

Tecnologías inteligentes para el agregado de valor a los procesos productivos de una empresa alimenticia. Un caso de estudio.

Gonzalez, Magalí

magaa.gonzalez97@gmail.com

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Vidal, Leandro

leandrovidalnoventaysiete@gmail.com

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Tabone, Luciana Belén

ltabone@fi.mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Morcela, Oscar Antonio

omorcela@fi.mdp.edu.ar

Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Fecha de recepción RIII: 13/12/2023

Fecha de aprobación RIII: 23/01/2024

RESUMEN

El avance de la tecnología de los últimos años induce a las industrias a adaptar sus procesos a entornos cada vez más cambiantes y a la demanda de un mayor valor agregado en los productos y servicios por parte de sus clientes. Si bien muchas organizaciones logran un ritmo de crecimiento adecuado, otras necesitan hacer cambios considerables para alcanzarlo. El objetivo del presente trabajo consiste identificar puntos de mejora a los procesos productivos de una empresa alimenticia multinacional a través de la incorporación de tecnologías de la Industria 4.0. En base un diagnóstico tecnológico inicial, se aplica Soft System Methodology con el propósito de detectar en forma participativa las principales debilidades del proceso y diseñar un plan de acción para su abordaje. Con el fin de priorizar las acciones delineadas en el plan, se implementa el Proceso Analítico Jerárquico. Se obtiene como resultado un plan de incorporación tecnologías inteligentes que genera mejoras significativas en los procesos productivos de la empresa bajo estudio, alcanzando una reducción del 35,47% de las horas hombre y optimizando el flujo de información entre áreas. Se concluye que las mejoras propuestas permiten a la empresa afrontar un proceso de transformación tecnológica, mejorar la disponibilidad de información clave para la toma de decisiones y agregar valor a las operaciones en toda la cadena de suministro.

Palabras Claves: tecnologías inteligentes; soft system methodology; proceso analítico jerárquico; agregado de valor.

Intelligent technologies for adding value to the production processes of a food company. A case study.

ABSTRACT

The advancement of technology in recent years induces industries to adapt their processes to increasingly changing environments and to the demand for greater added value in products and services by their customers. While many organizations achieve an adequate growth rate, others need to make considerable changes to achieve it. The objective of this work is to identify points of improvement in the production processes of a multinational food company through the incorporation of Industry 4.0 technologies. Based on an initial technological diagnosis, Soft System Methodology is applied with the purpose of participatively detecting the main weaknesses of the process and designing an action plan to address them. In order to prioritize the actions outlined in the plan, the Hierarchical Analytical Process is implemented. The result is a plan to incorporate smart technologies that generates significant improvements in the production processes of the company under study, achieving a 35.47% reduction in man hours and optimizing the flow of information between areas. It is concluded that the proposed improvements allow the company to face a technological transformation process, improve the availability of key information for decision making and add value to operations throughout the supply chain.

Keywords: smart technologies; soft system methodology; hierarchical analytical process; added value.

Tecnologias inteligentes para agregar valor aos processos produtivos de uma empresa alimentícia. Um estudo de caso.

RESUMO

O avanço da tecnologia nos últimos anos induz as indústrias a adaptarem seus processos a ambientes cada vez mais mutantes e à demanda por maior valor agregado em produtos e serviços por parte de seus clientes. Embora muitas organizações atinjam uma taxa de crescimento adequada, outras precisam fazer mudanças consideráveis para alcançá-la. O objetivo deste trabalho é identificar pontos de melhoria nos processos produtivos de uma empresa multinacional de alimentos através da incorporação de tecnologias da Indústria 4.0. A partir de um diagnóstico tecnológico inicial, a Metodologia Soft System é aplicada com o objetivo de detectar participativamente as principais fragilidades do processo e traçar um plano de ação para solucioná-las. Para priorizar as ações previstas no plano, é implementado o Processo Analítico Hierárquico. O resultado é um plano de incorporação de tecnologias inteligentes que gera melhorias significativas nos processos produtivos da empresa em estudo, conseguindo uma redução de 35,47% nas horas-homem e otimizando o fluxo de informações entre as áreas. Conclui-se que as melhorias propostas permitem à empresa enfrentar um processo de transformação tecnológica, melhorar a disponibilidade de informações fundamentais para a tomada de decisões e agregar valor às operações em toda a cadeia de suprimentos.

Palavras chave: tecnologias inteligentes; metodologia de sistema suave; processo analítico hierárquico; valor adicionado.

1. INTRODUCCIÓN

El veloz y exagerado ciclo de circulación, reciclado y reemplazo de los productos que se genera en la nueva era de la modernidad líquida, resaltan la portabilidad y flexibilidad como atributos principales, dejando atrás la realidad sólida de otros tiempos. En este contexto, las empresas deben asumir estrategias para desarrollarse en entornos complejos y de gran volatilidad y generar así un mayor valor agregado a través de la adopción de nuevas tecnologías de la cuarta revolución industrial (Zanfrillo et al., 2020). Esta nueva era se identifica con la integración y cooperación de los sistemas físicos y virtuales a partir de la utilización de herramientas como inteligencia artificial y el aprendizaje automático. (Schwab, 2016). Otras tecnologías como computación en la nube, Big Data e Internet de las Cosas (IoT), permiten la interconexión y digitalización de los sistemas y procesos de las industrias (Joyanes Aguilar, 2017). Internet permite sincronizar el mundo físico, vinculando procesos, equipos y personas gracias a las tecnologías de operación y a las nuevas plataformas de las TIC (Castillo et al., 2017).

La industria 4.0 implica una transformación digital en la fabricación y sus procesos mediante la adopción de estas herramientas surgidas del avance tecnológico. Dicha revolución se basa en cuatro pilares que son las soluciones inteligentes, la innovación inteligente, las cadenas de suministro inteligentes y las fábricas inteligentes (del Val Román, 2016). Posibilita el diseño de ecosistemas complejos que permiten obtener y analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real y, además, la interacción entre máquinas, sistemas y objetos. Las industrias están incorporando estas nuevas herramientas y tecnologías que, sumadas a las anteriores, permiten crear fábricas inteligentes (Joyanes Aguilar, L., 2017), las más destacadas son robots autónomos, inteligencia artificial, simulación, sistemas de integración vertical y horizontal, IoT, ciberseguridad, la nube, fabricación aditiva, Big Data y analítica de datos (Basco et al., 2018).

Es por ello que, la transformación tecnológica implica la redefinición y mejora de las operaciones internas de una organización y se ha vuelto una actividad esencial para mantener su competitividad en un entorno empresarial en constante evolución. (Davis, 2016; Clemons, 2019; Cavusgil et al., 2020). Para lograr la competitividad se requiere que las organizaciones adopten filosofías y herramientas modernas que proporcionen la capacidad de diagnosticar y mejorar el estado deseado de funcionamiento de las mismas. Este cambio de enfoque, modifica la forma tradicional de trabajo, el modo de optimizar los procesos y reducir los desperdicios de tiempo, costo y espacio (Barcia & De Loor, 2007), a partir de la identificación de las actividades que generan valor agregado en cada uno de sus procesos (Nash & Poling, 2008). El auge de las tecnologías de la información y las comunicaciones ha sido un factor fundamental para la aplicación de este enfoque ya que ha facilitado el funcionamiento de la cadena de suministro de manera integral y de cada sistema que la compone, trascendiendo las fronteras o límites de la empresa. En este contexto, las empresas se ven condicionadas tanto por factores externos como internos para la toma de decisiones en entornos complejos e inciertos. Una de estas decisiones es determinar qué tecnologías incorporar, siendo esto clave para determinar cómo se posicionará la organización a futuro y su evolución en el contexto de la Industria 4.0 (Valqui Vidal, 2010). La incertidumbre en la toma de decisiones se evidencia en el hecho de que las principales variables que deben considerarse al analizar un problema son siempre cambiantes y por la fuerte incidencia de las personas que participan. De esta manera, los resultados del proceso decisional dependen tanto de cuestiones tecnológicas como de las personas o grupos humanos que los operan y resulta ineludible la aplicación de metodologías participativas que involucren a todos los actores claves y fortalezcan el proceso decisorio. (Zanazzi et al., 2014; Tabone et al., 2021).

Existen procedimientos como los desarrollados por la matemática, estadística, investigación de operaciones dura y blanda y computación, que brindan herramientas cualitativas y cuantitativas para la mejora de procesos y el agregado de valor. Su combinación resulta indispensable para la toma de decisiones con menor riesgo e incertidumbre, en contraste con el método intuitivo (Garza et al., 2012). Mingers (2011) recomienda la implementación de multimetodologías, combinaciones de los métodos duros y blandos, para el análisis de problemas complejos. La Soft System Methodology (SSM, por sus siglas en inglés) está compuesta por una serie de métodos pensados y elaborados para un mundo complejo, conflictivo e incierto. Su principal función es la de estructurar problemas antes de intentar resolverlos bajo un enfoque participativo (Gomes & Zanazzi, 2009). Esta estructuración se genera a través de información cualitativa, entrevistas, talleres, contextos, métodos estratégicos, mapas cognitivos y métodos sistémicos, a la vez que propicia el trabajo grupal, activo y colaborativo. Constituye un proceso de aprendizaje continuo tendiente a construir una representación formal, donde se integran elementos objetivos y subjetivos del problema y los actores involucrados. De esta manera, la SSM no solo

permite realizar un análisis sistemático de problemas no estructurados, sino que puede desplegar un modelo conceptual de la actividad real para identificar los cambios apropiados conducentes a mejorar la situación abordada (Valqui Vidal, 2010, Checkland & Poulter, 2020; Tabone et al., 2022).

Frente a varias alternativas de selección, la toma de decisiones debe considerar múltiples atributos. Existen diversas técnicas para evaluar simultáneamente varios atributos, cualitativos y cuantitativos, frente a un conjunto de alternativas y que permiten una valoración grupal y no de manera unipersonal (Salas et al., 2014; Gil Torrijos, 2018). Uno de los métodos más utilizado como apoyo a la toma de decisiones en contextos de múltiples dimensiones de valoración es el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés). Se basa en la descomposición del problema en una estructura jerárquica multinivel, proporcionando un procedimiento estructurado, lógico y simple para la toma de decisiones (Martínez Rodríguez, 2007; Xu & Liao, 2014; Tapiero et al., 2017). El AHP se basa en tres principios rectores: construcción de las jerarquías; establecimiento de prioridades y una consistencia lógica. Es una técnica que, desde su invención, ha sido sumamente utilizada por los responsables de la toma de decisiones y los investigadores por su extenso campo de aplicación como lo son la planificación, la selección de la mejor alternativa, la asignación de recursos, la resolución de conflictos, la optimización, la selección de una considerable lista de proyectos de tecnologías de la información, entre otros (Rivera Chávez, 2008; Munier 2011; Montoya et al., 2015; Nantes, 2019; Gonzalez-Urango, 2021; Serrano et al., 2021).

El presente trabajo consiste en un estudio de caso en una empresa alimenticia marplatense y tiene como objetivo el análisis de las formas de agregado de valor a sus procesos productivos mediante el aprovechamiento e incorporación de tecnologías de la Industria 4.0. En base a los procesos claves de la empresa, los actores involucrados y el manejo y flujo de información entre las áreas de la organización, se analizan las tecnologías empleadas y se determinan las posibles modalidades de agregado de valor mediante la combinación de la metodología participativa SSM y el AHP. Se plantea la siguiente hipótesis del trabajo: "La incorporación de tecnologías de la industria 4.0 agrega valor a la cadena de suministro de las organizaciones disminuyendo el tiempo de los procesos".

2. METODOLOGÍA

La metodología implementada consiste en un estudio de caso de una empresa alimenticia marplatense abordado mediante una investigación mixta, cualitativa y cuantitativa. Inicialmente se analizan datos en forma descriptiva y luego, mediante la aplicación de las herramientas propuestas, se realizan cálculos matemáticos para obtener las priorizaciones de las acciones propuestas en el plan de transformación tecnológica.

En función de un diagnóstico tecnológico realizado en la empresa (Gonzalez et al., 2022), el presente trabajo aborda la solución a las principales debilidades detectadas en el proceso productivo. Mediante la implementación de SSM, se efectúa la estructuración del problema y se realiza una propuesta de mejora que permita agregar valor mediante el aprovechamiento e incorporación de tecnologías inteligentes. El alcance de este trabajo se limita al paso 5 de la SSM, ya que no se ha llegado a implementar la propuesta de forma completa. Para la priorización de las acciones, paso 3 de la SSM, se emplea AHP. Por último, para verificar la pertinencia de las acciones propuestas, se cuantifica la reducción estimada de horas hombres (HH) por mes.

Para el desarrollo de esta metodología se realizan una serie de reuniones de trabajo programadas con los actores involucrados en los procesos claves de la organización y los Investigadores de Operaciones. Los datos adicionales necesarios fueron obtenidos mediante entrevistas no estructuradas y del análisis de datos de fuentes secundarias.

El desarrollo de la SSM para la estructuración del problema consiste en siete etapas o pasos que se describen a continuación (Checkland & Holwell, 1998):

1. Expresar la situación problema. En esta etapa inicial, se fomenta una discusión abierta acerca de la situación problemática que necesita ser abordada de manera formal. Se buscan formas de delimitar claramente el problema en cuestión. Los participantes expresan sus opiniones sobre el sistema de información existente mediante una sesión de lluvia de ideas, identificando las principales debilidades, sus áreas de origen y su impacto.
2. Representación de la situación expresada mediante la técnica de gráfico enriquecido. Este paso consiste en definir formalmente el problema, analizando las situaciones que lo generan y sus consecuencias. En el gráfico se visualizan las áreas involucradas con colores diferentes. Las

líneas que salen por área representan las debilidades que generan, identificadas con su número correspondiente, y finalizan en las áreas impactadas.

3. Constituir definiciones raíces. El propósito es definir mediante una sola oración un proceso de la organización que requiere ser transformado o cambiado. Una definición raíz bien estructurada debe contener tres partes que son: qué hacer, cómo hacerlo y por qué hacerlo. Las definiciones raíces se elaboran según los diferentes puntos de vista de las personas involucradas. La metodología propone especificar seis elementos que contribuyen a profundizar los alcances de la definición raíz y que se resumen en la sigla CATWOE (Tabla 1).

Tabla 1: Significado de CATWOE.

Inicial	Significado
C	Costumers – Clientes, beneficiarios o afectados con el proceso de transformación
A	Actors – Personas involucradas
T	Transformation process – Transformación, conversión de las entradas en salidas
W	World viewó Weltanschauung – Punto de vista
O	Owners – Stake holders, todos aquellos que pueden parar la transformación
E	Enviroment – Entorno

En esta etapa se efectúa el AHP para priorizar las acciones a implementar, se elabora una representación gráfica de la estructura jerárquica del problema en términos de la meta global, los criterios y las alternativas de decisión. Luego se siguen una serie de pasos que se detallan a continuación (Saaty, 2008; Anderson, 2004):

- i. Establecer preferencias: Se elaboran matrices de comparación pareadas a partir de los juicios de valor expresados por los decisores. Se utiliza la escala de Saaty (2008) con valores de 1 a 9, para cuantificar la importancia relativa de los elementos.
 - ii. Síntesis: se definen las prioridades relativas de los criterios respecto a la meta global y las prioridades relativas de las alternativas de decisión respecto a cada criterio.
 - iii. Consistencia: Se calcula la relación de consistencia con el fin de analizar la calidad de decisión final, es decir, se determina la consistencia de juicios efectuados. Su valor debe ser superior a 0,10 para indicar que los juicios emitidos son consistentes.
 - iv. Resultado final: Se obtiene la jerarquización o priorización de las alternativas respecto a la meta u objetivo establecido.
4. Elaborar modelos conceptuales. Para cada definición raíz, se elaboran modelos conceptuales que representen las actividades necesarias para llevar a cabo los cambios delineados en el punto anterior.
 5. Comparación de modelos. Se efectúa una comparación entre los modelos creados en los pasos 2 y 4. Esto permite visualizar las diferencias y similitudes entre la situación actual y el modelo propuesto.
 6. Definición de cambios factibles. Tras analizar y comparar la situación actual con el modelo ideal, el equipo de trabajo llega a un consenso para definir y proponer los cambios que deben implementarse para abordar el problema planteado inicialmente.
 7. Transformaciones para mejorar la situación problemática. Este paso se refiere a la implementación de los cambios propuestos que fueron detectados en el paso 6. Es importante destacar que este último paso no marca el final de la metodología, ya que su aplicación se convierte en un ciclo continuo de conceptualización y habilitación de cambios, con el objetivo constante de mejorar la situación inicial.

3. DESARROLLO Y RESULTADOS

4.1 Descripción general de la empresa

La empresa estudiada es una multinacional estadounidense fundada en 1965 y líder mundial en la fabricación y comercialización de alimentos y bebidas. Se encuentra presente en más de 200 países con diferentes marcas y productos. En Argentina, la compañía abastece al mercado local desde hace 60 años y está dividida en dos unidades de negocio: bebidas y alimentos. La producción y distribución de bebidas está a cargo de una empresa tercerizada, mientras que la producción de alimentos se focaliza en tres instalaciones productivas en distintos puntos del país. La planta de Mar del Plata se encuentra ubicada en el Parque Industrial General Savio y se dedica a la producción de diferentes snacks y también tiene una línea dedicada a la producción de galletas. Dentro de la organización se encuentran trabajando un total de entre 700 y 750 personas.

4.2 Diagnóstico tecnológico inicial

Como resultado de un trabajo previo (Gonzalez et al., 2022), se obtuvo un diagnóstico tecnológico inicial, que pudo determinar donde se encuentra ubicada la organización respecto al avance tecnológico. En una primera etapa, se realizó un análisis de la cadena de suministro de la empresa que permitió comprender en profundidad las interacciones y requerimientos futuros del flujo de información. Luego, se efectuaron auditorías tecnológicas para analizar las formas de manipulación de los datos a nivel general dentro de la organización y cómo interactúan entre sí los diferentes agentes a lo largo de la cadena de suministro. Esta herramienta facilitó el reconocimiento de necesidades de mejora y fortalezas para hacer frente a al proceso de cambio tecnológico. En una segunda etapa, se utilizó benchmarking para estudiar la forma de adopción de tecnologías 4.0 en tres plantas de la empresa, situadas en otros países de América Latina, con el fin de encontrar ideas útiles que puedan ser implementadas dentro de la planta en estudio. Asimismo, un proceso de vigilancia tecnológica permitió efectuar un análisis interno respecto a la disponibilidad de recursos y tecnologías de la industria 4.0, aplicables, pero no explotadas actualmente. El diagnóstico concluye que la sede de Mar del Plata todavía está transitando la tercera revolución industrial y se encuentra atrasada en relación a las otras plantas entrevistadas.

Se identifican una serie de debilidades presentes en la organización, según se detalla a continuación:

1. No existe seguimiento de los pedidos de MP e insumos: Esta debilidad se genera en compras, ya que es el área que debería encargarse de llevar un seguimiento de los pedidos. Impacta en Bodega de MP porque si no se sabe cuándo van a llegar exactamente los pedidos de manera anticipada, en la bodega no se puede organizar de forma eficiente la descarga de los camiones y almacenamientos. También impacta en Calidad, ya que esta área tiene que disponer de recursos para realizar los controles cada vez que llega un pedido de MP.
2. Compras no posee un indicador de la merma de MP: Llevar un registro de merma de MP debe ser tarea del área de Calidad: No contar con esta información impacta en Compras y Bodega de MP ya que en los pedidos no se tiene en cuenta dicha merma. Además, impacta en los proveedores cuando se tiene que volver a realizar un pedido por falta de MP ya que puede suceder que no tengan stock suficiente. Por último, impacta en Planeamiento y Producción ya que afecta directamente a la organización del trabajo.
3. No hay un control en tiempo real del porcentaje de ocupación de la Bodega de PT: En reiteradas ocasiones sucede que, por distintas causas, la cantidad de despachos de pedidos no se equilibra con la producción y la ocupación en la Bodega de PT llega a su tope máximo. En estos casos se avisa a los encargados de las líneas para que frenen la producción. Si se pudiera tener en todo momento un control del porcentaje de ocupación de la bodega, desde las líneas podrían anticiparse a un posible freno en la producción y planificar en base a eso.
4. No existe análisis de datos que permita obtener información sobre cumplimiento de transportes: Esta debilidad es generada por tráfico, área encargada del manejo de transportes. Impacta primeramente en la Bodega de PT ya que, al no haber control sobre cumplimiento de transportes, no se puede saber si los camiones van a llegar a la hora pactada o no y en base a eso preparar los pedidos. Además, impacta en ventas por la misma razón; si los camiones no cargan a la hora pactada, tampoco van a llegar a los distribuidores (clientes) al horario en que se les había informado.

5. No se reportan los pallets intervenidos antes de que estos sean almacenados en la bodega: El área encargada de intervenir los pallets es Calidad. Si esta área no los interviene antes de que ingresen a la Bodega de PT, estos pallets son almacenados. Esto genera trabajo extra en la bodega, ya que ocurre en muchas ocasiones que, al preparar un pedido, se retiran pallets y al escanear su código, ocurre que están intervenidos y hay que volverlos a ingresar y buscar un nuevo pallet. Además, en varias oportunidades sucede que un pallet es despachado antes de ser intervenido y llega al cliente en malas condiciones, generando reclamos de parte de este.
6. No se almacenan los datos históricos del plan de producción: En este punto, la debilidad se genera en el área de planeamiento. Los planes de producción se envían por mail a las áreas correspondientes, y si se tiene en cuenta que por día a los encargados de dichas áreas les llegan más de 100 mails, buscar el plan de un día específico se hace imposible o muy poco práctico. Por eso esta manera de reportar el plan no es la correcta. Además, debido a esto no hay un análisis de los datos de producción que permitan obtener información importante. Esto afecta al área de compras ya que al no tener esa información no es posible planificar el reabastecimiento de materia prima de manera más eficiente.
7. No hay información en tiempo real sobre el estado de los equipos que permita saber cuándo va a haber una falla: El área generadora de la debilidad es Mantenimiento e impacta primeramente producción ya que si no se predice cuando un equipo va a fallar y falla, se tiene que detener la producción. También impacta en Calidad y en planeamiento porque se debe replanificar la producción.
8. No hay seguimiento en tiempo real de los parámetros del proceso que permita detectar no conformidades en los productos: Para saber si los parámetros del proceso se encuentran dentro de los estándares, se hacen controles manuales cada cierta cantidad de tiempo. Esto hace que, si se encuentra un desvío, se tenga que descartar todo el lote producido luego de la última prueba correcta. Si desde el área de Calidad se pudiera llevar un control continuo del proceso, se podría detectar el desvío en el momento exacto en que se produce y esto afectaría menos a producción ya que no se tendría que frenar el proceso ni descartarse el lote completo. Esto podría afectar a ventas si al descartar lotes no se llegara al abastecimiento planificado, teniendo impacto directo en los clientes por no recibir los productos en fecha y hora.
9. Los clientes (distribuidores) no pueden conocer el estado de su pedido: Esta debilidad se genera en Bodega de PT, siguiendo por Tráfico y luego por ventas ya que deberían ser los encargados de informar el estado del pedido en cada parte del proceso. Esto impacta en los clientes que no tienen conocimiento del momento en que van a recibir su pedido.
10. La empresa no posee información sobre los puntos de venta a los que llegan los distribuidores: La empresa no tiene contacto con los puntos finales de venta a los cuales llegan los distribuidores, por lo que no se tiene información sobre disposición de los productos de la empresa en dichos puntos, etc.

4.3 Estructuración del problema

Para la estructuración del problema se desarrollan los pasos 1 a 5 de la SSM. En primer lugar, mediante la aplicación de la herramienta de trabajo grupal lluvia de ideas, los participantes expresan sus opiniones respecto al diagnóstico tecnológico inicial, identificando para cada debilidad las áreas de origen (O) e impacto (X), como se muestra en la Tabla 2.

Luego, se confecciona el gráfico enriquecido (Figura 1), que muestra las áreas en recuadros de colores coincidentes con las flechas que salen de cada uno y con el número de debilidad generada en cada una. Las flechas salen del área generadora de la debilidad y terminan en la o las áreas impactadas.

Tabla 2: Origen e impacto de las debilidades

Debilidades	Área de Generación										Área de Impacto												
	Planeamiento	Bodega de Materia Prima	Calidad	Mantenimiento	Bodega de Producto	Compras	Ventas	Proveedores	Clientes	Tráfico	Producción	Planeamiento	Bodega de Materia Prima	Calidad	Mantenimiento	Bodega de Producto	Compras	Ventas	Proveedores	Clientes	Tráfico	Producción	
1						0						X	X					X					
2			0								X	X				X		X					X
3					0																		X
4										0					X		X		X				
5			0												X		X		X				
6	0											X				X							X
7				0							X		X										X
8			0														X		X				X
9					0	0			0											X			
10										0										X	X		
TOTALES											2	3	2	0	2	2	3	2	5	1	5		

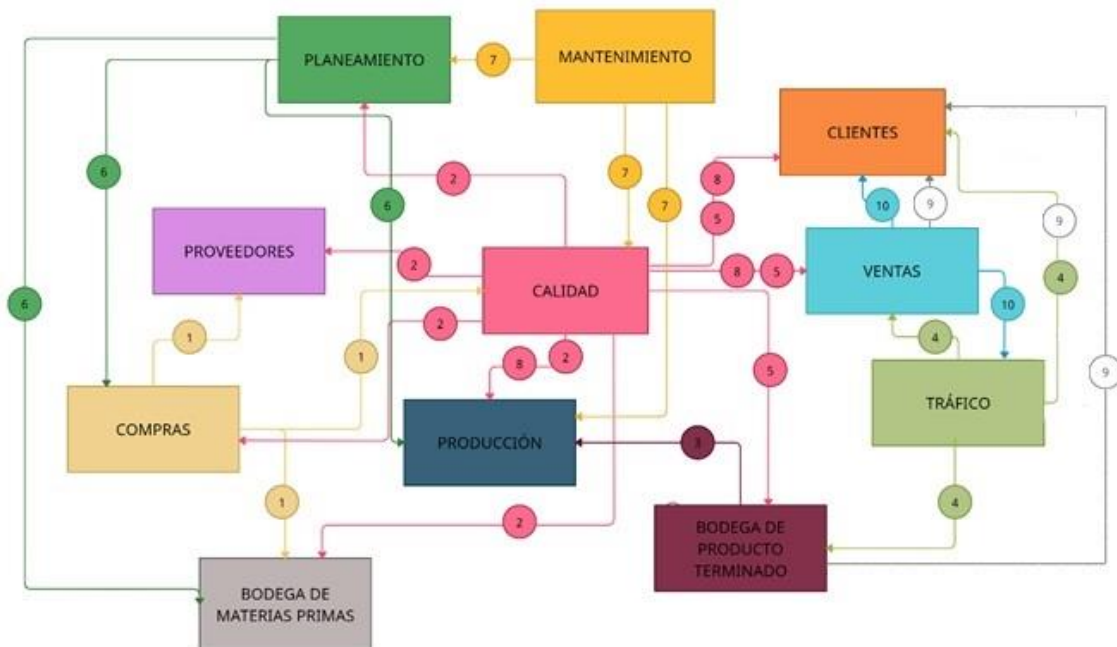


Figura 1: Gráfico enriquecido

En función de estos resultados, y teniendo en cuenta ideas tomadas de otras plantas en el benchmarking realizado en la etapa diagnóstica, se definen las acciones propuestas para afrontar las debilidades detectadas y para cada una de ellas se determina las definiciones raíces y el CATWOE (Tabla 3 y 4).

Tabla 3: Acciones propuestas y definiciones raíces

	ACCIONES (AC)	QUE	COMO	PORQUE
1	Incorporar sensores de vibraciones, temperatura, tiempo de corrida, etc., en todos los equipos de la planta o en los equipos de las líneas más críticas	Obtener información del estado de los equipos en tiempo real	Midiendo mediante sensores las variables más críticas.	Porque se debe saber cuándo puede ocurrir una falla para evitar interrupciones al proceso productivo.
2	Incorporar sensores en los procesos críticos que puedan brindar datos de calidad. Aplicar la analítica de datos para predecir comportamientos, asegurar conformidad de productos y alertar desvíos.	Tener puntos de control del proceso que brinden información a cada minuto	Midiendo mediante sensores las variables críticas del proceso.	Porque es necesario el control en tiempo real de los lotes no conformes para identificarlos en su origen y así reducir las mermas totales.
3	Utilizar una carpeta en SharePoint para almacenar planes de producción y <i>PowerBi</i> para reportar	Generar información a partir de datos históricos de planes de producción	Creando un <i>Dashboard</i> con datos de los planes almacenados en una carpeta en SharePoint	Porque son necesarios los datos históricos de producción para poder planificar de forma más certera.
4	Conectar información de tráfico y Bodega de producto terminado utilizando <i>PowerApps</i> , <i>SharePoint</i> y <i>PowerBI</i>	Generar indicadores claves para las áreas involucradas	Centralizando los datos generados por las áreas y utilizando herramientas para indicadores	Porque hay datos duplicados y almacenados en distintos sitios y no se puede obtener información clave en la toma de decisiones.
5	Utilizar herramienta de registro de datos en el control de materia prima que conecte con <i>PowerBI</i> para obtener indicadores de merma	Determinar la merma de materia prima	Registrando datos del control de calidad de la materia prima a través de un formulario de Google.	Porque se debe saber si la cantidad de materia recibida coincide con la requerida por producción.
6	Incorporar un software que conecte Bodega de Producto Terminado, tráfico, ventas y distribuidores	Tener un canal de comunicación e intercambio de información entre los últimos eslabones de la cadena de suministro	Incorporando un software de gestión logística	Porque los clientes no conocen cuando va a llegar su pedido y porque es necesario conocer el nivel de servicio
7	Utilizar un canal de comunicación eficiente con proveedores e incorporación de app interna que conecte compras con Bodega de materia prima y calidad	Tener un canal de comunicación en los primeros eslabones de la cadena de suministro	Diseñando una Aplicación con <i>PowerApps</i> para proveedores para seguimiento de pedidos y un <i>Dashboard</i> para indicadores a partir datos de la app.	Porque al no poder hacer seguimiento de pedido de materia prima se ve afectada la organización del trabajo.

Tabla 4: CATWOE

AC	C	A	T	W	O	E
1	Producción	Gerencia / Mantenimiento	Incorporar sensores en los equipos	Tener control minuto a minuto del funcionamiento de equipos para adelantarse a una falla y evitar paro de producción	Gerencia	Disponibilidad de presupuesto para la adquisición de sensores
2	Producción	Gerencia/ Calidad	Incorporar sensores para medir por ejemplo la humedad como parámetro crítico del proceso	Tener control minuto a minuto del proceso para evitar descartar producto en cantidad	Gerencia	Disponibilidad de presupuesto para la adquisición de sensores
3	Bodega de materia prima / Compras / Producción	Planeamiento	Incorporar la herramienta <i>PowerBI</i> y <i>SharePoint</i> para almacenar los planes	Utilización eficiente de recursos a partir de una mejor planificación de producción	Planeamiento	Resistencia al cambio de planeamiento
4	Bodega de producto terminado / Ventas / Clientes	Tráfico	Utilizar <i>PoweApps</i> , <i>SharePoint</i> y <i>PowerBI</i> para centralizar la información de las áreas.	Flujo eficiente de información entre áreas para la toma de decisiones	Tráfico	Resistencia al cambio por parte de los transportistas
5	Compras	Calidad	Incorporar un formulario para registrar el porcentaje de merma por pedido	Para no reprogramar la producción por falta de materia prima.	Calidad	Resistencia al cambio por parte de calidad
6	Proveedores	Producto Terminado/ Ventas	Incorporar un software donde el cliente pueda seguir su pedido y la empresa tenga contacto con los puntos finales de venta para conocer las necesidades de reabastecimiento.	Para que no falte/sobre producto en los puntos de venta	Gerencia de ventas	Disponibilidad de presupuesto para la adquisición de sensores
7	Proveedores / Bodega de materia prima / Calidad	Compras	Diseñar una app interna y capacitar en su uso a las partes involucradas	Para poder hacer asignación eficiente de recursos a las tareas	Proveedores	Falta de permiso para generar un usuario para proveedores fuera de la empresa

Luego, se efectúa un AHP para priorizar las acciones propuestas. Se establecieron los siguientes cinco criterios para efectuar las comparaciones:

- Impacto: mide cuántas debilidades soluciona cada una de las acciones.
- Costo/Beneficio: mide los resultados obtenidos en base a los recursos empleados en cada acción.
- Importancia: determina la prioridad de cada debilidad a solucionar.
- Compromiso: mide el nivel de apoyo de los distintos actores involucrados para llevar a cabo las acciones.
- Capacidad: determina los recursos existentes en la organización para llevar a cabo las distintas alternativas.

La estructura jerárquica del problema se establece presenta en la Figura 2 y la asignación de puntajes en las comparaciones pareadas se realiza teniendo en cuenta lo siguiente:

- Para definir los valores del criterio Impacto se tienen en cuenta las debilidades que solucionaba cada acción y en cuántas áreas impactaba cada una.
- Para el criterio Costo-Beneficio se les asigna mayor puntaje sobre el resto a aquellas acciones que con nula o baja inversión generaban un beneficio.
- El criterio importancia se evalúa en base a lo que la gerencia considera como debilidad más importante de solucionar actualmente.
- En el criterio compromiso se tienen en cuenta las áreas involucradas en las acciones y el nivel de apoyo de cada una para llevarlas a cabo.
- Por último, el criterio capacidad se basa en los recursos de la empresa para llevar a cabo cada una de las acciones.

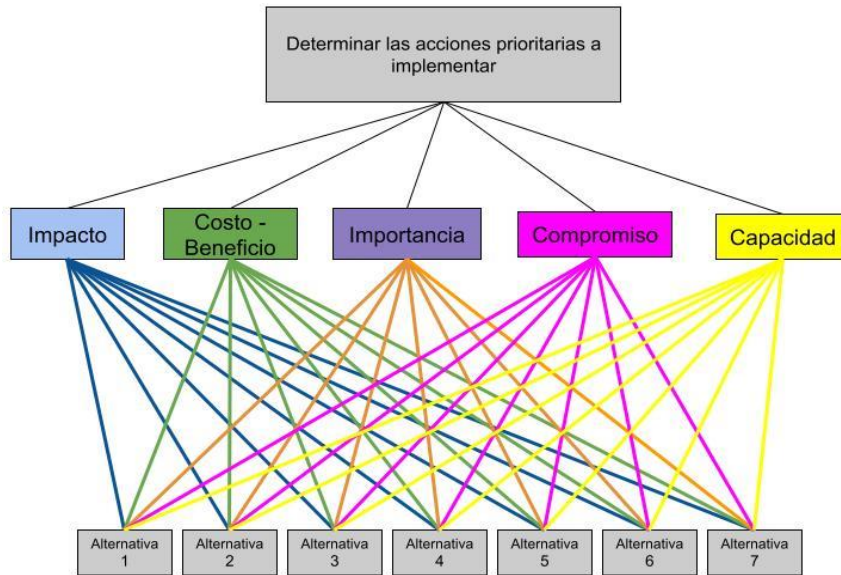


Figura 2: Estructura jerárquica AHP

Se efectúan las comparaciones pareadas entre alternativas, según los distintos criterios, y entre criterios y se construyen las matrices de comparaciones pareadas. A modo de ejemplo, en la Tabla 5 se muestra la matriz de comparaciones pareadas y los pesos obtenidos para los criterios establecidos. Se observa que el costo-beneficio e impacto, son los más importantes en el proceso de evaluación.

Tabla 5: Matriz de comparaciones pareadas y pesos de los criterios

Criterio	Impacto	Costo-Beneficio	Importancia	Compromiso	Capacidad	Peso
Impacto	1	0.33	4	6	3	0.265
Costo-Beneficio	3	1	6	8	4	0.493
Importancia	0.25	0.17	1	2	0.5	0.074
Compromiso	0.167	0.125	0.5	1	0.33	0.045
Capacidad	0.33	0.25	2	3	1	0.123

Finalmente, se procesa toda la información en una planilla de cálculo electrónica y se obtiene la prioridad global de cada acción (Tabla 6). Los índices de consistencia obtenidos fueron aceptables para todos los juicios realizados.

Tabla 6: Prioridad global de acciones

Acción	1	2	3	4	5	6	7
Prioridad	0.0945	0.1487	0.1676	0.1554	0.2001	0.0849	0.1489

Si bien todas las acciones son factibles de llevarse a cabo, con este análisis se determina cuáles de estas son prioritarias en un plan de acción conductor al cambio. Como puede verse, las acciones con mayor

prioridad son las 2,3,4,5 y 7. Se seleccionan 5 para implementar, del total de acciones propuestas, ya que mediante su solución se abordaría el 80% de las debilidades detectadas.

Continuando con el paso 4 de la SSM, se elabora un modelo conceptual integral (Figura 3) en el que se muestra cómo llevar a cabo las actividades conductoras al cambio, en función de los resultados obtenidos en el AHP.

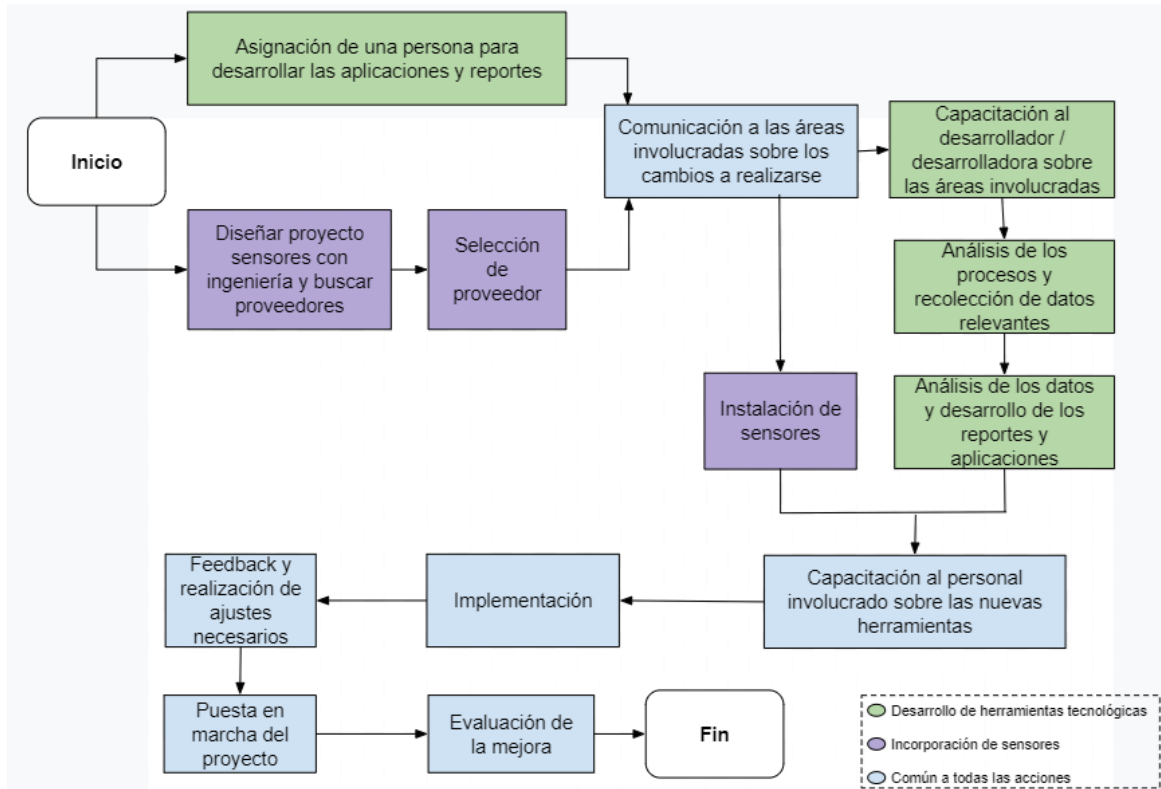


Figura 3: Modelo conceptual

Las actividades conductoras al cambio se implementan en paralelo. Por un lado, los pasos relacionados a la incorporación de sensores se muestran en cuadros violetas, y aquellos llevados a cabo para el desarrollo de herramientas tecnológicas, en verde. Los cuadros en celeste corresponden a aquellos pasos que todas las acciones tienen en común.

En el proyecto de incorporación de sensores está involucrado el sector de ingeniería que se encarga de diseñar dicho proyecto y de buscar el mejor proveedor. Una vez seleccionado, se debe comunicar el cambio a las personas involucradas y proceder con la instalación del sensor. En el caso de la incorporación de herramientas, primero se debe seleccionar un desarrollador que puede ser tanto interno como una persona contratada temporalmente. Dicha persona debe ser capacitada sobre los sectores en los que va a trabajar y debe recolectar los datos necesarios. El paso siguiente es desarrollar las herramientas necesarias y los reportes de datos de cada sector. Por último, se llevan a cabo los pasos en común; capacitaciones, implementación, ajustes, puesta en marcha final y evaluación de mejoras.

4.4. Resultados

Se realiza una comparación entre la situación actual y el modelo propuesto, paso 5 de la SSM, mediante el análisis de resultados de cada acción.

Con la implementación de la acción 2 (Tabla 7), se estima un control minuto a minuto del proceso, se eliminan o reducen las intervenciones por producto fuera de especificación lo que deriva en menor cantidad de reclamos. Los reclamos imputados a producción actualmente representan el 70% del total. Con la aplicación de esta acción se estima una reducción del porcentaje de las HH de las 2 personas que se encargan de la gestión de todos los reclamos. Si por mes dichas personas suman un total de 320 HH,

se reducen 224 HH/mes. Si ocurriera alguna intervención, se podrá saber en el momento y así evitar que el pallet sea ingresado a bodega de producto terminado. El tiempo de manipulación de producto intervenido representa actualmente, según un estudio de tiempos realizado por la empresa, un 10,2% del tiempo total de la tarea de preparación. En preparación hay 18 personas, lo que representa por mes un total de 3456 HH y con esta mejora, se reducen 353 HH/mes. Asimismo, se reducen al 100% las HH de las 2 personas por turno que actualmente hacen análisis de muestras manualmente. Esto representa una reducción de 320HH/mes.

Tabla 7: Mejoras acción 2

Descripción	HH/mes actuales	Mejora en HH/mes	HH/mes con mejora	%Mejora
Manipulación producto intervenido	3456	353	3103	10,2
HH gestión reclamos	320	224	96	70
HH de control manual de producto	320	320	0	100
TOTAL	4096	897	3199	21,9

La implementación de la acción 3 logrará mejorar el flujo de la información, centralizando todos los planes de producción en un mismo sitio. Esto permite la búsqueda de un plan específico de forma más ágil y, además, armando un *Dashboard*, se pueden obtener indicadores que se actualicen automáticamente. Esto permite planificar el reabastecimiento de materia prima e insumos de manera más exacta permitiendo un uso más eficiente de recursos. Actualmente, en el sector de planificación hay 3 personas trabajando. Una de ellas se encarga de ajustar los planes y reprogramar la producción del día en caso de error en los cálculos. Por lo tanto, teniendo una planificación más exacta, se ahorraría ese tiempo utilizado en reprogramar, lo que equivale a 180 HH/mes (Tabla 8).

Tabla 8: Mejoras acción 3

HH/mes Actuales	Mejora en HH/mes	HH/mes con mejora	% mejora
540	180	360	33,33

Llevando a cabo la acción 4, las mejoras podrían ser significativas. En primer lugar, al tener centralizada la información, se puede generar un reporte que muestre cumplimiento del transporte. Por lo tanto, se pueden llevar a cabo acciones para mejorar dicho cumplimiento. Como actualmente no se controla, no hay información disponible para tomar decisiones. Esto sirve para organizar mejor el trabajo en bodega haciendo uso más eficiente de los recursos. Si un camión se compromete a llegar a un horario y en realidad llega al turno siguiente, quedan recursos ociosos destinados a la preparación y carga de dicho camión. Con este nuevo flujo de información esto mejoraría reduciendo tiempos muertos y por lo tanto costos. Asimismo, creando una aplicación con la información actualizada de tráfico, desde ventas pueden ir viendo el status de los camiones. Actualmente para esta tarea se envía mail o se llama telefónicamente. Con la nueva aplicación se mejoraría mucho el flujo de información acortando tiempos de búsqueda.

En términos de tiempo, con una mejor organización del trabajo se estima reducir tiempos en la preparación y carga de los pedidos. Actualmente hay 6 personas trabajando en la preparación y otras 6 en carga por turno, es decir, un total de 18 personas en cada tarea en los 3 turnos. En un estudio de tiempos realizado por la empresa se determinó cuántos pedidos se podrían despachar con una mejor organización del trabajo y cumplimiento de transportes. Este estudio se llevó a cabo midiendo, de cada tarea, el tiempo que lleva realizarla. Los valores de la Tabla 9 muestran, en HH/mes por persona, la mejora obtenida respecto de estos pedidos. Por lo tanto, se podría reducir un 25,71% de tiempo en preparación y 48,5% en carga.

Tabla 9: Mejoras acción 4

Tarea	HH/mes actuales	Mejora en HH/mes	HH/mes con mejora	%Mejora
Preparación	4032	1036,62	2995,38	25,71
Carga	4032	1955,52	2076,48	48,5
TOTAL	8064	2992,14	5071,86	37,1

Analizando la acción 5, si se lleva a cabo un control de la merma de materia prima, se puede ajustar la cantidad pedida a los proveedores evitando desabastecimientos. Esta acción también mejora la organización del trabajo porque se evitan descargas por duplicado de una misma materia prima en días distintos y por lo tanto uso extra de recursos. Además, se elimina el riesgo de faltante de materia prima y freno de producción. En la tabla 10 se presentan los datos asociados a las descargas de las materias primas más importantes, en términos de volumen, y sus rendimientos. Se tienen en cuenta estas 2 materias primas ya que son las de mayor volumen y las que tienen más tiempo de descarga (Tabla 10). El tiempo de descarga de harinas está estipulado en 1,5 horas y participan 2 personas en esta tarea. Por lo tanto, cada descarga representa un total de 3 HH.

Tabla 10: Mejoras acción 5

Harina	Descargas/mes	Rendimiento (%)	HH/mes actuales	Mejora en HH/mes	HH/mes con mejora	%Mejora
Trigo	20	75	80	20	60	25
Maíz	14	86	48,83	6,83	42	14
TOTAL			128,83	26,83	102	20,82

Por último, implementando la acción 7 se mejora el flujo de información entre áreas evitando comunicaciones por mail o telefónicas. Esto reduce tiempos y también mejora la organización del trabajo al tener la información en todo momento de los pedidos. Además, teniendo un indicador que muestre el cumplimiento de cada proveedor, se puede llegar a un convenio con aquellos que no estén cumpliendo y reducir costos, o en su defecto ajustar los horarios de las llegadas de camiones.

Con información de las planificaciones semanales y el registro de llegadas de camiones a planta, se calcula cuántos de esos camiones llegaron en el día y turno planificado. Durante el último año, de un total de 24 llegadas planificadas en un turno específico, solo se cumplieron 6, es decir, un 25%. Para la tarea de descarga hay 2 personas asignadas por turno, es decir, 6 en total por día y estas 6 personas representan un total de 1152 HH/mes. Si solo se cumple un 25% de las descargas planificadas, hay un 75% de dichas HH que no se están aprovechando y que representan una mejora (Tabla 11).

Tabla 11: Mejoras acción 7

Tarea	HH/mes actuales	Mejora en HH/mes	%Mejora
Descarga	1152	864	75

En resumen, en la Tabla 12 se muestran las mejoras totales que se estiman obtener mediante la implementación de las acciones planteadas y tomando como referencia el indicador de HH/mes.

Tabla 12: Resumen de mejoras

Acción	HH/mes actuales	Mejora en HH/mes	%Mejora
Incorporar sensores en los procesos críticos que puedan brindar datos de calidad. Aplicar la analítica de datos para predecir comportamientos y asegurar conformidad de productos y alertar en caso de desvíos.	4096	897	21,9
Utilizar una carpeta en SharePoint para almacenar planes de producción y PowerBi para reportarlos	540	180	33,33
Conectar información de tráfico y Bodega de producto terminado utilizando una aplicación de PowerApps, SharePoint y PowerBI	8064	2992,14	37,1
Utilización de herramienta de registro de datos en el control de materia prima que conecte con PowerBI para obtener indicadores de merma	128,83	26.83	20,
Utilización de un canal de comunicación eficiente con proveedores e incorporación de app interna que conecte compras con Bodega de materia prima y calidad	1152	864	75
TOTAL	13980,83	4959,97	35,47

De un total de 13980,83 HH/mes se puede reducir 4959,97 HH/mes, lo que representa un 35,47% del total. La disminución de costos no es lo único que se logra con estos cambios. Añadiendo sensores se agrega valor al cliente final, brindándoles productos conformes, y a la organización, al tener menos reclamos. Esto se logra gracias al mejor flujo de información que permitirá disponer de datos en tiempo real de los procesos y tomar decisiones acertadas y en el momento correcto.

El resto de las acciones planteadas implican incorporación de herramientas tecnológicas para mejorar la comunicación entre áreas. Tener la información actualizada y centralizada en todo momento permite una búsqueda y visualización más simple, una mejor organización del trabajo y, por lo tanto, un uso adecuado de recursos.

Estos resultados permiten confirmar la validez de la hipótesis planteada al comienzo del trabajo, comprobando que la incorporación de tecnologías de la industria 4.0 agrega valor a la cadena de suministro de las organizaciones mediante la disminución el tiempo de los procesos.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo toma como caso de estudio a una empresa alimenticia radicada en la ciudad de Mar del Plata. En un trabajo previo, se llevó a cabo un análisis de los procesos de la empresa que permitió una comprensión profunda de las interacciones y demandas futuras del flujo de información. Posteriormente, mediante auditorías tecnológicas se analizaron las formas de manipulación de los datos a nivel general dentro de la organización y cómo interactúan entre sí los diferentes agentes a lo largo de la cadena de suministro, facilitando el reconocimiento de necesidades de mejora y fortalezas para hacer frente a este proceso de transformación. En base este diagnóstico inicial, en el presente trabajo se ha implementado la metodología participativa SSM que, en combinación con AHP, ha facilitado la estructuración de los problemas detectados y el alcance de una solución de manera sistemática y organizada.

Las propuestas de mejora permiten solucionar las debilidades más importantes detectadas, estimando alcanzar reducciones en HH/mes del orden del 35,47%, generado cambios cualitativos y cuantitativos muy importantes para la organización. Estos resultados pueden confirmar la hipótesis planteada en el comienzo del trabajo, comprobando que la incorporación de tecnologías de la industria 4.0 agrega valor a la cadena de suministro de las organizaciones al disminuir el tiempo de los procesos.

Algo importante a destacar es que, en la mayoría de las acciones, las herramientas propuestas son recursos presentes en la organización, por lo que no se requieren grandes inversiones. Es por esto que, ante el avance tecnológico, primero hay que evaluar los recursos presentes en la empresa y explotarlos. Para responder de manera adecuada a este proceso de transformación tecnológica, se requiere una estructura flexible para hacer frente un cambio cultural que abarque a cada integrante de la organización en todos los niveles jerárquicos. Si todas las áreas están motivadas y comprometidas con el cambio, se puede pensar en una estandarización en cuanto a manipulación de datos y herramientas tecnológicas en toda la cadena de suministro creando valor agregado en cada eslabón.

Se concluye que la multimetodología propuesta contribuye al desarrollo efectivo y sistémico del proceso de transformación tecnológica, al tener en cuenta la infraestructura requerida, las características de los procesos en relación con el uso de la información, así como las condiciones estructurales y funcionales de la empresa en sus diferentes niveles. Esto último es la base para poder realizar otros cambios que permitan acercarse a la cima tecnológica que propone la cuarta revolución industrial.

5. REFERENCIAS

- Anderson, D., Sweeny, D., & Williams, T. (2004). *Métodos cuantitativos para los negocios (10ma. edición)*. Editorial Thomson.
- Barcia, K., & De Loor, C. (2007). Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble Aplicando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM). *Revista Tecnológica ESPOL*, 20(1), 31-38. <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/159/103>
- Basco, A.; Beliz, G.; Coatz, D.; & Garnero, P. (2018). *Industria 4.0: Fabricando el futuro*. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0001229>.
- Castillo, M., Gligo, N., & Rovira, S. (2017). *La política industrial 4.0 en América Latina*. CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43944/S1700602_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cavusgil, S., Knight, G. & Riesenberger, J. (2020). *International business: The new realities*. Pearson.
- Checkland, P.; Holwell, S. (1998), *Information, Systems and Information Systems making sense of the field*. Editorial John Wiley and Sons.
- Checkland, P., Poulter, J. (2020). Soft Systems Methodology. En: Reynolds, M., Holwell, S. (Eds.), *Systems Approaches to Making Change: A Practical Guide*. (pp. 201–253). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7472-1_5
- Clemons, E. K. (2019). *New patterns of power and profit: A strategist's guide to competitive advantage in the age of digital transformation*. Palgrave Macmillan.
- Davis, G. F. (2016). What might replace the modern corporation? Uberi-zation and the web page enterprise. *Seattle University Law Review*, 39(2), 501-516. https://webuser.bus.umich.edu/gfdavis/Papers/Davis_SULR_2016.pdf
- del Val Román, J. L. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto. <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>.
- Garza-Ríos, R., González-Sánchez, C., Pérez-Vergara, I., Martínez-Delgado, E., & Sanler-Cruz, M. (2012). Concepción de un procedimiento utilizando herramientas cuantitativas para mejorar el desempeño empresarial. *Ingeniería Industrial*, 33(3), 239-248. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362012000300004&lng=es&tln=es
- Gil Torrijos, M (2018). *La selección de proveedores, elemento clave en la gestión de aprovisionamientos* [Tesis de Maestría, Universidad de Oviedo]. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/47803>
- Gomes, L, & Zanazzi, J. (2009). La búsqueda de acuerdos en equipos de trabajo: el método decisión con reducción de la variabilidad (DRV). *Pesquisa Operacional*, 29(1), 195-221. <https://www.scielo.br/j/pope/a/XBtNdGpPhPXmWRwqH3bnQ3N/?format=pdf>
- González, M., Vidal, L., Tabone, L., & Morcela, A. (2022). Incorporación de tecnologías inteligentes para el agregado de valor en una empresa alimenticia marplatense. *Memorias del XV Congreso Internacional de Ingeniería Industrial*. Mar del Plata, Argentina.
- Gonzalez-Urango, H. (2021). How the Analytic Hierarchy/Network Process Supports a More Responsible and Committed Research and Innovation. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 13(3), 553-558. <https://doi.org/10.13033/ijahp.v13i3.949>.
- Joyanes Aguilar, L. (2017). Ciberseguridad: la colaboración público-privada en la era de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0 versus ciberseguridad 4.0). *Cuadernos de estrategia*, 185, 19-64. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6115620.pdf>
- Martínez Rodríguez (2007). Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de la localización de una PYME. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, 40, 523-542. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2267954>.
- Mingers, J. (2011). Soft OR comes of age – but not everywhere! *Omega*, 39(6), 729-741. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.01.005>
- Montoya, R., Mazo, A., & Noreña, G. (2015). Método AHP utilizado para mejorar la recepción en el centro de distribución de una empresa de alimentos. *Ingenierías USBmed.*, 6 (2), 5-14. <https://doi.org/10.21500/20275846.1726>
- Munier, N. (2011). *Procedimiento fundamentado en la programación lineal para la selección de alternativas en proyectos de naturaleza compleja y con objetivos múltiples* [Tesis de Doctorado, Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2204.3367>

- Nantes, E. A. (2019). El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones. *Revista De La Escuela De Perfeccionamiento En Investigación Operativa*, 27(46), 54-73. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/26474>
- Nash, M., & Poling S. (2008). *Mapping the Total Value Stream (1ra edición)*. Taylor & Francis Group.
- Rivera Chávez, A. (2008). IT Project Portfolio Selection using Analytic Hierarchy Process. *Industrial Data*, 11(2), 59-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81619829008>
- Saaty (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International. Journal of Services Sciences*,1(1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>
- Salas Bacalla, J., Leyva Caballero, M., & Calenzani Fiestas, A. (2014). Modelo del proceso jerárquico analítico para optimizar la localización de una planta industrial. *Industrial Data*, 17(2), 112-119. <https://doi.org/10.15381/idata.v17i2.12056>
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. *Economía*, XLI(81), 194-197. <https://doi.org/10.18800/economia.201801.012>
- Serrano, S., Alonso, P., & Rivera, M. (2021). Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como método multicriterio para la localización óptima de estaciones intermodales. *Economía Sociedad y Territorio*, 21(66), 315-358. <https://doi.org/10.22136/est20211583>
- Tabone, L., & Mortara, V. (2022). Modelo para la definición de los requisitos de un sistema de información en una organización de salud de Mar del Plata, Argentina. *Ingeniería Industrial*, 42(42), 159-181. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2022.n42.5705>
- Tabone, L, Mortara, V., & Zanfrillo, A. (2021) Agregado de valor en proceso productivo combinando Soft Systems Methodology y simulación. *Ingeniería Industrial*, 42 (1),1-15. <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1043/1007>
- Tapiero, S., Trujillo Barrios, D., & Guzmán, N. (2017). Aplicação de processo AHP analytic hierarchy para definir o melhor café da avaliação dos cafés especiais. *Coffee Science*, 12(3), 374-380. <https://doi.org/10.25186/cs.v12i3.1301>
- Valqui Vidal, R. (2010). La investigación de operaciones: un campo multidisciplinario. *Operational Research: A mulidisciplinary Field*, 47-52. <https://docplayer.es/77343715-La-investigacion-de-operaciones-un-campo-multidisciplinario>
- Xu, Z. & Liao, H. (2014). Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22(4), 749-761. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2272585>
- Zanazzi J. L., Cabrera, G. P., Castellini, A., & Salamon, A. G. (2014). Análisis de un problema de selección de grupos de trabajo mediante investigación operativa soft. En: J. L. Zanazzi, C. L. Alberto y C. E. Carignano (Eds.), *Aplicación de multi-metodologías para la gestión y evaluación de sistemas sociales y tecnológicos*. (tomo II, pp. 203-223). Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNC. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/1336?show=full>
- Zanfrillo, A.; Morcela, A.; Mortara, V; Tabone, L.; Carrizo, G.; Gadaleta, L.; Delmonte, P.; Massano, R. & Bounoure, J. (2020). *Industria inteligente para el agregado de valor a la cadena de suministro regional*. Jornadas INVESTIGAR UNMDP 2020, Mar del Plata, Argentina.