



Aplicación de Herramientas de la Industria 4.0
en Planta Industrial Rasti S.A



Objetivo: Optimización del proceso productivo mediante el uso de las tecnologías que brinda la Industria 4.0.

Integrantes:

- Bordigoni Díaz, Santiago Felipe - Ingeniería Industrial
- Stroia, Francisco Ezequiel - Ingeniería Industrial
- Tang, Emilia Felicitas - Ingeniería Industrial
- Rosanova, Santiago - Ingeniería Informática

Tutor de Ingeniería Industrial: Ing. Eduardo Chidichimo

Año: 2024

Agradecimientos

A nuestros padres, por su amor e incondicional respaldo.

A nuestro tutor el Ing. Eduardo Chidichimo, por su compromiso y sabiduría.

Al director de carrera Ing. Alejandro Mohamad, por su liderazgo y calidez.

A nuestros compañeros, por los momentos compartidos y desafíos afrontados.

A nuestra alma mater, UCA, por la excelencia educativa.

A Rasti S.A, por su predisposición y colaboración.

Resumen Ejecutivo

El objetivo de este trabajo es evaluar la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 dentro del proceso productivo de una pyme, complementando las ramas de la Ingeniería Industrial y la Informática.

Dada la problemática a la que se enfrentan las pymes a la hora de aplicar este tipo de tecnologías en un mercado en constante crecimiento, este trabajo abordará un análisis exhaustivo de los procesos productivos tomando como pyme modelo a Rasti, empresa dedicada al diseño y producción de juguetes por inyección plástica.

En primer lugar, se relevaron distintas etapas del proceso productivo de la empresa para poder identificar las diferentes oportunidades de mejora. A lo largo de este análisis, detectamos puntos a corregir dentro de las tareas de inyección, embolsado y envasado.

Sin embargo, mediante una exhaustiva evaluación de la cultura organizacional, del estudio de tiempos, de la ergonomía, de la atención al cliente y de las tecnologías disponibles, hemos determinado que la tarea de embolsado es la más crítica, demandando acción inmediata. Esta decisión se encuentra fundamentada por tres principales KPIs que hemos tomado como referencia, siendo estos las dificultades ergonómicas que dispone en la actualidad la tarea, la limitación en velocidad de la misma convirtiéndose en el cuello de botella del proceso productivo y que aproximadamente el 50% de reclamos proviene de fallas adjudicadas a esta tarea.

Para una rotunda optimización de esta operación, propusimos un rediseño del proceso mediante la aplicación de los fundamentos de la Industria 4.0. Para ello, modificamos la tarea manual de embolsado reemplazándola por alimentadores vibradores automáticos incorporados a un sistema de control por *computer vision*. Este nuevo sistema es acompañado por un nuevo rol del recurso humano, el cual tendrá que encargarse más del seteo de la línea y control de la misma durante su funcionamiento.

Con la mejora propuesta, buscamos incrementar la productividad, reducimos las fallas visibles por el consumidor mejorando así la reputación de la empresa, eliminamos los riesgos ergonómicos asociados a la salud del trabajador y demostramos que esta nueva revolución industrial no busca arrebatar los empleos, sino abrir puertas hacia nuevos roles y tareas más eficientes.

Finalmente, comparamos los escenarios previo y posterior a la mejora para poner en evidencia los beneficios que conlleva la implementación de las metodologías productivas promovidas por esta era industrial, para las cuales no se requiere una inversión desproporcionada de los recursos con los que cuenta la empresa para iniciar este proceso de transformación.

Índice

1. Introducción.....	7
2. Industria 4.0.....	10
3. Juguetes Rasti S.A.....	12
4. Cultura Organizacional.....	23
5. Proceso Productivo de Rasti S.A.....	30
5.1 Mezclado.....	30
5.2 Inyección.....	31
5.3 Embolsado.....	33
5.4 Envasado.....	34
5.5 Diagrama de flujo.....	36
6. Posibles Mejoras a Aplicar.....	37
6.1 Inyección.....	37
6.2 Embolsado.....	37
6.3 Envasado.....	39
7. Elección de Tarea a Mejorar.....	40
7.1 KPIs.....	43
7.1.1 Ergonomía.....	43
7.1.2 Estudio de tiempos.....	54
7.1.3 Fallas en el producto terminado.....	62
8. Propuesta de mejora.....	66
8.1 Generalidades.....	66
8.2 Descripción del proceso.....	68
8.3 Control por imagen.....	73
8.4 Análisis financiero.....	86
8.5 Impacto en la cultura organizacional.....	97
8.6 Resultados.....	99
8.6.1 Reducción de tiempos en la tarea.....	99
8.6.2 Eliminación de dificultades ergonómicas.....	101
8.6.3 Reducción de reclamos por fallas.....	102
8.6.4 Reducción de costos por contratación de mano de obra temporal y juguetes fallados.....	102
8.6.5 Rediseño de una tarea manual.....	103
8.7 Próximos pasos.....	103
9. Conclusión.....	106
Bibliografía.....	109

Anexo I: Encuestas modelo OCAI.....	110
Anexo II: Estudio de tiempos de la tarea de embolsado.....	118
Anexo III: Uso de CHAT GPT.....	120
Anexo IV: Conceptos de control por imagen.....	124
Anexo V: Piezas de Blocky Veterinaria.....	129

1. Introducción

En la era contemporánea, la industria ha presenciado una transformación radical impulsada por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas. Este fenómeno, conocido como la Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, ha redefinido los paradigmas tradicionales de la producción y la gestión empresarial. En esta nueva era, la interconexión de dispositivos, el análisis de datos en tiempo real y la automatización inteligente se han convertido en piedras angulares para mejorar la eficiencia operativa y la toma de decisiones estratégicas.

En el contexto argentino, las pequeñas y medianas empresas (pymes) representan una columna vertebral crucial de la economía. Según el informe *“Estructura y dinámica de las mipymes empleadoras”* publicado en septiembre por la Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo del Ministerio de Economía de la Nación, las pymes representan aproximadamente el 99.3% del total de firmas empleadoras y emplean al 61% de los asalariados registrados. Estas cifras reflejan claramente su peso e importancia en el entramado económico y social de nuestro país.

Sin embargo, las pymes enfrentan desafíos considerables en su adaptación a la revolución tecnológica representada por la Industria 4.0. En muchos casos, estas empresas operan con recursos limitados, lo que dificulta la inversión en tecnologías avanzadas. Además, la falta de acceso a financiamiento adecuado y la brecha de conocimientos tecnológicos pueden ser obstáculos significativos para la adopción de innovaciones digitales. La complejidad y el costo de implementar sistemas tecnológicos modernos también pueden ser prohibitivos para estas empresas más pequeñas.

Otro de los desafíos radica en la deficiencia en la educación y capacitación de los empleados. Según estudios del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), un porcentaje significativo de operarios en pymes no posee estudios secundarios completos. Esta carencia educativa dificulta la rápida comprensión y adopción de tecnologías avanzadas en los procesos productivos.

Debido a la falta de educación de calidad, las habilidades necesarias para operar y utilizar las tecnologías emergentes son limitadas entre el personal. Esta falta de conocimientos especializados en campos como la programación, el análisis de datos y la gestión de sistemas tecnológicos constituye un obstáculo crítico. La brecha digital se convierte así en un desafío que limita la eficacia y velocidad de la implementación de cambios tecnológicos en las pymes.

Estas condiciones actuales de la industria en la Argentina, provocan que nos encontremos en la posición n°82 en el ranking más reciente del “Global Connectedness Index 2022” realizado por la empresa DHL con periodicidad anual. Esto incluye exportaciones e importaciones, inversiones, telefonía, tráfico de datos, migración, intercambios, publicaciones científicas y conexión aérea y marítima. El índice rastrea el grado y tipo de conectividad de los países con el resto del mundo a partir de 3,5 millones de datos sobre comercio internacional, inversiones y flujos de información y personas.

Finalmente, un aspecto no menor a tener en cuenta es el modelo de comportamiento humano en las organizaciones que se puede observar en la mayoría de pymes del país, las cuales, debido a sus orígenes parecidos, presentan todas características similares en ese sentido. Este es el modelo de “CLAN”.

El modelo de "clan" es una de las tipologías de cultura organizativa propuestas por Cameron y Quinn en su Competing Values Framework (CVF). Este modelo se caracteriza por un enfoque colaborativo y cohesionado, donde se valora la participación activa de los empleados y se fomenta un ambiente de trabajo armonioso. A menudo, este modelo busca la flexibilidad, la adaptabilidad y la colaboración entre los miembros de la organización.

A pesar de que este tipo de cultura otorga ciertos beneficios, tienen un punto débil relacionado con la implementación de nuevas tecnologías o cambios drásticos en los procesos. La adopción de la Industria 4.0 en las pymes con una cultura "clan" implica navegar por la tensión entre la necesidad de innovación y transformación tecnológica y la preservación de los valores y principios culturales arraigados en la organización. Requiere una gestión hábil que fomente la participación activa de los empleados, promueva la capacitación y el desarrollo de habilidades, y aliente una mentalidad de cambio positiva dentro del marco cultural existente.

Como hemos destacado en los puntos previamente abordados, la preservación de la competitividad de las pequeñas y medianas empresas en un mercado globalizado se enfrenta a un desafío crítico. Estas empresas argentinas se ven compelidas a adaptarse de manera ágil para mantenerse acordes con las demandas de eficiencia y calidad de los consumidores, al tiempo que enfrentan la intensa competencia tanto a nivel nacional como internacional.

Por lo tanto, el propósito fundamental de este trabajo radica en la exploración de la implementación de tecnologías de la Industria 4.0 en una parte de los procesos productivos de Rasti S.A., empresa que consideramos está debidamente preparada para dar este trascendental paso, como se detalla en las secciones posteriores. Mediante la adopción de esta estrategia innovadora, la empresa tendrá la oportunidad de marcar un nuevo rumbo a seguir por las pymes argentinas en este contexto de revolución tecnológica. Este impulso no solo fortalecerá la posición de Rasti en el mercado, sino que también desempeñará un papel fundamental en el avance de la capacidad competitiva de las empresas argentinas a nivel global en los próximos años.

2. Industria 4.0

En el transcurso de las últimas décadas, hemos sido testigos de una transformación sin precedentes en el ámbito industrial, marcando el surgimiento de lo que ahora conocemos como la "Industria 4.0". Este término, acuñado por primera vez en Alemania, ha evolucionado desde sus raíces históricas hasta convertirse en un paradigma revolucionario que redefine la forma en que concebimos y ejecutamos los procesos productivos.

La historia de la Industria 4.0 tiene sus raíces en la convergencia de diversas tecnologías emergentes, tales como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la computación en la nube y la ciberseguridad. A medida que estas tecnologías avanzaron, comenzaron a entrelazarse de manera sinérgica, dando origen a un nuevo enfoque en la manufactura y la producción: un enfoque que trasciende las limitaciones de las fábricas convencionales y da paso a una era caracterizada por la interconexión inteligente de máquinas, procesos y personas.

A lo largo de los años, la evolución de la Industria 4.0 ha sido vertiginosa, marcada por avances tecnológicos que han permitido una mayor automatización, eficiencia y personalización en la producción. Desde los primeros sistemas de control numérico hasta los actuales entornos de fabricación inteligente, la industria ha experimentado una metamorfosis radical, impulsada por la búsqueda constante de la excelencia operativa y la adaptabilidad a un entorno empresarial cada vez más dinámico.

En la actualidad, el impacto de la Industria 4.0 se extiende por todo el globo, trascendiendo fronteras geográficas y sectoriales. Las empresas que han abrazado plenamente este paradigma, no sólo han experimentado mejoras sustanciales en eficiencia y productividad, sino que también han desbloqueado nuevas posibilidades para la innovación, la personalización de productos y la creación de modelos de negocio disruptivos.

Este trabajo se sumerge en el corazón de la Industria 4.0, explorando cómo estas innovaciones tecnológicas han remodelado la faz de la producción industrial. Con un enfoque particular en la automatización del proceso productivo de una planta especializada en la fabricación de juguetes mediante la inyección de plástico, nuestro objetivo es analizar de cerca cómo la implementación de tecnologías de vanguardia

puede impulsar la eficiencia, mejorar la calidad del producto y fomentar una mayor competitividad en el mercado global.

A través de este estudio, buscamos no solo entender el estado actual de la Industria 4.0, sino también proyectar su potencial a futuro. En un mundo donde la adaptabilidad y la innovación son imperativos, la industria está llamada a abrazar el cambio y a liderar la próxima fase de la revolución industrial. Este viaje, desde sus inicios hasta las fronteras de la vanguardia tecnológica, nos guiará hacia una comprensión más profunda de cómo la Industria 4.0 continúa transformando la manera en que concebimos y ejecutamos los procesos productivos a nivel global.

A modo de ilustración del potencial inherente a las herramientas ofrecidas por la Industria 4.0, se presenta el texto que acaba de ser leído en esta sección. Mediante una hábil utilización de los recursos proporcionados por la empresa OPEN AI (Anexo III: Uso de CHAT GPT), se logró generar este texto claro y contundente en cuestión de segundos.

Este caso ilustra sólo una de las numerosas aplicaciones de estas herramientas, cuya función principal es respaldar al profesional para aumentar la eficiencia en sus resultados y elevar la calidad de su desempeño, sin llegar a sustituir su labor.

3. Juguetes Rasti S.A.

La marca Rasti fue creada originalmente por la empresa alemana Modellspielwaren Dr. Hasel & Co., en la localidad de Riechartshausen en 1966. Al poco tiempo, llegó a la Argentina a través de la fábrica Knittax, perteneciente a la familia Müller. En ese entonces, el italiano Antonio Dimare ya estaba metido en la industria con su fábrica de juguetes didácticos, pero faltaban varios años para que sus caminos se cruzaran.

Los ladrillos Rasti se empezaron a fabricar en Argentina en 1968. Luego de hacerse populares en el mercado local, se exportaron a Alemania y Canadá, entre otros países. Sin embargo, la empresa empezó a tener problemas económicos y a finales de los 70 salió del mercado argentino. Los ladrillos pasaron a producirse en Brasil en la planta de la firma alemana de instrumentos musicales Hering. Sin embargo, pocos años después, nuevos hábitos de consumo llevaron a que en 1975 el producto desapareciera.

Antonio Dimare llegó a Argentina con su familia proveniente de Nápoles en 1957. Empezó trabajando en un almacén hasta que en 1965 junto a sus hermanos invirtió para comprar una fábrica de plásticos. El emprendedor napolitano conoció Rasti y se fascinó. Como estudiante de ingeniería quedó enamorado de su sistema de encastres y desde aquellos tiempos soñaba con tener esa marca. Durante la época de crisis de Knittax, Dimare acercó una oferta para comprar Rasti, pero el precio que le pidieron era inaccesible. Entonces, en 1975, lanzó su propia marca: Plastiblock, que luego pasaría a llamarse Blocky.

En 1998, Antonio se separa de sus hermanos en el negocio e incorpora a sus cinco hijos, Daniel, Fabián, Sergio, Gabriel y Sabrina. Al mismo tiempo, un contacto de su empresa en Brasil les cuenta sobre un mito que empezó a circular sobre Rasti. Se decía que las matrices se encontraban abandonadas en un depósito. Después de un rastreo, lograron encontrar las matrices originales de la fábrica en un sótano en el sur de Brasil.

Durante dos años, los Dimare se dedicaron a realizar los trámites para comprar la marca, recuperar y retocar las 108 matrices, contratar empleados, invertir en máquinas inyectoras, ampliar la planta y rediseñar las cajas. Finalmente, relanzaron Rasti en el 2007. A pesar de ya contar con Blocky, ambas marcas no compitieron entre sí, sino que se complementaron y potenciaron sus ventas en conjunto.

Hoy en día la empresa es manejada por Antonio y sus hijos. Su producción es de aproximadamente 125 millones de ladrillos por año y, además, fabrican otros productos como manuales pedagógicos, didácticos y otros tipos de juguetes.

La fábrica actualmente se encuentra en la zona de Lomas del Mirador, a aproximadamente 25 minutos de la Pontificia Universidad Católica Argentina. En ella trabajan 70 operarios efectivos, pero en temporada contratan a empleados eventuales, llegando a ser aproximadamente 120 empleados. Las épocas de temporada son para el día del niño y para Navidad.

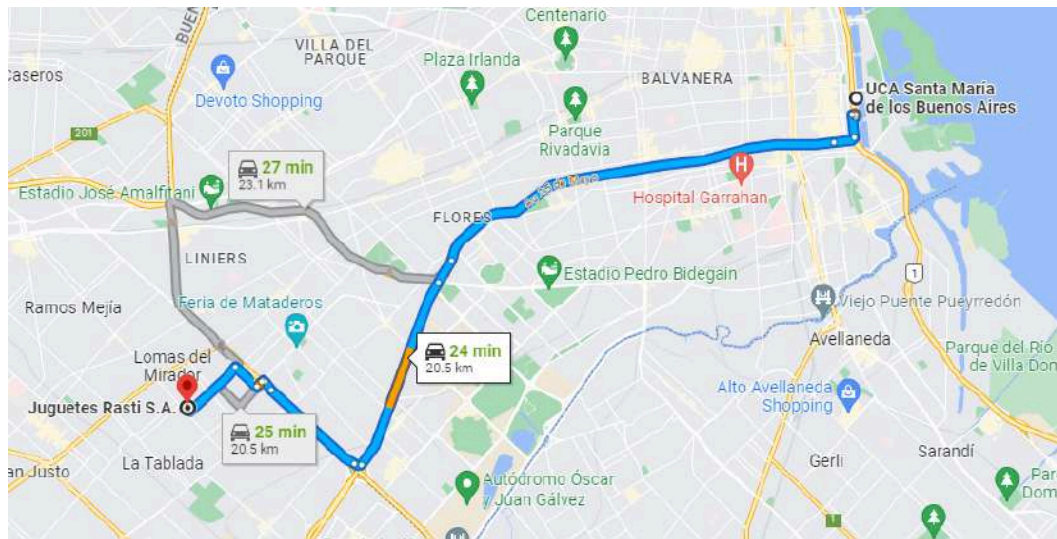


Imagen 3.1: Mapa con la ubicación de Juguete Rasti S.A. y la UCA



Imagen 3.2: Planta de Rasti S.A. en Lomas del Mirador

A continuación, se encuentra el organigrama de la empresa:

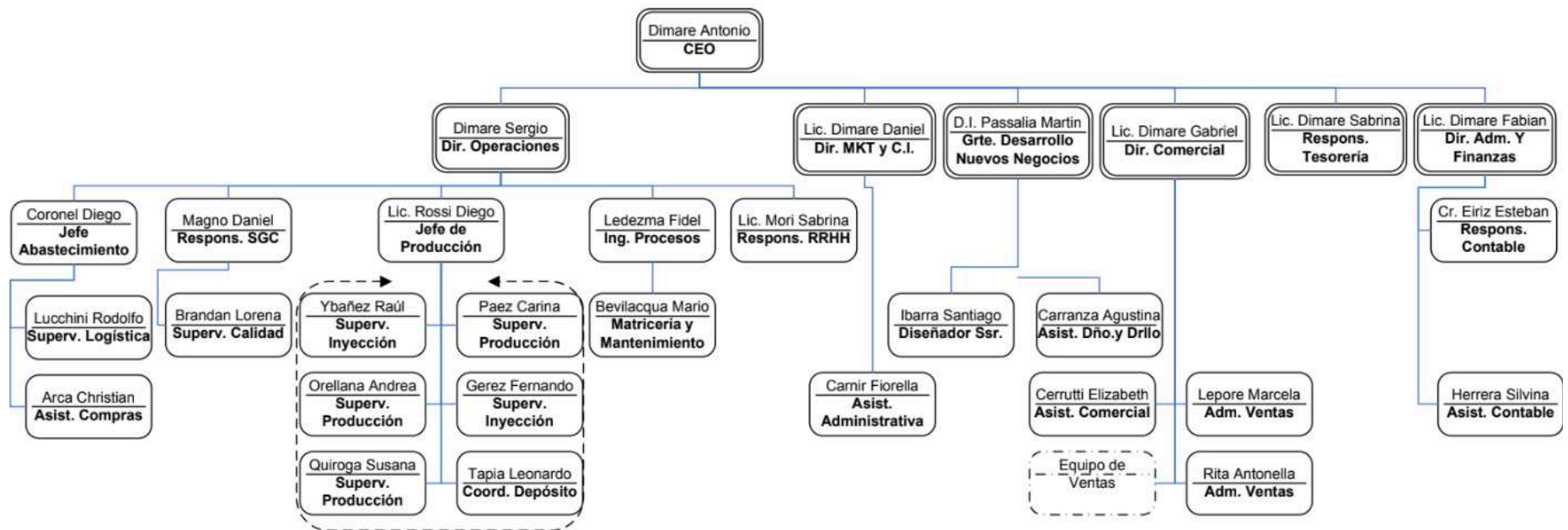


Imagen 3.3: Organigrama de la empresa

El turno de trabajo normal es de 9 horas, de 7 a 16 horas de lunes a viernes. En temporada, solo el sector de máquinas pasa a tener dos turnos de doce horas, de 7 a 19 horas y de 19 a 7 horas.

La principal actividad de la empresa se basa en la venta de diversas líneas de juguetes para niños. Cada línea se crea a partir de un minucioso estudio de los distintos perfiles infantiles y las áreas de desarrollo que el juguete estimulará. La empresa cuenta con distintas marcas, cada una con un objetivo diferente.

La mayoría de las líneas consisten en piezas y accesorios fabricados en material plástico que, por un sistema único de encastre, permite armar construcciones resistentes que luego pueden desarmarse para crear algo nuevo y completamente diferente. Rasti fabrica juguetes que buscan estimular la creatividad, la imaginación e incentivan el razonamiento de los niños.

A continuación, se encuentra una descripción para cada una de las marcas de la empresa.

Rasti

Es la marca principal de la empresa, cuenta con los famosos bloquecitos que la hicieron tan conocida. Rasti ofrece una amplia gama de kits y piezas de plástico que permiten a los chicos construir diferentes estructuras usando su imaginación. Incluyen manuales con ideas de figuras que se pueden construir para que los chicos se inspiren. Está dirigida a un público en general y se caracteriza por la versatilidad y la creatividad en la construcción.



Imagen 3.4: Rasti

Blocky

Es una marca parecida a Rasti pero está orientada a niños de alrededor de 6 años. Cada uno de los productos tiene una temática y contiene los bloques necesarios para construir una figura en particular, además de otros accesorios y en algunos casos personajes articulados. Algunos ejemplos son Blocky Veterinaria, Dinosaurios, Bomberos y Policías.



Imagen 3.5: Blocky Bomberos

Blokoco

Es una marca dirigida a los más chicos, de más de 3 años de edad, por lo que los ladrillos son más grandes. Es el producto más económico del mercado.



Imagen 3.6: Blocoko

Piago

Piago es una marca que tiene como target a bebés de más de 6 meses. Los bloques son más grandes y son de un material blando, con puntas redondeadas y flexibles para que los niños puedan jugar con seguridad.



Imagen 3.7: Piago

Armatrón

Armatrón es un producto diferente a los bloques, pero también es para encastrar. Es un sistema innovador compuesto de piezas y accesorios con articulación y movimientos para que los chicos armen con su imaginación distintos personajes. Estos productos son para niños mayores de 5 años.



Imagen 3.8: Armatrón

Flokys

Flokys es una línea de juguetes de personajes articulados con accesorios. Está dirigida a chicos de más de 3 años.



Imagen 3.9: Flokys Héroes de la Ciudad

Bimbi

Bimbi es una línea de juguetes didácticos para la primera infancia. Está pensada para la estimulación de los niños en los primeros años. Es para chicos de más de 3 meses.



Imagen 3.10: Bimbi

Crico

Crico es un sistema con piezas de fácil encastre, con diferentes formas y colores. Es para niños mayores de 3 años.



Imagen 3.11: Crico

CityBall

Es una de sus marcas nuevas, la cual cuenta con piezas para construir laberintos para bolitas. Es para niños mayores de 3 años.



Imagen 3.12: CityBall

Iko y Oki

Con el avance de la transformación digital, en las escuelas empezó a surgir la robótica. Así es como Rasti ve una oportunidad y desarrolla líneas de juguetes de robótica educativa.

Una de las marcas es Iko, la cual está orientada a chicos del nivel inicial. Iko es un robot que se programa fácilmente con tarjetas, las cuales lee mediante un sensor con tecnología RFID. Los chicos ponen las tarjetas en la secuencia que quieren que el robot realice las actividades. Este tipo de sistema, que es un juego para los chicos, los ayuda a desarrollar el pensamiento computacional y la programación.



Imagen 3.13: Iko

La otra marca es Oki, un kit para que los chicos puedan iniciarse en la robótica y programación de una manera divertida. El robot cuenta con piezas de encastre para armar un vehículo personalizable y con un núcleo basado en Arduino programable mediante el uso del software libre y gratuito, llamado Rastiblock, basado en Scratch. A través del software, los chicos desarrollan un programa para las actividades que quieren que realice el robot.



Imagen 3.14: Oki

Además de estas marcas, la empresa también fabrica productos a pedido de otras empresas como Carrefour, Axion, YPF y Grido.



Imagen 3.15: Rasti y Grido



Imagen 3.16: Rasti y Axion

A lo largo de los años, la empresa tuvo que ir reinventándose, ya que hoy en día los chicos no juegan con los juguetes de la misma manera que lo hacían antes. Hoy existen juguetes más modernos con tecnologías avanzadas. Así es como Rasti desarrolló otras líneas de negocio, como la línea de robótica educativa, cumpleaños temáticos con la marca, aplicaciones para teléfonos móviles, capacitaciones corporativas, zapatillas y también inauguraron un espacio dedicado a Rasti en el Hotel Panamericano de Bariloche y el Holiday Inn de Córdoba.



Imagen 3.17: Cumple Rasti



Imagen 3.18: Zapatillas Rasti

En el desarrollo de este trabajo estuvimos trabajando con Sergio Dimare, uno de los cinco hermanos dueños de la empresa. Él es el Director de Operaciones de Rasti.

4. Cultura Organizacional

Como parte importante del relevamiento de la empresa, consideramos analizar el aspecto de cultura organizacional que predomina en Rasti. Este análisis es de gran utilidad para comprender de dónde viene, hacia dónde va y cómo se posiciona hoy la empresa con respecto a la competencia. A su vez, la interrelación entre la cultura de una empresa y la adaptación de la misma a los cambios constantes en las tecnologías y el mercado, son un factor fundamental a considerar para plantear la factibilidad de las mejoras propuestas en este trabajo.

El modelo de Cultura Organizacional OCAI (Organizational Culture Assessment Instrument) se aplica para diagnosticar la cultura de las organizaciones. Ha alcanzado un grado de madurez que nos asegura su replicabilidad. Utiliza un instrumento que consiste en un cuestionario (ver Anexo I) a ser aplicado en una muestra representativa de integrantes de la organización.

Su diseño está estructurado en las siguientes seis dimensiones:

1. Características Dominantes de la Organización
2. Liderazgo Organizacional
3. Estilo de Gestión
4. Factores de Integración
5. Énfasis Estratégico
6. Criterios de Éxito

Perfiles Culturales

Desde el punto de vista de la caracterización de la cultura organizacional, el modelo la clasifica en cuatro perfiles ideales. Es conveniente aclarar que las organizaciones no se adaptan exclusivamente a uno de estos perfiles, sino que combinan características de estos con predominancia de alguno.

Previo a la explicación de los cuatro perfiles ideales, debemos aclarar cómo se combinan estas características. Es fácil reconocer dentro de las organizaciones aquellas que hacen mayor foco al medio ambiente interno de su propia empresa o aquellas que externalizan mayormente sus ideas. Es por esto por lo que nos encontramos con dos

valores contrarios, interno y externo, que van a predominar de forma diferenciada en los perfiles posteriormente analizados. De la misma forma nos encontramos con otras dos características que aglutinan a estos perfiles. Son igualmente contrarios como los valores externos e internos, pero estos hacen mayor foco en la flexibilidad o estabilidad que la organización adopte.

Con esto, el modelo define los cuatro perfiles de cultura siguientes:

- Jerárquica/ Burocrática
- Orientada al Mercado
- Clan/ Club/ Comunidad
- Adhocracia/ Flexible/ Orgánica

En la Figura se muestra el modelo y la vinculación entre perfiles culturales y características combinadas.

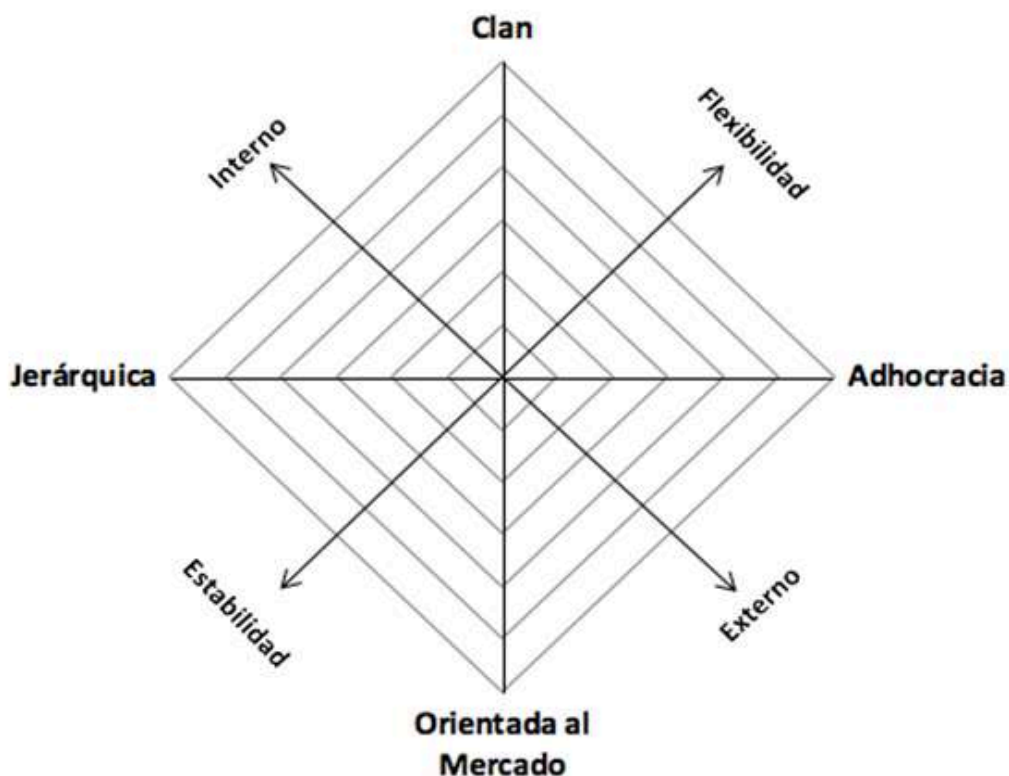


Imagen 4.1: Gráfico modelo OCAI

Detalle del trabajo de campo

Para el análisis tomamos una muestra 5 empleados:

- Lic. Sergio Dimare - Director de Operaciones
- Ing. Fidel Ledezma - Jefe de Ingeniería e Ingeniero de Procesos
- Susana Quiroga - Coordinadora de Producción
- Fernando Gerez - Supervisor de Inyección
- Juan Maldonado - Operario de Inyección

Observaciones

- La encuesta maneja vocabulario complicado para el nivel de jerarquía de los operarios, a los cuales se les dificulta la comprensión de las consignas.
- Los niveles de jerarquía más altos lograban comprender la encuesta, pero se concentraban más en lograr repartir los porcentajes adecuadamente entre las preguntas que en valuar sin ese sesgo las respuestas.

Resumen del Resultados de las encuestas:

Para el trabajo de campo se hizo uso del modelo de cultura OCAI en una muestra de 5 integrantes de la empresa (ver Anexo I respuestas). Se aplicó esta herramienta dividiendo el cuestionario en dos etapas, en una primera con el objetivo de identificar la cultura actual de la organización y una segunda buscando identificar la cultura que los miembros de la organización creen que se debería adoptar. A partir de lo contestado por los encuestados se obtuvieron los siguientes datos:

Modelo OCAI Rasti S.A.						
Tipo de cultura	Cómo es	Impacto (%)		Tipo de cultura	Cómo debería	Impacto (%)
Clan	1010	33,78		Clan	1125	37,63
Jerárquica	715	23,91		Adhocracia	765	25,59
Adhocracia	705	23,58		Jerárquica	565	18,90
Orientada al mercado	560	18,73		Orientada al mercado	535	17,89
Total	2990	100		Total	2990	100

Imagen 4.2: Resultado totales de encuestas



Imagen 4.1: Gráfico de resultados del modelo OCAI

Evaluación de resultados

Como es

En base a los datos obtenidos en la primera parte de la encuesta, pudimos observar que predomina una concepción sobre la actualidad de la empresa en base a un tipo de cultura de clan.

La de mayor predominancia es la cultura de tipo clan, pero lo más interesante no es el resultado en sí mismo sino el significado detrás de este, que es a partir del cual adquiere sentido la encuesta. Que sea clan significa que posee una cultura con cierta similitud a aquellas organizaciones de tipo familiar, donde se comparten los valores y se establecen objetivos en común. En las mismas, prima el trabajo en equipo donde los empleados cumplen un rol fundamental en la toma de decisiones. Es decir, que existe un compromiso corporativo para darles participación en un ambiente donde los principales pilares son la lealtad y el compromiso.

Estas características mencionadas anteriormente, tienen un lazo fuerte con los orígenes de la empresa en sí (explicado en detalle en la sección anterior), y como consecuencia de ello, es que a lo largo del tiempo adquirió una cultura de clan.

Actualmente, se encuentra a la cabeza Antonio con sus 5 hijos, dedicados cada uno a diferentes partes de la gerencia, con la peculiar condición de que cualquier hijo suyo iba a ingresar a la empresa, si obtenía primero un título universitario.

Conociendo esta resumida parte de la historia, podemos comprender cómo es que los valores familiares de inmigrantes italianos sean predominantes en la empresa, y en parte eso es lo que la lleva a desarrollarse como un “clan”.

Como Debe Ser

En la segunda parte de la encuesta, obtuvimos como resultado principal el deseo de que la adhocracia se coloque en segundo lugar por gran diferencia.

Primero podemos entender que la permanencia del tipo clan como predominante, es debido al agrado de los empleados en trabajar en una empresa con estos valores, los cuales al parecer no son excesivos, ya que los resultados indican que se desea que sea aún más clan.

Sin embargo, el resultado más importante es la escalada de nivel del tipo adhocracia. Este tipo de cultura es aquella cuyos principales pilares son la innovación y las nuevas ideas de cara al futuro. Prima la capacidad de rápida adaptación, flexibilidad y creatividad para alinearse rápidamente a nuevas tendencias generando nuevas oportunidades.

La empresa a lo largo de los años ha buscado evolucionar mediante la innovación para ganar mercado y cumplir sus objetivos, reformulando el espíritu nostálgico para darle batalla a las consolas y los videojuegos. Daniel Dimare, el actual director de la empresa, dice que en una pyme familiar la tradición y la innovación son algo que hay que saber manejar bien. A veces las viejas generaciones no dejan a las nuevas innovar y las nuevas no dan valor a las tradiciones.

Durante los años 2006 y 2007, bajo el acuerdo bilateral entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, la empresa incorporó a un consultor japonés, quien brindó servicios de consultoría en management para alcanzar mayor competitividad e inserción en el mercado global. De su trabajo, surgió la recomendación de certificar bajo la Norma ISO 9001 (el Sistema de Gestión de Calidad), convirtiéndose en la primera fábrica de juguetes argentina en aplicarla.

En 2019 se inició un plan de inversiones con el fin de automatizar los procesos productivos. Desarrollaron 2 robots para automatizar el envasado de los productos y estuvieron analizando diferentes alternativas para automatizar el conteo de piezas y embolsado. Ese año, la empresa conformó un equipo multidisciplinario de robótica y educación y se lanzaron los primeros Kits de Robótica Educativa para primer y segundo ciclo de la escuela primaria que exportan a varios países.

Actualmente, Rasti dejó de ser sólo una marca de juguetes. Como mencionamos anteriormente, en los últimos años pasaron de la venta de juguetes a realizar cumpleaños temáticos con la marca, aplicaciones para teléfonos móviles, capacitaciones corporativas, lanzaron zapatillas y también inauguraron un espacio dedicado a Rasti en el Hotel Panamericano de Bariloche y el Holiday Inn de Córdoba.

Del mismo modo, la empresa cuenta con diversas fuentes para la innovación de los productos que se lanzan en el mercado como los procesos productivos, que involucran a los empleados generando no solo un sentido de pertenencia sino también una participación al ser escuchados.

Conclusiones Finales

La intención de orientar la cultura de la empresa a una que sea adhocracia representa un paso importante en la dirección correcta para afrontar los desafíos de la Industria 4.0 y competir en los mercados de la nueva era industrial. La Industria 4.0 se caracteriza por la integración de tecnologías digitales, la automatización, la analítica avanzada y la conectividad en los procesos productivos, lo que exige una mentalidad ágil y orientada a la innovación.

La transición hacia una cultura de adhocracia en Rasti SA es un indicador sólido de su compromiso con la adaptación necesaria para competir en los mercados de la Industria 4.0. Esta tendencia no solo refleja la voluntad de la empresa de abrazar la transformación digital y tecnológica, sino que también subraya su reconocimiento de que la innovación y la flexibilidad son esenciales para mantenerse relevante en un entorno empresarial cada vez más dinámico y orientado a la innovación.

En el último tiempo, Rasti S.A. ha demostrado su disposición a adoptar la innovación, como se evidencia en la implementación de la Norma ISO 9001, la automatización de procesos y la diversificación de sus actividades. La inversión en robótica educativa y la exploración de nuevos segmentos de mercado son otros

ejemplos de cómo la empresa se adapta a las tendencias cambiantes y busca nuevas oportunidades.

La adopción de esta cultura organizacional representa una decisión audaz y estratégica, poniendo a la empresa en una posición de abrazar la evolución que muchas pequeñas y medianas empresas aún titubean en abordar. Esto le otorgará una ventaja competitiva distintiva en el mercado, situándose en una posición destacada frente a sus competidores. Es por ello, que creemos óptimo como parte de este trabajo buscar implementar las tecnologías de vanguardia que ofrece la Industria 4.0 en el proceso productivo, ya que la empresa se encuentra mentalmente preparada para dar este paso de transformación.

La combinación de valores familiares y tradición con una mentalidad de adaptabilidad y creatividad, permitirá a la empresa mantener su legado mientras se mantiene competitiva en la nueva era industrial.

5. Proceso Productivo de Rasti S.A.

El proceso productivo con el cual cuenta la empresa, no se aleja mucho del estándar de una empresa que se dedica a la producción mediante inyección de plásticos. Consiste en determinados pasos que son especificados a continuación:

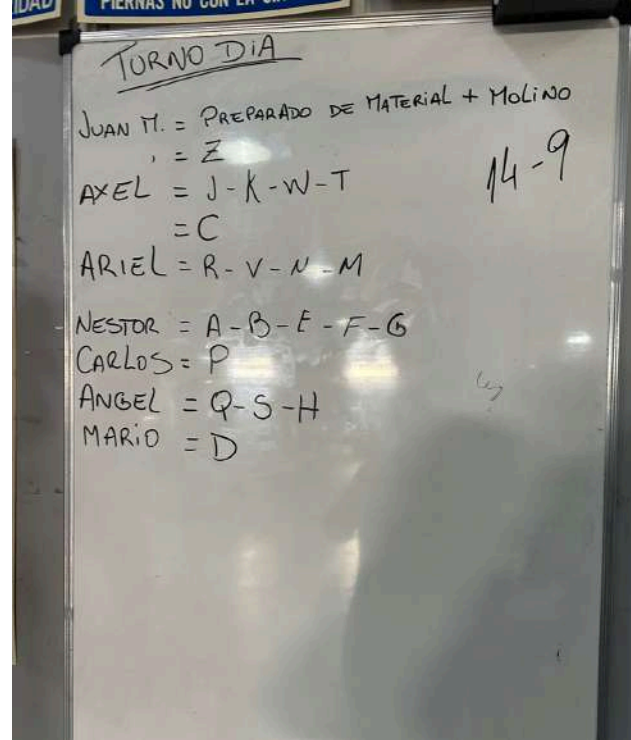
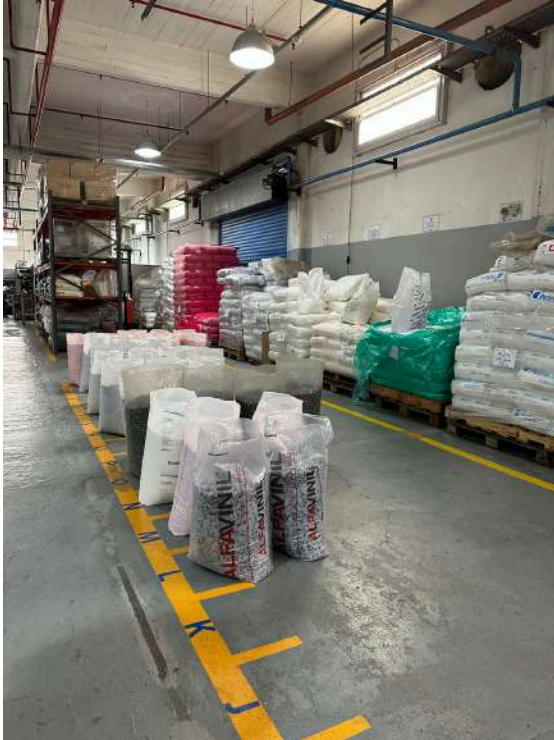
5.1 Mezclado

La primera etapa es el mezclado de los materiales, donde se mezclan los pellets de plástico con el colorante durante un tiempo entre cinco y diez minutos. Después, se saca el material de la mezcladora y se coloca en bolsas. Estas bolsas pesan aproximadamente 25 kilogramos.



Imágenes 5.1 y 5.2: Mezcla final y mezcladora

El colorante utilizado depende del color que se necesite según el plan de producción. Las bolsas se colocan en un sector señalizado según la inyectora a la cual van a ir posteriormente, las cuales se identifican con letras.



Imágenes 5.3 y 5.4: Zona señalizada para colocar las bolsas de material y planificación del día

5.2 Inyección

La segunda etapa es la inyección, en donde los pellets de plástico son absorbidos por la inyectora mediante una manguera, se almacenan en una tolva, pasan por un horno en donde se funden a una temperatura mayor a 200 °C y luego son inyectados en las matrices. Las matrices tienen un sistema de enfriamiento con canales, por los cuales pasa agua fría para acelerar el proceso, el cual dura aproximadamente unos veinte segundos. Una vez enfriadas las piezas, caen en un recipiente donde después se separa el plástico sobrante, producto del canal de colada. Este último se muele y se vuelve a incorporar en la etapa de mezclado. Por esta razón, el proceso tiene un desperdicio de material prácticamente nulo. La proporción es como máximo de 25% de material reutilizado y 75% de material virgen.



Imágenes 5.5 y 5.6: Inyectora

Las piezas producidas se colocan en cajas y se etiquetan con el tipo de bloque, la cantidad, el color, la fecha del lote y el operario que estuvo a cargo. El control de calidad se realiza según la norma IRAM 15, la cual determina la cantidad a muestrear según lo producido. El muestreo se realiza cada una hora, en donde se toma una de las piezas de cada caja y se las compara a simple vista con un bloque patrón, el cual es una pieza igual a la que se está fabricando en la inyectora que está firmada por el personal de control de calidad. Este bloque está en una bolsa enganchada en la inyectora junto con el plan de producción. La bolsa también contiene bloques con los cuales la pieza debería encastrarse bien. Si la pieza cumple con el control de calidad, se sella la caja.



Imágenes 5.7 y 5.8: Cajas etiquetadas, plan de producción y bloques patrón

5.3 Embolsado

La tercera etapa es el embolsado, en donde los operarios arman las bolsas con los bloques correspondientes. En el espacio de trabajo se encuentran las cajas con los diferentes bloques para realizar el picking, las cuales están inclinadas para que el puesto sea más ergonómico. A cada caja se le coloca un cartel con un dibujo del bloque y la cantidad de piezas a poner en cada bolsa. La cantidad de puestos de embolsado varía según la demanda. En temporada puede llegar a haber, por ejemplo, 32 puestos.

Una vez armada la bolsita, se pesa para verificar que tenga la cantidad de bloques correcta. El peso correcto se encuentra dentro de un intervalo de valores. Si la bolsita cumple, se sella.



Imágenes 5.9 y 5.10: Puesto de trabajo de embolsado

Rasti S.A.		CODIGO PRODUCTO	DESCRIPCION
		07 0676	BLOCKY CHICAS VETERINARIA
PROMEDIO DE PRODUCCION	PESO AUTOCONTROL		INDICADOR DE CALIDAD
CANTIDAD POR HORA	76	464 472	OK <input type="checkbox"/> NO CONFORME <input type="checkbox"/>
CANTIDAD DE OPERARIOS	4	DESDE HASTA	
RECUERDE REVALIDAR LOS PESOS AL REPONER UNA PIEZA EN LA MESA			
ORDEN DE FABRICACION			
O/F NUMERO	ARMO MESA	EZE	CANTIDAD A PRODUCIR
			560
PESO TOTAL: 237			

Imagen 5.11: Cartel de puesto de trabajo con límites de peso de autocontrol

Esta tarea es muy repetitiva y agotadora para los operarios, por lo cual dos veces por día deben realizar un descanso ergonómico de 10 minutos con una serie de ejercicios, una vez a la mañana y una vez a la tarde. También, dos veces por semana tienen media hora de gimnasia laboral, en donde va una profesora de gimnasia para que realicen diferentes ejercicios según la tarea que realizan.



Imagen 5.12: Puesto de trabajo con ejercicios ergonómicos

El control de calidad es muy parecido al de la etapa de inyección, en donde cada una hora pasa un operario y toma una de las bolsitas de la caja y verifica que su contenido sea correcto.

5.4 Envasado

La última etapa es el envasado, en donde las bolsas se colocan en las cajas. Esta tarea en su gran mayoría es manual y la realizan operarios en puestos de trabajo, pero también cuentan con un robot que lleva a cabo la tarea para ciertos productos. El robot de ABB succiona con aire la bolsa y la coloca dentro de la caja. Luego la pesa y, si cuenta con el peso correcto, se coloca en una caja con el producto terminado. Si la caja no cumple, por ejemplo, porque hubo un error en el proceso y está vacía, se coloca en una pila aparte. Los robots tienen una capacidad productiva de 1 caja individual de producto por minuto, proceso en el cual hacen controles de calidad por peso. Las cajas de algunos productos son más gruesas y no se pueden armar con el robot.

También, se realiza un control de calidad para las cajas finales, en donde se verifica que la caja esté bien cerrada, que no esté rota, que el contenido sea el correcto y que la impresión de la caja sea correcta. Luego se registra en una planilla.

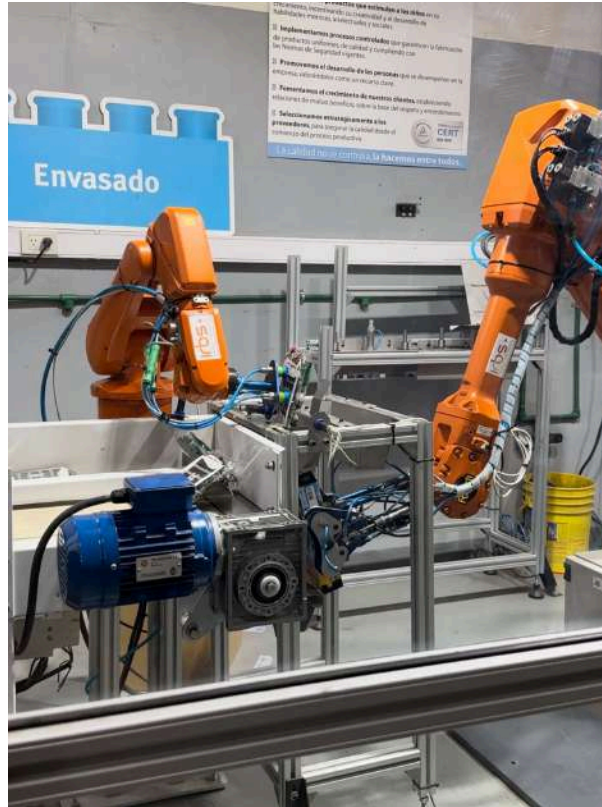
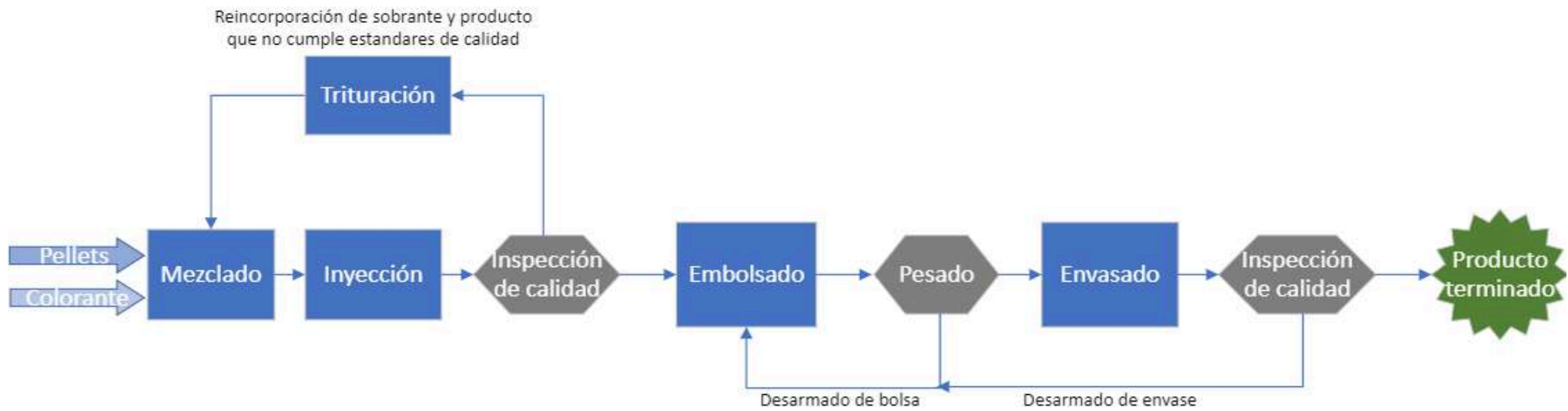


Imagen 5.13: Robot en etapa de envasado

5.5 Diagrama de flujo



6. Posibles Mejoras a Aplicar

Al analizar el proceso, notamos que se podrían realizar muchas mejoras relacionadas con el control de calidad, dado que los procedimientos actualmente empleados han quedado obsoletos, y hoy en día existen maneras mucho más eficientes gracias a la tecnología, como la inteligencia artificial, robotización, machine learning, deep learning, data science y big data. A continuación, desarrollamos ideas de posibles mejoras aplicando dichas herramientas.

6.1 Inyección

Como mencionamos anteriormente, el control de calidad de las piezas que salen de la inyección se realiza mediante un bloque patrón, el cual está verificado por control de calidad. Cada una hora pasa un operario y toma un bloque de cada una de las cajas y lo compara con el bloque patrón para ver si son similares. También verifica que el bloque pueda encastrar con otros. Si el bloque cumple, se sella la caja.

Creemos que este proceso quedó obsoleto ya que depende mucho del humano. Consideramos que no es muy preciso ya que es difícil ver a ojo que tanto se acerca a la pieza ideal, requiere de un operario que esté muy entrenado. Como el operario debe verificar varias cajas en cada vuelta, es un trabajo que es muy repetitivo y requiere mucha concentración. Es posible que para las últimas cajas no esté tan atento como para las primeras, lo que lleva a errores humanos.

Esta tarea podría optimizarse mediante la implementación de un programa de control por imagen con técnicas de computer vision, de manera que el control sea mucho más preciso y automatizado, disminuyendo la cantidad de piezas que se califican erróneamente.

De todas maneras, al hablar con Sergio, nos dijo que si bien la técnica no es muy moderna, las fallas que ocurren en esta etapa no generan un impacto muy importante en el proceso.

6.2 Embolsado

En esta etapa se realizan dos controles. El primero es el control por parte del operario que arma las bolsitas, que pesa cada una de ellas para verificar que tenga la cantidad de bloques correcta. El peso correcto se encuentra dentro de un intervalo de valores. Si la bolsita cumple, se sella. El segundo control de calidad es muy parecido al

de la etapa de inyección, en donde cada una hora pasa un operario y toma una de las bolsitas de la caja y verifica que su contenido sea correcto, tanto en cantidad de bloques como por su color.

Por el lado ergonómico, conviene automatizar esta operación por tratarse de un movimiento repetitivo y también debido al cansancio, ya que pueden contarse mal las piezas. Este tipo de tareas monótonas, además de afectar la performance debido al cansancio físico, influye negativamente por el lado motivacional.

Los operarios que arman las bolsitas, si bien cuentan con balanzas para pesar las bolsas y verificar si está dentro del rango de peso o no, no pueden verificar si el color de todos los bloques es el correcto. Si en el segundo control de calidad se detecta que se seleccionaron mal los colores, lleva mucho tiempo revisar todas las bolsas y volverlas a hacer, ya que este control se realiza cada una hora y durante ese tiempo el operario hace varias bolsitas. Por esta razón, sería ideal poder verificar tanto la cantidad y el color en una misma etapa, para evitar la propagación de errores.

Esta operación es la que mayor tiempo de ciclo demanda y la de mayor fuente de errores que producen costos adicionales por devoluciones. Es por esto, que se considera una actividad vital para optimizar mediante el uso de las herramientas informáticas de manera de obtener un impacto altamente positivo.

Para solucionar las diversas problemáticas planteadas en los puntos anteriores, planteamos dos soluciones posibles. Una consiste en modificar el control que hace el operario al terminar de armar la bolsita. En vez de pesarla, se podría utilizar un sistema que por control por imagen verifique si la cantidad y el color de las piezas es el correcto, y en caso de que no lo sea, que indique que es lo que el operario debe corregir. Esto ayudaría a que los dos controles que se realizan en esta etapa se lleven a cabo en un solo paso, permitiendo agilizar la operación.

Sin embargo, esta solución no resuelve el problema relacionado con el factor humano y, además, puede resultar contraproducente, pudiendo aumentar más los errores producto de la relajación del operario. Como el sistema le diría al operario que falla existe en cada bolsita, este no prestaría tanta atención al armarlas, ya que en caso de que no sea correcta lo puede corregir fácilmente. Por esta razón, en caso de llevar a cabo esta solución, por un lado, sería necesario buscar maneras de mejorar la tarea ergonómicamente. Por otro lado, habría que buscar una manera de incentivar a los empleados para que realicen las bolsitas bien a la primera. Por ejemplo, se podría implementar un sistema de puntos, en donde los operarios vayan sumando puntos por cada bolsita correcta que hacen y obtengan algún premio a cambio.

La otra solución es automatizar toda la tarea. Además de realizar el control de calidad con un sistema de control por imagen, se podría buscar que el proceso de armado de las bolsitas sea realizado por un sistema mecánico o robotizado. Al aplicar esta solución, habría que evaluar los cambios en los tiempos de la tarea y el impacto económico para la empresa, ya que implementar este tipo de sistema significaría una inversión mayor. También, habría que evaluar cual es el nuevo rol que tendrían los empleados y determinar si sería necesario despedir a alguno de ellos.

6.3 Envasado

En esta etapa se realiza un control de calidad para las cajas finales, en donde un operario verifica que la caja esté bien cerrada, que no esté rota, que el contenido sea el correcto y que la impresión de la caja sea correcta. Luego se registra en una planilla.

Al igual que en la etapa de inyección, nos parece que este control no es muy preciso ya que el operario debe revisar varias cajas por turno y para las últimas va a estar más cansado, por lo cual no va a prestar la misma atención que con las primeras, lo que puede llevar a errores humanos. Además, es difícil verificar con el ojo humano que el color de la impresión de las cajas sea correcto.

Para mejorar el control en esta etapa se podría utilizar, por un lado, un control por rayos x para verificar que el contenido de cada caja sea el correcto y, por el otro, se podría incorporar un control por imagen para verificar que la impresión de la caja sea correcta. El control por rayos x es más eficiente que el que hace el operario o el robot pesándola, ya que no sólo verifica que no esté vacía, sino también su contenido. Entonces, este último control se podría eliminar. Sin embargo, Rasti ya invirtió en el sistema de control por peso, por lo cual esta solución tal vez no sea la más viable, más aún teniendo en cuenta que el sistema que estamos planteando es bastante complejo y, por lo tanto, puede llegar a ser muy costoso.

Además, hay que considerar que muy pocas veces existe alguna falla proveniente de esta parte del proceso, por lo cual no se justificaría realizar este tipo de inversión.

7. Elección de Tarea a Mejorar

La tarea que decidimos optimizar aplicando herramientas de la Industria 4.0 es el embolsado. Debido a una combinación de factores, es la más crítica del proceso y la que más problemáticas genera en la empresa. En gran parte, esto es debido a que es un trabajo muy artesanal.

Por un lado, uno de los principales problemas que tiene esta tarea es la parte humana y ergonómica. Tiene movimientos muy repetitivos y agotadores tanto física como psicológicamente, por lo cual es fundamental un esquema de descanso para los trabajadores. Los empleados van rotando de puesto de trabajo para tratar de variar un poco, pero en sí la tarea es la misma. Están todo el turno laboral contando los bloques que van en las bolsas.

Por otro lado, el principal reclamo de los consumidores es el faltante de piezas, el cual se origina en esta parte del proceso. Por esta razón, consideramos que es muy importante tener un buen control de cada una de las bolsitas armadas, de manera de disminuir las fallas y dejar satisfechos a los clientes.

También, uno de los dueños de la empresa, Lic. Sergio Dimare, nos contó que esta tarea es el cuello de botella del proceso. En temporada, para poder cumplir con los planes de producción, deben subcontratar personal para esta tarea durante 2 o 3 meses. Eso implica una capacitación de los nuevos empleados, y cuando ya aprenden a hacer bien la tarea se termina la temporada. En algunos casos, si notan que algunos de los empleados subcontratados son sobresalientes, los efectivizan.

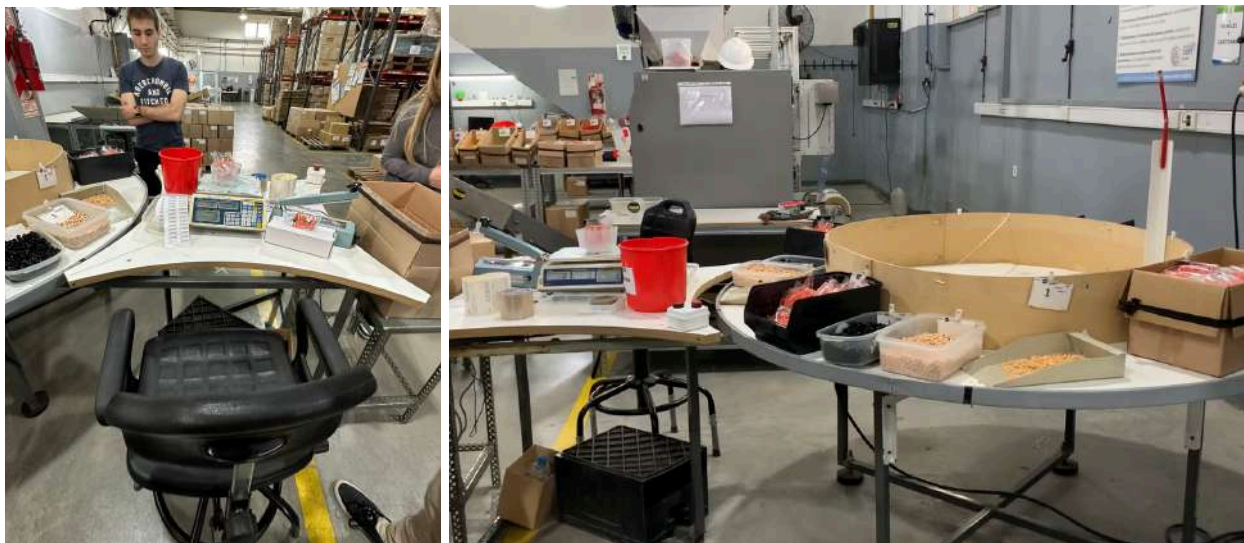
Rasti varias veces trató de modificar la tarea, pero nunca encontró una buena solución. Para solucionar el problema de productividad y hacer un mayor seguimiento, hace unos años habían implementado un sistema que conectaba las balanzas en red a un servidor. El sistema grababa lo que se pesaba en cada puesto de trabajo y en una pantalla mostraba un tablero que se actualizaba constantemente. El tablero mostraba indicadores como la producción de cada mesa, la producción global, la productividad, parámetros de calidad, entre otros. Para cada bolsa que se pesaba, el sistema registraba si estaba dentro o fuera de los parámetros de calidad.

Sin embargo, este sistema se dejó de usar porque traía una serie de problemas. Una de las razones es porque era mucho trabajo establecer los parámetros para cada línea de productos. Por un lado, hay productos que son para empresas como Grido o Carrefour que fabrican cierta cantidad y después no se hacen más. Por otro lado, es

imposible encontrar un peso exacto para cada bolsa terminada porque a veces una misma pieza tiene diferentes espesores. Esto creaba mucho conflicto sindical, porque algunos empleados decían que ellos armaban bien las bolsitas, pero el sistema decía que estaban mal o si el sistema marcaba que estaba mal ponían alguna excusa para justificarse. El sistema se había convertido en un foco de discusión todo el tiempo y no es el punto principal de la producción. Por estas razones, se decidió dejar de usar el sistema y se dejó de controlar con tanto detalle a los empleados.

La empresa también propuso mejoras para la tarea por el lado ergonómico. Una de las primeras mejoras que implementaron fue que el puesto de trabajo sea una mesa circular con un espacio en el medio para el trabajador. De esta manera, el empleado no tenía que caminar tanto, sino que iba girando en el lugar. Sin embargo, no se terminó implementando ya que los empleados se mareaban.

Cuando visitamos la planta de Rasti, estaban realizando pruebas para una nueva idea. Esta consiste en que el empleado esté sentado y a su lado haya una mesa giratoria cada determinado tiempo en la que se ubican los bloques. De esta manera, los empleados no terminan caminando tanto y además tienen la posibilidad de estar sentados o parados.



Imágenes 7.1 y 7.2: Pruebas de puesto de trabajo con mesa giratoria

Desde hace unos meses están poniendo a prueba esta nueva disposición y de a poco fueron haciendo modificaciones para que se adapte un poco mejor al trabajo. Por ejemplo, a la mesa donde está el empleado le agregaron una curvatura, como se ve en la imagen, para que pueda estar más cerca. También, agregaron botones de pausa y parada de emergencia. Después, se dieron cuenta que debían tener una disposición

diferente según si el empleado es diestro o zurdo. Si se pone una mesa espejada del otro lado y se cuenta con cuatro operarias, de las cuales dos son hábiles con la mano derecha y las otras dos con la mano izquierda, se podría tener a todas en una misma mesa de trabajo. Sin embargo, esta potencial solución posee el inconveniente que a nivel estadístico, según el “*metaanálisis Human Handedness*”, la población de personas “zurdas” a nivel mundial es aproximadamente del 10%. Por lo tanto, no sería una tarea sencilla encontrar en el mercado la disponibilidad de empleados que se adapten a este puesto de trabajo con facilidad.

La disposición de los bloques en la mesa va a depender del producto que se deba armar. Si tiene varias piezas, probablemente habría que organizarla de manera que se haga una bolsa completa por cada vez que da una vuelta completa. El día que fuimos, estaban armando las bolsas para un producto que tiene pocas piezas, por lo cual armaron una disposición que permitía armar una bolsita por cada cuarto de vuelta.

Según el producto que quieran armar, desarrollan un programa especificando la cantidad de estaciones que va a necesitar, la cantidad de veces que debe parar y el tiempo que debe estar detenido. El tiempo se configura según la cantidad de bloques que debe agarrar por estación.

Esta nueva disposición para la tarea tiene como objetivo solucionar el aspecto ergonómico, pero no pone foco en los tiempos de la tarea o en tratar de disminuir las fallas que realiza el operario. Nuestro objetivo es encontrar una alternativa que tenga en cuenta todos estos aspectos.

Para respaldar nuestra elección de la tarea a mejorar, nos basamos en la evaluación de Key Performance Indicators (KPIs) que consideramos fundamentales al analizar los diversos puntos de optimización posibles. A continuación, detallaremos cómo estas métricas se vinculan con la ergonomía, el estudio de tiempos y el registro de fallas en el producto final.

7.1 KPIs

7.1.1 Ergonomía

Identificación de tarea crítica

La identificación de factores de riesgo es un paso fundamental en la implementación ergonómica. Se trata de la primera etapa del análisis ergonómico, en donde observaremos y reconoceremos los riesgos, teniendo en cuenta los principios básicos ergonómicos. Mediante la resolución 886/2015, la superintendencia de riesgos del trabajo nos facilita una serie de planillas que nos permiten llevar a cabo el protocolo de ergonomía. En primer lugar, adaptaremos la planilla 1 para identificar los factores de riesgos en los distintos procesos. Estos pueden ser:

- Levantamiento y descenso
- Empuje/Arrastre
- Transporte
- Bipedestación
- Movimientos repetitivos
- Postura forzada
- Vibraciones
- Confort térmico
- Estrés de contacto

A continuación, se mostrará dicha planilla que compara los riesgos asociados en cada uno de los procesos, justificándose una mejora en el embolsado a partir del análisis ergonómico.

		<i>Tareas habituales del Puesto de Trabajo</i>		
<i>Factor de riesgo de la jornada habitual de trabajo</i>		<i>Mezclado</i>	<i>Embolsado</i>	<i>Envasado</i>
A	Levantamiento y descenso			
B	Empuje / arrastre			
C	Transporte	X		
D	Bipedestación		X	
E	Movimientos repetitivos		X	X
F	Postura forzada		X	
G	Vibraciones			
H	Confort térmico			
I	Estrés de contacto		X	

Evaluación de cada riesgo

Una vez identificados los riesgos con el uso de la planilla 1 adaptada, evaluaremos cada riesgo de forma más detallada mediante el uso de la planilla 2, para la cual contamos de diferentes tablas asociadas a cada tipo de riesgo. En nuestro caso, al ya identificar el proceso de embolsado como el más crítico, entraremos en detalle con un esquema de pasa/no pasa, el cual permite definir la existencia del riesgo y la gravedad en dicho proceso.

Bipedestación

El Decreto 49/14 establece las siguientes definiciones:

- Bipedestación estática: Bipedestación con deambulación nula por lo menos durante DOS (2) horas seguidas durante la jornada laboral habitual.
- Bipedestación con deambulación restringida: El trabajador deambula menos de CIEN (100) metros por hora durante por lo menos TRES (3) horas seguidas durante la jornada laboral habitual.
- Bipedestación con portación de cargas: Tareas en cuyo desarrollo habitual se requiera bipedestación prolongada con carga física, dinámica o estática, con aumento de la presión intraabdominal al levantar, trasladar, mover o empujar objetos pesados.
- Bipedestación con exposición a carga térmica: Todos los trabajos efectuados con bipedestación prolongada en ambientes donde la temperatura y la humedad del aire sobrepasan los límites legalmente admisibles y que demandan actividad física. En tales casos se revisará la exigencia de tiempo mínimo de exposición tomando en cuenta la influencia derivada de las circunstancias concretas de carga térmica.

En el caso del proceso de embolsado, identificamos una bipedestación con deambulación restringida, ya que contamos con los operarios que no realizan desplazamientos considerables y están parados al efectuar su tarea.

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio:	Embolsado
Puesto de trabajo:	Embolsado Tarea N°:

2.D: BIPEDESTACION

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El puesto de trabajo se desarrolla en posición de pie, sin posibilidad de sentarse, durante 2 horas seguidas o más.	X	

Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuesta es **SI** continuar con paso 2

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	En el puesto se realizan tareas donde se permanece de pie durante 3 horas seguidas o más, sin posibilidades de sentarse con escasa deambulacion (caminando no más de 100 metros/hora).	X	
2	En el puesto se realizan tareas donde se permanece de pie durante 2 horas seguidas o más, sin posibilidades de sentarse ni desplazarse o con escasa deambulacion, levantando y/o transportando cargas > 2 Kg.		X
3	Trabajos efectuados con bipedestacion prolongada en ambientes donde la temperatura y la humedad del aire sobrepasan los límites legalmente admisibles y que demandan actividad física.		X
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son **NO** se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es **SI**, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

Movimientos repetitivos de miembros superiores

El trabajo repetitivo se caracteriza básicamente porque los ciclos de actividad efectuados por los operarios durante breves períodos de tiempo y la tarea realizada en cada ciclo, incluye un patrón de movimientos y esfuerzos similares, que se repiten en forma frecuente, 2 o más veces por minuto a través de la jornada laboral.

Para determinar el esfuerzo realizado durante el movimiento repetitivo, se utiliza la escala de Borg. Más del 50% del tiempo de ciclo, independientemente de la duración, se realiza el mismo gesto.

La Escala de Borg (Borg G.A. 1982) está basada en la sensación del esfuerzo que manifiesta el trabajador cuando se le solicita que cuantifique en una escala de 0 a 10 con qué intensidad percibe el esfuerzo que está realizando. El observador le pregunta al trabajador cuánto le parece que es la fuerza que hace con sus manos para (agarrar, levantar, sostener, empujar, etc.) los objetos que está manipulando en cada ciclo. Si se percibe un esfuerzo distinto para cada mano, debe hacerse el análisis en planillas separadas.

El movimiento repetitivo representa una carga mental para el operario, al desmotivarse por hacer siempre el mismo tipo de tarea, a pesar de que haya una rotación de puestos, ya que hacen básicamente lo mismo, pero con una composición diferente de piezas. A su vez, puede provocar lesiones en las articulaciones como los hombros.

ANEXO I: Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS		
Area y Sector en estudio: Embolsado		
Puesto de trabajo:	Embolsado	Tarea N°:

2.1 ESTRES DE CONTACTO

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica de forma habitual:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Mantener apoyada alguna parte del cuerpo ejerciendo una presión, contra una herramienta, plano de trabajo, máquina herramienta o partes y materiales.	X	

Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.
 Si la respuestas es **SI**, continuar con el paso 2.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El trabajador mantiene apoyada la muñeca, antebrazo, axila o muslo u otro segmento corporal sobre una superficie aguda o con canto.		X
2	El trabajador utiliza herramientas de mano o manipula piezas que presionan sobre sus dedos y/o palma de la mano hábil.	X	
3	El trabajador realiza movimientos de percusión sobre partes o herramientas		X
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable .
 Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

Posturas forzadas

El término postura forzada está referido a posiciones adoptadas por los segmentos corporales, que pueden implicar riesgo para la integridad y función del sistema músculo-esquelético. Los factores que condicionan que una postura sea adecuada (segura, cómoda y funcional), dependen en gran medida de factores relacionados con el tipo de trabajo muscular (dinámico o estático), la intensidad del trabajo muscular, lo extremo de la amplitud del movimiento requerido, así como también, que exista una compresión de estructuras anatómicas, tales como nervios y tendones.

Los trastornos de miembros superiores, inferiores, cuello y columna lumbo-sacra por posturas forzadas, no sólo dependen de la postura adoptada, sino de su relación con otros factores como: el tiempo que se mantiene la postura, la frecuencia con que se adopta la misma, la fuerza que se realiza, la posibilidad de implementar pausas, la presencia de vibraciones, el ambiente térmico, etc.

En el puesto de envasado se detecta una postura forzada de cuello al observar una flexión de cuello mantenidas por períodos prolongados al tomar las distintas piezas de las cajas. Además, al tomar las piezas, se observa rotación en los brazos y flexión en las muñecas

A su vez, al final de la línea, la persona que se encuentra sentada se la observa con una mala postura lumbar, arqueada lo cual puede producir lesiones.

ANEXO I - Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio:	Embolsado
Puesto de trabajo:	Embolsado
	Tarea N°:

2.F: POSTURAS FORZADAS

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Adopatar posturas forzadas en forma habitual durante la jornada de trabajo, con o sin aplicación de fuerza. (No se deben considerar si las posturas son ocasionales)	X	

Si todas las respuestas son **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuesta es SI, continuar con el paso 2.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Cuello en extensión, flexión, lateralización y/o rotación	X	
2	Brazos por encima de los hombros o con movimientos de supinación, pronación o rotación.	X	
3	Muñecas y manos en flexión, extensión, desviación cubital o radial.	X	
4	Cintura en flexión, extensión, lateralización y/o rotación.		X
5	Miembros inferiores: trabajo en posición de rodillas o en cuclillas.		X
6	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

Estrés de contacto

El estrés de contacto se refiere al efecto negativo que se genera sobre un segmento corporal como consecuencia de mantener un apoyo concentrado contra un elemento de trabajo. Al manipular las piezas, éstas pueden representar estrés de contacto producto de los bordes agudos.

ANEXO I: Planilla 2: EVALUACIÓN INICIAL DE FACTORES DE RIESGOS	
Área y Sector en estudio: Embolsado	
Puesto de trabajo: Embolsado	Tarea N°:

2.-ESTRES DE CONTACTO

PASO 1: Identificar si la tarea del puesto de trabajo implica de forma habitual:

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	Mantener apoyada alguna parte del cuerpo ejerciendo una presión, contra una herramienta, plano de trabajo, máquina herramienta o partes y materiales.	X	

Si la respuesta es **NO**, se considera que el riesgo es tolerable.

Si la respuestas es **SI**, continuar con el paso 2.

PASO 2: Determinación del Nivel de Riesgo.

N°	DESCRIPCIÓN	SI	NO
1	El trabajador mantiene apoyada la muñeca, antebrazo, axila o muslo u otro segmento corporal sobre una superficie aguda o con canto.		X
2	El trabajador utiliza herramientas de mano o manipula piezas que presionan sobre sus dedos y/o palma de la mano hábil.	X	
3	El trabajador realiza movimientos de percusión sobre partes o herramientas		X
4	El trabajador presenta alguna manifestación temprana de las enfermedades mencionadas en el Artículo 1° de la presente Resolución.		X

Si todas las respuestas son NO se presume que el riesgo es tolerable .

Si alguna respuesta es SI, el empleador no puede presumir que el riesgo sea tolerable. Por lo tanto, se debe realizar una Evaluación de Riesgos.

Otros factores a tener en cuenta

En cuanto a la iluminación, ventilación y carga térmica, se observó que todos los procesos cumplen con los estándares manteniendo los parámetros de nivel luminoso (lux), circulación de aire (HR) y temperatura (°C) según las recomendaciones.

Medidas preventivas y correctivas

Finalmente, con la evaluación de riesgos terminada podemos usar como referencia la Planilla 3 de la SRT, indicando las medidas preventivas y correctivas necesarias para adecuar los puestos de trabajo a las capacidades de los trabajadores y así contribuir al bienestar y la seguridad de los mismos, disminuyendo los accidentes de trabajo (AT), las manifestaciones tempranas de enfermedad y las enfermedades profesionales (EP), mejorando la calidad y la producción.

Como medidas de ingeniería podemos:

- Utilizar ayuda mecánica para eliminar o reducir el esfuerzo requerido por una herramienta
- Seleccionar o diseñar herramientas que reduzcan la fuerza, el tiempo de manejo y mejoren las posturas.
- Utilizar dispositivos (asistidores) y/o transportadores mecánicos para el manejo y transporte de cargas.
- Proporcionar puestos de trabajo adaptables al usuario que mejoren las posturas.

Como medidas administrativas podemos:

- Realizar pautas de trabajo que permitan a los trabajadores hacer pausas o ampliarlas lo necesario, de forma de implementar sistemáticamente tiempos de recuperación.
- Cambios de proceso

- Implementar un sistema de rotación entre puestos de trabajo o dentro del mismo puesto, cuando se hayan agotado otros mecanismos, o bien cuando se considere que es la mejor solución para la recuperación de los grupos musculares.

Para las medidas adoptadas debemos tener en cuenta de mitigar los riesgos asociados al proceso que analizamos anteriormente que producen TME (trastornos músculo-esqueléticos) pero también debemos tener en cuenta los aspectos de fatiga mental que pueden provocar cansancio y desmotivación en el personal, que se dan particularmente en este proceso.

Concretamente, en la sección de propuesta de mejora, detallaremos la solución adoptada para combatir estos problemas ergonómicos.

7.1.2 Estudio de tiempos

Uno de los indicadores que nos parece importante medir es el tiempo que lleva realizar la tarea. Para ello, nos basamos en las indicaciones para los estudios de tiempos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). La OIT define el estudio de tiempos como una “técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida”¹.

Decidimos medir los tiempos de embolsado del producto Blocky Veterinaria. Al ser un producto que tiene varias piezas, el puesto de trabajo está formado por cuatro estaciones: tres de embolsado y una de envasado.



Imagen 7.1.2.1: Producto elegido

Los puestos de embolsado están diseñados de manera que el tiempo que lleva realizar la tarea en cada uno sea el mismo, para que los cuatro puestos de trabajo estén coordinados.

A la hora de realizar un estudio de tiempos, la OIT recomienda dividir la tarea en elementos. Un elemento es una parte delimitada de una tarea definida que se selecciona para facilitar la observación, medición y análisis. Dividimos la tarea de embolsado en los siguientes elementos:

- 1) Selección de bloques: el operario selecciona los bloques de cada una de las cajas y los coloca en un recipiente. Empieza desde que se dirige a la primera caja de bloques y termina cuando coloca el último bloque en el recipiente.

¹ Kanawaty, George. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, cuarta edición, 1996, p. 273.



Imagen 71.2.2: Selección de bloques

- 2) Control por peso: el operario se acerca a la balanza y coloca el recipiente; si el peso se encuentra dentro del rango determinado verifica el control. Empieza cuando el operario termina de colocar los bloques en el recipiente y termina cuando el operario se dirige a buscar la bolsa del puesto de trabajo anterior.



Imagen 71.2.3: Control por peso

- 3) Buscar bolsa de la etapa anterior: el operario se acerca al puesto de trabajo anterior para recibir la bolsa de su compañero (esta etapa no se presenta en el primer puesto de embolsado). Empieza cuando el operario se dirige a la derecha para buscarla y termina cuando recibe en la mano la bolsa de su compañero.



Imagen 71.2.4: Operario buscando bolsa de puesto de trabajo anterior

- 4) Armado de bolsa: el operario coloca los bloques del recipiente en la bolsa que recibió del puesto de trabajo anterior y la pasa al siguiente. Empieza una vez que recibe la bolsa que le entrega el trabajador del puesto de trabajo anterior y termina cuando el operario le entrega la bolsa al compañero que se encuentra en el puesto de trabajo siguiente.



Imagen 71.2.5: Armado de bolsa y entrega a siguiente puesto de trabajo

El puesto de trabajo elegido para tomar las mediciones fue el tercero en la línea, que es el último de embolsado y se encuentra antes del envasado. Tomamos esta decisión debido a que observamos que muchas veces los puestos de trabajo no terminan de armar la bolsa al mismo tiempo. Por esta razón, a veces existe una demora en el tercer paso de la tarea, cuando el operario busca la bolsa armada en el puesto

anterior. El tercer puesto de trabajo es el más crítico ya que en la medición de los tiempos se van a ver reflejadas las demoras de los dos puestos de trabajo anteriores.

A la hora de determinar el tiempo que lleva hacer una tarea, hay que tener en cuenta que no todos los empleados lo van a hacer de la misma manera. Algunos lo van a hacer más lento, otros lo harán a un ritmo promedio y otros más rápido. Por esta razón, a la hora de hablar del tiempo de una tarea hablamos del tiempo tipo. El tiempo tipo es el tiempo que debería tardar normalmente en hacer la tarea un trabajador calificado medio que tiene la suficiente motivación para querer hacer la tarea. La OIT define al trabajador calificado como “aquel que tiene la experiencia, conocimiento y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, calidad y cantidad”². Da a sus movimientos soltura y regularidad, adquiere ritmo, reacciona más rápido, prevé dificultades y está más preparado para superarlas, ejecuta la tarea sin forzar la atención y por lo tanto relaja más los nervios. Al establecer tiempos tipo, debe procurarse que sea un nivel que pueda alcanzar y mantener un trabajador calificado sin excesiva fatiga.

Por esta razón, es necesario valorar el ritmo de trabajo del operario evaluado, lo que significa compararlo con la idea que se tiene del ritmo tipo. Esta valoración es subjetiva y depende del analista que está realizando el estudio de tiempos. Para esta tarea, algunos de los factores que podrían influir en el ritmo de trabajo son las variaciones en la concentración mental necesaria para ejecutar ciertos elementos, los pequeños cambios inevitables en los métodos o condiciones de ejecución, los cambios de clima y otros factores del medio ambiente como la luz, la temperatura, etc. Como escala de valoración se utilizará la norma británica que va del 0 al 100. A continuación, se puede ver la tabla con los criterios de valoración del libro *Introducción al estudio del trabajo* de la OIT.

² Kanawaty, George. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, cuarta edición, 1996, p. 306.

Escalas				Descripción del desempeño	Velocidad de marcha comparable ³	
60-80	75-100	100-133	0-100 (norma británica)		(m/h)	(km/h)
0	0	0	0	Actividad nula		
40	50	67	50	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo	2	3,2
60	75	100	75	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan	3	4,8
80	100	133	100 (Ritmo tipo)	Activo, capaz, como de obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado	4	6,4
100	125	167	125	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio	5	8,0
120	150	200	150	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de «virtuoso», sólo alcanzada por unos pocos trabajadores sobresalientes	6	9,6

Tabla 7.1.2.1: Ejemplos de ritmos de trabajo expresados según las principales escalas de valoración³

³ Kanawaty, George. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, cuarta edición, 1996, p. 318.

A partir de la valoración, podemos calcular el tiempo básico del elemento de la siguiente manera. Este es el tiempo que se invertirá en ejecutar el elemento si el operario trabajara al ritmo tipo.

$$\text{Tiempo básico} = \text{Tiempo observado} * \frac{\text{Valor atribuido}}{\text{Valor tipo}} = \text{Tiempo observado} * \text{Valoración}$$

Finalmente, para calcular el tiempo tipo de la tarea necesitamos sumarle al tiempo básico un suplemento por contingencias y un suplemento por descanso. La OIT indica que el suplemento por contingencias es un pequeño margen que “se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad”⁴. Por otro lado, el suplemento por descanso se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución del trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales.

A continuación, se encuentra el estudio de tiempos realizado para la tarea de embolsado. Las mediciones fueron realizadas desde el momento en que el operario se dirige a la primera caja para comenzar a agarrar los bloques hasta que le entrega la bolsa al operario que se encuentra en el siguiente puesto de trabajo. Se midieron diez ciclos de trabajo tomando los tiempos aplicando el método acumulativo que recomienda la OIT. Con este método, el reloj funciona ininterrumpidamente y al final de cada elemento se registra el tiempo que marca el cronómetro. Los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo restas. De esta manera, nos aseguramos de que el tiempo registrado sea igual al tiempo transcurrido. A continuación, podemos ver la planilla de estudio de tiempos con el cálculo del tiempo básico de cada elemento. En el Anexo II se encuentran las mediciones realizadas.

Elemento	Tiempo observado (mm:ss)										Total TO	Promedio TO	Valoración	TB
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1	00:30	00:31	00:26	00:27	00:29	00:28	00:25	00:25	00:26	00:27	04:35	00:28	1,25	00:34
2	00:02	00:04	00:02	00:07	00:03	00:03	00:03	00:03	00:02	00:01	00:30	00:03	1	00:03
3	00:05	00:03	00:04	00:03	00:03	00:04	00:07	00:12	00:17	00:01	01:00	00:06	1	00:06
4	00:05	00:04	00:06	00:03	00:03	00:05	00:05	00:04	00:10	00:04	00:48	00:05	1	00:05

Tabla 71.2.2: Planilla de estudio de tiempos

⁴ Kanawaty, George. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, cuarta edición, 1996, p. 340.

El tiempo básico para cada elemento fue calculado a partir del promedio entre los tiempos observados para los 10 ciclos. Podemos ver que para el elemento 3 existen variaciones dentro de las mediciones. Esto es debido a que algunas veces se atrasaron los puestos de trabajo anteriores, por lo que el operario debía esperar a que terminaran. Por ejemplo, en el ciclo número nueve se atrasó el operario del primer puesto, por lo cual el del tercer puesto tuvo que esperar a que terminen tanto el primer operario como el segundo. Debido a que estas variaciones son parte de la naturaleza del puesto de trabajo y es normal que surjan, decidimos incluir todas las mediciones dentro del análisis. Al sumar los tiempos básicos de cada elemento, obtenemos el tiempo básico de la tarea. En este caso obtuvimos un tiempo de 48 segundos.

Como suplemento por contingencias consideramos un 3% del tiempo básico calculado, por lo que obtuvimos un valor de 1,44 segundos.

El suplemento por descanso está compuesto por el suplemento por fatiga y el suplemento por necesidades personales. El suplemento por fatiga lo calculamos en base a las tablas de tensiones relativas y de conversión de puntos que se encuentran en el libro de la OIT. Para este método se van sumando puntos según la tarea, tomando como criterios la tensión física provocada por la naturaleza del trabajo, la tensión mental, y la tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo. Luego, a partir de la suma total de puntos se determina el porcentaje de suplemento por descanso. Para los elementos de esta tarea, tuvimos en cuenta:

- Tensión física provocada por la naturaleza del trabajo
 - Postura: De pie o andando libremente (4 puntos) para todos los elementos
- Tensión mental
 - Concentración: Sumar cifras (7 puntos) para el elemento 1
 - Monotonía: Efectuar un trabajo repetitivo (5 puntos) para todos los elementos
 - Ruido: Trabajar en un taller donde el ruido distraiga la atención (2 puntos) para todos los elementos
- Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo
 - Ventilación: Talleres con ventilación aceptable, pero con un poco de corriente de aire (1 punto) para todos los elementos

En la siguiente tabla se encuentra el puntaje final obtenido para cada elemento y el respectivo suplemento por fatiga.

Elemento	Puntaje	Supl. por fatiga	Tiempo básico	Tiempo supl. fatiga
1	19	12%	00:34	00:04,1
2	12	11%	00:03	00:00,3
3	12	11%	00:06	00:00,7
4	12	11%	00:05	00:00,5
			Total	00:05,6

Tabla 71.2.3: Cálculo del suplemento por fatiga

Para el suplemento por necesidades personales consideramos un 5% del tiempo básico de la tarea, lo que equivale a 2,4 segundos.

Finalmente, podemos calcular el tiempo tipo de la tarea como:

$$\text{Tiempo tipo} = \text{Tiempo básico} + \text{Supl. por contingencias} + \text{Supl. por descanso}$$

Tiempo básico		00:48,2
Supl. por contingencias		00:01,4
Supl. por descanso	Fatiga	00:05,6
	Nec. personales	00:02,4
Tiempo tipo		00:57,7

Tabla 71.2.4: Cálculo del tiempo tipo

El tiempo tipo obtenido para la tarea de embolsado es de **57,7 segundos**.

7.1.3 Fallas en el producto terminado

Uno de los puntos principales a tener en cuenta para decidir efectivamente en qué tarea focalizar los esfuerzos para proponer una optimización de la misma, es detectar a qué puesto de trabajo se le adjudica la mayor cantidad de fallas.

En primer lugar, es primordial comprender el impacto que puede tener la detección de fallas en diferentes puntos del proceso productivo ya que afectan a los aspectos de la producción y calidad del producto final. Estas consecuencias pueden ser variadas, por ejemplo:

Impacto en la Calidad del Producto

Las fallas en el producto terminado afectan directamente en la calidad, lo que puede resultar en un producto que no cumple con los estándares mínimos requeridos. Esto puede llevar a clientes insatisfechos y pérdida de reputación de la empresa.

En este aspecto, es fundamental destacar que Rasti sigue los lineamientos y cuenta con la certificación de la ISO 9001 (Sistema de Gestión de la Calidad). La ISO 9001 se implanta en las organizaciones con el objetivo de que los productos o servicios que ofrezcan sean de calidad. Un producto será de calidad si cumple con una serie de requisitos, especialmente impuestos por el cliente, por la organización o por normas como esta.

Costos Adicionales

Se pueden generar costos adicionales para la empresa. Estos pueden incluir el trabajo necesario para corregir los errores, el reemplazo de productos defectuosos, el costo de devoluciones y reclamos de clientes, así como la posible compensación a los clientes afectados.

En el caso específico de Rasti, ellos trabajan bajo el principio de intentar resolver al cliente el problema en menos de una semana. Si la solución acordada es la entrega de una nueva unidad de producto, la empresa se hace cargo de todos los costos asociados para que en menos de una semana el cliente tenga la nueva unidad en mano.

A continuación, se podrá observar parte del informe de calidad anual que realizan en la empresa, del periodo 2016/2017, en donde se detallan las fallas detectadas por millón y el costo adjudicado a la resolución del problema en cuestión.

3.1.3. Servicio de Atención al Consumidor (SAC)

En lo que respecta a la Atención al Consumidor, se analiza el informe del 01/10/2016 al 31/08/2017 el cual arroja los siguientes resultados:

- **318 reclamos** recibidos en Total.
- **326** productos fallados sobre millón vendidos.
- **3,98 días** - Índice de Eficiencia Tiempo de Respuesta.
- **\$40.389** Costo Total de Envíos (**\$ 174 por envío**).

Imagen 7.1.3.1: Resultados informe de calidad del periodo 2016/2017

Retrasos en la Entrega

La identificación de fallas en el momento anterior a cumplir con los deadlines acordados puede retrasar la entrega a los clientes, generando incumplimientos en los plazos de entrega acordados. De esta forma se afectan las relaciones con los clientes, reduce la confianza en la empresa y como algo no menor, que la competencia aproveche ese tiempo captando parte del mercado insatisfecho.

Desperdicio de Recursos

Las fallas en el producto terminado pueden resultar en la utilización inadecuada de materiales, tiempo y esfuerzo. Esto se traduce en un desperdicio de recursos valiosos que podrían haberse asignado a otros aspectos del proceso productivo.

En el caso de detectar irregularidades en los productos al instante de salir de la inyectora el impacto en los recursos no es tan grande. Esto se debe a que se puede reciclar el material y volver a utilizar, dejando únicamente las variables tiempos y servicios como las afectadas (no es algo menor).

Sin embargo, si la problemática se detecta una vez el producto entregado al cliente las variables que entran en juego son mucho más abarcativas ya que se involucraron todos los procesos de la cadena. No solo se hace difícil recuperar el producto para su reciclado, sino todos los recursos que se utilizaron en el proceso para que este le llegue al cliente se hacen irre recuperables.

Impacto en la Productividad

La necesidad de abordar y corregir las fallas puede afectar la eficiencia y la productividad del proceso productivo. Se requiere tiempo adicional para identificar, corregir y verificar que se hayan solucionado las fallas.

Este tiempo adicional requerido puede tener un impacto significativo dentro de la cadena ya que generaría retrasos en la producción programada para cumplir con los clientes, tiempo ocioso de los empleados, materia prima parada, rotaciones de stock disminuidas, etc.

Teniendo en cuenta todas las consecuencias mencionadas anteriormente, nos interesaba saber específicamente qué puesto de trabajo es aquel que es causa de la mayor cantidad de fallas reclamadas por clientes a la hora de recibir el producto terminado.

Para ello, nos basamos en el informe anual de calidad que realiza la empresa en el cual se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Resúmen por Tipo de Fallas Reclamadas		
TIPO FALLA	%	CANTIDAD
FALTANTE PIEZAS	48%	152
MALA TERMINACION	19%	62
ENCASTRE DEFECTUOSO	13%	42
ROTURA	9%	30
SIN FUNCIONAMIENTO	3%	9
CONSULTA	3%	9
PERDIDA	2%	7
VARIOS	1%	4
FALTANTE GUIA ARMADO	1%	2
ERROR IMPRESIÓN	0%	1

Imagen 7.1.3.2: Ponderación de tipos de falla por sobre cantidad de reclamos

Este informe se basa en los datos del periodo 2016/2017, sin embargo, en la empresa nos aseguran que las proporciones porcentuales de fallas se mantienen dentro de las mismas proporciones.

Como se puede observar, la principal falla es el **faltante de piezas** con un 48% de los reclamos recibidos. Esto se encuentra exclusivamente relacionado a la tarea de **embolsado** y por ello, esta es una de las razones por la cual hemos elegido esta tarea para optimizar.

Aunque los números de fallas en comparación al volumen de ventas no parece ser significativo, en la empresa tienen el objetivo de mantener una tasa de fallas menor a 400 ppm. En los últimos periodos considerados en el informe, se cumple con este requisito, pero se podrá observar que al pasar los periodos fue aumentando.

Objetivos SAC	2012/13	2013/14	2014/15	2015/2016	2016/2017
Cantidad de reclamos recibidos	338	318	280	265	318
Cantidad productos vendidos	1.206.126	1.004.461	958.906	850.000	999.874
Índice tiempo respuesta: < 10 días	7,77	5,96	4,66	4,26	3,98
Índice productos fallados: < 400 x1.000.000	280,23	316,58	291,99	311,76	318,04

Tabla 71.3.1: Valores del sistema de calidad por período

El aumento del índice de productos fallados, y el gran porcentaje de errores adjudicados a la tarea de embolsado, refuerzan nuestras creencias sobre cuál es el puesto de trabajo a optimizar.

8. Propuesta de mejora

8.1 Generalidades

Como hemos expuesto con anterioridad, creemos que es de mayor criticidad la optimización de la tarea de embolsado ya que de ser así la empresa y los trabajadores podrán gozar de variados beneficios, los cuales mejorarán las condiciones de los trabajadores y consecuentemente elevará la productividad de la empresa. A grandes rasgos, podemos identificar los potenciales beneficios en:

- Reducción de tiempos en la tarea
 - La implementación de mejoras en el proceso de embolsado acortará significativamente los tiempos dedicados a esta actividad.
- Eliminación de dificultades ergonómicas
 - Al optimizar la tarea, se reducirán las tensiones y desafíos ergonómicos asociados con el proceso manual de embolsado. A su vez, se evitarán lesiones laborales que puedan desembocar en eventuales conflictos entre empleador y empleado.
- Reducción de reclamos por fallas
 - La mejora en el sistema disminuirá la probabilidad de errores, contribuyendo a una disminución en los reclamos asociados con posibles defectos en el embolsado.
- Reducción de costos por contratación de mano de obra temporal
 - La eficiencia mejorada permitirá una gestión más efectiva del personal, disminuyendo la necesidad de contratación temporal para hacer frente a fluctuaciones en la demanda.
- Rediseño de una tarea manual repetitiva
 - Es crucial destacar que la incorporación de mejoras, al contrario de eliminar empleos, tiene como objetivo mejorar y optimizar las funciones existentes, brindando oportunidades de desarrollo y crecimiento para los empleados.

Más adelante, nos sumergimos en cada uno de estos beneficios, desglosando y detallando sus implicancias específicas. Sin embargo, en este momento, nos queremos centrar en la propuesta misma.

Nuestra idea implica un rediseño total de la tarea de embolsado, la cual dividiremos en dos etapas:

1. Primera etapa de preparación (manual):

Incluye las actividades necesarias para poner en marcha el sistema, como la disposición adecuada de las piezas en los vibradores y la programación de parámetros esenciales para el embolsado de las piezas deseadas.

2. Segunda etapa de realización (automatizada):

En esta fase, el sistema automatizado se encargará de seleccionar las piezas, ensamblar las bolsas, realizar controles de calidad y cantidad, que luego pasarán a la tarea de envasado.

A su vez, simultáneamente a las modificaciones propuestas en la tarea de embolsado, incorporaremos un programa de capacitación que consideramos de vital importancia. Este programa no solo se centrará en garantizar el uso adecuado de las nuevas tecnologías, sino que también desempeñará un papel crucial en la transición cultural hacia un enfoque adhocrático, como se menciona en el apartado de Cultura Organizacional. La combinación de estos dos elementos tiene como objetivo último otorgarle a la empresa la capacidad de posicionarse como líder en la integración de la Industria 4.0 en los procesos productivos de las pymes.

De esta forma, esta propuesta se basa en la incorporación de elementos manuales y automáticos de manera integrada, maximizando la eficiencia y minimizando los posibles desafíos asociados con la evolución hacia un sistema más automatizado.

8.2 Descripción del proceso

En un primer momento, para automatizar la tarea de embolsado se consideró la utilización de un sistema con tolvas mediante las cuales se liberaba la pieza requerida para el armado de la bolsa. Sin embargo, luego de consultar el tema con el Ingeniero de Procesos de la empresa, nos comentó que ellos habían intentado desarrollar un sistema similar, pero posee una falla crucial, impidiendo su implementación.



Imagen 8.2.1: Prueba de tolva con bloques en Rasti

El principal problema que tiene este sistema, es que se atascan los bloques a la salida debido a sus particulares formas, produciendo una constante parada del proceso productivo. Para poder implementar esta idea, deberíamos diseñar una tolva diferente para cada tipo de pieza para evitar que se atasquen, pero los juguetes de Rasti cuentan con muchas formas distintas. Esto hace que el sistema no sea flexible, ya que cada vez que uno quiere producir un juguete, habría que armar la disposición de las tolvas necesarias. Además, sería necesario contar con un espacio para almacenar todas las tolvas que no se están utilizando en el momento. Por lo tanto, esto se traduce en mayores tiempos y costos, por lo cual decidimos descartar esta idea.

Por esta razón, empezamos a buscar alternativas que nos brinden flexibilidad. Así es como encontramos una variante a las tolvas que permite realizar el embolsado de forma continua y eficiente. Determinamos que la mejor opción es la utilización de vibradores automáticos, los cuales se pueden adecuar a cualquier tipo de piezas, no tienen limitaciones por su forma.

Los vibradores, también llamados alimentadores vibratorios circulares, son unos tachos en donde se colocan las piezas. En el borde cuentan con una especie de espiral, haciendo que cuando el tacho vibre y vaya girando, las piezas se vayan acomodando a lo largo del mismo. Es un mecanismo que es muy fiable, incluso al trabajar con piezas geométricas complejas.



Imagen 8.2.2: Alimentador vibratorio circular

Nuestra idea es diseñar puestos de trabajo estándar de 20 alimentadores, de manera que sea adaptable para los diferentes tipos de productos. Según cuantas piezas tenga el producto, se determinarán los puestos de embolsado que van a ser necesarios. Cada alimentador va a tener un tipo de pieza diferente, por lo tanto, por ejemplo, como Blocky Veterinaria es un juguete que cuenta con 60 tipos de piezas diferentes, va a necesitar 3 puestos de embolsado. Para otro tipo de juguetes puede ser que se necesite uno solo, dos o más. Para cada juguete, saldrán tantas bolsas como puestos de embolsado que hayan sido necesarios. Entonces, para el caso de Blocky Veterinaria se van a tener 3 bolsas, una clase A, otra clase B y otras clase C, todas con distintos bloques. En la etapa de envasado, en la caja del producto se colocará una bolsa de cada clase.

Cuando un juguete necesite más de un puesto de trabajo, habrá que definir de qué manera se distribuyen los diferentes bloques en los grupos, intentando que en cada uno de ellos quede la misma cantidad total. Por ejemplo, Blocky Veterinaria cuenta con

60 tipos de bloques diferentes, sumando en total 150 bloques, ya que de los distintos tipos se requieren diferentes cantidades. Por lo tanto, va a ser necesario crear 3 grupos de 20 tipos de bloque cada uno, y hay que tratar de que cada uno de los grupos sume en total 50 bloques. Esto último es muy importante para el posterior control de calidad.

Una vez que se hayan llenado todos los alimentadores necesarios y se haya parametrizado el programa, se accionará el sistema. La disposición de los alimentadores es en dos filas de diez y entre medio de ellas pasará una cinta transportadora con unos contenedores. A medida que estos se mueven a lo largo de una cinta, los vibradores irán liberando las piezas. Todos los alimentadores estarán conectados a un sistema central, de manera que sus acciones estén coordinadas con el movimiento de los contenedores. El sistema asegurará que cada alimentador libere las piezas necesarias, las deje caer dentro del contenedor en el momento necesario y realice el proceso nuevamente una vez que el próximo contenedor esté en posición. A continuación, se encuentra un esquema de la disposición.

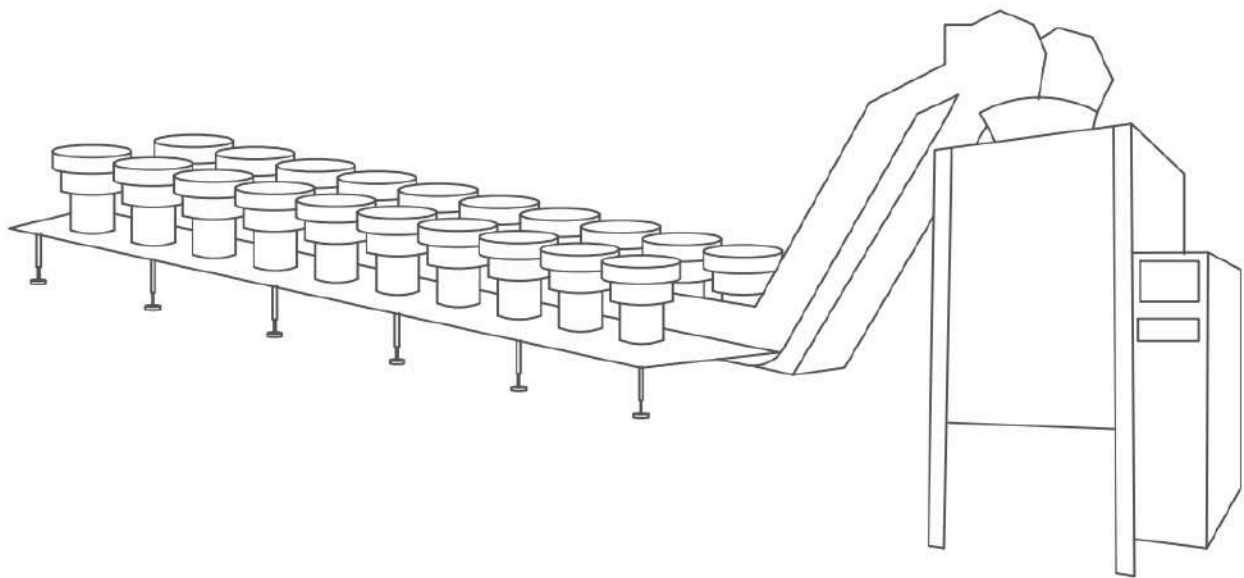


Imagen 8.2.3: Esquema del puesto de trabajo

Después de pasar por todos los alimentadores, cada contenedor contendrá las piezas necesarias que deben ir en la bolsa. Luego, la cinta las llevará a una torre en donde se realizará el control de calidad y el embolsado. Las piezas de cada contenedor se dejan caer por un embudo, llegando a una plataforma en donde se realiza el control por imagen. La plataforma tiene un fondo de compuerta, por lo que una vez que se realiza el control de calidad, ésta se abre y deja caer las piezas en otro embudo que las lleva al sistema de embolsado, que cierra las bolsas y las deja caer en un contenedor.

En caso de que se detecte algún error en el control de calidad, ya sea porque falta una pieza, alguna está fallada o el color no es el correcto, a la bolsa se le colocará un sticker con la descripción del error y luego se la dejará caer en otro contenedor. En todo momento, va a haber un operario controlando el proceso por lo cual, la corrección la va a realizar manualmente la persona que esté a cargo. Una vez terminado el proceso, el contenedor con las bolsas se lleva a la etapa de envasado. A continuación, se encuentra un esquema del diseño de la torre donde se realiza el control de calidad y el embolsado.

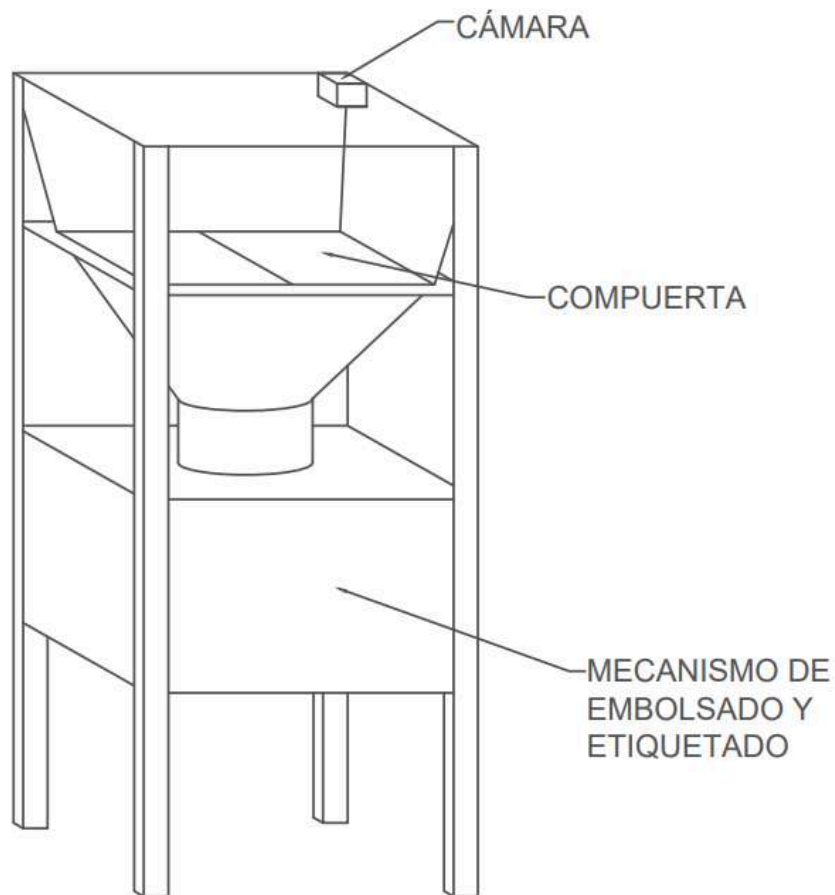


Imagen 8.2.4: Diseño de la torre

El mecanismo que se utiliza para el embolsado es similar al de las máquinas envasadoras VFFS (Vertical Form Fill Seal), que se usan mucho en la industria farmacéutica y en la de alimentos. Estas máquinas son más rápidas y proporcionan una solución económica con respecto a otras alternativas. El sistema toma el film de una

bobina y lo alimenta sobre un tubo en forma de cono llamado “tubo de formación”, que le da forma al film para que tenga el tamaño de bolsa correcto y sella la parte inferior y la vertical, para unir los dos bordes de la película.



Imagen 8.2.4: Sistema de envasado de una máquina VFFS

Como mencionamos anteriormente, Rasti no tiene una demanda constante todo el año, sino que cuentan con picos de demanda para el día del niño y Navidad. Actualmente, para la tarea de embolsado cuentan con personal fijo y para cubrir los picos de demanda subcontratan personal.

Hay que tener estos puntos en cuenta a la hora de decidir cuántos puestos de embolsado automático es necesario instalar, ya que probablemente no sea rentable dimensionar su capacidad de producción para los picos máximos que se dan en estos dos momentos del año. También, hay que tener en cuenta que estos nuevos puestos de trabajo producen muchas más bolsas por hora y que uno puede regular su velocidad según sea necesario.

Probablemente lo más eficiente sería asegurar que los puestos de embolsado automático sean capaces de cubrir una demanda promedio trabajando a una velocidad nominal y cuando se presenten los momentos de demanda máxima se complementen con puestos de embolsado manual.

8.3 Control por imagen

Como mencionamos anteriormente, a través de un control por imagen se verificará que cada una de las bolsas contenga la cantidad correcta de bloques y que sean los bloques correctos.

Visión artificial

Primero introduciremos el concepto de la visión artificial (computer vision) para profundizar un poco en el marco teórico de las herramientas que vamos a utilizar para este proyecto.

La visión artificial es un campo de la inteligencia artificial (IA) que permite a los ordenadores y sistemas extraer información significativa a partir de imágenes digitales, videos y otras entradas visuales, y tomar medidas o realizar recomendaciones en función de esa información. Si la IA permite a los ordenadores pensar, la visión artificial les permite ver, observar y comprender.

Permite entrenar a las máquinas para realizar estas funciones, con cámaras, datos y algoritmos.

Como un sistema entrenado para inspeccionar productos o ver un activo de producción, puede analizar miles de productos o procesos por minuto, detectando defectos o problemas imperceptibles, pudiendo superar rápidamente las capacidades humanas.

La visión artificial necesita muchos datos. Ejecuta análisis de datos una y otra vez hasta que percibe diferencias y finalmente reconoce imágenes. Se utilizan dos tecnologías básicas para lograr esto:

1. Un tipo de machine learning denominado *deep learning*.
2. Una red neuronal convolucional (*CNN*, por sus siglas en inglés).

Machine learning utiliza modelos algorítmicos que permiten a un ordenador enseñarse a sí mismo el contexto de los datos visuales. Es necesario introducir una cantidad considerable de datos a través del modelo, para que aprenda a diferenciar una imagen de otra.

Una CNN ayuda a un modelo de machine learning o deep learning a "mirar" desglosando las imágenes en píxeles a los que se asignan etiquetas. Utiliza las etiquetas para realizar convoluciones (una operación matemática sobre dos funciones para generar una tercera función) y realizar predicciones sobre lo que está "viendo". La red

neuronal ejecuta convoluciones y comprueba la exactitud de sus predicciones en una serie de iteraciones hasta que las predicciones empiezan a hacerse realidad. De esta forma puede reconocer o ver imágenes tal como lo hacemos los humanos.

La visión artificial permite:

- La clasificación de imágenes
- La detección de objetos
- El rastreo de objetos
- La recuperación de imágenes basada en contenido

Nuestro objetivo es lograr un modelo que pueda verificar que cada una de las bolsas contenga la cantidad de bloques necesaria, que los colores sean correctos y que las piezas no estén falladas. Para ello, es necesario utilizar diferentes tipos de herramientas que nos brindan estas tecnologías. Estas son:

- Herramienta para preprocesamiento de imágenes
- Herramienta para segmentación de colores
- Herramienta para detección de contornos y formas
- Herramienta de conteo y clasificación
- Validación de resultados

Herramientas para preprocesamiento de imágenes

Para el preprocesamiento de imágenes utilizaremos OpenCV.



Imagen 8.3.1: Logo OpenCV

OpenCV es una biblioteca de código abierto que contiene implementaciones de miles de algoritmos y está especializada en el sistema de Computer Vision. Se utiliza para preprocesar imágenes para luego lograr la detección de objetos o rostros, teniendo diversas aplicaciones como:

- Identificación de objetos o caras (reconocimiento facial)
- Encontrar imágenes similares
- Eliminación de ojos rojos en fotografías
- Reconocimiento de escenarios
- Seguimiento del movimiento de ojos
- Clasificaciones de acciones humanas en videos
- Extracción de modelos 3D
- Robótica y realidad aumentada

Cuenta con las siguientes ventajas:

- Sirve de proveedor de infraestructura para aplicaciones relacionadas con la visión artificial
- Se puede ejecutar en diversos sistemas operativos como Windows, Mac OS X, Linux, etc.
- Se pueden utilizar varios lenguajes de programación (originalmente fue escrito en C y C++), pudiendo utilizar uno de los lenguajes más relevantes hoy en día como lo es Python.
- Se desarrolla permanentemente gracias al apoyo de empresas muy importantes como Alphabet.
- Es una herramienta gratuita

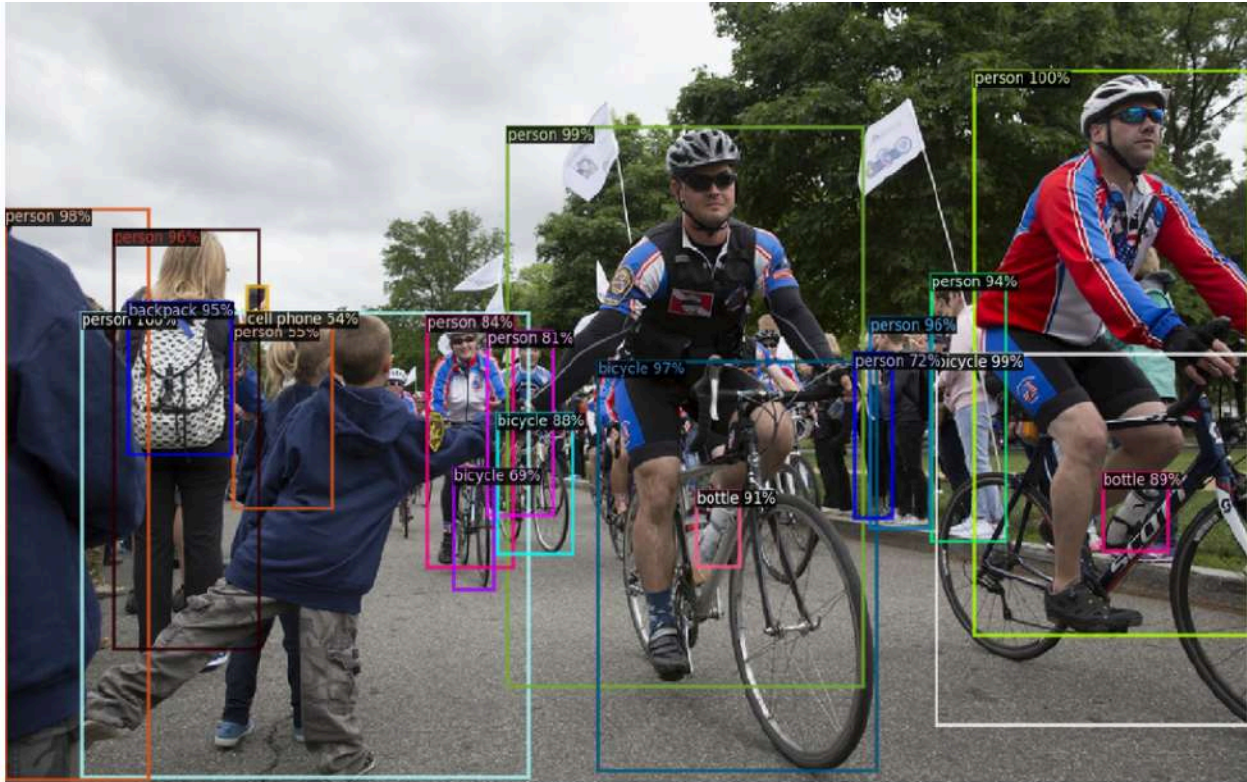
Algunas funciones de OpenCV en el procesamiento de imágenes:

- Filtrado
- Detección de bordes
- Reconocimiento de características
- Seguimiento de objetos

Herramienta para detección de contornos y formas y segmentación de colores

Para la detección de contornos y formas podemos utilizar herramientas como Mask R-CNN y Detectron2, que son modelos para hacer segmentación y detección de objetos. Analizaremos el principio de funcionamiento de ambas herramientas y las compararemos entre sí para ver cuál de las dos nos conviene utilizar.





Imágenes 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4: Análisis de contornos y formas con Detectron2

1. MASK R-CNN

CNN - Convolutional Neural Network

La operación convolucional es el proceso de aplicar un núcleo (kernel) en la imagen original o en sus subsecuentes mapas de características. Es una multiplicación entre el kernel y la imagen o mapa de característica. El kernel es una matriz con valores que al multiplicarlos con la imagen da un output (la convolución). Al hacer eso los números cambian en la imagen, tomamos ese output y hacemos una operación de max pooling (agrupación). Se achica el tamaño de la imagen hasta que queda una capa final de por ejemplo 4 clases unitarias. Cada unidad te da la probabilidad de que la imagen sea algo. Por ejemplo, una te da la probabilidad de que sea un perro, otro un gato, otro un auto... Es un motor de clasificación, es excelente para problemas de clasificación.

Sin embargo, no detecta del todo bien los objetos, ya que en una imagen podríamos tener múltiples objetos. Para poder solucionar este problema podríamos dividir en una grilla de distintas regiones la imagen. El problema está en objetos que tenemos de distintos tamaños en una misma imagen. Dividirlo en regiones más

pequeñas mediante una grilla sería muy caro. No es una manera muy sabia de encarar el problema. Para eso aparece el R-CNN.

R-CNN - Region-based Convolutional Neural Network

Hace algo similar a lo que mencionamos antes, dividiendo la imagen en muchas cajitas en lugar de hacer una grilla muy pequeña, que resulta caro. Tiene un límite de 2000 regiones por imagen. Hace una búsqueda selectiva que propone las regiones mencionadas.

1. Genera regiones candidatas mediante una sub-segmentación inicial.
2. Luego busca coincidencias entre las distintas regiones y patrones para agrupar y combinar estas regiones que son similares en una región más grande
3. Por último, a partir de este proceso propone una delimitación de regiones final.

Cuenta con la desventaja de ser muy lento al tener que clasificar 2000 regiones por imagen.

Fast R-CNN - Fast Region-based Convolutional Neural Network

Manda la imagen entera al CNN generando las regiones de interés (pasa toda la imagen por el Convolution network), en lugar de enviar cada región por separado al CNN. La imagen entera pasa por el extractor de características y luego se proponen las regiones en el espacio. Luego esas regiones se “estandarizan” (pooling) en cuanto a tamaño para que midan lo mismo y pasa por capas completamente conectadas (fully connected layers) y mediante regresión lineal se establecen las delimitaciones de las regiones mientras que con softmax + lineal se realiza la clasificación.

No es suficientemente veloz para datos muy grandes

Faster R-CNN - Faster Region-based Convolutional Neural Network

Se usa RPN (Region Proposal Network).

A diferencia de R-CNN y Fast CNN que usan procesos de búsqueda selectivos que lo hacen muy lentos, este método directamente deja que la red aprenda las propuestas de regiones.

La imagen pasa por un CNN extractor de características y una red autónoma es usada para predecir las propuestas de regiones en lugar de utilizar un algoritmo selectivo de búsqueda. Las regiones predichas son ajustadas y realimentan al clasificador para predecir el tipo de objeto en cuestión y establecer los límites.

Esta tecnología nos da únicamente la delimitación de las regiones, pero no nos dice exactamente nada sobre dónde se encuentra en el espacio esta delimitación. (semantic segmentation)

Mask R-CNN - Mask (Faster) Region-based Convolutional Neural Network

Se construye usando Faster R-CNN. Además de decirnos que tipo de objeto es, nos da una máscara de objeto que no es otra cosa que una región semántica segmentada. Usa ROIAlign para ubicar áreas relevantes al nivel del pixel.

2. DETECTRON2



Imagen 8.3.5: Logo de Detectron2

¿Qué es y qué ventajas tiene?

Es un framework de segmentación que se puede usar para escenas, pudiendo usar tu propio dataset, anotar online y después descargar las anotaciones como archivo json.

Es un detector y segmentador de objetos de código abierto desarrollado por Meta AI. Implementa Pytorch y provee una API unificada para una variedad de tareas: detección de objetos, segmentación de instancias y segmentación panóptica.

Es flexible y fácil de usar. Te permite acceder a una gran variedad de algoritmos como **Mask R-CNN**, RetinaNet y DensePose. Incluye un Model Zoo con modelos para detección de objetos, segmentación de instancias entre otras cosas.

¿Cómo funciona?

Consiste en 2 etapas para detectar el objeto:

1. Genera regiones candidatas usando un RPN (Region Proposal Network) regiones donde puede haber un objeto.

2. Consiste en usar un modelo de Mask R-CNN para clasificar y segmentar estas regiones candidatas.

El RPN es una red neuronal que toma una imagen como input y genera una serie de regiones candidatas. Es entrenado para predecir un “score” para cada región, indicando que tan probable es que contenga un objeto. A su vez, predice los límites para cada región (cuadro delimitador).

La segmentación panóptica es una combinación entre segmentación de instancias y segmentación semántica

La segmentación semántica le asigna un color a cada clase de objeto mientras que el instance segmentation lo delimita “acá está el auto 1, adelante está la persona 2...”. El panóptico al final y al cabo es la suma de las dos segmentaciones.

¿Vale la pena usarlo respecto a otras herramientas?

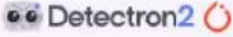




Implementation	Throughput (img/s)
 Detectron2	62
 mmdetection	53
 maskrcnn-benchmark	53
 tensorpack	50
 simpledet	39
 Detectron	19
 matterport/Mask_RCNN	14

Imagen 8.3.6: Comparación de la velocidad de procesamiento de distintas herramientas

Tiene un poder de procesamiento de imágenes muchísimo superior a Mask R-CNN y otras herramientas. En la imagen de arriba podemos observar que tiene un poder de procesamiento de imágenes considerablemente mayor, pudiendo procesar hasta 62 imágenes por segundo.

Además, como mencionamos anteriormente, es mucho más flexible y más fácil de instalar y utilizar en comparación a Mask R-CNN siendo idóneo en aplicaciones de ingeniería.

Detectron2 a su vez cuenta con mayor precisión en general que otras herramientas. Muestras estadísticas han arrojado un IoU (Intersection over Union) de 78,3% en comparación con Mask R-CNN que es del 76% que es su inmediato perseguidor. Esto muestra un mejoramiento de alrededor del 2%. Por esta razón, decidimos utilizar Detectron 2.

Herramienta de conteo y clasificación

La clasificación se hace con las herramientas antes mencionadas ya que justamente lo que hace, además de detectar los distintos contornos, formas y colores, es clasificarlo según las clases.

Para el conteo se usará el log de salida de Detectron2 que indica cuántos elementos de cada clase encontró, indicando el conteo de cada pieza mediante un documento JSON. El documento JSON se compara con un elemento que contiene las cantidades que debería haber de cada pieza por bolsa y como resultado tenemos si la bolsa tiene alguna no conformidad o está lista para seguir con el envasado y posterior distribución al cliente.

Con ayuda de estas herramientas, podemos crear un programa de control por imagen que verifique que cada una de las bolsas contenga la cantidad correcta de bloques, que sean de los colores necesarios y que estos bloques no estén fallados. Para ello, se contarán con diferentes programas para cada tipo de juguete. Como mencionamos anteriormente, Blocky Veterinaria cuenta con 60 tipos de bloques y en total suman 150 piezas, por lo cual es necesario realizar el embolsado con 3 puestos diferentes, ya que cada uno tiene 20 alimentadores. Por esta razón, se necesitan 3 programas diferentes para controlar las bolsas, uno por puesto. Para cada juguete, los grupos y sus piezas van a estar estandarizados, y el operario va a recibir las instrucciones de cómo debe preparar los puestos de embolsado según lo que sea necesario producir.

A la hora de armar los grupos, hay que tratar de que cada uno tenga la misma cantidad total. Por ejemplo, para Blocky Veterinaria cada grupo debería tener aproximadamente 50 bloques en total, de forma que sean parejos. Si no tenemos este punto en cuenta y, por ejemplo, un grupo tiene 80, otro 50 y otro 20, probablemente en el grupo de 20 bloques se pueda realizar correctamente el control por imagen, pero en el que tiene 80 seguramente queden muy amontonados y no se puedan visualizar bien

todas las piezas, lo que haría que el programa de error aunque la bolsa esté bien armada.

Para entrenar el programa, creamos un dataset con imágenes de los diferentes bloques de Blocky Veterinaria. Es necesario armar un dataset grande, con muchos ejemplos de imágenes distintas, con todas las piezas, en distintas posiciones y cantidades. A continuación se encuentran los pasos a seguir para entrenar al modelo.

- 1) Primero tomamos imágenes de las piezas.



Imagen 8.3.7, 8.3.8, 8.3.9: Ejemplos de imágenes utilizadas para crear el dataset

- 2) Luego, es necesario crear una lista con las diferentes clases de bloques y su nombre. Tomamos como nombre el que usa Rasti para identificar las piezas (ver Anexo V).

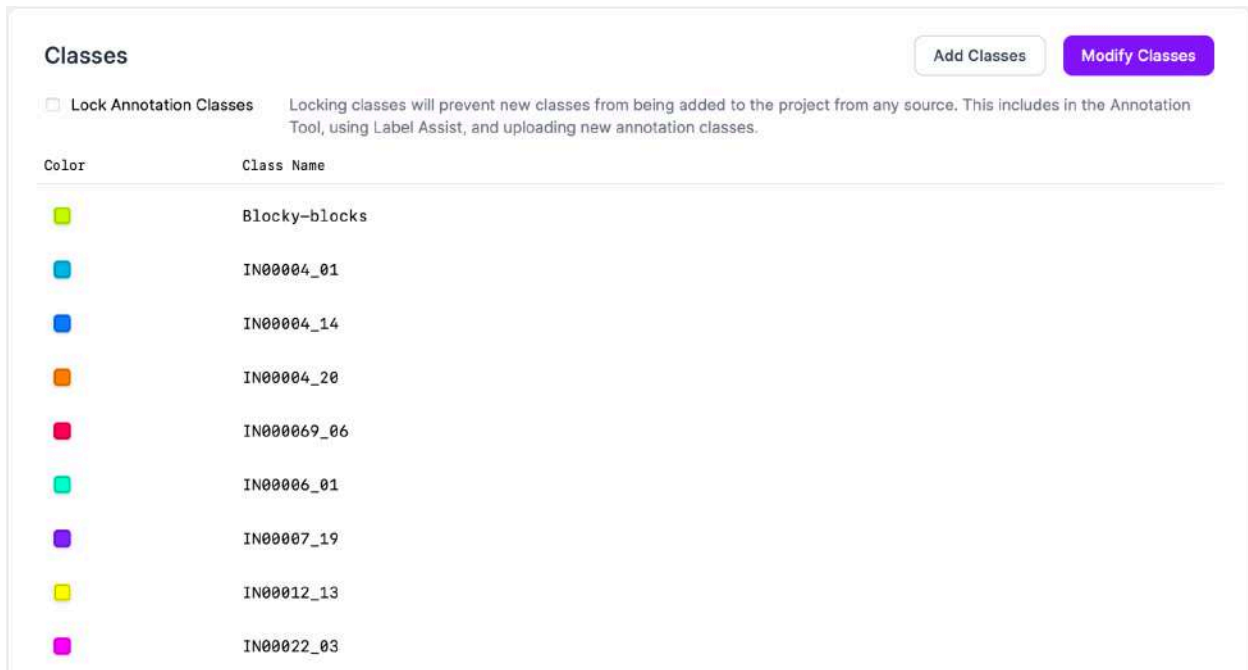


Imagen 8.3.10: Creación de clases, en base a los nombres de cada pieza

- 3) Después, marcamos el contorno de cada una de las piezas.

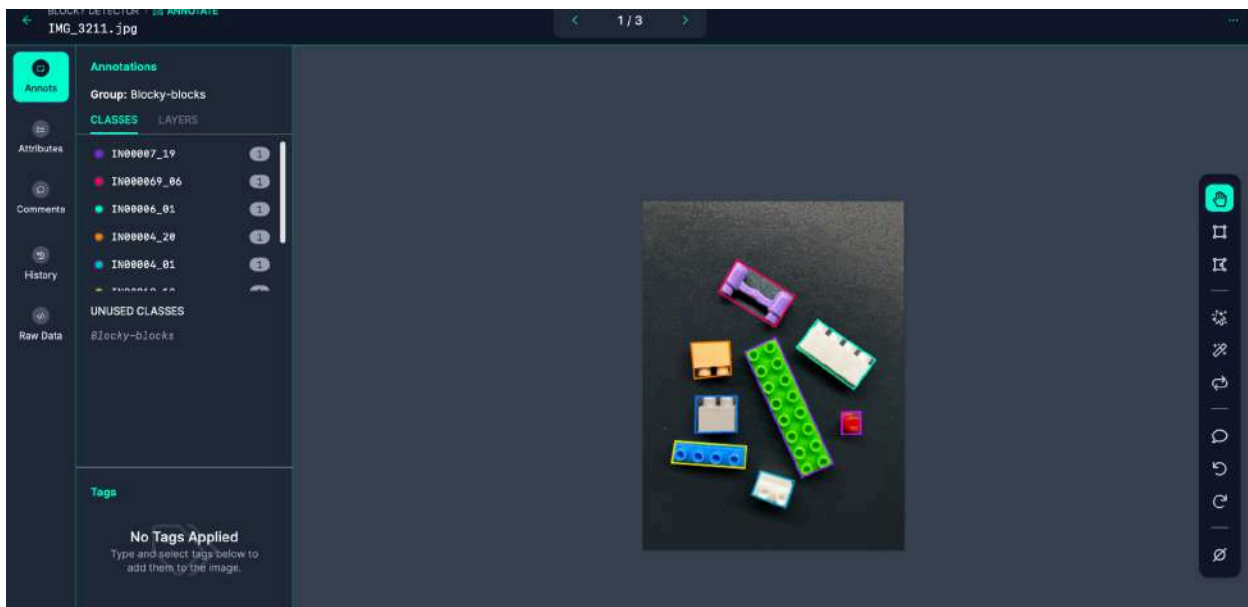


Imagen 8.3.11: Marcado de contorno de las piezas

- 4) Luego, creamos una anotación para cada bloque con su clase, de manera que en el futuro el programa las pueda reconocer por sí solo.

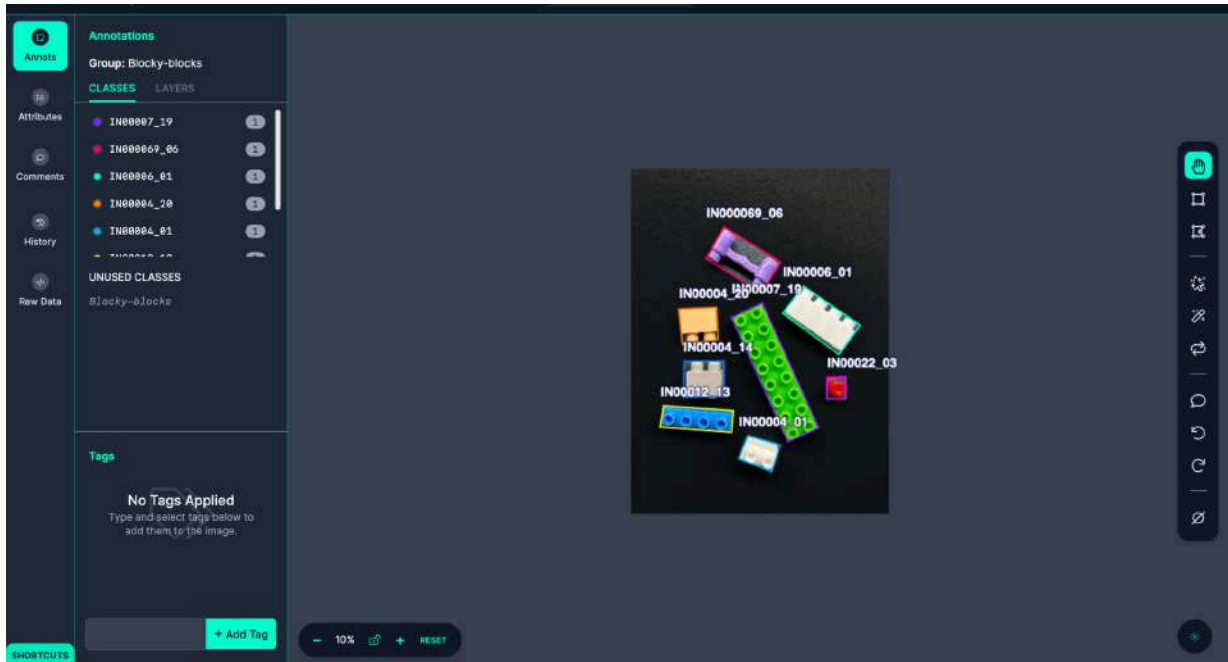


Imagen 8.3.12: Anotación de bloques con sus clases

- 5) Finalmente, segmentamos el espacio.

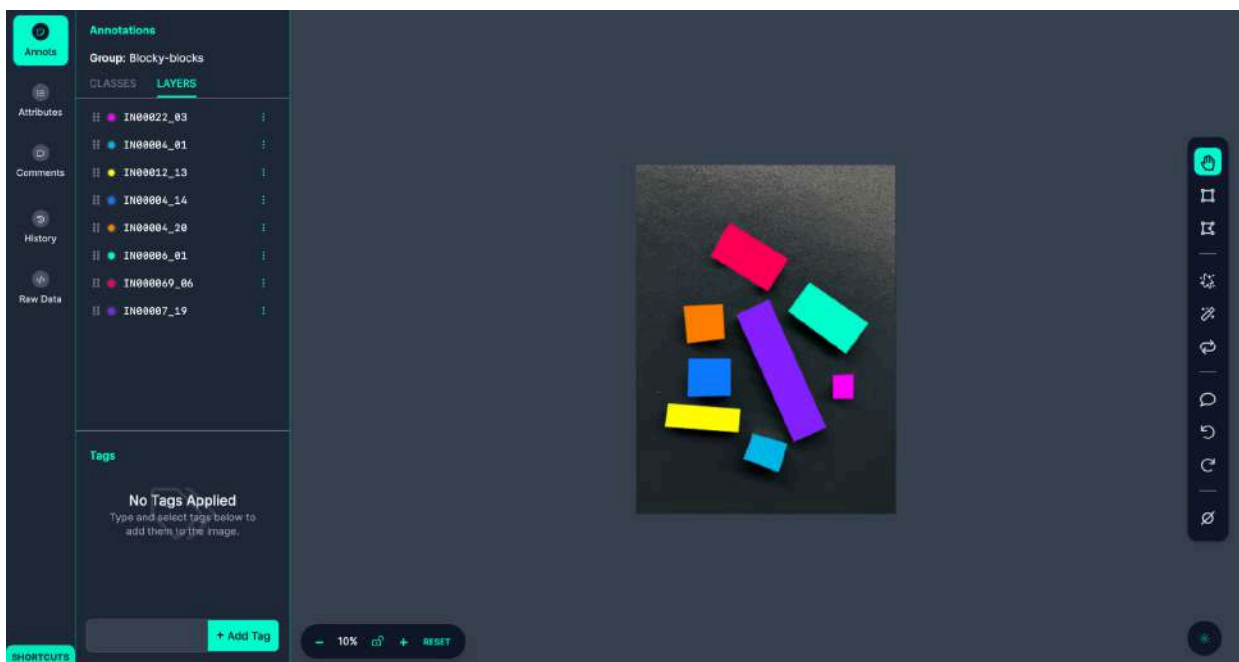


Imagen 8.3.13: Segmentación del espacio

Estas imágenes así anotadas se usan para entrenar y testear el modelo. De esta manera vamos armando un dataset grande, con muchos ejemplos de imágenes distintas, con todas las piezas, en distintas posiciones y cantidades.

Una vez que se tiene el modelo entrenado y con métricas definidas aceptables, se puede utilizar para hacer inferencia en imágenes nuevas sin anotaciones, para que el mismo modelo las haga. Tendremos como salida la imagen anotada y un archivo con todo lo que fue detectado en la imagen con, por ejemplo, el nombre y cantidad de cada bloque que había en ella.

A continuación se encuentra una corrida del programa para predecir cuánto tiempo tarda en procesar una imagen. Podemos ver que tardó 3,6 segundos.

```
import time

start_time = time.time()
model.predict(img_url, confidence=40, overlap=30).save("BlockPrediction.jpg")
end_time = time.time()
execution_time = end_time - start_time
print(f"Execution time: {execution_time} seconds")
```

✓ 3.6s

Execution time: 3.6425459384918213 seconds

Imagen 8.3.14: Tiempo de corrida para predicción de una imagen

8.4 Análisis financiero

Para realizar un análisis financiero, hay que tener en cuenta cuántos puestos de embolsado va a ser necesario instalar. Sergio, el Director de Operaciones de Rasti, nos comentó que cuando la temporada es baja tienen 10 puestos y cuando es alta llegan a tener 32. Como comentamos anteriormente, nos parece que lo más eficiente sería asegurar que los puestos de embolsado automático sean capaces de cubrir una demanda promedio trabajando a una velocidad nominal y cuando se presenten los momentos de demanda máxima se complementen con puestos de embolsado manual. Además, nosotros en este análisis estamos considerando que al implementar estas tecnologías, Rasti va a tener nuevas oportunidades de negocio, así como las tuvo en el pasado con empresas como Grido, Axion y Carrefour. Por lo tanto, creemos que en los momentos de temporada baja quizás deban cubrir más producción que la que tienen actualmente.

Por estas razones, para nuestro análisis vamos a asegurarnos de que los puestos de embolsado automático cubran aproximadamente la producción de 20 puestos manuales. A partir del análisis de tiempos realizado, concluimos que actualmente el tiempo necesario para fabricar una bolsa es de 57,7 segundos.

El tiempo en el cual el puesto automatizado tarda en hacer las bolsas depende de tres variables:

- El tiempo que tarda el alimentador que deba liberar más piezas
- El tiempo que demora el programa de control por imagen
- El tiempo del sistema de embolsado

Aquel que más tarde será el cuello de botella del proceso y por lo tanto marcará el ritmo de salida de las bolsas.

Investigando el mercado de los alimentadores, decidimos elegir el siguiente modelo.

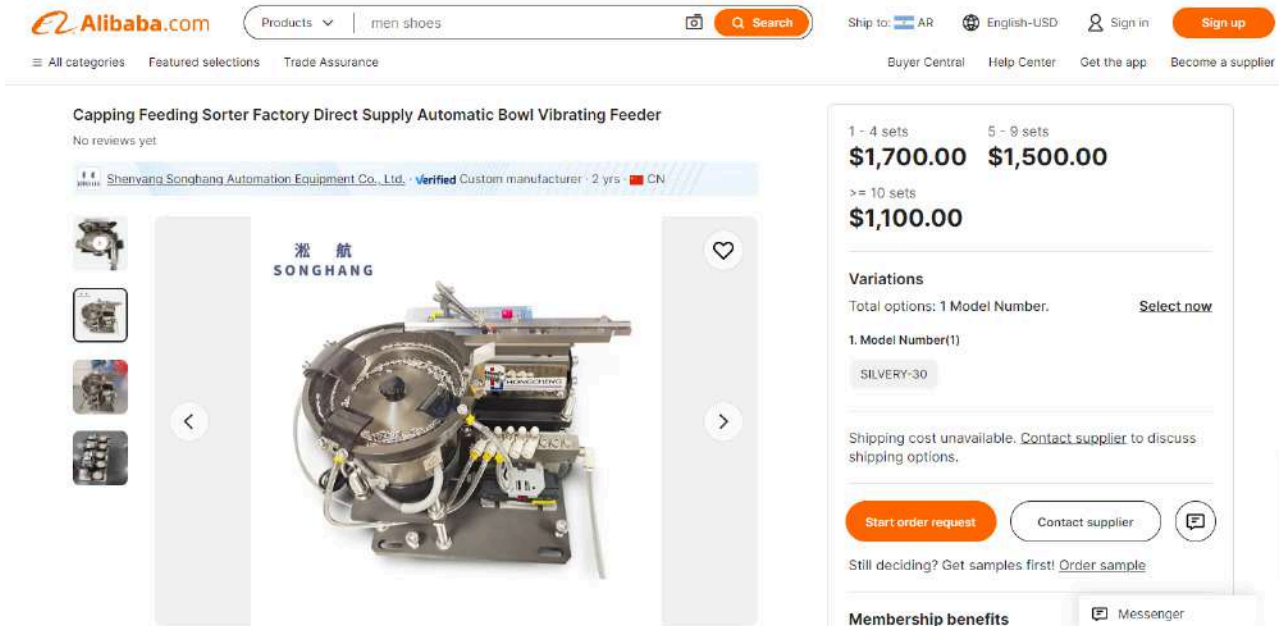


Imagen 8.4.1: Alimentador elegido

Brand Name	SONG HANG
Product name	Vibratory Bowl Feeder
Function	Multifunctional
Keyword	cascade bowl feeder
Package	Wooden Case Package
Advantage	High Efficiency Low Cost
Color	Customer Requirement
Power	100W
Voltage	110V-380V
MOQ	1
speed	50-100PCS/min

Imagen 8.4.2: Ficha técnica del alimentador

Este equipo puede alimentar de 50 a 100 piezas por minuto. Teniendo en cuenta que esos valores son para una velocidad mínima y máxima, consideramos que trabajando a una velocidad nominal puede alimentar 80 piezas por minuto. El ritmo en el cual se mueven los contenedores, en caso en que el cuello de botella sean los alimentadores, está determinado por aquel que deba alimentar más piezas. En el caso de Blocky Veterinaria, el modelo del cual se requieren más piezas es el LADRILLO ANCHO 4T LARGO BLANCO IN00006 01 (ver Anexo V), el cual requiere 9 piezas por bolsa. Por lo tanto, el alimentador que tenga estas piezas va a tardar:

$$Velocidad = 80 \frac{piezas}{min} * \frac{1}{9} \frac{bolsa}{piezas} = 8,89 \frac{bolsas}{min}$$

$$Tiempo = \frac{1}{8,89} \frac{min}{bolsa} * \frac{60}{1} \frac{seg}{min} = 6,75 \frac{seg}{bolsa}$$

Que en la salida se reciba una bolsa cada 6,75 segundos, representa una disminución en el tiempo de 88,3 por ciento con respecto a los 57,7 segundos que se tarda actualmente.

Por otro lado, para el control por imagen, a partir de la corrida realizada podemos predecir que el tiempo que tarda en procesar la imagen es de 3,6 segundos (ver sección 8.3).

El mecanismo de embolsado que elegimos puede producir 50 bolsas por minuto. Esto significa que sale una bolsa cada 1,2 segundos.

A partir del análisis anterior, podemos concluir que el alimentador que debe liberar más piezas es el cuello de botella y, por lo tanto, el puesto de embolsado automatizado produce una bolsa cada 6,75 segundos. Esto significa que produce al mismo ritmo que 8,55 puestos manuales que trabajan en paralelo. Por lo cual, si nosotros queremos tener una capacidad de producción equivalente a 20 puestos actuales, deberíamos colocar 2 puestos automáticos, que equivalen a 17,1 puestos manuales, o 3 puestos automáticos, que equivalen a 25,65 puestos manuales.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que actualmente en temporada baja la empresa cuenta con 10 puestos de embolsado. Si bien al aumentar la producción Rasti puede aumentar sus ventas ya que podría ganar más parte del mercado, la demanda no es infinita y, probablemente, si produce muchos más juguetes no todos van a ser vendidos. Esto podría verse como una oportunidad para ir almacenando stock para más tarde cubrir los picos de demanda y no necesitar subcontratar mucho más personal, tal vez ni sería necesario.

Este punto complejiza mucho más el análisis, porque nosotros no tenemos datos de la demanda de Rasti y por lo tanto no podríamos determinar cuál va a ser el excedente de producción que va a quedar como stock. Además, hoy en día a la empresa no le sobra mucho espacio de almacenamiento, por lo que en el análisis también deberíamos considerar el alquiler de un depósito y otras cuestiones.

Debido a que el objetivo principal de este trabajo no es determinar cuánto le cuesta a Rasti implementarlo en términos monetarios, sino mostrar cómo las tecnologías de la Industria 4.0 pueden ayudar a una pyme a ser más eficiente y para complementar el trabajo queremos estimar aproximadamente cuánto tiempo le llevaría a la empresa tener un retorno por la inversión, realizaremos el flujo de fondos solamente para la implementación de 2 puestos de embolsado, ya que si se implementan 3 puestos el aumento de producción es más del doble. Además, simplificaremos el análisis considerando que el aumento total en la capacidad productiva se traduce en un aumento en las ventas.

Los costos a tener en cuenta en el análisis financiero son:

- Inversión en alimentadores

El modelo de alimentador que elegimos cuesta 1100 USD. Teniendo en cuenta que cada puesto tiene 20 alimentadores y que vamos a plantear la instalación de 2 puestos de embolsado automático, el total de la inversión será de 44.000 USD.

- Inversión en cinta transportadora

Cada cinta transportadora cuesta 522 USD. Si se instalan dos puestos la inversión total será de 1.044 USD.

- Inversión en cámaras

La cámara que elegimos cuesta 679 USD. A la hora de elegirla, se tuvo en cuenta una marca reconocida compatible con aplicaciones en computer vision. Es por ello que seleccionamos la marca Basler. Para seleccionar el modelo se tuvieron en cuenta distintos factores, eligiendo un modelo que cuente con:

- Variedad de interfaces de comunicación: USB 3.0, optimizado para aplicaciones de computer vision.
- Tipo de sensor: GMAX2505

- Tecnología de obturador: obturador global, siendo ideal para aplicaciones donde se necesita capturar objetos en movimiento rápido sin distorsión, como en aplicaciones industriales de computer vision.
- Tamaño del sensor: 1/2"
- Resolución: 5.6 MP



Imagen 8.4.3: Cámara Basler ace 2 a2A2600-64ucPRO

Si se instalan dos puestos, la inversión total en las cámaras será de 1.358 USD.

- Inversión en sistema de embolsado

El sistema de embolsado cuesta 6540 USD. Como estamos planteando la instalación de dos puestos de embolsado automático, la inversión total será de 13.080 USD.

- Ahorro en costos de subcontratación

El hecho de tener más capacidad productiva hace que Rasti tenga que subcontratar menos personal para cubrir los picos de demanda máxima, lo cual representa un ahorro para la empresa con respecto a la situación actual. El año pasado el costo total de subcontratación fue de 36 millones de pesos a diciembre, lo que equivale a 97.297 USD. Considerando que actualmente deben subcontratar a 22 personas (ya que los puestos fijos son 10 y en temporada llegan a tener 32 puestos) y que estas trabajan los dos meses anteriores a los picos de demanda máxima, podemos tomar como costo mensual por persona contratada como:

$$\text{Costo} = \frac{97.297 \text{ USD}}{22 \text{ personas} * 4 \text{ meses}} = 1.105,65 \frac{\text{USD}}{\text{mes} * \text{persona}}$$

Si instalan 2 puestos automáticos, la capacidad productiva fija es equivalente a 17,1 puestos manuales. Considerando que para los momentos de demanda máxima requieren 32 puestos, van a necesitar subcontratar a 15 personas. Como actualmente subcontratan a 22 operarios, esto significaría un ahorro de:

$$\text{Ahorro subcontratación} = (22 - 15) \text{ operarios} * .1.105,65 \frac{\text{USD}}{\text{mes*operario}} = 7.739,56 \frac{\text{USD}}{\text{mes}}$$

- Posibilidades de nuevos negocios

El aumento en la capacidad de producción que Rasti tendría al implementar el sistema automatizado, le abre las puertas a realizar nuevos acuerdos con empresas, como lo hizo en el pasado con Grido o Carrefour. El Director de Operaciones nos comentó que actualmente para estas producciones especiales la empresa debe estirar un turno, contratar personal eventual o buscar alguna otra alternativa, ya que con la capacidad de producción que tienen hoy en día no la llegan a cubrir. Actualmente tienen uno de estos acuerdos por año.

En el último acuerdo que hicieron con Grido, tuvieron que fabricar 800.000 bolsas de 10 bloques cada una, para las cuales necesitaron de 10 a 12 chicas que trabajaron durante 2 meses. Cada 5 de ellas, había una empleada de la planta permanente que estaba como tutora 1 o 2 semanas (para corregirla, decirle cómo tenía que usar la selladora, que controles tiene que tener en cuenta). Este acuerdo generó un ingreso anual de 1.455.488 USD y representó el 8% de la facturación anual. Vamos a tomar estos números para estimar el ingreso que podrían tener si realizan acuerdos con nuevas empresas.

Para calcular nuestra nueva capacidad productiva, tuvimos en cuenta que cada bolsa tiene 50 piezas. Considerando que las bolsas que fabrican por estos acuerdos tienen menos piezas y que como mucho hay 2 repetidas, debemos ajustar las 800.000 bolsas a nuestras bolsas estándar. Como nuestro tiempo de producción está determinado por el alimentador que debe largar más piezas, para el cual tomamos 9 piezas, para realizar la conversión usaremos como factor de conversión 2/9.

$$\text{Bolsas por acuerdo} = 800.000 \text{ bolsas} * \frac{2}{9} = 177.778 \text{ bolsas}$$

Además, hay que considerar que nuestro análisis es mensual y cuando se realizan estos acuerdos tardan aproximadamente 2 meses en producir las bolsas. Por lo tanto, las bolsas a producir por mes por acuerdo son:

$$\text{Bolsas por acuerdo por mes} = \frac{177.778 \text{ bolsas}}{2 \text{ meses}} = 88.889 \text{ bolsas}$$

El ingreso total que tuvieron por el acuerdo de Grido fue de 1.455.488 USD. Por lo tanto, el ingreso por bolsa equivalente es:

$$\text{Ingreso por bolsa por mes} = \frac{1.455.488 \text{ USD}}{177.778 \text{ bolsas}} = 8,19 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}}$$

- Aumento de producción

Actualmente, en temporada baja trabajan con 10 puestos de embolsado. Con la implementación de los puestos de embolsado automático, van a tener más capacidad de producción en estos momentos del año, lo que les permitiría aumentar la cantidad de juguetes que liberan en el mercado. El valor de este aumento va a depender de la cantidad de juguetes que deban producir debido a los nuevos acuerdos que hagan con empresas. Cuantos más acuerdos hagan, menos producción adicional van a tener para liberar en el mercado. El precio aproximado para cada juguete es de 20 USD. El costo directo de cada uno de los juguetes está compuesto por:

- Costos de materiales: insumos de terceros como los estuches, folletos, bolsas, cajas contenedoras, plástico.
- Costo de las operaciones: mano de obra, envasado, tiempos de máquina (pegado, inyección).

Para determinar el precio de un producto, Rasti multiplica los costos directos por 3, por lo que el ingreso obtenido por cada juguete es:

$$\text{Ingreso por juguete promedio} = \text{Precio} - \text{Costo} = \text{Precio} - \frac{\text{Precio}}{3}$$

$$\text{Ingreso por juguete promedio} = 20 \text{ USD} - \frac{20}{3} \text{ USD} = 13,33 \text{ USD}$$

Hay que considerar que ese precio de 20 USD es para un juguete promedio y nosotros calculamos nuestra capacidad productiva a partir de lo que cuesta producir cada bolsa. Para el cálculo que realizamos anteriormente, para medir la productividad consideramos que una bolsa estándar contiene 50 bloques. Un juguete en promedio tiene 150 bloques, por lo cual en total requerirá 3 bolsas. Como en nuestro análisis financiero vamos a estar trabajando en base a las bolsas estándar, el ingreso equivalente por bolsa sería:

$$\text{Ingreso por bolsa} = 13,33 \frac{\text{USD}}{\text{juguete}} * \frac{1 \text{ juguete}}{3 \text{ bolsas}} = 4,45 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}}$$

La producción mensual actual de bolsas estándar con los 10 puestos de trabajo que tienen fijos es de:

$$\text{Producción actual} = \frac{1 \text{ bolsa}}{57,7 \text{ s} * \text{op}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} * \frac{9 \text{ hs}}{\text{día}} * \frac{20 \text{ días}}{\text{mes}} * 10 \text{ operarios} = 112.305 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}}$$

La producción mensual por cada puesto de trabajo automatizado es de:

$$\text{Producción por puesto automatizado} = \frac{1 \text{ bolsa}}{6,75 \text{ s}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} * \frac{9 \text{ hs}}{\text{día}} * \frac{20 \text{ días}}{\text{mes}} = 96.012 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}}$$

Si instalamos 2 puestos automáticos, la capacidad productiva pasaría a ser de 192.024 bolsas, lo que representa un aumento de 79.719 bolsas con respecto a la capacidad actual. Como este valor es cercano a las 88.889 bolsas mensuales a producir por los acuerdos con empresas, consideramos que los meses en los cuales deban tratar dicha producción, Rasti cubrirá esa diferencia de 9.170 manualmente con personal fijo de la planta y, por lo tanto, no tendrá producción adicional para mandar al mercado.

Los meses que no deban producir producción destinada a los acuerdos con empresas y tampoco lo tengan que hacer para cubrir los picos de demanda del día del niño y Navidad, el ingreso mensual por el aumento de producción será de:

$$\text{Ingreso por aumento de producción} = 79.719 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}} * 4,45 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}} = 354.307 \frac{\text{USD}}{\text{mes}}$$

- Ahorro en costos de piezas falladas

Este costo proviene de aquellas piezas que fueron vendidas y que por lo tanto deben ser reemplazadas. El Director de Operaciones nos dijo que generalmente los costos de logística inversa son altos y que es más conveniente mandar directamente el juguete completo de nuevo. Al disminuir las cajas falladas, disminuiría el costo total por mandar de nuevo una caja. Este costo está representado por el costo de la mercadería más los costos asociados a volver a enviarlo.

El costo de cada caja es un tercio del precio de venta por lo que, considerando el precio de venta promedio de 20 USD, el costo de cada una sería de 6,67 USD. Como mencionamos antes, nosotros estamos trabajando en base a las bolsas

estándar, por lo cual teniendo en cuenta que un juguete promedio requiere 3 bolsas, el costo equivalente sería:

$$\text{Costo por bolsa} = 6,67 \frac{\text{USD}}{\text{juguete}} * \frac{1 \text{ juguete}}{3 \text{ bolsas}} = 2,22 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}}$$

En el informe de calidad anual de la empresa para el periodo 2016/2017, se pudo cuantificar que el costo por envío fue de 174 ARS (ver sección 7.1.3). Para traer ese valor a hoy, realizando la conversión teniendo en cuenta los índices y variaciones porcentuales de inflación provistos por el INDEC, obtuvimos que a hoy serían 9.808 ARS, equivalentes a 11,47 USD por juguete (con un tipo de cambio de 855 ARS/USD al 19/02/2024 según el Banco de la Nación Argentina). Por lo tanto, el costo de envío por bolsa sería:

$$\text{Costo por envío} = 11,47 \frac{\text{USD}}{\text{juguete}} * \frac{1 \text{ juguete}}{3 \text{ bolsas}} = 3,82 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}}$$

Por lo tanto el costo total por bolsa fallada es

$$\text{Costo por bolsa fallada} = 2,22 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}} + 3,82 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}} = 6,05 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}}$$

Para determinar el costo total mensual, es necesario calcular cuántos juguetes hay que volver a mandar por mes. A partir del informe de calidad anual que realizaron en la empresa para el periodo 2016/2017, se determinó que la tasa de fallas era de 326 por millón de unidades vendidas. Al implementar el nuevo sistema, el faltante de piezas pasaría del 50 por ciento de las fallas totales a únicamente el 5%, dando lugar a una nueva tasa de fallas de 172 por millón de unidades vendidas. Esta disminución representa un ahorro para la empresa, que podemos calcular a partir del total de juguetes vendidos.

En un mes normal, en nuestro análisis consideramos que las unidades vendidas son iguales a las producidas. Como calculamos anteriormente, cada puesto automatizado produce 96.012 bolsas por mes, entonces al instalar 2 puestos producirían 192.024 bolsas. Por lo tanto, el ahorro sería de:

$$\text{Ahorro mes normal} = 6,05 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}} * 192.024 \text{ bolsas} * \frac{(326-172)}{1.000.000} = 178,78 \text{ USD}$$

Los meses que terminan los acuerdos con las empresas venden más unidades, ya que como mencionamos anteriormente producen de forma manual 9.170 bolsas adicionales por mes con personal fijo de la planta sobre su capacidad productiva.

Cómo dedican dos meses a realizar la producción de los acuerdos, el mes en donde estos finalizan, el ahorro será de:

$$\text{Ahorro mes acuerdo} = 6,05 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}} * (192.024 \text{ bolsas} + 9.170 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}} * 2 \text{ meses}) * \frac{(326-172)}{1.000.000}$$

$$\text{Ahorro mes acuerdo} = 195,85 \text{ USD}$$

Finalmente, debemos calcular las unidades vendidas en agosto y diciembre, debido al día del niño y Navidad. Para cubrir este volumen, actualmente Rasti aumenta su capacidad de producción en 22 puestos durante los dos meses anteriores, para acumular stock. Teniendo en cuenta que los puestos actuales producen una bolsa cada 57,7 segundos, podemos calcular la producción adicional como:

$$\text{Producción adicional} = \frac{1 \text{ bolsa}}{57,7 \text{ s} * \text{op}} * \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} * \frac{9 \text{ hs}}{\text{día}} * \frac{20 \text{ días}}{\text{mes}} * 22 \text{ operarios} = 247.071 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}}$$

Como la producción para estos picos se lleva a cabo durante dos meses, la demanda máxima de los meses de agosto y diciembre sería la producción que realizan por mes actualmente con los 10 puestos más 2 veces la producción adicional que obtienen al aumentar su capacidad de producción.

$$\text{Demanda máxima} = 112.305 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}} + 2 * 247.071 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}} = 606.447 \frac{\text{bolsas}}{\text{mes}}$$

Por lo tanto, el ahorro durante estos meses será de:

$$\text{Ahorro mes demanda máxima} = 6,05 \frac{\text{USD}}{\text{bolsa}} * 606.447 \text{ bolsas} * \frac{(326-172)}{1.000.000} = 564,61 \text{ USD}$$

Otras consideraciones que tuvimos en cuenta para el análisis son:

- Para cubrir la demanda del día del niño y Navidad, Rasti comienza a producir estos volúmenes dos meses antes. Esto significa que, por ejemplo, para cubrir la demanda de diciembre necesitan subcontratar personal en octubre y noviembre.
- Consideramos que Rasti en principio podría realizar 2 acuerdos anuales más con otras empresas, teniendo en total 3 acuerdos por año. En el flujo de fondos, consideraremos que estos dos nuevos acuerdos con empresas se darán en los meses de febrero y abril, por lo que durante los primeros cuatro meses del año la

empresa destinará parte de su capacidad productiva a estos fines (dos meses por acuerdo).

- Para simplificar los cálculos estamos considerando que el pago total de la inversión se realiza en el mes 0. Sin embargo, si se desea, existe la posibilidad de pagar estos equipos en cuotas.
- Como tasa de rendimiento mínima aceptable (TREMA) tomamos un valor genérico del 10%, ya que es un número por encima de lo que rinden los bonos del tesoro americano y, además, es lo que rinde el mercado en promedio.

A partir de las consideraciones mencionadas, el flujo de fondos mensual para el año 1 teniendo en cuenta las variaciones que se presentan al implementar 2 puestos de embolsado automático es:

	Año 1				
	0	1	2	3	4
Inversión en vibradores	-\$ 44.000				
Inversión en cinta transportadora	-\$ 1.044				
Inversión en camaras	-\$ 1.358				
Inversión en sistema de embolsado	-\$ 13.080				
Ahorro en costo de subcontratacion					
Posibilidades de nuevos negocios			\$ 1.455.488		\$ 1.455.488
Aumento de produccion					
Ahorro en costo de piezas falladas		\$ 178,78	\$ 195,85	\$ 178,78	\$ 195,85

	Año 1			
	5	6	7	8
Inversión en vibradores				
Inversión en cinta transportadora				
Inversión en camaras				
Inversión en sistema de embolsado				
Ahorro en costo de subcontratacion		\$ 7.739,56	\$ 7.739,56	
Posibilidades de nuevos negocios				
Aumento de produccion	\$ 354.306,55			\$ 354.306,55
Ahorro en costo de piezas falladas	\$ 178,78	\$ 178,78	\$ 178,78	\$ 564,61

	Año 1			
	9	10	11	12
Inversión en vibradores				
Inversión en cinta transportadora				
Inversión en camaras				
Inversión en sistema de embolsado				
Ahorro en costo de subcontratacion		\$ 7.739,56	\$ 7.739,56	
Posibilidades de nuevos negocios				
Aumento de produccion	\$ 354.306,55			\$ 354.306,55
Ahorro en costo de piezas falladas	\$ 178,78	\$ 178,78	\$ 178,78	\$ 564,61

A partir de este flujo de fondos y considerando una TREMA del 10% anual, el valor actual neto (VAN) del proyecto para el primer año es de 4.139.734 USD. A partir de este número, podemos concluir que el proyecto realmente conviene ya que la inversión se recupera rápidamente. En el flujo de fondos podemos ver que la inversión a realizar es relativamente baja con respecto a los ahorros y ventajas que provienen de su implementación. Una de las principales ventajas que se ve reflejada en términos monetarios, es que el aumento de producción le permite a Rasti realizar nuevos acuerdos con empresas.

8.5 Impacto en la cultura organizacional

Como mencionamos anteriormente, es muy importante considerar la interrelación entre la cultura de la empresa y la adaptación de la misma a los cambios constantes en las tecnologías y el mercado. Por esta razón, es necesario evaluar el perfil de la empresa y las características de los empleados, de manera que sea fácil adaptarse a los nuevos cambios y que estos sean efectivos. Los empleados deben ver la implementación de las nuevas tecnologías como algo positivo, ya que les son de gran ayuda. No deben sentirse reemplazados, sino que deben entender que al implementarlas ellos adquieren un nuevo rol. Esta situación se dio en cada una de las revoluciones industriales. En el desarrollo de este trabajo hicimos que una tarea repetitiva y agotadora tanto física como mentalmente, pase a ser una tarea mucho más fácil para el ser humano, que además logra resultados mucho más eficientes en tiempos y cantidad de fallas.

A partir de la mejora propuesta, las tareas que debe realizar el operario son: buscar los bloques necesarios, preparar las máquinas, llevar un control del armado, corregir las bolsas que tengan alguna falla y llevarlas a la etapa de envasado. Para ello, va a ser necesario que sigan el plan de producción y realicen correctamente las instrucciones de la parametrización de las máquinas. Como explicamos en el desarrollo,

para cada uno de los juguetes va a existir una “receta” que indica cuales son los bloques necesarios para llevar a cabo un programa y en cuál de los alimentadores debe ir cada uno. Además, hay que explicarles el funcionamiento de las máquinas y cómo hay que programarlas. Por esta razón, es muy importante crear un buen programa de capacitación para los empleados.

Al analizar la cultura organizacional de Rasti, observamos que actualmente el perfil que más se destaca para la empresa es el de clan. Esto sugiere que la empresa posee una cultura con cierta similitud a aquellas organizaciones de tipo familiar, donde se comparten los valores y se establecen objetivos en común. En las mismas, prima el trabajo en equipo y los empleados cumplen un rol fundamental en la toma de decisiones. Es decir, que existe un compromiso corporativo para darles participación en un ambiente donde los principales pilares son la lealtad y el compromiso.

Esto último es un punto fundamental a tener en cuenta a la hora de implementar este tipo de tecnologías. Un factor clave a la hora de aplicarlas es la comunicación. Al presentar la idea, hay que explicarles a los empleados de manera clara los grandes beneficios que les brinda a ellos y a la empresa, además de escuchar atentamente sus preguntas o preocupaciones. Si ellos logran entender la idea, probablemente estén a favor y se sientan incluidos durante el proceso de implementación. En una empresa de este tipo, en donde la cultura juega un rol muy importante, tratar de implementar un sistema sin dar explicaciones y sin escuchar sus opiniones, puede resultar en los operarios pensando que el sistema viene a reemplazarlos y dejarlos sin trabajo.

A su vez, al analizar cómo los empleados piensan que la empresa debería ser, observamos que opinan que Rasti debería desarrollar más el perfil de adhocracia. Este perfil tiene como principios fundamentales la innovación y las nuevas ideas de cara al futuro. Prima la capacidad de rápida adaptación, flexibilidad y creatividad para alinearse rápidamente a nuevas tendencias generando nuevas oportunidades.

Como explicamos al principio de este trabajo, a lo largo de los años la empresa buscó evolucionar mediante la innovación para ganar mercado y cumplir sus objetivos, reformulando el espíritu nostálgico para poder competir contra las consolas y los videojuegos. Implementar el sistema que proponemos brindaría a la empresa una gran ayuda para continuar desarrollando el perfil de adhocracia. La ayudaría a innovar su proceso productivo, hacerlo más eficiente y también a hacer crecer a los empleados.

El conocimiento y capacidad de uso de estas tecnologías les permitirá a los empleados obtener herramientas de gran utilidad para su desarrollo profesional y laboral, dándoles la posibilidad de expandir sus horizontes hacia un futuro que jamás

han imaginado. Además, la implementación del sistema le otorgará a Rasti una ventaja competitiva distintiva en el mercado, situándose en una posición destacada frente a sus competidores.

Por esta razón, consideramos que un programa de capacitación es de vital importancia. Este programa no solo se centrará en garantizar el uso adecuado de las nuevas tecnologías, sino que además desempeñará un papel crucial en la transición cultural hacia un enfoque adhocrático. La combinación de estos dos elementos tiene como objetivo principal otorgar a la empresa la capacidad de posicionarse como líder en la integración de la Industria 4.0 en los procesos productivos de las pymes.

8.6 Resultados

8.6.1 Reducción de tiempos en la tarea

Como mencionamos en el análisis financiero, el tiempo en el cual el puesto automatizado tarda en hacer las bolsas depende de tres variables:

- El tiempo que tarda el alimentador que deba liberar más piezas
- El tiempo que demora el programa de control por imagen
- El tiempo del sistema de embolsado

Aquel que más tarde será el cuello de botella del proceso y por lo tanto marcará el ritmo de salida de las bolsas.

El modelo de alimentador que elegimos puede alimentar de 50 a 100 piezas por minuto. Teniendo en cuenta que esos valores son para una velocidad mínima y máxima, consideramos que trabajando a una velocidad nominal puede alimentar 80 piezas por minuto. El ritmo en el cual se mueven los contenedores, en caso en que el cuello de botella sean los alimentadores, está determinado por aquel que deba alimentar más piezas. En el caso de Blocky Veterinaria, el modelo del cual se requieren más piezas es el LADRILLO ANCHO 4T LARGO BLANCO IN00006 01 (ver Anexo V), el cual requiere 9 piezas por bolsa. A partir del siguiente cálculo, concluimos que el alimentador que tenga estas piezas va a tardar 6,75 segundos.

$$Velocidad = 80 \frac{piezas}{min} * \frac{1}{9} \frac{bolsa}{piezas} = 8,89 \frac{bolsas}{min}$$

$$Tiempo = \frac{1}{8,89} \frac{min}{bolsa} * \frac{60}{1} \frac{seg}{min} = 6,75 \frac{seg}{bolsa}$$

Por otro lado, para el control por imagen, a partir de la corrida realizada podemos predecir que el tiempo que tarda en procesar la imagen es de 3,6 segundos (ver sección 8.3).

El mecanismo de embolsado que elegimos puede producir 50 bolsas por minuto. Esto significa que sale una bolsa cada 1,2 segundos.

A partir del análisis anterior, podemos concluir que el alimentador que debe liberar más piezas es el cuello de botella y, por lo tanto, el puesto de embolsado automatizado produce **una bolsa cada 6,75 segundos**. Esto representa **una disminución en el tiempo de 88,3 por ciento** con respecto a los 57,7 segundos que se tarda actualmente y significa que produce al mismo ritmo que 8,55 puestos manuales que trabajan en paralelo. Además, hay que tener en cuenta que dentro de ese tiempo también se realiza el control de calidad y hoy en día se realiza el control en una etapa posterior.

Al implementar dos puestos de embolsado automático, Rasti pasaría de tener una capacidad productiva fija total de 10 puestos manuales a una capacidad equivalente de 17,1 puestos actuales. Por un lado, esto le permite liberar más juguetes al mercado y, por lo tanto, la cantidad de personas a subcontratar para cubrir los picos de demanda va a ser menor, pasando de 22 a 15. Por el otro, le permite ser capaz de crear nuevos negocios con empresas, así como lo hizo con compañías como Grido, Carrefour y Axion.

Al contar con esta nueva versatilidad y capacidad productiva, la empresa va a poder salir en búsqueda de nuevos acuerdos o colaboraciones con otras grandes empresas lo que le permitirá a Rasti incrementar sus ingresos y potenciar la imagen de la marca en el mercado.

Para alcanzar estos resultados, consideramos imperativo que el área comercial y la alta dirección, adopten una actitud proactiva en lugar de permanecer pasivos, esperando que las oportunidades lleguen por sí solas. Deben ser protagonistas en la búsqueda de diversas oportunidades en el mercado que les permitan establecer relaciones estratégicas con empresas más preponderantes del mercado en diversos rubros. Algunas de las oportunidades que proponemos incluyen:

- ***Acuerdo con McDonald's y Arcos Dorados:***

Explorar la posibilidad de establecer un acuerdo para incluir una línea de juguetes exclusiva de Rasti en la Cajita Feliz de McDonald's, fortaleciendo así la presencia de nuestra marca en su mercado objetivo que son los juguetes para niños.

- ***Acuerdo con YPF u otras empresas de servicio:***

Investigar la viabilidad de un plan de canje de puntos al cargar combustible, basándonos en el éxito de promociones similares, como el intercambio de objetos promocionales en el verano como lo es la pelota. Esto no sólo impulsaría las ventas, sino que también construiría un concepto abstracto entre Rasti e YPF para los clientes. Usualmente solemos asociar verano e YPF con la oferta de la pelota.

- ***Alianza con empresas alimenticias como Mondelez:***

Explorar colaboraciones estratégicas para lanzar promociones conjuntas durante el mes de Pascua, ofreciendo atractivos para los niños que piden a sus padres golosinas y productos Rasti de manera simultánea.

Estas son solo algunas ideas dentro de un abanico de posibilidades. Creemos que más allá del aumento de los ingresos, estos acuerdos generarán un impacto positivo en la visibilidad de Rasti en el mercado. Además, representan una excelente oportunidad para que grandes multinacionales demuestren su disposición a respaldar el crecimiento de las pymes en el ámbito nacional y continental. Al explorar activamente estas oportunidades, no solo fortaleceremos nuestra posición en el mercado, sino que también contribuiremos al desarrollo y apoyo mutuo dentro del entorno empresarial.

8.6.2 Eliminación de dificultades ergonómicas

El rediseño del proceso de embolsado nos permite transformar una tarea altamente crítica ergonómicamente (debido a los factores de riesgos analizados previamente) en una tarea que permite eliminar por completo los factores de riesgo tales como bipedestación, movimientos repetitivos, posturas forzadas y estrés de contacto.

Es importante hacer énfasis en los problemas de salud que evita el operario a la hora de implementar este sistema. Como consecuencia se obtiene una disminución en las lesiones laborales irreversibles que un trabajador pudiera sufrir, que podría derivar en un problema legal para la empresa. A su vez, además de mitigar los factores de riesgos antes mencionados, se rediseña la tarea de manera tal que no resulte algo monótono y repetitivo, influyendo en la motivación y carga mental del empleado positivamente.

8.6.3 Reducción de reclamos por fallas

Como hemos destacado previamente, los reclamos de los clientes relacionados con el faltante de piezas en los productos recibidos constituyen aproximadamente el 50% de los reclamos. Reducir de manera significativa estos números no solo conlleva a ahorros en los costos asociados con medidas correctivas para abordar la problemática, sino que también fortalece la relación entre la empresa y sus clientes.

La propuesta de implementar un sistema de control mediante “Computer Vision” proporciona una versatilidad invaluable al permitirnos definir con precisión los márgenes de tolerancia que estamos dispuestos a aceptar. En nuestra primera fase de mejora, consideramos óptimo establecer este margen alrededor del 5%, es decir se elimina el 95% de los reclamos por faltante de piezas en los productos vendidos. Es importante destacar que, a medida que reducimos el porcentaje de fallas, la complejidad del programa aumenta. Sin embargo, este enfoque nos brinda una oportunidad única: obtener una reducción sustancial en las fallas por faltante de piezas y, simultáneamente, ingresar en una curva de aprendizaje gradual.

Establecer este margen inicial nos permitirá experimentar mejoras inmediatas en la calidad del producto y sentará las bases para una mejora continua. A medida que implementemos ajustes en el sistema, lograremos optimizar la eficiencia del proceso. Proyectamos que, con el tiempo, estos esfuerzos nos llevarán a alcanzar porcentajes de fallas cercanas al 1%, alineándose con los estándares rigurosos de la metodología Six Sigma.

En resumen, al implementar estas tecnologías y establecer criterios de calidad específicos, la empresa daría pasos firmes hacia una producción más eficiente y consistentemente confiable. Este enfoque posicionará estratégicamente a Rasti para enfrentar las demandas futuras del mercado, cumpliendo con los más altos estándares de calidad y satisfaciendo las expectativas de los clientes.

8.6.4 Reducción de costos por contratación de mano de obra temporal y juguetes fallados

Al implementar los puestos de embolsado automatizado, Rasti aumentaría su capacidad productiva y por ende no necesitaría subcontratar a tantos empleados. Además, la disminución de fallas del control de calidad debido a la implementación del control por imagen, ayuda a reducir los costos asociados a los juguetes fallados que fueron vendidos. Esta implementación nos permite aumentar la eficiencia operativa,

umentando la rentabilidad en el proceso de producción de los juguetes, debido a una mayor productividad y reducción de los desperdicios. La tecnología de la automatización permite alcanzar economías de escala, es decir los costos unitarios tienden a disminuir ya que los costos fijos indirectos se prorratan entre una cantidad mayor de unidades por el nuevo ritmo de producción.

8.6.5 Rediseño de una tarea manual

La incorporación de esta propuesta, al contrario de eliminar empleos, tiene como objetivo mejorar y optimizar las funciones existentes, brindando oportunidades de desarrollo y crecimiento para los empleados. Gracias a la implementación de estas tecnologías, pudimos convertir una tarea repetitiva y agotadora, en una mucho más fácil para el hombre. El nuevo rol que tienen los empleados es buscar los bloques necesarios, preparar y parametrizar las máquinas, llevar un control del armado, corregir las bolsas que tengan alguna falla y llevarlas a la etapa de envasado. El conocimiento que adquirirán los empleados al conocer estas tecnologías les permitirá obtener herramientas de gran utilidad para su desarrollo profesional y laboral, dándoles la posibilidad de expandir sus horizontes.

8.7 Próximos pasos

Posteriormente a la implementación de la propuesta que hemos presentado, creemos que se podría dar unos pasos hacia la completa automatización del proceso, empalmando la operación de embolsado con la de envasado. Para lograr esto, buscaremos aprovechar el robot con el que actualmente cuentan en la empresa, el cual fue mencionado y ejemplificado con la imagen 5.13.

Se podría unificar el sistema en donde una vez armada la bolsa, mediante una cinta se transporte hacia el robot donde se realiza el envasado en cajas.

Como segunda alternativa, estuvimos investigando la posibilidad de invertir en un nuevo sistema de packing similar al sistema integrado facilitado por *Combi* y *FANUC America* para tener una mayor velocidad de envasado.

Como mencionamos anteriormente, hoy en día a la empresa no le sobra mucho espacio de almacenamiento y el producto final envasado ocupa mucho lugar. Implementar este sistema le permitiría almacenar las bolsas individuales, las cuales

ocupan menos espacio, y luego sobre la fecha realizar el envasado en las cajas aprovechando la velocidad y capacidad del sistema. De esta forma, la empresa contará con más espacio para almacenar productos a lo largo del año y posiblemente se justificaría la implementación de más puestos de embolsado automático para alcanzar una capacidad productiva mayor, de manera de ir acumulando stock y llegar más holgados a los puntos críticos de venta como son día del niño y Navidad, sin necesidad de subcontratar personal. Además, contará con espacio para la producción de nuevos productos pensando en las colaboraciones futuras con nuevas empresas.

Para el sistema integrado en cuestión, Combi Packaging Systems, integrador de sistemas autorizado de FANUC, diseñó y construyó un sistema robótico de envasado de cajas de final de línea⁵. Este emplea en serie tres FANUC SR-12iA robots y FANUC iRVision[®], entregando una capacidad de 100ppm.



Imagen 8.71: Combi Integrated Systems packing system

⁵ [Get it Done with Robotic Case Packing \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)



Imagen 8.7.2: Vista superior del sistema

Esta segunda idea surge del comentario realizado desde la empresa en donde el espacio de almacenamiento es una restricción y problemática que le genera costos extras a la empresa en la actualidad. El producto final envasado necesita mucho lugar para ser almacenado, en cambio si uno los almacena antes de envasarlos se requiere mucho menos espacio.

9. Conclusión

A lo largo de este trabajo, mostramos cómo a través de la inteligencia artificial y tecnologías de la Industria 4.0, podemos transformar tareas repetitivas en trabajos mucho más eficientes y más fáciles para el hombre. No hay que ver este tipo de tecnologías como una amenaza que atenta contra nuestros trabajos, ya que son una herramienta que brinda una gran ayuda en muchos aspectos. Así como pasó en cada una de las revoluciones industriales, las maneras de trabajar se van reinventando.

Hoy en día, la inteligencia artificial está teniendo un gran desarrollo tanto en los procesos productivos como en el entorno empresarial. Desde la automatización de procesos hasta la ayuda en la toma de decisiones, esta tecnología demostró que puede brindar ayuda a las empresas para permitirles ser más eficientes, productivas y rentables. La inteligencia artificial no nació para reemplazar a las personas, sino para complementar y mejorar su desempeño en el trabajo. Este tipo de tecnologías permite a las empresas enfocar sus esfuerzos y tiempo en aquellas decisiones más estratégicas, delegando a estos sistemas aquellos trabajos que son repetitivos y rutinarios. Hay habilidades que la inteligencia artificial no es capaz de desarrollar mejor que el ser humano, como el pensamiento crítico, la creatividad y la imaginación.

Actualmente, en Argentina las pymes representan aproximadamente el 99% del total de las empresas. Estas empresas enfrentan desafíos considerables en su adaptación a la revolución tecnológica representada por la Industria 4.0. En muchos casos, operan con recursos limitados, no tienen acceso a un financiamiento adecuado y existe una brecha de conocimientos tecnológicos, los cuales representan obstáculos significativos para la adopción de innovaciones digitales.

Por estas razones, la preservación de la competitividad de las pequeñas y medianas empresas en un mercado globalizado es un desafío crítico. Estas empresas se ven obligadas a adaptarse de manera ágil para mantenerse acordes con las demandas de eficiencia y calidad de los consumidores, al tiempo que enfrentan la intensa competencia tanto a nivel nacional como internacional. Es por ello que creemos que es crucial encontrar la manera para que estas compañías se puedan adaptar a este tipo de tecnologías.

Al analizar el proceso productivo de Rasti, llegamos a la conclusión que, debido a una serie de factores, la tarea de embolsado es la más crítica del proceso y la que más problemáticas genera en la empresa. Por un lado, uno de los principales problemas que tiene es la parte humana y ergonómica. Tiene movimientos muy repetitivos y agotadores

tanto física como psicológicamente. Por otro lado, el principal reclamo de los consumidores es el faltante de piezas, el cual se origina en esta parte del proceso. Además, es una tarea que tiene ciertas limitaciones, ya que en temporada deben subcontratar personal para cumplir con los planes de producción. A lo largo de los años, Rasti varias veces trató de modificar la tarea pero nunca encontró una buena solución.

A partir de nuestra propuesta, Rasti lograría que su proceso productivo sea mucho más efectivo. No solo ayudaría a reducir los tiempos y las fallas, sino que también brindaría grandes beneficios en el aspecto ergonómico.

Implementando los puestos de embolsado automáticos, Rasti podría producir una bolsa cada 6,75 segundos, lo que representa una reducción en el tiempo del 88,3 por ciento. Este resultado le permite reducir la cantidad de puestos y, además, le permite ser capaz de crear nuevos negocios con empresas, así como lo hizo en el pasado con compañías como Grido, Carrefour y Axion.

Por otro lado, el faltante de piezas en los juguetes terminados pasaría del 50 por ciento de las fallas totales a únicamente el 5 por ciento, dando lugar a una nueva tasa de fallas de 172 por millón de unidades vendidas, lo cual representa una disminución respecto a la tasa actual de 326 por millón. Esto se traduce en un ahorro en costos por juguetes vendidos que están fallados y además aumenta la satisfacción de los clientes.

Por el lado ergonómico, la implementación del sistema nos permite eliminar por completo los factores de riesgo tales como bipedestación, movimientos repetitivos, posturas forzadas y estrés de contacto. Este es un punto clave a remarcar ya que actualmente la empresa está buscando modificar esta tarea principalmente por estas cuestiones.

En el análisis de la cultura organizacional de la empresa, observamos que los empleados de Rasti opinan que la empresa debería desarrollar más el perfil de adhocracia. Que una compañía como Rasti implemente estas tecnologías, no solo refleja su voluntad de abrazar la transformación digital y tecnológica, sino que también muestra que reconocen que la innovación y la flexibilidad son esenciales para mantenerse relevante en un entorno empresarial cada vez más dinámico y orientado a la innovación.

Al tomar esta estrategia innovadora, intentamos hacer que la empresa se posicione como un faro de inspiración para las pymes argentinas en medio de esta revolución industrial. Más allá de consolidar la posición de Rasti en el mercado, esta iniciativa desempeñaría un papel trascendental en incentivar el avance de la capacidad competitiva de las empresas argentinas a nivel global de cara al futuro.

Para finalizar, queremos destacar que nuestro trabajo no solo representa un hito en nuestro crecimiento como futuros ingenieros industriales, sino que también busca actuar como una demostración crucial de que las barreras de ingreso hacia esta revolución tecnológica son más culturales que económicas. La adopción de nuevas tecnologías y apertura hacia nuevos horizontes no solo implica una cuestión financiera, sino un cambio cultural necesario, y este proyecto destaca cómo la voluntad de adaptación y la visión audaz pueden superar cualquier obstáculo en el camino hacia la automatización y la competitividad global.

Bibliografía

Kanawaty, George. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, cuarta edición, 1996.

Resolución 886/15 SUPERINTENDENCIA DE RIESGOS DEL TRABAJO

<https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-886-2015-246272/texto>

Guía práctica de implementación del protocolo de ergonomía de la resolución SRT N° 886/15

<https://www.srt.gob.ar/wp-content/uploads/2016/06/GuiaPracticaErgonomia.pdf>

DHL Global Connectedness Index 2022

<https://www.dhl.com/content/dam/dhl/global/delivered/documents/pdf/dhl-global-connectedness-index-2022-complete-report.pdf>

INDEC: Mercado de trabajo. Tasas e indicadores socioeconómicos (EPH) primer trimestre 2022.

https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mercado_trabajo_eph_1trim22756BA7CC2D.pdf

Ministerio de Economía / Industria y desarrollo económico. “Las pymes argentinas generaron 140.000 puestos de trabajo en el primer trimestre”. Publicado el Martes 27 de junio de 2023.

<https://www.argentina.gob.ar/noticias/las-pymes-argentinas-generaron-140000-puestos-de-trabajo-en-el-primer-trimestre>

Ministerio de Economía / Industria y desarrollo económico. “Estructura y dinámica reciente de las mipymes empleadoras”.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2021/10/dt_7_-_estructura_y_dinamica_mipyme.pdf

FANUC AMERICA CORPORATION: Get it Done with Robotic Case Packaging

<https://www.youtube.com/watch?v=1pSXPtzTNyU>

Anexo I: Encuestas modelo OCAI

Modelo OCAI - Encuesta Cultura Organizacional			
1.	Características Dominantes	Puntaje CÓMO ES	Puntaje CÓMO DEBERÍA SER
a	La organización permite el desarrollo personal. El ámbito de trabajo es familiar y relajado. Se comparten temas personales.		
b	La organización es considerada como un lugar dinámico e innovador. Las personas apuntan a la excelencia y están dispuestas a tomar riesgos.		
c	La organización está muy orientada a los resultados. Las personas se preocupan por completar las tareas, son muy competitivas y están orientadas a lograr los objetivos.		
d	La organización es muy estructurada y controlada. Las actividades se desarrollan de acuerdo a procedimientos estándares estrictamente formalizados.		
	Total		
2.	Liderazgo Organizacional	Puntaje CÓMO ES	Puntaje CÓMO DEBERÍA SER
a	El liderazgo se entiende como una actividad fuertemente orientada a resultados, basado en el sentido común.		

b	El liderazgo se entiende como una actividad facilitadora del trabajo.		
c	El liderazgo se entiende como una actividad de coordinación, estructuración y que prioriza la eficiencia.		
d	El liderazgo se entiende como una actividad motivadora, que fomenta la innovación, el emprendedorismo y la toma de riesgos.		
	Total		
3.	Estilo de Gestión	Puntaje CÓMO ES	Puntaje CÓMO DEBERÍA SER
a	El estilo de gestión en la organización se caracteriza por favorecer la iniciativa individual y el desarrollo de la innovación.		
b	El estilo de gestión en la organización se caracteriza por la alta competitividad y está fuertemente orientado a resultados.		
c	El estilo de gestión en la organización se caracteriza por la estabilidad laboral y la previsibilidad.		
d	El estilo de gestión en la organización se caracteriza por el trabajo en equipo y la participación.		
	Total		
4.	Factores de integración	Puntaje CÓMO ES	Puntaje CÓMO DEBERÍA SER

a	El factor de integración de la organización es la formalización de normas y políticas. El lema es <i>“lo importante es el orden”</i> .		
b	El factor de integración de la organización es la lealtad y la confianza. El lema es <i>“ponete la camiseta”</i> .		
c	El factor de integración de la organización es el logro de los objetivos. El lema es <i>“ganadores siempre”</i> .		
d	El factor de integración de la organización es el liderazgo, la innovación y el desarrollo. El lema es <i>“estar en la cresta de la ola”</i> .		
	Total		
5.	Énfasis estratégico	Puntaje CÓMO ES	Puntaje CÓMO DEBERÍA SER
a	La organización hace énfasis en el desarrollo del capital humano y la confianza. La participación y la opinión son valores predominantes.		
b	La organización hace énfasis en la permanencia y la estabilidad. La eficiencia y el control de gestión son valores predominantes.		
c	La organización hace énfasis en incorporar nuevos recursos y crear nuevos desafíos. La generación de oportunidades es el valor predominante.		
d	La organización hace énfasis en acciones competitivas y el logro de objetivos. Ganar participación en el mercado es el valor predominante.		

	Total		
6.	Criterios de éxitos	Puntaje CÓMO ES	Puntaje CÓMO DEBERÍA SER
a	La organización define su éxito en base a la eficiencia, los bajos costos y la estabilidad en la programación.		
b	La organización define su éxito en base a incrementar su participación en el mercado superando a la competencia.		
c	La organización define su éxito en base al desarrollo del capital humano, el trabajo en equipo, el compromiso de los empleados y la preocupación por las personas.		
d	La organización define su éxito en base a desarrollar productos únicos e innovadores.		
	Total		

Grilla para procesar las respuestas de la Encuesta OCAI:

Tipo de Cultura	Dimensión	Respuesta
Clan/ Club/ Comunidad	1	a
	2	b
	3	d
	4	b
	5	a
	6	c
Adhocracia/ Flexible/ Orgánica	1	b
	2	d
	3	a
	4	d
	5	c
	6	d
Orientada al Mercado	1	c
	2	a
	3	b
	4	c
	5	d
	6	b
	1	d

Jerárquica/ Burocrática	2	c
	3	c
	4	a
	5	b
	6	a

Tabla Resumen de Características:

	JERÁRQUICA	MERCADO	ADHOCRACIA	CLAN
Orientación	Controladora	Competitiva	Creativa	Colaborativa
Tipo de Líder	Planificador	Competitivo Productivo	Innovador Emprendedor	Facilitador Mentor
Valores	Eficiencia Estabilidad	Logro de Metas	Innovación Agilidad	Compromiso Comunicación
Teoría de Efectividad	Control y eficiencia de procesos	Satisfacción de los clientes Superación de los competidores	Innovación Participación en el trabajo	Desarrollo de las personas Participación en el trabajo

Respuestas de las encuestas

Encuesta		Rasti S.A									
		Sergio		Fidel		Susana		Fernando		Juan	
		Director de Operaciones	Jefe de Ingeniería	Coordinadora de producción	Supervisor	Operario Inyección	Como es	Debería ser	Como es	Debería ser	Como es
Características dominantes	A	30	30	20	30	60	60	30	40	20	30
	B	20	40	30	30	30	30	20	30	30	20
	C	20	20	30	25	10	10	20	20	20	30
	D	30	10	20	15	0	0	30	10	30	20
Liderazgo Organizacional	A	20	10	20	20	10	0	20	20	20	20
	B	30	30	20	25	60	80	20	20	20	30
	C	20	20	20	15	20	20	30	30	30	20
	D	30	40	40	40	10	0	30	30	30	30
Estilo de gestión	A	20	40	30	30	10	20	20	20	20	20
	B	20	10	20	20	10	0	20	20	30	30
	C	30	20	10	10	20	10	30	20	30	20
	D	30	30	40	40	60	70	30	40	20	30
Factores de Integración	A	40	30	20	20	20	20	20	20	30	30
	B	30	20	20	30	60	50	30	40	30	30
	C	10	25	25	20	10	10	20	20	20	20
	D	20	25	35	30	10	20	30	20	20	20
Énfasis estratégico	A	30	30	40	40	50	60	30	30	20	30
	B	30	20	20	15	10	20	30	20	20	20
	C	20	30	20	30	30	10	20	30	30	30
	D	20	20	20	15	10	10	20	20	30	20
Criterios de éxitos	A	30	30	15	30	20	10	30	20	30	20
	B	10	10	15	20	10	10	20	30	30	30
	C	30	30	40	30	60	60	30	30	20	30
	D	20	20	30	20	10	20	20	20	20	20

Anexo II: Estudio de tiempos de la tarea de embolsado

A continuación se encuentran las mediciones realizadas de la tarea, a partir de las cuales partimos para obtener el tiempo tipo de la tarea. El estudio de tiempos se realizó el día 14 de septiembre de 2023, desde 15:30 hasta aproximadamente 15:50. Cada ciclo se midió en un momento aleatorio dentro del tiempo de evaluación. Se midieron 10 ciclos del trabajo tomando los tiempos aplicando el método acumulativo que recomienda la OIT. Con este método, el reloj funciona ininterrumpidamente y al final de cada elemento se registra el tiempo que marca el cronómetro. Los tiempos de cada elemento se obtienen haciendo restas. De esta manera nos aseguramos de que el tiempo registrado sea igual al tiempo transcurrido.

Ciclo	1	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:30,2	00:30,2
2	00:32,4	00:02,1
3	00:37,3	00:05,0
4	00:42,7	00:05,4

Ciclo	2	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:31,2	00:31,2
2	00:34,7	00:03,5
3	00:38,1	00:03,4
4	00:42,1	00:04,0

Ciclo	3	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:26,3	00:26,3
2	00:28,2	00:01,9
3	00:31,9	00:03,7
4	00:37,6	00:05,7

Ciclo	4	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:26,7	00:26,7
2	00:33,5	00:06,8
3	00:36,5	00:03,0
4	00:39,3	00:02,8

Ciclo	5	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:29,3	00:29,3
2	00:32,1	00:02,8
3	00:34,6	00:02,5
4	00:37,5	00:02,9

Ciclo	6	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:28,4	00:28,4
2	00:31,0	00:02,6
3	00:35,4	00:04,4
4	00:40,1	00:04,7

Ciclo	7	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:25,3	00:25,3
2	00:28,5	00:03,2
3	00:35,9	00:07,4
4	00:40,8	00:04,9

Ciclo	8	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:25,2	00:25,2
2	00:28,3	00:03,1
3	00:40,3	00:12,0
4	00:44,6	00:04,3

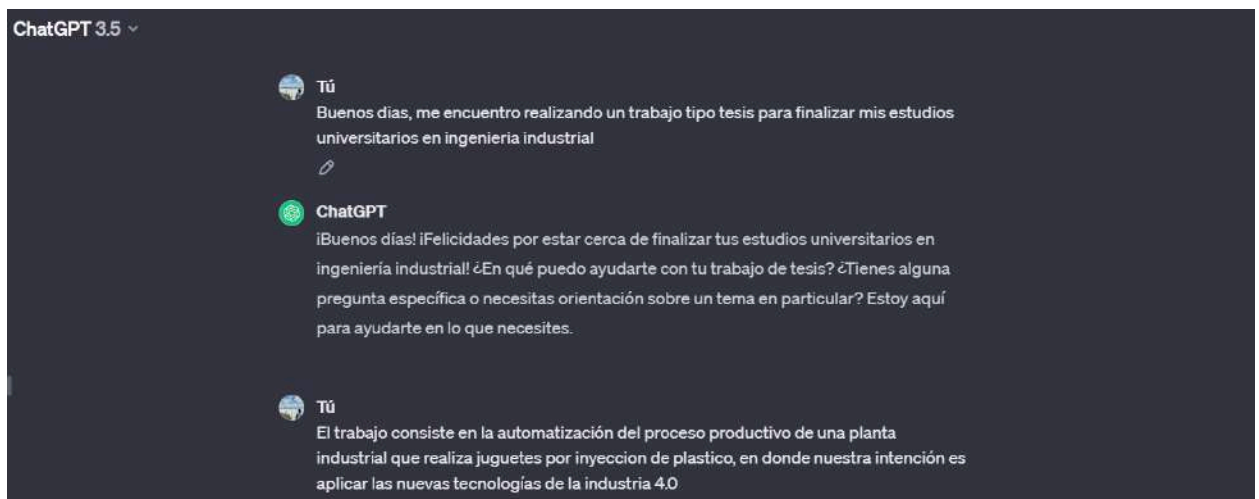
Ciclo	9	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:25,9	00:25,9
2	00:28,1	00:02,2
3	00:45,4	00:17,3
4	00:55,5	00:10,0

Ciclo	10	
Elementos	Cronometro	Tiempo observado
1	00:26,8	00:26,8
2	00:28,1	00:01,3
3	00:29,1	00:01,0
4	00:32,8	00:03,7


Anexo III: Uso de CHAT GPT

Conforme se ha mencionado en la sección 2, recurrimos a la herramienta "CHAT GPT" desarrollada por la empresa Open AI para la elaboración de esta introducción. Para alcanzar los resultados deseados, resultó imperativo hacer un uso preciso de esta tecnología, la cual demanda la provisión inicial de un contexto específico y, posteriormente, la formulación de consultas explícitas y claras respecto a las intenciones del usuario.

A continuación, se exhiben las imágenes de los prompts empleados para interactuar con el chat hasta obtener la respuesta buscada.



ChatGPT 3.5 ▾

 ChatGPT

¡Eso suena como un proyecto muy interesante! La implementación de tecnologías de la industria 4.0 puede aportar eficiencia y mejoras significativas en el proceso productivo. Aquí tienes algunos pasos y conceptos clave que podrías considerar para la automatización de la planta industrial de juguetes mediante la aplicación de la industria 4.0:

1. **Recopilación de Datos:**

- * Implementar sensores y dispositivos IoT (Internet de las cosas) para recopilar datos en tiempo real de cada etapa del proceso de producción.
- * Utilizar sistemas de monitoreo para obtener información sobre la eficiencia de las máquinas, la calidad del producto y el rendimiento general.

2. **Conectividad:**

- * Establecer una red robusta que permita la comunicación fluida entre los diferentes equipos y sistemas de la planta.
- * Utilizar protocolos estándar de la industria para facilitar la interoperabilidad entre los dispositivos.

3. **Análisis de Datos:**

- * Emplear técnicas de análisis de datos, como el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, para identificar patrones, prever problemas y optimizar el rendimiento del proceso.

- * Implementar sistemas de análisis de big data para gestionar grandes volúmenes de datos generados por la producción.

4. **Automatización Avanzada:**

- * Introducir robots y sistemas de automatización avanzada para realizar tareas repetitivas y de alta precisión.
- * Utilizar sistemas de visión por computadora para el control de calidad y la inspección de productos.

5. **Digitalización de Procesos:**

- * Adoptar sistemas de gestión de la cadena de suministro basados en la nube para mejorar la eficiencia en la gestión de materiales y la logística.
- * Implementar soluciones de manufactura digital para optimizar la planificación y programación de la producción.

6. **Seguridad Cibernética:**

- * Garantizar la seguridad de la red y de los datos mediante la implementación de medidas de ciberseguridad.
- * Proteger la integridad de los sistemas para prevenir posibles ataques o vulnerabilidades.

7. **Capacitación del Personal:**

- * Proporcionar formación adecuada al personal para que pueda operar y gestionar los nuevos sistemas de manera efectiva.
- * Fomentar una cultura organizacional que promueva la adaptabilidad a las nuevas

ChatGPT 3.5 ▾

- * Fomentar una cultura organizacional que promueva la adaptabilidad a las nuevas tecnologías.

8. **Costos y Retorno de Inversión (ROI):**

- * Evaluar los costos asociados con la implementación de tecnologías de la industria 4.0 y calcular el retorno de inversión esperado.

Recuerda adaptar estos conceptos a las características específicas de la planta de juguetes por inyección de plástico. ¡Espero que estos puntos te sirvan como guía para tu trabajo de tesis! Si tienes preguntas más específicas o necesitas información detallada sobre algún aspecto, no dudes en preguntar. ¡Éxito en tu proyecto!



Tú

Podrías escribir un texto para la introducción de nuestro trabajo, en donde hables de como surgió la industria 4.0, su evolución en el tiempo, y el impacto que actualmente posee en la industria a nivel global?



ChatGPT

Introducción: La Revolución de la Industria 4.0 y su Impacto Global

En el transcurso de las últimas décadas, hemos sido testigos de una transformación sin precedentes en el ámbito industrial, marcando el surgimiento de lo que ahora

ChatGPT 3.5 ▾



ChatGPT

Introducción: La Revolución de la Industria 4.0 y su Impacto Global

En el transcurso de las últimas décadas, hemos sido testigos de una transformación sin precedentes en el ámbito industrial, marcando el surgimiento de lo que ahora conocemos como la "Industria 4.0". Este término, acuñado por primera vez en Alemania, ha evolucionado desde sus raíces históricas hasta convertirse en un paradigma revolucionario que redefine la forma en que concebimos y ejecutamos los procesos productivos.

La historia de la Industria 4.0 tiene sus raíces en la convergencia de diversas tecnologías emergentes, tales como la Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la computación en la nube y la ciberseguridad. A medida que estas tecnologías avanzaron, comenzaron a entrelazarse de manera sinérgica, dando origen a un nuevo enfoque en la manufactura y la producción: un enfoque que trasciende las limitaciones de las fábricas convencionales y da paso a una era caracterizada por la interconexión inteligente de máquinas, procesos y personas.

A lo largo de los años, la evolución de la Industria 4.0 ha sido vertiginosa, marcada por avances tecnológicos que han permitido una mayor automatización, eficiencia y personalización en la producción. Desde los primeros sistemas de control numérico

ChatGPT 3.5 ▾

hasta los actuales entornos de fabricación inteligente, la industria ha experimentado una metamorfosis radical, impulsada por la búsqueda constante de la excelencia operativa y la adaptabilidad a un entorno empresarial cada vez más dinámico.

En la actualidad, el impacto de la Industria 4.0 se extiende por todo el globo, trascendiendo fronteras geográficas y sectoriales. Las empresas que han abrazado plenamente este paradigma no solo han experimentado mejoras sustanciales en eficiencia y productividad, sino que también han desbloqueado nuevas posibilidades para la innovación, la personalización de productos y la creación de modelos de negocio disruptivos.

Este trabajo se sumerge en el corazón de la Industria 4.0, explorando cómo estas innovaciones tecnológicas han remodelado la faz de la producción industrial. Con un enfoque particular en la automatización del proceso productivo de una planta especializada en la fabricación de juguetes mediante la inyección de plástico, nuestro objetivo es analizar de cerca cómo la implementación de tecnologías de vanguardia puede impulsar la eficiencia, mejorar la calidad del producto y fomentar una mayor competitividad en el mercado global.

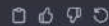
A través de este estudio, buscamos no solo entender el estado actual de la Industria 4.0, sino también proyectar su potencial a futuro. En un mundo donde la adaptabilidad

ChatGPT 3.5 ▾

eficiencia y productividad, sino que también han desbloqueado nuevas posibilidades para la innovación, la personalización de productos y la creación de modelos de negocio disruptivos.

Este trabajo se sumerge en el corazón de la Industria 4.0, explorando cómo estas innovaciones tecnológicas han remodelado la faz de la producción industrial. Con un enfoque particular en la automatización del proceso productivo de una planta especializada en la fabricación de juguetes mediante la inyección de plástico, nuestro objetivo es analizar de cerca cómo la implementación de tecnologías de vanguardia puede impulsar la eficiencia, mejorar la calidad del producto y fomentar una mayor competitividad en el mercado global.

A través de este estudio, buscamos no solo entender el estado actual de la Industria 4.0, sino también proyectar su potencial a futuro. En un mundo donde la adaptabilidad y la innovación son imperativos, la industria está llamada a abrazar el cambio y a liderar la próxima fase de la revolución industrial. Este viaje, desde sus inicios hasta las fronteras de la vanguardia tecnológica, nos guiará hacia una comprensión más profunda de cómo la Industria 4.0 continúa transformando la manera en que concebimos y ejecutamos los procesos productivos a nivel global.



Anexo IV: Conceptos de control por imagen

<https://www.datasmarts.net/10-terminos-en-computer-vision-que-todos-deberiamos-conocer/>

IoU: Intersection over union (Índice Jaccard)

La Intersección sobre la Unión (*IoU*), como su nombre indica, es el solapamiento entre datos reales de la imagen y la predicción realizada por el modelo. A menudo se considera una medida mejor que la exactitud y se utiliza mucho en aplicaciones de visión artificial. A menudo, una puntuación de IoU superior a 0,5 puede considerarse una buena puntuación para aplicaciones prácticas.

$$\mathcal{J}(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}$$

Segmentación

Una de las operaciones más significativas que se pueden realizar con la visión artificial y el deep learning es la tarea de segmentación. En concreto, la segmentación consiste en segregar los elementos más esenciales o un elemento específico deseado de la imagen para poder realizar cálculos posteriores sobre la misma, como la clasificación o la localización. Se tienen en cuenta los grupos de una imagen concreta y se segmentan en consecuencia, distinguiéndose de otros elementos.

El proceso normal de segmentación incluye la consideración de un determinado conjunto de datos junto con sus respectivas máscaras. Con la imagen respectiva y los datos reales para esa imagen en particular, podemos entrenar un modelo para ciertas muestras con métodos como una U-Net u otras arquitecturas similares. Una vez construido el modelo con éxito, se pueden realizar numerosas pruebas de segmentación en otras imágenes y aislar (segregar) los requisitos esenciales

Detección de Objetos

Dado que la detección de objetos es uno de los elementos más esenciales de las tareas de visión artificial, existen varias metodologías, herramientas, algoritmos y bibliotecas para abordar esta tarea. Algunos de los mejores modelos incluyen el Histograma de Gradientes Orientados (HOG), Faster R-CNN, YOLO, Detectron2, y muchos modelos con técnicas similares.

Segmentación semántica

<https://www.ibm.com/es-es/topics/semantic-segmentation>

La segmentación semántica es una tarea de computer vision que asigna una etiqueta de clase a los píxeles utilizando un algoritmo de deep learning (DL). Es una de las tres subcategorías del proceso general de segmentación de imágenes que ayuda a los ordenadores a comprender la información visual. La segmentación semántica identifica colecciones de píxeles y las clasifica según diversas características. Las otras dos subcategorías de segmentación de imágenes son la segmentación de instancias y la segmentación panóptica.

Las tareas de segmentación semántica ayudan a los equipos a distinguir las diferentes clases de objetos y regiones de fondo de una imagen. Con el auge de la inteligencia artificial (IA) y el machine learning (ML), la segmentación de imágenes y la creación de mapas de segmentación desempeñan un papel importante en el entrenamiento de ordenadores para reconocer contexto importante en imágenes digitales como paisajes, fotos de personas, imágenes médicas y mucho más.

Los modelos semánticos de segmentación crean un mapa de segmentación de una imagen de entrada. Un mapa de segmentación es, básicamente, una reconstrucción de la imagen original en la que cada píxel ha sido codificado por su clase semántica para crear máscaras de segmentación. Una máscara de segmentación es simplemente una parte de la imagen que se ha diferenciado de otras regiones de la imagen. Por ejemplo, un mapa de segmentación de un árbol en un campo vacío probablemente contendría tres máscaras de segmentación: una para el árbol, una para el suelo y otra para el cielo en el fondo.

Utilizan redes neuronales complejas para agrupar con precisión los píxeles relacionados en máscaras de segmentación y reconocer correctamente la clase semántica del mundo real para cada grupo de píxeles (o segmento). Estos métodos de deep learning (DL) requieren que un modelo se entrene en grandes conjuntos de datos previamente etiquetados anotados por expertos humanos, ajustando sus ponderaciones y sesgos mediante técnicas de machine learning como la retro propagación y el descenso del gradiente.

Aunque las redes neuronales profundas requieren más tiempo, datos y recursos informáticos para entrenarse, superan a otros métodos y se convirtieron rápidamente en el enfoque elegido después de que las primeras innovaciones demostraran su éxito.

Entre los modelos de segmentación semántica tenemos las redes totalmente convolucionales (FCN). Una red totalmente convolucional (FCN) es una arquitectura de red neuronal de última generación utilizada para la segmentación semántica que depende de varias capas convolucionales conectadas. Mientras que la arquitectura CNN tradicional se compone de capas convolucionales y capas planas que generan etiquetas individuales, los modelos FCN reemplazan algunas de esas capas planas con bloques convolucionales 1:1 que pueden extraer más información sobre la imagen. Evitar el uso de capas planas y densas a favor de las capas de convolución, agrupamiento o sobre muestreo hace que las redes FCN sean más fáciles de entrenar.

- Sobre muestreo: a medida que la red reúne más capas convolucionales, el tamaño de la imagen se reduce, lo que se traduce en menos información espacial e información a nivel de píxeles, un proceso necesario conocido como submuestreo. Al final de este proceso, los ingenieros de datos optimizan la imagen expandiendo (o sobre muestreando) el mapa de características que se ha creado para devolverlo a la forma de la imagen de entrada.
- Max-pooling: herramienta crucial en el proceso de extraer información de las regiones de una imagen y analizarlas. Elige el elemento más grande de una región analizada para que su salida pueda dar como resultado un mapa de características que contenga los rasgos más destacados del mapa de características anterior.

Segmentación de instancias

<https://ts2.com.pl/es/ai-y-segmentacion-de-instancias/>

La segmentación de instancias es la tarea de dividir una imagen en instancias individuales a partir de un objeto, como las células o los núcleos individuales.

Es el proceso de identificar y delinear objetos individuales dentro de una imagen, asignando a cada objeto una etiqueta única. Esta es una tarea crítica en muchas aplicaciones, como vehículos autónomos, robótica, imágenes médicas y videovigilancia. Las técnicas tradicionales de visión por computadora a menudo tienen dificultades con la segmentación de instancias debido a la complejidad de las escenas del mundo real, que pueden contener numerosos objetos superpuestos, condiciones de iluminación variables y diversas apariencias de objetos. Los enfoques impulsados por la IA, en particular los basados en el aprendizaje profundo, se han mostrado muy prometedores para abordar estos desafíos y mejorar el rendimiento de la segmentación de instancias.

Los avances más notables en la segmentación de instancias fueron impulsados por la IA mediante el desarrollo de redes neuronales convolucionales (CNN), que han demostrado ser altamente efectivas en tareas de reconocimiento de imágenes. Las CNN están diseñadas para aprender de forma automática y adaptativa jerarquías espaciales de características a partir de imágenes de entrada, lo que las hace adecuadas para la segmentación de instancias.

Se han propuesto varias arquitecturas basadas en CNN para la segmentación de instancias, incluidas Mask R-CNN. Mask R-CNN, una extensión del popular marco de detección de objetos Faster R-CNN, se ha convertido en un punto de referencia en la segmentación de instancias. Introduce una rama paralela a la red que predice máscaras binarias para cada objeto, lo que permite la detección y segmentación simultáneas. Este enfoque ha demostrado resultados impresionantes en varios conjuntos de datos, estableciendo nuevos estándares para el rendimiento de la segmentación de instancias.

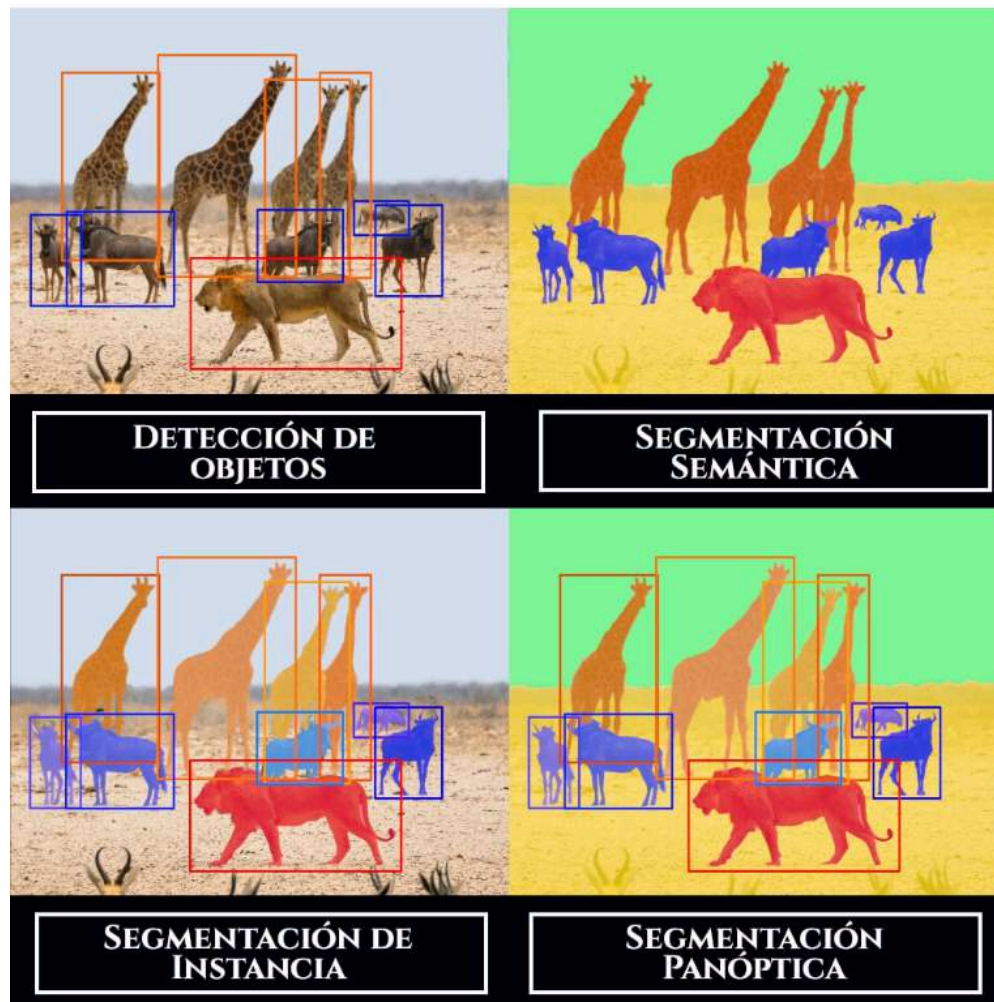
La segmentación de instancias y la segmentación panóptica se utilizan para diferentes tareas de clasificación. Los modelos de segmentación de instancias se centran únicamente en las clases semánticas contenidas en una imagen que se pueden contar: entidades y objetos como personas, animales, árboles, automóviles o bocas de incendio. Detecta cualquier objeto individual, o instancia, y luego genera una máscara de segmentación y una etiqueta de identificación específica para cada uno.

Segmentación panóptica

Los modelos de segmentación panóptica conllevan ambos tipos de información: realizan una segmentación semántica y detectan y segmentan instancias de objetos individuales, proporcionando un análisis más completo de la imagen al asignar a cada píxel tanto una etiqueta semántica como (cuando proceda) un identificador de instancia único.

En un mismo procedimiento, un píxel es asignado a una categoría e instancia concreta. A cada píxel se le atribuye un número l_i que determina la categoría a la que pertenece. Dentro de las categorías se distinguen aquellas que representan material (stuff) y las que representan cosas (things), es decir, objetos ciertos y determinados. En la primera se incluiría el “cielo”. En la segunda, las categorías “edificios” o “árboles”. Sólo estas últimas pueden poseer varias instancias (objetos individuales), a cada una de las cuales se asignaría un segundo número z_i . En la Segmentación de Instancia, es posible que un píxel pertenezca a dos objetos (instancias) determinadas.













En la Segmentación Panóptica, por el contrario, dicho solapamiento no es posible.




Anexo V: Piezas de Blocky Veterinaria

	ESPECIFICACIONES DE PRODUCCIÓN	JUGUETES RASTI S.A.
	01-0676 Blocky Chicas Veterinaria 150p	EP-01-0676/03
CODIGO	DESCRIPCION PRODUCTO	UxB
01-0676	Blocky Chicas Veterinaria 150p	10



NOTA: La versión de los insumos que figuran en esta especificación puede diferir de la versión en curso.

<p>IN00006 01 LADRILLO ANCHO 4T LARGO BLANCO</p>  <p>BLANCO Orden N°: 01A</p> <p style="text-align: right;">9</p>	<p>IN00006 20 LADRILLO 1x4 BEIGE</p>  <p>BE 102627 Orden N°: 02A</p> <p style="text-align: right;">8</p>	<p>IN00010 01 LADRILLO PLANO 2 TETONES BLANCO</p>  <p>BLANCO Orden N°: 03A</p> <p style="text-align: right;">7</p>	<p>IN00017 08 TRIANGULO CON 2 TETONES TRANSP</p>  <p>TRANSPAREN Orden N°: 04A</p> <p style="text-align: right;">4</p>	<p>IN00002 01 LADRILLO ANCHO 8 BLANCO</p>  <p>BLANCO Orden N°: 05A</p> <p style="text-align: right;">2</p>
<p>IN00002 07 LADRILLO ANCHO 8 ROSA</p>  <p>ROSA Orden N°: 06A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00007 19 LADRILLO 2x8 VERDE CLARO</p>  <p>VC 103540 Orden N°: 07A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00017 07 TRIANGULO CON 2 TETONES ROSA</p>  <p>ROSA Orden N°: 08A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00006 06 LADRILLO ANCHO 4 T LARGO LILA</p>  <p>LILA Orden N°: 09A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00008 01 LADRILLO PLANO 8 T. BLANCO</p>  <p>BLANCO Orden N°: 10A</p> <p style="text-align: right;">2</p>
<p>IN00069 06 PIEZA PARA CORRALITO LILA</p>  <p>LILA Orden N°: 11A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00022 01 PIEZA REDONDA ALTA BLANCO</p>  <p>BLANCO Orden N°: 12A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00031 01 PIEZA REDONDA AGUJ. CHICO BLAN.</p>  <p>BLANCO Orden N°: 13A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00033 01 EJE DOBLADO BLANCO</p>  <p>BLANCO Orden N°: 14A</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00009 14 LADRILLO PLANO 4 TETONES GRIS</p>  <p>GRIS Orden N°: 15A</p> <p style="text-align: right;">1</p>
<p>IN00012 13 LADRILLO PLANO 4 TETONES LARGO</p>  <p>CELESTE Orden N°: 16A</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>MP-0123 BOLSITA PP 20X30 (50 mic C/AD)</p>  <p>Orden N°: 17A</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>MP-0742 GUIA ARM BL 676 VETERINARIA V1</p>  <p>Orden N°: 18A</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>MP-0739 CALCO BL CHICAS V0</p>  <p>Orden N°: 19A</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>IN00008 19 LADRILLO PLANO 2x4 VERDE CLARO</p>  <p>VC 103540 Orden N°: 20B</p> <p style="text-align: right;">8</p>
<p>IN00012 07 LADRILLO PLANO 4T. LARGO ROSA</p>  <p>ROSA Orden N°: 21B</p> <p style="text-align: right;">8</p>	<p>IN00021 12 PIEZA REDONDA AMAR TRANS</p>  <p>AMARILLO TRANSLUCIDO Orden N°: 22B</p> <p style="text-align: right;">7</p>	<p>IN00009 19 LADRILLO PLANO 4T. VERDE CLARO</p>  <p>VC 103540 Orden N°: 23B</p> <p style="text-align: right;">5</p>	<p>IN00097 07 TAPITA RUEDA BLOCKY CHICA</p>  <p>ROSA Orden N°: 24B</p> <p style="text-align: right;">4</p>	<p>IN00070 06 PIEZA C/CORAZON LILA</p>  <p>LILA Orden N°: 25B</p> <p style="text-align: right;">4</p>
<p>IN00071 06 PIEZA C/CORAZONES LILA</p>  <p>LILA Orden N°: 26B</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00013 07 TAPA CHICA ROSA</p>  <p>ROSA Orden N°: 27B</p> <p style="text-align: right;">2</p>	<p>IN00014 07 TAPA GRANDE ROSA</p>  <p>ROSA Orden N°: 28B</p> <p style="text-align: right;">3</p>	<p>IN00057 10 MCO MUJER LUNA (ROSA)</p>  <p>ROSA Orden N°: 29B</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>IN00064 SOPORTE PARA MANGUERA</p>  <p>BLANCO Orden N°: 30B</p> <p style="text-align: right;">1</p>
<p>IN00022 03 PIEZA REDONDA ALTA ROJO</p>  <p>ROJO Orden N°: 31B</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>IN00003 07 LADRILLO ANCHO 4 ROSA</p>  <p>ROSA Orden N°: 32B</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>IN00004 14 LADRILLO ANCHO 2 T. GRIS</p>  <p>GRIS Orden N°: 33B</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>IN00012 05 LADRILLO PLANO 4 T. LARGO NEGRO</p>  <p>NEGRO Orden N°: 34B</p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>IN00814 BE FLOKYS Mascota COMPL ITP 198</p>  <p>BE 102627 Orden N°: 35B</p> <p style="text-align: right;">1</p>

	ESPECIFICACIONES DE PRODUCCIÓN	JUGUETES RASTI S.A.
	01-0676 Blocky Chicas Veterinaria 150p	EP-01-0676/03

CODIGO	DESCRIPCION PRODUCTO	UxB
01-0676	Blocky Chicas Veterinaria 150p	10

NOTA: La versión de los insumos que figuran en esta especificación puede diferir de la versión en curso.

IN00065 PIEZA PARA SUJETAR ACCSS.  BLANCO Orden N°: 36B 1	IN00022 18 PIEZA REDONDA ALTA MARRON  MARRON Orden N°: 37B 1	IN00034 01 EJE CON BASE BLANCO  BLANCO Orden N°: 38B 1	IN00004 20 LADRILLO ANCHO 2 T. BEIGE  BE 102627 Orden N°: 39C 8	IN00004 01 LADRILLO ANCHO 2 T. BLANCO  BLANCO Orden N°: 40C 7
IN00032 01 PIEZA REDONDA AGUJ.GRANDE BLAN  BLANCO Orden N°: 41C 5	IN00044 05 RUEDA CHICA COMPLETA NEGRO  NEGRO Orden N°: 42C 4	IN00010 07 LADRILLO PLANO 2 TETONES ROSA  ROSA Orden N°: 43C 4	IN00021 11 PIEZA REDONDA ROJO TRANS  ROJO TRANS Orden N°: 44C 4	IN00005 01 LADRILLO ANCHO 1 T. BLANCO  BLANCO Orden N°: 45C 4
IN00008 07 LADRILLO PLANO 8 TETONES ROSA  ROSA Orden N°: 46C 3	IN00012 01 LADRILLO PLANO 4 T. LARGO BLAN  BLANCO Orden N°: 47C 3	IN00016 05 PORTAEJE CHICO NARANJA  NARANJA Orden N°: 48C 2	IN00045 EJE CHICO (ZINC.AMAR) EP-045  1.8 MM X 30 MM Orden N°: 49C 2	IN00006 07 LADRILLO ANCHO 4 T LARGO ROSA  ROSA Orden N°: 50C 1
IN00008 13 LADRILLO PLANO 8 TETONES CELES  CELESTE Orden N°: 51C 1	IN00001 07 LADRILLO ANCHO 16 ROSA  ROSA Orden N°: 52C 1	IN00007 05 LADRILLO PLANO 16 T.NEGRO  NEGRO Orden N°: 53C 1	IN00055 PICO BLOCKY P/MANGUERA  Orden N°: 54C 1	IN00055 12cm MANGUERA NEGRA  Largo Manguer: 12 cm Orden N°: 55C 1
IN00821 CE FLOKYS Accesorios casa  CE 11228 Orden N°: 56D 1	IN00020 14 PLAQUETA GRIS  GRIS Orden N°: 57D 2	MP-0738 ESTUCHE BL 676 CHICAS VETER V1  Orden N°: 58D 1	IN20012 RS MANIJA PARA CAJAS ROSA  RS 111238 Orden N°: 59D 1	MP-0621 CAJA COLECT BLOCKY N°1 V3  540 x 350 x 355 Orden N°: 60D 1