignada a un código de barras se suele utilizar un lector que, por contraste, lee el número que representan según el grosor de las barras y el fondo. De esta manera, se accede automáticamente a la identificación del producto coincidente con el número escaneado. Los códigos de barra se clasifican en códigos de longitud fija y de longitud variable. Los códigos de longitud fija se caracterizan por ser no modificables, por lo cual representan la misma información con la cual se generaron y contienen una cantidad limitada de datos codificables, mientras que los códigos de longitud variable se les puede agregar información adicional según lo requerido.

Los códigos de barra de longitud fija pueden utilizarse para la identificación de artículos comerciales y unidades logísticas. Se define como artículo comercial a la unidad mínima comerciada, por ejemplo, un frasco de mermelada. Mientras que la unidad logística es el bulto contenedor de cierto número de unidades comerciales, por ejemplo, una caja de 12 unidades de mermelada.

Algunos ejemplos de simbología de códigos de barra de longitud fija son el EAN 13, EAN 8 y el ITF – 14 a los cuales les corresponde un GTIN 13, un GTIN 8 y un GTIN 14 respectivamente. De esta manera se puede distinguir si se habla del símbolo (EAN/ITF) o del código/clave (GTIN). El código de barras propiamente dicho, está conformado por el símbolo y el código.

Los códigos de barra necesitan lugares planos para que las barras no se distorsionen y se lleve a cabo una buena lectura. Para cumplir este requerimiento, existen distintos tipos de códigos que cubren las necesidades de tamaño e información a representar. La simbología EAN 13 se utiliza en la mayoría de los productos retail, mientras que la simbología EAN 8 se utiliza en productos pequeños. La simbología EAN 13 se utiliza en productos que permitan colocar un código con un ancho total de 29,83 mm y una altura de 20,73 mm. Mientras que el EAN 8 es utilizado en productos que permitan un ancho de 21,38 mm y una altura de 17,05 mm. Es posible aumentar el tamaño del código a partir de esta medida si el producto

lo permite. El GTIN 13 (fig.3) está conformado por un prefijo país, un prefijo empresa, un código de artículo y un dígito verificador. El prefijo país indica en donde se ha elaborado el producto identificado, el prefijo empresa indica que empresa elaboró el producto y el código de artículo brinda información sobre el producto identificado, por ejemplo, un estuche de langostinos con X crustáceos. Por último, el dígito verificador es un algoritmo que se usa para cerciorar que el código del producto sea único e irrepitible.

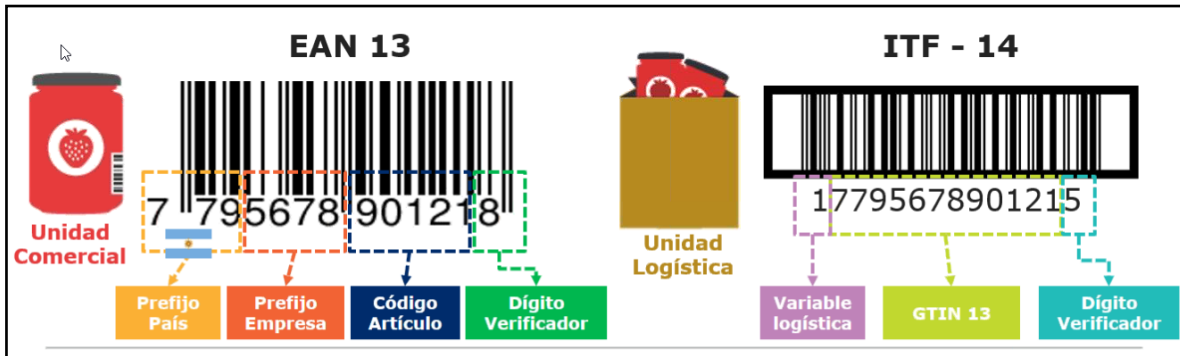


Figura 3. Códigos de barra GS1 EAN 13 e ITF – 14. Nota. Adaptado de Simbologías de longitud fija (p. 3), por Empresa GS1 Argentina, 2022, extraído de Implementación de Estándar GS1.

Para la identificación de unidades logísticas existen dos tipos de simbologías, la simbología GS1 – 128 de longitud variable y la simbología ITF – 14 de longitud fija.

Para identificar una unidad logística de varios productos identificados con GTIN 13, por ejemplo, una caja contenedora de 12 estuches de langostino, se puede generar a partir del GTIN 13 un GTIN 14 (fig.3). Este código es la identidad de la caja máster de los estuches de langostino. El GITN 14 está conformado por una variable logística la cual otorga información sobre la cantidad de producto que contiene la caja, el GTIN 13 sin el dígito verificador original y un nuevo dígito verificador para que el código de la caja máster sea único e irrepitible. El símbolo ITF – 14, correspondiente al GTIN 14, ofrece una óptima solución para la impresión en envases de cartón corrugado. Esto se debe a que el ITF – 14 presenta una estructura menos compleja que la del EAN – 13 y tiene una mayor tolerancia ante cualquier distorsión que el proceso gráfico pueda causar.

El GTIN – 14 se utiliza para identificar unidades logísticas estándar, es decir que todas las unidades dentro de una caja deben ser iguales y la cantidad definida debe ser fija. No es posible modificar la información del código una vez elaborada la identificación. Por lo tanto, el GTIN – 14 proporciona solo la información del EAN 13 (país, empresa y artículo), la variable logística y el dígito verificador del propio código. Justamente por la limitación de la información brindada, es un código de longitud fija.

Las dimensiones máximas y mínimas del símbolo ITF – 14 son las detalladas en la tabla 11. La magnificación del símbolo es escogida por el sistema de impresión elegido y por el espacio disponible en el bulto.

Tabla 13. Dimensiones ITF – 14 en milímetros. Nota. Adaptado de Simbologías de longitud fija (p.4), por empresa GS1 Argentina, 2022, extraído de Implementación de Estándar GS1.

Factor de magnificación	Dimensiones sin marco soporte			Con marco soporte	
	Ancho (M2)	Ancho (M1 + M2 + M3)	Alto (M4)	Ancho (M6)	Alto (M6)
1,2	146,914	179,114	38,2	188,714	47,8
1,1	134,671	164,671	35	174,271	44,6
1	122,428	150,228	31,8	159,828	41,4
0,9	110,185	135,785	28,7	145,385	38,3
0,8	97,942	121,342	25,4	130,942	35
0,7	85,7	105,9	22,3	115,5	31,9
0,625	76,51	95,318	19,8	104,918	29,4

*Dimensiones en milímetros.

Para saber el valor ideal de las zonas mudas, ubicadas a la derecha y a la izquierda del símbolo (M1 y M3), se multiplica la constante 10,9 por el factor de magnificación.

La alternativa al ITF – 14 es la simbología de longitud variable GS1 – 128. Los códigos de barra de longitud variable son utilizados para la trazabilidad de productos, compartir información e identificar agrupados logísticos con datos variables. La simbología GS1 – 128 y otros códigos de longitud variables, utilizan identificadores de aplicación (AIs) para definir la arquitectura de los datos. Los AIs son prefijos seguidos por datos relevantes que determinan el contenido de un amplio rango de información. Permiten codificar múltiples datos en un mismo código de barras y existen aproximadamente 100 identificadores (AI).

La utilización de los códigos de barras GS1 – 128 (fig.4) permite compartir datos de trazabilidad y logística empleando identificadores de aplicación (tabla 14) para codificar datos con un estándar mundial. Por ejemplo, en el caso de la fig.4 el primer identificador de aplicación 01 informa que luego del mismo sigue un GTIN – 13, mientras que el segundo identificador informa que a continuación sigue un número de serie. Como puede observarse, se puede agregar cualquier tipo de información necesaria al producto a identificar si existe un identificador de aplicación. El espacio disponible para colocar el código de barras es la limitante de la información que es posible agregar. Ya que, al agregar

indicadores de aplicación, el código numérico crece en extensión al igual que su simbología.

Una de las características del código GS1 – 128 es la posibilidad de identificar de forma única cada unidad despachada por medio del identificador de aplicación (00) también conocido como SSCC (código seriado de contenedor de embarque).



Figura 4. Código de barras GS1 – 128. Nota. Adaptado de Identificadores de Aplicación (p. 5), de Empresa GS1 Argentina, 2022, extraído de Implementación de Estándar GS1.

Tabla 14. Identificadores de aplicación más utilizados.

AI	Utilización	AI	Utilización
00	SSCC	21	Nro. de serie
01	GTIN – 13	30	Cantidad de cada uno en el GTIN
02	GTIN – 14	310n y 320n	Peso
10	Nro. de lote	420 y 421	Códigos postales
11, 12, 13, 15 y 17	Fechas	8003 y 8004	Bienes

En cuanto a la ubicación de los símbolos en unidades logísticas, debe realizarse en los cuatro laterales del bulto continente. Si no fuera posible, es aconsejable la impresión en dos lados adyacentes. Si sólo es posible la impresión en una cara, es aconsejable tener en cuenta, por ejemplo, las condiciones de lectura de una cinta transportadora y el apilamiento en el pallet a la hora de elegir la cara a imprimir. Para las cajas de cartón y cajas de uso exterior, en la práctica la ubicación del símbolo podrá variar significativamente. Sin embargo, la ubicación ideal del vértice inferior del símbolo de código de barras es 32 mm desde la base natural del artículo. El símbolo, incluyendo las zonas mudas, debería estar a 19 mm como mínimo de cualquier extremo vertical para evitar daños (figura 5).

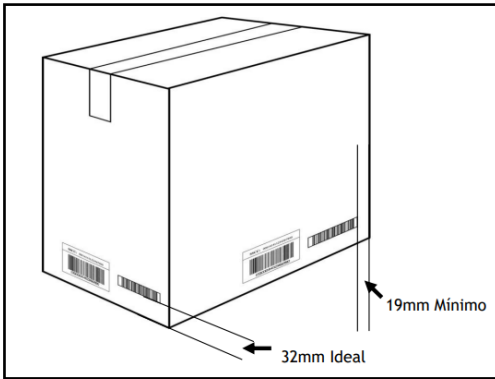


Figura 5. Ubicación ideal de un código de barras en un bulto. Nota. Adaptado de *Ubicación de un código de barras* (p. 11), de Empresa GS1 Argentina, 2022, extraído de El Poder de los Estándares.

Códigos bidimensionales

Los códigos bidimensionales surgieron a partir de los códigos de barras tradicionales para responder a la demanda del mercado en cuanto a capacidad de almacenamiento de información. La particularidad que tienen estos códigos es que admiten una carga de gran cantidad de datos dando como resultado una simbología de tamaño pequeña o reducida. Esta simbología codifica datos utilizando una serie de puntos oscuros y claros de un tamaño predeterminado, que varían según la información a codificar. Para lograr la lectura de los códigos bidimensionales es necesario utilizar un escáner que capture la simbología de la imagen, es decir que los lectores utilizados en los códigos de barras tradicionales no pueden ser utilizados.

GS1 DataMatrix es una simbología de dos dimensiones que puede ser utilizada para la identificación de unidades logísticas o de artículos comerciales. Una de las principales características de la simbología DataMatrix es que, a medida que se agrega información al mismo, el tamaño de la simbología permanece constante hasta un cierto punto. El código DataMatrix utiliza los mismos Identificadores de Aplicación (AIs) que el código GS1 – 128.

Cuando se implementa la simbología DataMatrix se debe elegir un formato del símbolo basándose en el apoyo de configuración, espacio disponible en el producto, cantidad de datos codificados, el proceso de impresión, etc. Es posible codificar los mismos datos en dos formatos DataMatrix (figura 6). El formato cuadrado es el más utilizado comúnmente y es el que permite la codificación de la mayor cantidad de datos según la tecnología de información ISO / IEC 1602 (identificación automática y técnicas de captura de datos).



Figura 6. Formatos de la simbología DataMatrix. Nota. Adaptado de *Formatos de la simbología DataMatrix*

(p. 8), por GS1 Argentina, 2022, Extraído de El Poder de los Estándares.

El formato rectangular puede seleccionarse en base a restricciones de velocidad de la impresión de la línea de producción, ya que este formato permite la impresión a alta velocidad.

DataMatrix es capaz de codificar datos de longitudes variables. Por lo tanto, el tamaño del símbolo resultante varía según la cantidad de datos codificados. Esto no quiere decir que la función entre el tamaño del símbolo y la capacidad de datos sea lineal como en el caso del código de barras GS1 – 128, en donde a medida que se agrega información, el código crece de forma proporcional. De hecho, en el caso del símbolo DataMatrix, es posible agregar o restar una cierta cantidad de datos y el tamaño del símbolo permanecerá constante hasta cierto punto (Figura 7). Los datos en el símbolo DataMatrix están codificados en una matriz ordenada de puntos oscuros y claros de un tamaño predeterminado. Los tamaños mínimos de esos puntos son conocidos como la dimensión x.

El formato más pequeño de DataMatrix, conformado por 10 filas y 10 columnas, puede codificar 6 caracteres numéricos con un tamaño de 8x8 mm. Mientras que el formato de mayor tamaño, conformado por 144 filas y 144 columnas, puede codificar 3116 caracteres numéricos con un tamaño de 22x22 mm.

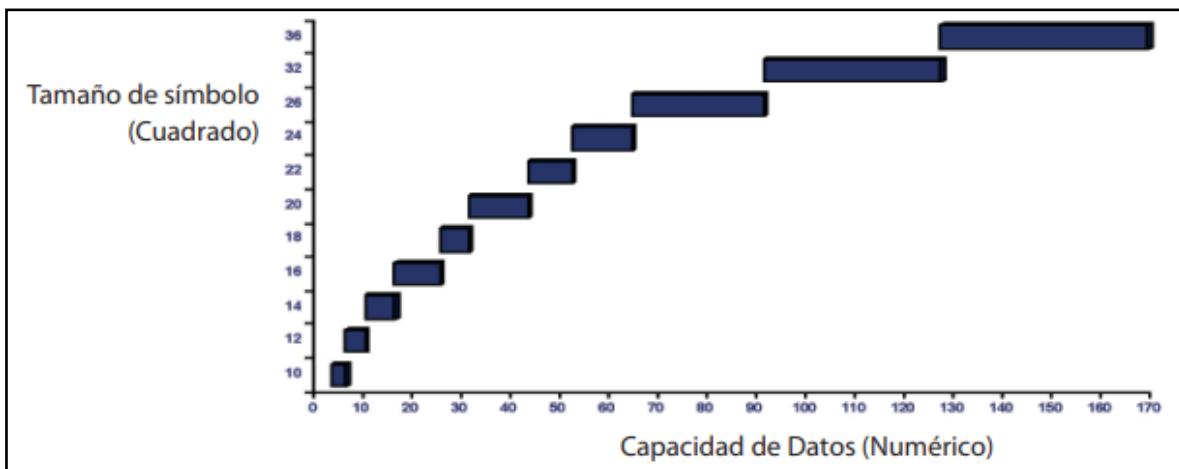


Figura 7. Tamaño de símbolo vs capacidad numérica. Nota. Adaptado de GS1 *DataMatrix* (p.11), por GS1 Argentina, 2012, El Poder de los Estándares.

Este tipo de código bidimensional permite realizar una buena trazabilidad del producto con la realización de controles precisos. Debido a su pequeño formato y gran capacidad de codificación, es utilizado generalmente en industrias como la farmacéutica y la agroquímica.

Otra simbología perteneciente a los códigos bidimensionales, es el código QR (respuesta rápida). El código QR (fig.8) está conformado por una simbología de matriz cuadrada, la cual puede codificar datos numéricos y alfanuméricos. La matriz está conformada por módulos oscuros y claros, donde el módulo oscuro es nominalmente un binario uno y un módulo claro es nominalmente un binario cero.

En cuanto al tamaño de la simbología, la misma dependerá del lector a utilizar, ya que el lector tiene la funcionalidad de detectar cada módulo individual e interpretar su representación. A medida que se agregan módulos a la matriz, el tamaño del código QR y la capacidad de codificación del mismo aumentan. El símbolo con mayor cantidad de módulos puede codificar técnicamente hasta 7089 dígitos o 4296 caracteres alfanuméricos. En la tabla 15 pueden observarse algunos ejemplos de la cantidad de módulos y la capacidad de caracteres alfanuméricos de los códigos QR de la empresa GS1.



Figura 8. Código QR.

Tabla 15. Tamaño y capacidad de datos del símbolo GS1 QR Code.

Versión	Módulos/lado	Capacidad caracteres alfanuméricos	Versión	Módulos/lado	Capacidad caracteres alfanuméricos
1	21	26	21	101	1156
2	25	44	22	105	1258
3	29	70	23	109	1364
4	33	100	24	113	1474
5	37	134	25	117	1588
6	41	172	26	121	1706
7	45	196	27	125	1828
8	49	242	28	129	1921
9	53	292	29	133	2051
10	57	346	30	137	2185
11	61	404	31	141	2323
12	65	466	32	145	2465

El código QR generalmente es utilizado para dar a los consumidores un enlace directo a la información y contenido del producto autorizado por la marca. Esto se debe a que la simbología de dos dimensiones puede ser leída con un lector de imagen de un teléfono celular.

3.5.1.2. Sistema de clasificación

Maquinaria de clasificación

Junto con la empresa proveedora del servicio de análisis y desarrollo, se elaboró el diseño de un mecanismo de transporte para la clasificación automática de cajas según su

identificación. Mediante discusiones interdisciplinarias se tomaron en cuenta las variables del proyecto para la selección óptima de tecnología.

La maquinaria se ha diseñado para recepcionar cajas de cartón corrugado con producto congelado terminado, con un peso neto de 12 kg. Las medidas de las cajas de largo, ancho y altura son 43cm x 32cm x 20cm, las mismas serán colocadas por dos operarios en la zona de inducción (figura 9). El transporte central corresponde a los transportadores de rodillo accionados electromecánicamente, los cuales van desde la zona de inducción hasta la zona de rechazo. Los transportadores restantes corresponden a las siete salidas de clasificación que reciben el producto una vez desviado 90° del transporte central, estas rampas de rodillo se encuentran en una pendiente descendiente, por lo cual no se requiere accionamiento electromecánico. El camino que recorre una caja depende de su identificación. Previamente a la puesta en marcha, se asigna un tipo de clasificación a cada salida, en la zona de lectura se identifica la clasificación de cada caja y al llegar a la salida correspondiente se acciona un mecanismo de derivadores de bandas para desviar la caja a 90°, las cajas son recepcionadas por las rampas de rodillos no accionados y avanzan libremente hasta el tope final de la rampa. Si el lector no puede identificar la caja en la zona de lectura, la misma se dirigirá a la zona de rechazo.

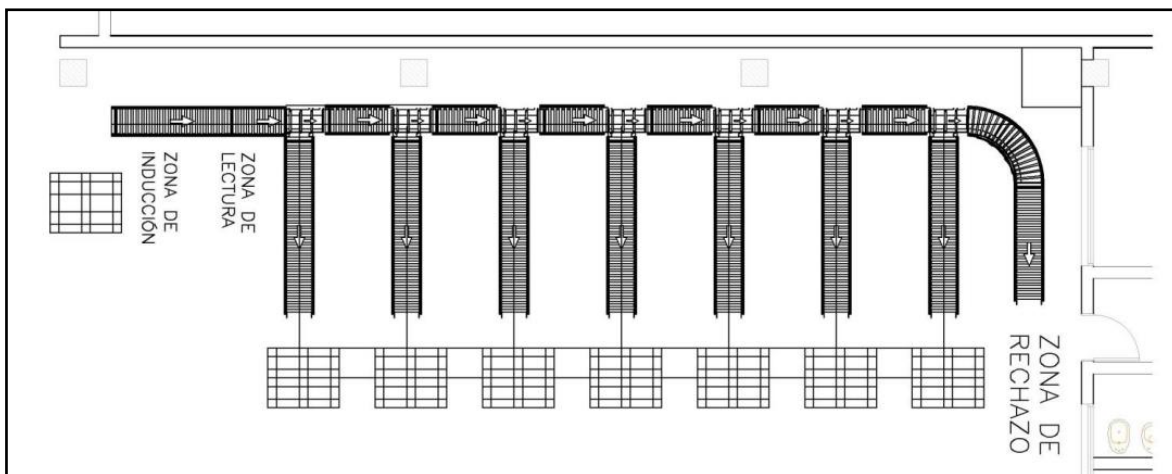


Figura 9. Representación de la maquinaria de clasificación.

La maquinaria de clasificación está conformada por transportadores de rodillo accionados electromecánicamente, siete derivadores a 90°, sensores, controladores, siete salidas receptoras de rodillo para acumular productos clasificados y una salida de rechazo.

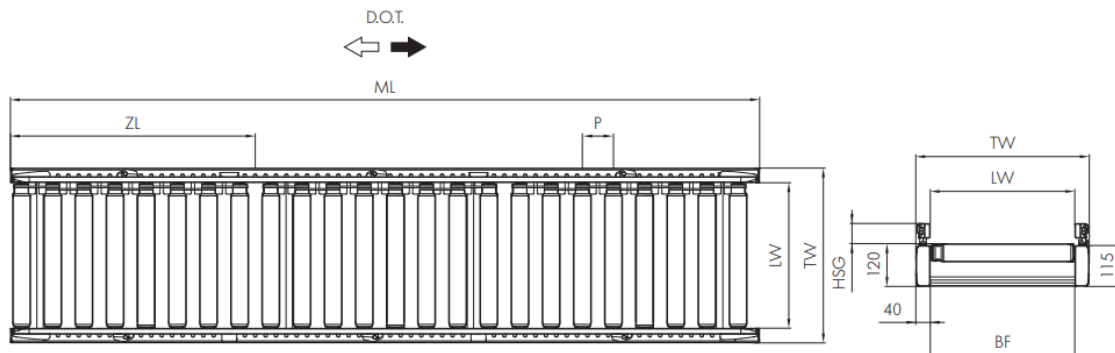
Los transportadores de rodillos utilizados para el transporte central son los RM 8310 de la marca Interroll. El suministro incluye un sensor por transportador/zona, cables de comunicación bus, módulo montado e instalado. A continuación, se detallan los datos técnicos del transportador accionado a utilizar.

Tabla 16. Datos técnicos del transportador de rodillos RM 8310 accionados.

Transportador de rodillos RM 8310 recta accionado

Datos técnicos generales	Capacidad de carga máx.	50 kg/zona
	Velocidad de transporte	0,43 m/s
	Potencia eléctrica máx. por zona	50 W
	Pendiente ascendente/descendente	Máx. 4° (estándar)
	Temperatura ambiente	0 hasta +40 °C Rango normal -30 hasta 0°C Almacenes fríos
Rodillo	Tipo de rodillo	Interroll serie 3500
	Diámetro de rodillos	50 mm
	Material del rodillo	Acero 1,5 mm, cincado
	Número máx. de rodillos por zona	18
Accionamiento	Tensión nominal	24 V
	Tipo de motor	RollerDrive Interroll EC5000
	Medio de accionamiento	Correa PolyVee
	Transmisión de par	Rodillo - Rodillo
	Control	MultiControl

Dimensiones



BF Ancho entre perfiles	420, 620, 840 mm (otros a petición)
LW Ancho interior	BF (+120/-90 mm por lado con una guía lateral flexible)
ML Longitud del módulo	ZL x número de zonas, máx. 4320 mm
ZL Longitud de la zona	Número de rodillos x P
TW Anchura del módulo	BF + 80 mm
P Paso entre rodillos	60/90/120/150 mm
HSG Altura de la guía lateral	35 – 65 mm

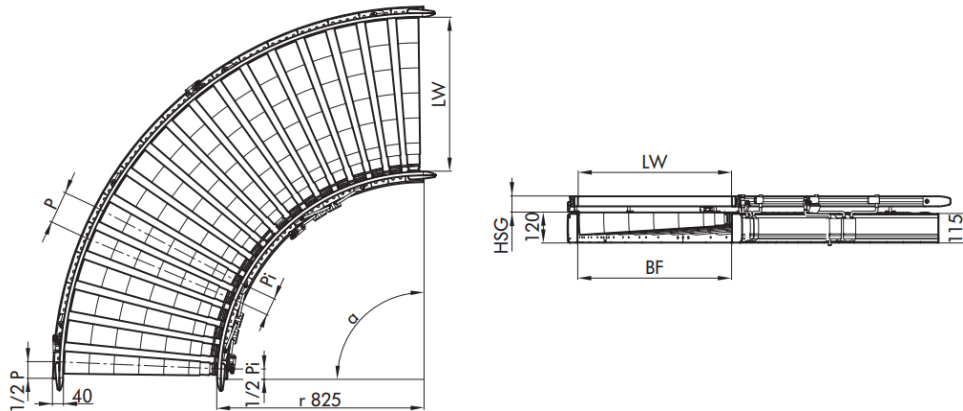
Figura dimensiones del transportador de rodillos RM 8310 accionados. Nota. *Adaptado de transportador de rodillos RM 8310 accionados* (p.22), por Interroll Worldwide Group, 2021, extraído del catálogo Módulos de Transporte.

A continuación, se detallan los datos técnicos de la curva de rodillos a 90°.

Tabla 17. Datos técnicos curva RM 8320 accionada.

Transportador de rodillos RM 8320 Curva Accionado		
Datos técnicos generales	Capacidad de carga máx.	50 kg/zona
	Velocidad de transporte	0,43 m/s
	Potencia eléctrica máx. por zona	50 W
	Pendiente ascendente/descendente	No adecuado
	Temperatura ambiente	0 hasta +40 °C Rango normal -30 hasta 0°C Almacenes fríos
Rodillo	Tipo de rodillo	Interroll serie 1700KXO
	Diámetro de rodillos	50 mm
	Material del rodillo	Acero 1,5 mm, con casquillos de polipropileno cónicos, color gris.
	Número máx. de rodillos por zona	18 para 90°
Accionamiento	Tensión nominal	24 / 48 V
	Tipo de motor	RollerDrive Interroll EC5000
	Medio de accionamiento	Correa redonda
	Transmisión de par	Rodillo - Rodillo
	Control	MultiControl

Dimensiones



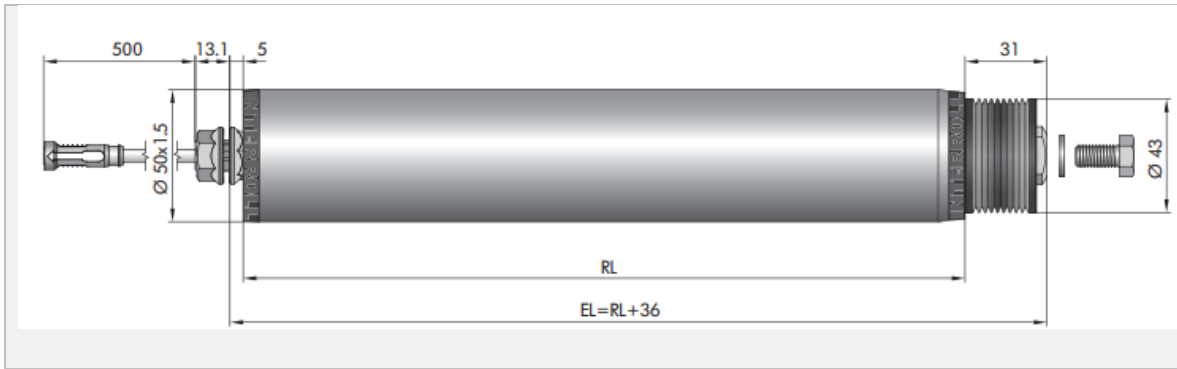
BF Ancho entre perfiles	420, 620, 840 mm (otros a petición)
LW Ancho interior	BF (+120/-90 mm por lado con una guía lateral flexible)
α Ángulo	90°
TW Anchura del módulo	BF + 80 mm
Pi Paso entre rodillos, interior	72 mm
P Paso entre rodillos, exterior	(0,087 x LW) + Pi mm
HSG Altura de la guía lateral	35 – 65 mm

Nota. Figura dimensiones del transportador de rodillos RM 8320 Curva Accionado, extraídos del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

Los transportadores previamente descritos son accionados por motores RollerDrive EC5000 ubicados en el interior de ciertos rodillos específicos del transportador, el motor seleccionado es ideal para transporte de cajas de cartón en condiciones de congelación. A continuación, se detallan los datos técnicos del motor.

Tabla 18. Datos técnicos del motor RollerDrive.

Motor RollerDrive serie EC5000, 50 mm, para -30 a +40°C, 24 V, 35W, 42:1		
Datos técnicos generales	Tensión nominal	24 V
	Rango de tensión	Entre 18 y 28 V
	Potencia	35 W
	Corriente nominal	2,2 A a 2,4 A
	Corriente de arranque	5,5 A
	Nivel de ruido máx.	55 dB(A)
	Grado de protección	IP 54 o IP66
	Temperatura ambiente durante el funcionamiento	-30 a +40 °C
	Longitud de cable del motor	500 mm
	Longitud máx. de referencia	1500 mm
	Eje de motor	Acero inox., 11 mm HEX, rosca M12 x 1
	Grosor de la pared del tubo	∅ 50 mm: 1,5 mm
	Material del tubo	Acero cincado
Capacidad de carga máxima	Capacidad de carga máx. por cada RollerDrive con cabezal de transmisión (correas PolyVee, redondas o dentadas)	350 N
Relación de transmisión 42:1	Velocidad máx. de transporte	0,43 m/s
Medidas	Cabezal de accionamiento para PolyVee con rosca interior	RL= Longitud de referencia/longitud de pedido EL= Longitud de montaje, ancho nominal entre los perfiles laterales



Nota. Figura dimensiones del RollerDrive serie EC5000, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

Los transportadores de rodillo RM8310 accionados con los motores RollerDrive EC5000 se dividen en zonas, las cuales se adaptan a la longitud máxima de la mercancía. Cada zona tiene un RollerDrive (motor 24 V) dentro de un rodillo específico del transportador, este rodillo accionado acciona mediante correas, denominadas PolyVee (fig.11), los rodillos sin motor de la zona (fig.10). Cada módulo del transportador de rodillo RM8310 está compuesto por entre una y cuatro zonas, completamente cableadas y que se pueden conectar con otros módulos. En la figura 10 se observa la representación de un módulo RM8310 con tres zonas.

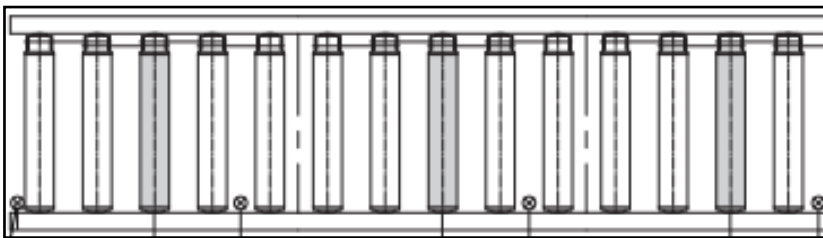


Figura 10. Rodillos con motor (color oscuro). Nota. Figura de Rodillos, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

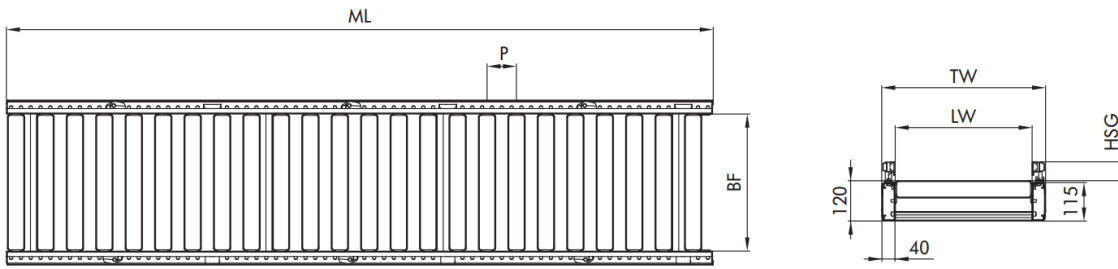


Figura 11. Correa PolyVee. Nota. Figura de correa PolyVee, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

Para que las cajas tomen una dirección perpendicular al transporte de rodillos central, se utilizan derivadores mecánicos bidireccionales. Los mismos contienen transferidores de correas a 90° y desembocan en rampas de rodillos libres para la acumulación de cajas. Las mismas pueden acumular hasta 6 cajas por salida. La cantidad de derivadores y rampas de rodillos libres corresponde al número de clasificaciones, en este caso, siete. Las rampas de rodillos libres son de la marca Interroll, las mismas transportan material a través de la fuerza

de gravedad gracias a una inclinación. Para controlar la velocidad de las cajas en la pendiente, puede instalarse en el transportador un controlador magnético de velocidad. En la siguiente tabla se detallan los datos técnicos de los transportadores de rodillos a utilizar en las rampas.

Tabla 19. Datos técnicos del transportador de rodillos RM 8110 de recta no accionado

Transportador de rodillos RM 8110 Recta No accionado		
Datos técnicos generales	Capacidad de carga máx.	100 kg/m (estándar)
	Pendiente ascendente/descendente	Resulta adecuado para pendientes
	Temperatura ambiente	-5 hasta +40 °C Rango normal -30 hasta 0°C Almacenes fríos
Rodillo	Tipo de rodillo	Interroll serie 1100 e Interroll Serie 1700
	Diámetro de rodillos	50 mm
	Material del rodillo	Acero cincado, PVC
Dimensiones		
		
BF Ancho entre perfiles	420, 620, 840 mm (otros a petición)	
LW Ancho interior	BF (+120/-90 mm por lado con una guía lateral flexible)	
ML Longitud del módulo	Máx. 4080 mm	
TW Anchura del módulo	BF + 80 mm	
P Paso entre rodillos, exterior	60/90/120 mm	
HSG Altura de la guía lateral	35 – 65 mm	

Nota. Figura dimensiones del transportador de rodillos RM 8110 Recta No accionado, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

Los derivadores previamente mencionados tienen la función de extraer, en un ángulo de 90°, la mercancía apta desde la vía de rodillos central. La carga unitaria cambia de dirección y orientación en el flujo de transporte, lo que significa que lo que era longitudinal, ahora es perpendicular y a la inversa. El mecanismo transferidor de correas se activa elevándose sobre la recta de rodillos. Si el mecanismo está inactivo permanece debajo de los rodillos y las cajas siguen su trayectoria original. Se detallan los datos técnicos en la siguiente tabla.

Tabla 20. Datos técnicos del derivador o transferencia RM 8731 por correas.

Transferencia RM 8731		
Datos técnicos generales	Capacidad de carga máx.	50 kg/zona (estándar) 25 kg (áreas de almacenes refrigerados)
	Velocidad de la correa	1 m/s
	Tiempo de elevación	0,3 s
	Pendiente ascendente/descendente	No adecuado
	Temperatura ambiente	+5 hasta +40°C
Accionamiento de elevador y correas	Tensión nominal	24 V/ 48 V (motor de accionamiento y motor elevador)
	Control	MultiControl
Dimensiones		
BF Ancho entre perfiles	420, 620, 840 mm (otros a petición)	
C1 hasta C5 Distancia entre barras de correas de transferencia	Distancia flexible en múltiplos de 60 mm o 90 mm	
Número de barras de correas de transferencia	Máx. 5	

Nota. Figura dimensiones del derivador de transferencia RM 8731, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

Para lograr una terminación segura y permitir la acumulación de mercancía en todos los transportadores descendentes, se utiliza un tope final de la línea Interroll RM 8811. Se detallan en la siguiente tabla los datos técnicos.

Tabla 21. Datos técnicos del tope final RM8811.

Tope Final RM 8811		
Datos técnicos generales	Presión de acumulación máxima	300 N
Dimensiones		

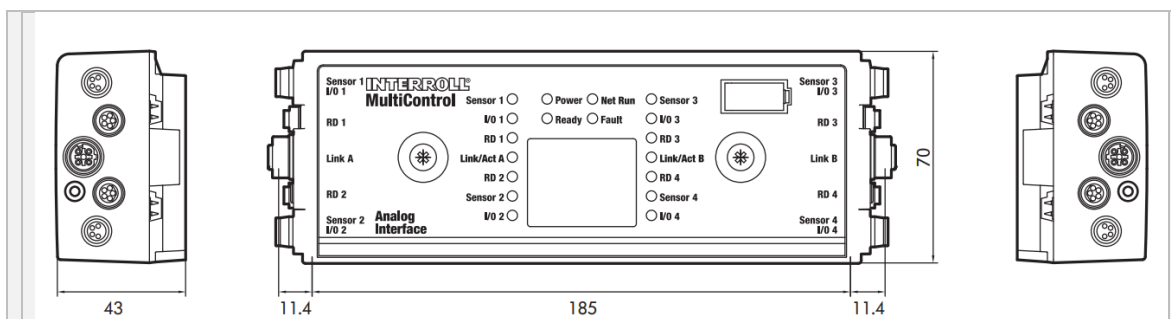
BF Ancho entre perfiles	420, 620, 840 mm (otros a petición)
--------------------------------	-------------------------------------

Nota. Figura de tope final RM 8811, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

Para controlar los motores y sensores de la maquinaria es necesario adquirir un controlador que ejecute determinadas acciones al recibir las señales correspondientes. Para esta tarea, el controlador MultiControl cumple las funciones requeridas. El MultiControl es un control de cuatro zonas. Esto significa que se pueden conectar hasta cuatro motores RollerDrive EC5000 AI y cuatro sensores de zona.

Tabla 22. Datos técnicos del MultiControl con interfaz analógica.



MultiControl AI para EC5000, 24 V, 35 W, con interfaz analógica		
Datos técnicos generales	Tensión nominal	24 V DC
	Gama de tensión	24 V DC: 22 hasta 28 V DC (solo con alimentación eléctrica de los RollerDrive)
	Corriente absorbida	Tensión de alimentación de la lógica: MultiControl: máx. 0,2 A + sensores/actuadores conectados = máx. 1,6 A Tensión de alimentación del RollerDrive (24v): Corriente nominal del Roller Drive: Máx. 4 x 2,2 A = 8,8 A Corriente de arranque del RollerDrive: máx. 4 x 5,5 A = 22 A
	Fusibles	- Para lógica - Para RollerDrive - Para sensores
	Grado de protección	IP54
	Temperatura ambiente durante el funcionamiento	-30 hasta + 40°C
	Temperatura ambiente durante el transporte y almacenamiento	-40 hasta + 80°C
	Altitud máx. de montaje sobre el nivel del mar	1000 m
Dimensiones		



Nota. Figura dimensiones MultiControl AI para EC5000, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

El MultiControl recibe la información de un conjunto de sensores para poder enviar información a un PLC, y de esta forma, poder realizar acciones programadas en la lógica de transporte. Estos sensores detectan la mercancía en el transportador y de esta manera se determina su posición. Para ello, utilizan barreras fotoeléctricas que necesitan un espejo reflector enfrente de dicha barrera para enviar de vuelta el rayo de luz. El kit de sensores está compuesto por el sensor, la carcasa de plástico correspondiente y un clip de fijación. La carcasa se puede fijar directamente a la vía de rodillos.

Tabla 22. Kit de sensores para la maquinaria de clasificación.

Kit de sensores Interroll		
Denominación	Dimensiones	Ítem
Kit de sensor	43 x 26 x 18 mm (longitud x anchura x altura)	
Kit de re reflectores	54 x 18 x 30 mm	

Nota. Figuras de sensores, extraídas del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

La fuente de alimentación encargada de otorgar energía eléctrica al MultiControl es la fuente de alimentación conmutada HP5424 de la marca Interroll. La misma es una fuente de alimentación trifásica para el suministro de 24 V DC. Cuenta con una carcasa que le permite tener una protección IP54. La fuente de alimentación está adaptada de manera óptima a las necesidades de corriente del RollerDrive EC5000. De este modo queda garantizada la alimentación eléctrica de varios RollerDrive que arranquen simultáneamente. A continuación, se detallan las propiedades y los datos técnicos.

Propiedades:

- No es preciso un montaje dentro del armario eléctrico
- Potencia máxima muy elevada (150 %)
- Protección de cables ajustable (mediante puentes)
- Protección de sobreintensidad mediante dispositivo de protección rearmable
- Señal de estado
- LED indicador de estado
- Se pueden conectar en bucle 400 V AC
- Están disponibles 4 salidas de 24 V DC
- Se requieren regletas múltiples, no siendo necesarios conectores especiales
- Chopper de freno para limitación de la tensión de regeneración y, por tanto, capacidad de frenado regenerativo
- Interruptor para mantenimiento enclavable para impedir su reconexión
- Tornillo para conectar/separar el potencial de tierra del primario respecto de masa del secundario
- Exento de mantenimiento
- No se ve reducida la potencia (derrateo) en todo el rango de temperaturas de servicio

Tabla 23. Datos técnicos de la fuente de alimentación HP5424, 24V.

Fuente de alimentación conmutada HP5424 24 V		
Datos técnicos generales	Tensión nominal de red	400 V AC, 3 fases
	Rango de tensión de red	380 hasta 480 V AC +- 10 %
	Frecuencia de red	50 hasta 60 Hz +- 6 %
	Intensidad absorbida de la red	Típ. 1,6 A cada fase con 3 x 400 V AC
	Tensión de salida nominal	24 V DC
	Potencia nominal de salida	960 W
	Potencia nominal punta	Máx. 1440 W a 24 V DC durante 4 s, repetibilidad en función de la duración y magnitud real de la carga punta
	Intensidad máx. de salida	60 A a 24 V DC durante 4 s
	Limitación de corriente por cada salida	10, 16, 25 A
	Rendimiento	Mín. 92 %
	Resistencia a la realimentación	<= 35 V DC
	Chopper de freno	30 W (breve duración 200W)
Condiciones ambientales	Grado de protección	IP54
	Temperatura ambiente durante el funcionamiento	-30 hasta + 40 °C
	Temperatura ambiente durante el transporte y el	-40 hasta + 80 °C

	almacenamiento	
	Altitud máx. de montaje sobre el nivel del mar	1000 m
Otros datos	Peso	4 kg
	Color	RAL9005 (negro)
Dimensiones		

Nota. Figura dimensiones de fuente de alimentación conmutada HP5424 24 V, extraída del catálogo Módulos de Transporte, por Interroll Worldwide Group, 2021.

3.5.1.3. Sistemas de paletización

Maquinaria de paletización

En cuanto a la paletización de las cajas de langostino, una vez clasificadas se plantean dos soluciones posibles. La primera constituye la utilización de un robot paletizador, el cual se detalla a continuación.

Tabla 24. Modelos de robots para el paletizado.

Robot paletizador Maximum		
Especificaciones	XL	XXL
Peso máximo (Kg)	160	800
Altura máxima (mm)	2500	2500
Número de ejes	4	4
Garra Vacío	No	No
Garra mecánica	Si	Si
Alimentación Cartones	Si	Si
Manipulación Capas	Si	Si
Radio máximo de alcance (mm)	3000	3000

Superficie aproximada (m ²)	8,5	8,5
Consumo (kVA)	10	10
Aire comprimido	13,2	14,7
Entradas y salidas	7	7

Mientras que la segunda solución que se plantea es la utilización de múltiples terminales de elevadores de vacío (figura 12). Estas terminales permiten la elevación, descenso, giro, carga y transporte de cajas de cartón corrugado de manera ergonómica. El elevador funciona con un tubo de vacío, el cual es el responsable de las operaciones de sujeción y elevación de las cajas. El usuario controla el vacío mediante una válvula que se encuentra en el asa de manejo. El elevador permite transportar con frecuencia y gran rapidez mercancías ligeras de hasta 50 kg.

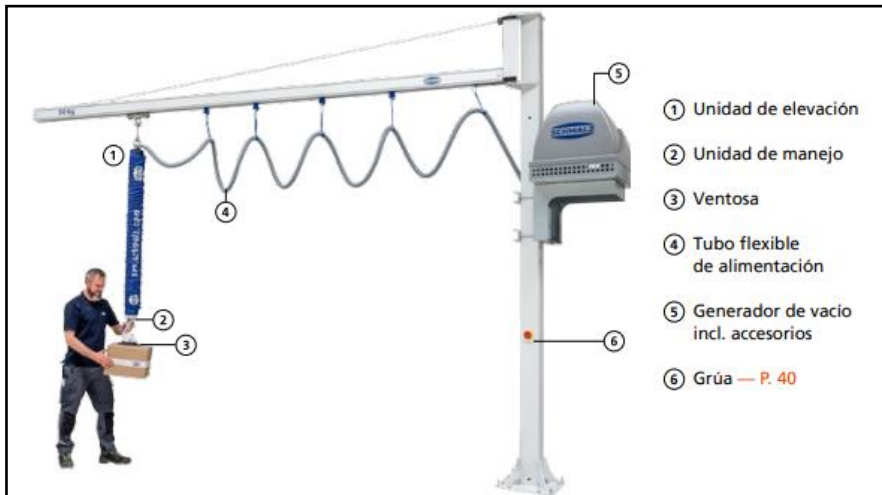


Figura 12. Elevador de vacío. Nota. Figura de Elevador Jumbo, extraída del catálogo Equipos de elevación ergonómicos, por Schmalz, 2019.

La unidad de elevación, la unidad de manejo, las ventosas y el generador de vacío (fig.12) pueden modificarse según los requerimientos de la carga a transportar. La unidad de elevación permite la contracción y extensión de la carga sin ningún tipo de esfuerzo por parte del personal, mientras que la botavara de la grúa permite un amplio rango de movimiento multidireccional en el plano paralelo al piso.

A continuación, se describirán los elevadores de vacío JumboFlex y JumboFlex High-Stack.

Con el tubo elevador por vacío JumboFlex (fig.12) es posible mover ergonómicamente cargas ligeras de hasta 50 kg. Su asa de manejo se adapta a la mano del operario y permite un trabajo prolongado sin agotamiento. El asa y la ventosa del elevador son intercambiables por accesorios adecuados según la carga a transportar. Las ventosas disponibles para los distintos tipos de carga y los detalles del tubo elevador se encuentran en el anexo del presente trabajo. El elevador JumboFlex posee tres modelos diferentes, con dos versiones

cada uno. En la siguiente tabla se detallan los modelos y sus correspondientes versiones. Es posible visualizar en el anexo la esquematización de referencia para la tabla 25.

Tabla 25. Modelos elevadores JumboFlex.

Modelo Jumbo	Carga máx. (kg)	Formato de pieza* (mm)		Máx. velocidad de elevación (m/min)	Máx. recorrido en Z (mm)	Altura H** (mm)		Tubo de elevación diámetro (mm)
		Mínimo	Máximo			Con bomba de vacío	Con eyector de vacío	
Flex 20	20	200 x 200	2000 x 1000	60	1500	2500	2680	80
	20	200 x 200	2000 x 1000	60	1800	2800	2980	80
Flex 35	35	200 x 200	2000 x 1000	60	1500	2500	2680	100
	35	200 x 200	2000 x 1000	60	1800	2800	2980	100
Flex 50	50	200 x 200	2000 x 1000	60	1500	2500	2680	120
	50	200 x 200	2000 x 1000	60	1800	2800	2980	120

*Depende de la ventosa seleccionada

**Ventosa no incluida (altura total= H + altura de la ventosa)

El elevador de vacío JumboFlex High-Stack (figura 13), a diferencia del elevador JumboFlex, permite apilar cajas de cartón ergonómicamente hasta una altura de apilado de 255 cm. El mismo también permite el movimiento ergonómico de cargas de hasta 50 kg a gran velocidad y comparte las mismas características presentadas en la tabla 24 para los elevadores JumboFlex. La principal diferencia con el elevador previamente descrito es el asa de manejo.



Figura 13. Elevador High-Stack.

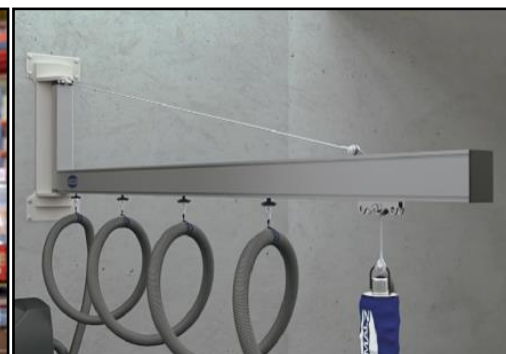


Figura 14. Botavara montada en la pared.

Nota. Figuras de Elevador Jumbo y botavara, extraídas del catálogo Equipos de elevación ergonómicos, por Schmalz, 2019.

En cuanto al montaje de los elevadores de vacío, existen tres posibilidades. La primera

consiste en la utilización de columnas fijas al suelo (figura 12), la cual puede ser adecuada para un área operacional donde no haya ninguna pared en la cercanía. También es posible montar el brazo de la botavara en una pared cercana a la zona de operación (figura 14), de este modo se evita la columna y se optimiza la utilización del espacio disponible. Otra alternativa es la utilización un puente grúa (figura 15), el cual a su vez permite la utilización de múltiples tubos elevadores de vacío. En adición a estas características, un beneficio de la utilización del puente grúa es la movilidad del mismo. El puente grúa puede ser instalado de tal manera que la utilización, de los elevadores de vacío, se encuentre disponible en una gran área operacional.



Figura 15. Elevadores de vacío montados en puente grúa. Nota. Adaptado de *Tubos elevadores por vacío JumboFlex*, por Schmalz en español, 2022, Schmalz (<https://www.schmalz.com/es/equipos-de-elevacion-y-sistemas-de-grua/tubos-elevadores-por-vacio-jumbo/tubos-elevadores-por-vacio-jumboflex/>). CC BY Schmalz.

3.5.2. Selección de la tecnología a utilizar en el proceso de clasificación

En base a las necesidades de la empresa y a las tecnologías que más se adecuen al proceso a realizar, sin tener en cuenta el estudio económico del proyecto, se seleccionaron las tecnologías para el proceso de clasificación. Dentro de estas, se encuentran los códigos de barra GS1 – 128, las partes de la maquinaria de clasificación y la tecnología para la paletización.

Selección de identificación

Para la identificación de las cajas de langostino se utilizarán etiquetas autoadhesivas con códigos de barra de longitud variable GS1 – 128, las cuales pueden imprimirse en las impresoras presentes en los barcos congeladores de la empresa en estudio. Esta elección se realizó en base a la conveniencia, el bajo costo y la facilidad de utilización de la tecnología. Se descartó la idea de utilizar etiquetas bidimensionales o RFID, ya que las

mismas a pesar de sus beneficios, podrían generar un cambio abrupto en el proceso productivo presente. En adición, el supuesto implemento de estas dos tecnologías requeriría una inversión adicional en lectores, etiquetas e impresoras. Una vez implementado el proyecto y superada la curva de aprendizaje del mismo, será recomendable reevaluar el uso de la tecnología no seleccionada.

El código de barras GS1 - 128 es de longitud variable, por lo que puede ser modificado para cambiar la fecha de vencimiento, fecha de captura, tipo de clasificación, número de lote y demás características que se deseen agregar. Los cambios en el mismo pueden ser realizados a bordo, mediante un ordenador. El uso del código de barras permitirá la posibilidad de acelerar el manejo de los productos a través de la cadena de suministro, desde el etiquetado hasta el punto de entrega, manteniendo bajo control y en forma automatizada la trazabilidad de la mercadería. El producto podrá ser escaneado en diversos puntos de la cadena de comercialización, dando la posibilidad de acceder a la información asignada al mismo. Esto será posible ya que el código GS1 – 128 cumple con los estándares globales en códigos de barras, por lo tanto, cualquiera que respete el estándar podrá acceder a la información.

Selección de las partes de la maquinaria de clasificación

En cuanto a la selección de las partes a utilizar en la maquinaria de clasificación, es necesario realizar una selección entre distintos modelos ofrecidos por el fabricante. Esto se debe a que ciertos mecanismos poseen datos técnicos opcionales a pedido, por lo tanto, para seleccionar los modelos a utilizar se procederá a cumplir las siguientes condiciones.

En el caso del paso entre los rodillos, se seleccionará el modelo que permita en todo momento tres rodillos transportadores debajo de la carga a transportar a través de la siguiente fórmula:

$$P \leq L/3 \text{ (Ec.1)}$$

P = paso entre rodillos en mm

L = longitud de producto a transportar en mm

Por otro lado, el ancho interior del transportador recto (LW) es la medida entre las guías laterales. El ancho interior como mínimo deberá tener la anchura de la mercancía más 20 mm:

$$LW \geq B + 20 \text{ mm (Ec.2)}$$

LW = Ancho interior en mm entre las guías laterales

B = Anchura de la mercancía en mm

En el caso de las curvas, normalmente con un ancho interior (LW) mayor que en trayectos

rectos, se calcula el radio exterior mínimo necesario de la guía lateral (R_o) de la siguiente manera:

$$R_o = \sqrt{(R_i + w)^2 + (L \div 2)^2} \text{ (Ec.3)}$$

El radio interior de las curvas Interroll siempre es de 825 mm y se mide en el borde interior del perfil.

L = Longitud máxima de la mercancía en mm

W = Anchura máxima de la mercancía en mm

LW = Ancho interior en mm

R_o = Radio exterior de la curva en mercancías rectangulares en mm

R_i = Radio interior de la curva en mm

A continuación, se presentan los resultados provenientes de los cálculos anteriormente mencionados y los modelos seleccionados de la maquinaria a utilizar.

El largo de las cajas a transportar es de 430 mm, por lo tanto, el paso entre los rodillos dado por la ec.1 es de 143 mm. Las opciones disponibles de los módulos de transportadores de rodillos RM 8310 accionados, tienen pasos entre rodillos de 60/90/120/150 mm. Como el paso debe ser menor o igual a 143 mm, se selecciona el modelo con un paso de 120 mm. El ancho de las cajas es de 320 mm, por lo tanto, el resultado de la ec.2 es 340 mm. Las opciones del ancho interior del transportador recto son 420/620/840 mm. Por lo tanto, se selecciona el transportador con un ancho interior de 420 mm.

El resultado de la ec.3 es 1165 mm, por lo tanto, el ancho interior (LW) de la curva será el resultado del radio exterior menos el interior. El ancho interior calculado es de 340 mm. Los modelos de curva RM 8320 accionados a 90° tienen las opciones de 420/620/840 mm, por lo cual se selecciona el modelo con un ancho interior (LW) de 420 mm.

El modelo de los derivadores seleccionados es, Transferencia RM 8731 24 V, con una medida de 420 mm de ancho y 630 mm de largo.

Los transportadores de rodillos RM 8110 rectos no accionados son utilizados como rampas de recepción para las cajas. Los mismos reciben la mercancía al ser desviadas de la vía central a 90° por los derivadores de clasificación. Los transportadores serán los encargados de acumular hasta 6 cajas mientras el personal acomode la mercancía clasificada en pallets. Como los derivadores cambian la dirección y orientación de la carga en el flujo de transporte, los transportadores de rodillos deberán tener un ancho que admita, ahora, el largo de las cajas. Inicialmente las cajas llevan una dirección donde el largo es perpendicular a los rodillos, pero al ser desviadas el largo es paralelo a los rodillos. Por lo tanto, como el largo ahora es la medida limitante del ancho del transportador, se selecciona el modelo de transportador con un ancho de 620 mm. En cuanto al paso entre los rodillos, se selecciona la medida de 90 mm entre ellos.

Para la alimentación eléctrica de la maquinaria a utilizar, se emplean tres fuentes de alimentación HP5424. Cada fuente posee una potencia nominal de salida de 950 W. Suficiente para abastecer de energía a los controladores presentes en la maquinaria. Dos de las fuentes brindan energía eléctrica a los motores y a los derivadores de transporte a través de una conexión presente en el controlador MultiControl AI para EC5000 de Interroll, mientras que la fuente restante se utiliza para el suministro eléctrico de los demás componentes del Multicontrol, de esta manera es posible detener los motores RollerDrive RC5000 y que el sistema de control permanezca operativo.

Cinco controladores MultiControl tendrán la función de administrar el sistema lógico de transporte que recorrerán las cajas, los mismos tienen la posibilidad de controlar cuatro motores RollerDrive o derivadores RM 8731 y cuatro sensores de zona.

Selección de la tecnología a incorporar en el sistema de paletización

Para realizar la tarea de paletización, se propuso utilizar un puente grúa móvil con múltiples elevadores de vacío JumboFlex 20. En conjunto con la empresa se descartó la idea inicial de utilizar un robot paletizador, ya que el área que ocuparía el mismo estaría fuera de las limitaciones iniciales impuestas por la empresa. Con esta mejora en el proceso de paletización se espera facilitar la manipulación de los empaques terciarios de langostino. El número ideal de elevadores de vacío a incorporar correspondería a la cantidad de salidas clasificatorias, es decir, siete elevadores de vacío. Los mismos mejorarían las condiciones ergonómicas del trabajo realizado. Al incorporar un puente grúa móvil, se podrán utilizar los elevadores de vacío en otras operaciones, como, por ejemplo, la carga de contenedores.

3.5.3. Análisis de ingeniería de procesos (dimensionamiento de equipos, mano de obra e insumos)

La instalación de la maquinaria de clasificación planea ser realizada en la antecámara de la planta pesquera en observación. La misma posee una medida de 33,07 m de largo y 12,18 m de ancho y conecta con un pasillo de 32,14 metros de largo y 9,76 metros de ancho, el cual presenta dos puertas correspondientes a cámaras de frío a cada uno de sus lados. A su vez, presenta tres conexiones con el exterior. Las cuales son utilizadas para la carga y descarga de camiones, contenedores e insumos.

La antecámara mencionada presenta espacios sin utilizar, generalmente con vía libre para autoelevadores y el personal. Este espacio es utilizado en su totalidad cuando se realiza una clasificación manual (romaneo). El espacio disponible para la colocación de la maquinaria fija, es de 17,12 metros de largo y 5 metros de ancho. Este espacio se ha determinado en conjunto con la empresa, partiendo de la conjetura de utilizar un espacio máximo, de forma permanente, el cual no presente obstaculación alguna en las tareas del día a día.

El largo de los módulos de transporte se calcula mediante la multiplicación de la longitud

de zona y el número de zonas, a su vez, la longitud de zona se calcula multiplicando el paso entre los rodillos por el número de rodillos a utilizar. Cada zona posee un motor RollerDrive EC5000. La maquinaria de clasificación (figura 9) cuenta con 8 módulos transportadores RM 8310, con un paso entre rodillos de 120 mm (tabla 26). Uno de los módulos transportadores, correspondiente a la zona de inducción, cuenta con dos zonas. En cada zona se encuentran 10 rodillos y un motor RollerDrive. Por lo tanto, el primer módulo tiene una longitud de 2,4 metros. Cada uno de los siete módulos transportadores restantes poseen una única zona, conformada por nueve rodillos y un motor RollerDrive. La longitud de estos módulos es de 1,08 metros cada uno.

Cada rampa de recepción está constituida por un módulo de rodillos RM 8110. Cada módulo está compuesto por dos zonas de 12 rodillos. Cada zona tiene una longitud de 1080 mm, por lo tanto, el largo total de cada rampa de recepción es de 2160 mm.

El largo y el ancho total de la maquinaria a utilizar es de 14,21 m y 2,58 m. Para obtener el resultado del largo se realizó la sumatoria de la longitud de los módulos transportadores, las longitudes de los derivadores de transferencia y el ancho de la única curva a utilizar. En cuanto al ancho de la maquinaria, es el resultado de la longitud de los módulos de recepción y el ancho del eje central de transporte. De esta manera se cumple con las restricciones de espacio que dispone la empresa para colocar la maquinaria fija.

Tabla 26. Tecnología seleccionada para la clasificación.

Ítem	Marca	Selección especial	Cantidad
Transportador de rodillos RM 8310 recta accionado	Interroll	24 V, P= 120 mm y BF= 420 mm	8
Transportador de rodillos RM 8119 rectos no accionados	Interroll	P= 90 mm y BF= 620 mm	7
Curva RM 8320 de rodillos accionados	Interroll	LW= 420 mm, curva 90°	1
Derivador de transferencia RM 8731	Interroll	24 V, BF = 420 mm y largo de 630 mm	7
MultiControl	Interroll	AI	5
Tope	Interroll	-	7
Motor RollerDrive EC5000	Interroll	-	10
Fuente de alimentación conmutada HP5424	Interroll	-	3
Elevadores de vacío	Schmalz	JumboFlex 20	7

La mano de obra destinada a la utilización de la maquinaria contemplará la reducción del personal clasificador del proceso anterior. Se mantendrá la misma cantidad de maquinistas y supervisores. Se planea la reducción del personal clasificador anterior en un 50%

aproximadamente. Según la empresa, una clasificación manual de cuatro clasificaciones de producto, empleaba el tiempo de trece clasificadores. Con la maquinaria, la misma tarea sería realizada con siete operarios clasificadores. La reducción propuesta se debe al ordenamiento y al número respectivo de salidas clasificadoras utilizadas. Es decir, el número de operarios clasificadores empleados corresponderá al número de clasificaciones de producto más tres operarios. Dos de los mismos, serán los encargados de alimentar la maquinaria y uno permanecerá como relevo.

3.5.4. Diagrama de flujo y layout del proceso productivo

Con el nuevo ordenamiento en el flujo de trabajo, se espera poder realizar la tarea de clasificación de forma segura y en el menor tiempo posible. El layout del proyecto fue diseñado para optimizar la utilización del espacio disponible, evitando los cruces de los autoelevadores entre sí y con el personal a pie.

El flujo de trabajo comienza con la descarga del producto sin clasificar. El autoelevador encargado de descargar los pallets, numerado como uno, permanecerá en lado exterior de la planta. Su tarea será descargar los pallets del camión y depositarlos en la plataforma de recepción número siete o seis (figura 16). La recepción del producto desde el interior, será llevada a cabo por el autoelevador número dos. El mismo tendrá dos opciones una vez elevada su carga, dirigirse a la zona de inducción de la maquinaria de clasificación o dirigirse a la cámara de congelado y depositar el pallet para su futura clasificación.

En la zona de inducción, se desarmarán los pallets entregados por el autoelevador número dos. Dos operarios alimentarán la maquinaria con las cajas de los pallets previamente mencionados. Una vez las cajas se encuentren en la maquina clasificadora, serán transportadas a sus correspondientes salidas. Como puede observarse en la figura 16, los operarios se dispondrán en la cercanía de cada rampa de recepción para colocar las cajas en los pallets correspondientes. Una vez completados los pallets, el autoelevador número tres procederá a retirar los mismos y depositarlos en la cámara de congelado.

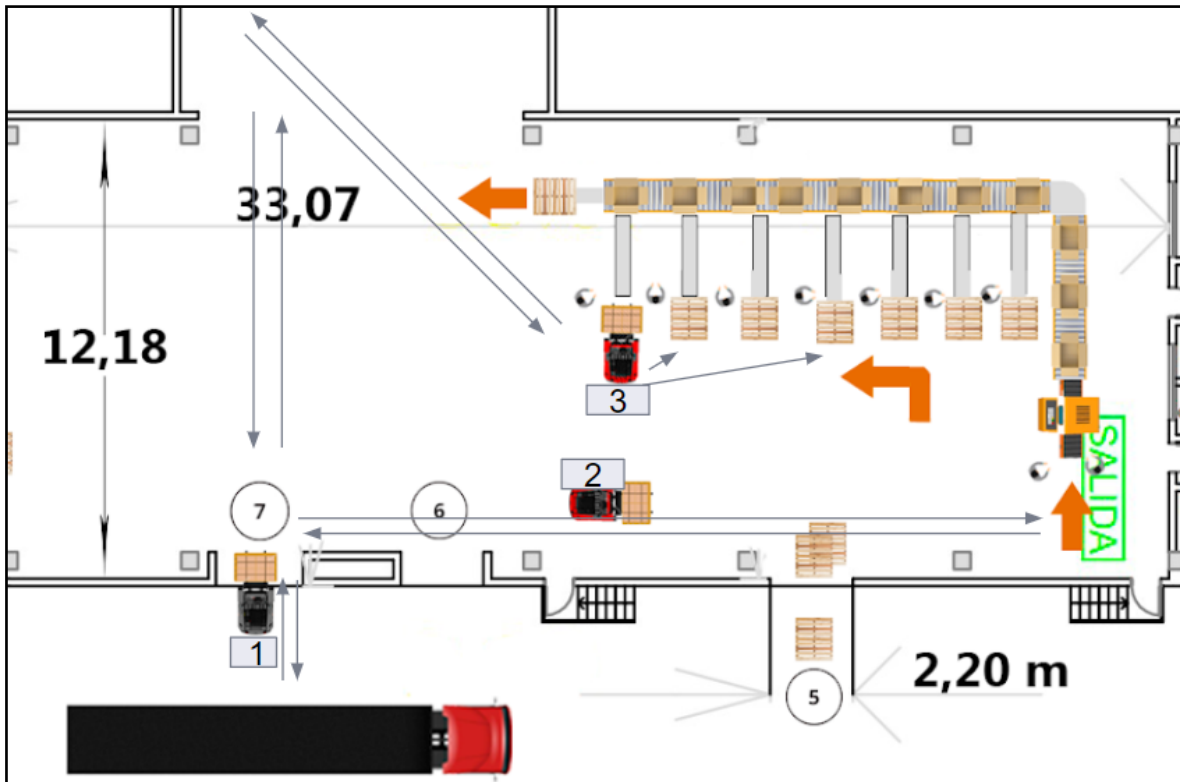


Figura 16. Layout del proceso de clasificación automatizado.

El diagrama de flujo elaborado para la tarea de clasificación (figura 17), consta de una serie de procesos y condiciones que se detallarán a continuación.

- Descarga del camión: Los empaques terciarios de langostino congelado se disponen en pallets, los mismos provienen del puerto y son transportados por un camión de carga. Al arribar al predio de la empresa, un autoelevador descarga los pallets y los deposita en una plataforma de recepción.
- Recepción del pallet: La plataforma de recepción se encuentra dentro de la antecámara y posee una conexión con el exterior. La misma, vista desde el predio exterior, se encuentra a un metro y medio del suelo aproximadamente. Es allí donde el pallet depositado es recolectado por un autoelevador.
- ¿La zona de inducción está saturada?: En la cercanía de la zona de inducción se depositarán los pallets para su clasificación. Como la alimentación de la maquinaria es más lenta que la descarga, la acumulación es inminente. Por lo tanto, si la zona de inducción se encuentra llena, el autoelevador procederá a almacenar la mercancía en la cámara de congelado. Si la zona de inducción se encuentra habilitada para recibir un pallet, el autoelevador entregará la carga.
- Entrega en la zona de inducción: El autoelevador entregara la carga y los operarios ingresan las cajas del pallet en la maquinaria.

- Clasificación: Las cajas son transportadas por la maquinaria y son dirigidas a las rampas asignadas según su etiqueta.
- Paletizado: Una vez las cajas abandonan la maquinaria de clasificación, son nuevamente ordenadas en pallets. Los pallets son rotulados con el tipo de clasificación que corresponda.
- Almacenamiento en la cámara de frío: Una vez completado el pallet con cajas clasificadas, un autoelevador procede a retirar el mismo y almacenarlo en la cámara de congelado.
- ¿Quedan pallets sin clasificar?: Al restar pallets por clasificar, se priorizará la descarga y la clasificación de los pallets alojados en el camión. Si no quedaran pallets por clasificar, el proceso finalizaría.
- Retirar pallets de la cámara de congelado: Una vez el camión se encuentre vacío, se procederá a retirar los pallets sin clasificar de la cámara de congelado hasta que el proceso haya terminado.

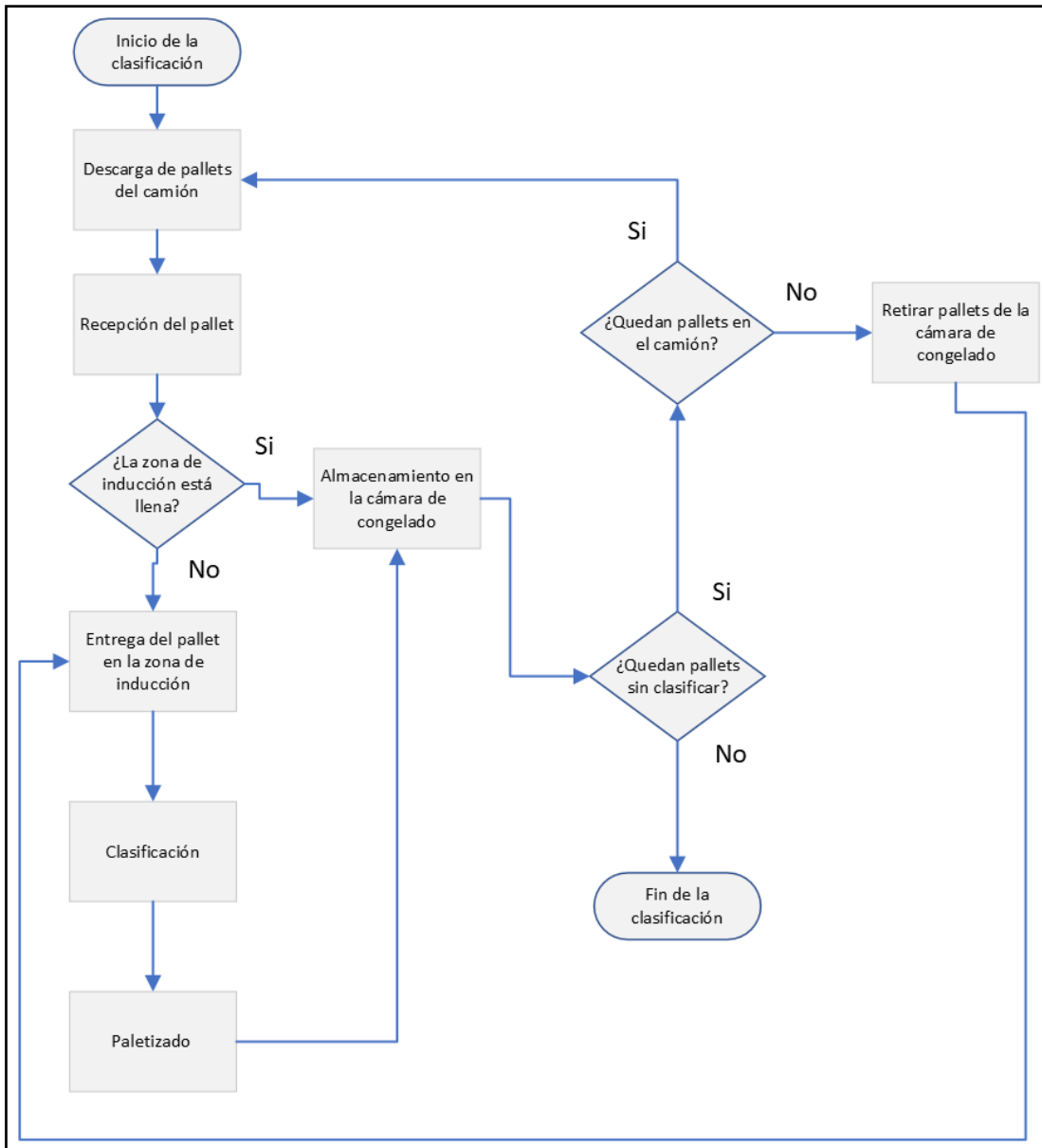


Figura 17. Diagrama de flujo del proceso productivo.

3.5.5. Proyección de los tiempos de clasificación

El rendimiento de un sistema de transporte (T_p) se indica en piezas/hora y depende de las medidas de la carga a transportar, de la velocidad de transporte y de los tiempos de ciclo de los desviadores de entrada y salida. Para calcular el rendimiento también es necesario conocer la medida de la ventana T . La medida de la ventana T es la distancia desde el borde delantero de una carga a transportar, hasta el borde delantero de la siguiente. Para trayectos rectos, se puede conseguir un T_p aproximado de la siguiente manera:

$$T_p = \frac{(3600 \cdot v)}{T} \quad (\text{Ec.4})$$

T_p = Rendimiento en piezas/hora
 v = Velocidad de transporte en m/s
 T = Medida de la ventana en m

Las cajas de langostino serán colocadas en la zona de inducción por dos operarios, según los resultados provenientes de la observación, es probable que una caja ingrese en el transportador de rodillos cada 2,5 segundos. Por lo tanto, la medida de ventana (T) descrita en la ecuación cuatro es aproximadamente 1,29 m debido a la velocidad de transporte y al tiempo de recepción. La velocidad de los rodillos está dada por el motor RollerDrive, el cual proporciona una velocidad de transporte de 0,43 m/s. Al colocar los datos en la ecuación 4 se obtiene un rendimiento de 1200 piezas/hora. Lo cual mejora notablemente el rendimiento de clasificación manual de 750 cajas/hora. El supuesto incremento del rendimiento es del 60 %.

Se proyecta que el proceso de clasificación en su totalidad, tenga una duración equivalente a la multiplicación entre el rendimiento (T_p) y la cantidad de piezas a clasificar más una hora adicional. Esa hora extra corresponde a 30 minutos de preparación para el proceso de clasificación y 30 minutos posteriores para el ordenamiento.

3.6. Conclusión

Para reducir el costo de la inversión inicial, lograr la aceptación por parte de los operarios y avanzar de forma medida en el proceso de transformación tecnológica, se optó por utilizar etiquetas de código de barras tradicionales. Esto supone la ventaja de poseer actualmente en los barcos congeladores las etiquetas, impresoras y el personal capacitado para la utilización de los códigos de barra. Se destaca la importancia en la utilización de estándares GS1 para lograr una correcta trazabilidad del producto. Los códigos bidimensionales y las etiquetas RFID no fueron seleccionados, aunque es recomendable que, una vez superada la curva de aprendizaje del proceso productivo proyectado, se reevalúe su implementación debido a sus beneficios en trazabilidad y automatización.

La colocación de la maquinaria clasificadora en el espacio disponible por la empresa supone, un mayor ordenamiento en el layout, un aumento del 60% en el rendimiento de clasificación y una reducción del 50% en la mano de obra utilizada.

La utilización del puente grúa para el uso de elevadores de vacío permitirá el movimiento ergonómico de las cajas de 12 kg. Al ser un puente grúa móvil, los elevadores de vacío podrán utilizarse alternativamente para la carga de contenedores o cualquier otra operación. La tecnología robótica de paletización no fue seleccionada debido al mismo principio de selección de los códigos de barra. Esta tecnología supondría una curva de aprendizaje con mayor duración en el tiempo, a su vez, requiere de personal capacitado para su mantenimiento. De igual manera, se recomienda reevaluar el uso de la tecnología en años posteriores a la implementación del proyecto.

La tecnología seleccionada en el presente estudio satisface las necesidades técnicas del proyecto y cumple las restricciones impuestas por la empresa.

4. Estudio económico

4.1. Introducción

En los estudios previos se ha demostrado la oportunidad de mejora en un proceso productivo existente y la factibilidad técnica del nuevo modelo propuesto. En el presente estudio se evaluará la viabilidad económica del proyecto, asignando valores económicos a cada una de las variables recopiladas y estimando una rentabilidad económica del mismo.

Según las implicancias del presente proyecto, el mismo puede categorizarse en un proyecto de reemplazo, el cual está englobado en una inversión de modernización. Este tipo de proyectos plantea la sustitución de activos en una empresa, deseando lograr el desvío de recursos que pudieran tener otras prioridades con mayor impacto positivo para la empresa (Sapag Chain, 2001).

El proyecto de reemplazo planea realizar la sustitución de activos con cambios en los niveles de producción y costos operacionales, ya que el proyecto planifica reducir el tiempo y la mano de obra empleada en el proceso en estudio.

El objetivo del presente estudio es determinar la viabilidad económica y la conveniencia del reemplazo de la clasificación manual de empaques terciarios de langostino, sustituyéndola por una clasificación automática que reduzca la mano de obra utilizada y los tiempos del proceso mencionado.

4.2. Objetivos

1. Describir los costos de la clasificación manual actuales en la empresa.
2. Determinar la inversión previa a la puesta en marcha.
3. Estimar los costos de la clasificación automática.
4. Comparar los costos y la rentabilidad del proyecto de reemplazo.
5. Pronosticar cuáles serán las variables de mayor importancia para el proyecto mediante un análisis de sensibilidad.

4.3. Fundamento

El estudio económico se realiza para pronosticar la rentabilidad del proyecto de sustitución, el cual considera el reemplazo de la clasificación manual de empaques terciarios de langostino, por una clasificación automática con un número menor de operarios y un menor tiempo de clasificación.

4.4. Metodología

El estudio económico se ha realizado y evaluado en dólares estadounidenses. En los casos

pertinentes, se realizó la conversión oficial (1 US\$ = \$ 94,27) otorgada por el Banco de la Nación Argentina, al día de la fecha 22 de mayo de 2021.

4.4.1. Costos de la clasificación manual actual de la empresa en estudio

Los costos variables de la clasificación manual fueron otorgados por la empresa pesquera en estudio, los cuales incurren en la mano de obra utilizada para cada clasificación. Para determinar el costo promedio de un romaneo, se analizaron tres clasificaciones manuales y sus respectivos costos.

4.4.2. Inversión previa a la puesta en marcha

Para determinar el monto necesario para adquirir los activos de modernización, se solicitaron presupuestos a las empresas cuya tecnología se ha seleccionado en el estudio técnico.

4.4.3. Costos de la clasificación automática con reducción de la mano de obra

Para obtener los costos proyectados con la máquina en funcionamiento, se tuvieron en cuenta los costos variables. Los cuales en su mayoría incurrían en la mano de obra utilizada.

4.4.4. Análisis de escenarios con y sin proyecto.

Para aportar información a la decisión de implementar el proyecto en estudio, se compararon los costos de la planta pesquera sin adquirir la maquinaria, contra los costos proyectados al implementar el proyecto.

4.4.5. Análisis de sensibilidad

Para conocer las variables de mayor impacto en el proyecto de inversión, se realizó un análisis de sensibilidad con dos modelos distintos. Los modelos utilizados fueron el análisis de sensibilidad de Hertz y el modelo unidimensional. Los mismos proporcionaron información sobre las principales variables a tener en consideración durante la vida útil del proyecto.

4.5. Resultados

4.5.1. Costos de la clasificación manual actual en la empresa en estudio

En el estudio económico se hará hincapié en los costos variables incurridos por la empresa, específicamente en los costos de mano de obra, ya que la misma mantendrá los mismos costos fijos al incorporar la maquinaria. De esta forma, podrá analizarse de manera sencilla los costos de ambas clasificaciones.

La estructura de los costos variables considerados en el proceso de clasificación manual, se compone en su totalidad por la mano de obra utilizada. Otros costos asociados al proceso de clasificación manual, tales como el reemplazo de empaques dañados, imparten un valor despreciable ya que su impacto cuantificable es mínimo. Como su nombre lo indica, los costos variables varían en relación al proceso realizado. Esta variación depende directamente de la cantidad de cajas a clasificar. Al incrementarse la cantidad de cajas por descarga, mayor es el número de operarios y mayor es el tiempo que se utiliza para completar el proceso de clasificación.

Para obtener el costo variable promedio por tonelada clasificada, se analizaron los datos de tres clasificaciones manuales aportados por la empresa (tabla 24). Los costos de las horas normales y horas extraordinarias correspondientes a los operarios, fueron brindados por el contador de la empresa. Cabe destacar que el detalle de los datos pertinentes no se proporcionará por razones de confidencialidad.

Tabla 27. Datos de clasificaciones manuales.

Clasificación	Costo de mano de obra por tonelada (U\$S/t)	Toneladas	Costo de mano de obra directos (U\$S)	Dotación operarios	Horas hombre utilizadas	Cant. de cajas	Tiempo total (h)
Marea 9	61	39,168	2395	20	104	3264	6
Marea 10	42	74,196	3092	22	135	6183	7
Marea 11	44	34,836	1543	21	67	2903	4

Tabla 28. Costo variable del romaneo.

Costo Variable	Costo de mano de obra promedio por tonelada (U\$S/t)	Costo de mano de obra promedio por caja (U\$S/caja)
Mano de obra en la clasificación manual	49	0,59

La dotación de operarios empleados en la clasificación (tabla 24), está conformada por distintas categorías de operarios. Las mismas incluyen supervisores, maquinistas, personal de control de calidad y operarios. El mayor porcentaje de la dotación empleada pertenece al grupo de los operarios.

Para obtener el costo de mano de obra por tonelada clasificada, se procedió de la siguiente manera. Una vez obtenido el precio de las horas normales y horas extraordinarias, se multiplicó el valor de las mismas por las horas empleadas por cada operario en el proceso de clasificación correspondiente. El resultado de la sumatoria anterior, arroja el costo total de la mano de obra directa en el romaneo, el cual se divide por la cantidad de toneladas

clasificadas y da como resultado el costo de mano de obra por tonelada clasificada (U\$S/t).

Una vez repetido el proceso anterior en las tres clasificaciones detalladas en la tabla 24, se realiza el promedio del costo de mano de obra por tonelada. El cual puede apreciarse en la tabla 25.

4.5.2. Inversión previa a la puesta en marcha

La inversión previa a la puesta en marcha está constituida por activos fijos y activos nominales. Los activos fijos están representados por la maquinaria de clasificación a incorporar. Mientras que los activos nominales están constituidos por los gastos de la puesta en marcha, tales como la instalación del sistema de control y la instalación eléctrica. En la tabla número 26 pueden observarse los desembolsos previstos para la puesta en marcha.

Tabla 29. Inversión previa a la puesta en marcha.

Activos fijos	Inversión
Maquinaria	131.250 USD + IVA
Activos nominales	
Sistema de control e instalación eléctrica	31.050 USD + IVA
Implementación y puesta en marcha	8.000 USD + IVA
Total	170.300 USD

4.5.3. Costos de la clasificación automática con reducción de la mano de obra

Al implementar la maquinaria de clasificación se estima una reducción en la dotación de operarios y una reducción en el tiempo total empleado. En la tabla número 27 se pueden observar los datos que se esperarían obtener al implementar la clasificación automática.

Tabla 30. Datos con la clasificación automática.

Clasificación de	Costo de mano de obra por tonelada (U\$S/t)	Toneladas	Costo de mano de obra directos (U\$S)	Dotación operarios	Horas hombre utilizadas	Cant. de cajas	Tiempo total (h)
Marea 9	27	39,168	1068	14	46	3264	4
Marea 10	22	74,196	1601	13	69	6183	6
Marea 11	24	34,836	839	14	36	2903	3

Tabla 31. Costo variable del romaneo con la maquinaria de clasificación.

Costo Variable	Costo de mano de obra por	Costo de mano de obra por
----------------	---------------------------	---------------------------

Para evaluar la rentabilidad de la implementación de la maquinaria, se generó un flujo de caja que muestra el ahorro en los costos de mano de obra directa (tabla 31), y la reducción de las horas hombre como ingresos percibidos en un año. Cabe destacar que en los primeros tres meses de utilización se redujo la eficiencia a un 70% de la capacidad total debido a la curva de aprendizaje esperada. Para plantear el flujo de caja, se supuso la realización de 8 romaneos anuales por barco y una descarga promedio de 4116 cajas en base a los últimos romaneos observados. La empresa cuenta actualmente con tres barcos.

Se estableció un horizonte de evaluación a 10 años, ya que como se mostró en el estudio técnico, la vida útil de la maquinaria de clasificación ha superado las 30 mil horas de uso sin la necesidad de mantenimiento.

Se utilizó una tasa de corte del 4% en dólares, la cual representa la tasa de interés anual de un bono estadounidense a 10 años al día de la fecha (18 de mayo de 2022). De esta manera, se puede asignar un costo de oportunidad al invertir en la maquinaria. La tasa de impuesto a las utilidades es del 30%.

El valor actual neto obtenido (VAN) fue de 62.091 USD. El VAN mayor a cero indica que existe utilidad sobre la tasa exigida. En cuanto a la tasa interna de retorno (TIR), la misma es del 9,9 %.

En resumen, según lo obtenido el proyecto es rentable en un horizonte de diez años. El retorno de la inversión se produce en el séptimo año de evaluación. La tasa interna de retorno aporta seguridad, ya que la tasa de referencia del proyecto podría aumentar 5,9 puntos para que el proyecto tenga un VAN igual a cero.

Cabe destacar que ciertos beneficios, no cuantificables de manera sencilla en términos monetarios, no fueron incluidos en el flujo de caja. Aspectos tales como la ergonomía, la seguridad de los operarios, la toma de datos y su propia utilización en la toma de decisiones, deben tomarse en cuenta a la hora de evaluar la realización proyecto de inversión.

Otras variables no mencionadas en los beneficios pueden ser descubiertas una vez implementado el proyecto, tales como conocer la pérdida de temperatura en los empaques congelados durante el proceso de clasificación. La información potencial de la automatización no puede ser cuantificada, aunque los beneficios inicialmente mencionados, como la mejora en la seguridad de los operarios y la reducción de las horas en el proceso de clasificación, pueden evaluar la realización del proyecto aún con un VAN cercano a cero.

4.5.5. Análisis de sensibilidad

Para realizar la sensibilización del proyecto se aplicaron dos modelos de sensibilización, el modelo de sensibilización de Hertz y el modelo unidimensional.

El modelo de sensibilización de Hertz (tabla 35), fue realizado con el objetivo de analizar lo que sucede con el VAN cuando se modifica el valor de una o más variables. Las variables seleccionadas para tal análisis fueron la cantidad de embarcaciones operativas presentes en la flota de la empresa y la cantidad de desembarcos anuales realizados por las embarcaciones. Se recuerda que, por cada descarga, corresponde una clasificación o romaneo.

Tabla 35. Análisis de sensibilización de Hertz.

	\$ 62.091	Romaneos anuales / barco							
		8	7	6	5	4	3	2	
Cantidad de barcos	3	\$ 62.091	\$ 41.283	\$ 20.474	-\$ 334	-\$ 21.143	-\$ 41.951	-\$ 62.759	
	2	\$ 6.602	-\$ 7.270	-\$ 21.143	-\$ 35.015	-\$ 48.887	-\$ 62.759	-\$ 76.632	
	1	-\$ 48.887	-\$ 55.823	-\$ 62.759	-\$ 69.696	-\$ 76.632	-\$ 83.568	-\$ 90.504	

Con la información obtenida del análisis de Hertz se puede observar que el proyecto es sensible a la disminución de embarcaciones activas en la flota. Mientras que el número de descargas en comparación, considerando un promedio de 4116 cajas, influye en menor medida si se mantiene la cantidad de embarcaciones operativas. En base a los resultados, el proyecto puede ser rentable hasta el límite inferior de 16 romaneos anuales con un promedio de 49 toneladas por descarga. Ante la suposición de un escenario en el que no se disponga un barco por diez años, el proyecto seguiría siendo rentable si las embarcaciones operativas mantuvieran más de 7 descargas promedio por año.

Para evaluar cual es la disminución de toneladas a clasificar por romaneo, que hace el VAN igual a cero, se procedió a realizar un análisis unidimensional. Los resultados obtenidos demostraron que las toneladas por romaneo proyectadas tendrían que reducirse hasta 30,97 toneladas por romaneo para obtener un VAN igual a cero, estas toneladas representan 2581 cajas. Por lo tanto, el número de captura anual promedio tendría que reducirse un 37,3 % del resultado esperado para que el VAN sea igual a cero.

La última variable a analizar fue el costo de clasificación por tonelada (U\$S/T) alternativo a la maquinaria, es decir, el costo de la clasificación manual por tonelada. La diferencia entre esta variable y la variable del costo de clasificación por tonelada utilizando la maquinaria, es la que determina el ahorro en el proceso de clasificación. Si ambos costos fueran iguales, el ahorro para la empresa sería nulo. Al realizar el análisis unidimensional, se constató que para obtener un VAN igual a cero, la variable mencionada tendría que reducirse de 49,04 a 39,82 (U\$S/T). Esto se podría lograr reduciendo el costo por mano de obra directa o aumentando la eficiencia del clasificado manual.

En resumen, la variable crítica del proyecto es la cantidad de toneladas que pasan a través de la maquina clasificadora. Para que el proyecto sea rentable, en el transcurso de diez

años, tienen que clasificarse aproximadamente 4.955,52 toneladas netas de langostino congelado o 41.296 cajas aproximadamente por año.

4.6. Conclusión

Desde el punto de vista económico, el proyecto puede considerarse rentable si se mantienen las variables pronosticadas en los próximos diez años. Exigiéndole al proyecto una tasa de corte del 4%, el VAN muestra un valor positivo de 62.091 USD y una TIR del 9,9%.

Como se ha demostrado en los resultados, el proyecto es sensible a la disminución operacional de la flota de congeladores. Sin embargo, si se mantienen los niveles de captura promedio, el VAN sigue siendo positivo aún con dos embarcaciones activas. En conclusión, las principales variables que determinan la rentabilidad económica del proyecto son, las toneladas a clasificar por año en la maquinaria y el precio de la clasificación manual por tonelada neta. Si uno de estas dos variables disminuye hasta los valores obtenidos en el análisis de sensibilidad, el VAN será igual a cero.

Se acentúa la importancia de que, en el estudio económico, solo se ha analizado como ingreso el ahorro proporcionado por la utilización de la maquinaria con respecto a la clasificación actual. No se ha incluido en el flujo de caja ciertos beneficios como el aumento de seguridad para los operarios y la reducción en el tiempo del clasificado, esto se debe a la dificultad de medir estas variables en términos monetarios. Un ejemplo sencillo es la potencial mejora en la calidad del producto, la cual podría generarse debido a la disminución en la manipulación y a un menor aumento en la temperatura del producto congelado, gracias al nivel de automatización y a la reducción del tiempo en el proceso productivo.

Ciertos beneficios económicos consecuentes de la implementación del proyecto y la toma de datos para la futura toma de decisiones no pueden ser cuantificados, sin embargo, gracias a los beneficios anteriormente mencionados, tales como la mejora en seguridad y la reducción en tiempos de trabajo, puede evaluarse la realización del proyecto aún con un VAN cercano a cero.

5. Estudio legal

5.1. Introducción

El estudio legal busca determinar, a partir de las normas pertinentes, la viabilidad legal del proyecto. Tiene en cuenta la legislación laboral y las medidas necesarias a implementar al realizar el proyecto de inversión. Asimismo, el estudio define el impacto económico que tendrá sobre el proyecto el cumplimiento de las normas pertinentes.

El objetivo del presente estudio es determinar las normativas y leyes regulatorias, que involucren la utilización e instalación de la maquinaria de clasificación para empaques terciarios de langostino, en una empresa pesquera local.

5.2. Objetivos

1. Determinar la normativa actual que regula la utilización e instalación de maquinaria a nivel industrial en Argentina.
2. Determinar la normativa vigente de seguridad e higiene para el uso de la maquinaria de clasificación.
3. Determinar condiciones de transporte para

5.3. Fundamento

El estudio legal permite determinar el marco legal que involucra la realización del proyecto, tiene en cuenta las distintas variables presentadas en la evaluación del proyecto para determinar la viabilidad del mismo.

5.4. Metodología

La metodología utilizada consistió en la búsqueda bibliográfica y el análisis de las normativas y regulaciones que tuvieran efecto en el presente proyecto.

5.5. Resultados

5.5.1. Regulaciones que afectan la maquinaria a implementar

Según el Código Alimentario Argentino (C.A.A), se entiende como establecimiento de alimentos elaborados/industrializados al ámbito que comprende el local y el área hasta el cerco perimetral que lo rodea, en el cual se llevan a cabo un conjunto de operaciones y procesos con la finalidad de obtener un alimento elaborado, así como el almacenamiento y transporte de alimentos y/o materia prima.

Según el C.A.A, capítulo II, artículo 18 de los establecimientos en particular normas de

carácter general, establece que las máquinas, útiles y demás materiales existentes dentro de establecimientos relacionados a la producción de alimentos, deberán conservarse en satisfactorias condiciones de higiene, debiendo mantenerse en buenas condiciones de conservación y limpiarse tantas veces al día como sea necesario.

C.A.A: Reglamento técnico MERCOSUR sobre las condiciones higiénico sanitarias y de buenas prácticas de elaboración para industrializadores de alimentos

En el C.A.A, capítulo II, se detalla la resolución GMC N° 080/96 la cual define las buenas prácticas de manufactura para la elaboración de alimentos. Con el objetivo de lograr alimentos inocuos, saludables y sanos.

En cuanto al almacén y transporte de productos terminados, la resolución previamente mencionada detalla, en el anexo I punto ocho, que los productos terminados deberán almacenarse y transportarse en condiciones tales que impidan la contaminación y/o la proliferación de microorganismos y protejan contra la alteración del producto o los daños al recipiente o envases. Las operaciones de carga y descarga deberán realizarse fuera de los lugares de elaboración de alimentos, debiéndose evitar la contaminación de los mismos y del aire por gases de combustión.

5.5.2. Leyes laborales

Convenio colectivo de trabajo

El convenio colectivo de trabajo vigente, en la industria pesquera en tierra, es el N°372/04, cuyas partes signatarias son la Cámara Argentina Patagónica de Industrias Pesqueras (CAPIP), la Cámara Industrial Pesquera y Afines de Necochea (CIPAN) y la Federación de Trabajadores de la Industria de la Alimentación (FTIA).

Según el artículo 52 cuando la incorporación y/o reemplazo de maquinarias y/o nuevas tecnologías provocara situaciones no contempladas en este Convenio tanto en las condiciones generales de trabajo, categorías y/o remuneraciones, deberá convocarse a la Comisión Paritaria Permanente para su análisis y tratamiento en la oportunidad que ocurra el reemplazo o incorporación prevista precedentemente y con independencia del plazo prescripto en el artículo 3. El acuerdo a que se arribe será incorporado al texto del convenio una vez homologado el mismo.

Si de las situaciones previstas precedentemente debiere suplantarse personal, se dará preferencia en todos los casos a aquellos trabajadores afectados, atendiendo el orden de capacidad y antigüedad en su cargo.

Pese a lo detallado en el artículo, no se tiene proyectado sustituir al personal de la planta pesquera. Si fuera necesario clasificar con la maquinaria en horas extras, se procederá a disminuir la dotación de operarios siguiendo el acuerdo de la presente convención.

Ley N° 19.587: Ley de higiene y seguridad en el trabajo

Según el artículo 9, son obligaciones del empleador colocar y mantener visibles avisos o carteles que indiquen medidas de higiene y seguridad o adviertan peligrosidad en las maquinarias e instalaciones. Asimismo, es responsabilidad del empleador el promover la capacitación del personal en materia de higiene y seguridad en el trabajo, particularmente en lo relativo a la prevención de los riesgos específicos de las tareas asignadas.

Existen otras leyes que regulan las relaciones laborales y los regímenes de la seguridad social de los trabajadores, tales como la Ley de Contrato de Trabajo, la Ley de Empleo y la Ley de Riesgos del Trabajo.

5.6. Conclusión

Como se ha observado en los resultados, la incorporación de la maquinaria en la empresa pesquera, no presenta grandes inconvenientes debido a que la misma no estará en contacto directo con alimentos.

No se prevé sustituir ningún operario por la maquinaria dentro de la empresa, aquellos cuya tarea sea reemplazada por la implementación de la clasificación automática, realizarán otras actividades dentro de la planta. En el caso de requerir el uso de horas extraordinarias para clasificar junto con la maquinaria, se seleccionará a los operarios según el convenio correspondiente.

En conclusión, las obligaciones del empleador serán el aseguramiento del mantenimiento de la maquinaria y la debida instrucción y prevención acerca del uso de la misma.

6. Estudio ambiental

6.1. Introducción

El estudio ambiental busca determinar el posible impacto que tendría la implementación del proyecto sobre las distintas variables del entorno relevante. El mismo involucra la descripción del medio afectado por el proyecto, la caracterización del impacto del proyecto, la prevención y las medidas pertinentes ante eventuales contingencias.

El objetivo del presente estudio es evaluar el impacto ambiental de la implementación de la maquinaria clasificadora de empaques terciarios de langostino congelado, localizada en una empresa pesquera local.

6.2. Objetivos

1. Determinar el impacto ambiental generado por la incorporación de la maquinaria clasificadora en una planta pesquera local.
2. Verificar la necesidad de implementar un plan de eventuales contingencias.

6.3. Fundamento

El estudio ambiental se realiza para determinar y evaluar los posibles efectos contraproducentes de la incorporación de la maquinaria clasificadora sobre el medio ambiente. El siguiente análisis sólo tuvo en cuenta el efecto de la incorporación y funcionamiento de la maquinaria, ya que la planta en funcionamiento cuenta con un estudio de impacto ambiental. Debido a esta condición, no se ha evaluado el impacto ambiental de las etiquetas de identificación, ya que las mismas se utilizarían de igual manera sin el proyecto.

6.4. Metodología

6.4.1. Matriz de impacto ambiental

Para evaluar el impacto ambiental del proyecto, se utilizó una matriz de identificación de efecto ambiental. En ella, se evalúan las acciones esperadas correspondientes a la instalación y utilización de la maquinaria clasificadora de empaques terciarios de langostino, identificando los factores ambientales en los cuales se especula la influencia de dicha actividad.

6.4.2. Plan de Gestión Ambiental

Para controlar y reducir los efectos de los impactos ambientales identificados en el proyecto de inversión, se generaron medidas preventivas conformadas por buenas prácticas de

manejo y acciones pertinentes. Para establecer un control y seguimiento de las actividades que pudieran tener un impacto ambiental, se generó un plan de monitoreo. El mismo está conformado por programas y subprogramas, con protocolos predefinidos para el impacto a monitorear.

6.4.3. Marco normativo ambiental

A partir de la búsqueda y revisión bibliográfica se enumeraron las normas pertinentes al estudio ambiental del proyecto en estudio.

6.5. Resultados

Los resultados del presente estudio exponen la matriz de identificación de efecto ambiental del proyecto, la cual se detallará en profundidad en la siguiente sección. Asimismo, dentro de los resultados se incluye el Plan de Gestión Ambiental (PGA), el cual detalla las acciones a tomar en contramedida al impacto esperado.

6.5.1. Matriz de identificación de efecto ambiental

La matriz de identificación de efecto ambiental (tabla 36) consiste en un cuadro de doble entrada para determinar cuáles podrían ser los posibles factores ambientales afectados en el proyecto en estudio, asimismo, se detallan las acciones susceptibles que podrían provocar impactos ambientales.

Instalación de la maquinaria

En cuanto a la instalación de la maquinaria, se detectaron acciones consecuentes de la instalación que tendrían un impacto ambiental de ser generadas. Las mismas fueron identificadas como: la generación y disposición de residuos asimilables a urbanos y de obra, emisiones de gases de combustión vehicular y generación de ruidos y vibraciones.

La instalación de la maquinaria podría generar impactos bióticos y perceptuales en la flora, fauna y el paisaje del sitio de instalación debido a acciones tales como la generación y disposición de residuos asimilables a urbanos provenientes de la obra de instalación.

Los impactos sobre la escasa flora presente en el parque industrial pesquero donde se planea realizar el proyecto, refieren al efecto nocivo que las emisiones gaseosas vehiculares pudieran provocar sobre la vegetación y el daño que provoca la gestión inadecuada de los residuos sólidos, asimilables a urbanos y restos de obra.

Tomando en consideración la flora y la fauna autóctona, la misma podría verse impactada negativamente por el movimiento y compactación de suelos que provoca el tránsito vehicular, ya que podrían generar una fragmentación del hábitat natural y un efecto barrera. Se debe considerar que el tránsito en esta etapa es mínimo.

El factor aire, que refiere a la calidad del mismo, se podría ver afectado por la emisión de gases de combustión de los vehículos y maquinarias, y por los ruidos y vibraciones que se pudieran generar durante esta etapa. En cuanto al suelo, que refiere a la calidad del mismo y sus geoformas, se podría ver impactado por la presencia de residuos en el predio del proyecto, el cual aumenta la posibilidad de contaminación sobre este factor. Asimismo, la disposición temporaria de residuos podría afectar a la percepción del paisaje.

Las emisiones de gases de combustión, material particulado, ruidos y vibraciones y la generación y disposición de residuos en el predio del proyecto, generarán un impacto sobre la salud y seguridad de las personas.

Tabla 36. Matriz de identificación de efecto ambiental.

Acciones susceptibles de provocar impactos	Factores ambientales	Biótico y perceptual			Inerte			Social	Económico		
		Flora	Fauna	Paisaje	Agua	Aire	Suelo	Salud/seguridad	Infraestructura y servicios	Generación de empleos	Actividad económica
Instalación de la maquinaria	Generación y disposición de residuos asimilables a urbanos	X	X	X			X	X			X
	Emisión de gases de combustión vehicular	X	X			X		X			
	Generación de ruidos y vibraciones		X			X		X			
	Generación y disposición de residuos de obra	X	X	X			X	X			X
Fase de operación	Generación y disposición de residuos asimilables a urbanos (cajas dañadas)	X	X	X			X	X			X
	Generación de ruidos y vibraciones		X			X		X			
	Consumo de energía eléctrica								X		X

Fase de operación

Una vez instalada la maquinaria, la misma, entraría en la fase de operación. En esta etapa se desarrollaría el uso esporádico de la maquinaria y las tareas de mantenimiento que fueran necesarias. Se detectaron acciones susceptibles a generar impactos ambientales en la fase de operación, tales como: la generación y disposición de residuos asimilables a urbanos, la generación de ruidos y vibraciones, y el consumo de energía eléctrica. A continuación, se detallan los posibles impactos que estas acciones podrían generar.

La flora en esta etapa del proyecto refiere a la forestación presente en el predio (implantada según el Plan de Forestación) y a la autóctona circundante. Los impactos estarán asociados al efecto nocivo que las emisiones gaseosas de combustión de los vehículos.

En cuanto a la percepción del paisaje, en mismo se verá modificado por la presencia de disposiciones temporarias de residuos. En el caso de un incendio, que se encuadra dentro de una situación de contingencia, los valores calculados deben ser entendidos como impactos ambientales potenciales, dado que los mismos no necesariamente tendrán lugar durante la ejecución del proyecto.

El factor aire, que refiere a la calidad del mismo, se verá afectado por los ruidos y vibraciones que se pudieran generar durante esta etapa por el funcionamiento de la maquinaria. En cuanto al suelo, que refiere a la calidad del mismo y sus geoformas, se verá impactado por la disposición de los residuos generados por las cajas mal empaquetadas.

Los ruidos y vibraciones, la generación y disposición de residuos derivados de la actividad y la posibilidad de incendio, generarán un impacto sobre la salud y seguridad de las personas.

Debido a las características del proyecto, se destaca que la fase de operación planea tener una duración máxima de 24 horas totales al mes. Por lo tanto, dicha fase tendría una duración de 12 días al año, por lo cual se espera que los impactos mencionados sean mínimos. En cuanto a la generación de residuos por el descarte de empaques dañados, es esperable que el número residuos disminuya con la implementación del proyecto. Se espera una disminución en el porcentaje de cajas dañadas, ya que, la manipulación incorrecta actual de los empaques disminuirá con el uso de la maquinaria.

Generalidades de la matriz

Al evaluar la matriz de identificación de impacto ambiental, se resaltan los bajos impactos que se desprenden de la misma. Cabe destacar que el proyecto en estudio será incluido en un proyecto en funcionamiento, por lo cual, es esperable que gran parte de los impactos analizados anteriormente ya hayan sido considerados en la evaluación de impacto ambiental de la empresa.

Con el PGA es esperable minimizar los impactos generados por la generación de residuos y minimizar el consumo de energía eléctrica.

6.5.2. Plan de Gestión Ambiental

El Plan de Gestión Ambiental (PGA) se compone por el Plan de Mitigación Ambiental, el Plan de Monitoreo Ambiental y el Plan de Contingencias Ambientales. El conjunto de estos documentos tiene por objeto evitar, reducir, recomponer, controlar y responder ante aquellos impactos potenciales del proyecto. En el PGA se establecerá en el ámbito organizativo, las funciones y responsabilidades de cada actor involucrado. A continuación, se describen los lineamientos principales del PGA. Cabe destacar que debido al bajo impacto ambiental que presenta el proyecto, no todos los documentos del PGA fueron desarrollados.

Plan de Mitigación Ambiental y Medidas preventivas

En función de las acciones susceptibles de producir impactos negativos de importancia moderada o severa, se definen las Medidas de Mitigación y para aquellos impactos negativos de importancia irrelevante se brindan medidas preventivas que se deban adoptar para controlar y reducir al máximo los efectos de los mismos, haciendo viable ambientalmente la ejecución de la obra. Cabe destacar que no se presentan medidas de mitigación, ya que el proyecto no presenta impactos moderados o severos.

Se definen como medidas preventivas (tabla 37) aquellas buenas prácticas generales a cualquier proyecto, que se sugieren adoptar para controlar y reducir los efectos de los impactos considerados como irrelevantes, para darle mayor viabilidad a la ejecución del proyecto sin mayores impactos para el ambiente.

Tabla 37. Medidas preventivas.

Actividad/Acción	Etapas	Componente	Medidas	Responsable
Consumo de electricidad	Todas	Infraestructura y servicios	1- Uso racional de los recursos renovables y no renovables como política empresarial.	Responsable de la instalación Operador de maquinaria
Emisión de gases de combustión	Montaje de la maquinaria	Flora Fauna Aire Salud/Seguridad	1- Mantenimiento preventivo de los vehículos de la empresa.	Responsable de la instalación
Generación de ruidos y vibraciones	Montaje de la maquinaria	Fauna Aire Suelo Salud/Seguridad	1- Mantenimiento preventivo de calibración de la maquinaria empleada para la instalación de la cinta transportadora de rodillos.	Responsable de la instalación
Generación de residuos	Todas	Fauna Aire Suelo Paisaje	1- Verificar que los contenedores posean: Tapa/red, correcta segregación de residuos y disposición adecuada.	Responsable del sector

Plan de Monitoreo Ambiental

El plan de monitoreo ambiental describe los protocolos a seguir para controlar los posibles impactos que pudieran generarse en el suelo, paisaje, flora y fauna en las inmediaciones del proyecto. A continuación, se presentan los programas a monitorear (tabla 38).

Tabla 38. Programas del PMA.

Programa / subprograma	Impacto a monitorear	Indicador a monitorear	Protocolo	Frecuencia de monitoreo	Responsable del monitoreo	Responsable de interpretación de resultados	Forma de registro del monitoreo
Gestión de residuos sólidos	Flora Fauna Paisaje Suelo	Gestión de residuos	-Verificar correcta segregación de residuos y disposición adecuada	Diario	RTO RTA (responsable técnico ambiental)	RTA	-Visual -Vales -Certificados de tratamiento y disposición final -Fotográfico

Plan de contingencias y respuesta ante emergencias

El objetivo del Plan de Contingencias (PC) es establecer los procedimientos a llevar a cabo para prevenir y/o remediar la ocurrencia probable de siniestros o desastres por causa de las acciones del proyecto. Esto requiere de la formulación de un PC cuyo propósito será garantizar una adecuada respuesta ante incidentes o eventos que pongan en riesgo los recursos naturales, la integridad de las personas vinculadas y no vinculadas al proyecto, o los bienes de la compañía. Este procedimiento será de aplicación en cualquier momento comprendido entre el inicio y el final de la obra, así como durante las etapas de operación, mantenimiento y desafectación. El mismo comprende las situaciones de imprevistos severos e incendios (tabla 39).

Tabla 39. Plan de contingencia y respuesta ante emergencias.

Eventual contingencia ambiental	Respuesta / acciones frente al evento
Ausencia en la recolección de residuos	Serán almacenados en depósito hasta su próxima recolección.
Incendio	<ul style="list-style-type: none"> - Designar un punto de encuentro previamente consensuado con el personal. - El responsable de la obra, será el encargado de realizar las llamadas pertinentes a los organismos capaces de dar respuesta al hecho acontecido y al personal de la planta.

	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar rápidamente los extintores en caso que la magnitud del incendio lo permita. - Dar aviso de inmediato a los Bomberos y Policía, en el caso de no poder controlar el incendio, salir prontamente hacia el sitio de reunión.
--	---

Plan de comunicación y/o capacitación ambiental

Mediante capacitaciones y la comunicación entre el personal de la empresa, es importante reforzar los siguientes temarios:

- Gestión de residuos.
- Diferenciar entre residuos húmedos y secos dentro del GIRSU.
- Plan de contingencia y emergencia.
- Higiene y seguridad laboral.

6.5.3. Marco Normativo Ambiental

A continuación, se listan las leyes pertinentes al estudio ambiental a tener en consideración en la implementación del proyecto en estudio.

Normativa nacional

- Constitución Argentina en sus artículos 41 y 43.
- Ley N° 19.587/72. Higiene y Seguridad en el Trabajo. Decreto Reglamentario N° 351/79.
- Ley N° 20.284/73. Contaminación del aire. Sin reglamentar.
- Ley N° 22.421/81. Conservación de la fauna. Decreto Reglamentario N° 691/81.
- Ley N° 22.428/81. Conservación de suelos.
- Ley N° 24.449/94. Tránsito. Decreto Reglamentario N° 179/95 y N° 779/95.
- Ley N° 24.557/95. Ley de Riesgo en el Trabajo. Decreto Reglamentario N° 170/96.
- Decreto Nacional N° 911/96. Higiene y Seguridad en la construcción.
- Ley N° 25.612/02. Gestión integral de residuos industriales y de actividades de servicios. Decreto Reglamentario N° 1.343/02.
- Ley N° 25.675/02. General del Ambiente. Decreto Reglamentario N° 481/03.
- Decreto Nacional N° 1.172/03. Acceso a la información pública.
- Ley N° 25.831/04. Régimen de Libre Acceso a la información pública ambiental.

Normativa provincial

- Ley XI N° 35 (ex Ley N° 5.439). Código Ambiental de la Provincia del Chubut. Anexo II. Decreto Reglamentario N° 185/09 modificado por Decreto Reglamentario N° 1.003/16. Decreto N° 1.540/16, decreto de vuelcos.

- Ley XI N° 45 (ex Ley N° 5.771). Acuerdo Marco Intermunicipal para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU). Estatuto del Convenio Público Inter municipios.
- Ley XI N° 50. Exigencias básicas de protección para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU).
- Ley XI N° 53. Aprobación del Acuerdo Subsidiario I. Programa Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU).

Normativa municipal

- Carta Ambiental Municipal. Ordenanza N° 3.349/99, modificada por 3.385/00.
- Ordenanza N° 6.900/08. Ratifica el Acuerdo Marco Ambiental firmado entre la Municipalidad de Puerto Madryn y el Ministerio de Ambiente y Control de Desarrollo Sustentable.
- Ordenanza N° 7.342/09. Evaluación de Impacto Ambiental en Ejido Municipal. Resolución N° 400/15 SEPA.
- Carta Orgánica Municipal 2010. Decreto Reglamentario N° 1.475/11.
- Ordenanza N° 343/93. Disposición de Residuos en el Ejido Urbano. Texto Ordenado por Ordenanza N° 8.332/13.
- Ordenanza N° 5.732/05. Certificado de Gestión Ambiental.
- Ordenanza N° 7.519/10. Forestación industrial.
- Ordenanza N° 10.691/18. Código de Planeamiento Urbano.
- Ordenanza N° 11.179/19. Ordenanza Tarifaria Anual.

6.6. Conclusión

Como se ha demostrado en los resultados del presente estudio, no se esperan impactos moderados o severos debidos a la realización del proyecto.

Los impactos mencionados en el proceso de instalación de la maquinaria serán realizados por única vez en tal proceso. Cabe destacar que la fase de operación tendrá una duración máxima de 24 horas al mes, en consecuencia, se espera que la generación de los posibles impactos mencionados sea mínima. Asimismo, la maquinaria disminuirá el porcentaje de cajas dañadas del proceso actual, por lo que se espera que la generación de residuos asimilables a domiciliarios disminuya. Cabe destacar el impacto positivo de la utilización de motores sin aceites en el proceso de clasificación.

En conclusión, es recomendable reforzar mediante capacitaciones al personal de la empresa en temas como la gestión de residuos, el uso racional de los recursos no renovables, planes de contingencia y emergencia e higiene y seguridad laboral. De esta forma se espera que el proyecto tenga el menor impacto ambiental posible.

7. Conclusiones

El proyecto desarrollado ha evaluado la mejora del proceso productivo llamado “romaneo” en una empresa pesquera de la ciudad de Puerto Madryn, Chubut, Argentina. Este proyecto de inversión incorporará la maquinaria necesaria para realizar la clasificación de empaques terciarios de langostino de manera automática, reemplazando de esta manera la clasificación manual actual. Asimismo, se realizará el reordenamiento del layout para aumentar la eficiencia del proceso. La solución propuesta para cumplir tales objetivos consta de una maquina clasificadora, la misma está conformada por una serie de rodillos impulsados por motores eléctricos para el desplazamiento de las cajas, acompañados por siete salidas clasificatorias en ángulo para la recepción de las cajas clasificadas.

En el transcurso del desarrollo se enumeraron múltiples potenciales mejoras al observar el proceso de clasificación manual actual, destacándose la oportunidad de mejora en la seguridad de los operarios y la oportunidad de mejorar la calidad del producto aumentando la velocidad del proceso. Esto se lograría con la reducción en la manipulación y el tiempo en que el producto permanece fuera de la cámara de frío con la implementación del proyecto. En general, las características de la clasificación manual suponen una variabilidad constante en el proceso de clasificación y una falta de información confiable, generalmente estas características decantan en errores y atentan contra la optimización de procesos.

En el estudio de mercado del proyecto se pudo asegurar la disponibilidad tecnológica en Argentina necesaria para la realización de la clasificación automática, cerciorando la presencia de insumos y de la mano de obra especializada para la instalación y el mantenimiento en el lugar de operación.

En el estudio técnico se ha demostrado que la colocación de la maquinaria clasificadora en la empresa en estudio supone, un mayor ordenamiento en el layout, un aumento del 60% en la velocidad de clasificación y una reducción del 50% en la mano de obra utilizada. Al evaluar la elección de la tecnología a implementar, se tuvo en cuenta la reducción en el costo de la inversión inicial, la aceptación por parte del personal, la minimización de la curva de aprendizaje y el avance de forma medida en el proceso de transformación tecnológica.

Desde el punto de vista económico, el proyecto puede considerarse rentable si se mantienen las variables pronosticadas en los próximos diez años. Exigiéndole al proyecto una tasa de corte del 4%, el VAN muestra un valor positivo de 62.091 USD y una TIR del 9,9%. El proyecto es sensible a la disminución operacional en la flota de congeladores. Sin embargo, si se mantienen los niveles de captura promedio, el VAN continúa siendo positivo aún con dos embarcaciones activas. Por el lado contrario, si aumenta el número de embarcaciones en la flota de la empresa, el VAN experimentará un aumento proporcional al número de nuevas capturas. En resumen, las principales variables que determinan la rentabilidad económica del proyecto son, las toneladas a clasificar por año en la maquinaria y el precio de la clasificación manual por tonelada neta.

Se acentúa la importancia de que, en el estudio económico, solo se ha analizado como ingreso el ahorro percibido por la utilización de la maquinaria con respecto a la clasificación actual. No se ha incluido en el flujo de caja ciertos beneficios como el aumento de seguridad para los operarios y la reducción en el tiempo que el producto permanece fuera de la cámara de frío, esto se debe a la dificultad de medir estas variables en términos monetarios. Un ejemplo sencillo es la potencial mejora en la calidad del producto, la cual podría generarse debido a la disminución de la manipulación y a un menor aumento en la temperatura del producto congelado, gracias al nivel de automatización y a la reducción del tiempo en el proceso productivo.

En cuanto al estudio legal y ambiental del proyecto, no se han registrado restricciones que impidan la realización del mismo. Sin embargo, se recomienda la permanente capacitación del personal del sector en temáticas de seguridad e higiene en el uso de la maquinaria.

Debido a la digitalización del proceso se espera poder registrar de manera automática una gran cantidad de datos con usos potenciales. Una vez extraída y procesada la información relevante, se espera que la empresa tome decisiones en base a la misma.

Se recomienda indagar a futuro acerca de los beneficios económicos no cuantificados en el presente proyecto, tales como la mejora en seguridad del personal, la reducción del tiempo empleado en el proceso productivo y la presunta mejora de calidad del producto en el nuevo proceso. Asimismo, debido a los beneficios no cuantificables en términos económicos enumerados a lo largo del presente proyecto, puede considerarse la realización del proyecto aún con un VAN cercano a cero.

8. Bibliografía

- Colombo, A.W., et al. (2014). Industrial Cloud-Based Cyber-Physical Systems. Springer International Publishing Switzerland. DOI 10.1007/978-3-319-05624-1
- Corvalán, S. (2015). Análisis del contenido tecnológico del sector pesquero patagónico. Repositorio Institucional Abierto. URI: <http://hdl.handle.net/20.500.12272/6722>.
- Hasnan, N. Z. N., Yusoff, Y. M. (2018). Short review: Application areas of industry 4.0 technologies in food processing sector. In 2018 IEEE Student Conference on Research and Development (SCoReD) (pp. 1-6). IEEE.
- Luque, A., Peralta, M. E., de las Heras, A., & Córdoba, A. (2017). State of the Industry 4.0 in the Andalusian food sector. [Estado de la industria 4.0 en el sector alimenticio de Andalucía]. Procedia Manufacturing, 13, 1199–1205. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.195>
- Mičić, L. (2017). Digital Transformation and It's Influence on GDP. [La Transformación Digital y su efecto en el Producto Bruto Interno]. Economics, Volume 5, No. 2, 135-147.
- Rendón Trejo, A., Morales Alquicira, A., & Guillén Mondragón, I. J. (2020). La Industria 4.0 y la Industria Alimentaria. Repositorio De La Red Internacional De Investigadores En Competitividad, 13, 895–911. Recuperado el 20 de mayo a partir de <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1830>
- Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (1991). Preparación y evaluación de proyectos (2da. Edición). México. Mc Graw-Hill.
- Sapag Chain, N. (2001). Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación (Primera edición). México. Pearson Educación.
- Zanfrillo, A. I. (2021). Aporte de la trazabilidad al agregado de valor en el sector pesquero. Comunicación presentada en XIX Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica y de la Innovación 2021, Modalidad virtual [PER], 27-29 octubre 2021. ISSN 2789-9764.

Catálogos

- GS1 Argentina (2019). ¿Qué es GS1? Recuperado el 16 de abril de www.gs1.org.ar
- Interroll (2021). Catálogo Módulos de Transporte. Recuperado de <https://www.interroll.com/>

- Rivas Robotics. (2021). Aplicaciones Paletizado. Recuperado el 20 de mayo de www.rivasrobotics.com.
- SCHMALZ (2019). Equipos de Elevación Ergonómicos. Recuperado de <https://www.schmalz.com/es/equipos-de-elevacion-y-sistemas-de-grua/>
- SIEMENS (2019). Industrial Identification. Siemens AG, Germany. Recuperado el 30 de abril de <https://www.siemens.com/global/en.html>
- ThisFish (s.f.). Our Story. Recuperado de <https://this.fish/about/our-story/>

Artículos periodísticos

- Garrone, R. (1 de julio de 2022) Pesca emitió el primer certificado de captura legal digital. Revista Puerto. Recuperado el 3 de julio de 2022, de <https://revistapuerto.com.ar/2022/07/pesca-emitio-el-primer-certificado-de-captura-legal-digital/>
- Jensen, P. M. (5 de septiembre de 2018). Noruega: Cermaq abre planta de procesamiento “de última generación”. Samonexpert. Recuperado de <https://www.salmonexpert.cl/article/noruega-cermaq-abre-planta-de-procesamiento-de-ultima-generacin/#:~:text=La%20nueva%20planta%20de%20procesamiento,aproximada mente%20270%20toneladas%20por%20turno.>
- Tamm, E.E. (25 de mayo de 2021). El coste de no hacer nada. ThisFish. Recuperado 4 junio de 2022 de <https://this.fish/es/blog/roi-guide-of-digital-transformation-what-is-the-cost-of-doing-nothing/>
- Tamm, E. E. (3 de septiembre de 2021). Los beneficios emocionales de la digitalización. ThisFish. Recuperado 5 de mayo de 2022, de <https://this.fish/es/blog/roi-guide-the-emotional-benefits-of-going-digital/>
- World Wildlife Fund - WWF. (08/01/2018). New Blockchain Project has Potential to Revolutionise Seafood Industry. Recuperado de www.panda.org/wwf_news

9. Anexo

A continuación, y en función de los desarrollado en el estudio técnico, se presentan las dimensiones de los elevadores de vacío Schmalz y sus accesorios. Se detallan los accesorios para la manipulación de distintos elementos y las medidas y partes del elevador de vacío.

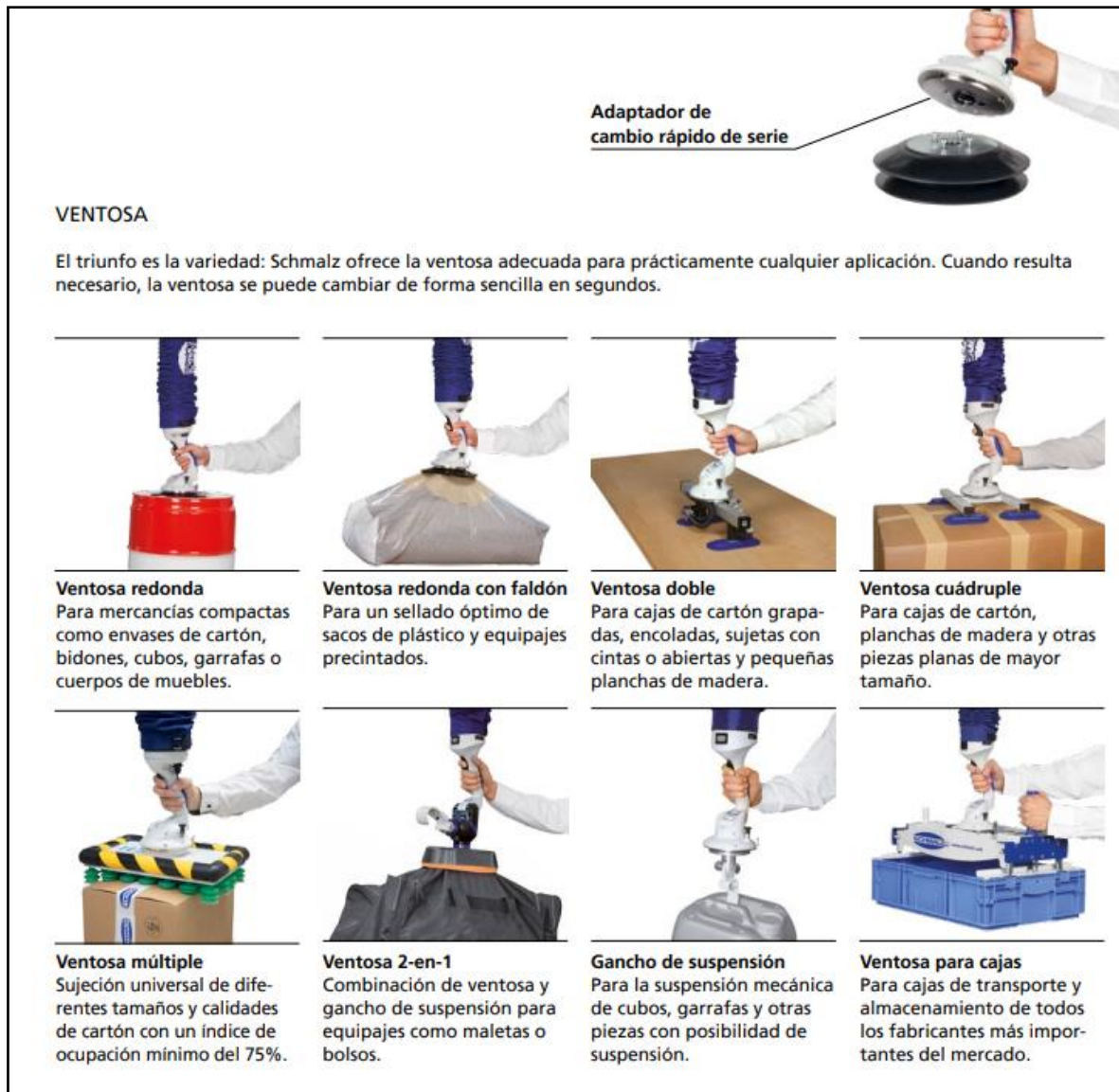


Figura 18. Accesorios de elevadores de vacío.

Adaptado de *Tubos elevadores por vacío JumboFlex*, por Schmalz en español, 2022, Schmalz (<https://www.schmalz.com/es/equipos-de-elevacion-y-sistemas-de-grua/tubos-elevadores-por-vacio-jumbo/tubos-elevadores-por-vacio-jumboflex/>). CC BY Schmalz.

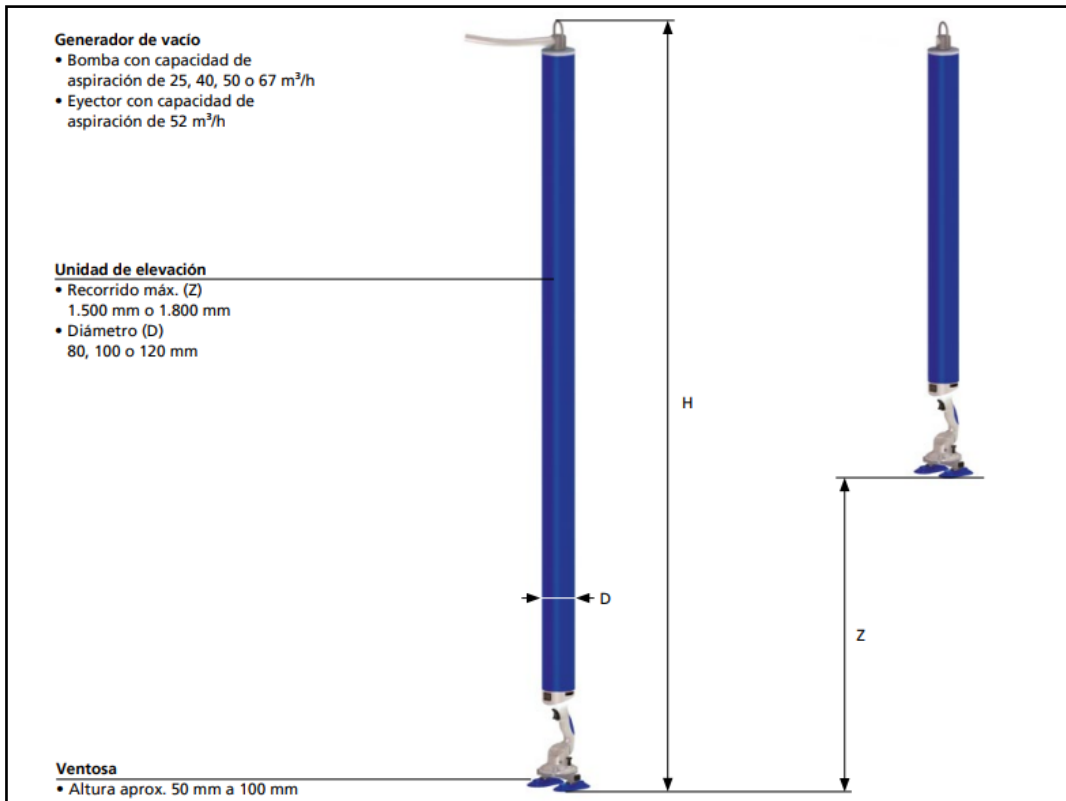


Figura 19. Dimensiones de elevador de vacío JumboFlex.

Adaptado de *Tubos elevadores por vacío JumboFlex*, por Schmalz en español, 2022, Schmalz (<https://www.schmalz.com/es/equipos-de-elevacion-y-sistemas-de-grua/tubos-elevadores-por-vacio-jumbo/tubos-elevadores-por-vacio-jumboflex/>). CC BY Schmalz.



Figura 20. Ejemplo de utilización de elevador por vacío.



Figura 21. Partes del elevador de vacío JumboFlex.

Adaptado de *Tubos elevadores por vacío JumboFlex*, por Schmalz en español, 2022, Schmalz (<https://www.schmalz.com/es/equipos-de-elevacion-y-sistemas-de-grua/tubos-elevadores-por-vacio-jumbo/tubos-elevadores-por-vacio-jumboflex/>). CC BY Schmalz.

10. Índice de tablas

Tabla 1. Oferta SIEMENS RFID.	7
Tabla 2. Oferta códigos de barra GS1.....	8
Tabla 3. Oferta códigos bidimensionales GS1	9
Tabla 4. Servicios Quintino Material Handling Solutions.....	11
Tabla 5. Oferta de robots paletizadores Rivas Robotics.	12
Tabla 6. Oferta de elevador de vacío Grupo MICRO.....	13
Tabla 7. Descargas de un barco congelador x, año 2020.	14
Tabla 8. Promedio de tamaños en la descarga.....	15
Tabla 9. Observaciones de tres clasificaciones “romaneos”	17
Tabla 10. Análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.....	18
Tabla 11. Sistemas RFID de GS1.	25
Tabla 12. Transpondedores RFID.	27
Tabla 13. Dimensiones ITF – 14 en milímetros.	31
Tabla 14. Identificadores de aplicación más utilizados.....	32
Tabla 15. Tamaño y capacidad de datos del símbolo GS1 QR Code.	35
Tabla 16. Datos técnicos del transportador de rodillos RM 8310 accionados.	36
Tabla 17. Datos técnicos curva RM 8320 accionada.	38
Tabla 18. Datos técnicos del motor RollerDrive.	39
Tabla 19. Datos técnicos del transportador de rodillos RM 8110 de recta no accionado	41
Tabla 20. Datos técnicos del derivador o transferencia RM 8731 por correas.	42
Tabla 21. Datos técnicos del tope final RM8811.	42
Tabla 22. Datos técnicos del MultiControl con interfaz analógica.	43
Tabla 22. Kit de sensores para la maquinaria de clasificación.	44
Tabla 23. Datos técnicos de la fuente de alimentación HP5424, 24V.	45
Tabla 24. Modelos de robots para el paletizado.	46
Tabla 25. Modelos elevadores JumboFlex.	48
Tabla 26. Tecnología seleccionada para la clasificación.	53
Tabla 27. Datos de clasificaciones manuales.....	62
Tabla 28. Costo variable del romaneo.....	62

Tabla 29. Inversión previa a la puesta en marcha.	63
Tabla 30. Datos con la clasificación automática.	63
Tabla 31. Costo variable del romaneo con la maquinaria de clasificación.	63
Tabla 32. Costos clasificación manual.	64
Tabla 33. Costos clasificación con maquinaria.	64
Tabla 34. Flujo de caja, ingresos por comparativa entre clasificación manual y mecánica.	66
Tabla 35. Análisis de sensibilización de Hertz.	67
Tabla 36. Matriz de identificación de efecto ambiental.	74
Tabla 37. Medidas preventivas.	76
Tabla 38. Programas del PMA.	77
Tabla 39. Plan de contingencia y respuesta ante emergencias.	77

11. Índice de figuras

Figura 1. Metodología de clasificación.....	17
Figura 2. Problemas en el layout.....	17
Figura 3. Códigos de barra GS1 EAN 13 e ITF – 14.	30
Figura 4. Código de barras GS1 – 128.....	32
Figura 5. Ubicación ideal de un código de barras en un bulto.	33
Figura 6. Formatos de la simbología DataMatrix.	33
Figura 7. Tamaño de símbolo vs capacidad numérica.	34
Figura 8. Código QR.	35
Figura 9. Representación de la maquinaria de clasificación.	36
Figura 10. Rodillos con motor (color oscuro).	40
Figura 11. Correa PolyVee.	40
Figura 12. Elevador de vacío.	47
Figura 13. Elevador High-Stack.	48
Figura 14. Botavara montada en la pared.	48
Figura 15. Elevadores de vacío montados en puente grúa.	49
Figura 16. Layout del proceso de clasificación automatizado.....	55
Figura 17. Diagrama de flujo del proceso productivo.....	57
Figura 18. Accesorios de elevadores de vacío.	84
Figura 19. Dimensiones de elevador de vacío JumboFlex.....	85
Figura 20. Ejemplo de utilización de elevador por vacío.	85
Figura 21. Partes del elevador de vacío JumboFlex.....	86