



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO®

# Teoría y práctica del caso de estudio: **un abordaje para la enseñanza y aplicación de mejoras en procesos organizacionales**

Jhobana Herrera Díaz  
Compiladora

 **PASCUAL  
BRAVO**  
Fondo Editorial



Alcaldía de Medellín



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**PASCUAL BRAVO**®

# Teoría y práctica del caso de estudio: un abordaje para la enseñanza y aplicación de mejoras en procesos organizacionales

Compiladora  
**Jhobana Herrera Díaz**



Alcaldía de Medellín

373

T37 Teoría y práctica del caso de estudio: un abordaje para la enseñanza y aplicación de mejoras en los procesos organizacionales / compiladora Johana Herrera Díaz .—Medellín: IUPB,2020

175 Páginas.-- (Serie Investigación)

ISBN: 978-958-52963-3-6

1. ENSEÑANZA ESTRATEGICA-INVESTIGACION. 2. PLANIFICACION DIDACTICA - INVESTIGACION. 3. PEDAGOGIA MODERNA-INVESTIGACION

Teoría y práctica del caso de estudio:  
un abordaje para la enseñanza y aplicación de mejoras en procesos organizacionales

Serie Investigación  
Facultad de Producción y Diseño  
Institución Universitaria Pascual Bravo

Primera edición: diciembre de 2020  
ISBNe: 978-958-52963-3-6

Compiladora  
Johana Herrera Díaz

Rector  
Juan Pablo Arboleda Gaviria

Vicerrectora de Investigación y Extensión  
Carmen Elena Úsuga Osorio

Diagramación: Leonardo Sánchez Perea  
Corrección de texto: María Edilia Montoya Loaiza  
Coordinación editorial: Johana Martínez Ramírez

Editado en Medellín, Colombia  
Fondo Editorial Pascual Bravo  
Institución Universitaria Pascual Bravo  
Calle 73 No. 73A – 226 – Tel. (57+4) 4480520  
fondoeditorial@pascualbravo.edu.co  
www.pascualbravo.edu.co  
Medellín – Colombia

Las ideas expresadas en la obra aquí contenida son manifestaciones del pensamiento individual de sus autores, en esa medida, no representan el pensamiento de la Institución Universitaria Pascual Bravo, siendo ellos los únicos responsables por los eventuales daños o perjuicios que pudieran causar con lo expresado o por la vulneración de los derechos de autor de terceros en los que hubiesen podido incurrir en su creación.

Está prohibido todo uso de la obra que atente contra los derechos de autor y el acceso abierto. Esta obra está protegida a través de la licencia Creative Commons: Reconocimiento-No comercial 4.0 Internacional.



# Contenido

Prólogo	5
Jhobana Herrera Díaz	
<b>Capítulo 1</b>	
La planeación didáctica del caso de estudio: un abordaje desde la enseñanza estratégica	9
Jhobana Herrera Díaz y Alejandro Díaz Peláez	
<b>Capítulo 2</b>	30
Modelado de procesos empleando el Método IDEF0: caso de estudio en una empresa del sector metalmecánico en el municipio de Itagüí –Antioquia	30
Chárol Kátherin Vélez Castañeda, Yesit Jovan Rodríguez Caro, Farley Albeiro Restrepo Loaiza, Luisa Fernanda López Gómez y Jorge Amado Rentería Vera	
<b>Capítulo 3</b>	
Importancia del Centro Tecnológico para la productividad de MAHLE – Brasil	71
Alexander Zuleta Durango, Yenny Alejandra Aguirre Álvarez y Mauricio Montoya Peláez	
<b>Capítulo 4</b>	
Estrategia de sistema de incentivos operacionales para el cumplimiento de metas en una empresa del sector textil-confección de la ciudad de Medellín: caso de estudio	99
Jhon Edward Aguirre Cuervo, Iván Darío Rojas Arenas y Jim Giraldo-Builes	
<b>Capítulo 5</b>	
Caso de implementación de mejoras en control de inventarios para un operador logístico de devoluciones	131
Sandra Milena Álvarez Gallo y Jacobo Hernán Echavarría Cuervo	

## Prólogo

Las metodologías activas en la enseñanza de las disciplinas se corresponden con los paradigmas constructivistas que reconstruyen y justifican el enfoque pedagógico moderno, basado en la idea fundamental de que se aprende desde el sujeto mismo a través de transformaciones endógenas solamente sugeridas y monitoreadas por los agentes de la enseñanza, siendo prevalente el factor activo de los sujetos de aprendizaje. De ello, la literatura pedagógica especializada da cuenta de las múltiples opciones metódicas que se inspiran en este enfoque pedagógico, al igual que las múltiples extensiones hacia los más variados campos del saber.

Este libro surge a partir de una iniciativa investigativa que busca impulsar, dentro de las aulas de clase, la aplicación de diferentes estrategias pedagógicas que complementen la tradicional clase magistral. Es así como, a partir del proyecto *Estrategias pedagógicas para el desarrollo de competencias específicas en los estudiantes de la jefatura de Producción Industrial de la IU Pascual Bravo*, un colectivo docente emprendió la tarea de trabajar en casos de estudio como una alternativa no solo para posibilitar la implementación de didácticas activas, sino también, la investigación formativa.

El texto es, en estas circunstancias, una herramienta para inspirar la adopción del caso de estudio para hacer más versátil y dinámica la enseñanza desde cualquier disciplina, pero especialmente para la ingeniería industrial, logística, ingeniería administrativa y afines. Su utilidad y pertinencia derivan no solo de las ejemplificaciones, las cuales ofrecen un abanico suficiente de propuestas reales inspiradas en ejercicios investigativos exitosos, sino también del hecho de que son precedidas por un análisis teórico suficientemente fundamentado, relativo a la metodología misma, sus pasos, sus estrategias y los principios para la optimización de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El capítulo inicial *La planeación didáctica del caso de estudio: un abordaje desde la enseñanza estratégica* es, en efecto, la entrada a la metodología del caso de estudio. Allí se propone una reflexión en torno a la planeación didáctica del caso de estudio desde los postulados del aprendizaje y la enseñanza estratégica. Se hace énfasis en la idea de cómo, a través de la guía didáctica, se posibilita la enseñanza estratégica, asunto que logra evidenciarse a través del desarrollo de metodologías activas como el caso de estudio. De esta manera, se presenta un instrumento en el que se concretan los aspectos de índole metodológico relativos al desarrollo secuencial de la apuesta didáctica del caso de estudio, el cual constituye la columna vertebral del libro.

Los casos de estudio abordan diversas facetas del ámbito administrativo, productivo y de la logística, todos ellos, en la perspectiva de experiencias concretas de intervención o de abordaje investigativo, generando de este modo, un conjunto de ejemplificaciones en el cual los docentes y estudiantes podrán hallar herramientas de conceptualización, de metodología y de bibliografía pertinentes para aplicar en sus procesos formativos.

El primer caso de estudio, *Modelado de procesos empleando el Método IDEF0: caso de estudio en una empresa del sector metalmecánico en el municipio de Itagüí –Antioquia*, es una investigación acerca de la aplicación del método IDEF0 al proceso de alistamiento y distribución de una empresa del sector metalmecánico. Incluye el análisis de las opciones acerca de los métodos de modelamiento IDEF y la pertinencia de su aplicación en el sector en que se realiza el estudio; avanza luego hacia el análisis del caso concreto con herramientas de investigación cualitativa y concluye determinando que se debe redefinir el proceso en los subprocesos de alistamiento, despacho e instalación.

En el capítulo *Importancia del centro tecnológico para la productividad de MAHLE – Brasil* se aborda conceptualmente el tema de los centros tecnológicos como potencializadores de la gestión del conocimiento de las empresas. Analiza las estrategias de I+D+i (investigación, desarrollo e innovación) y los principios de calidad aplicados en la empresa MAHLE, relativos a la productividad. El estudio avanza un diagnóstico situacional y una propuesta de gestión y divulgación del conocimiento, lo mismo que de aplicación de los principios de calidad, acorde a como los define la multinacional de autopartes objeto de estudio.

*Estrategia de sistema de incentivos operacionales para el cumplimiento de metas en una empresa del sector textil-confección de la ciudad de Medellín* es un caso de estudio al problema del rediseño e implementación del sistema de incentivos mediante una metodología en tres pasos: identificación, diseño e implementación y fase de control y seguimiento. El primer momento metódico es con seguridad el más complejo, porque implica la sustantivación de los conceptos de productividad, plan de incentivos, competitividad, capacidad instalada, capacidad planeada y punto de equilibrio de la empresa intervenida. El texto da cuenta del cambio introducido, del proceso de su implementación y de su evaluación preliminar. Adicionalmente, muestra de modo claro el conjunto articulado de pasos investigativos, desde la identificación del problema, el marco contextual y conceptual y la descripción de la intervención, así como su evaluación en los dos primeros meses.

Por último, contamos con el capítulo *Caso de implementación de mejoras en control de inventarios para un operador logístico de devoluciones*, un estudio que muestra las etapas teórico-prácticas de un proceso de investigación aplicada. En este se aborda la problemática de las diferencias de inventarios que se presentan en el proceso de devoluciones de un operador logístico. El propósito de la intervención es generar e implementar una propuesta de mejora que le permita a este operador mantener la fiabilidad de su inventario, además de mostrar algunas posibles herramientas para la priorización de alternativas de solución.

El trabajo comienza con un diagnóstico de la situación problemática, pasando luego a analizar los procesos efectuados en el proveedor 3PL, la empresa logística sometida a intervención con el fin de encontrar las posibles causas de diferencias en inventarios e identificar los puntos críticos. Tras este diagnóstico priorizan las propuestas de cambios en procesos críticos, incluyendo implementación de tecnologías como WMS y lectura de códigos de barras en procesos manuales. Finalmente, se muestran los resultados de la implementación de la propuesta del nuevo proceso y se esquematiza la nueva distribución de procesos, evaluando los primeros resultados de su puesta en funcionamiento.

Los métodos de enseñanza han cambiado. Antes estaban centrados en el profesor, hoy están girando alrededor del estudiante. Ya no se pregunta qué

se va a enseñar, sino qué y cómo van a aprender los estudiantes. El método de casos es una metodología activa que busca, a partir de una experiencia real, la exploración simulada de una problemática o situación con el fin de desarrollar en él, habilidades para la toma de decisiones, en el marco del desarrollo de aprendizajes estratégicos, situados y auténticos.

Jhobana Herrera Díaz

Docente e investigadora del Grupo Qualipro  
Institución Universitaria Pascual Bravo



## La planeación didáctica del caso de estudio: un abordaje desde la enseñanza estratégica





# La planeación didáctica del caso de estudio: un abordaje desde la enseñanza estratégica

Jhobana Herrera Díaz<sup>1</sup>

Alejandro Díaz Peláez<sup>2</sup>

Las formas y modos de aprender han cambiado vertiginosamente en los últimos años. Han surgido nuevos escenarios de aprendizaje que, sin duda alguna, obligan a modificar profundamente el campo educativo, haciendo posible que docentes y estudiantes asuman roles y relaciones diferentes para posibilitar el desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas. Al respecto, en este capítulo se hace una reflexión en torno a la planeación didáctica del caso de estudio y su concreción metodológica a partir de los presupuestos teóricos de la enseñanza estratégica. Para llevar a cabo lo anterior, se destaca la importancia de la planeación de la enseñanza estratégica como vehículo para marcar el derrotero o la estructuración didáctica del caso de estudio. Por ello, se referencian los fundamentos teórico-conceptuales de varios autores, quienes, en su mayoría, coinciden en la idea de que planear estratégicamente un proceso de enseñanza trae consigo el favorecimiento del aprendizaje estratégico. Posteriormente, se presentan las etapas de desarrollo caso en las cuales se hace una descripción sobre cada uno de los momentos de estructuración de este, en los que se destaca la fase inicial en la cual se debe hacer mayor hincapié de modo que favorezca el desarrollo de habilidades de aprendizaje estratégico de los estudiantes. Finalmente, se materializan las

---

<sup>1</sup> Mg. en Educación y Tecnologías de la Información y la Comunicación. Docente de tiempo completo ocasional de la Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo electrónico: [jhobana.herrera@pascualbravo.edu.co](mailto:jhobana.herrera@pascualbravo.edu.co)

<sup>2</sup> PhD (C) en Administración de la Universidad Católica de Argentina. Docente de cátedra de la Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo electrónico: [a.diazpe@pascualbravo.edu.co](mailto:a.diazpe@pascualbravo.edu.co)

etapas de elaboración de la guía a través de una propuesta de guía didáctica en la que se registran los momentos de planeación para cada uno de los eventos didácticos que comparta el proceso de enseñanza y aprendizaje.

## Introducción

Las investigaciones en torno al aprendizaje estratégico son diversas. Entre los autores que se pueden citar está Valenzuela (2000), quien expresa que «tres términos permiten entender mejor la idea del aprendizaje estratégico: el aprendizaje autodirigido, autónomo y autorregulado» (p.8). Para este autor, un aprendizaje autodirigido le permite al aprendiz definir claramente las metas del mismo; en otras palabras, el aprendizaje autónomo se da cuando el individuo determina y controla la ruta concreta que va a llevar a cabo para su consecución; por su parte, el aprendizaje autorregulado se concreta en el momento en que una persona autoevalúa su proceso de aprendizaje, comprueba si ha aprendido y toma las medidas correctivas para reorientar su control.

En la misma línea de Valenzuela, Beltrán (citado por Lobato 2006) expresa que «la función autorreguladora de la metacognición se lleva a cabo a través de la planificación, el autocontrol o autodirección y la autoevaluación» (p.8). De esta manera, se reconocen tres procesos que son recursivos entre sí ya que, si un aprendiz planifica su ruta de aprendizaje, puede volver, a través de la autoevaluación, a revisar qué aspectos o acciones merecen ser cambiados y ello solo se logra cuando emplea estrategias de autodirección. Es decir, uno y otro proceso va y viene de manera sistémica y sistemática. Igualmente, Del Mastro (2005) sostiene que «el aprendizaje estratégico implica el progresivo desarrollo de la autonomía y autorregulación del aprendizaje para seleccionar, de modo consciente, aquellos conocimientos y acciones necesarios para lograr los objetivos de aprendizaje en determinadas condiciones de enseñanza y aprendizaje» (p.88). Esto realza la idea de que el aprendizaje estratégico significa una toma de decisiones sucesivas que pueden ser reconducidas en cualquier momento.

A partir de lo anterior, es necesario entender que el favorecimiento de habilidades para el aprendizaje estratégico exige que las condiciones de enseñanza cambien radicalmente. Esto obliga a pensar en un proceso de enseñanza también estratégico en el que el docente, a través del despliegue de

métodos didácticos, promueva en los estudiantes habilidades para identificar el problema, planificar las estrategias apropiadas para resolverlo, supervisar la ejecución del plan estratégico y evaluar la efectividad de las estrategias empleadas en el proceso de aprendizaje. Todas estas habilidades metacognitivas pueden ser fomentadas si se reflexiona desde una práctica docente centrada en la enseñanza auténtica, en la cual se favorezcan estrategias activas como los casos de estudio y el uso de guías didácticas o de aprendizaje. Al respecto, Serna y Díaz (2019) expresan que el aprendizaje basado en casos «promueve la discusión de situaciones de la vida real que han sido enfrentadas por profesionales de distintos tipos de organización, y parten del supuesto de que, en el proceso de aprendizaje, la cooperación dinámica del aprendiz es necesaria» (p. 72).

Urge, entonces, la concepción de propuestas didácticas que puedan dar respuesta a las nuevas formas y modos de enseñar. Ello lleva a pensar, sin duda alguna, a que las acciones formativas deben ser planificadas, desarrolladas e implementadas, de manera cuidadosa y específica, atendiendo a las mediaciones tecnológicas y pedagógicas, de forma simultánea. De lo anterior se concluye que las situaciones educativas deben ser orientadas hacia didácticas activas como el caso de estudio, las cuales brindan posibilidades de desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas. En este sentido, se aborda la planificación o concepción de una propuesta de guía didáctica para el desarrollo del caso de estudio soportada en los principios conceptuales y teóricos de la enseñanza estratégica.

Así pues, se ha insistido en la idea de la planificación didáctica como medida indispensable para garantizar la eficiencia y eficacia de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ello, cuando se decide emprender el caso de estudio como orientación metodológica, se debe reflexionar en torno a la pertinencia de los contenidos y la selección adecuada de los recursos tecnológicos, de manera que se garantice no solo la calidad de la apuesta de formación, sino también la optimización del uso de las mediaciones tecnológicas que permitan el despliegue de habilidades para el trabajo colaborativo. En este orden de ideas y ante las demandas emergentes de aprendizajes dinámicos, cambiantes y democráticos, se hace necesario estructurar y rediseñar cuidadosamente las situaciones y estrategias de enseñanza.

Visto lo anterior, las implicaciones que comporta el diseño de guías didácticas en la creación, evaluación y puesta en marcha de una ruta metodológica para enseñar y aprender desde el caso de estudio, resultan trascendentales. La versatilidad y pertinencia del proceso de planificación didáctica son claves en cada una de las fases que se establecen, de forma sistémica e interrelacionada, para organizar los contenidos, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, las estrategias evaluativas, el diseño de materiales educativos y demás aspectos fundamentales en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## **Planteamiento del problema**

El problema del cual se ocupa esta investigación se deriva de la observación que hace Zabalza (2008) sobre el hecho de que si bien en algunas universidades se han propiciado ambientes ricos en recursos, bibliotecas, aparatos, soportes, tecnología, entre otros, ello se ha hecho sin valorar la didáctica como elemento fundamental de la acción docente. Este autor subraya la trascendencia de la didáctica en la labor docente universitaria y afirma con razón que su desconocimiento o negación hacen que todo aquello resulte superfluo.

Al respecto, se han percibido dos problemas centrales que se presentan en la práctica pedagógica. En primer lugar, un asunto interno que tiene que ver con la concreción de los contenidos del saber, ya que aún se insiste en la enseñanza teórica de contenidos descontextualizados, ajenos a los procesos que implican el desempeño real y situado del conocimiento. El otro problema está referido a la actitud protagónica que sigue teniendo el docente en los procesos de enseñanza y aprendizaje lo que, sin lugar a duda, ha llevado a que no se promuevan en los estudiantes estrategias que les permitan planificar, supervisar y evaluar su actuación frente a lo que aprenden. Ambas problemáticas son herencia de sistemas educativos rígidos y tradicionalistas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se hace necesario concebir metodologías activas, verbigracia, los casos de estudio, como rutas formativas que den respuesta a las exigencias y demandas del contexto, y al papel mediador que debe asumir el docente, a partir de lo cual se estructuren ambientes de aprendizaje adecuados para que los estudiantes desarrollen estrategias y las utilicen de acuerdo con los distintos escenarios de orden teórico, práctico y axiológico que se les presente.

## Marco teórico

### La planeación didáctica como posibilitadora de la enseñanza estratégica

De acuerdo con Gaskins y Pressley (citados por Monereo et al., 2009), se considera que un docente es estratégico si «está en condiciones de ajustar, de manera deliberada, sus prácticas al contexto de cada materia (objetivos, contenidos, alumnos, recursos, competencias personales, etcétera) y más específicamente, si es capaz de autorregular sus acciones frente a demandas que pudiesen producirse en su aula, de manera inesperada» (p.238).

Frente al anterior planteamiento se debe considerar, además, que asumir una enseñanza estratégica obliga al cambio del rol docente, lo que trae consigo el ajuste de las mediaciones comunicativas que emplean los educadores dentro y fuera del aula de clase y que tradicionalmente han estado vinculadas con la autoridad, el dominio de situaciones y las posturas protagónicas frente al conocimiento. Por ello, pensarse como docente estratégico implica asumir una postura libre del control y la autoridad para dar oportunidad a la reflexión sobre lo que realmente necesita aprender el estudiante.

Para Tainta (2003), enseñar a aprender o lo que se denomina enseñanza estratégica, «supone enseñar al alumno a reflexionar sobre la manera como aprende y, por tanto, ofrece al alumno la posibilidad de conocerse como aprendiz» (p.192). Es decir, se trata de enseñar al estudiante a planificar, controlar y evaluar su propio proceso de aprendizaje para tomar las decisiones que le permitan encauzar, de mejor manera, los objetivos o metas que pretende alcanzar.

Por su parte, Quesada (2009) expresa que la finalidad de la enseñanza estratégica es promover en los estudiantes el desarrollo de habilidades de pensamiento que les permita ser aprendices autosuficientes o, lo que es lo mismo, aprendices estratégicos. De esta manera, el objetivo de la enseñanza estratégica no es solo alcanzar la meta de aprendizaje esperada (objetivos, contenidos, competencias), sino también, y de manera prioritaria, atender el proceso por medio del cual los estudiantes logran el aprendizaje.

Lo expuesto lleva a pensar que enseñar de manera estratégica supone posibilitar, a través de las diferentes tareas escolares, un trabajo flexible que

le posibilite al estudiante tomar decisiones sobre el tipo de estrategias que requiera emplear, según sean sus necesidades. Esto conduce de modo indiscutible a que se priorice la reflexión por encima de la intuición; ello con el propósito de ceder a los estudiantes, de forma progresiva, la responsabilidad de gestionar su propio aprendizaje. En tal sentido, Javaloyes (2016) sostiene que la enseñanza de estrategias en los centros escolares debe ser recursiva; es decir, es importante que se empleen una y otra vez las estrategias metacognitivas con el fin de facilitar su aplicación.

Ahora bien, la práctica de una enseñanza estratégica no está condicionada a decisiones relativas a la ampliación del tiempo, a la adición de un curso diferente ni a la separación didáctica de estrategias. Por el contrario, la enseñanza estratégica debe estar presente en el desarrollo mismo de las actividades, de la integración de las tecnologías, en las propuestas para el trabajo en casa; en fin, en el currículo mismo. Por ello, no se trata de una tarea aislada que deban hacer los docentes, sino de asumir una concepción distinta sobre lo que implica enseñar y aprender.

Son varias las disertaciones que se han expuesto en torno a la planeación de la enseñanza estratégica; en su mayoría están basadas en los presupuestos teórico-conceptuales de Monereo (2001) quien ha definido tres fases de la enseñanza estratégica: la presentación de la estrategia, la práctica guiada y la práctica autónoma. Cada una de ellas comporta unos procesos que dan lugar al favorecimiento del aprendizaje estratégico; así mismo, han dado lugar a un gran número de propuestas didácticas orientadas a establecer propuestas de formación para estimular en los estudiantes habilidades metacognitivas o de aprendizaje estratégico.

Además de Monereo, existen otros autores que han mostrado modelos y propuestas didácticas relativas a la enseñanza estratégica. Al respecto, Quesada (2009) presenta varias etapas:

- Clarificación de los objetivos o tareas de criterio.
- Selección y secuenciación de contenidos.
- Selección de procedimientos adecuados.
- Determinación de ideas intuitivas.
- Definición de procedimientos para una disposición positiva al aprendizaje.



- Definición de mecanismos para fomentar la autorregulación.
- Determinación de procedimientos para enseñar los contenidos, los procedimientos de aprendizaje y la autorregulación.
- Selección de procedimientos para reafirmar lo aprendido.
- Evaluación del aprendizaje.

Otros autores como Ríos (2004) y Poglioli (2009) plantean tres fases de la planificación de la enseñanza estratégica: planificación, supervisión y evaluación. Poglioli precisa también que las anteriores etapas permiten llevar a cabo prácticas guiadas y prácticas independientes antes, durante y después del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Entre las recomendaciones y sugerencias para el diseño de una planeación de enseñanza estratégica, Hernández (2008, p. 79) expresa las siguientes consideraciones:

- Exponer a los estudiantes desde el inicio el reconocimiento y la exploración de estrategias de aprendizaje, a partir de la presentación explícita de una gama de estrategias de autoaprendizaje.
- Brindar a los estudiantes herramientas para el reconocimiento de sus estilos de aprendizaje para que ellos seleccionen y adopten las estrategias que mejor se ajusten a sus necesidades.
- Promover la participación de los estudiantes en todas las acciones del proceso formativo.
- Interrogar a los estudiantes sobre las relaciones que identifican entre las estrategias desarrolladas y la realización de las tareas.

Las anteriores estrategias o pautas para planear una enseñanza estratégica se pueden circunscribir en cualquier método didáctico, ya sea enseñanza para la comprensión, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje significativo, entre otras. Lo importante aquí es que se promuevan habilidades metacognitivas que les permitan a los estudiantes desarrollar de manera autónoma su proceso de aprendizaje con conciencia y responsabilidad.

## **Etapas para el abordaje estratégico del caso de estudio**

Al iniciar un proceso de planificación de una guía didáctica -en términos generales-, se recomienda llevar a cabo una serie de fases que logren integrar de manera progresiva cada uno de los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En la primera de ellas, denominada análisis, se delimita la selección de la didáctica. En esta etapa también se tienen en cuenta la identificación de las conductas de entrada o conocimientos previos, el análisis de las necesidades de formación y demás insumos que determinarán la situación o propósito de formación y que tendrán fuertes implicaciones en la fase siguiente, denominada diseño, la cual se centra en la formulación de las competencias y criterios de desempeño que impactarán de manera definitiva en la estructuración de los contenidos, las estrategias de enseñanza y aprendizaje y de evaluación, y en la selección de las mediaciones tecnológicas por emplear.

Por otra parte, en la fase de implementación se establecen una serie de lineamientos que admiten tomar decisiones sobre los tipos de materiales educativos por utilizar, así como determinar el comportamiento de los recursos tecnológicos en línea. En esta etapa también se presta atención a las respuestas de los usuarios potenciales a través de la realización de pruebas piloto sobre contenidos, estrategias y recursos para la realización de ajustes y acciones de mejoramiento.

Finalmente, la fase de evaluación aparece como proceso integrador de todo el curso de planificación y se realiza de manera recursiva a lo largo de la constitución de las diferentes fases enunciadas, de manera tal que permita realizar los ajustes metodológicos. Ello lleva a revisar el proceso y a detectar hacia qué aspecto de índole tecnológico o pedagógico debe reorientar la propuesta.

### **Momento inicial**

Al iniciar el desarrollo del caso conviene que el profesor dialogue o establezca mediaciones comunicativas con el estudiante para que él emprenda la auto-dirección del aprendizaje que, para este momento, corresponderá al análisis de la situación o caso planteado. Así pues, se recomienda la presentación de preguntas que ayuden en la autorreflexión e introspección de los saberes o conocimientos por aprender, tal y como lo expresan Herrera y Morantes (2016):

¿Qué voy a aprender? Permite que el estudiante tenga una idea de lo que va a aprender con el eje temático de estudio; lo invita a familiarizarse con él mismo y a hacer la profundización que requiera teniendo en cuenta sus presaberes. Esta pregunta promueve procesos de planificación dado que el estudiante se debe preparar para organizar los tiempos y tareas necesarias para abordar eficientemente los contenidos estudiará.

¿Por qué debo aprenderlo? Con esta pregunta se intenta justificar la importancia del contenido desde dos aristas: la primera, desde la visión del prerrequisito necesario para abordar otros saberes y, la segunda, hace referencia a las posibles aplicaciones que el conocimiento tiene no solo en el campo de estudio, sino también en el desempeño de su futura profesión y en la vida cotidiana.

¿Cómo debo aprenderlo? Esta pregunta está más ligada con los procesos de control, dado que, a través de ella, el estudiante se acerca a los procedimientos, estrategias, técnicas y/u operaciones más relevantes para adquirir el conocimiento.

¿Dónde consigo información complementaria? Con esta pregunta se pretende hacer énfasis en los procesos de control del aprendizaje. El estudiante dispone de una gama de recursos complementarios que le ayudan a gestionar de manera autónoma los medios y las oportunidades para monitorear y tomar decisiones sobre lo que necesita aprender. (p. 5)

La formulación de preguntas es otro aspecto importante para tener en cuenta en la estructuración del caso, por ejemplo, el uso de tableros y derroteros en el aula de clase ayudan a promover habilidades para la planificación. Al respecto, Ogliastri (1998) sugiere «(...) preparar un mapa completo del tablero, de las grandes categorías en que se recogerán las respuestas y comentarios de los estudiantes» (p. 5). En este sentido, la formulación de preguntas metacognitivas ayuda a trazar adecuadamente la ruta de aprendizaje a los estudiantes y la de enseñanza al profesor. De ahí que la propuesta de guía didáctica para el desarrollo de caso de estudio está fundamentada en los aportes de Quesada (2009); Poggioli (2009) y Herrera y Morantes (2015):

1. Exposición de las tareas u objetivos de aprendizaje: a partir de una contextualización sobre lo que deberá aprender el estudiante, se presenta el caso. Generalmente, se emplean situaciones auténticas en las que el conocimiento se sitúa en un contexto de aplicación. En este momento del proceso de enseñanza y de aprendizaje es importante que los estudiantes detecten fortalezas y debilidades de lo que saben. Para ello, se recurre a la formulación de preguntas a manera de introspección: ¿qué conozco acerca de cómo puedo resolver el problema?; ¿qué se sabe?; ¿qué hay que encontrar?; ¿cuál es el propósito?; ¿qué me dice el título o el enunciado del problema?; ¿qué tipo de ideas tengo al leer el texto?; ¿el conocimiento que poseo me puede ayudar a comprender el problema?

2. Selección y secuenciación de los contenidos: a partir del caso se formulan otras preguntas orientadas a escudriñar en los estudiantes sus conocimientos previos para conectarlos con los que se van a tratar durante el desarrollo de la clase o tema. Se presentan interrogantes que preparan al estudiante acerca de lo que va a aprender. Para fomentar lo anterior, se recurre a la indagación sobre los recursos y mecanismos que deberá seleccionar el estudiante para adquirir, aplicar y pensar sobre el nuevo aprendizaje: ¿qué tipo de ayudas va a utilizar?; ¿qué conocimientos va a tomar en consideración para resolver el caso?; ¿la resolución de la situación la abordará de manera individual o con la ayuda de un compañero?; ¿cuáles recursos bibliográficos utilizará?

### **Momento de desarrollo**

En este momento del desarrollo del caso (durante la clase) se recomienda la definición de mecanismos para fomentar la autonomía en los estudiantes, por cuanto esta lo conduce hacia la resolución estratégica de la situación planteada. Adicionalmente, comprende el desarrollo del caso propuesto con base en los conocimientos previos del estudiante y las orientaciones dadas anteriormente. En esta fase el estudiante deberá tomar nota de los aspectos relevantes de la explicación del docente para que confronte la solución presentada en contraste con la realizada por él, con el fin de determinar los posibles errores cometidos. Para ello, las preguntas que se formulan al estudiante están vinculadas con procesos de autoevaluación: ¿puedo comprobar el resultado?; ¿he utilizado todos los datos del caso?; ¿he aplicado los saberes o conocimientos adquiridos

hasta ahora?; ¿qué tipo de procedimientos he aplicado?; ¿puedo describir cómo resolví el caso o situación planteada?; ¿utilicé de alguna manera los recursos que consulté?

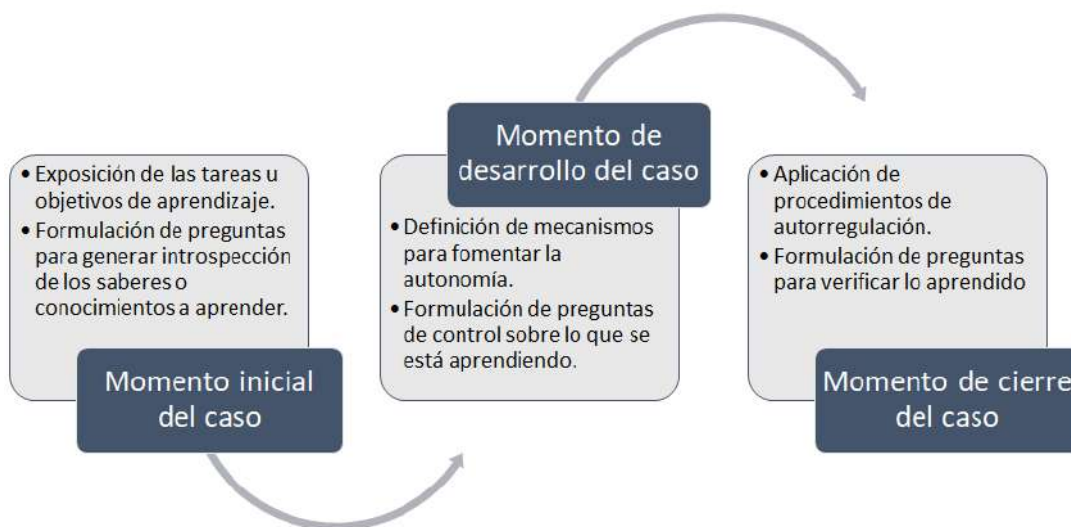
### Momento de cierre del caso

En esta última fase también se debe realizar una valoración del contenido y de los procedimientos de aprendizaje o, lo que es lo mismo, de los elementos que llevarán al estudiante hacia la autorregulación. Para esto, se revisan las tareas que se presentaron para reafirmar lo aprendido, así como las estrategias que llevó a cabo para realizarlas: ¿qué tanto he aprendido?; ¿qué dominio tengo acerca de los procedimientos empleados en las tareas?; ¿cuáles han sido las estrategias más adecuadas al aprender?; ¿qué tipo de dificultades persisten?; ¿estoy listo para un examen?

A manera de cierre, la secuenciación didáctica para trabajar el caso de estudio se puede representar de la siguiente manera:

**Figura 1**

*Resumen de la secuencia didáctica de la planeación estratégica de la guía didáctica para el caso de estudio*



Fuente: Autoría propia

## Metodología

Este trabajo parte de una revisión teórica de los aportes investigativos de De Gouveia (2012), Gil (2009), Muñoz *et al.* (2009), y de Monereo *et al.* (2012) y, con base en las experiencias desarrolladas en otros escenarios de investigación en torno a la planificación estratégica (Herrera y Morantes, 2016), se concibió un diseño didáctico de una guía que ayude a promover las fases de la enseñanza estratégica (Monereo, 2001).

Desde ese marco nos adentramos en la revisión de las fases de planeación de los momentos didácticos o metodológicos que se llevan a cabo para favorecer el desarrollo de habilidades de aprendizaje estratégico. De esta manera, a partir del análisis de contenido de la literatura especializada, se sustrajeron los componentes de la guía didáctica, los cuales se hallan sustentados en los asideros teórico-conceptuales de la enseñanza estratégica. En coherencia, el abordaje metodológico de los casos de estudio emerge desde los momentos de planeación (autodirección), control (autonomía) y evaluación (autorregulación).

A continuación, se presenta la propuesta de guía didáctica para el desarrollo del caso de estudio:

Guía didáctica para el desarrollo de casos de estudio			
Facultad:	Asignatura:	Semestre:	
Competencia:			
Criterio (s) de desempeño:			
Saberes/contenidos:			
Evidencias de aprendizaje			
<b>Orientaciones generales:</b> <b>1. Lea</b> detenidamente la guía didáctica. <b>2. Realice</b> la lectura del material sugerido. <b>3. Tenga en cuenta</b> que para desarrollar las actividades de esta guía debe apoyarse en el material suministrado. <b>4. Recuerde</b> que cuenta con un foro permanente de inquietudes para resolver sus dudas o consultas.			

5. **Recuerde** que debe cumplir con las actividades propuestas por el docente dentro de los tiempos estipulados.  
 6. **Revise** (completar la instrucción)  
 7. **Recuerde** (completar la instrucción)  
 8. **Recuerde** (completar la instrucción)

**Breve fundamentación teórica-conceptual**  
 (Redacta una breve fundamentación teórica relacionada con el caso)

**Contextualización del caso**  
 (Presente o relacione los contextos locales, nacionales o internacionales en los cuales se presenta el caso)

**Preguntas relacionadas con el caso de estudio**  
 (Aquí se presentan las preguntas orientadoras para dar la resolución al caso. Van directamente relacionadas con el saber, el hacer y el ser)

Metodología de trabajo  
 (Aquí se deberá especificar el tiempo de abordaje para el estudio de caso, la conformación de grupos, los productos esperados y todo aquello que constituya la ruta de trabajo para los estudiantes)

**Estrategias didácticas para desarrollar *antes* de la clase**

Preguntas metacognitivas o estratégicas (Planificación)  
 (En este apartado se formularán las preguntas para generar la introspección de los saberes o conocimientos a aprender. Así mismo, se deberá tener en cuenta que esta fase de planificación se debe desarrollar de manera individual)

- a.
- b.
- c.
- d.
- e.

**Tareas interactivas de aprendizaje de exploración del caso**

(Aquí se deben describir las acciones de autoformación que el estudiante deberá llevar a cabo de forma lógica y coherente, con el fin de aprender los criterios de desempeño asociados a las competencias. Estas tareas podrán ser formativas o sumativas)

<b>Estrategias didácticas para desarrollar durante la clase</b>	
<p><b>Preguntas metacognitivas o estratégicas (Supervisión o control)</b> (En este apartado se formularán las preguntas de control que ayudarán al estudiante a reconocer si las estrategias y tareas que emprendió en la fase anterior han sido determinantes para el aprendizaje)</p>	
<p>a. b. c. d. e.</p>	
<p><b>Tareas interactivas de aprendizaje de desarrollo del caso.</b> (En este apartado deben definirse las tareas que permitan la consolidación de lo aprendido en torno al caso)</p>	
<p><b>Tareas interactivas de aprendizaje de revisión de lo aprendido en torno al caso.</b> (Aquí se presentan las acciones que le permiten al estudiante supervisar o controlar el aprendizaje. Es decir, con ellas verificará si está aprendiendo)</p>	
<b>Estrategias didácticas para desarrollar después de la clase</b>	
<p>Preguntas metacognitivas o estratégicas (Evaluación) (En este apartado se formularán las preguntas para verificar lo aprendido)</p>	
<p>a. b. c. d. e.</p>	
<p><b>Tareas interactivas de aprendizaje de profundización y transferencia de lo aprendido en torno al caso</b> (Describa acciones o tareas relacionadas con problemas o situaciones similares a los abordados para facilitar la retención y transferencia de lo aprendido. Se sugiere vincular al estudiante en una situación de transferencia para revisar si ha aprendido)</p>	



<p style="text-align: center;"><b>Estrategias de evaluación /evidencias de aprendizaje</b></p> <p>(En esta parte de la guía se sugiere presentar una estrategia para validar los aprendizajes a la luz de los criterios de desempeño expuestos. Se podrá pensar en productos o evidencias que posibiliten la transposición de lo aprendido como videos, folletos, artículos, podcast, entre otros)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bibliografía</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Anexos y recursos educativos</b></p>

Fuente: Autoría propia.

## **Análisis**

Con base en las distintas fuentes revisadas es preciso considerar que la realización o elaboración de guías didácticas facilita al docente el desarrollo del caso en el aula, sobre todo cuando quien usa el caso no ha sido quien lo escribió. En ese orden de ideas, la guía didáctica tendrá como fines:

- Apoyar al docente que va a usar el caso en la organización de la información.
- Identificar el eje central del caso.
- Determinar cuál es la función del caso que se va a desarrollar.
- Definir cuáles pueden ser los posibles usos del caso en mención.
- Identificar a qué tipo de estudiantes o niveles de formación estaría dirigido.
- Determinar cuál es la complejidad del caso que se está proponiendo.
- Delimitar el tema que se va a trabajar de manera que se evite la inclusión de información que pueda generar dispersión del eje central del tema por desarrollar y se facilite la resolución del problema planteado.
- Facilitar al docente la preparación de la actividad y la orientación que debe dar a los estudiantes para que alcancen las competencias planteadas.

Ahora bien, la literatura especializada revela que, al estructurar guías didácticas desde la óptica del aprendizaje y la enseñanza estratégica, se favorece el interés y la motivación, ayuda a establecer propósitos y metas de aprendizaje compartidos, y se motiva a los estudiantes a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje. En esta línea, Feo (2015) expresa: «una formación centrada en el aprendizaje estratégico apalanca a los sujetos a que valoren la actualización constante de sus competencias lo que les permitirá aprender permanentemente» (p. 221). De hecho, esta concepción lleva a considerar que la planeación estratégica debe ayudar a modelar en los estudiantes las estrategias que deberán llevar a cabo en cada uno de los procesos implicados en la estructuración de los saberes. Es por ello que se deben desarrollar mecanismos autorreguladores para facilitar el proceso de internalización de estrategias antes, durante y después de la acción formativa del caso.

En resumen, el desarrollo de la guía didáctica es el documento a través del cual el autor del caso plantea las estrategias para ayudar a los estudiantes en las distintas formas en que podrán abordar el caso, incluyendo las acciones para promover su análisis, en el marco de los procesos de enseñanza y aprendizaje estratégicos.

## **Conclusiones**

Para González y Recino (2015) el aprendizaje estratégico «despliega acciones conscientes de planificación contextual, ejecución reflexiva y evaluación estratégica del plan de acción requerido para la solución del problema en donde la reflexión constituye la piedra angular y se integran aspectos cognitivos, afectivos, comunicativos» (p. 216). De ahí que la guía didáctica para apoyar la planificación y desarrollo de los casos de estudio constituye una alternativa valiosa no solo para la enseñanza, sino también para apoyar los aspectos al saber ser. Así las cosas, el empleo de guías debe responder a dos elementos esenciales: el favorecimiento de estrategias didácticas que permitan la interacción entre estudiantes y el desarrollo de habilidades sociales para el trabajo colaborativo. Por otro lado, en el ámbito de los aspectos cognitivos, las guías

didácticas deben facilitar la organización de las acciones necesarias para compartir con los estudiantes la responsabilidad del proceso de evaluación. Se trata de pasar de una evaluación meramente punitiva a una que apoye la reflexión, las opciones de mejora y, sobre todo, el aprendizaje.

En la actualidad, la labor del profesor universitario debe acomodarse a la continua evolución de las TIC que implica no solo saber, crear o diseñar nuevas herramientas y programas de apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje presencial y/o digital, sino también, y de manera trascendental, asumir metodologías mucho más versátiles.

Este rol del docente frente a las demandas que exige el contexto debe ser pensado, en primera instancia, a partir de la modificación de las responsabilidades que tradicionalmente ha asumido. Lo anterior lleva a que el docente tenga la necesidad imperativa de cambiar las metodologías de enseñanza estratégica que le permitan ejercer un papel de orientador y guía del aprendizaje, un rol motivador y estimulador para mejorar el interés de sus estudiantes por el conocimiento. Al respecto, Serna y Díaz (2013) sostienen que el aprendizaje basado en casos supone que el estudiante es el centro del aprendizaje. El profesor orienta, aconseja y apoya; por lo tanto, obedece a un proceso de construcción conjunta entre las partes intervinientes. Asimismo, estimula una relación dinámica que al final genera aprendizajes para todos. Como metodología activa hay que precisar que facilita la creatividad, el aprendizaje estratégico, la independencia del estudiante, que, además, transforma el rol del profesor.

En síntesis, este es el nuevo desafío pedagógico para una sociedad que cambia a velocidades no imaginadas, en la cual la creatividad, la innovación, la autonomía y la solución de problemas serán competencias necesarias para el profesional del futuro. Desarrollar capacidades personales y profesionales, con metodologías distintas a las tradicionales, es el objetivo que la escuela debe conseguir.

## Referencias bibliográficas

- Calle Álvarez, G. (2015). Revisión teórica y empírica sobre las Comunidades Virtuales de Aprendizaje (CVA). *Horizontes Pedagógicos*, 17(1), 82-93. <https://horizontespedagogicos.iber.edu.co/article/view/17107>
- Del Mastro, C. (2005). Enseñanza estratégica en un contexto virtual: un estudio sobre la formación de tutores en educación continua. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, España]. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4758/cm1de1.pdf?sequence=1>
- Feo, R. (2015). Epistemología y práctica de la investigación sobre el aprendizaje estratégico en América Latina. *Revista Educación y Humanismo*. 17(29), 220-235. <http://dx.doi.org/10.17081/eduhum.17.29.1254>
- Gil, N. (1999). Una experiencia del enfoque por tareas en la clase de lengua castellana y literatura. 11, 127-140. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3210556>
- González, S. & Recino, U. (2015). Aprendizaje estratégico en la solución problemas docentes en estudiantes de Medicina. *Revista Educación Médica*. 16(4), 212-217 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157518131500042X2AF8981E2E1165C52C0E922529F93C3AD0A4A086CF97E4A9EBC3EAC77ACDECAD4C9561D25B358564>
- Hernández, F. (2008). Aprendizaje estratégico: un camino al aprendizaje autorregulado. Colombia: Programa editorial Universidad del Valle. <http://programaeditorialunivalle.com/libro-aprendizaje-estrategico-un-camino-al-aprendizaje-autorregulado-educacion-y-pedagogia.html>
- Herrera, J. & Morantes, G. (7 de octubre de 2016). *Los objetos de aprendizaje como apoyo para el desarrollo de habilidades metacognitivas en cálculo diferencial*. [Ponencia]. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2016. Cartagena, Colombia. <https://antiguo.acofipapers.org/index.php/eiei2016/2016/paper/download/1463/544>
- Herrera, J. & Morantes, G. (2015). El aprendizaje estratégico de cálculo diferencial a través de la mediación b-learning. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2015. Corpus ID: 170633851. <https://antiguo.acofipapers.org/index.php/eiei2015/2015/paper/download/1082/383>
- Herrera, J. y Morantes, G. (2016). La mediación B-Learning para el aprendizaje estratégico de Cálculo Diferencial en los estudiantes de primer semestre de ingeniería, de la Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga. Dirección de Transferencia e Investigación. Universidad Pontificia Bolivariana, seccional Bucaramanga. Copia en posesión del autor.
- Javaloyes, M. (2016). Enseñanza de estrategias de aprendizaje en el aula. Estudio descriptivo en profesorado de niveles no universitarios. [Tesis doctoral, Universidad de Valladolid, Valladolid, España] <http://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/16867/Tesis1021160505.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lobato, C. (2006). El estudio y trabajo autónomo del estudiante. Métodos y Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Alianza Universidad, Madrid. <https://www.uaem.mx/sites/default/files/facultad-de-medicina/descargas/aprendizaje-autodirigido.pdf>
- Monereo, C. *et al.*, (2009). Ser un docente estratégico: cuando cambiar la estrategia no basta. *Revista Cultura y educación*. 21 (3), 237-256. [https://tuhat.helsinki.fi/portal/files/45466499/Monereo\\_Badia\\_Bilbao\\_Cerrato\\_Weise\\_2009.pdf](https://tuhat.helsinki.fi/portal/files/45466499/Monereo_Badia_Bilbao_Cerrato_Weise_2009.pdf)
- Monereo, C., Sánchez, S & Suñé, N. (2012). La enseñanza auténtica de competencias profesionales. Un proyecto de aprendizaje recíproco instituto- universidad. *Revista de Currículum y formación del profesorado*. 16 (1), 79-1010. <http://www.ugr.es/~recfpro/rev161ART6.pdf>
- Muñoz, P., Beltrán, J. & López, E. (2009). Perfil en estrategias de aprendizaje de estudiantes de alto rendimiento en lengua castellana y literatura. *Revista de altas capacidades. Faísca*. 14 (16), 49 – 75. <http://revistas.ucm.es/index.php/FAIS/article/view/FAIS0909110049A/7684>
- Ogliastri, E. (1998). El método de casos. Serie cartillas para el docente ICESI. Publicaciones del CREA. [https://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla\\_el\\_metodo\\_de\\_casos.pdf](https://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/cartilla_el_metodo_de_casos.pdf)
- Poggioli, L. (2009). *Estrategias de aprendizaje: una perspectiva teórica*. Serie enseñando a aprender. Caracas: Fundación Empresas Polar.
- Quesada, R (2009). *Cómo planear la enseñanza estratégica*. México: LIMUSA.
- Ríos, P. (2004). *La aventura de aprender*. Venezuela: COGNITUS, C.A.
- Serna, H. y Díaz, A. (2013). *Metodologías Activas del Aprendizaje*. Fundación María Cano. <https://1library.co/document/ky6mr17q-libro-metodologias-humberto-serna-gomez.html#pdf-content>
- Tainta, P. (2003). Enseñanza estratégica y aprendizaje autónomo: un estudio de campo a partir de entrevistas de profesores de ESO. *Revista Estudios sobre Educación*. 191(5) <https://core.ac.uk/download/pdf/83560544.pdf>
- Valenzuela, R. (2000). Los Tres Autos del Aprendizaje: Aprendizaje Estratégico en Educación a Distancia. *Revista de la Escuela de Graduados en Educación EGE*. 2(1), 3-11 <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/578193/Los%20tres%20autos%20del%20aprendizaje.%20Aprendizaje%20estrategico%20en%20educacion%20a%20distancia.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Zabalza, M. (2008). La didáctica universitaria. Universidad de Compostela. *Revista de pedagogía*. 59 2(3), 489-509 <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/36676>

**Modelado de procesos empleando el Método IDEF0: caso de estudio en una empresa del sector metalmeccánico en el municipio de Itagüí –Antioquia**



# Modelado de procesos empleando el método IDEF0: caso de estudio en una empresa del sector metalmecánico en el municipio de Itagüí (Antioquia)

Chárol Kátherin Vélez Castañeda<sup>1</sup>

Yesit Jovan Rodríguez Caro<sup>2</sup>

Farley Albeiro Restrepo Loaiza<sup>3</sup>

Luisa Fernanda López Gómez<sup>4</sup>

Jorge Amado Rentería Vera<sup>5</sup>

## Marco empresarial

### Descripción del problema

En el ámbito internacional, la industria metalmecánica es dinámica, innova constantemente en procesos y componentes y se caracteriza por esquemas de subcontratación e intensidad tecnológica, esta última, recientemente orientada en la búsqueda de mejorar los niveles de calidad, reducir los tiempos de entrega y garantizar una operación, con la capacidad para producir lotes pequeños (Buchelli y Marín, 2012). En Colombia, este sector se ha convertido en un sector promisorio, las empresas ofrecen bajos tiempos de entrega y menores valores

<sup>1</sup> Magíster en Logística Integral. Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo electrónico: charol.velez@pascualbravo.edu.co

<sup>2</sup> Magíster en Logística Integral. Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo electrónico: y.rodriguezca@pascualbravo.edu.co

<sup>3</sup> Magíster en Logística Integral. Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo electrónico: f.restrepo@pascualbravo.edu.co

<sup>4</sup> Doctorado en Ingeniería de Sistemas. Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo electrónico: luisa.lopez@pascualbravo.edu.co

<sup>5</sup> Doctor en Ciencias de la Educación. Institución Universitaria Pascual Bravo. Correo electrónico: j.renteriave@pascualbravo.edu.co

que los competidores internacionales, pero su configuración es de alrededor del 80% por empresas pequeñas y medianas (2007), aunque la producción está concentrada en las más grandes, manifiestan Buchelli y Marín (2012).

Según los resultados de la Encuesta anual manufacturera y su contribución al PIB, la evolución del sector ha mostrado una tendencia creciente en producción, por lo cual la evaluación de índices de competitividad para las empresas que lo componen no se ha hecho esperar, y los esfuerzos empresariales y gubernamentales han permitido la puesta en marcha de estrategias tanto del país como del mercado mundial (Montañez, 2017). Ejemplo de esto es el *Documento sectorial metalmecánica y siderurgia* presentado por el Departamento Nacional de Planeación en 2007. La apertura a los mercados y la aceleración del cambio tecnológico han impulsado la competencia en el sector; mantenerse en él depende de la productividad y eficiencia. Enmarcadas en la competitividad, se asocian con «el suministro de productos iguales o mejores que los de la competencia con garantía en costos y calidad» (Labarca, 2008), aunque otros autores refieren que depende de otros factores como el acceso a materias primas de alta calidad, la ventaja en el transporte, la historia y la acumulación consecuente de capital, la mano de obra y las características de los insumos, la infraestructura y las capacidades gerenciales.

El conocimiento y la innovación, continúa Labarca, alineados con los objetivos de la compañía y sus individuos (estrategias empresariales y estructuras organizativas, respectivamente) son ejes de análisis para industrias promisorias, hecho por el cual hay estudios en el país que para el sector han concluido que el ambiente de operación del mismo depende de los estándares de calidad de la competencia, la flexibilidad, la innovación y adaptación de la compañía, los niveles de inversión y el uso de dichos factores, es decir, su explotación real.

La empresa del caso de estudio, perteneciente a dicho sector, es una empresa ubicada en el municipio de Itagüí (Antioquia, Colombia), que diseña, fabrica e instala cocinas industriales y mobiliario en acero inoxidable, equipos ampliamente usados en la industria alimenticia, lo que le ha permitido subsistir por más de treinta años en el mercado, con alta participación a nivel regional, todo gracias al trabajo conjunto de cuarenta y dos colaboradores ubicados organizacionalmente. Con el fin de resolver



serios problemas que, estructuralmente han tenido, tales como i) retrasos en la entrega e instalación de pedidos, ii) altos niveles de garantía en sus equipos y, iii) bajos niveles de inventario en productos de línea para venta inmediata. Dichas dificultades organizacionales se presentan tanto a nivel estratégico, misional y de apoyo.

En este sentido, el ejercicio diagnóstico enfocó los esfuerzos de mejora y revisión en los procesos de alistamiento y distribución, encabezado, a su vez, por un ejercicio de identificación y estandarización de procesos, fundamentalmente aquellos vinculados con un manejo adecuado del transporte y las entregas de productos a los clientes, el costeo logístico, la reducción de garantías y una sostenibilidad en la satisfacción de sus clientes. Como la empresa carece, en su mayoría, de la comprensión acerca de cómo diseñar y llevar a cabo las actividades requeridas para el mejoramiento y mejora en la productividad, se consideró en principio un sinnúmero de técnicas de modelado de procesos referidas por diversos autores como por ejemplo: i) Diagrama de flujo o Flow Chart, ii) Diagramas de flujo de datos o Data Flow Diagram, iii) Diagrama entidad-relación o Entity-Relationship, iv) Diagrama estado-transición o State Transition Diagram, v) Diagramas de actividad de roles o Role Activity Diagram (RAD), vi) Diagrama de interacción de roles - Role Interaction Diagram (RID), vii) Redes Petri o Petri Nets, viii) Técnica Orientada a Objetos o Object-Oriented Technique y ix) IDEF - Integrated Definition for Function Modelling, compuesta por un gran número de técnicas, entre las cuales se destaca IDEF0 e IDEF3, que son aquellas relacionadas con los procesos de negocio, aunque existen otras versiones como IDEF1, IDEF1X, IDEF2, IDEF4 e IDEF5. De lo cual, se toma la decisión de trabajar con IDEF0.

IDEF0 es un método designado para modelar decisiones, acciones, y actividades de una organización o sistema; el método permite visualizar las entradas, salidas, restricciones y herramientas relacionadas con una función o actividad, logrando la interoperabilidad de la gestión empresarial y los procesos claves de negocio. Todo esto con el fin de describir la operación de forma que se pueda mejorar el intercambio de información entre negocios e identificar oportunidades de mejora, que es el objetivo de toda estandarización (Mejía E. et al., 2017).

## Objetivos

**Objetivo general.** Aplicar el método IDEF0 para el modelado de procesos, que permita el mejoramiento de la productividad en la gestión de alistamiento y distribución, de una empresa del sector metalmecánico del Municipio de Itagüí, Colombia.

### Objetivos específicos

- Identificar procesos y subprocesos de entrada, salida, controles y mecanismos en la gestión de alistamiento y distribución.
- Definir los procesos críticos para la construcción de los planes de mejora a partir de la maximización en la gestión de valor.
- Establecer las métricas para el seguimiento y control que permitan el mejoramiento continuo a partir de los principios IDEF0.

## Justificación

El uso de herramientas de modelado de procesos como IDEF garantiza el mejoramiento de la productividad empresarial, sobre todo en una industria manufacturera como la metalmecánica, ello, gracias a que

- Es un método para el análisis y control de procesos, con modelado estructural que facilita la reingeniería de los procesos (Antsev et al., 2017; Zhao, 2014).
- La aplicación de la metodología IDEF0 permite visualizar de una manera más amplia el entorno del proceso productivo que se lleva a cabo y, en consecuencia, identificar las mejoras necesarias dentro del mismo (Antsev et al., 2017; Van Rensburg y Zwemstra, 1995).
- La herramienta IDEF es un método práctico que permite en el ahorro de tiempo, el análisis de la información de una manera más descriptiva, por lo cual debe enfocarse en lo importante de la información obtenida, sin usar tanto esfuerzo físico (Jeong et al., 2008); además, facilita la evaluación de diferentes aspectos con el fin de identificar con rapidez el mejor entre los diversos escenarios (Sarunyut & Kessuvan, 2019).

- El uso de la metodología IDEF0 admite la creación de mecanismos de comunicación completos a través de gráficos fáciles de entender, describiendo esquemáticamente los procesos y con ello, crear un sistema de gestión de ejecución de estos con el fin, de comprender más rápido, fácil y enfocado, los detalles del proceso (Alizadehsalehi et al., 2019; Gureev & Trofimov, 2019 & Panov & Kuznetsov, 2018).
- La metodología IDEF se puede implementar para la gestión de los riesgos, permitiendo obtener información relevante que ayuda a tomar decisiones frente a la incertidumbre y la posibilidad de que ocurra un acontecimiento. Esta técnica permite analizar los riesgos de una manera más clara y veraz (Islamova & Zhilyaev, 2017; Li et al. 2013 & López-Uribe et al., 2011).
- El uso de las metodologías IDEF0, IDEF1 e IDEF1X hace que se pueda construir un Sistema Integrado esto finalmente se traduce a la mejora en la toma de decisiones al tener la información disponible en un solo modelo (Luo et al., 2011).

Al trabajar las 4M (medida-calidad, método-organizacional, mano de obra, método-transporte) en la empresa, se logró establecer la necesidad de que las intervenciones estratégicas fueran prioritariamente al interior de la compañía, a la par que se alinearan a la visión de servicio y calidad. Gracias a la información recolectada de algunos clientes seleccionados por su importancia, se evidenció una correlación de causa-efecto con los elementos de mano de obra, método y organización que, en consecuencia, pueden resolverse con una metodología como IDEF, ya que mediante ella se evalúan los procesos, procedimientos, y sus elementos (entradas, controles, mecanismos y salidas) e incluye una visión general sobre los requerimientos del cliente. De acuerdo con el mapeo de los subprocesos de alistamiento y distribución, se logró evidenciar oportunidades de mejora, a partir de la identificación de procesos repetitivos, falta de controles, necesidad de reincorporación de diferentes recursos y entradas y salidas que protejan la calidad para la prestación de los servicios.

## Marco teórico

### Antecedentes

El análisis bibliográfico propuesto para la identificación de los antecedentes da cuenta de las ventajas obtenidas en la aplicación de herramientas de modelado de procesos, mediante la aplicación del método IDEF para modelar decisiones, acciones y actividades en una organización. En este sentido, el análisis documental se aborda desde un enfoque cualitativo, como lo expresan Hernández et al., quienes en 2015 se refirieron a la forma de crear una estructura conceptual de carácter inductivo con la información recolectada.

Para la búsqueda se define que las palabras clave son: (i) Modelado de procesos e (ii) IDEF, cuyo rastreo se desarrolla en las bases de datos públicas y privadas —tales como SCOPUS, Dialnet, Scielo, DOAJ, Google académico y Redalyc—. Finalizada la fase heurística y hermenéutica, se observa un importante número de publicaciones de carácter reflexivo, investigativo y de revisión que permite conocer el estado de la cuestión, la cual se enuncia a continuación, partiendo de las categorías establecidas y teniendo presentes las palabras claves seleccionadas.

### Categoría 1: Modelado de procesos

Los artículos analizados, tanto reflexivos como de investigación, facilitan la identificación de los aportes teóricos y conceptuales en cuanto a la importancia de aplicar técnicas, métodos y metodologías para la toma de decisiones en las organizaciones. A su vez, la categoría de revisión se convierte en el primer filtro, debido a la naturaleza de la investigación, la cual indaga sobre la aplicación del método IDEF en organizaciones. A continuación, se muestra la tabla 1 que sintetiza los artículos revisados para su posterior análisis.

**Tabla 1**

*Artículos de modelado de procesos*

Título de artículo	Tipo de artículo			Técnica/método/ metodología de procesos en la experimentación	Sector	País	Autor/año (cita APA)
	R*	RB	I				
(1) <sup>6</sup>			X	Modelo de proceso de negocio (BPN)	Floricultura	Colombia	(Zapata-Ruiz y Oviedo -Lopera, 2019)
(2)			X	Método de rotación Vari-max	Recubrimientos cerámicos	México	(Carro Suárez et al., 2017)
(3)			X	Sistemas multiagente	Automotriz	España	(Hernández et al., 2009)
(4)			X	Simulación de procesos de negocios (BPSIM)	Educación	Colombia	(Giraldo y Pinilla, 2016)
(5)			X	Técnica Role Activity Diagram (RAD)	Educación	México	(García y Rodríguez, 2001)
(6)			X	Técnicas de modelado de procesos de ETL	Educación	Colombia	(Amaru y Lista, 2013)
(7)			X	Matriz de la estructura de diseño (MED)	Tecnología de la Información y del conocimiento (Software)	Cuba	(Rolando y Allán, 2010)
(8)			X	Modelo de Proceso de Negocio (BPN) Análisis de procesos BPA	Hotelero	Cuba	(Pérez, 2016)
(9)			X	Descripción de coreografía de servicios web WS-CDL	Salud	Canadá	(Rad et al., 2009)

<sup>6</sup> La numeración corresponde a los títulos de los artículos analizados: 1) Modelo de Simulación de Alternativas de Productividad para Apoyar los Procesos de Toma de Decisiones en Empresas del Sector Floricultor Antioqueño; 2) Modelo del Proceso de Innovación mediante Factores Dinámicos y de Transferencia; 3) SCAMM-CPA: A supply chain agent-based modelling methodology that supports a collaborative planning; 4) Simulación de Procesos de Negocios (BPSIM) como Soporte didáctico en el Aprendizaje de la Gestión de Procesos de Servicio; 5) Aplicación del modelado de procesos en un curso de ingeniería de software; 6) Técnicas de modelado de procesos de ETL: una revisión de alternativas y su aplicación en un proyecto de desarrollo de una solución de BI; 7) Modelado de procesos de trabajo intensivos en conocimiento. una aplicación en la industria del software cubana; 8) Procedimiento para la obtención de requerimientos funcionales a partir del análisis de procesos de negocio; 9) An Evaluation Framework for Business Process Modeling Languages in Healthcare; 10) Modelo de Procesos Integrado de Gobernanza y Gestión de TI; 11) 25 Challenges of Semantic Process Modeling; 12) Software process modeling languages: A systematic literature review.

Título de artículo	Tipo de artículo			Técnica/método/ metodología de procesos en la experimentación	Sector	País	Autor/año (cita APA)
	R*	RB	I				
(10)	X			N/A	N/A	España	(Carrillo Verdún y Rubio Casallas, 2012)
(11)		X		N/A	N/A	N/A	(Mendling et al., 2014)
(12)		X		N/A	N/A	N/A	(García-Borgoñón et al., 2014)

\*Nota: las siguientes iniciales corresponden a la clasificación de los artículos: (R) Reflexión, (RB) Revisión bibliográfica e (I) Investigación. Fuente: Elaboración propia.

Con relación a las publicaciones analizadas en el sector manufacturero, Zapata-Ruiz y Oviedo-Lopera (2019) destacan que la aplicación del modelado de procesos de negocio (BPN), en un grupo de empresas del sector floricultor de departamento de Antioquia, posibilitó la recolección de datos asociados a las variables críticas de procesos en cada una de las fases, con el ánimo de implementar mayor número de aplicaciones de ingeniería para la toma de decisiones y, de este modo, hacer del sector más competitivo, mientras que Carro-Suárez et al., (2017) proponen un modelo para gestionar la innovación en una empresa del sector de recubrimientos cerámicos, tomando como base los factores más significativos para las empresas entre los cuales se encuentran: (i) tecnología y conocimiento, ii) negocio-mercado, iii) humanos, iv) organización y v) cultura.

Hernández et al. (2009) plantean una metodología estática mediante la promulgación de sistemas MultiAgente en un proceso relacionado con la cadena de suministro del sector automotriz, mediante el desarrollo de un modelo novedoso para la formación de procesos mediante la planificación colaborativa. Desde las organizaciones de servicios, en el sector educativo se destacan las investigaciones de Giraldo y Pinilla, (2016) en la cual utilizaron una simulación de procesos de negocio (BPSIM) para mejorar la prestación de los servicios en un programa de ingeniería industrial de lo cual se obtienen resultados satisfactorios en cuanto a la predicción del desempeño de los sistemas de servicios. Por su parte, los resultados de investigación de Amaru y Lista (2013) resaltan que no existe una solución única para el desarrollo de las buenas prácticas y menos para definirla como un estándar.

En cuanto a la gestión de la información, Carrillo-Verdún y Rubio-Casallas (2012) destacan la importancia de dotar las organizaciones de una estructura de gestión que posibilite la gobernanza de las TIC, permitiendo que la cadena de valor de la compañía genere información acertada, correcta, relevante y a tiempo. Así mismo, Rad et al. (2009) investigan sobre la evaluación de la idoneidad de los lenguajes de modelado de procesos basados en servicios para la asistencia sanitaria, encontrando fallas en la concepción de diagramación, para lo cual realizaron cambios en los lenguajes de programación en el modelado, y aumentando los niveles de servicios en la atención médica. Resultados similares presentaron Rolando y Allán (2010) en relación con la aplicación del modelo en una unidad empresarial de base tecnológica y de conocimiento, en el que aplicaron tres criterios para definir el proceso crítico: (i) Intensidad del conocimiento y complejidad de las tareas y actividades; (ii) Factores de índole económica, técnicas y de relaciones humanas; (iii) Prioridad según el impacto del proceso en los objetivos principales de la empresa. Igualmente, Pérez (2016) elaboró un procedimiento estándar en la obtención de requerimientos funcionales para el desarrollo de sistemas de gestión mediante modelado de procesos de negocio (BPM) logrando agilidad en los cambios y calidad en las especificaciones generadas, con la implementación completa de los requerimientos.

En otro sentido, Mendling et al. (2014) realizan un análisis bibliográfico en el que identifican veinticinco desafíos semánticos utilizados en investigaciones relacionadas con modelados de procesos en las etapas de documentación, análisis y diseño. García-Borgoñón et al. (2014) realizan una revisión documental sobre qué lenguajes de modelado de procesos se han definido durante la última década y los tipos de relaciones y dependencias entre ellos. Luego de la revisión de 1.929 documentos recuperados, se logra identificar la gran tendencia de uso del lenguaje de modelado de *software*, desde el año 2000, en los procesos de *software* lenguaje de modelado (SPML) para la resolución de problemas empresariales.

Tal como se relaciona al iniciar el apartado, la categoría de análisis aporta en cuanto a procedimientos y resultados en el modelado de procesos de negocio, relacionando una serie de hallazgos que dan cuenta de las ventajas, en lo que refiere a la implementación; no obstante, para efectos de la investigación, se descarta la revisión a profundidad, puesto que en ellos no se aplicó la metodología IDEF de manera experimental.

## Categoría 2: IDEF

Definido el segundo filtro de análisis, se procede con la revisión de los artículos en los cuales se logra identificar la aplicación de los métodos integrados de definición IDEF0, IDEF1, IDEF1X e IDEF3 para el modelado de procesos en diferentes sectores económicos. En la tabla 2 se muestran cada uno de ellos para luego enfatizar los hallazgos que dan luz a la actual propuesta de intervención.

**Tabla 2**  
*Artículos de IDEF*

Título artículo <sup>7</sup>	Tipo de artículo I	Tipo de métodos IDEF	Campo de intervención	País	Autor/año (cita APA)
(1)	X	IDEF0	Metalmecánico	Colombia	(Amaya et al., 2011)

<sup>7</sup> La siguiente numeración corresponde a los títulos analizados: 1) Modelado del proceso de desarrollo de productos en empresas del sector metalmecánico de Barranquilla en la perspectiva de la Ingeniería Concurrente, (2) Caracterización del Proceso de Reserva de Exportación a través del método IDEF0: en el contexto del Agente de Carga Internacional, (3) Modelo de procesos para la automatización del área de producción en el sector de la industria cementera pública del Ecuador (MPIC), (4) Expression of uncertainties of a pressure measurement system using IDEF0 modeling, (5) Agricultural Machinery and Implements Design Process: Guidelines for Small and Mid-Sized Businesses, (6) Evaluación Tecnológica de dispositivos integrados de naturación y captación pluvial en la vivienda de México, (7) BIM/MR-Lean construction project delivery management system, (8) IDEF method-based simulation model design and development, (9) Improvement in Production Process for Pipelines Manufacturing Based on Quality Management Method, (10) The improvement of «management of nonconformities and corrective actions» process in the design of the power supply system of tram lines», (11) Automated system of analysis of reasons and consequences of defects of mechanical engineering products, (12) The possibilities for application of STEP-NC in actual production conditions, (13) Implementation of the risk management principles in the model of business processes of machine-building enterprise, (14) Process model of digital manufacturing, (15) The exploitation of an ontology-based model of PLM from a SME point of view, (16) Sustainable construction project life-cycle management based on building information modeling, (17) Network-based information management method for urban construction, (18) Model construction of pharmaceutical manufacturing processes using Petri nets, (19) Industrial value chain modeling and technology elements analysis based on IDEF0, (20) Research of application of IDEF on software reliability allocation, (21) An integrated modeling framework design to support product process in manufacturing enterprises, (22) Dynamic framework transfer model for public-private partnerships: Lessons from a China water sector case study, (23) Integration of queuing network and IDEF3 for business process analysis, (24) Study on Identification Procedure for Unidentified Underwater Targets Using Small ROV Based on IDEF Method, (25) Value Chain and Customer's Perception towards Organic Livestock Foods, (26) Implementing IDEF techniques as simulation modelling specifications, (27) Developing a Methodology for Integration of Whole Life Costs into BIM Processes to Assist Design, Decision Making.



Modelado de procesos empleando el método IDEF0:  
caso de estudio en una empresa del sector metalmeccánico en el municipio de Itagüí (Antioquia)

<b>Título artículo<sup>7</sup></b>	<b>Tipo de artículo</b> I	<b>Tipo de métodos IDEF</b>	<b>Campo de intervención</b>	<b>País</b>	<b>Autor/año (cita APA)</b>
(2)	X	IDEF0	Logística/ Gestión de reservas para las exportaciones	Colombia	(Mejía E. et al., 2017)
(3)	X	IDEF0	Industria cementera	Ecuador	(Cordero Guzmán et al., 2016)
(4)	X	IDEF0	Metrológico	Brasil	(López-Uribe et al., 2011)
(5)	X	IDEF0	Agricultura / Maquinaria agrícola	Brasil	(Bergamo & Romano, 2016)
(6)	X	IDEF0	Educación	México	(Córdova Canela & López Elizalde, 2013)
(7)	X	IDEF0	Construcción	Estados Unidos	(Alizadehsalehi et al., 2019)
(8)	X	IDEF0 IDEF1X IDEF3	Electrónico/ Fabricación de semiconductores	Estados Unidos	(Jeong et al., 2009)
(9)	X	IDEF0	Fabricación de oleoductos y gasoductos	Rusia	(Antsev et al., 2017)
(10)	X	IDEF0	Transporte férreo	Rusia	(Gureev & Trofimov, 2019)
(11)	X	IDEF0	Fabricación de maquinaria	Rusia	(Panov & Kuznetsov, 2018)
(12)	X	IDEF0	Fabricación de maquinaria	Rusia	(Lukic et al., 2018)
(13)	X	IDEF0	Fabricación de maquinaria	Rusia	(Islamova & Zhilyaev, 2017)
(14)	X	IDEF0	Fabricación de maquinaria	Rusia	(Zarubin & Deev, 2017)
(15)	X	IDEF0	Fabricación de maquinaria	Rusia	(Bruno & Villa, 2013)
(16)	X	IDEF0	Construcción	China	(He et al., 2014)
(17)	X	IDEF0	Construcción	China	(Zhao, 2014)
(18)	X	IDEF0	Farmacéutico	China	(Lee & Wang, 2011)

Título artículo <sup>7</sup>	Tipo de artículo I	Tipo de métodos IDEF	Campo de intervención	País	Autor/año (cita APA)
(19)	X	IDEF0	Industria del led	China	(Wang et al., 2010)
(20)	X	IDEF0	Informático	China	(Li et al., 2013)
(21)	X	IDEF0 IDEF1 IDEF1X	Manufactura	China	(Luo et al., 2011)
(22)	X	IDEF0 IDEF3	Tratamiento de Agua	China	(Bao et al., 2019)
(23)	X	IDEF3	Mecanizado de maquinaria industrial	China	(Jeong et al., 2008)
(24)	X	IDEF0	Navegación	Corea	(Baek et al., 2019)
(25)	X	IDEF0	Alimentos	Tailandia	(Sarunyut & Kessuvan, 2019)
(26)	X	IDEF0 IDEF1X IDEF3	Tráfico aéreo	Sur África	(Van Rensburg & Zwemstra, 1995)
(27)	X	IDEF3	Educación	Reino Unido	(Zanni et al., 2019)

Fuente: Elaboración propia

En primer lugar, solo dos investigaciones de origen colombiano se identificaron en las bases de datos rastreadas. En primer lugar, el estudio de Amaya et al. (2011) señala que de las cinco empresas intervenidas del sector metalmecánico en Barranquilla, ninguna de ellas conocían el método IDEF0 para el levantamiento gráfico de las funciones y subfunciones, además de la utilización de recursos y asignación de responsables; en segundo lugar, Mejía et al. (2017) resaltan la mejora en la interoperatividad e integración empresarial, resultado de la construcción del modelo de intercambio de información para el proceso de reserva de exportación, mediante la identificación de los diferentes actores de la cadena de suministro, lo que posibilita nuevos desarrollos de modelos avanzados de arquitectura de procesos.

Con respecto a las publicaciones de la región (continente americano), se identifican seis artículos; de estos, uno de ellos proviene de Ecuador, dos de Brasil, uno de México y dos de Estados Unidos. Los resultados presentan

mejoras en el sector de la construcción, agricultura y educación, además de intervenciones en procesos de apoyo electrónico y metrológico. En este sentido, Cordero Guzmán et al. (2016) proponen un marco metodológico que involucra aspectos técnicos de modelado en procesos de producción, mejorando, de esta manera, la aplicación del manejo de los recursos y del control de los procesos en una planta cementera. A su vez, Bergamo & Romano (2016) definieron veintisiete actividades y setenta y una tareas concernientes al desarrollo de nuevos productos para el diseño de máquinas e implementos agrícolas, lo cual hizo posible la formalización de pequeñas y medianas empresas. Mientras tanto, López-Urbe et al. (2011) aplicando el método IDEF0 en el área de metrología lograron disminuir la incertidumbre al ampliar la información para la toma de decisiones disminuyendo el rango de error en el proceso productivo.

Por su parte Córdova Canela y López Elizalde (2013) aplicando la metodología IDEF0 lograron generar un instrumento de evaluación tecnológica para facilitar el diseño de soluciones integradas de naturación y captación de aguas lluvias y zonas verdes en la vivienda mexicana. Desde otra perspectiva, Antsev et al., (2017) proponen reducir el tiempo de desarrollo del modelo de simulación para aumentar la comunicación y reutilización del conocimiento durante la elaboración de proyectos utilizando un método de simulado de funciones (IDEF0) y un método de modelado de procesos (IDEF3).

Además de ello, utilizaron IDEF1X para el modelado de datos común, cuyos resultados de experimentación demostraron mejoramiento en los procesos mediante el uso de modelos descriptivos que pueden ser de fácil replicación en otra generación de modelos analíticos. Del mismo modo Alizadehsalehi et al., (2019), aplicaron IDEF0 para mejorar el desempeño y la calidad en la planificación y comprensión de los proyectos debido a las dificultades en la comunicación de diseño y construcción en las etapas. La metodología IDEF0 permitió integrar sistemas BIM (Modelización de la Información de la Construcción), MR (Realidad Mixta) y sinergias de BIM Lean a BIM MR.

De las publicaciones con origen en Rusia no se evidencia combinación de métodos en las intervenciones, todas aplican solo el método IDEF0, 5 de 7 se dan en la Fabricación de maquinaria. Por su parte, las publicaciones con origen asiático 8 de 10 son de China y aplican el método en sectores como la construcción, farmacéutico y tratamiento de aguas, entre otras.

De las investigaciones Rusas se destaca a Antsev et al., (2017) al aplicar el método IDEF0 en un empresa dedicada a la fabricación de tuberías para motores de turbina de gas, permitiendo visualizar de una manera más amplia el entorno del proceso productivo que se lleva a cabo y en consecuencia, identificar las mejoras necesarias dentro del mismo, las cuales dejan como resultado la mejora en los tiempos de fabricación, reduciendo los ciclos de producción y de desplazamiento de algunos procesos, mejora en la calidad de la producción y la reducción del costo de la mano de obra. El uso de la metodología IDEF0 en conjunto con las otras herramientas y metodologías, permitió conocer las debilidades dentro del proceso productivo analizado y de este modo la implementación de mejoras a través de un modelo de gestión de la calidad.

Con respecto a intervenciones en la fabricación de maquinaria los resultados indican que la aplicación del método IDEF0 para Gureev & Trofimov, (2019) permitió analizar la gestión de las no conformidades y las acciones correctivas en el diseño del sistema de alimentación de las líneas de tranvía posibilitando la resolución de las problemáticas identificadas. Así mismo para Panov & Kuznetsov, (2018) mediante el método se logró crear un sistema de registro de los defectos que posibilitó la identificación y seguimiento, además de las posibles causas y consecuencias, permitiendo mejoras en los procesos y calidad de los productos. Para Lukic et al., (2018) IDEF0 permitió de una forma más coherente y correcta la implementación de STEP- NC (control de máquina herramienta) para la realización de máquinas virtuales evitando todo tipo de riesgos en la planeación y ejecución del proyecto. Para Islamova & Zhilyaev, (2017) la aplicación permitió obtener información clave para la reducción de los riesgos. Y del mismo modo para Bruno & Villa, (2013) la intervención mejoró la toma de decisiones, comprensión de la información, el análisis y actividades dentro de la organización.

Entre tanto, de las publicaciones asiáticas los hallazgos continúan en la misma vía. A continuación, se relacionan los logros obtenidos en la industria China mediante la aplicación de IDEF0: i) el método permitió visualizar los procesos de Admiración del Ciclo de Vida (LCM) basados en BIM. En este sentido, facilitó la comprensión de las fases de desarrollo, actividades principales, objetivos, limitaciones y mecanismos para la creación de una plataforma integrada de

información en proyectos de construcción tradicional y contemporáneos (He et al., 2014), ii) el método de modelación posibilitó la integración de la función y la comunicación para el proceso de construcción urbana logrando la reducción del periodo de actividad aumentando la eficiencia de la construcción urbana (Zhao, 2014), iii) el modelamiento permitió crear un software más fiable al ser capaz de determinar los propósitos, analizar sistemas y subsistemas, resumir el funcionamiento, además de la creación de diagramas y vocabulario para el tratamiento de la información (Li et al., 2013), iv) el método permitió la integración de sistemas para el proceso de síntesis de monómeros en la fabricación de productos farmacéuticos en el modelado de funciones y análisis de comportamiento de los procesos Red Petri (PN) (Lee & Wang, 2011), v) la intervención permitió analizar de forma clara el modelo de proceso de valor y con esto encontrar su grado de importancia, al combinarla con la metodología QFD (la casa de la calidad) para la toma de decisiones con mayores referentes de análisis (Wang et al., 2010).

De igual forma, para los investigadores Sarunyut & Kessuvan, (2019) en su estudio a una empresa de alimentos en Tailandia les permitió identificar entre consumidores y distribuidores la existencia de un mayor interés cuando se conoce sobre las ventajas de los alimentos orgánicos en función de mejorar la sostenibilidad, generación de valor agregado y mejoramiento de la calidad del producto. Investigación que permitió analizar los procesos comerciales de la cadena de suministro de alimentos orgánicos para el ganado cuyo enfoque de análisis se basó en el caso de aves y huevos orgánicos. Entre tanto para Baek et al., (2019) el método IDEF0 permitió la verificación de los procedimientos de búsqueda al elaborar un procedimiento estándar para la identificación de materiales peligrosos no identificados en El Estudio Oceanográfico Nacional en Corea.

En el mismo sentido, aquellas publicaciones que aplicaron Métodos Integrados de Definición combinados resaltan i) la inclusión de la metodología IDEF0, IDEF1 e IDEF1X permitió construir un sistema integrado mucho más comprensible y preciso para el pronóstico de la demanda, lo que determinó información con mayor precisión para la toma de decisiones (Luo et al., 2011), ii) IDEF3 permitió flexibilidad a la hora de elegir el enfoque analítico adecuado

como base de conocimientos para realizar un análisis de la red de colas (QN) para el cálculo del rendimiento en el sistema de fabricación de maquinaria tomando las variables utilización de recursos, tiempo de espera y tiempo de ciclo para no depender de un sistema de simulación (Jeong et al., 2008), iii) la combinación de métodos permitió identificar con mayor facilidad los 5 pasos y 23 factores claves en el proceso de transferencia de las denominada APP (Alianza Público-Privada) cuando pasan de ser privadas a públicas en la China, propuesta denominada Modelo de Proceso de Transferencia Genérico (GTPM) en la que jerarquizaron los procesos de gestión de transferencia, seguido de la identificación de los desafíos críticos en una planta de tratamiento de agua (Bao et al., 2019), y iv) con relación al continente africano se identifica la publicación de (Van Rensburg & Zwemstra, 1995) cuyo hallazgo consistió en obtener logros significativos con relación a reducir el tiempo de análisis en la solución de problemas para el control del tráfico aéreo, mejora en la calidad de los modelos de simulación y elaboración de la trazabilidad para los proyectos de simulación y la formulación de una herramienta de gestión. Del mismo modo, los investigadores Zanni et al., (2019) en Reino Unido analizaron el sector de alquiler privado (PRS) debido a su crecimiento y la multiplicidad de tareas repetibles, patrones, roles y responsabilidades, proponiendo en un modelo sistemático de ingeniería inversa que utiliza la técnica de modelados de diagramas estructurados de definición integrada (IDEF3) que pueden incorporarse a un modelo de software, en este sentido la gestión del ciclo de vida BIM facilita la toma de decisiones en el proceso de diseño de desarrollo de natural.

En síntesis, el rastreo bibliográfico permite para el caso colombiano generar una oportunidad en términos de investigación debido a las pocas publicaciones orientadas a intervenir los procesos organizacionales mediante Métodos Integrados de Definición IDEF; del mismo modo para la industria antioqueña del sector metalmecánico una oportunidad de mejora a partir del uso de herramientas de modelación que contribuyan con la reducción de brechas para la competitividad, toda vez que bajo el Marco Nacional del Sistema de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación en 2006, el país pactó el compromiso de convertirse en una de las tres economías más competitivas de Latinoamérica (Competitividad, 2019).

## Narrativa teórica

A continuación, se describen las categorías y referentes teóricos que apoyan el desarrollo de la propuesta de investigación.

### **Modelado de procesos de negocio (BPM)**

El modelado de procesos de negocio permite modelar, gestionar y optimizar cada uno de los procesos en una organización. En este sentido, el modelado de procesos establece el flujo de trabajo dentro y entre funciones, con el ánimo de capturar los requerimientos funcionales del negocio para el mejoramiento de la comunicación. Además de identificar las mejoras en los procesos para el logro de los requerimientos de los clientes (Markovic & Pereira, 2007). De acuerdo con (García, Ortín, Moros, & Ambrosio, 2007) un modelo de procesos debe describir de forma específica: datos, actividades (tareas), roles (agentes) y reglas de negocio. Mientras que (Curtis, Kellner & Over, 1992) define cuatro puntos de vista para el modelado de procesos: i) Vista Funcional: describe de los elementos del proceso, ii) Vista Dinámica: relaciona las secuencia y control de la información, iii) Vista Informacional: describe la relación producción, consumo y manipulación del proceso y iv) Vista Organizacional: enfocada en definir los roles, tareas y lugar de desarrollo de cada función.

De acuerdo con lo anterior, y dada la naturaleza compleja de los procesos organizaciones el BPM integra técnicas, métodos y metodología para facilitar la comunicación entre las partes. Algunas de las más utilizadas son: a) diagrama de flujos, b) diagrama de flujo de datos, c) diagrama de entidad relación, d) diagrama estado-transición, e) IDEF – Integrated Definition for Function Model, f) diagrama de actividad de roles, g) diagrama de interacción de roles, h) Redes Petri, i) técnicas orientadas a objetos, j) análisis y diseño estructurado, k) metodología de los sistemas blandos y l) metodología GRAI, con lo cual, se establece que, los intereses de la actual propuesta se profundiza en la categoría teórica de IDEF, método utilizado para abordar en el caso de estudio.

## **IDEF - Integrated Definition for Function Modelling**

De acuerdo con IDEF, (2020) corresponde a una serie de métodos de integración para la representación de modelado de procesos y estructura de datos para todo tipo de organizaciones. La familia IDEF se compone de los métodos IDEF0, IDEF1, IDEF1X, IDEF2, IDEF3, IDEF4 e IDEF5 cuyas principales características son: i) IDEF0: Método de modelado de funciones. Se utiliza para modelar las decisiones, acciones y actividades de la organización. ii) IDEF1: Método de modelado de información. Método diseñado para el análisis y la comunicación en el establecimiento de requisitos. iii) IDEF1X: Método de modelado de datos. Se utiliza para diseñar las bases de datos relacionales con una sintaxis para soportar las construcciones necesarias en el desarrollo de un esquema conceptual. iv) IDEF3: Método de captura de descripción de procesos. Diseñado para proporcionar mecanismos para recopilar y documentar procesos. vi) IDEF4: Método de diseño orientado a objetos. Facilita la producción de códigos mediante el uso de la tecnología adecuada. E vii) IDEF5: Método de captura de descripción de ontología. Método de modelado para ayudar a crear, modificar y mantener los procesos de forma intuitiva y natural.

De acuerdo con las características propias del enfoque de cada método y dando cumplimiento al objetivo de la investigación se determina como referente teórico el método IDEF0 cuyo alcance se centra el modelado de funciones.

### **IDEF0: método de modelado de funciones**

El método IDEF0 corresponde a un conjunto de normas que definen la metodología de funciones modeladas (Feldman, 1998). De este modo permite representar de forma estructurada y jerárquica las actividades propias de un sistema u organización. El método es recomendado en la primera etapa de la modelación de procesos porque permite al modelador identificar qué funciones se realizan, con qué recursos se cuenta, qué se hace bien y qué se hace mal en la organización. De acuerdo con (IDEF: Métodos Integrados de Definición, 2020) el diagrama IDEF0 se representa mediante “cuadros y flechas” de este modo la función corresponde a un cuadro y las flechas son las interfases de entrada o salida que se conectan con otras funciones.



De este modo se logra identificar entradas, salidas, controles y mecanismos (ICOM). Las entradas son la materia prima para el desarrollo de la actividad, las salidas son el resultado de las tareas, los controles medidas de aseguramiento y los recursos pueden ser humanos o materiales para el cumplimiento del proceso.

Para su sostenimiento, IDEF0 se soporta en siete principios básicos: i) Representación del problema: elementos del sistema y sus interacciones que permitan definir, documentar, comunicar, discutir y analizar de forma clara; ii) Estructura *top-down*, modular jerárquica: sistema de arriba hacia abajo con interacción secuencial; iii) Función de diseño: identificación del qué se hace (función) y del cómo se hace (diseño); iv) Representación de objetos, acciones y acontecimientos: capacidad de reflejar actividades, objetos y datos; v) representación gráfica: representación simbólica clara y concisa no textual del sistema; vi) Trabajo coordinado y disciplinado: producción conjunta mediante el consenso para la validación del proceso; vii) Representación del todo: capacidad de descripción detallada de forma planificada para garantizar la comunicación. A su vez, el método para su aplicación propone los pasos: i) definición del propósito, ii) nivel de detalle, iii) delimitación del modelo, iv) conformación de grupo disciplinario, v) elaboración del diagrama de contexto, vi) descomposición del diagrama de contexto y, vii) diagrama de hilo. Estos pasos favorecen, a partir de su descomposición, agrupar las actividades estratégicas (procesos de dirección), identificar las actividades de identidad (procesos de ejecución) y la definición de las actividades de apoyo logístico (procesos de apoyo).

En este sentido, se pondrán en práctica los lineamientos para la aplicación del método IDEF0, para buscar aquellas actividades que agregan valor para el cumplimiento de los propósitos misionales de la organización.

## **Solución a la problemática**

### **Planificación de la intervención**

Las fases metodológicas necesarias para el cumplimiento de los objetivos propuestos fueron (tabla 3):

**Tabla 3**

*Fases metodológicas*

<b>Fases</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>
Fase 1: identificación de procesos	Identificar procesos y subprocesos de entradas, salidas, controles y mecanismos en la gestión de alistamiento y distribución.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elaboración de instrumentos</li> <li>2. Aplicación de instrumentos</li> <li>3. Análisis de los instrumentos</li> <li>4. Elaboración del mapa de procesos</li> </ol>
Fase 2: puntos críticos de control	Definir los procesos críticos para la construcción de los planes de mejora a partir de la maximización en la generación de valor.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pre-diagnóstico estado de los procesos</li> <li>2. Definir propósito, punto de vista y contexto</li> <li>3. Desarrollar diagrama de interfaz (Padre)</li> <li>4. Diagrama Hijo</li> <li>5. Análisis Diagrama Hijo</li> </ol>
Fase 3: control y seguimiento	Establecer las métricas para el seguimiento y control que permitan el mejoramiento continuo a partir de los principios IDEFO.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definir propósito, punto de vista y contexto</li> <li>2. Propuesta desarrollo diagrama de interfaz (Padre)</li> <li>3. Propuesta Modelado Hijo</li> <li>4. Desarrollar el glosario</li> <li>5. Realizar análisis comparativo</li> </ol>

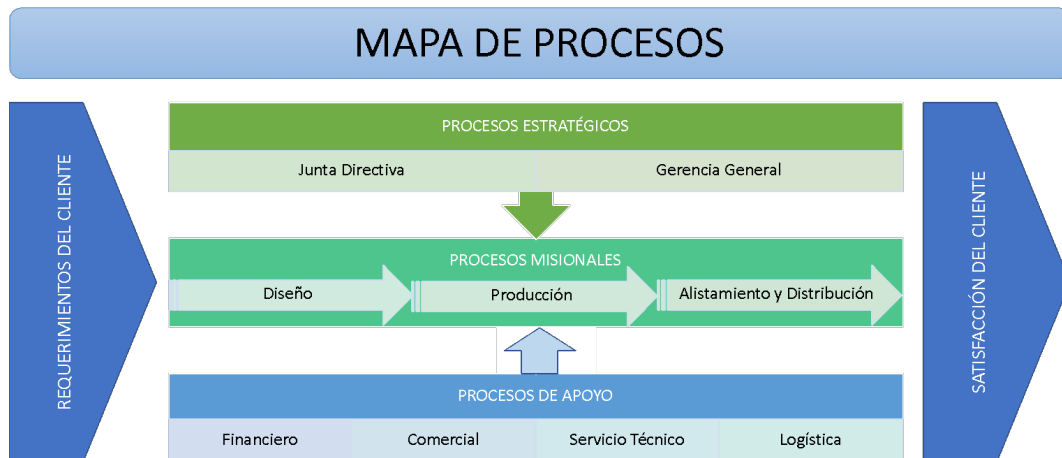
Fuente: Elaboración propia

### **Implementación de la intervención**

- Fase 1: con base en la información recolectada y la observación directa de los procesos en la empresa se identificaron los procesos que se representan en la figura 1:

**Figura 1**

Mapa de proceso



Fuente: Elaboración propia

- Fase 2:

**Actividad 1.** Paralelo a la identificación de los procesos y subprocesos, se aplicó una encuesta a los doce líderes de gestión, para evaluar las entradas, controles, mecanismos y salidas que posibilitan el análisis cualitativo en lo relativo a la eficiencia de la operación. En esta dirección, los resultados se socializaron con el gerente general para proceder con el proceso de intervención. Las respuestas indican que: i) El 75% de los encuestados opinan que no es clara la estructura organizacional de la empresa; ii) el 67% de las personas encuestadas indica que el personal no conoce con claridad sus funciones, iii) el 75% de las personas encuestadas no conoce con claridad el método para realizar sus tareas, iv) sólo el 25% de las personas encuestadas indica que sí se han definido sistemas de control y evaluación, v) el 75% de las personas encuestadas indica que la empresa no evalúa los resultados periódicamente, vi) sólo el 17% de las personas encuestadas manifiesta que sí se han definido indicadores de gestión, vii) de acuerdo con la encuesta realizada el 67% de empleados encuestados opina que el liderazgo de su jefe no es eficiente ni efectivo, viii) el índice de satisfacción del cliente indica que el 58% no está satisfecho, ix) el 50% considera que el sistema de producción

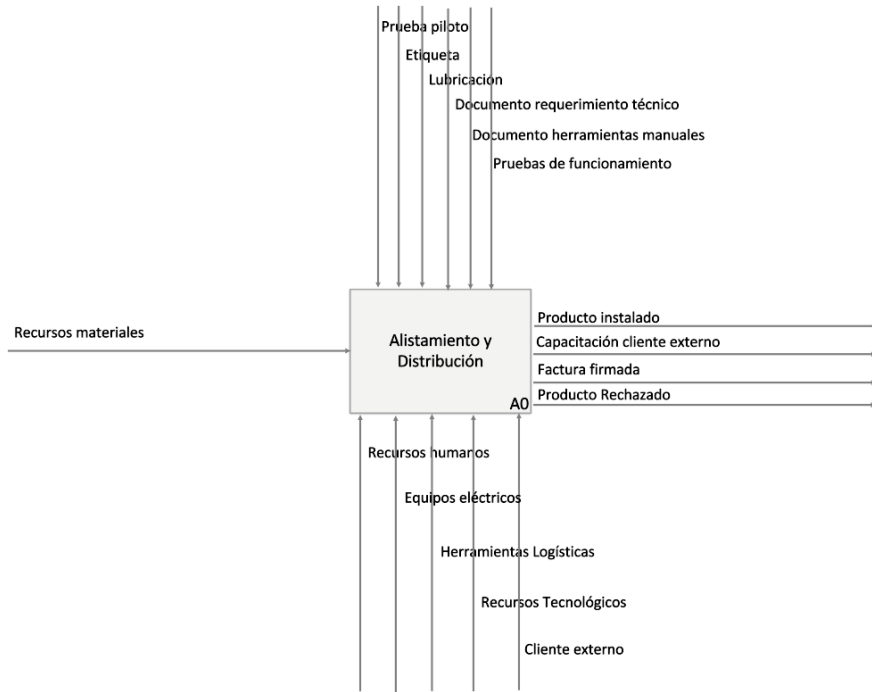
utilizado es eficiente, y x) el 67% de los encuestados coinciden en que su proceso no está estandarizado. Ante los resultados negativos identificados en el análisis cualitativo, el Gerente General manifiesta de manera categórica que se debe intervenir de manera inicial el proceso de alistamiento y distribución, evidenciando mayores niveles de insatisfacción por parte de los clientes externos. A su vez, señala que posterior a la identificación de los procesos críticos se procederá con la intervención de los procesos restantes misionales y de apoyo.

**Actividad 2.** De acuerdo con la decisión gerencial de intervenir el proceso de “alistamiento y distribución” se definió que el propósito, punto de vista y contexto sería documentar el proceso de alistamiento y distribución de la empresa, para la identificación de las operaciones de la cadena de valor, que permitan la definición del alcance de acuerdo con los requisitos establecidos por el cliente, en el municipio de Itagüí – Antioquia.

**Actividad 3.** Para el desarrollo del diagrama de interfaz, se hace necesaria la aplicación de 23 encuestas a los actores de la cadena de valor, cuyos resultados ilustran el Diagrama Padre – A0 y se identifican en la Figura 2, en ella se contextualiza al lector sobre el proceso de alistamiento y distribución, constituida como la actividad principal, donde se reconocen las entradas, salidas, controles y mecanismos de éste.

**Figura 2**

*Diagnóstico Diagrama Padre- A0. Alistamiento y Distribución*



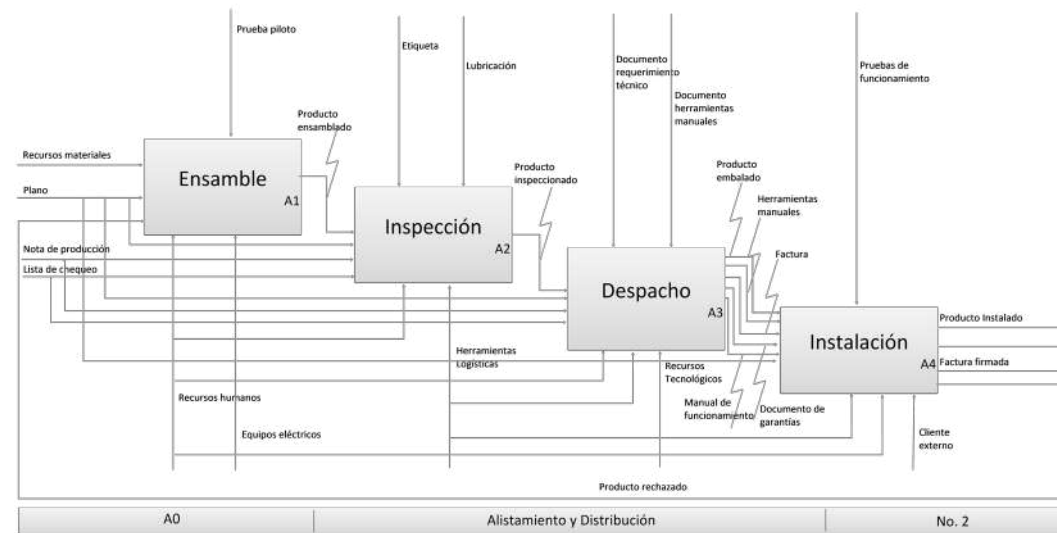
Node: A0	Alistamiento y Distribución	No. 1
----------	-----------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia

**Actividad 4.** Siguiendo el método de IDEF0 se mapean, los subprocesos de Alistamiento y distribución, como se identifican en la figura 3:

**Figura 3**

*Diagnóstico diagrama hijo subprocesos de alistamiento y distribución*



Fuente: Elaboración propia

**Actividad 5.** El proceso de alistamiento y distribución está compuesto por los subprocesos de ensamble, inspección, despacho e instalación. A continuación (ver tabla 4), se relacionan cada una de las entradas, controles, mecanismos y salidas de cada uno de ellos.

**Tabla 4**

*Resumen de los subprocesos, entradas, controles, mecanismos, salidas*

Subproceso	Entradas	Controles	Mecanismos	Salidas
A1. Ensamble	1. Recursos Materiales 2. Plano 3. Producto rechazado	1. Prueba Piloto	1. Recursos humanos 2. Equipos eléctricos	Producto ensamblado
A2. Inspección	1. Producto ensamblado 2. Plano 3. Nota de producción 4. Lista de chequeo	Etiqueta Lubricación	Recursos humanos Herramientas Logísticas	Producto inspeccionado

Subproceso	Entradas	Controles	Mecanismos	Salidas
A3. Despacho	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Producto inspeccionado</li> <li>2. Plano</li> <li>3. Nota de producción</li> <li>4. Lista de chequeo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Documento requerimiento técnico</li> <li>2. Documentos herramientas manuales</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herramientas logísticas</li> <li>2. Recursos humanos</li> <li>3. Recursos tecnológicos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Producto embalado</li> <li>2. Herramientas manuales</li> <li>3. Factura</li> <li>4. Documento de garantías</li> <li>5. Manual de funcionamiento</li> </ol>
A4. Instalación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Producto embalado</li> <li>2. Herramientas manuales</li> <li>3. Factura</li> <li>4. Documento de garantías</li> <li>5. Manual de funcionamiento</li> <li>3. Plano</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prueba de funcionamiento</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herramientas logísticas</li> <li>2. Recursos humanos</li> <li>3. Cliente externo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Producto instalado</li> <li>2. Capacitación cliente externo</li> <li>3. Factura firmada</li> <li>4. Producto rechazado</li> </ol>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el mapeo, se observan oportunidades de mejora, puesto que se identifican procesos repetitivos, falta de controles, necesidad de reincorporación de diferentes recursos, además de la identificación de entradas y salidas que blinden la calidad para la prestación de los servicios. A continuación, se describen las propuestas para el mejoramiento del proceso de alistamiento y distribución.

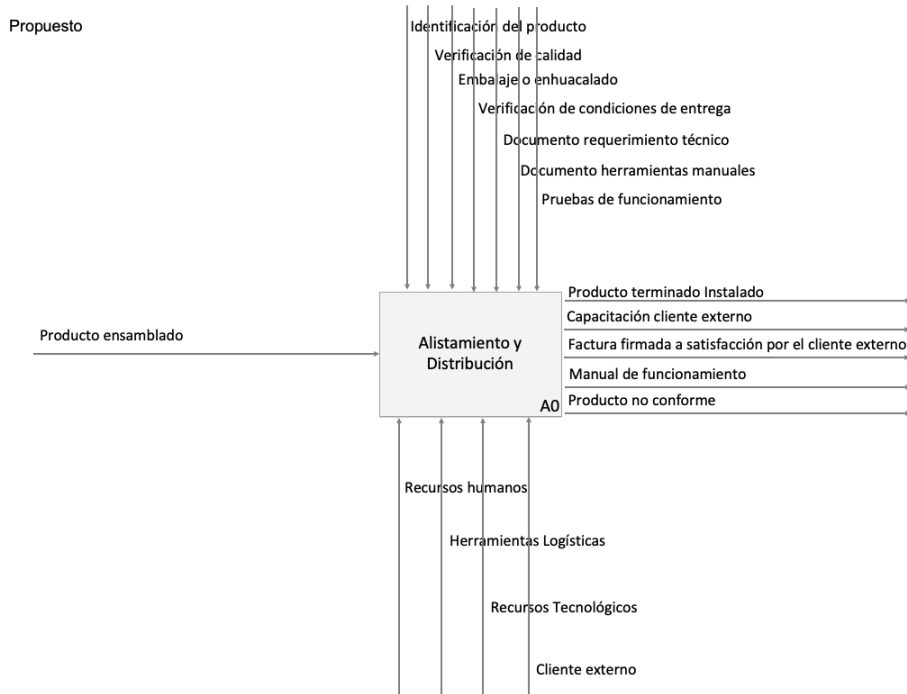
- Fase 3:

**Actividad 1.** Siguiendo el método IDEF0, se debe definir el propósito, punto de vista y contexto. Debido a que el alcance del proceso de alistamiento y distribución en la fase 2 corresponde al establecido por la Gerencia General, las acciones de mejora se enfocan en los subprocesos que en ella se dan.

**Actividad 2.** Luego de la revisión de cada uno de los componentes del método IDEF0, se procede con la elaboración de la propuesta de mejora del *diagrama padre*, el cual incluye nuevas entradas, controles, mecanismos y salidas, dando mayor claridad y calidad en el flujo de la información para la autonomía y optimización en el proceso (figura 4).

**Figura 4**

*Propuesta Diagrama Padre– A0. Alistamiento y Distribución*



Node: A0	Alistamiento y Distribución	No. 1
----------	-----------------------------	-------

Fuente: elaboración propia

**Actividad 3.** Se describen cada una los subprocesos del proceso de alistamiento y distribución, con relación a las entradas, controles, mecanismos y salidas, como se observa en las tablas 5, 15 y 16, acordes con los subprocesos del diagrama hijo.

- **Subproceso de Inspección.** Para iniciar este subproceso es necesario remitirse a las indicaciones de la tabla 5:



**Tabla 5.**

*Subproceso de Inspección*

Entrada	Recibir el producto ensamblado, el plano y la nota de producción, para verificar que el requerimiento entregado cumple las especificaciones y requisitos del cliente externo.
Controles	Identificación que incluye placa metálica y calcomanía para hacer trazabilidad del producto garantizando la calidad. El proceso finaliza con la verificación de calidad (limpieza de los equipos con limpiador de acero inoxidable), embalaje y enhuacalado, en los casos que aplique.
Mecanismos	Contar con el recurso humano (personal de inspección-operativo) para la recepción, verificación, revisión, empaque y traslado del producto ensamblado/comercializado al área de despacho mediante las diferentes herramientas logísticas.
Salidas	Como resultado del proceso, se obtiene un producto terminado e inspeccionado, empacado y listo para ser remitido al área de despacho con su respectiva etiqueta, plano y nota de producción.

Fuente: Elaboración propia

- **Subproceso de despacho.** Para ejecutar este subproceso, es necesario recibir las salidas del subproceso de inspección que se constituyan en entradas para el subproceso de despacho:

**Tabla 6.**

*Subproceso de despacho*

Entrada	Recibir del subproceso de inspección el producto terminado inspeccionado, empacado y listo para ser remitido al área de despacho con su respectiva etiqueta, plano y nota de producción. Con lo cual, se verifica que el requerimiento entregado cumple las especificaciones y requisitos del cliente externo.
Controles	Realizar una verificación de condiciones de entrega, validando la documentación recibida de los subprocesos anteriores, incluyendo un documento de herramientas manuales y de requerimiento técnico de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Mecanismos	Los recursos requeridos para este subproceso son: el recurso humano (personal de despacho, coordinador de logística, técnicos instaladores, operarios, asesor comercial y conductor), las herramientas logísticas (estibador o plataforma con ruedas) para manipular el equipo y cargarlo al vehículo que lo transportará, y el recurso tecnológico para elaborar la factura, los documentos de garantías e imprimir los manuales de funcionamiento del producto a instalar.
Salidas	Al culminar cada una de estas actividades, se obtiene un producto embalado y cargado en el vehículo transportador, la factura, los documentos de garantías y el plano.

Fuente: Elaboración propia

- **Subproceso de instalación.** Para culminar el proceso de alistamiento y distribución es necesario realizar el subproceso de instalación (tabla 7):

**Tabla 7**

*Subproceso de Instalación*

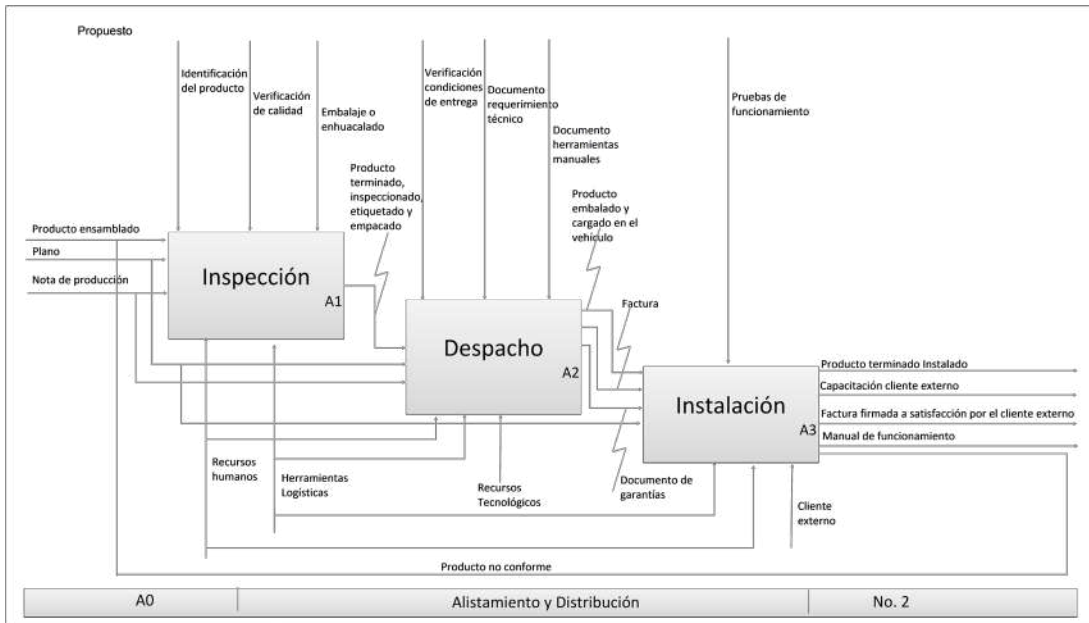
Entrada	Recibir del subproceso de despacho el producto embalado y cargado en el vehículo transportador, la factura, los documentos de garantías, los manuales de funcionamiento y el plano.
Controles	Se realizan pruebas de funcionamiento del producto en el sitio. Si el producto no cumple las especificaciones técnicas (producto no conforme), se realiza una valoración para ajustarlo allí o en caso tal debe ser retornado a la empresa para su reestructuración en el subproceso de inspección y posteriormente contactar al cliente para su nueva entrega e instalación.
Mecanismos	El recurso humano (personal de instalación, técnicos instaladores, conductor y asesor comercial) son los encargados de realizar la entrega del producto al cliente externo. El descargue de la mercancía se realiza con ayuda de las herramientas logísticas.
Salidas	Finalizando el subproceso de instalación, se obtiene: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Producto terminado instalado</li> <li>- Manual de funcionamiento</li> <li>- Capacitación cliente externo sobre el manejo del producto</li> <li>- Factura firmada a satisfacción por el cliente externo</li> </ul> * En caso de que el cliente no esté conforme con el producto se retorna al proceso instalación.

Fuente: Elaboración propia

La identificación de los subprocesos, se representan gráficamente como se muestra en la figura 5:

**Figura 5.**

*Propuesta Diagrama Hijo Subprocesos de Alistamiento y Distribución*



Fuente: Elaboración propia

**Actividad 4.** Para realizar una contextualización de los subprocesos, se incluye el glosario que ayuda a un mayor acercamiento y comprensión del proceso (ver tablas 8 a 11).

**Tabla 8.**

*Descripción terminología de las entradas*

<b>Entradas/ terminología</b>	<b>Descripción</b>
Producto ensamblado	Resultado de una serie de actividades que permite la unión mediante soldadura u otro tipo de sujeción de una o más piezas con el fin de formar un producto semi-terminado.
Plano	Representación gráfica elaborada mediante un Software, que plasma los requerimientos por parte del cliente para la fabricación del producto.
Nota de producción	Documento que contiene el registro del proceso de transformación que ha tenido los insumos, materias primas y demás complementos necesarios para lograr un producto terminado.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por la empresa.

**Tabla 9.**

*Descripción terminología de las salidas*

<b>Salidas/terminología</b>	<b>Descripción</b>
Producto terminado, inspeccionado, etiquetado y empacado	Producto semiterminado que ha sido objeto de inspección de acuerdo con los estándares y requisitos establecidos en el proceso productivo.
Producto embalado y cargado en el vehículo	Operación de cargue de los productos terminados en una plataforma o contenedor de un vehículo.
Factura	Documento de carácter legal que consolida el proceso de compra o venta de un bien específico
Documento de garantías	Instrumento elaborado por la empresa donde expone cada uno de los lineamientos de respaldo sobre el producto adquirido por el cliente externo.
Producto terminado Instalado	Proceso de ubicar un bien adquirido por un cliente externo en el lugar pactado, validando el correcto funcionamiento de éste.
Capacitación cliente externo	Actividad en la que se socializa las especificaciones técnicas y operacionales del producto luego de su instalación para la correcta manipulación del producto adquirido.

Salidas/terminología	Descripción
Factura firmada a satisfacción por el cliente externo	Documento de carácter legal que consolida el proceso de venta de un bien específico, el cual el cliente externo mediante su firma acepta la instalación y capacitación del producto adquirido.
Manual de funcionamiento	Documento que contiene especificaciones técnicas y operacionales del producto.
Producto no conforme	Producto terminado que no cumple con las especificaciones técnicas u operacionales.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por la empresa.

**Tabla 10.**

*Descripción terminología de los controles*

Controles/terminología	Descripción
Identificación del producto	Placa metálica agregada al producto ensamblado con una función de identificación comercial de la empresa.
Verificación de calidad	Acción ejercida por los auxiliares de inspección para mejorar los atributos de calidad del producto ensamblado.
Embalaje o enhuacalado	Operación realizada para proteger el producto ensamblado mediante un Film Plástico (embalaje) o caja de madera rústica (enhuacalado). Materiales utilizados para garantizar las especificaciones técnicas de calidad del producto.
Verificación condiciones de entrega	Herramienta que contiene variables de control para el cumplimiento de las condiciones de entrega.
Documento requerimiento técnico	Guía que contiene las especificaciones técnicas y operacionales para la entrega del producto terminado.
Documento herramientas manuales	Instrumento que contiene listado de equipos y herramientas necesarios en el proceso de instalación.
Pruebas de funcionamiento	Acciones que permiten validar en sitio los requisitos del producto establecidos por parte del cliente.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por la empresa.

**Tabla 11.**

*Descripción terminología de los mecanismos*

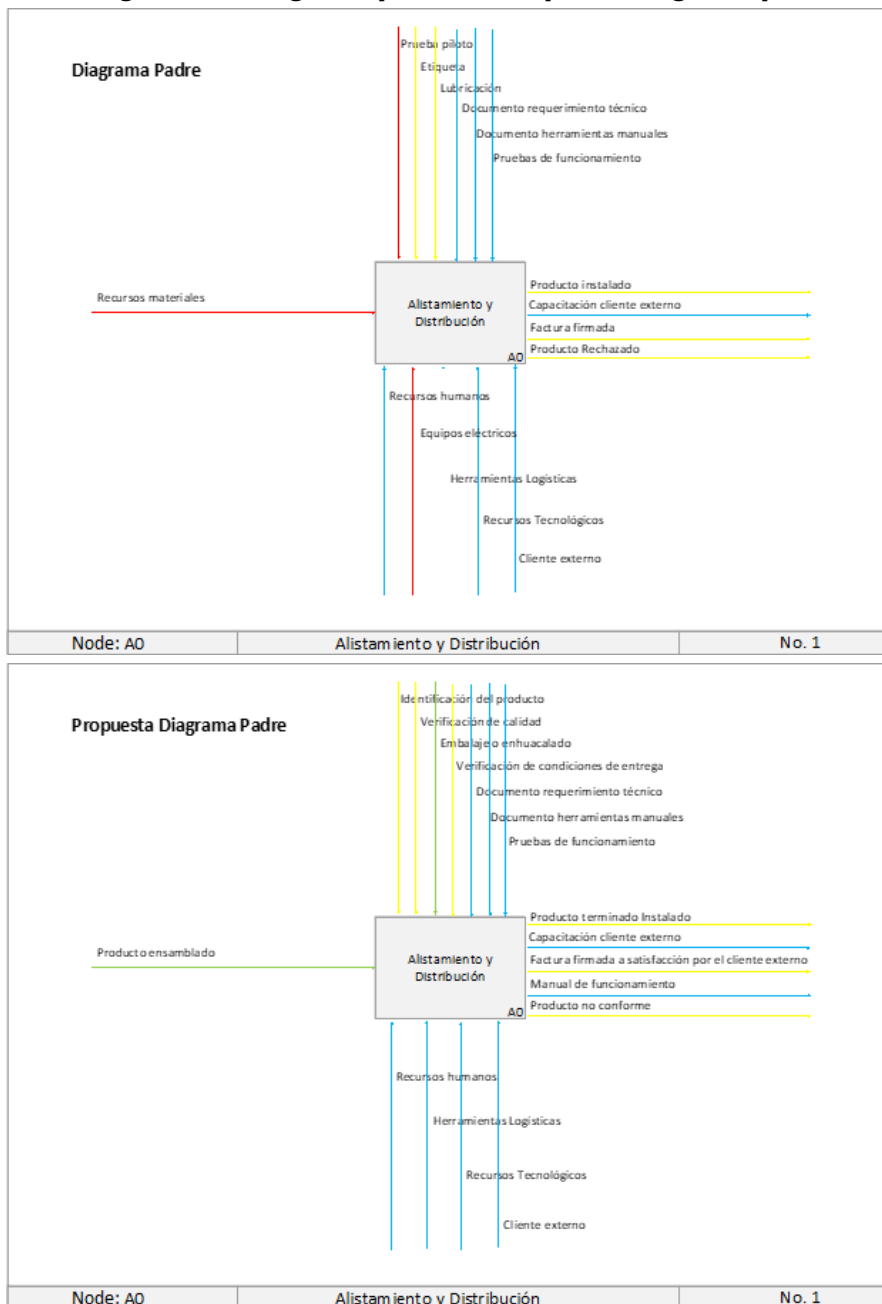
<b>Mecanismos - Terminología</b>	<b>Descripción</b>
Recursos humanos	Participación de la mano de obra directa en el proceso de alistamiento y distribución para la generación de valor agregado.
Herramientas logísticas	Instrumentos manuales, semiautomáticos y automáticos para el traslado del producto.
Recursos tecnológicos	Mecanismos tecnológicos tangibles (Hardware) e intangibles (Software) utilizados en el proceso de transformación para el cumplimiento de la solicitud por parte del cliente.
Cliente externo	Persona natural o jurídica que adquirió los productos de la organización.

Fuente: Elaboración propia a partir de la información suministrada por la empresa.

**Actividad 5.** Para el análisis comparativo se utiliza asignación de colores (figuras 6 y 7): i) color azul descriptores que se conservan, ii) color verde descriptores que ingresan, iii) color rojo descriptores que salen y, iv) color amarillo los descriptores que cambian de denominación.

**Figura 6.**

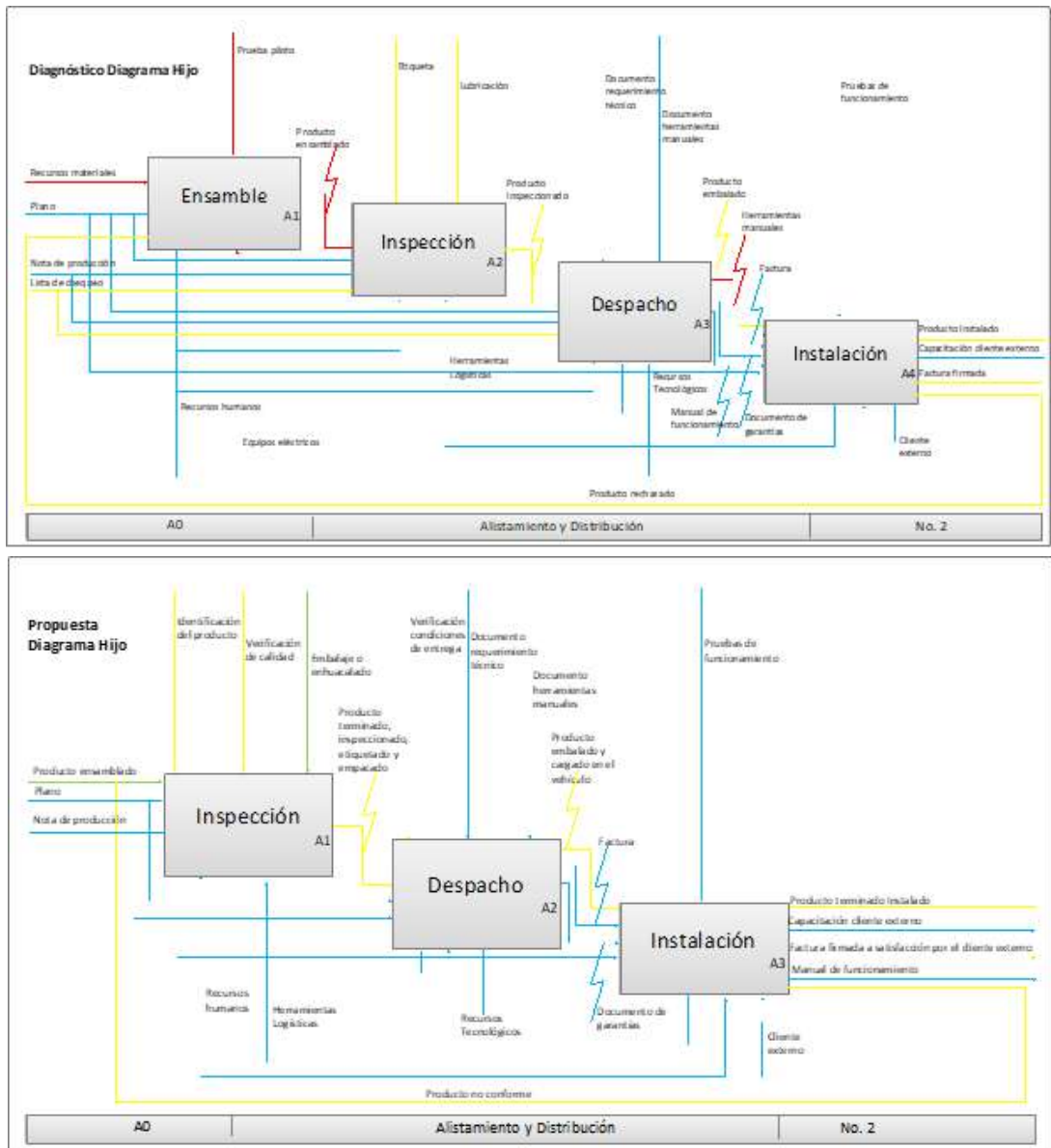
*Comparativo diagnóstico - Diagrama padre Vs. Propuesta diagrama padre*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.**

*Comparativo diagnóstico diagrama hijo Vs. Propuesta diagrama hijo*



Fuente: Elaboración propia



El cambio más significativo que surgió en el proceso de alistamiento y distribución se debió a la entrada del *producto ensamblado* que corresponde a material procesado. La modificación consistió en la eliminación de la denominación *recursos materiales*, en el subproceso de ensamble (diagnóstico diagrama hijo), el cual se excluye debido a que se traslada para el proceso de *producción*, puesto que esta actividad incluía procesos de transformación de materias primas.

El proceso de alistamiento y distribución sólo se enfoca en aquellas actividades de inspección, despacho e instalación. Las actividades del proceso corresponden a aquellas que generan valor únicamente en la actividad de entrega. El nuevo enfoque en el proceso de alistamiento y distribución incluye mayor apropiación por parte de talento humano en las actividades de control, lo que modifica las salidas del proceso en cuanto a productos con mayor valor agregado minimizando las no conformidades. En este sentido, el proceso se hace más eficiente maximizando la productividad.

## Conclusiones

La empresa del sector metalmecánico objeto de análisis, presenta ventajas competitivas y tiene gran participación en el mercado, para ella y luego de la identificación de los procesos y la aplicación del método IDEF0 al proceso de “Alistamiento y Distribución” se concluye que, el alcance de los procesos presenta debilidades en el balanceo de las responsabilidades de acuerdo con el flujo de operaciones, en particular, el proceso de “Alistamiento y Distribución” se debe redefinir al incluir bajo su alcance los subprocesos de alistamiento, despacho e instalación. El diagrama Padre propuesto- A0 incluye la entrada de producto terminado, lo que determina delimitación de las responsabilidades por cada subproceso productivo y, el subproceso eliminado “Inspección” se debe asignar al proceso misional “Producción”, responsable de la entrega del producto ensamblado bajo condiciones de calidad.

La decisión gerencial de intervenir sólo el proceso crítico “Alistamiento y Distribución” limita las propuestas de mejora desde visión general de los subprocesos. Se debe modelar bajo el método IDEF0 los procesos de “Diseño” y “Producción” y ello implica que los descriptores que se incluyen como nuevos

al proceso “Alistamiento y Distribución” correspondan al 8,7% de actividades propias de entradas, controles, mecanismos y salidas además que el 30,44% de las actividades del proceso “Alistamiento y distribución” corresponde a descriptores relacionados con “Controles” lo que indica un subproceso con mayor enfoque en el servicio y ello requiere de un cambio en la denominación de los descriptores obedece al 34,78% ratificando un nuevo enfoque centrado en la prestación de servicio.

El mapeo de proceso y subprocesos permitió mejorar la identificación de actividades, fomentando la delimitación de las responsabilidades y el valor agregado de estos. El método IDEF0 permite la mejora continua de los procesos puesto que identifica entradas, controles, mecanismos y salidas propias de cada proceso y subproceso mediante un lenguaje eficaz para la organización; además, de generar confianza, proporciona visión de supervisión y balanceo de operaciones y ello, para el caso de estudio, redundó en mayor satisfacción de clientes internos y externos, lo que convierte el método en un insumo para la implementación de nuevas metodologías para la estandarización de procesos en caso de que la organización decida adoptarlas.

### **Preguntas para discusión académica**

El método IDEF0, como herramienta de análisis, contribuye con la identificación de las funciones realizadas, además de describir qué se requiere para la realización de las actividades; qué hace bien la organización y qué se hace mal en el proceso. En este sentido, el método IDEF0 se emplea para modelar decisiones, acciones y actividades. Luego de la revisión del proceso de intervención empresarial se propone para la discusión:

- ¿Cuál es el valor agregado generado por las propuestas de modelado de procesos (Diagrama Padre-Diagrama Hijo) mediante el método IDEF0 vs. procesos diagnóstico (Diagrama Padre-Diagrama Hijo) seguidos por la organización?
- ¿Qué tipo de decisiones administrativas definen la propuesta de mejora para la empresa del sector metalmecánico analizada?
- La eliminación del subproceso de ensamble ¿qué tipo de ventajas y desventajas le genera al proceso de alistamiento y distribución?

- Los nuevos controles incluidos en el proceso de alistamiento y distribución ¿promueven o limitan el trabajo autónomo?

## Referencias bibliográficas

- Alizadehsalehi, S., Hadavi, A., & Huang, J. C. (2019). BIM/MR-Lean construction project delivery management system. *2019 IEEE Technology and Engineering Management Conference, TEMSCON 2019*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/TEMSCON.2019.8813574>
- Amaru, E. y Lista, G. (2013). Técnicas de modelado de procesos de ETL: una revisión de alternativas y su aplicación en un proyecto de desarrollo de una solución de BI. *Scientia Et Technica*, 18(1), 185–191. <https://doi.org/10.22517/23447214.8727>
- Amaya, C. et al. (2011). Modelado del proceso de desarrollo de productos en empresas del sector metalmeccánico de Barranquilla en la perspectiva de la Ingeniería Concurrente. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 21(21), 11-25–25.
- Antsev, V. Y. et al. (2017). Improvement in Production Process for Pipelines Manufacturing Based on Quality Management Method. *Procedia Engineering*, 206, 950–957. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.577>
- Baek, H., Jun, B.-H., Yoon, S.-M., & Noh, M. (2019). Study on Identification Procedure for Unidentified Underwater Targets Using Small ROV Based on IDEF Method. *Journal of Ocean Engineering and Technology*, 33(3), 289–299. <https://doi.org/10.26748/ksoe.2019.022>
- Bao, F., Chen, C., Chan, A. P. C., Martek, I., & Shrestha, A. (2019). Dynamic framework transfer model for public–private partnerships: Lessons from a China water sector case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(7), 1218–1239. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2018-0028>
- Bergamo, R. L. & Romano, L. N. (2016). *Agricultural Machinery and Implements Design Process: 4430*, 206–216.
- Bruno, G., & Villa, A. (2013). The exploitation of an ontology-based model of PLM from a SME point of view. In *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)* (Vol. 46, Issue 9). IFAC. <https://doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00141>
- Buchelli Lozano, G. A. y Marín Restrepo, J. J. (2012). Estimación de la eficiencia del sector metalmeccánico en Colombia: análisis de la frontera estocástica. *Cuadernos de Economía*, 31(58), 257-286.
- Carrillo-Verdún, J. y Rubio-Casallas, A. P. (2012). Modelo de Procesos Integrado de Gobernanza y Gestión de TI. *Revista de Métricas y Procesos*, 9(1), 29–45.
- Carro-Suárez, J. et al. (2017). Modelo del Proceso de Innovación mediante Factores Dinámicos y de Transferencia [Innovation Process Model by Dynamic and Transfer Factors]. *Conciencia Tecnológica*, (53), 5–15.

- Competitividad, C. P. de. (2019). Índice De Competitividad De Ciudades 2019 (C. P. de Competitividad (ed.); Consejo Pr). Consejo Privado de Competitividad. [https://compite.com.co/wp-content/uploads/2019/06/ICC\\_2019\\_V1\\_VWeb.pdf](https://compite.com.co/wp-content/uploads/2019/06/ICC_2019_V1_VWeb.pdf)
- Cordero, D.; Chacón, E.; Sañay, I. y Criollo, D. (2016). «Modelo de procesos para la automatización del área de producción en el sector de la industria cementera pública del Ecuador (MPIC)». *Ingenius*. N.º 16, (Julio-diciembre). pp. 51-63. ISSN: 1390-650X.
- Córdova Canela, F., & López Elizalde, E. C. (2013). Evaluación Tecnológica de dispositivos integrados de naturación y captación pluvial en la vivienda de México TT - Technological assessment of integrated devices of rainwater harvesting and green roofs for housing in Mexico. *Arquitectura y Urbanismo*, 34(1), 48–63. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-58982013000100005&lang=pt%0Ahttp://scielo.sld.cu/pdf/au/v34n1/au050113.pdf](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-58982013000100005&lang=pt%0Ahttp://scielo.sld.cu/pdf/au/v34n1/au050113.pdf)
- Curtis, B., Kellner, M., & Over, J. (1992). Process modeling. *Communications ACM*: 35 (9), 75-90.
- Feldman, C. (1998). The practical guide to business process reengineering using IDEF0. *Doreset house Publishing*.
- García, J., Ortín, J., Moros, B., & Ambrosio, J. (2007). De los procesos del negocio a los casos de uso. *Técnica administrativa*, 6 (4).
- García-Borgoñón, L. et al. (2014). Software process modeling languages: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 56(2), 103–116. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2013.10.001>
- García Mireles, G. y Rodríguez Jacobo, J. (2001). Aplicación del modelado de procesos en un curso de ingeniería de software. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 3 (2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol3no2/contenido-mireles.htm>
- Giraldo, J. A., y Pinilla, J. (2016). Simulación de Procesos de Negocios (BPSIM) como soporte didáctico en el aprendizaje de la gestión de procesos de servicio. *Formacion Universitaria*, 9(1), 99–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000100011>
- Gureev, A. A. & Trofimov, D. A. (2019). The improvement of «management of nonconformities and corrective actions» process in the design of the power supply system of tram lines». *Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019*, 1400–1402. <https://doi.org/10.1109/ElConRus.2019.8656762>
- He, G., Wang, G., & Liu, H. (2014). Sustainable construction project life-cycle management based on building information modeling. *Proceedings of the 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, 31–42. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-35548-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35548-6_4)
- Hernández, J. E. et al. (2009). Scamm-cpa: A supply chain agent-based modelling methodology that supports a collaborative planning process. *Innovar*, 19(34), 99–120.
- Hernández, E. M. P., Ramírez, M. A. F., & Conde, L. I. S. J. Diversificación Inteligente: Posibilidades de diversificación y sofisticación de la Industria Metalmeccánica en Colombia (2018). BANCOLDEX, Colombia

- Hernández, R., Fernández C. y Baptista, P. (2015). Metodología de la Investigación. 6° edición. México: Editorial McGraw Hil.
- IDEF: Métodos Integrados de Definición. (25 de marzo de 2020). IDEF. Obtenido de IDEF: [https://www.idef.com/idefo-function\\_modeling\\_method/](https://www.idef.com/idefo-function_modeling_method/)
- Islamova, O. V., & Zhilyaev, A. A. (2017). Implementation of the risk management principles in the model of business processes of machine-building enterprise. *Proceedings of the 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies", IT and QM and IS 2017*, 528–530. <https://doi.org/10.1109/ITMQ-IS.2017.8085877>
- Jeong, K. Y. et al. (2008). Integration of queuing network and IDEF3 for business process analysis. *Business Process Management Journal*, 14(4), 471–482. <https://doi.org/10.1108/14637150810888028>
- Jeong, K. Y., Wu, L., & Hong, J. D. (2009). IDEF method-based simulation model design and development. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 2(2 Special Issue), 337–359. <https://doi.org/10.3926/jiem.2009.v2n2.p337-359>
- Labarca, N. (2008). La competitividad en las empresas proveedoras de servicios del sector metalmecánico de la región zuliana. *Tendencias*, 9(1), 128-146.
- Lee, J. S., & Wang, Y. M. (2011). Model construction of pharmaceutical manufacturing processes using Petri nets. *Proceedings of the 2011 6th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2011*, 1354–1358. <https://doi.org/10.1109/ICIEA.2011.5975798>
- Li, Q., Gao, H., Yang, H., Wang, J., & Lei, Z. (2013). Research of application of IDEF on software reliability allocation. *QR2MSE 2013 - Proceedings of 2013 International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*, 473–476. <https://doi.org/10.1109/QR2MSE.2013.6625626>
- López-Uribe, J. R. et al. (2011). Expressão de Incertezas de um Sistema para Medição de Pressão Utilizando Modelagem IDEF0. *Pan American Health Care Exchanges, PAHCE 2011 - Conference, Workshops, and Exhibits. Cooperation / Linkages: An Independent Forum for Patient Care and Technology Support, canal 1*, 365–369. <https://doi.org/10.1109/PAHCE.2011.5871927>
- Lukic, D., Zivanovic, S., Vukman, J., Milosevic, M., Borojevic, S., & Antic, A. (2018). The possibilities for application of STEP-NC in actual production conditions. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(7), 3317–3328. <https://doi.org/10.1007/s12206-018-0634-6>
- Luo, J., Wong, S. F., Yang, Z. X., & Wong, P. K. (2011). An integrated modeling framework design to support product process in manufacturing enterprises. *Proceedings 2011 International Conference on System Science and Engineering, ICSSE 2011, June*, 455–460. <https://doi.org/10.1109/ICSSE.2011.5961946>
- Markovic, I., & Pereira, A. (2007). Towards a formal framework for reuse in business modelling. *International Conference on Business Process Management*, (págs. 384-495). Brisbane - Austria.
- Mejía E., F. A., Galofre Vasquez, M., & Silva Gómez, A. E. (2017). Characterization of the Export Booking Process through the IDEF0 method: in the context of the International Freight

- Forwarte/Caracterización del Proceso de Reserva de Exportación a través del método IDEF0: en el contexto del Agente de Carga Internacional. *Prospectiva*, 15(2), 40–50. <https://doi.org/10.15665/rp.v15i2.757>
- Mendling, J. et al. (2014). 25 Challenges of Semantic Process Modeling. *International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies: IJISEBC*, 1(1), 78–94.
- Montañez, J. R. (2017). Sector metalmecánico del departamento de Santander en el periodo 2010–2015. In Congreso Internacional en Administración de Negocios Internacionales.: CIANI 2017 (pp. 484-510). Universidad Pontificia Bolivariana.
- Panov, A. Y., & Kuznetsov, S. V. (2018). *Sistema automatizado de análisis de las razones y consecuencias de los defectos de Ingeniería Mecánica productos*.
- Pérez, S. (2016). *Procedimiento para la obtención de requerimientos funcionales*. 28-39. <http://eds.a.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=90a0ac67-f449-4ffb-bbad-4c49d8aa26a0%40sessionmgr4007>
- Rad, A. A. et al. (2009). An evaluation framework for business process modeling languages in healthcare. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 4(2), 1–19. <https://doi.org/10.4067/s0718-18762009000200002>
- Rolando, C., & Allán, A. (2010). *Modelado de procesos de trabajo intensivos en conocimiento. Una aplicación en la industria del software cubana*.
- Sarunyut, S. & Kessuvan, A. (2019). Value Chain and Customer's Perception towards Organic Livestock Foods. *2019 International Conference on Engineering, Science, and Industrial Applications, ICESI 2019*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICESI.2019.8863002>
- Van Rensburg, A., & Zwemstra, N. (1995). Implementing IDEF techniques as simulation modelling specifications. *Computers and Industrial Engineering*, 29(1–4), 467–471. [https://doi.org/10.1016/0360-8352\(95\)00118-K](https://doi.org/10.1016/0360-8352(95)00118-K)
- Wang, Z., Tang, Y. L., & Li, C. D. (2010). Industrial value chain modeling and technology elements analysis based on IDEF0. *Proceedings - 2010 IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE and EM2010*, 1675–1678. <https://doi.org/10.1109/ICIEEM.2010.5646078>
- Zanni, M., Sharpe, T., Lammers, P., Arnold, L., & Pickard, J. (2019). Developing a methodology for integration of whole life costs into BIM processes to assist design decision making. *Buildings*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/buildings9050114>
- Zapata-Ruiz, D. L., & Oviedo-Lopera, J. C. (2019). Modelo de Simulación de Alternativas de Productividad para Apoyar los Procesos de Toma de Decisiones en Empresas del Sector Floricultor Antioqueño. *Información Tecnológica*, 30(2), 57–72. <https://doi.org/10.4067/s0718-076420190002000057>
- Zarubin, S. G., & Deev, K. A. (2017). Process model of digital manufacturing. *Russian Engineering Research*, 37(8), 714–719. <https://doi.org/10.3103/S1068798X17080214>
- Zhao, Y. (2014). Network-based information management method for urban construction. *Proceedings - 2014 6th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2014*, 421–425. <https://doi.org/10.1109/ICMTMA.2014.104>

## Importancia del Centro Tecnológico para la productividad de MAHLE – Brasil







# Importancia del Centro Tecnológico para la productividad de MAHLE – Brasil

Alexander Zuleta Durango<sup>1</sup>

Yenny Alejandra Aguirre Álvarez<sup>2</sup>

Mauricio Montoya Peláez<sup>3</sup>

## Planteamiento de la situación

Se dice que la base del desarrollo de cualquier región es la educación en todos sus niveles. En el mundo moderno, ningún país, Estado, departamento o región será considerado desarrollado si no posee los siguientes elementos: en primer lugar, una economía sólida, lo cual se ve enmarcado o reflejado en el crecimiento del producto interno bruto (PIB); en segundo lugar, una base cultural fuerte que le permita a sus habitantes adaptarse a los nuevos contextos cambiantes que exige la globalización; en tercer lugar, y no menos importante, el establecimiento de una base tecnológica que le posibilite —a un país, Estado, departamento o región— afrontar los retos de la cuarta revolución industrial, la cual está dedicada a generar grandes cambios dentro de los diferentes sectores económicos. En conclusión, cualquier alternativa de desarrollo que se exprese o se contemple ejecutar en los diferentes países, solo es real cuando el objetivo es resolver problemáticas y transformar sociedades.

En esta línea, y en razón a que la mayoría de empresas del sector automotriz (ensambladoras) se enfrentan a los desafíos que exige una industria que está en constante evolución y modernización, algunas cuentan con altas

---

<sup>1</sup> Experimental Engineer at Brazil MAHLE Tech Center Research Engineer at Surface Phenomena Laboratory (LFS) - University of São Paulo, Brazil. Correo electrónico: alexanderzuleta12@gmail.com

<sup>2</sup> Coordinadora del Programa de Ingeniería Industrial, Institución Universitaria Salazar y Herrera. Correo electrónico: yenny.aguirre@salazaryherrera.edu.co

<sup>3</sup> Docente Investigador, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Correo electrónico: mmontoya@elpoli.edu.co

capacidades para autoabastecerse, teniendo al interior de sus estructuras organizacionales, centros tecnológicos o centros de Investigación y Desarrollo (I+D). Sin embargo, existen muchas empresas que no tienen la misma facilidad y capacidad o, en su defecto, prefieren adaptarse o hacer uso de modelos como *outsourcing* (tercerización, subcontratación, externalización), para llevar a cabo algunas actividades o desarrollos dentro de su organización. De ahí que la mejor alternativa es acudir a empresas externas con gran potencial tecnológico en áreas específicas, para formar alianzas estratégicas y de colaboración para el desarrollo de nuevos productos, mejoras en procesos productivos, con la respectiva calidad que exige cada componente. Un ejemplo de empresa que dentro de sus objetivos organizacionales tiene contemplado prestar servicios bajo el modelo de *outsourcing*, es MAHLE, empresa líder en el mercado automotriz, dedicada a la fabricación y comercialización de componentes de motores de combustión interna con la última tecnología y la más alta calidad, además de invertir en un constante y continuo proceso de investigación y desarrollo, convirtiéndose en un gran aliado para las diferentes empresas del sector, pensando en la conducción para la movilidad del futuro. Así como MAHLE, otras empresas que dentro de sus servicios ofertan la posibilidad del *outsourcing*, establecen mecanismos de protección tanto intelectual como legal, con el objetivo de preservar el conocimiento generado dentro de la organización, así como la relación con sus contratantes que, en ocasiones, exigen altos estándares de confidencialidad. Algunas de las cláusulas que se tiene en cuenta al momento del establecimiento de las cooperaciones o relaciones son: contratos de confidencialidad, contratos de exclusividad, manejo regulado de la información, prototipos, y *Know how*.

El Centro Tecnológico cuenta con cargos como el director y un grupo de gestores, quienes son jefes de cada área —Ingeniería Experimental, *Central Labs*, *Engine Test*, entre otras—. Adicionalmente se cuenta con los ingenieros y técnicos que conforman el grupo de colaboradores. En algunas ocasiones, se pueden crear proyectos a nivel global donde los ingenieros se forman como líderes (*Project Management*). Los técnicos, por su parte, son quienes ejecutan las actividades en los diferentes laboratorios (químico, metalografía, metrología, ensayos mecánicos, tribología, etcétera).

Como ejercicio de mejora continua, se propone un plan para la gestión del conocimiento y la información que favorezca el manejo responsable de lo que representa todo el capital intelectual para la empresa y sus aliados; así mismo, se propone la creación de un canal de divulgación dirigido a sus colaboradores con el fin de ser transparentes en cuanto a conocimientos y experticias se trata, y cómo pueden aportar en el quehacer diario previo establecimiento de lineamientos. Finalmente, por tratarse de tecnología y la más alta calidad, se busca que dentro de sus prácticas se apliquen una serie de principios orientados al incremento de los niveles de productividad.

## **Marco teórico**

Un parque tecnológico es un ambiente donde están instaladas diversas empresas de segmentos diferentes, que tienen la tecnología como punto crucial para los negocios (Fundação CERTI, 2020). La principal característica de un parque tecnológico es su gestión focalizada en la innovación, donde se establecen estrategias para la integración entre las empresas y las instituciones de investigación, donde además se puedan promover servicios especializados para apoyar la competitividad e innovación de sus integrantes en este ambiente.

Los parques tecnológicos mantienen su punto de equilibrio en la relación de sinergia entre tres agentes principales: la industria, las universidades y el poder público. En este sentido, la participación de las instituciones dedicadas a la investigación, es fundamental para la transferencia de conocimiento en la empresa privada, lo que favorece el surgimiento de nuevas tecnologías, en la búsqueda de mejoras para la sociedad.

## **Centros tecnológicos**

Con la iniciativa de crear la infraestructura necesaria que favorezca la convergencia de conocimientos, ideas y proyectos, en la promoción del desarrollo económico, social, tecnológico y ambiental en una región, es posible, además de tener parques tecnológicos, optar por recursos como centros tecnológicos de investigación y desarrollo, donde una determinada empresa decide con ayuda de recursos externos o bajo su propio capital, construir su propio centro

de I + D, presentando alternativas tecnológicas de solución a sus propios productos, con la capacidad para expandirse a otros mercados o a la prestación de servicios a terceros.

Lugares como un parque tecnológico o un centro de I + D son adecuados para promover eventos, conferencias, actividades en conjunto con las universidades y con grupos de investigación. Esto coadyuva en la creación de nuevas ideas, porque aumenta las oportunidades de innovación. Cuando existe colaboración, una idea inicial puede rápidamente volverse sólida y, quién sabe, surgir un nuevo modelo de negocios.

Saber cómo es un centro de I + D y conocer sus objetivos es importante, pero, ¿cómo son creados? Para su creación es necesario un conocimiento profundo sobre el ecosistema de innovación de la ciudad o región donde se planea su ubicación, de manera que opere con los objetivos para los cuales fue proyectado.

La iniciativa de creación de este tipo de centros I + D, o de parques tecnológicos, puede derivar, principalmente, de tres grupos: de las propias empresas, del gobierno o de inversionistas privados. Un centro de investigación y desarrollo puede ser construido a partir de una demanda de las propias empresas y de su necesidad de tener un ambiente para integración e innovación. Para los gobiernos, la ventaja de contar con un centro o un parque tecnológico es una inversión social y financiera para una ciudad que promueva la innovación; es, sin lugar a dudas, un factor diferencial que conlleva a la administración pública a otro nivel. Desde el punto de vista financiero, cuanto mayor número de empresas sean creadas, mejor para la recaudación de impuestos, creación de nuevos empleos y hasta la reputación de la ciudad.

Vale destacar que el surgimiento de nuevos parques tecnológicos y de centros de I + D no depende, necesariamente, de la cantidad de otros ambientes que existen en la misma región, pero sí de aprovechar las ventajas competitivas ofrecidas y la necesidad de crecimiento de determinada región. En este sentido, el poder público puede incluir el fomento de nuevos parques y centros como forma de actuación estratégica, coordinando, así, los esfuerzos de diferentes sectores en pro del progreso de la sociedad.

Grandes empresas del segmento de la construcción civil entienden el concepto de *parques y centros tecnológicos* como una inversión inmobiliaria diferente que genera valor para sus proyectos, siendo un valioso instrumento de desarrollo económico de una determinada región.

## Gestión del conocimiento

Se habla de gestión del conocimiento cuando las empresas estructuran ejercicios para transferir entre sus colaboradores la información, la experticia y los procedimientos necesarios para el logro de los procesos clave o que representan el *core business* de la empresa. La gestión del conocimiento tiene así el objetivo de fortalecer los procesos de formación, aprendizaje y desarrollo de los colaboradores, enriqueciendo, además, capacidades y competencias en torno a las tareas y las decisiones que estas implican, utilizando para ello orientación al logro, trabajo colaborativo, resolución de problemas que se van ajustando de acuerdo con la estructura jerárquica y planeación estratégica, definida por las políticas de la organización.

**Tabla 1.** *Tipos de conocimiento*

	Conocimiento explícito	Conocimiento tácito
Saber qué	<b>Información</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estadísticas y datos</li> <li>• Teorías</li> <li>• Red de contactos</li> </ul>	<b>Cultura</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores</li> <li>• Intuiciones</li> <li>• Opciones</li> </ul>
	Saber cómo	<b>Procedimientos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas internas</li> <li>• Manual del proceso</li> <li>• Experiencia y antecedentes</li> </ul>

Nota: se muestran los tipos de conocimientos divididos por explícito y tácito, además del saber qué y saber cómo. Fuente: (Bustelo & Amarilla, 2001)

Aquí la pregunta que surge es: ¿por qué se debe gestionar el conocimiento de las organizaciones? Para resolverla es importante aclarar que el conocimiento —el cual se divide en dos tipos tal como se muestra en la tabla 1— es un

recurso valioso para la empresa, que como tal debe ser adquirido, cuantificado, cualificado y al tratarse de uno de tipo intangible, suele tener un tratamiento diferente, lo que requiere, además, ser capitalizado; de este modo, queda dividido en tres tipos:

- Capital humano: lo constituyen los conocimientos, habilidades, experiencias de los empleados individuales de la organización;
- Capital estructural: son los equipos, programas, bases de datos, estructura organizativa y todo lo que forma parte de la capacidad organizacional de una empresa («todo lo que se queda en la oficina cuando los empleados se van a su casa» (Tapia, 2016));
- Capital cliente: se trata del fruto del desarrollo de relaciones con los clientes claves de una organización.

Para el logro de la gestión del conocimiento es deseable que en las empresas se consideren aspectos como:

- a. ¿Cómo es la gestión de la información? Entendiendo este concepto como el proceso interno de la empresa para obtener, administrar, guardar y dar flujo a los datos que en ella se manejan;
- b. ¿Cómo es la gestión de los recursos humanos? Con esto se abordan contextos de motivación, entrenamiento, clima y cultura organizacional que propicien escenarios para la generación de aportes por parte de los colaboradores;
- c. ¿Cómo es la medición de este recurso intangible? Es aquí donde el ejercicio documental juega un papel importante, el dejar referencias e históricos permite la mejora continua y con ella una gestión transparente que permitirá seguimiento y trazabilidad del conocimiento.

En virtud de lo anterior, y en la búsqueda de respuesta a la pregunta inicial que se origina tras este concepto, podemos decir que las empresas han comprendido la necesidad de realizar no solo gestión del conocimiento, sino que, además, incurre en conceptos como *sociedad del conocimiento*, *generación de conocimiento* y *economía del conocimiento*, de forma tal que pueda agregar valor a su propuesta de servicio, convirtiendo el conocimiento en su mejor aliado.

## I+D+i

Representa los ejercicios de investigación, desarrollo e innovación en los procesos, en donde los requerimientos esenciales no se vinculan de manera exclusiva con la tecnología y sus aplicaciones.

En beneficio de la discusión, es importante primero anotar en qué consiste cada uno de los términos que componen esta sigla. Según Ruta N (2020, p.01):

“Investigación: es la parte del proceso en la que los científicos e investigadores inventan. Se trata de la indagación original que busca descubrir nuevos conocimientos y la comprensión de un asunto específico del ámbito científico y tecnológico. Los resultados son susceptibles de ser patentados para la explotación comercial futura.

Desarrollo: es la sistematización de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico para la fabricación de nuevos materiales, dispositivos, productos, servicios o para el diseño de nuevos procesos o sistemas de producción, así como para la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes. Aquí se obtiene el *know how* o «saber hacer» y se desarrollan los prototipos.

Innovación: aparece cuando los resultados del desarrollo son viables, y se trata de la aplicación de esos procesos o sistemas en un producto o servicio puesto en el mercado, que muestre un avance tecnológico o una mejora de lo que ya existe. En este punto del proceso de I+D+i es en el que se realizan las inversiones para producir en serie y se observa si el mercado acepta este innovador producto o servicio.”

El I+D+i, sigue una serie de pasos sistémicos que permite que su proceso sea efectivo, siendo claro, además, que no es solo una fase para la organización, debe ser transversal y aplicable a cada proceso. Este concepto va desde la identificación de una necesidad (muchas veces la necesidad incluso es creada), pasa por la gestación de la idea, prototipos de desarrollo, testeos, ajustes y comercialización; todo esto de forma articulada con los diferentes actores involucrados —colaboradores, clientes, industria, academia, gobierno, patrocinadores, entre otros—.

En las organizaciones existen áreas dedicadas única y exclusivamente a la I+D+i, las cuales tienen como objetivo la gestión de estructuras y la apropiación de procesos sistemáticos que se ajustan al saber hacer de la empresa y su propuesta de valor. De esta manera, se cumplen una serie de tareas encaminadas a potencializar las capacidades, no solo tecnológicas, sino humanas y de conocimiento de la empresa, y con ello incrementar su productividad y competitividad. También se caracterizan por la ejecución de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación, con miras a la adaptación de tendencias y, por qué no, ser pioneros en conceptos o aplicaciones.

## Principios de calidad

Según la norma ISO 9001, la calidad es el grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos, y para ello establecen ocho principios de gestión que permiten el logro de la calidad, buscando eliminar la subjetividad que este concepto representaría de no tener claridad en la definición de requerimientos. Los ocho principios son (CPS, 2012, p. 01):

1. *Principio 1. Enfoque al cliente:* las organizaciones dependen de sus clientes, por lo tanto deben comprender sus necesidades actuales y futuras, satisfacer sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.
2. *Principio 2. Liderazgo:* los líderes establecen la unidad de propósito y la orientación de la organización. Deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse en el logro de los objetivos de la organización.
3. *Principio 3. Participación del personal:* el personal, a todos los niveles, es la esencia de la organización, y su total compromiso posibilita que sus habilidades sean usadas para el beneficio de la organización.
4. *Principio 4. Enfoque basado en procesos:* un resultado deseado se alcanza más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.
5. *Principio 5. Enfoque de sistema para la gestión:* identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos.



6. *Principio 6. Mejora continua:* la mejora continua del desempeño global de la organización, debe de ser un objetivo permanente de esta.
7. *Principio 7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones:* las decisiones eficaces se basan en el análisis de los datos y en la información previa.
8. *Principio 8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor:* una organización y sus proveedores son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa aumenta la capacidad de ambos para crear valor.

Sin embargo, no son los únicos principios de calidad establecidos en el medio. Empresas como MAHLE han definido lo que para ellos representan los quince principios de calidad, presentes en sus procesos internos de gestión, para el incremento de la calidad. Tienen un soporte sobre lo que para ellos es su política de servicio. Dichos principios se muestran en la figura 1.

**Figura 1.**

*Principios de calidad para la empresa MAHLE*

<p><b>Disponibilidad de las herramientas</b></p>  <p>La producción se realizará solo con herramientas sujetas a control y mantenimiento, y que estén listas para usar.</p>	<p><b>Equipos de medición</b></p>  <p>Se usarán exclusivamente equipos de medición controlados, y se utilizarán de acuerdo a las normas.</p>	<p><b>Puesta a punto</b></p>  <p>Las máquinas y los equipos se ajustarán de acuerdo a las normas y parámetros autorizados.</p>	<p><b>Mantenimiento</b></p>  <p>Se definirán y cumplirán las normas de mantenimiento.</p>	<p><b>Reinicio de la producción</b></p>  <p>En todas las interrupciones de la producción se seguirá un proceso claro para un reinicio controlado.</p>
<p><b>Instrucciones de</b></p>  <p>Se implementarán y seguirán todas las instrucciones de trabajo.</p>	<p><b>Aptitudes y capacitación</b></p>  <p>Todos los empleados estarán capacitados y serán competentes para cumplir los requisitos de su puesto de trabajo.</p>	<p><b>Identificación</b></p>  <p>Todos los materiales, productos y envases estarán identificados de acuerdo al estándar (incluidas las piezas remanentes).</p>	<p><b>Piezas de ajuste</b></p>  <p>Se definirán y cumplirán las normas para el uso de las piezas de ajuste.</p>	<p><b>Piezas caídas</b></p>  <p>Las piezas caídas se eliminarán como desechos.</p>
<p><b>Desechos y retrabajo</b></p>  <p>Se definirán y cumplirán las normas para los desechos y retrabajos.</p>	<p><b>Control de procesos</b></p>  <p>Se controlarán todos los parámetros definidos, y cualquier desviación requerirá medidas correctivas.</p>	<p><b>Aseguramiento de la calidad</b></p>  <p>Se implementarán, comprobarán y verificarán regularmente todas las medidas de aseguramiento de la calidad.</p>	<p><b>Parada por defectos</b></p>  <p>Si se produce alguna desviación respecto a la especificación, el empleado detendrá el proceso o informará la falla.</p>	<p><b>Resolución de problemas</b></p>  <p>Las medidas para resolver los problemas se visualizarán y se realizará un seguimiento en el área de producción.</p>

Nota: se muestra el nombre, esquema y definición de cada uno de los 15 principios de calidad para la empresa MAHLE. Fuente: MAHLE (2019a)

## Marco contextual

MAHLE, empresa líder mundial en componentes para motores, fue fundada en 1920, en Stuttgart (Alemania), por los hermanos Hermann y Ernst Mahle, para la producción de pistones de aleaciones livianas. Hoy tiene fábricas localizadas en Europa, Estados Unidos, México, China, India, Japón, Argentina y Brasil, a lo que se suman dieciséis centros integrados de investigación alrededor del mundo (MAHLE, 2020). En 1951 Ernst Mahle llega a Brasil y se vuelve socio fundador de la empresa Metal Leve estableciendo una sólida relación industrial y suministrando tecnología para el inicio de las actividades.

MAHLE está operando desde la década de 1950, contando con una amplia variedad de productos y soluciones integradas. Es un socio y proveedor de desarrollo internacional, líder en la industria automotriz, así como una tecnología pionera y de conducción para la movilidad del futuro dedicada a la fabricación y comercialización de componentes de motores de combustión interna. Ya en las décadas de los 80 y los 90, MAHLE adquirió el control de acciones de varias empresas del sector automotriz, hasta que en el año 2004 fue constituida la empresa MAHLE Metal Leve GmbH, con sede en Austria.

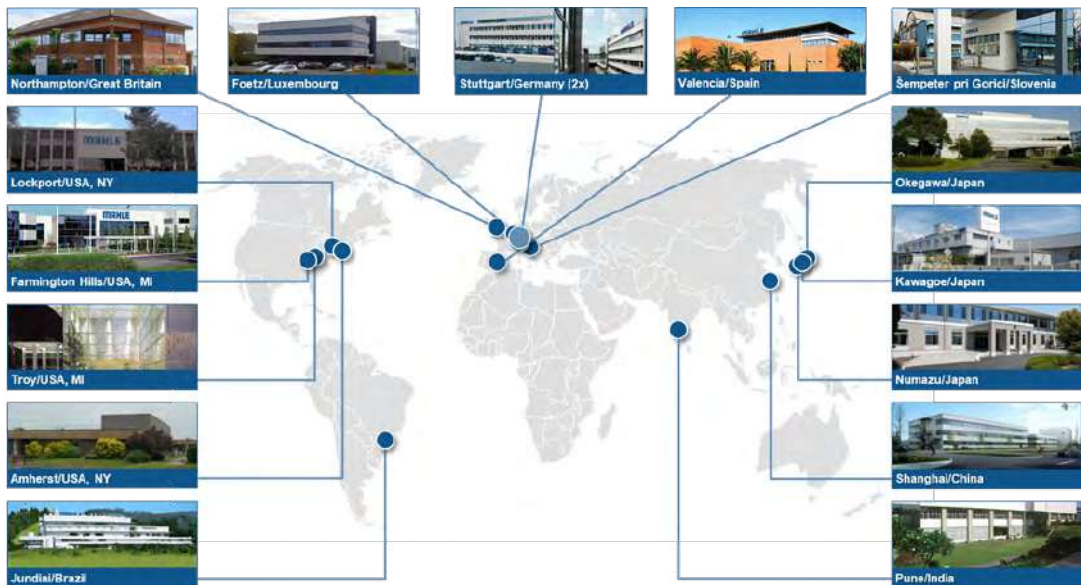
De forma continua, MAHLE optimiza el motor de combustión e impulsa el uso de combustibles alternativos y sienta las bases para una amplia aceptación e introducción de la movilidad eléctrica en todo el mundo. Son estas algunas de las razones por la que de modo sistemático se está adoptando una doble estrategia para investigación y desarrollo. Para una mayor optimización del motor de combustión interna, mantiene varios centros tecnológicos en todo el mundo trabajando intensivamente con investigación y desarrollo para componentes como pistones, bielas, camisas de cilindro, anillos, cojinetes, bujes, tren de válvulas, filtros, radiadores, condensadores, compresores y aire acondicionado.

En la actualidad, MAHLE figura entre las diez empresas más grandes del mundo en el campo, con presencia en todos los principales mercados mundiales. En el año 2019 contaba con un total de setenta y siete mil empleados en más de ciento setenta plantas industriales y con dieciséis centros de investigación y desarrollo (figura 2) en Alemania, Reino Unido, Estados Unidos,

Japón, China, India y Brasil; cifras a las que se suman los más de cinco mil profesionales, entre ingenieros, investigadores y técnicos, todos ellos trabajando en futuros modelos, conceptos, productos y sistemas (MAHLE, 2020).

**Figura 2.**

*Centros de I + D MAHLE en el mundo*



Nota: imagen de los diferentes Centros de I+D de la empresa MAHLE en el mundo. Fuente: MAHLE (2019b).

En América Latina, MAHLE tiene cinco plantas en el estado de São Paulo, y una en el estado de Minas Gerais, además de una unidad en Argentina. En 2008, MAHLE inauguró un nuevo Centro Tecnológico en Brasil, ubicado en Jundiaí (São Paulo), considerado el más moderno y bien equipado centro de investigación y desarrollo de tecnología para motores (figura 3). Este centro cuenta con laboratorios de soporte de I + D, así como con varios bancos de pruebas de motores ciclo Otto, Diesel y NVH (*Noise, Vibration and Harshness*).

**Figura 3.**

*Centro Tecnológico MAHLE Brasil.*



Nota: estructura del Centro Tecnológico MAHLE Brasil, mostrando cada uno de los niveles en su infraestructura física. Fuente: MAHLE, 2019c

En el caso del sector automotriz en Brasil, principalmente en la región de São Paulo, el centro tecnológico MAHLE es una de las grandes alternativas para todas las ensambladoras y marcas de automóviles que existen en el país. Estar en la misma región de las grandes marcas, permite que existan proyectos en conjunto, contratos por servicios especializados y oportunidades de identificar opciones de nuevos mercados, productos y servicios pensando en el bienestar de la sociedad. La integración entre las empresas, aun siendo de segmentos completamente diferentes, ayuda a crear un ambiente de innovación mucho más amplio.

Tener una empresa incluida en este contexto, ayuda a su reconocimiento, una vez que el principal objetivo de cualquier negocio es ser visto y recordado por potenciales clientes. El disponer de un lugar donde se encuentran instaladas diversas empresas llama la atención del mercado y de la población. En este sentido, un parque tecnológico o un centro de investigación y desarrollo es capaz de crear una red de indicaciones de clientes y armonizar las relaciones entre las empresas.

El grupo MAHLE, que tiene una actuación global, posibilita compartir conocimiento, suministrar y tener acceso constante a tecnologías de última generación, así como actuar conjuntamente con sus clientes en el desarrollo de nuevos productos, siendo este un factor fundamental para el alto nivel de confiabilidad y fidelización de los diversos clientes en el mundo. Lo anterior, dada la cantidad de productos y versiones diferentes para cada uno de los modelos de motores y vehículos que MAHLE soporta a nivel mundial, buscando con ello tener un mejor control de calidad, y pensando en la validación y productividad de los componentes, conlleva a la utilización de este tipo de centros de investigación y desarrollo.

La realidad de los parques y centros tecnológicos en Brasil muestra una clara evolución en ese segmento, pasando de diez en el año 2000 a más de cien en 2017. Un levantamiento realizado por el Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) muestra una gran concentración de estos parques y centros en las regiones sur y sureste del país, pero con activa presencia en todas las regiones brasileras, lo que revela un importante indicativo de avances en el sector (Fundação CERTI, 2020). Otro aspecto importante son los impactos de los parques y centros tecnológicos brasileros en las diversas regiones en que están instalados, sobre todo aquellos relacionados con el desarrollo económico regional, la creación de nuevas patentes y la creación y apertura de nuevas empresas y vacantes de trabajo, tanto para profesionales recién graduados como para profesionales calificados y con experiencia.

Cabe resaltar que en este último aspecto los parques y centros tecnológicos llaman más la atención. De acuerdo con un estudio realizado sobre la tasa de desempleo en Brasil, se pudo identificar que hubo un aumento



del 7,1 para el 12,7% entre 2013 y 2017, pero el número de personas contratadas por las empresas que pertenecían a este tipo de parques y centros aumentó 6,6%.

Otros beneficios como el aumento de la competitividad regional y la atracción y retención de profesionales calificados, también se destacan como grandes ventajas.

Con relación a las grandes áreas de actuación de los parques tecnológicos y de los centros I + D, estos son excelentes emprendimientos con foco en la investigación e innovación de diversos sectores de la industria como son la tecnología de la información, la energía y la biotecnología.

En cuanto a los grandes retos y desafíos de los diferentes parques tecnológicos y centros de investigación y desarrollo en el futuro están:

- Aumentar la economía de los diferentes países;
- Mayor aproximación entre la comunidad científica y el mercado;
- Mayores iniciativas para fomentar la cultura de la innovación, investigación y desarrollo en las empresas locales;
- Nuevas medidas de atracción e integración de empresas;
- Generar la necesidad de recursos financieros para la contratación de profesionales en diversas áreas, el mantenimiento y la expansión de la infraestructura y equipos tecnológicos.

## **Solución a la problemática**

Considerando este caso de estudio, a continuación se expone una solución a la problemática, siguiendo una serie de fases.

### ***Fase A***

Diagnóstico del estado actual de la gestión del conocimiento e I+D+i en el Centro Tecnológico de la empresa MAHLE

Luego de leer la información planteada al inicio del caso, se diligencia la tabla 2, correspondiente al diagnóstico del estado actual de la gestión del conocimiento e I+D+i, en el Centro Tecnológico de la empresa MAHLE, dirigido a

los líderes de proceso; y la tabla 3 es el diagnóstico dirigido a los colaboradores de la empresa. Este diagnóstico permite conocer las condiciones actuales de la gestión del conocimiento, en términos de captación, generación, utilización, retención y transferencia de conocimiento.

**Tabla 2.**

*Diagnóstico dirigido al líder de proceso*

<b>Preguntas abiertas</b>
<b>Conteste cada una de las siguientes preguntas</b>
<p><b>1. ¿Cuál es la función del Centro Tecnológico?</b></p> <p>En el caso del sector automotriz en Brasil, principalmente, en la región de São Paulo, el Centro Tecnológico de MAHLE es una de las grandes alternativas para todas las ensambladoras y marcas de automóviles que existen en el país.</p>
<p><b>2. ¿Qué acciones realiza en pro de la innovación?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establece estrategias para la integración entre las empresas con las instituciones de investigación;</li> <li>- Brinda servicios especializados para apoyar la competitividad e innovación de sus integrantes en este ambiente;</li> <li>- Promueve eventos, conferencias, actividades en conjunto con las universidades y grupos de investigación, etc., como plataformas para la generación de ideas.</li> </ul>
<p><b>3. ¿Qué acciones clasifica como gestión de conocimiento?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo económico regional;</li> <li>- La creación de nuevas patentes;</li> <li>- La creación y apertura de nuevas empresas y vacantes de trabajo, tanto para profesionales recién graduados como para profesionales calificados y con experiencia.</li> </ul>
<p><b>4. Genere la lista de los aspectos positivos para la gestión del conocimiento en el Centro Tecnológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalece los procesos de formación, aprendizaje y desarrollo de los colaboradores;</li> <li>- Enriquece las capacidades y competencias en torno a las tareas y las decisiones que estas implican;</li> <li>- Además, desarrolla para ello orientación al logro, trabajo colaborativo, resolución de problemas que se van ajustando de acuerdo con la estructura jerárquica y planeación estratégica definida por las políticas de la organización.</li> </ul>

**5. Genere la lista de los aspectos negativos para la gestión del conocimiento en el Centro Tecnológico**

No se identifican aspectos negativos particulares; solo propuestas de mejora para fortalecer el flujo responsable en el manejo de la información.

**6. ¿Qué acciones realiza para captar y transferir el conocimiento entre sus colaboradores?**

Formación y jornadas de actualización.

**7. ¿Cómo se maneja la información confidencial que se genera en el Centro Tecnológico?**

- Contratos de confidencialidad;
- Contratos de exclusividad;
- Manejo regulado de la información;
- Prototipos;
- *Know how*.

**8. ¿Qué acciones realiza para formar, capacitar y promover la generación de conocimiento?**

*Workshops* internos, plataformas intranet, capacitación en temas técnicos particulares.

**9. ¿Qué recursos tiene a disposición en el Centro Tecnológico para la gestión del conocimiento?**

- Entre otras:
- Ingeniería Experimental;
- Central Labs;
- Engine Test.

**10. ¿Cómo impacta la gestión del conocimiento en la productividad del Centro Tecnológico?**

Por la cantidad de productos y versiones en cada uno de los modelos de motores y vehículos que MAHLE soporta a nivel mundial, se busca tener un mejor control de calidad, validando y, con ello, incrementando los niveles de productividad de los componentes, utilizando para ello I+D+i.

Nota: este esquema muestra las 10 preguntas que se realizan al líder de proceso. Fuente: Los autores



**Tabla 3.**

*Diagnóstico dirigido a los colaboradores*

<b>Preguntas cerradas</b>					
<b>Califique de 1 a 5 los siguientes aspectos,</b>					
<b>siendo 1 la calificación más baja y 5 la calificación más alta</b>					
Aspecto	1	2	3	4	5
1. Nivel de manejo de la confidencialidad de la información en el Centro Tecnológico					x
2. Nivel de capacitación para potencializar la gestión del conocimiento				x	
3. Nivel de apoyo del Centro Tecnológico para el I+D+i					x
4. Nivel de aprovechamiento del conocimiento externo al Centro Tecnológico					x
5. Nivel de promoción para la transferencia del conocimiento interno al Centro Tecnológico				x	
6. Nivel de uso de TIC para la gestión del conocimiento					x
7. Nivel de calidad en los procedimientos empleados en el Centro Tecnológico					x
8. Nivel de pasantías para formación en el extranjero con aliados estratégicos				x	
9. Nivel de recursos empleados para la gestión del conocimiento					x
10. Nivel de medición de la gestión del conocimiento del Centro Tecnológico					x

Nota: esquema que muestra las 10 preguntas que se realizan a los colaboradores de proceso.

Fuente: Los autores

### ***Fase B***

Modelo para el Plan de Gestión del Conocimiento para el Centro Tecnológico de la empresa MAHLE

Con base en los resultados obtenidos del diagnóstico generado en la Fase A, proponga un modelo para el Plan de gestión del conocimiento para el Centro Tecnológico de la empresa MAHLE. Para ello diligencie la tabla 4. El objetivo de este plan, el cual consiste en disponer de una herramienta clara y estructurada para orientar a líderes y colaboradores en la gestión del conocimiento empresarial, está dividido en aspectos como identificación del conocimiento, creación de conocimientos, almacenamiento de conocimientos, compartir el conocimiento, motivación y comunicación (Villatoro, 2011).

**Tabla 4.**

*Plan de gestión del conocimiento para el Centro Tecnológico de la empresa MAHLE*

<b>I. Identificación del conocimiento</b>			
<b>Objetivo:</b> identificar que se quiere lograr y cuál es el conocimiento que se requiere para esto.			
Acción	Responsable	Frecuencia	Indicador
Creación de mapas de conocimiento	Gestores	Cada que ingresa un nuevo perfil	Mapa de conocimiento disponible
Identificación e implementación del rol de agente de conocimiento	Director	Mensualmente	Agentes de conocimiento identificados
Creación de un inventario de capacidades	Gestores	Semestralmente	Inventario de capacidades
<b>II. Creación del conocimiento</b>			
<b>Objetivo:</b> generar una fuente de información y contenido de experiencias previas en proyectos anteriores, que permitan disponer de medios para obtener soluciones a problemas			
Acción	Responsable	Frecuencia	Indicador
Programación de taller sobre el manejo de equipos y herramientas	Ingenieros	A requerimiento	Taller programado, número de asistentes
<i>Workshops</i> internos	Ingenieros	A necesidad	Asistentes al curso, porcentaje de empleados que han alcanzado la nota mínima del curso
Creación de espacios para discusión de problemas sobre productos de la empresa	Gestores	Semanalmente	Espacios de discusión generados
Crear un banco de información por proyecto para las diferentes áreas	Gestores	Mensualmente	Banco de información disponible
Publicar contenidos de acuerdo a los avances	Director	A requerimiento	Información publicada
Documentar el <i>Know How</i>	Ingenieros - Técnicos	Mensualmente	<i>Know How</i> documentado
Promover el uso de la intranet	Gestores	Semanalmente	Número de empleados que utilizan la intranet
<b>III. Almacenamiento de conocimientos</b>			
<b>Objetivo:</b> disponer de estrategias para la administración de conocimientos e información generada en el Centro Tecnológico.			

Acción	Responsable	Frecuencia	Indicador
Actualización de la intranet	Gestores	Semanalmente	Sitio disponible
Disponer de espacios para conocer la opinión de los colaboradores <i>on line</i> , sitio web, etc.	Director	Semanalmente	Espacios en línea

#### IV. Compartir el conocimiento

**Objetivo:** transferir el conocimiento a todos los empleados, motivando para la transferencia de conocimiento entre áreas.

Acción	Responsable	Frecuencia	Indicador
Programación <i>Workshops</i> internos	Gestores - Ingenieros	Trimestralmente	<i>Workshop</i> programado, número de asistentes
Actualizar la intranet con información de interés y recomendaciones de formación	Director	Trimestralmente	Plan actualización
Presentar un programa para la captación y desarrollo de conocimiento entre los colaboradores	Director - Gestores	Semestralmente	Ideas generadas
Gestionar pasantías que permitan la transferencia de conocimiento	Director - Gestores	Anualmente	Número de pasantías programadas, número de asistentes

#### V. Motivación

**Objetivo:** Promover el proyecto de gestión del conocimiento y mantener a los empleados informados del estado del proyecto.

Acción	Responsable	Frecuencia	Indicador
Programación de día de lanzamiento del proyecto de GC	Gestores	Semestralmente	Evento programado, N.º de asistentes
Creación de un boletín electrónico para la divulgación de ventajas y estado del proyecto	Gestores	Mensualmente	Boletín distribuido, N.º de empleados que leen el boletín
Propuesta de reconocimiento al personal que participa en el proyecto	Gestores	Semestralmente	Propuesta hecha
Propuesta de reconocimiento a los empleados que más utilizan las herramientas de apoyo a la GC	Gestores	Semestralmente	Propuesta hecha

Nota: esquema que muestra los 5 pasos que componen el Plan de gestión del conocimiento para el Centro Tecnológico de la empresa MAHLE. Fuente: Los autores. Adaptado de Villatoro (2011).

### **Fase C**

Plan de divulgación para la empresa del modelo de gestión del conocimiento propuesto

Continuando con el ejercicio, ahora se construye un método de divulgación para el Plan de gestión del conocimiento del Centro Tecnológico de la empresa MAHLE propuesto en la Fase B, tal como se muestra en la tabla 5. Este se realiza con el objetivo de dar a conocer dicho plan de gestión de conocimiento construido con el fin de involucrar y hacer partícipes a todos los colaboradores del Centro Tecnológico.

**Tabla 5.**

*Plan de divulgación del modelo de gestión del conocimiento Centro Tecnológico MAHLE*

<b>Acción</b>	<b>Canal</b>	<b>Responsable</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Estrategia</b>
Boletín electrónico que consolide las noticias más importantes de cada área	Intranet	Director	Actualizar en contenidos de información, además de canal de reconocimiento	Boletín distribuido, N.º de empleados que leen el boletín
Creación de <i>Workshops</i> de conocimiento	Espacios físicos	Gestores	Facilitar todas las herramientas para encuentros de conocimiento	<i>Workshops</i> disponibles
Habilitar buzones de sugerencias	Físicos y virtuales	Director	Abrir canales de comunicación	Buzones disponibles
Publicación de indicadores de la empresa	Electrónico, en la intranet	Director	Abrir canales de comunicación	Indicadores publicados
Diseñar encuestas <i>on line</i> de satisfacción para clientes	<i>On line</i> al finalizar una experiencia de usuario	Director	Medir los índices de calidad	Encuestas contestadas
Estructurar encuestas <i>on line</i> de opinión para proveedores	<i>On line</i> al finalizar una experiencia de usuario	Director	Medir los índices de calidad	Encuestas contestadas

Nota: esquema que muestra las 6 acciones propuestas para la Plan de divulgación del modelo de gestión del conocimiento Centro Tecnológico MAHLE. Fuente: Los autores. Adaptado por Villatoro (2011).
















**Fase D**

Aplicación de los 15 principios de calidad de la empresa MAHLE para garantizar las buenas prácticas

Finalmente, aplique los quince principios de calidad de la empresa MAHLE propuestos en la figura 4, teniendo en cuenta el Plan de gestión del conocimiento, con el objetivo de garantizar las buenas prácticas. Califique de 1 a 5 cada uno de los principios, teniendo en consideración la siguiente escala: 1. No Aplica, 5. Aplica:

**Figura 4.**

*Principios de calidad*

<p><b>Disponibilidad de las herramientas</b></p>  <p>La producción se realizará sólo con herramientas sujetas a control y mantenimiento, y que estén listas para usar.</p>	<p><b>Equipos de medición</b></p>  <p>Se usarán exclusivamente equipos de medición controlados, y se utilizarán de acuerdo a las normas.</p>	<p><b>Puesta a punto</b></p>  <p>Las máquinas y los equipos se ajustarán de acuerdo a las normas y parámetros autorizados.</p>	<p><b>Mantenimiento</b></p>  <p>Se definirán y cumplirán las normas de mantenimiento.</p>	<p><b>Reinicio de la producción</b></p>  <p>En todas las interrupciones de la producción se seguirá un proceso claro para un reinicio controlado.</p>
1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
<p><b>Instrucciones de</b></p>  <p>Se implementarán y seguirán todas las instrucciones de trabajo.</p>	<p><b>Aptitudes y capacitación</b></p>  <p>Todos los empleados estarán capacitados y serán competentes para cumplir los requisitos de su puesto de trabajo.</p>	<p><b>Identificación</b></p>  <p>Todos los materiales, productos y envases estarán identificados de acuerdo al estándar (incluidas las piezas remanentes).</p>	<p><b>Piezas de ajuste</b></p>  <p>Se definirán y cumplirán las normas para el uso de las piezas de ajuste.</p>	<p><b>Piezas caídas</b></p>  <p>Las piezas caídas se eliminarán como desechos.</p>
1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
<p><b>Desechos y retrabajo</b></p>  <p>Se definirán y cumplirán las normas para los desechos y retrabajo.</p>	<p><b>Control de procesos</b></p>  <p>Se controlarán todos los parámetros definidos, y cualquier desviación requerirá medidas correctivas.</p>	<p><b>Aseguramiento de la calidad</b></p>  <p>Se implementarán, comprobarán y verificarán regularmente todas las medidas de aseguramiento de la calidad.</p>	<p><b>Parada por defectos</b></p>  <p>Si se produce alguna desviación respecto a la especificación, el empleado detendrá el proceso e informará la falla.</p>	<p><b>Resolución de problemas</b></p>  <p>Las medidas para resolver los problemas se visualizarán y se realizará un seguimiento en el área de producción.</p>
1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5

Nota: se muestra la valoración que se da a cada uno de los 15 principios de calidad de acuerdo al caso. Fuente: MAHLE (2019a).

## Conclusiones y análisis

De acuerdo con los diferentes lineamientos planteados en la sección anterior, es posible concluir, respecto al desarrollo de la metodología implementada para la solución en el caso específico de la empresa MAHLE: la mejor alternativa fue construir e implementar un centro tecnológico que ayudara a dar el soporte en las líneas de I + D, ingeniería experimental, laboratorios de caracterización, instrumentación, simulación, metrología, validación y una serie de bancos dinamométricos para motores ciclo Otto o Diesel, además de evaluación de NVH (*Noise, Vibration and Harshness*).

Dentro de las soluciones alcanzadas o esperadas con la implementación del centro tecnológico, se encuentran su aporte en la validación y aprobación de nuevos prototipos para componentes de motores, siguiendo las normativas y exigencias del mercado, además de incursionar en nuevos procesos, desarrollo de patentes y nuevas tecnologías del sector automotriz, como motores eléctricos e híbridos para vehículos de pasajeros y de carga.

El área de ingeniería experimental, por su parte, con sus diferentes laboratorios de componentes, simulación, químico, caracterización de materiales y las bancadas de ensayos, se encarga de brindar el soporte necesario para validar prototipos de componentes, productos terminados, cambios en procesos de fabricación, etc. Los diferentes bancos dinamométricos facilitan el control sobre los motores, lo cual permite obtener resultados confiables para la validación de componentes, combustibles y aceites lubricantes.

Resumiendo, los objetivos alcanzados con la implementación del centro tecnológico y sus diversos laboratorios, además del personal calificado para cada una de las actividades, fueron:

- Con la implementación del centro tecnológico en Brasil, se redujeron los tiempos de validación y verificación del comportamiento de componentes y de motores;
- El uso de bancadas para ensayos y de los bancos dinamométricos permite tener resultados de una forma más rápida y ágil sobre el comportamiento de diversos componentes;

- Con la aplicación de los protocolos de ensayo, tanto para motores como para componentes, se obtuvo una reducción significativa en los costos de validación, tanto de nuevos procesos como de nuevos productos MAHLE, siempre con la más alta calidad.

La gestión del conocimiento representa una estrategia fundamental para fortalecer la permanencia de la organización en el medio. Comprender y gestionar sus conocimientos amplía las posibilidades de adaptación a las tendencias requeridas por el mercado y con ello brindar alternativas a los colaboradores de la empresa inculcando modelos tales como:

- Sociedad del conocimiento: el cual consiste en el aprendizaje y en la formación para promover espacios creativos;
- Generación de conocimiento: representa modelos para el diseño, creatividad y prototipado, todo documentado para la transferencia entre colaboradores;
- Economía del conocimiento: representa el valor monetario que el conocimiento implica.

El conocimiento explícito, entonces, requiere de estadísticas, datos, teorías y redes de contactos que componen la información, lo cual deberá ser documentado en políticas internas, manuales de proceso, experiencias y antecedentes en la empresa. De otro lado, el conocimiento tácito, muestra valores, intuiciones y opiniones que revelan la cultura organizacional, reflejado en el día a día a través de las experiencias personales de los colaboradores y de los grupos expertos.

En relación con la I+D+i no solo deben ser áreas dentro de las organizaciones, sino que deben representar filosofías para la conservación y promoción del conocimiento, con miras a la resolución de problemas; aquí la tecnología se convierte en un medio para la adaptación y aplicación de teorías a las necesidades sociales.

La visión organizacional debe procurar escenarios para el incremento de la productividad y competitividad, y es la I+D+i la llamada a ser aliada en este ejercicio. Sinergias entre la universidad, la empresa y el Estado apalancan y hacen posible la generación de escenarios que viabilicen las propuestas de transformación social, creando beneficios como:

- Incremento de los niveles de productividad y competitividad de la empresa;
- Participar en proyectos de inversión que mejoren las condiciones organizacionales;
- Fomentar la gestión y transferencia del conocimiento y las oportunidades de los colaboradores de la empresa;
- Diálogo permanente con los diferentes actores sociales: universidad, industria, Estado, centros tecnológicos, sociedad;
- Marcar tendencias locales, regionales y nacionales en términos de innovación en un entorno globalizado;
- Actualizar el marco normativo para apoyar el I+D+i en las industrias y sus aliados.

En cuanto a los principios de calidad, es importante concluir que sea cual sea la política de calidad que se adopte en la empresa, estos deben entrelazarse con las normativas de investigación, desarrollo, innovación y la gestión del conocimiento que ello representa, considerando que la calidad tiene como fin la mejora continua de cualquier proceso.

Al realizar un comparativo entre los ocho principios de calidad enunciados por la ISO 9001, y los quince principios de calidad propuestos por la empresa MAHLE para incrementar sus niveles de productividad, este es el resultado (figura 5):

**Figura 5.**

*Comparación de principios de calidad*

Ocho principios de calidad enunciados por la ISO 9001	Quince principios de calidad propuestos por la empresa MAHLE
Principio 1. Enfoque al cliente	Control de procesos
Principio 2. Liderazgo	Reinicio de la producción Identificación
Principio 3. Participación del personal	Aptitudes y capacitación Parada por defectos



Principio 4. Enfoque basado en procesos	Disponibilidad de las herramientas Mantenimiento
Principio 5. Enfoque de sistema para la gestión	Puesta a punto Piezas de ajuste
Principio 6. Mejora continua	Equipos de medición Aseguramiento de la calidad
Principio 7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones	Instrucciones de trabajo Piezas caídas
Principio 8. Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor	Desechos y retrabajo Resolución de problemas

Nota: paralelo entre los principios de calidad considerados en el caso de estudio. Fuente: Los autores

De acuerdo lo visto, se puede concluir que en caso de no seguirse alguno de estos principios de calidad se puede incurrir en situaciones como costos externos por calidad deficiente debido a quejas de clientes (errores de 0 km, problemas de campo, errores por piezas defectuosas); incremento de costos internos por calidad deficiente debido a retrabajos, mayor tasa de defectos y fallas; por último, clientes insatisfechos con riesgo, incluso, de perder el negocio actual o futuro.

De esta manera, y cerrando este caso de estudio, el principal reto a futuro para MAHLE es expandir las líneas de investigación del centro tecnológico para las nuevas tendencias de motores en el mundo, migrar a proyectos relacionados con vehículos eléctricos e híbridos, además de estimar los nuevos combustibles, teniendo en cuenta la importancia de la I+D+i y los principios de calidad requeridos para su aplicación.

## Preguntas para discusión académica

Considerando el presente caso de estudio, genere la solución siguiendo las fases descritas anteriormente; concluya respondiendo a las siguientes preguntas:

- ¿Qué papel juegan los colaboradores en los procesos de gestión de conocimiento de las empresas?

- ¿Por qué son importantes los centros tecnológicos en las empresas y la gestión del conocimiento que en ellos se genera?
- ¿Cuál es la relación de los principios de calidad con el I+D+i de las empresas?
- ¿Es posible promover la mejora continua de las empresas a través de la implementación de planes de gestión de conocimiento y de la información?
- ¿Cómo se podrían aplicar los centros tecnológicos, la gestión del conocimiento, el I+D+i y los principios de calidad, en las pymes del país?

## Referencias bibliográficas

- Bustelo, C. y Amarilla, R. (01 de Marzo de 2001). *Gestión del conocimiento y gestión de la información*. Reflexiones y Experiencias, Boletín 34. <http://www.iaph.es/revistaph/index.php/revistaph/article/view/1153>
- CPS, I. C. (8 de julio de 2012). *Calidad Total*. 8 Principios de Gestión de Calidad: <http://calidad.overblog.com/8-principios-de-gestion-de-la-calidad>
- Fundação CERTI. (2020). O que é um parque tecnológico? Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Fundação CERTI. <https://certi.org.br/blog/parque-tecnologico/>
- MAHLE. (2020). História da companhia. Mogi Guaçu, São Paulo, Brasil: MAHLE. [http://www.br.mahle.com/es/about-mahle/mahle\\_chronicle/](http://www.br.mahle.com/es/about-mahle/mahle_chronicle/)
- MAHLE. (2019a). Aftermarket. <https://www.mahle-aftermarket.com/la/pt/>
- MAHLE. (2019b). Historia. <https://ri.mahle.com.br/pt/empresa/historia>
- MAHLE. (2019c). Perfil Corporativo. <https://ri.mahle.com.br/pt/empresa/perfil-corporativo>
- Ruta N. (2020). *Centro de Innovación y negocios*. <https://www.rutanmedellin.org/es/recursos/abc-de-la-innovacion/item/i-d-i>
- Tapia, M. (Ene-Jun, 2016). El capital intelectual factor elemental para la calidad de servicios y la satisfacción de los usuarios de la municipalidad provincial de puno. *Comuni@ción*, 7 (1), 5-15.
- Villatoro, C. (03 de Febrero de 2011). *Plan para gestionar el conocimiento en una empresa*. Obtenido de Administración: <https://www.gestiopolis.com/plan-para-gestionar-el-conocimiento-en-una-empresa/>

## Estrategia de sistema de incentivos operacionales para el cumplimiento de metas en una empresa del sector textil-confección de la ciudad de Medellín: caso de estudio





# Estrategia de sistema de incentivos operacionales para el cumplimiento de metas en una empresa del sector textil-confección de la ciudad de Medellín: un caso de estudio

Jhon Edward Aguirre Cuervo<sup>1</sup>

Iván Darío Rojas Arenas<sup>2</sup>

Jim Giraldo-Builes<sup>3</sup>

Este trabajo está enfocado en la aplicación de los sistemas de incentivos en una empresa del sector textil-confección. Dichos sistemas, económicos y no económicos están conformados por el conjunto de iniciativas que desarrolla una empresa, con el fin de motivar a sus empleados para mejorar la productividad, haciéndola más competitiva (Wolf, 2018). Para desarrollar y aplicar un sistema de incentivos, es necesario tener en cuenta aspectos como la *productividad*, un indicador de eficiencia de un sistema productivo en relación con la cantidad producida y los recursos invertidos (Fontalvo y otros (2017); la *competitividad* vista como la capacidad de una empresa para desarrollar ventajas en un mercado específico en relación con sus competidores, para generar una mayor participación en un mercado (Molina y Sánchez, 2016). Otro concepto importante es el *valor minuto* el cual sintetiza todos los costos

---

<sup>1</sup> Ingeniero Industrial, Institución Universitaria Pascual Bravo y Magíster en Dirección de Operaciones y Calidad de la Universidad Internacional de la Rioja Colombia. Docente Institución Universitaria Pascual Bravo, Facultad de Producción y Diseño. je.aguirre@pascualbravo.edu.co

<sup>2</sup> Ingeniero Industrial, Universidad Nacional, Doctorando en Pensamiento Complejo. Docente Institución Universitaria Pascual Bravo, Facultad de Producción y Diseño, ivan.rojasar@pascualbravo.edu.co

<sup>3</sup> Administrador en Salud - Gestión Sanitaria y Ambiental Universidad de Antioquia, Especialista en Gerencia de la Salud Ocupacional Universidad CES y Magíster en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación Universidad de Antioquia. Docente Institución Universitaria Pascual Bravo, Facultad de Producción y Diseño. Grupo de Investigación Qualipro. Correo electrónico jim.giraldo@pascualbravo.edu.co

de la empresa representados en un cada minuto de capacidad. Para calcular este valor se debe conocer la capacidad instalada de la empresa y el espacio de trabajo disponible para realizar dicho proceso de transformación. Ahora bien, la *capacidad instalada* es la disposición de los factores de una industria como son la máquina, los equipos, el talento humano y la infraestructura para realizar la transformación de un bien o prestación de un servicio en un tiempo definido (Choque, 2017).

La implementación de los sistemas de incentivos en empresas ha evidenciado impactos positivos en las variables de productividad que depende directamente del operario, como son la gestión de inventario y la calidad del servicio prestado (Uruchima y Campos, 2019); así mismo, Rubio (2019) menciona la importancia de los incentivos no financieros como estrategia para el mejoramiento de productividad, fomentando la participación de los empleados para el cumplimiento de metas que se construyan de forma colectiva.

Para el desarrollo de esta investigación se realizó una aproximación cuantitativa de tipo descriptivo, mediante la cual se analizaron variables como costos y gastos. El objetivo de este trabajo fue diseñar una estrategia de sistemas de incentivos operacionales para el cumplimiento de metas en una empresa del sector textil-confección de la ciudad de Medellín, el cual a partir de su implementación permitiera evidenciar las ventajas de dicho sistema en la productividad de la empresa

En la primera parte del capítulo se presenta un marco conceptual relacionado con los conceptos asociados a los sistemas de incentivos; posteriormente, se realiza una descripción de la problemática del sector textil-confección en el ámbito regional; seguidamente, el contexto de la empresa y sus características. Finalmente, se muestra una propuesta de solución al problema de incentivos planteado, las conclusiones y las preguntas para la discusión académica.

## **Marco conceptual**

Para realizar el abordaje de un sistema de incentivos a la producción, en un contexto de producción de bienes como el sector textil-confección, es necesario tener en cuenta varios conceptos. El primer concepto por considerar es *plan de incentivos*, Wolf (2018) lo define como el conjunto de iniciativas que

desarrolla una empresa, con la finalidad de motivar a sus empleados y, de esta manera, mejorar la productividad, haciéndola más competitiva. Dichos incentivos pueden ser económicos y no económicos. El segundo concepto, *productividad*, indica la eficiencia de un sistema productivo. Fontalvo y otros (2017) lo plantean como la relación entre la cantidad producida y los recursos invertidos en una producción. El tercer concepto es la *competitividad*, considerado como la medida de la capacidad de una empresa para desarrollar ventajas competitivas en un mercado específico, en relación con sus competidores, lo cual genera una mejor participación en el mismo. (Molina y Sánchez, 2016).

El cuarto concepto es el *valor minuto*, este se refiere a la suma de todos los costos en términos de tiempo, tomando como referencia un minuto de trabajo; para calcular este indicador se debe conocer la capacidad instalada y planeada de la empresa, así como los costos que se generan durante ese tiempo.

Finalmente, es necesario considerar la *capacidad instalada*, definida como la disposición de los factores de una industria: la máquina, los equipos, el talento humano e infraestructura, para realizar la transformación de un bien o prestación de un servicio en un tiempo definido (Choque, 2017). Esta disposición se define de acuerdo con un entorno sin errores y sin ningún tipo de tiempos muertos del proceso. Este panorama solo se usa como un dato de conocimiento, mas no para definir un plan maestro de producción, dado que en un entorno normal siempre se presentan diferentes tipos de tiempos muertos y restricciones que impiden un flujo perfecto del proceso.

Para calcular la capacidad instalada se deben conocer las siguientes variables:

### **Capacidad instalada**

$$\Rightarrow \# \text{ operarios} \times \text{jornada laboral (minutos)} \times \# \text{ días laborables}$$

- Capacidad planeada o de producción: con la definición de la capacidad instalada se debe conocer y aplicar el dato de la capacidad planeada, definida como la cantidad de producción o de capacidad de respuesta, teniendo presente factores cotidianos de una actividad productiva durante un tiempo establecido. Este valor es una medida potencial para que una

organización programe su tiempo y nivel de respuesta al mercado (Choque, 2017). Para el presente caso de estudio la capacidad se calcula de la siguiente manera:

### **Capacidad planeada**

⇒ # operarios × jornada laboral (min)c × # días laborables × % eficiencia

- El punto de equilibrio de la empresa se refiere a la utilidad en cero de un ejercicio que involucra la cantidad de producción vendida, contra un total de ingresos en venta de estos productos o servicios (Horngren y otros, 2012). Para este sistema se calcula un punto de equilibrio mensual laboral, con el fin de conocer el costo que tendrá la empresa durante ese mes y así poder calcular un incentivo real.

Para realizar la distribución de los costos, es necesario considerar los siguientes elementos (Rodríguez et al., 2007, p. 458):

- Costos directos: visto desde una perspectiva organizacional, se refiere a los costos que se relacionan con el objeto final (producto o servicio final) de toda la cadena de valor de la organización y se atribuyen desde un punto de vista económico, dado que agrega valor directo al producto y sus características.
- Costos indirectos: tienen relación con el objetivo final; sin embargo, no se atribuye características desde un punto de vista económico; puede aportar a todo el proceso y su funcionamiento, pero su valor no se evidencia de manera directa en sus características (Horngren y otros, 2012).
- MOD: se refiere al costo de mano de obra directa (salario y prestaciones), de todo el personal operativo de la empresa que agrega valor al proceso.
- MOI: se refiere al costo de mano de obra indirecta (salario y prestaciones), de todo el personal administrativo que apoya el proceso de fabricación, pero no realiza transformación.



- CGF: se refiere a los costos generales de fabricación (fijos y variables proyectados). Dentro de estos costos se pueden encontrar fijos como el arriendo del espacio, servicios de telefonía, internet, seguros y los costos variables que se realiza una proyección de acuerdo con el comportamiento de meses pasados como son la energía, gastos varios, insumos, repuestos, honorarios, entre otros.

A partir de estas variables se establece una ecuación que permite calcular el valor minuto del mes al cual va a trabajar:

$$\text{Valor minuto} = \frac{\text{Punto de equilibrio (MOD + MOI + CGF)}}{\text{Capacidad planeada}}$$

El resultado obtenido es el costo por minuto que se trabaja y, así mismo el costo día de cada uno de los módulos o espacios de trabajo, lo cual permite definir una meta de producción en dinero y por modulo; todas las unidades que se elaboren por encima de la meta de punto de equilibrio serán utilidades netas para la empresa, lo cual a su vez implicaría una bonificación para los operarios de la siguiente manera:

$$\text{Costo día módulo} = \text{valor minuto} \times \# \text{operarios} \times \text{jornada laboral}$$

$$\text{Facturado x módulo} = \text{precio unidad} \times \# \text{ unidades producidas al día}$$

$$\text{Utilidad x módulo}$$

$$= \text{facturado x módulo} - (\text{costo día módulo} + \text{utilidad minima empresa})$$

Por política, la empresa tiene definido el valor de los incentivos. El cambio que se realizaría con la implementación de la estrategia sería en la meta propuesta, ya que no se establece por una eficiencia basada en un tiempo improductivo, sino en las ganancias reales generadas en un día de trabajo.

## Antecedentes

Caycho (2017) desarrolló un proyecto de implementación de un sistema de incentivos en una empresa del sector textil-confección, y su posterior aceptación por parte de los colaboradores, demostrada en los resultados donde los colaboradores recibieron incentivos adicionales por mayor productividad en el mismo horario laboral. Aguiar y otros (2012) implementaron un sistema de incentivos en una empresa del sector farmacéutico, con el cual se evidenció un impacto positivo en términos de productividad, y además, se pudo verificar la relación directa entre los resultados obtenidos y el desempeño del personal motivado. Uruchima y Campos (2019), así como Rubio (2019), mencionan la importancia de los incentivos no financieros como estrategia para el mejoramiento de productividad, fomentando la participación de los empleados para el cumplimiento de metas que se construyan de forma colectiva.

Por su parte, Viñán y otros (2020) hablan de la relación directa que existe entre la compensación por el desempeño laboral y la productividad e indican, además, que un sistema eficiente de compensación debe tener como objetivo la atracción, retención y motivación del talento humano. Pérez (2017), plantea un estudio que esboza como objetivo identificar los factores que inciden en la motivación de los empleados y cómo influye en esta los incentivos laborales, trabajo que va en la misma línea de Wolf (2018), quien realiza un análisis similar en una empresa de tecnología.

Torres et al. (2016) desarrollaron una investigación en una ciudad específica del país, tomando como población objeto de estudio todas las microempresas existentes, con el fin de analizar los sistemas de compensación salarial existentes, los cuales se fundamentan, principalmente, en beneficios económicos o de tiempo, mientras que Carrillo y otros (2019) hablan de reconocimiento laboral como una estrategia fundamental para generar motivación en las empresas y proponen en su estudio un sistema de reconocimientos para una finca bananera. Para Merchán y Tovar (2019), los planes de formación interna también deben hacer parte de las estrategias de incentivos, en razón a que los empleados pueden sentirse motivados en la medida en que crecen intelectualmente y sienten que sus opiniones frente a las diferentes problemáticas que se presentan en sus áreas de trabajo están mejor sustentadas.

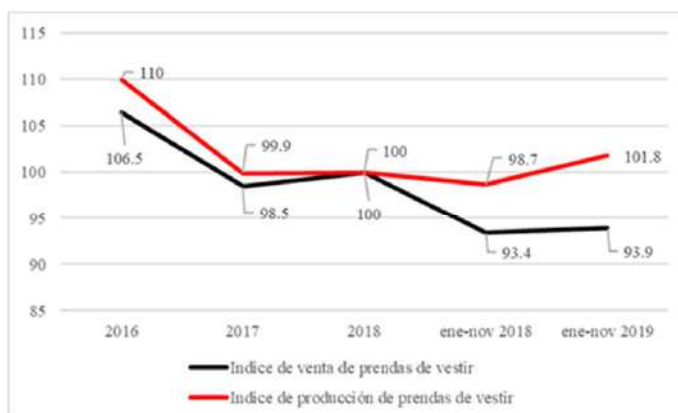
Finalmente, Restrepo y Monsalve (2009) realizaron una entrevista a noventa jefes de diferentes plantas de producción, indagando sobre las diferentes herramientas de la ingeniería, como es el sistema de incentivos; se mencionan aspectos positivos en sus resultados ya que más del 50% de las empresas entrevistadas lo aplica, tanto de manera diaria como semanal o mensual.

## Descripción del problema

El sector textil-confección se encuentra entre los diez grupos industriales que concentran la mayor parte del valor agregado industrial en Clasificación Internacional Industrial Uniforme (DANE, 2018) e incluye tanto la industria de la moda como todos los procesos de intermediación entre manufactura y cliente final. Inexmoda (2019) detalla que después de la caída de un 7,5% de índice de ventas en el año 2017, se han presentado nuevamente incrementos lineales entre el 0,5% y el 1,5% (figura 1). Este aumento tiene como resultado un impacto en el sector textil-confección, así como un aumento significativo en la producción de prendas de vestir.

**Figura 1**

*Índice de ventas y producción de prendas de vestir.*



*Nota:* El índice de ventas y producción muestra un declive a partir del año 2017 donde el más crítico fue en el 2018 pero con una recuperación a partir del año 2019

Fuente: Elaboración propia a partir de Inexmoda (2019).

Si bien este aumento es positivo para las industrias del sector, también supone un reto dado lo cambiante y volátil de la demanda; esto implica que las industrias de comercio y fabricación textiles deban asumir retos cada vez mayores para cumplir con las necesidades del mercado implementando estrategias como el Just in Time (Arrieta y otros, 2011), con las que se busca un manejo eficiente de los insumos a partir de un abastecimiento de los mismos, en la cantidad, tiempo y forma correctas (Bermúdez y otros, 2014).

Para Zuluaga y otros (2018), esta problemática se viene presentando debido a factores derivados de la alta competitividad externa, sumados a la situación socioeconómica del país, lo que ha puesto en evidencia la vulnerabilidad y el alto grado de informalidad y falta de inversión en I+D+i del sector. En esta línea, Moreno y otros (2018) aluden a la satisfacción laboral como otro factor importante en el sector textil-confección, el cual genera un fuerte impacto en la productividad. Finalmente, en Colombia existe una informalidad del 52% (Sectorial, 2017), en las empresas textiles y de confección, las cuales, en su mayoría, son pymes que no cuentan con sistemas de administración de la producción eficientes, dada la falta de conocimientos técnicos de quienes la dirigen. Así las cosas, aspectos como estandarización de procesos o ingeniería de métodos no son conocimientos comunes para este tipo de empresas.

## **El contraste: sector textil-confección en la coyuntura actual**

Frente a los retos mencionados anteriormente, la coyuntura actual originada por la pandemia de la Covid-19 ha impactado de forma notoria todos los sectores de la economía; para el caso específico del textil y de confecciones, esto ha representado una pérdida significativa de empleos, asociada al cierre de negocios, la cual está entre un 25% y un 28%, además del cierre definitivo de aproximadamente el 10% de las empresas pertenecientes al sector moda (*El Tiempo*, 2020). Frente a este hecho, muchas empresas se han visto obligadas a vender sus activos, recortar salarios o incursionar en la elaboración de elementos para la bioprotección; de hecho, previsiones hechas por el gremio indican que el 30% de las empresas del sector llegarían a la quiebra, lo cual agrava la crisis de un sector que presenta una alta informalidad, cercana al 75% (*El Tiempo*, 2020), que además, como se dijo anteriormente, afronta

una dura competencia debido a las importaciones chinas (*Dinero*, 2020). En el informe de junio de 2020 de Inexmoda, se observó cómo el gasto de los hogares colombianos en moda cayó un 17,7%; lo anterior, frente al mismo periodo del año pasado, así como una baja en la producción de hilatura, tejeduría y acabados del 27,2%, una caída en el índice de venta de estos del 26,2%, y una reducción de las exportaciones del 41,8%. De igual manera, el índice de producción de prendas de vestir bajó un 38,1%, y su índice de venta se redujo en un 37,1%.

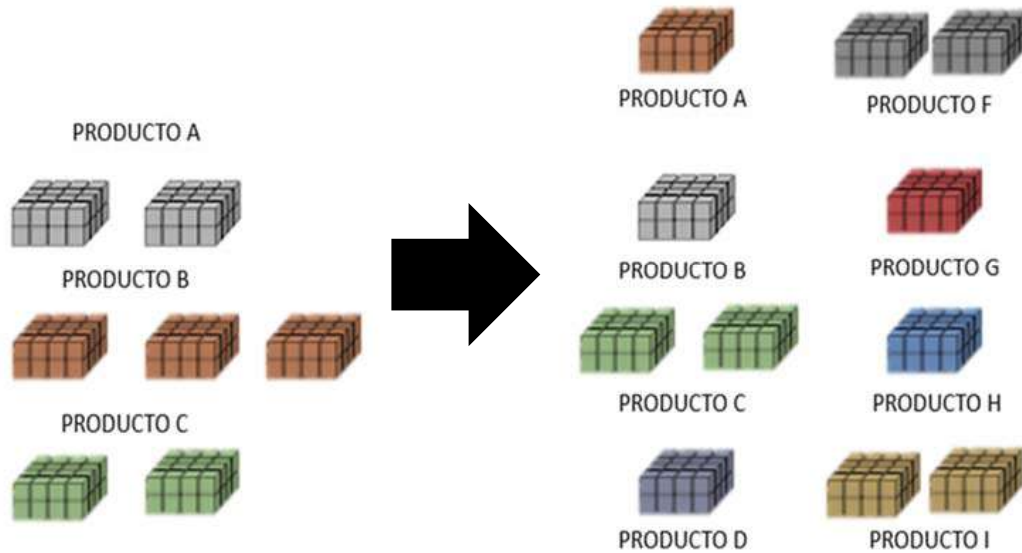
Frente a este panorama, Montoya y otros (2020) mencionan que dentro de los principales aspectos que han impactado la industria textil en Medellín en los últimos tres años, no solo se cuentan las importaciones, sino además la presencia de altos volúmenes de mercancía de contrabando, las bajas tarifas arancelarias que han permitido que productos de otros países lleguen con precios muy bajos, la subfacturación, la volatilidad de la Tasa Representativa del Mercado (TRM), la desigualdad existente en los tratados de libre comercio con otros países, el difícil acceso a los avances tecnológicos por parte de las empresas del sector, y las dificultades en infraestructura logísticas que presentan tanto la región como el país en general.

## **Retos en flexibilidad, eficiencia y competitividad**

Con un mercado en proceso continuo de crecimiento, se presenta un reto importante en aspectos como la variedad de los productos y el manejo cada vez más frecuente de lotes pequeños de producción (figura 2).

## Figura 2

*Ejemplo de cambio de las necesidades del mercado*



*Nota:* Anteriormente la variedad de productos era mínima y las industrias se enfocaban en producir más unidades de la misma referencia.

Fuente: Elaboración propia

Esta situación causa en las industrias manufactureras, especialmente, en el sector textil, una serie de restricciones a enfrentar:

- *Curva de aprendizaje:* un modelo matemático que muestra el comportamiento que produce la experiencia en la realización de una actividad nueva (o producto nuevo). Esta experiencia se adquiere durante un determinado tiempo y genera un mayor desempeño y un aumento de unidades producidas (Huber, 1991). En este nuevo escenario se evidencia una alta cantidad de referencias con una curva que se reinicia cada vez que cambia a un nuevo producto, lo cual produce un proceso continuo de aprendizaje, pero no aumento de experiencia y de eficiencia en el proceso de manufactura.
- *Cambio de referencia y tiempo ocioso:* en un proceso de confección para pasar del proceso de fabricación del producto A al producto B, existen una

serie de ajustes y cambios en las máquinas y las personas, con el fin de tener el flujo óptimo posible para la confección de un producto. El tiempo ocioso se mide desde el momento en que se terminó la producción del producto A y sacó la primera unidad que cumplía con las especificaciones de calidad del producto B. Estos dos conceptos tienen una relación muy estrecha, ya que en este caso particular, entre más referencias se planean realizar, es mayor el número de cambios, y por ende, el tiempo ocioso se aumenta. Cabe advertir que el tiempo ocioso no es operativo, lo que significa que no se producen unidades durante ese tiempo (Tejada y otros, 2017).

- *Tiempos improproductivos*: son espacios de tiempo en los cuales una producción no se está ejecutando o se evidencia una disminución en su ritmo de trabajo. Estos tiempos se generan en cualquier tipo de escenario, en donde la incertidumbre y la falta de experiencia es directamente proporcional a los tiempos improproductivos (Bravo, 2008).
- Aumento de costos en aumento de capacidad (tiempo): con las restricciones anteriormente mencionadas y con la meta de aumentar la capacidad de respuesta para este mercado, una industria puede incurrir en aumentar su capacidad laboral por medio de las horas extras y turnos dobles, con jornadas de descanso insuficientes, adicional a una presión constante de resultados sobre los empleados que causa riesgos psicosociales. Este tipo de factor de riesgo se caracteriza por encontrarse en aquellos aspectos relacionados con el proceso de trabajo y las modalidades de gestión administrativa que pueden provocar carga psíquica, lo que a su vez puede generar fatiga mental, alteraciones de la conducta y reacciones de tipo fisiológico. (Robledo, 2009), esto finalmente se traduce en resultados negativos en el ritmo de trabajo, altos costos sin resultados e incumplimiento de las metas propuestas.
- Un sistema de incentivo «arma de doble filo». Un sistema de incentivo es una estrategia que no se puede llevar a la ligera, dado que se puede incurrir en errores de costo muy alto o bien utilizada en grandes utilidades para la empresa, Chiavenato (2008), habla de los incentivos como una manera de generar sentido de pertenencia hacia la organización dado que las personas sienten que su trabajo es reconocido.

En la empresa estudiada se han formulado una gran variedad de sistemas de incentivos basados en las competencias de los operarios (habilidades); el supervisor, con apoyo de la gerencia realiza un análisis conceptual de la actividad de cada operario y de acuerdo con su destreza operacional, sin relación con la actividad a ejecutar. Luego de confirmar ese valor cualitativo, se tienen en cuenta sus resultados en unidades y unidades de tiempo (cuantitativo), con un factor histórico por operario y por módulo de trabajo para luego calcular un valor aproximado de unidades hora, y por consiguiente, una meta para incentivos económicos si se supera.

Muchas de las estrategias que ha aplicado la empresa se han centrado en el valor cualitativo como cuantitativo, e incluso combinarlos en una sola estrategia, pero no han demostrado ser prácticos, llevando incluso a la generación de pérdidas económicas. Esto se evidencia en la revisión de los informes financieros en los cuales no se observan utilidades, y en otros momentos apenas se logra el punto de equilibrio. En el sistema que se tiene definido, solo es importante la destreza y las unidades producidas por hora. También es necesario considerar los recursos financieros, antes de definir si se debe o no pagar incentivos, así como el establecimiento del momento de producción en el cual se debe considerar el incentivo. En este sentido, la organización debe buscar un balance entre el incentivo y su punto de equilibrio, de manera que la estrategia planteada sea la más adecuada para su sistema de producción y acorde con su capacidad económica.

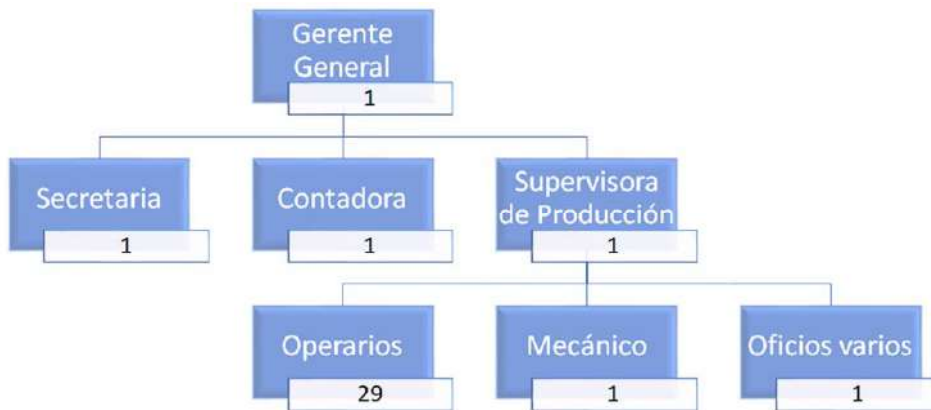
## **Marco contextual**

La organización estudiada es una empresa de carácter familiar, formalmente constituida y registrada en la Cámara de Comercio desde 1994, dedicada a la confección de prendas de vestir a terceros (confecciona productos de marcas legalmente reconocidas). La figura 3 muestra la configuración de las distintas áreas de la empresa, así como la distribución de sus empleados.



**Figura 3**

*Organigrama de la organización estudiada*



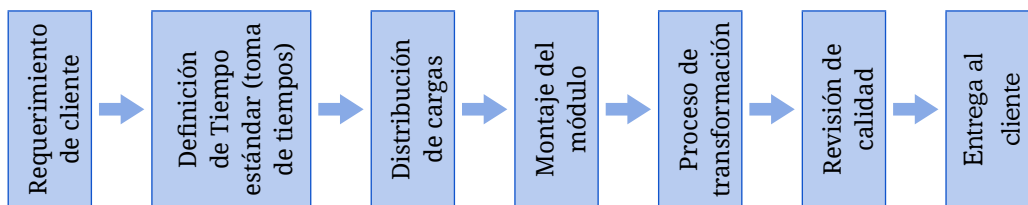
*Nota:* Se observa un breve resumen de como está estructurada la empresa y sus correspondientes roles y alcances.

Fuente: Elaboración propia

El proceso productivo (figura 4) inicia con el requerimiento de una empresa con un producto específico para lo cual se define un tiempo estándar de la unidad a realizar, utilizando métodos y tiempos; se procede mediante la distribución de cargas en el módulo de trabajo y se realiza el respectivo montaje en la planta de producción para dar inicio al proceso de transformación, revisión y entrega al cliente.

**Figura 4**

*Etapas del proceso de la empresa seleccionada*



*Nota:* en el diagrama se detalla el paso a paso de las actividades de la empresa, donde se evidencia que el cliente hace parte esencial del inicio del proceso.

Fuente: Elaboración propia

El área de transformación cuenta con tres módulos de trabajo de once personas cada uno (integrado por operarias de máquina de coser, operaria de actividades manuales); actualmente, la remuneración percibida por estos empleados es de un salario mínimo legal vigente, más prestaciones sociales y horas extras (en caso de presentarse). Adicionalmente, se tiene un sistema de incentivos por cantidad de unidades a la hora, definido de acuerdo con la capacidad de producción durante una jornada normal de trabajo, como se muestra en el siguiente ejemplo:

Tiempo estándar producto X: 7,5 minutos

Cantidad de operarias: 11

Jornada laboral: 420 minutos (cada operaria)

$$\text{Cantidad de unidades} = \frac{\text{jornada laboral} \times \text{cantidad de operarias}}{\text{Tiempo estándar producto}}$$

$$\text{Cantidad de unidades} = \frac{420 \times 11}{7,5} = 616$$

Según el ejercicio anterior, la meta de este módulo son seiscientos dieciséis unidades al día y para obtener un incentivo económico debe superar esa cantidad de unidades. Esta forma de definir incentivos presenta ventajas y desventajas (tabla 1).

**Tabla 1**

*Ventajas y desventajas del sistema de incentivos actual*

Ventajas	Desventajas
Teóricamente su meta se basa en su capacidad según el tiempo estándar definido por la supervisora encargada. Quiere decir, que es una meta que motiva a superar expectativas.	El sistema no asegura que la empresa genere utilidades del ejercicio, ya que el tiempo estándar se encuentra desligado tanto del precio del producto como de los costos de la empresa.
Su definición es sencilla, todo parte de tener un tiempo estándar antes de iniciar el productivo	Un tiempo estándar mal tomado se convierte en un error con consecuencias financieras peligrosas para la empresa.

Nota: en la tabla se hace énfasis en el impacto que genera el sistema de incentivos si se aplica según un tiempo y no directamente con la utilidad de la empresa

Fuente: Elaboración propia

El control de incentivos se ejecuta por medio de Microsoft Office Excel®, desde el cual se realiza el control de las unidades producidas al día y se define si se realiza o no el pago de la bonificación.

**Figura 5**

*Control de producción*

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	FECHA	ACUMULADO	1-sep	3-sep	4-sep	5-sep	6-sep	7-sep	8-sep
	Nº personas	11,0	11	11	11	11	11	11	11
	HORAS LABORADAS	4	6	10	10	10	10	10	6
	MONTAJE MÓDULO LOTE 1								
	MONTAJE MÓDULO LOTE 2								
	Jornada trabajo en minutos	244,8	360	600	600	600	600	600	360
	capacidad teorica acumulada	67.320	3.960	6.600	6.600	6.600	6.600	6.600	3.960
	CLIENTE		x	x	x	x	x	x	x
LOTE 1	REF								
	OP								
	PRECIO								
	HORAS LABORADAS		6	5	10	10	10	6	6
	UDS SOLICITADAS PARA CALIFICAR AL 100% (HORA)		32	32	32	32	28	28	32
	UDS SOLICITADAS PARA CALIFICAR AL 100% (DIA)		192	160	320	320	280	168	192
	UNIDADES PRODUCIDAS		160	130	260	260	207	139	156
	UNIDADES DEFECTUOSAS		0	0	0	0	0	0	0
	TIEMPO ESTÁNDAR		40,76	40,76	40,76	40,76	40,76	40,76	40,76
	TOTAL UDS PRODUCIDAS Y DEFECTUOSAS (LOTE 1)		160	130	260	260	207	139	156
PROMEDIO UDS REALES EN LA HORA (LOTE 1)		27	13	26	26,0	20,7	13,9	26	
EFICIENCIA REAL (LOTE 1)		83%	81%	81%	81%	74%	83%	81%	
FACTURACIÓN REAL (LOTE 1)									

*Nota:* La figura se extrae directamente del sistema de control de la empresa, donde se observa la importancia de ingresar la información diariamente

Fuente: Archivos de la organización.

En la figura 5 se observa el ejemplo del sistema de control de la empresa, el cual inicia con el ingreso de las unidades solicitadas con base al tiempo estándar de la prenda, la jornada laboral y finalmente el número de personas. De acuerdo con la filosofía del sistema de incentivos actual, ninguno de los días se cumplió la meta y, por esta razón, no se generaron pagos de incentivos.

Igualmente, se puede observar el control que se realiza a otras variables que pueden aportar a futuros análisis de mejora continua, como son: el cálculo de la capacidad diaria, el comportamiento de las unidades cada día, tiempo de montaje de módulo cuando se requiere, entre otros.

## Solución a la problemática

Como solución al problema del diseño e implementación del sistema de incentivos, se propone el siguiente abordaje metodológico, distribuido en tres fases, explicado a continuación (figura 6):

**Figura 6**

*Fases de solución de problemática*



*Nota:* En la fase final de seguimiento de control se obtendrá datos de importante valor para evidenciar si el impacto ha sido positivo o negativo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

### ***Fase 1 Identificación***

- *Identificar conceptos por utilizar:* esta primera fase busca identificar factores de punto de equilibrio, para lo cual es necesario analizar varios aspectos involucrados:
  - **Mano de obra directa (MOD):** siendo un costo totalmente directo de la compañía, hace referencia al costo total, tanto costos fijos (salario base, prestaciones sin relación con las horas extras), como variables (horas extras y prestaciones, directamente proporcional a la base salarial), del talento humano operativo que aporte valor agregado y capacidad a la compañía, incluyendo sus prestaciones sociales durante un mes completo:

Figura 7

Ejemplo de base de datos MOD

NOMBRE	Salario Básico	Subsidio de Transporte	Hora Extra	Salario + subsidio+Extras	Cesantías	Intereses cesantías	Prima	Vacaciones	Pension	Parafiscales	ARL	TOTAL
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	122.070	991.523	82.594	9.915	82.594	32.578	108.397	36.132	9.431	1.353.164	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	
781.242	88.211	122.070	991.523	82.594	9.915	82.594	32.578	108.397	36.132	9.431	1.353.164	
781.242	88.211	122.070	991.523	82.594	9.915	82.594	32.578	108.397	36.132	9.431	1.353.164	
781.747	88.711	89.518	958.971	79.882	9.590	79.882	32.578	104.491	34.830	9.091	1.309.315	

Nota: En esta base de nómina es obtenida del formato usado en la empresa donde se tienen presente todas las prestaciones legales en el momento de definir el costo total de la mano de obra directa.

Fuente: Elaboración propia

- Mano de obra indirecta (MOI): se refiere al talento humano que apoya el proceso productivo, pero que no aporta a la capacidad de la empresa y hace parte de los costos indirectos de la organización.
- Costos generales de fabricación (CGF): dentro de este concepto la empresa ha decidido integrar todos los costos, tanto fijos como variables de la compañía, en el que los costos variables se definirán de acuerdo con un comportamiento histórico y adicional por políticas internas se integrarán dentro de su punto de equilibrio en un valor de un posible incentivo económico para el personal operativo; esto con el fin de tener presupuestada una recompensa al esfuerzo del talento humano y que todo lo facturado por encima de este punto de equilibrio se traduzca en ganancias mayores para la compañía y su personal.

**Figura 8**

*Ejemplo de base de datos CGF*

	A	B	C
	ITEMS	NOTA/concepto	VALOR PRESUPUESTADO
		to	MES
8	ARRIENDO	Cada mes	\$ 4.000.000
9	ALARMAR	Cada mes	\$ 133.839
12	SEGURO EMPRESA	ABRIL	\$ 182.500
13	Hosting y Dominio (Pag Web)	FEBRERO	\$ 20.000
14	RECARGA Y MMTO EXTINTORES	SEPTIEMBRE	\$ 25.000
15	CÁMARA DE COMERCIO	MARZO	\$ 125.000
16	DOTACIÓN	MAYO	\$ 166.000
17	IMPUESTO Industria y Comercio	Cada mes	\$ 263.000
18	IMPUESTOS ASUMIDOS Y AL CONSUMO	Cada mes	\$ 50.000
19	CUMPLEAÑOS EMPLEADOS	Cada mes	\$ 250.000
20	obsequios y aguinaldos	Cada mes	\$ 340.000
21	BONIFICACIONES ACTIVAS	Cada mes	\$ 300.000
22	BONIFICACIONES x Trabajos especiales	Cada mes	\$ 200.000
23	BONIFICACIONES PCCIÓN	Cada mes	\$ 200.000
24	Pagos de nómina (Tipo Honorarios)	Cada mes	\$ 0
26	GASTOS PERSONALES Y DE REPRESENTACIÓN	Cada mes	\$ 2.000.000
27	UNE Internet	Cada mes	\$ 85.000

*Nota:* En la empresa se debe actualizar mensualmente los CGF, ya que existen valores variables que pueden cambiar con el tiempo.

Fuente: Elaboración propia

Estos tres factores (MOD, MOI y CGF) se traducen en el costo total de la empresa en un mes futuro a trabajar (figura 9):

**Figura 9.**

*Ejemplo de costo total de empresa*

COSTOS MOD-MOI-CGF	
COSTO MOD	\$ 32.100.894
COSTO MOI	\$ 19.732.686
COSTOS GRALES FABRICACIÓN	\$ 27.970.858
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 79.804.438</b>

**Nota:** En la figura se observa un resumen de los tres factores principales de costos de la empresa y se evidencia la diferencia que existe entre MOD y MOI por la cantidad de mano de obra directa de la compañía.

Fuente: Elaboración propia

Es importante aclarar el impacto y resultado de este cálculo, y su periodicidad debe ser mensual; a razón de que cada mes existirán cambios en el valor total de la organización, por diferentes motivos: cambio en cantidad de horas extras por aumento de solicitud y por bajas eficiencias; cambio en los CGF al ser costos variables de diferentes índoles y, por último, cambio en el personal que trabaja actualmente en la organización.

Durante la fase 3, de control y seguimiento, cada mes se tendrán presentes estos cambios para definir el punto de equilibrio.

- *Identificar la capacidad planeada de la empresa.* Después de identificar los costos de la empresa, se calcula la capacidad planeada de la empresa, teniendo en cuenta la fórmula:

**Figura 10.**

*Ejemplo de cálculo de capacidad en la empresa*

VARIABLES	TOTAL
DIAS LABORALES	25
jornada de trabajo	552
No personas MOD	23
Eficiencia	86%
<b>Capacidad teorica</b>	<b>272.964</b>

**Nota:** El cálculo de capacidad se realiza mensual, ya que cada mes puede variar en días, jornada de trabajo o número de personas.

Fuente: Elaboración propia

- *Identificar valor por minuto.* Para calcular el valor por minuto, se tiene en cuenta la siguiente razón:

$$\text{Valor minuto} = \frac{\text{Punto de equilibrio (MOD + MOI + CGF)}}{\text{Capacidad planeada}}$$

En la figura 11 se muestra el ejemplo del cálculo de valor minuto:

**Figura 11.**

*Ejemplo de cálculo de Valor Minuto*

VARIABLES	TOTAL
DIAS LABORALES	25
jornada de trabajo	552
No personas MOD	23
Eficiencia	86%
<b>Capacidad teorica</b>	<b>272.964</b>

COSTOS MOD-MOI-CGF		VALOR MINUTO
COSTO MOD	\$ 32.100.894	<b>\$ 118</b>
COSTO MOI	\$ 19.732.686	<b>\$ 72</b>
COSTOS GRALES FABRICACIÓN	\$ 27.970.858	<b>\$ 102</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 79.804.438</b>	<b>\$ 292</b>

**Nota:** Se puede evidenciar en el cálculo de valor minuto la importancia de mantener un nivel de eficiencia alto para minimizar los costos, también el impacto que tiene el número de días laborales en el valor final.

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los cálculos realizados en el valor del tiempo, se recomienda utilizar la unidad en minutos, dado que las unidades que se fabrican en la industria y en el sector es la unidad de tiempo que más se utiliza.

### ***Fase 2. Diseño e implementación***

Para ejecutar esta fase es necesario actualizar el diseño de la estructura de la base de datos, partiendo de la identificación de los nuevos factores que harán parte de la base de datos de la compañía, en su control de producción. Se realiza una actualización en el diseño de la base de datos actual, de la siguiente manera:

- *Integración de facturación por módulo.*



**Figura 12.**

*Integración de facturación a base de datos*

		CLIENTE			
LOTE 1	REF				
	OP				
	PRECIO	\$ 7.118,15	\$ 7.118,15	\$ 7.118,15	\$ 7.118,15
	HORAS LABORADAS	10	5	10	10
	Nº UDS PARA P.E (DIARIO)	234	234	234	234
	Nº UDS PARA P.E (HORA)	23	23	23	23
	UDS SOLICITADAS PARA CALIFICAR AL 100% (HORA)	47	47	47	47
	UDS SOLICITADAS PARA CALIFICAR AL 100% (DÍA)	470	470	470	470
	UNIDADES PRODUCIDAS	141	212	243	328
	UNIDADES DEFECTUOSAS	7	32	0	0
	TIEMPO ESTANDAR	24,05	24,05	24,05	24,05
	TOTAL UDS PRODUCIDAS Y DEFECTUOSAS (LOTE 1)	148	244	243	328
PROMEDIO UDS REALES EN LA HORA (LOTE 1)	15	24	24	33	
EFICIENCIA REAL (LOTE 1)	31%	52%	52%	70%	
FACTURACIÓN REAL (LOTE 1)	\$ 1.053.486	\$ 1.736.829	\$ 1.729.710	\$ 2.334.753	

**Nota:** En la imagen sacada del sistema de la empresa se destaca la relación que tiene la eficiencia con la facturación, en la última columna con una eficiencia del 70% se llegó a la facturación mayor del ejemplo.

Fuente: Elaboración propia

Se integró dentro de la base de datos la facturación diaria del módulo, teniendo en cuenta el precio de cada producto:

$$\text{Facturación real} = \text{Cantidad de unidades producidas} * \text{Precio}$$

Finalmente, cada día la base de datos dará información diaria de cuánto dinero alcanzó a facturar y así tener una visión real de las utilidades de la organización.

- *Integración de costo diario por módulo*

**Figura 13.**

*Cuadro de costo diario por módulo*

COSTOS					
P. E MES	\$ 79.804.438				
NUMERO TOTAL PERSONAS M.O.D	23				
DÍAS LABORALES EN EL MES	25				
VALOR POR PERSONA AL MES	\$ 3.469.758				
P.E DIARIO x MÓDULO	\$ 18.320.323	\$ 1.665.484	\$ 1.665.484	\$ 1.665.484	\$ 1.665.484
FACTURACIÓN REAL DÍA	\$ 91.895.543	\$ 1.053.486	\$ 2.904.205	\$ 1.729.710	\$ 2.334.753

**Nota:** En cada columna se evidencia en la última facturación un impacto positivo en relación al punto de equilibrio del día.

Fuente: Elaboración propia

Con el punto de equilibrio definido, se establecen los días laborables por mes y la cantidad de personas, para definir el costo por persona al mes (lo que debe facturar cada operario de la planta al mes como mínimo, para punto de equilibrio):

$$\text{Valor por persona al mes: } \frac{\text{Punto de equilibrio}}{\# \text{ Cantidad de personas} * \# \text{ Cantidad de días laborales}}$$

Visto así, se podrá definir un costo de día por módulo de trabajo y el valor facturado por ese día, para calcular si se generó ganancia o pérdida.

- *Integración de bonificación diaria en base a la utilidad*

#### Figura 14.

*Cuadro de bonificaciones*

BONIFICACIONES							
BONIFICACIÓN POR PERSONA	\$ 55.100	\$ (3.000)	\$ 10.000	\$ -	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000
BONIFICACIÓN POR MODULO	\$ 661.200	\$ (36.000)	\$ 120.000	\$ -	\$ 72.000	\$ 72.000	\$ 72.000

**Nota:** En la última columna se observa que, con un mayor nivel de eficiencia y facturación, se obtiene una bonificación de \$ 6.000 por persona.

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados de la operación anterior, y teniendo en cuenta las políticas de la compañía, se definieron nuevos valores de incentivos donde sí se genera pérdidas ese día (figura 12, celda color rojo), se define un valor negativo pendiente en las bonificaciones, y si se generan ganancias, se genera un valor de bonificación por persona y por módulo de trabajo. Al final de cada mes se revisa el total de bonificaciones generadas por cada módulo de trabajo, y se define el valor por pagar a cada persona en la segunda quincena de cada mes.

- *Realizar puesta a punto del sistema.* Se realiza una verificación de cada una de las fórmulas que integran este sistema, con el fin de corroborar que no existen cruces de información erradas y fórmulas incorrectas. Así mismo, se genera una copia de archivo para hacer un comparativo de resultados y

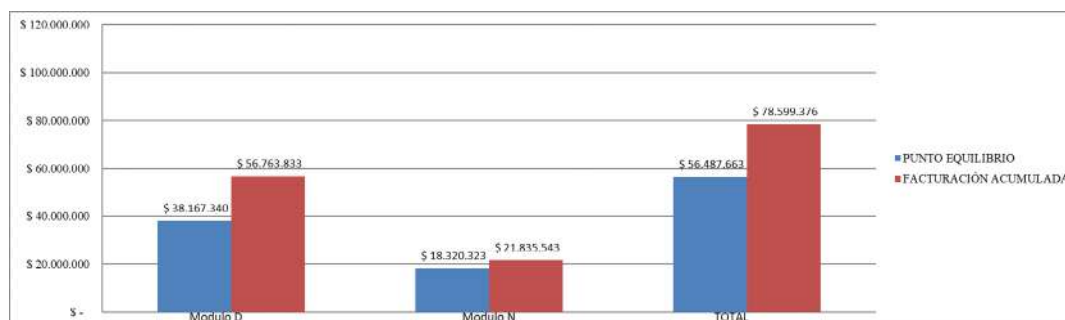
evitar futuros problemas. Finalmente, se crea un archivo base para copias de seguridad, por si se presentan errores en la plataforma o daños por diferente índole del equipo o *software*.

### Fase 3 Control y seguimiento

Como fase final, después de realizar las integraciones anteriormente mencionadas y mirar su comportamiento de manera individual, se realiza una prueba piloto de todo la base de datos completa durante dos meses trabajando con la versión anterior y la nueva, de manera simultánea. Con el fin de estar verificando que los resultados no se vean afectados por ningún tipo de fórmula o condicional realizada en la nueva versión y observando el comportamiento de la producción día a día de cada uno de los módulos por separado, su facturación como módulos separados y luego en un resumen de ambos módulos, una utilidad diaria del ejercicio y, finalmente, de la bonificación por la meta generada por el personal operativo.

Figura 15.

Resultado implementación del sistema del primer mes

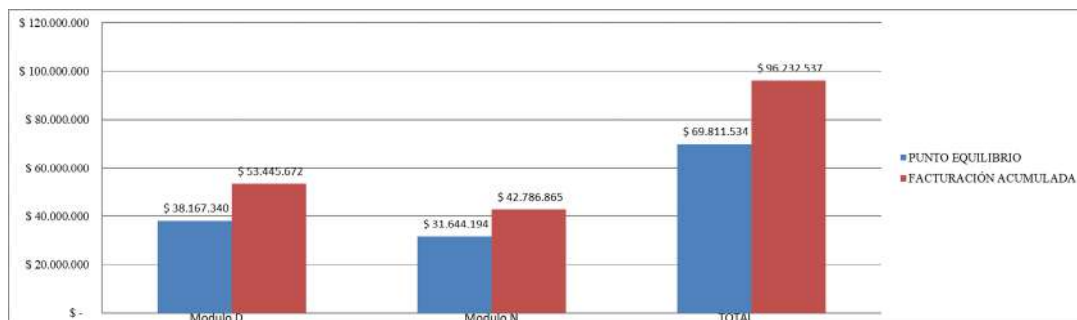


**Nota:** En el primer resultado de implementación se evidencia un mayor nivel de facturación por el módulo D y un nivel mayor al punto de equilibrio.

Fuente: Elaboración propia

**Figura 16.**

*Resultado implementación del sistema del segundo mes.*



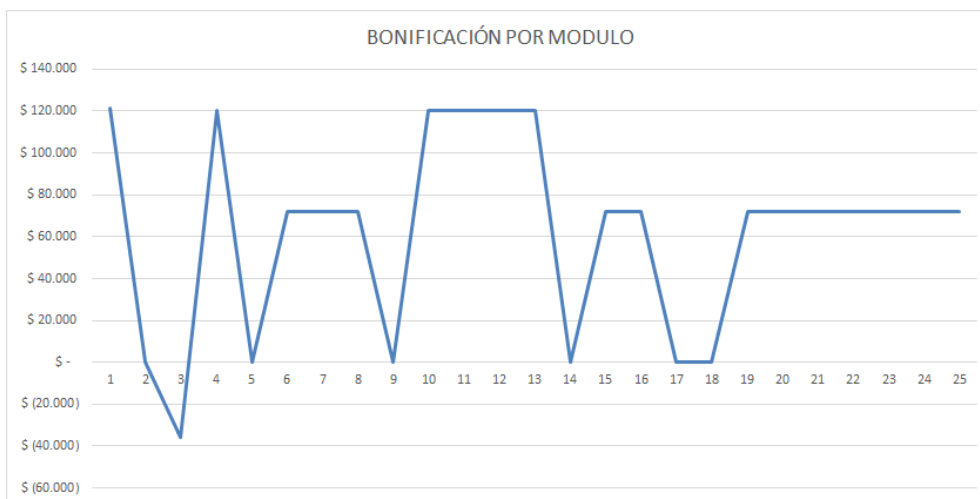
**Nota:** En relación con la figura 15 se observa un resultado más positivo de facturación del módulo N y el módulo D se comporta estable.

Fuente: Elaboración propia

Se evidencian mejoras en los resultados en dos meses con la nueva actualización del sistema, así como la facturación acumulada de cada módulo; de esta manera se puede observar el comportamiento de las bonificaciones teniendo en cuenta su variación con base en las utilidades diarias de ambos módulos de trabajo.

**Figura 17.**

*Comportamiento de Bonificaciones por día*



**Nota:** En la bonificación por módulo diario se observa un comportamiento variable pero en la mayoría de los días evaluados tiene un resultado positivo.

Fuente: Elaboración propia

Por último, de los beneficios recibidos por los operarios en términos monetarios, se evidencia un impulso continuo en superar la meta diaria de producción, una búsqueda por minimizar los tiempos improductivos en su módulo y su velocidad de respuesta que solicita el mercado en la actualidad.

## Conclusiones

La empresa del sector textil confección, objeto de este sistema, presenta ventajas en su control, luego de la implementación de esta actualización de su sistema, integrando el módulo de incentivos, así las cosas, con esta nueva actualización de la base de datos se podrá conocer de primera mano y de manera diaria las ganancias que produce la empresa, por medio de la facturación y los costos diarios por módulo y la empresa no tendrá que esperar al final de un mes para

que el contador evalúe su estado financiero. De igual forma se pueden definir de una forma más precisa las metas de los módulos de trabajo y por ende las bonificaciones de los operarios.

Es preciso aclarar que el sistema implementado trabaja en torno a una manufactura esbelta, lo que se traduce en un ambiente de mejora continua, tanto en su estructura de la base de datos, la funcionalidad de las fórmulas y la tabla de incentivos para las metas de la empresa. Se plantea trabajar futuras actualizaciones para buscar una mejora continua. Sin embargo, es preciso decir que presenta desventajas al depender de un sistema como Excel, lo cual implica que se los equipos de computa empleados tengan su sistema operativo actualizado.

Por otra parte, un aumento en el control de aspectos como: control de la productividad de cada módulo, así como el personal asignado a estos, nivel de ausentismo, tiempos improductivos directos e indirectos, entre otros, permite tener información en tiempo real para la toma de decisiones.

A las reflexiones anteriores, también se suma el hecho que el cumplimiento de metas desarrolla en los operarios un bienestar emocional derivado del posible logro de los objetivos propuestos y la idea es obtener un ingreso extra por un mejor desempeño; esto a su vez impacta de forma positiva el trabajo en equipo, y en general, el contexto laboral. En este sentido, con la estrategia empleada se pretendió un aumento en el nivel de respuesta a las nuevas necesidades del mercado trabajando bajo un sistema JIT (justo a tiempo).

Por último, es importante decir que el gerente de la empresa menciona como esta actualización ayuda a tener un control mayor de los costos de la empresa, así como tomar mejores decisiones, y de antemano plantea la posibilidad de usar herramientas de manejo de información más eficientes, lo cual confirma como la implementación de técnicas de la ingeniería industrial de forma adecuada pueden generar un mayor valor agregado en las organizaciones.

## Preguntas para discusión académica

Luego de la revisión del proceso de intervención empresarial expuesto en el texto, se proponen las siguientes preguntas para la discusión:

1. ¿Se puede realizar una división de los costos generales de fabricación, en costos fijos y variables, con el fin de mantener dos rubros y así un mayor control?
2. ¿Cuál es la manera más idónea de bajar este modelo de incentivos a todo el personal operativo, con el fin de generar un mayor impacto y motivación de este?
3. Dentro del caso se mencionaron los «tiempos improductivos», pero no se observó en el sistema de qué manera integramos ese tiempo y su costo en este ejercicio.
4. Esta nueva herramienta, ¿considera que promueve o limita el trabajo autónomo de los operarios?
5. Conocer el costo del minuto de la empresa, ¿se podría usar el costo por minuto de la empresa para la toma de decisiones?

## Referencias bibliográficas

- Aguiar, M. y otros. (2012). *Incentivos laborales como aporte a la productividad y a la calidad de servicio en las empresas del rubro farmacias*. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias. III (9), 33-48. pp. 1856-8327. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215026158003.pdf>
- Al sector textil antioqueño lo tienen ‘hilando fino’ por la cuarentena. (2020). *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/sector-textil-esta-en-crisis-por-la-cuarentena-487288>
- Arrieta, J. y otros. (2011). *Aplicación lean manufacturan en la industria colombiana. revisión de literatura en tesis y proyectos de grado* [Ponencia]. Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011), Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development. [http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298\\_Arrieta.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298_Arrieta.pdf)
- Bermúdez y otros. (2014). *Implementación del método Justo a Tiempo (JIT)*. *Revista CIES*, 5(2), pp. 9-28. <http://www.escolme.edu.co/revista/index.php/cies/article/view/59>
- Bravo, D. (2008). *Diseño de un plan de mejoras en una industria de plástico aplicando técnicas de manufactura esbelta* [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio institucional. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13403>

- Caycho, G. (2017). *Implementación de un sistema de incentivos para la mejora de la productividad en una empresa de confección textil*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional. [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6412/Caycho\\_pg.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/6412/Caycho_pg.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Carrillo, Y. y otros. (2019). *Reconocimiento laboral en la Finca Bananeras La Vega*. [Tesis de posgrado, Universidad Jorge Tadeo Lozano]. Repositorio institucional. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7864/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dinero (2020). Contracción de 60% en la demanda: la lucha del sector textil. <https://www.dinero.com/empresas/articulo/la-lucha-del-sector-textil-tras-perder-60-de-su-demanda/290608>
- Chiavenato, I. (2008). *Gestión del talento humano* (3a ed.). McGraw-Hill. <https://cucjonline.com/biblioteca/files/original/338def00df60b66a032da556f56c28c6.pdf>
- Choque, S. (2017). *Propuesta de ampliación de capacidad instalada del proceso de hilado de la Empresa Textil Lana Sur E.I.R.L.* [Tesis de pregrado, Universidad Católica San Pablo]. Repositorio institucional. [http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15440/1/CHOQUE\\_COYLA\\_SIO\\_HIL.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15440/1/CHOQUE_COYLA_SIO_HIL.pdf)
- DANE. (2018). *Encuesta Anual Manufacturera (EAM)*. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/boletin\\_eam\\_2018.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/eam/boletin_eam_2018.pdf)
- Fontalvo y otros. (2017). La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión Empresarial*, 15(2), pp. 47-60. <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i2.1375>
- Horngren, C. y otros. (2012). *Contabilidad de costos un enfoque gerencial*. (14a ed). Pearson Education de México.
- Huber, G. P. (1991). *Organizational Learning: The Contributing Processes and the Literatures* (vol 2, pp. 88-115). Organization Science. <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.88>
- Inexmoda. (2019). *Informe Sistema Moda*. [http://www.saladeprensainexmoda.com/wp-content/uploads/2020/02/Informe\\_Sistema\\_Moda\\_-\\_Diciembre\\_2019.pdf](http://www.saladeprensainexmoda.com/wp-content/uploads/2020/02/Informe_Sistema_Moda_-_Diciembre_2019.pdf)
- Inexmoda (2020). Informe del sistema Moda junio 2020. <http://www.saladeprensainexmoda.com/informe-del-sistema-moda-junio-2020/>
- El Tiempo (2020). La mala hora del sector moda en Medellín. Agosto 2020. <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/crisis-economica-en-el-sector-moda-en-medellin-525900>
- Merchán, L. y Tovar, L. (2019). *Diagnóstico del plan de formación y capacitación frente al plan de incentivos de los asesores comerciales de una entidad financiera*. [Tesis de posgrado, Universidad Jorge Tadeo Lozano]. Repositorio institucional. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8321/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Molina, D. y Sánchez, A. (2016). Factores de competitividad orientados a la pequeña y mediana empresa (PYME) en Latinoamérica: revisión de la literatura. *Revista San Gregorio*, 15, pp. 104-111. <http://dx.doi.org/10.36097/rsan.v2i15.275>



- Montoya, D. y otros. (2020). Afectaciones económicas generadas por las importaciones en las empresas industriales del sector textil en la ciudad de Medellín, Antioquia durante los años 2017, 2018 y 2019. *Revista CIES*, 11(2), pp. 25-44. <http://www.escolme.edu.co/revista/index.php/cies/article/view/294>
- Moreno, A., (2018). Satisfacción laboral en las pymes colombianas del sector textil-confección. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 23(82), pp. 392-406. <http://hdl.handle.net/11323/2250>
- Pérez, A. (2017). *Motivación e incentivos laborales caso ELMER“S Chocolate*. [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2955/Perezalba2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Restrepo, G., & Monsalve, A., M. (2009). Aplicación de la ingeniería estándar en las empresas de confecciones y alimentos del Valle de Aburrá. *Revista EIA*, (11), 169-187. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1492/149212825013>
- Robledo, F. (2009). *Diagnóstico integral condiciones de trabajo y salud*. Eco Ediciones. <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2015/08/Diagnostico-integral-de-las-condiciones-de-trabajo-y-salud.pdf>
- Rodríguez, G., Chávez, J., Rodríguez, B. Chirinos, A. (2007). *Gestión de costos de producción en el sector metalmeccánico de la región zuliana*. *Revista de Ciencias Sociales*, 13 (3), pp. 455-467. <https://www.redalyc.org/pdf/280/28011681007.pdf>
- Rubio, D. (2019). *Incentivos financieros y no financieros tendientes a la motivación y liderazgo de los colaboradores en instituciones prestadoras de servicios de salud en Colombia*. [Tesis de posgrado, Universidad EAN]. Repositorio institucional. <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/9513/RubioDiego2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sectorial. (2017). Contrabando, la Camisa de Fuerza del Sector Textil y Confecciones. <https://www.sectorial.co/articulos-especiales/item/95980-contrabando-la-camisa-de-fuerza-del-sector-textil-y-confecciones#:~:text=Seg%C3%BAAn%20las%20cifras%20del%20Dane,perder%20un%20empleo%20por%20minuto>
- Tejada, N. y otros. (2017). *Metodología de estudio de tiempo y movimiento; introducción al GSD*. 3C Empresa, investigación y pensamiento crítico, edición especial, pp. 39-49. <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>
- Torres, D., y otros. (2016). Estudio salarial de las micro y pequeñas empresas del municipio de Restrepo, Meta, Colombia. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones Y Negocios)*, 3(2), pp. 53-60. <https://doi.org/10.22579/23463910.61>
- Uruchima, Y. y Campos, X. (2019). Plan de incentivos no financieros como herramienta para el mejoramiento de la productividad. *Revista MAPA*, 3(17). pp. 23-41. <http://www.revistamapa.org/index.php/es/article/view/165>
- Viñán, J. y otros. (2020). Incidencia del sistema de compensación en el desempeño laboral de los colaboradores de la Corporación Nacional de Telecomunicaciones. *Dominio de las Ciencias*, 6(2), pp. 740-762. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i2.1192>

- Wolf, M (2018). *Creación e implementación de un sistema de incentivos laborales en Telma Tecnología Store de la ciudad de Santa Marta. Santa Marta*. [Tesis de pregrado, Una magdalena]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/1720>
- Zuluaga, A., Cano, J. y Montoya, M. (2018). Gestión logística en el sector textil-confección en Colombia. Retos y oportunidades de mejora para la competitividad. *Revista Clío América*, 12(23), pp. 98-108. <https://doi.org/10.21676/23897848.2621>

## Caso de implementación de mejoras en control de inventarios para un operador logístico de devoluciones





# Caso de implementación de mejoras en control de inventarios para un operador logístico de devoluciones

Sandra Milena Álvarez Gallo<sup>1</sup>

Jacobo Hernán Echavarría Cuervo<sup>2</sup>

En este trabajo se plantea el caso de un operador logístico 3PL que presta sus servicios de operación bajo techo para el proceso de logística de devoluciones a su cliente, una empresa comercializadora de prendas de vestir por catálogo (EVC). La problemática específica radica en las diferencias de inventarios que se presentan en el proceso logístico de devoluciones en el cual el personal realiza tareas como: recepción de prendas devueltas, inspección, empaçado, etiquetado, clasificación por campañas comerciales y despacho al cliente. El objetivo del proyecto es implementar una propuesta de mejora en la fiabilidad de su inventario.

Como solución se plantearon diversos cambios en los procesos realizados, con la finalidad de que exista un adecuado manejo de las prendas desde que llegan las devoluciones de los compradores a bodega hasta que son enviadas al cliente EVC. Una de las herramientas en que se apoya el proyecto es la implementación de WMS para dar un soporte adecuado en operaciones críticas, que se realizaban manualmente, buscando principalmente el control de los procesos y una mejor trazabilidad desde la recepción de prendas devueltas, revisión, conteo, empaçado, clasificación por campañas y despacho a cliente.

---

<sup>1</sup> Magister en Dirección Logística. Especialista en Logística Empresarial. Ingeniera industrial. \*Docentes tiempo completo, Institución Universitaria Pascual Bravo, Grupo de investigación QUALIPRO. Correo electrónico: sandra.alvarezga@pascualbravo.edu.co

<sup>2</sup> Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Ingeniero Industrial. \*Docentes tiempo completo, Institución Universitaria Pascual Bravo, Grupo de investigación QUALIPRO. Correo electrónico: jacoboechavarria@pascualbravo.edu.co

En una etapa inicial se analizaron los procesos efectuados en el proveedor 3PL para encontrar las posibles causas de diferencias en inventarios e identificar los puntos críticos. En una segunda etapa se realizaron propuestas, evaluaciones y priorizaciones en etapas críticas, incluyendo tecnologías como WMS y lectura de códigos de barras en procesos manuales. Finalmente, se muestran los resultados de la propuesta en el centro de distribución.

### **Planteamiento del problema**

Las ventas por catálogo son un tipo de canal de distribución que goza de una gran acogida en el mercado, principalmente por el contacto directo con el cliente, en razón a que nos encontramos con un mercado más exigente en el que las posibilidades de aceptar las devoluciones de cliente son cada vez más amplias en la búsqueda de mejorar el nivel de satisfacción en la compra y fidelización de marca, situación que ha hecho que las devoluciones de este canal sean más significativas, ya que pueden representar entre el 10 % y el 20 % sobre las ventas (García, 2006).

Estas devoluciones, para el caso de ventas por catálogo de prendas de vestir, pueden deberse a diferentes factores como problemas de talla en la prenda, diferencias entre lo ofrecido en catálogo y lo recibido realmente, despacho equivocado, solicitud de garantía por defectos de calidad o debido a desistimiento de la compra dentro del plazo permitido.

Para el caso en cuestión, la empresa de ventas por catálogo (EVC) es fabricante y comercializadora de ropa interior y exterior con una fuerza de ventas de más de ochenta y cinco mil asesoras ubicadas en diferentes ciudades de Colombia, que ha tercerizado el proceso de operación bajo techo de su logística de devoluciones que, en términos generales, se encarga del recibo de prendas de vestir devueltas, revisión de estas, reporte de cantidades recibidas, doblado de prendas, clasificación de las devoluciones, dependiendo de campañas (temporada), tipo, estado de prenda, para finalmente despacharlas a la empresa EVC y, según su estado, queden disponibles para la venta.

El operador logístico (3PL), a quien le fue entregada esta operación, es el encargado de recibir todas las devoluciones de las diferentes ciudades del país en su centro de distribución ubicado en la ciudad de Medellín,

para, posteriormente, despacharlas al cliente EVC empacadas y clasificadas. El problema que actualmente está presentando el operador logístico está representado en las diferencias en los inventarios de prendas recibidas por devoluciones, situación que está generando insatisfacción del cliente EVC y pérdidas económicas en la operación. Esto quiere decir que existen diferencias entre las cifras reportadas en la etapa inicial del proceso de ingreso de prendas por devoluciones, y el número de prendas físicas que finalmente envía el operador a la EVC; por tanto, hay inconsistencias y faltantes al pasar por las etapas de recepción de mercancía, revisión, reacondicionamiento (empaquete y etiquetado), clasificación, embalaje y despacho.

Desafortunadamente, el operador 3PL no cuenta con un sistema de registro de la información eficiente, o un kardex efectivo que le ayude a saber de manera teórica qué referencias debería tener en el almacén, revisar movimientos o realizar comparativos teóricos contra inventarios físicos. Cuentan con un *software* en el que solo registran los despachos de mercancía a la EVC, pero los movimientos y los ingresos de mercancía a bodega manualmente en formatos o en cuadernos, lo que obstaculiza un seguimiento adecuado de la operación. Actualmente no tienen información de las unidades ni referencias que se procesen en cada puesto de trabajo tampoco de las diferencias entre cantidades; solo cuentan con una cifra global de ingreso de mercancía.

A continuación, se relacionan cifras de diferencias identificadas por el operador logístico en una semana. Por ejemplo, se muestra que la mercancía que tiene fecha de aplicación del 20 de abril se le reportó al cliente EVC haber recibido en bodega 5403 unidades, pero después de procesar estas prendas y despacharlas, se encontró que solo había 5.398, en este caso, 5 unidades menos (tabla 1):

**Tabla 1**

*Diferencias de inventario en unidades*

<b>Fecha de aplicación</b>	<b>Unidades recibidas reportadas a cliente</b>	<b>Unidades despachadas (registradas en sistema)</b>	<b>Diferencias</b>
20 de abril	5403	5398	-5
21 de abril	4368	4379	11
24 de abril	4161	4145	-16
25 de abril	3204	3207	3
26 de abril	703	689	-14
27 de abril	3331	3323	-8
28 de abril	3423	3432	9

Fuente: Elaboración propia

Estas cifras son muy generales y no facilitan identificar en qué proceso, en qué referencias o por qué se están presentando las diferencias entre lo que teóricamente envía el cliente, lo que se recibe en la bodega, lo que se clasifica y lo que al final se despacha al cliente EVC.

De lo anterior, y debido a que no hay exactitud en los inventarios, hay faltantes y sobrantes en el despacho realizado al cliente, de manera que el operador 3PL debe asumir las diferencias. Cabe aclarar que la empresa EVC exige al operador un reporte del total de unidades recibidas, inmediatamente llegue la mercancía devuelta al centro de distribución del operador 3PL.

El operador logístico ha realizado diversos cambios en sus procedimientos para lograr una confiabilidad en este indicador de exactitud de inventario, pero no se han obtenido los resultados esperados; incluso, en mayo de 2017 la EVC realizó un cobro a su operador por inconsistencias de faltantes en inventarios por una cifra de € 22 000 euros. Cabe advertir que la EVC cobra por los faltantes, pero no compensa los sobrantes, asumiendo que estos últimos son una muestra más de la falta de control de la operación.

En la actualidad, 3PL tiene un gran riesgo de pérdida de su principal cliente por inconformidad con la confiabilidad en el servicio. De hecho, el cliente EVC plantea que de no solucionar este problema en el corto plazo, terminaría el contrato; además, se pondría en tela de juicio la calidad y el servicio del operador logístico en el mercado, lo que podría cerrar sus puertas a clientes potenciales.



Según lo indicado por Rodríguez (2014),

Las implicaciones de los procesos de logística inversa para aquellas empresas que están en el negocio de venta directa y que ofrecen como servicio a sus clientes la posibilidad de devolución de productos finales, esta oferta de servicio puede ser vista como una ventaja competitiva, sin embargo si se ejecuta de manera errada y no se da la efectividad requerida tendremos clientes insatisfechos, lo que convertiría una oportunidad de fidelizar un cliente, en un problema de servicio, de ahí la importancia de contar con un proceso capaz de soportar los requerimientos del mercado. (p. 3)

## Objetivos

### Objetivo general

Implementar una propuesta de mejoramiento dentro del centro de distribución de la empresa de 3PL para reducir las diferencias en inventario entre unidades teóricas vs unidades físicas entregadas al cliente EVC.

### Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual que permita identificar las causas que están influyendo en las diferencias de inventarios del proceso de logística de devolución del operador logístico.
- Definir propuesta de nuevos procesos y controles en los procesos críticos del almacén que garanticen la exactitud en inventarios.
- Evaluar las propuestas realizadas de nuevos procesos y controles.

## Marco teórico

### Logística inversa en productos textiles

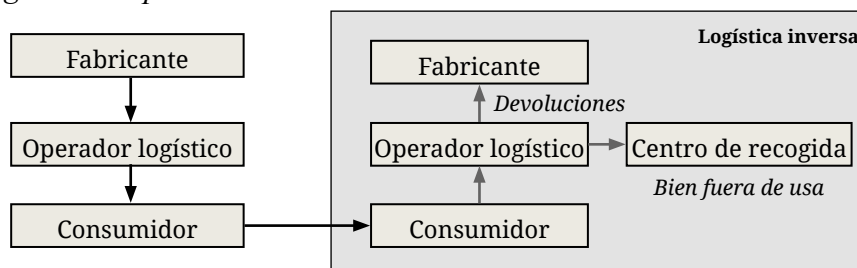
La logística inversa se puede atribuir a la recuperación de materiales y a las devoluciones de mercancía (Rubio, 2003). Según la Asociación de Fabricantes y Distribuidores y Operadores Intermedios (AECOC, 2001), las devoluciones de productos textiles se pueden clasificar en dos grandes grupos teniendo en cuenta si estas se realizan en la propia recepción o si se realizan después de la entrega:

- Desviaciones entre la mercancía pedida y recibida
- Rechazo de la mercancía porque no se recibe en las condiciones técnicas previstas.
- Incumplimiento de las condiciones de entrega.
- Cancelación imprevista por parte del punto de recepción.
- Mercancía deteriorada o mercancía defectuosa
- Mercancía mal etiquetada o no envasada.

Al iniciar con la búsqueda de literatura relacionada con el control de inventario en bodega para operaciones de logística de devolución y de investigaciones relacionadas con la logística inversa, la mayoría de los estudios existentes están vinculados al reciclaje, con el objetivo de recuperar materiales para su reutilización y en pro del cuidado del medio ambiente (Rodríguez, 2014). Por otro lado, también hay estudios que relacionan la logística inversa con la recogida de las devoluciones, es decir, enfocado en el transporte como lo plantea Castán et al., (2012, p. 225) «La logística inversa cubre los aspectos derivados de trasladar los bienes desde el consumidor o distribuidor hasta el fabricante de devoluciones por cualquier causa, o hasta los centros de recogida si es un bien fuera de uso, con el fin de proceder a su reutilización o destrucción» (figura1).

**Figura 1**

*Ciclo logístico del producto*



Fuente: Castán, et al., 2012.

De acuerdo con lo ilustrado, el ciclo que se analiza en este caso será la logística inversa desde el momento de recibo de devoluciones de cliente en el centro de distribución (3PL) para reacondicionarla hasta la devolución a su fabricante (empresa EVC) para que esta disponga de la mercancía ya clasificada.

### **Aplicación de nuevas tecnologías**

El proceso de revisión y conteo de mercancía recibida en devolución es fundamental para los operadores que manejen la logística de reversa bajo techo, puesto que un error cometido en esta actividad puede ocasionar diversos inconvenientes como el caso de diferencias de inventarios. La aplicación de nuevas tecnologías y técnicas han hecho que los diferentes procesos al interior del almacén, como los antes mencionados, sean ejecutados cada vez más rápido y más precisos (Mora, 2011). En la actualidad se utilizan comúnmente las hojas de cálculo, WMS, códigos de barras y la radiofrecuencia (Correa, 2010). En el contexto de nuestra región, un 50% de las empresas no tienen herramientas tecnológicas especializadas en sus operaciones logísticas (Romero, 2019).

El Warehouse Management System (WMS) agrupa programas informáticos que facilitan gestionar y controlar las operaciones diarias del almacén, este posee dos tipos básicos de optimización; uno, dedicado al espacio de almacenaje, mediante una adecuada gestión de ubicaciones y otro destinado a los movimientos o flujos de materiales (Castán et al., 2012). La aplicación de esta tecnología puede funcionar por medio de documentos o con tecnologías de apoyo, como EDI (*Electronic Data Interchange*), códigos de barras, radiofrecuencia, herramientas de apoyo a salida y entrada de materiales mediante órdenes luminosas (*pick/put to light*) o de sonido (*pick/put to voice*), entre otras, en las que la aplicación de dichas TIC en los diferentes procesos logísticos mejora el flujo de la información en las empresas lo cual genera una mayor eficiencia y menores costos (Carbonell et al., 2018).

### **Herramientas para el análisis de la problemática**

La mayoría de los errores en inventarios y entrega de despachos se pueden reducir con la introducción de tecnologías, sistemas de información, estandarización de las operaciones y, sobre todo, en la formación del personal involucrado en estas operaciones, pero, igualmente, en cada caso hay que

identificar cuáles son las alternativas para solucionar las inconsistencias que se presenten debido a múltiples causas como desorganización, dificultad para hallar localizaciones, ubicaciones erróneas, deficiente control o gestión en los procesos, entre otros (Flamarique, 2018).

En cuanto a la solución de problemas de inventarios, según González (2009), una de las herramientas más utilizadas para identificar diferentes alternativas de solución es el diagrama de flujo y de recorrido, ampliamente aplicado para analizar los procesos del almacén. El diagrama de flujo es una herramienta utilizada para el análisis de procesos que, mediante descripción gráfica, ayuda a detectar oportunidades de mejora (Cuatrecasas & González, 2017), por lo tanto, para su elaboración es necesario conocer de manera detallada cada una de las actividades que componen los procesos y la relación que existe entre estas, mostrar las actividades que realmente ocurren, documentar errores, riesgos y fallas que se cometen y determinar puntos críticos de control (Medina et al., 2019).

Según López (2014), aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente, aún no se cuenta con una representación visual que indique cómo es el proceso realizado en la instalación productiva o dónde se presta el servicio, como en el caso de procesos en centros de distribución en los que es útil auxiliarse del plano de distribución y de las estaciones de trabajo sobre el cual se podrá realizar el desarrollo de un nuevo método de labores mejorado. Así mismo, es apropiado considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección o cualquier área adicional involucrada.

Otras herramientas, comúnmente aplicadas en solución de problemas, son las de la calidad —como la espina de pescado y los diagramas de distribución en planta— para identificar oportunidades de mejora, así como las causas de los problemas analizados (Moreno y Puente, 2014). Según Marcelino y Ramírez (2014) el diagrama de causa/efecto, también llamado diagrama Ishikawa o espina de pescado, es un instrumento para el análisis y la solución de problemas que contribuye a la identificación de las causas y da una orientación de posibles alternativas para su eliminación. Según López (2016), el uso de esta herramienta se basa en la asignación de ciertos motivos de la variación de

cualquier proceso; estos son: materia prima, maquinaria y equipo, mano de obra, método y medio ambiente. Cada una de estas se puede aplicar en diferentes etapas de un proyecto. Izquierdo y Morán (2009) realizan un diagnóstico para definir las propuestas de mejora para un almacén en el que utilizan medios como el análisis causa/efecto, el análisis de criticidad para priorizar causas encontradas y, posteriormente, realizan un análisis de impacto/factibilidad con una matriz de priorización para determinar las oportunidades de mejora estratégicas.

### **Matriz de priorización para selección de propuestas**

Medina et al. (2019) estudiaron más de ochenta procedimientos de mejora en procesos encontrados en la literatura. En ese estudio identificaron las herramientas anteriormente anunciadas, además de otras como la aplicación de matrices de priorización, las cuales se desarrollan acorde con el impacto en el problema, satisfacción del cliente, éxito en el corto plazo, frecuencia de aparición, valor agregado al producto o servicio final, factor financiero y facilidad de implementación acorde a las competencias del personal involucrado.

Existen diferentes métodos para llevar un juicio de expertos, entre los más utilizados están el de agregados individuales en el que se le pide a cada experto una estimación de su criterio de manera individual, tratando estadísticamente los datos recogidos, sin interacción entre ellos para evitar sesgos (Mendoza et al., 2019). Veamos.

En el método Delphi, en el que, en primera instancia, cada experto responde de manera anónima; seguidamente, se analizan cuantitativamente las respuestas en las que se retroalimenta a cada experto para que reevalúe sus respuestas. También se encuentran métodos de mayor interacción grupal como el Grupo Nominal, similar al Delphi, con la diferencia de que permite algún debate entre los expertos. Y el método de Consenso Grupal en el cual el objetivo es lograr una puntuación estadística consensuada, lo que facilita el intercambio de información y opiniones dentro del grupo.

La matriz de priorización (también denominada matriz de criterios o matriz multicriterio) es una herramienta que ayuda en la selección de opciones con base en una ponderación de estas y que se obtiene totalizando la valoración

en los criterios definidos por los expertos involucrados en la solución de la problemática. Los criterios pueden ser: impacto sobre las causas, mejora en satisfacción de usuarios, recursos necesarios y facilidad de implementación (López, 2016). En este caso, esta matriz se utilizó para la evaluación de la mejor alternativa. En cuanto a la selección de los criterios por evaluar y su ponderación se usó el método del Consenso grupal.

En general, y de acuerdo con la literatura encontrada, se identificó que la estrategia para la solución a problemas en bodega, por ejemplo, el de inventarios, era el diagrama de flujo con el fin de determinar y entender cada uno de los procesos; también la espina de pescado, la matriz de priorización y la distribución en planta. En la gran mayoría de los casos se emplean análisis descriptivos que ayudan a conocer a fondo el proceso para tomar las decisiones pertinentes.

### **Metodología del trabajo**

Para lograr la consecución de los objetivos propuestos se desarrolló el proyecto en las siguientes etapas.

#### **Primera etapa**

En esta etapa se efectuó un análisis detallado de la situación actual de los procesos de bodega que intervienen en la logística de devolución, identificando las causas de diferencias de inventario y posibles puntos críticos para enfocar la mejora.

Las herramientas utilizadas en esta etapa son:

- Diagrama de flujo para plasmar los procesos llevados a cabo en el área de trabajo.
- Utilización de la espina de pescado para identificar causas probables de diferencias de inventario.
- Diagrama de recorrido para visualizar el movimiento de productos en bodega por cada uno de los procesos.
- La encuesta para consultar de acuerdo con la experiencia de los involucrados, tanto personal administrativo como operativo, cuáles podrían ser las causas críticas que afectan el inventario.

- Diagrama de criticidad para determinar las causas que más están afectando las diferencias de inventario y que presentan una mayor frecuencia de ocurrencia.
- Visitas de campo para visualizar en vivo cada proceso.
- Listas de chequeo para diagnosticar el estado actual del almacén en las que se evalúan parámetros que condicionan el desempeño óptimo.

### **Segunda etapa**

Se define la propuesta de mejora, enfocada en los procesos críticos y que contribuya a solucionar el problema de investigación de este estudio, además de la implantación de controles para realizar seguimiento continuo al proceso. Para tomar la decisión de la propuesta adecuada por implementar se utiliza la herramienta matriz de priorización. Para la selección de los criterios por evaluar y su ponderación se utiliza el método del Consenso grupal. Para valorar la viabilidad de las propuestas se realiza el análisis costo beneficio. Teniendo en cuenta que las propuestas generales involucran todos los procesos del almacén se documentan los nuevos diagramas de proceso y diagramas de recorrido.

### **Tercera etapa**

La tercera etapa consiste en la socialización e implementación de la propuesta de mejoras. Para esto se realiza reunión previa con la alta dirección para sustentar la viabilidad de aplicación de las mejoras en el proceso y sus beneficios; se capacita al personal en los cambios del proceso y nuevos procedimientos, se efectúa la ejecución del piloto y se registran beneficios (seguimiento).

### **Marco contextual**

Como primer paso para el análisis de la situación actual es básico conocer al detalle el funcionamiento del Centro de distribución del 3PL, el personal (tabla 2) y los procesos realizados.

**Tabla 2**

*Relación de personal del almacén en proceso actual*

<b>Función/ cargo</b>	<b>Número de personas</b>
Recepción de tulas	1
Revisión de Inicial (operarias)	10
Conteo de recibos (auxiliar administrativa)	3
Empaque de prendas (operarias)	10
Clasificación por campaña (operarias)	3
Apoyo general (auxiliares de bodega)	5
Dirección de operación (jefe de bodega)	1
Coordinación de operación (coordinador)	1

Fuente: Elaboración propia

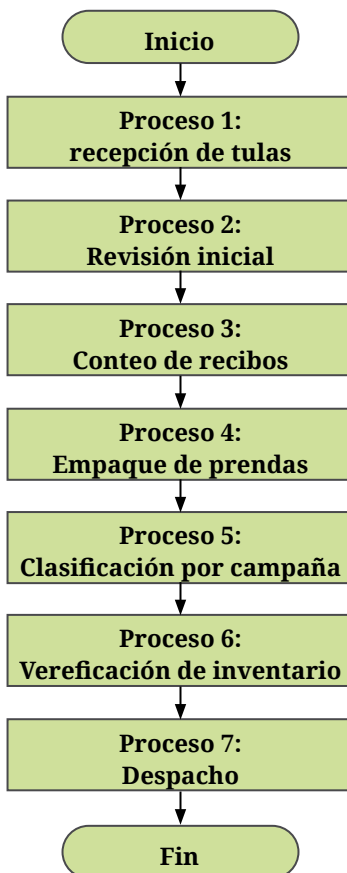
El operador logístico 3PL que presta sus servicios al cliente EVC desarrolla la operación desde la recepción de las devoluciones de los clientes en almacén, verificando el estado de la mercancía (clasificando prendas de vestir imperfecta o en buen estado), luego se reportan a la EVC las cantidades recibidas e inventarios. Posteriormente, las prendas recibidas se doblan y empaacan en bolsas, según su marca, y se clasifican según campañas comerciales (campaña actual, anterior y siguiente); por último, son despachadas a la EVC y, si es del caso, puedan quedar disponibles para la venta. El cliente EVC terceriza esta operación debido al gran volumen de devoluciones que se deben procesar, que en promedio corresponden a unas 5.000 prendas de vestir por día.

El esquema general de los procesos realizados en almacén se muestra en la figura 2. Estos procesos son: recepción de tulas, revisión inicial, conteo de recibos, empaque, clasificación por campaña, verificación de inventario y despachos. La descripción de cada uno de los procesos se realizó mediante diagramas de flujo construidos en visitas de campo con el apoyo del personal por medio de cuestionarios acerca de las actividades que realizan, el cómo y por qué se hacen.



**Figura 2**

*Mapa general de procesos actual*



Fuente: Elaboración propia

## **Solución de la problemática**

### **Definición de procesos actuales**

El levantamiento de los procesos y sus diagramas de flujo fueron desarrollados por el autor como herramienta de análisis. Se identificaron los siguientes procesos en la bodega del 3PL:

***Proceso 1: recepción de tulas***

Este es el proceso con el que inicia la logística de devoluciones en bodega del operador logístico.

***Proceso 2: revisión inicial***

Verificar coincidencia entre la mercancía recibida físico vs lo relacionado en cada documento (recibo) enviado con la tula.

***Proceso 3: conteo de recibos***

Se consolidan las cantidades registradas en todos los recibos de devoluciones y se informa al cliente EVC cantidades y cualquier inconsistencia referente a los totales según documentos vs conteo de lo recibido físicamente en bodega.

***Proceso 4: empaque de prendas***

Una operaria inspecciona, clasifica, realiza el doblado y empaque de prendas. Posteriormente un auxiliar de bodega moviliza las cajas al siguiente proceso. En esta etapa lo básico es garantizar que las unidades de prendas recibidas en la caja sean las mismas que se despachan al siguiente proceso.

***Proceso 5: clasificación por campañas***

El operario lee el código de barras de cada prenda, con el objetivo de que el *software* le indique a qué campaña corresponde (colección, periodo de venta) y pueda separar las prendas en cajas diferentes por tipo de campaña

***Proceso 6: verificación de inventario***

Verificar el total de cajas que ya han sido procesadas y están listas para despacho con remisión, además, se debe comparar el resultado de consolidado obtenido con las unidades reportadas al cliente en el proceso 2 Conteo de recibos, ya que cualquier inconsistencia en el despacho debe ser asumida por el 3PL.

***Proceso 7: despacho***

Comprobar que las cajas por despachar coincidan con la remisión para despachar a la EVC.

Para estos siete procesos identificados se realizó su descripción y diagramas de flujo para analizar de manera crítica cómo se operaban, puntos críticos y controles necesarios. Para ilustrar el caso se muestra solo la información desarrollada para uno de los procesos (proceso 2) y su respectivo diagrama de flujo. En cada uno se considera importante registrar toda la información que

permita visualizar cómo cualquier cambio afectará a este y a los siguientes procesos. A manera de ejemplo se ilustra cómo se registró la información para el proceso 2 en su situación actual (tabla 3 y figura 3).

**Tabla 3**

*Detalles generales del proceso actual 2: revisión inicial*

<b>Proceso 2: revisión inicial</b>	
<b>Personal involucrado</b>	Un auxiliar de bodega que se encarga de surtir tulas a puestos de trabajo y una operaria que realiza la revisión de la tula
<b>Formatos aplicables</b>	Cuaderno para registro de unidades Formato para registro de prendas imperfectas
<b>Proceso anterior</b>	Proceso 1: recepción de tulas
<b>Proceso siguiente</b>	Proceso 3: conteo de recibos
<b>Objetivos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contar el total de unidades recibidas en una tula y registrar dato en cuaderno.</li> <li>- Verificar coincidencia entre la mercancía recibida físico vs lo relacionado en cada documento (recibo) enviado en la tula.</li> <li>- Verificar el estado de las prendas recibidas y las imperfectas deben registrarse en formato.</li> </ul>
<b>Puntos críticos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El conteo manual de prendas donde se totalizan las unidades</li> <li>- El registró manual de prendas imperfectas en formato.</li> <li>- Múltiples actividades manuales que requieren atención al detalle bajo responsabilidad de una operaria que ocasionan posibles errores. Estas actividades son:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparación de PLU´s de documentos (recibos) vs PLU´s de prendas de vestir físicas y ante cualquier diferencia registrar observación en documento recibo.</li> <li>- Totalizar el número de documentos (recibos) y números de prendas por tula.</li> <li>- Verificación de estado de prendas y registro de prendas imperfectas en formato.</li> <li>- Empaque de prendas imperfectas en bolsas y marcación de bolsas con descripción de novedad, precinto, zona, operaria y fecha.</li> <li>- Diligenciamiento de stickers de cajas en las que se reempaca la mercancía que se recibió en tulas, especificando precinto, cantidad, operaria, zona y fecha.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Diagrama de flujo</b> Diagrama de proceso 2 Revisión Inicial “actual”.	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.**

*Mapa general de proceso*

Proceso 2: Revisión final			
Actividad	Diagrama de proceso	Responsable	Observación
1		Auxiliar de bodega 2	<b>Proceso 1:</b> Recepción de tulas.
2		Operaria 1	
3		Operaria 1	<b>Recibo:</b> documento con el registro de las referencias y unidades devueltas por los clientes.
4		Operaria 1	
5		Operaria 1	
6		Operaria 1	<b>Formato prendas imperfectas:</b> documento con el cual queda registrado la fecha mail plan, el tipo de imperfección y la referencia. <b>Marcación de bolsas:</b> se escribe el tipo de defecto, N° precinto, zona, operaria que revisa y fecha mail plan. <b>Fecha mail plan:</b> es la fecha de compromiso de entrega de prendas revisadas y acondicionadas a Línea Directa.
7		Operaria 1	<b>Marcación de stiker:</b> se registra el N° precinto de tula, zona, número de prendas, fecha mail plan y nombre operaria. Este stiker es de color rojo, para diferenciarse del stiker que se pone en otros procesos.
8		Operaria 1	<b>Registro en cuaderno:</b> se diligencia en cuaderno N° precinto, zona, nombre de operaria, fecha de mail plan, total de recibos, total de prendas buenas y total de prendas imperfectas.
9		Operaria 1	<b>Marcación de bolsas:</b> se escribe en bolsa el N° precinto, zona, número de prendas y número de recibos.

Proceso 2: Revisión final			
Actividad	Diagrama de proceso	Responsable	Observación
10	Se entregan recibos ordenados a la zona de conteo de recibos	Operaria 1	
11	Se recoge cajas con prendas revisadas y se llevan a zona de almacenamiento provisional	Auxiliar de bodega 2	
12	Se organizan cajas en áreas de almacenamiento provisional, por zona y fecha mail plan	Auxiliar de bodega 2	<b>Proceso 3:</b> conteo de recibos.

Fuente: Elaboración propia

### Diagnóstico de procesos

Con el objetivo de diagnosticar el estado de los procesos, se utilizaron diferentes herramientas para el análisis de problemas en el área de ingeniería industrial entre las que se encuentran la lista de chequeo, espina de pescado, diagrama de criticidad y matriz de priorización.

### Priorización de procesos por intervenir

Es importante realizar un análisis de los procesos para determinar cuál o cuáles de estos se consideran críticos y que requieren prioritaria intervención con el fin de minimizar las diferencias en inventarios, para esto es importante tomar los siguientes criterios (Moreno y Puente, 2014):

- Significativa correlación con alguno de los objetivos o estrategias de la empresa, en este caso particular, el proceso que esté incidiendo significativamente en las diferencias de inventarios presentadas.
- Se encuentran en una situación desordenada o desestructurada y es urgente redefinir una mejor manera de realizar el proceso enfocado según el objetivo, en este caso de mejorar la exactitud de inventario.
- Los resultados de su evaluación se encuentran por debajo de los límites de control previamente definidos, como por ejemplo indicadores de desempeño o en este caso el nivel de confianza de los inventarios.

De acuerdo con los criterios anteriores, se procede a la construcción de una matriz de prioridades. Con un rango de puntuación de 1 al 10, siendo 10 el grado mayor de acercamiento al criterio a evaluar. Esta priorización se realizó mediante consenso grupal con los directivos de la operación logística.

**Tabla 4.**

*Matriz de ponderación de procesos según su relevancia con el problema*

PROCESOS	Relación con el problema de diferencias en inventario	Proceso inadecuado para el logro de los objetivos	Alto indicador de errores en el proceso	Ponderación Total
Proceso 1 Recepción de tulas	4	6	3	13
Proceso 2 Revisión inicial	8	8	10	26
Proceso 3 Conteo de recibos	9	9	8	26
Proceso 4 Empaque	2	1	1	4
Proceso 5 Clasificación por campaña	5	3	2	10
Proceso 6 Verificación de inventario	7	3	3	13
Proceso 7 Despacho	5	2	1	8

Fuente: Elaboración propia

La mayor puntuación fue obtenida por los procesos Revisión inicial y Conteo de recibos, por lo cual las propuestas de mejora se enfocaran en estos dos procesos.

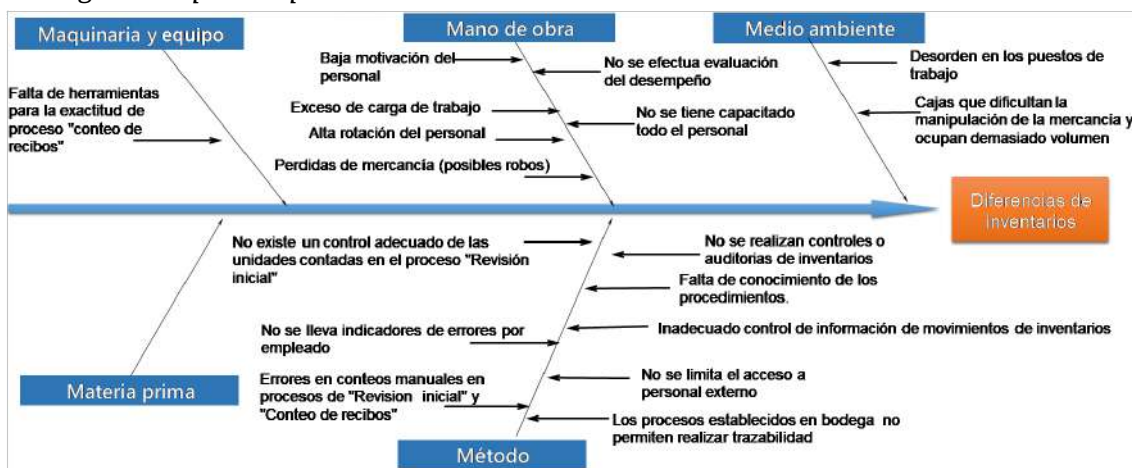
### **Identificación de causas**

Después de priorizar los procesos por intervenir, se deben identificar las causas que ocasionan las diferencias en inventarios. Se utiliza como herramienta la lista de chequeo para la evaluación de los parámetros que condicionan el desempeño óptimo y, a partir de la identificación de las deficiencias, se

puede llegar a conclusiones que contribuyan al rediseño de procesos (Alcaide, 2008). Para esto, se diseña una lista de chequeo y se verifican aspectos desde el punto de vista de organización, control, recursos humanos y gestión en los cuales existe oportunidad de mejora para los procesos del almacén. La lista de chequeo es diseñada y sus factores son identificados con participación de los operarios. De la lista de chequeo se extraen los factores (causas) que inciden directamente en las diferencias de inventario (efecto) y se diagrama la espina de pescado (figura 11).

**Figura 4**

*Diagrama espina de pescado*



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente a la identificación de las causas que generan las diferencias de inventarios se debe analizar el por qué se presentan. A continuación, se muestra el análisis realizado:

### **Mano de obra**

*Baja motivación del personal:* esta causa se debe a que se percibe que no hay estabilidad laboral, dado que en los últimos meses han cambiado a varios empleados del centro de distribución.

*Exceso de carga de trabajo:* el proceso actual se extiende más de la jornada normal, llevando a la generación de horas extras, que por lo general son de más de 2 horas por día.

*Alta rotación del personal:* los cambios de personal hacen que haya constantemente personal nuevo que no conoce el proceso y en el tiempo que transcurre en su aprendizaje se comenten errores.

*Pérdidas de mercancía (posibles robos):* esta causa no se descarta, que es muy común en empresas de este tipo, para lo que es importante intensificar controles en cada punto del proceso para evitar que estas situaciones se presenten.

*No se tiene capacitado todo el personal:* esto se presenta específicamente con el personal nuevo que inicia a trabajar sin tener claridad de todas las actividades por realizar, esto hace que los procesos no se hagan de la misma forma y se transmitan de voz a voz. La etapa de inducción es muy corta y no se deja un tiempo prudencial para acompañar al personal nuevo en la ejecución de la labor.

*No se efectúa evaluación del desempeño:* no se mide, ni se hace seguimiento o evaluación de los errores cometidos en el desempeño de los procesos, lo que hace que el personal no mejore y se sigan presentando diferencias.

### **Medio ambiente**

*Desorden en los puestos de trabajo:* en todos los puestos de trabajo de los procesos se encuentra desorden, materiales que no son requeridos en el momento para la labor y factores de distracción. Esto sucede también porque usualmente no se tiene asignado un responsable por cada área de trabajo.

*Cajas que dificultan la manipulación de la mercancía y ocupan demasiado volumen:* es común ver cajas que ya se procesaron o que están pendientes de procesar en pasillos, lo cual genera sensación de desorden y puede incidir en la dificultad de rastrear una caja específica de manera ágil.

### **Método**

*No existe un control adecuado de las unidades:* en el proceso de revisión inicial las operarias utilizan un cuaderno para registrar el total de prendas revisadas por tula. Incluso algunas operarias registran información



de prendas que encuentran defectuosas y otras no lo hacen. Todo esto influye en que al final cuando se requiere trazabilidad el proceso, se presente confusión.

*No se llevan indicadores de errores por empleado:* no se utiliza un indicador para medir los errores de los operarios presentados en cada uno de los procesos, lo que hace que no se haga seguimiento adecuado.

*Errores en conteos manuales en procesos de Revisión inicial y Conteo de recibos:* a diario se presentan errores en las unidades reportadas en alguno de estos dos procesos. Desafortunadamente, no se lleva el registro sobre los empleados responsables de estos. Además del tema de la implantación y seguimiento del indicador de errores, es importante reevaluar estos procesos, para verificar qué cambios se pueden realizar para asegurar la confiabilidad de los resultados.

*No se realizan controles o auditorías de inventarios:* no se tiene una política de verificación de inventarios cíclicos o aleatorios en cada uno de los procesos para verificar que las cantidades reportadas coinciden con las unidades físicas. Este es un control que podría apoyar en el seguimiento y obligaría al personal a estar más atento a su desempeño.

*Falta de conocimiento de los procedimientos:* esto se percibe especialmente en el personal nuevo por deficiencia en los procesos de inducción; además, no se tienen procedimientos escritos ni procesos documentados.

*Inadecuado control de información de movimientos de inventarios:* no se lleva registro organizado de la mercancía que se tiene en el almacén. Específicamente no se realiza asiento en el sistema de la mercancía recibida así:

- En el proceso recibo de prendas solo se anotan manualmente las cantidades recibidas en un cuaderno y no se registra en el sistema la información.
- En el proceso de revisión inicial se cuentan cantidades de prendas y se anotan en un formato manual las prendas que llegan imperfectas, pero no queda registrada en el sistema dicha información y tampoco el PLU de las prendas recibidas.
- En el proceso de conteo de recibo no se deja registro en el sistema de los documentos recibidos y tampoco de las novedades como prendas de más o de menos especificados en ellos.

- No hay un adecuado registro de los movimientos, ni cómo consultar en tiempo real las existencias, en otras palabras, no existe un Kardex para el control del inventario.

*No se limita el acceso a personal externo:* al interior de la bodega se ve personal ajeno al proceso como por ejemplo auxiliares de vehículos y conductores en espera.

*Los procesos establecidos en bodega no permiten realizar trazabilidad:* no se tiene información de las unidades, ni referencias que se procesan en cada unidad de trabajo.

### **Maquinaria y equipo**

*Falta de herramientas para la exactitud de proceso:* el proceso conteo de recibos se efectúa manualmente (a lápiz, papel y calculadora), aspecto que se debe mejorar si se considera que es en este proceso donde se le informa al cliente las unidades recibidas. Falta confiabilidad en las cifras reportadas debido a que, según lo que se pudo constatar en las visitas de campo, estos errores son frecuentes en las fases de revisión inicial y conteo de recibos. Es muy común, por lo tanto, que se forme un cuello de botella dado que se tardan en conciliar los valores por diferencia que puedan aparecer en estos procesos.

Según las 5M analizadas (método, medio ambiente, mano de obra, maquinaria y equipo, material), se observa que el método es el factor que más está impactando el problema con un 55% de las causas que generan diferencias de inventario.

### **Identificación de causas prioritarias**

Con el objetivo de establecer cuáles de estas causas identificadas se debían considerar como prioritarias y enfocar la solución del problema, se utilizó como herramienta una encuesta aplicada a los trabajadores con el fin de evaluar para cada causa el nivel de impacto sobre el problema y su frecuencia de ocurrencia, considerando a estos como una valiosa fuente de información y conocimiento, además de sentirse partícipes en las posteriores propuestas de solución. Cada criterio definido se califica en una escala de 1 a 5, y se totaliza la sumatoria de las calificaciones por persona que realizaron la encuesta.

**Tabla 5***Resultados de encuestas*

	<b>Frecuencia de ocurrencia</b>	<b>Impacto sobre las diferencias de inventario en bodega</b>
<b>Mano de obra</b>		
A. Baja motivación del personal	28	19
B. Exceso de carga de trabajo	29	33
C. Alta rotación del personal	20	18
D. Pérdidas de mercancía (posibles robos)	27	30
E. No se tiene capacitado todo el personal	19	21
F. No se efectúa evaluación del desempeño	38	22
<b>Medio ambiente</b>		
G. Desorden en los puestos de trabajo	42	23
H. Cajas que dificultan la manipulación de la mercancía y ocupan demasiado volumen	43	37
<b>Método</b>		
I. No existe un control adecuado de las unidades contadas en el proceso “Revisión inicial”	46	40
J. No se lleva indicadores de errores por empleado	43	37
K. Errores en conteos manuales en procesos de “Revisión inicial” y “Conteo de recibos”	45	46
L. No se realizan controles o auditorías de inventarios	30	24
M. Falta de conocimiento de los procedimientos	15	38
N. Inadecuado control de información de movimientos de inventarios	47	46
O. No se limita el acceso a personal externo	12	23
P. Los procesos establecidos en bodega no permiten realizar trazabilidad	48	45
<b>Maquinaria y equipo</b>		
Q. Falta de herramientas para la exactitud de proceso “Conteo de recibos”	44	42

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de priorización, se grafican los datos obtenidos, teniendo en cuenta que el eje X corresponde a la frecuencia de ocurrencia y el eje de las Y al impacto sobre las diferencias de inventario en bodega. El gráfico que se construye se divide en cuatro cuadrantes así:

- Cuadrante 1: causas de alto impacto y baja frecuencia que se encuentran en la parte superior izquierda del gráfico. Sobre esta se definen estrategias para evitar su ocurrencia o disminuir su impacto sobre el problema.
- Cuadrante 2: causas de bajo impacto y baja frecuencia que se encuentran en la parte inferior izquierda del gráfico. Estas causas no se tienen en cuenta como relevantes en la solución del problema.
- En el cuadrante 3: causas de bajo impacto y alta frecuencia de ocurrencia que se encuentran en la parte inferior derecha del gráfico. Para estas causas se deben hacer recomendaciones a la empresa para evitar su alta ocurrencia ya que tienen influencia en la eficiencia de los procesos.
- El cuadrante 4 de causas de alto impacto y alta frecuencia se encuentran en la parte superior derecha del gráfico y corresponden a aquellas causas “críticas” que son prioritarias y sobre las cuales se deben definir estrategias urgentes para la solución del problema.

Para definir los ejes de los cuadrantes, se utiliza la metodología empleada por el alemán Frederic Vester, de la siguiente forma: se toma el valor menor en X (frecuencia de ocurrencia) y se suma el valor mayor en X; después se divide el resultado en 2. En este caso, para el eje X será:  $(48 + 12)/2 = 30$ . Igualmente, se procede para Y (impacto)  $(18+46)/2$ , y así quedan separados los cuadrantes (tabla 13).

**Tabla 6**

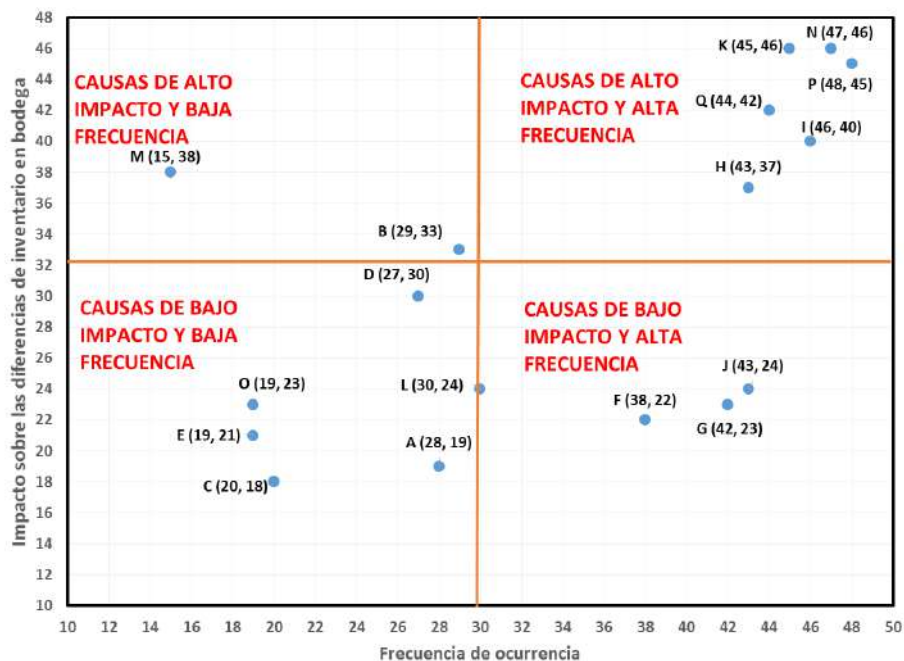
*Máximos y mínimos de resultados de encuestas*

	Frecuencia de ocurrencia	Impacto sobre las diferencias de inventario en bodega
<b>Mano de obra</b>		
A. Baja motivación del personal	28	19
B. Exceso de carga de trabajo	29	33
C. Alta rotación del personal	20	18
D. Pérdidas de mercancía (posibles robos)	27	30
E. No se tiene capacitado todo el personal	19	21
F. No se efectúa evaluación del desempeño	38	22
<b>Medio ambiente</b>		
G. Desorden en los puestos de trabajo	42	23
H. Cajas que dificultan la manipulación de la mercancía y ocupan demasiado volumen	43	37
<b>Método</b>		
I. No existe un control adecuado de las unidades contadas en el proceso “Revisión inicial”	46	40
J. No se llevan indicadores de errores por empleado	43	37
K. Errores en conteos manuales en procesos de “Revisión inicial” y “Conteo de recibos”	45	46
L. No se realizan controles o auditorías de inventarios	30	24
M. Falta de conocimiento de los procedimientos	15	38
N. Inadecuado control de información de movimientos de inventarios	47	46
O. No se limita el acceso a personal externo	12	23
P. Los procesos establecidos en bodega no permiten realizar trazabilidad	48	45
<b>Maquinaria y equipo</b>		
Q. Falta de herramientas para la exactitud de proceso “Conteo de recibos”	44	42

Fuente: Elaboración propia

**Figura 5**

*Frecuencia de causas vs impacto*



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se analizan las causas por cuadrante y las posibles soluciones para cada una de ellas, en orden de prioridad (ver tablas 8, 9 y 10), descartando las causas del cuadrante 2 por ser de bajo impacto y baja frecuencia de ocurrencia. Cabe aclarar que en estas tablas se mencionan tres propuestas, pues cada una involucra la aplicación de algunas o todas las posibles soluciones y por ende requieren mayor o menor nivel de inversión. Estas propuestas se explican y se evalúan más adelante de este capítulo.

**Tabla 7**

*Planteamiento de soluciones para causas de alto impacto y alta frecuencia de ocurrencia*

<b>Causas de alto impacto y alta frecuencia de ocurrencia</b>	<b>Planteamiento de soluciones para causas</b>
N. Inadecuado control de información de movimientos de inventarios	Para esto se propone la implementación del WMS que hace parte de la propuesta N°2 y N°3. EL WMS debe permitir registrar número de precinto y la ubicación que le queda asignada en estantería. Esto actualmente no se controla y se registra manualmente en un cuaderno.
P. Los procesos establecidos en bodega no permiten realizar trazabilidad	Se realiza propuesta general que consiste en el registro del precinto de las tulas. Con esto se logrará su seguimiento a través de todo el proceso, pues actualmente no se puede saber dónde se encuentra una tula en particular. En las propuestas N°2 y N°3 este precinto se registra en el WMS
K. Errores en conteos manuales en procesos de “Revisión inicial” y “Conteo de recibos”	Para esto en la propuesta N°2 y N°3 implementaría lectura de códigos de barras con pistola lectora. En general se recomienda a la empresa aplicar indicadores de desempeño, que actualmente no se siguen, en procesos claves que ayudan a controlar las diferencias de inventario
Q. Falta de herramientas para la exactitud de proceso “Conteo de recibos”	En la propuesta N°1 se establece llevar registro de información de recibos contados en Excel. En la propuesta N°2 y N°3 se establece llevar registro de información, digitando la información en el WMS.
I. No existe un control adecuado de las unidades contadas en el proceso “Revisión inicial”	En la propuesta N°1 se establecerá un formato para el registro de las unidades contadas. En la propuesta N°2 se establece ingreso inmediato al sistema de la información de prendas recibidas mediante lectura de códigos de barras. En la propuesta N°3 se establece no realizar conteo de unidades en el proceso de revisión inicial y esta actividad se realiza en un nuevo proceso que se llamaría inventario previo, asistido con lectura de códigos de barras.
H. Cajas que dificultan la manipulación de la mercancía y ocupan demasiado volumen	En las propuestas N°1, 2 y 3 se recomienda el cambio de cajas por tulas pues actualmente se reempaca el producto ya revisado en cajas. Las tulas facilitan la manipulación, ahorran espacio y despejan los pasillos de bodega, pues el espacio que ocupan 5 cajas se puede manejar con una sola tula. En cada caja caben de 30 prendas y deben rotularse para identificarse en cambio en una tula caben 150 prendas y requieren menos tiempo pasando a necesitar solo un rotulo por tula.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8**

*Planteamiento de propuestas para causas de bajo impacto y alta frecuencia de ocurrencia*

<b>Causas de bajo impacto y alta frecuencia de ocurrencia</b>	<b>Planteamiento de propuestas</b>
G. Desorden en los puestos de trabajo	Se elabora una propuesta general para destinar responsables por puestos de trabajo para garantizar el orden en bodega.
F. No se efectúa evaluación del desempeño	Para esto se le recomendó a la empresa establecer indicadores de desempeño.
J. No se lleva indicadores de errores por empleado	Se le recomendó a la empresa aplicar la evaluación de resultados en cada puesto de trabajo.
L. No se realizan controles o auditorías de inventarios	Se ha dificultado el control de inventarios por no tener la información de existencias actualizada. En la propuesta N°2 y N°3 se sugiere el ingreso de información, actualizándola en tiempo real al WMS. Además, como propuesta general se sugieren auditorías aleatorias en los diferentes procesos y programación de inventarios de mercancía almacenada en estantería, lo que permitiría identificar oportunamente posibles diferencias

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9**

*Planteamiento de propuestas para causas de alto impacto y baja frecuencia de ocurrencia*

<b>Causas de alto impacto y baja frecuencia de ocurrencia</b>	<b>Planteamiento de propuestas</b>
B. Exceso de carga de trabajo	En la propuesta N°2 y N°3 se propone el uso de lectores de códigos de barras y WMS, que agiliza la operación y la hace más exacta, minimizando pérdida de tiempo en la verificación de errores en conteos manuales. Los procesos “conteo de recibos” y “revisión inicial”, son los que presentan frecuentemente horas extras, de aproximadamente 2 horas diarias, que se pretende eliminar con las propuestas planteadas con lectores de códigos de barras.
M. Falta de conocimiento de los procedimientos	Se dejan procesos y procedimientos documentados, al igual que en los procesos de inducción al personal nuevo.

Fuente: Elaboración propia

Los planteamientos de soluciones para cada causa identificada fueron tenidos en cuenta para presentarle a la empresa tres propuestas de solución.



## **Propuestas de mejora a los procesos priorizados**

En este caso se presentaron tres posibles propuestas de mejora en estos procesos; la primera consiste en la aplicación de controles manuales como una alternativa en caso de que la empresa no desee invertir en tecnología, la segunda propuesta, por el contrario, utiliza lectura de códigos de barras desde el proceso de revisión inicial, lo cual requiere altas inversiones, pero da confiabilidad en el resultado. Y, por último, una tercera propuesta que también utiliza la tecnología de códigos de barras, pero con un proceso nuevo después de revisión inicial llamado inventario previo, lo que requeriría menos puntos de lectura de códigos de barras y por tanto una inversión más baja que la segunda opción, también garantizando la exactitud en la información.

Cada una de estas propuestas de mejora para los procesos de revisión inicial y conteo de recibos requiere redefinición del método, mejoras de registro de información, formatos, puntos de control, redefinición de flujos de los procesos, soportados según análisis de causas y priorización. Esto precisa de cambios e inversión, por lo tanto, se realiza un análisis costo beneficio para seleccionar la propuesta más adecuada, comparando entre las tres propuestas.

### ***Propuesta N.º 1: cambios de operación en métodos, sin inversión en tecnología***

Se presentan a la empresa cambios en el flujo de los procesos, nuevos controles como los inventarios aleatorios de las prendas revisadas por las operarias para verificar la exactitud en su labor. Actualmente no se realiza ningún seguimiento a errores y las auditorías permitirían que el personal esté más atento a su desempeño.

Se documentan procedimientos y se sugiere digitar los documentos de devolución (recibos) en Excel para facilitar el cruce de esta información con el número de unidades reportadas por operarias en el proceso. El cambio de método tiene como ventaja que no requiere grandes inversiones y es fácil de llevar a cabo debido a que se continúa con el mismo proceso y solo se hace una modificación de formatos, controles y se implementan auditorías. Se van a disminuir los errores, pero se continúa con un proceso muy manual que finalmente no garantiza efectividad por errores de visualización o digitación y además requiere gran tiempo empleado en realizar anotaciones y mantener actualizados los formatos.

***Propuesta N.º 2: implementación de lectura de códigos de barras en revisión inicial.***

Se sugiere invertir en un WMS y en tecnología de códigos de barras en cada puesto de trabajo. En esta área trabajarían diez operarias: cada tula que se recibe se debe verificar, inspeccionar y clasificar, prenda por prenda. Las actividades que las operarias realizaban contando manualmente se seguirían escaneando con los códigos de barra de cada una de las prendas recibidas para que sea el sistema el que totalice y garantice que desde el inicio queden registrados todos los PLU.

Esta propuesta tiene como ventaja la exactitud y agilidad en el conteo de prendas verificadas y registro de los PLU en el sistema desde inicio de operación, lo que facilita la trazabilidad y seguimiento en caso de diferencia de inventario. Además, permite reportar de manera oportuna al cliente el inventario detallado de prendas recibidas y ahorrar tiempos de mano de obra. Como desventaja se refiere un alto costo de inversión, pues se necesitan diez puntos para registro con lecturas de códigos de barras y el desarrollo del WMS. Esta inversión tendría un valor de € 12.754 euros.

***Propuesta N.º 3: implementación de nuevo proceso llamado Inventario previo con código de barras***

Se mejora el método, se aplican soluciones a las causas encontradas, pero a diferencia de la propuesta N.º 2, donde las diez operarias inspeccionan cada prenda y la escanean con los lectores, el proceso revisión inicia, se divide, a su vez, en dos procesos: uno nuevo denominado inventario previo; en este se asignan solo tres personas al conteo de prendas con lectores de código de barras; otro que consiste en inspección y clasificación; aquí, el resto de personal se concentra en la verificación del estado de prendas.

En esta propuesta, para la revisión inicial, se simplifican actividades de las operarias, por cuanto se realiza una inspección visual del estado de las prendas recibidas, se marcan con novedad y se clasifican, en vez de hacer conteo. Para el caso del nuevo proceso por crear llamado inventario previo, se asignan tres personas que harán exclusivamente conteo de prendas, lo que ayuda a que no

se presenten tantos errores. El uso de lectores de código de barras permitirá, de manera automática, registrar la información en el sistema y encontrar inconsistencias o diferencias, según reporte inicial del cliente.

En la propuesta N.º 2, donde la operaria ejecuta varias actividades (verificar prendas, inspeccionar, clasificar y escanear código de barras) los lectores estaría ocupados tan solo un 30% del tiempo, ya que el resto de tiempo estaría la operaria inspeccionando y clasificando; en cambio, en la propuesta N.º 3, al asignar tres personas exclusivamente solo a contar prendas con escaneo de código de barras, los lectores se utilizan el 100% del tiempo, lo que significa menor inversión en la cantidad de terminales lectoras de códigos de barras y mayor utilización de los equipos.

### Matriz de evaluación de propuestas

Para definir cuál de las tres propuestas de mejora se define como la más adecuada para la solución al problema de diferencias de inventario que presenta el operador logístico, se utiliza la herramienta matriz de evaluación.

Según López (2016), el primer paso para la construcción de la matriz es la definición de los criterios de evaluación y el peso de cada uno. Esta definición fue establecida en consenso con el equipo directo del centro de distribución, conformado por gerente general, director de operación logística, coordinadores y quienes desarrollan la propuesta. Los criterios establecidos fueron los que a continuación aparecen con su respectiva ponderación, de acuerdo con su nivel de relevancia para la empresa (tabla 10):

**Tabla 10**

*Pesos relativos de criterios*

	<b>Criterios</b>	<b>Peso</b>
Criterio 1	Inversión necesaria	25%
Criterio 2	Elimina o controla las diferencias de inventario	45%
Criterio 3	Es fácil de implementar	6%
Criterio 4	Personal motivado hacia la mejora	4%
Criterio 5	Reducción de tiempo en el proceso	15%

Fuente: Elaboración propia

Como segundo paso se establece la escala de ponderación y se evalúa de 1 a 10 de acuerdo con el grado en que la propuesta se ajuste al criterio por evaluar y calificación acorde con el consenso grupal. (tabla 11).

**Tabla 11**

*Ponderación de propuestas de acuerdo con criterios*

	Requiere baja inversión	Elimina o controla las diferencias de inventario	Es fácil de implementar	Personal motivado hacia la mejora	Reducción de tiempo en el proceso
Propuesta 1	10	1	10	4	1
Propuesta 2	1	10	1	6	10
Propuesta 3	6	10	6	10	10

Fuente: Elaboración propia

Como tercer paso a las calificaciones se les aplica el peso para obtener el total ponderado (tabla 12):

**Tabla 12**

*Matriz de evaluación de propuestas*

	Requiere baja inversión	Elimina o controla las diferencias de inventario	Es fácil de implementar	Personal motivado hacia la mejora	Reducción de tiempo en el proceso	Total
<b>Peso</b>	25%	45%	10%	5%	15%	100%
Propuesta 1	2,50	0,45	1,00	0,20	0,15	4,3
Propuesta 2	0,25	4,50	0,10	0,30	1,50	6,65
Propuesta 3	1,50	4,50	0,60	0,50	1,50	8,6

Fuente: Elaboración propia

Según los datos arrojados en la Matriz de evaluación de propuestas, la propuesta con mayor puntuación es la N.º3 por lo tanto es la que se selecciona para implementar en bodega.

## Análisis costo beneficio

Se hace también un análisis costo/beneficio de las propuestas N.º2 y N.º3 que son las que requieren inversión con el fin de comparar cuál es la propuesta más apropiada en términos financieros y facilitarle a la empresa la toma de la decisión.

### Análisis costo/beneficio propuesta N.º 2

**Tabla 13**

*Costos de inversión propuesta N.º2*

	Costos de inversión	Unidades	Costo/ Unidades	Total (peso colombiano)	Total (Euro)	Total general
Hardware	CPU	10	1.500.000	\$15.000.000	4.615 €	12.754 €
	Servidor	1	2.500.000	\$2.500.000	769 €	
	Lectores de códigos de barras (unidireccionales)	10	250.000	\$2.500.000	769 €	
	Infraestructura de red	mts2	1.000.000	\$1.000.000	308 €	
	Rack	1	700.000	\$700.000	215 €	
Software	Impresora de códigos de barras	5	350.000	\$1.750.000	538 €	1.288 €
	Licencia de servidor	1	3.000.000	\$3.000.000	923 €	
	Instalación de licencia	1	500.000	\$500.000	154 €	
	Licencia de acceso remoto (CAL)	10	450.000	\$4.500.000	1.385 €	
	Software	1	10.000.000	\$10.000.000	3.077 €	
<b>Costo mensual de implementación</b>						
	Prestación de servicios profesionales de consultoría (duración 6 meses)	1	1.500.000	\$1.500.000	462 €	1.288 €
	Costos de capacitación y adaptación de personal al uso de la herramienta, durante 3 meses (horas extras)	260 horas extras	3.842	\$998.920	307 €	
	Costos por tiempo en solución de problemas específicos del proyecto de software, durante 3 meses (costo horas hombre de personal administrativo)	180 horas hombre	9.375	\$1.687.500	519 €	

Teoría y práctica del caso de estudio:  
un abordaje para la enseñanza y aplicación de mejoras en procesos organizacionales

	Propuesta N°2	Total beneficios/mes (peso colombiano)	Total/mes (Euros)	Total general
Beneficios cuantificables	Ahorro de horas extras	\$2.036.260	627 €	2.460 €
	Reducción de pagos a cliente por faltantes de inventario	\$5.958.333	1.833 €	
Beneficios no cuantificables	Aumenta la precisión del inventario			
	Mejoramiento de imagen ante el cliente			
	Visibilidad de cantidad de mercancía			
	Permite la trazabilidad de la mercancía en el almacén			
	Permite control de productividad del personal			
	Disminución de errores por tareas manuales			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 14**

*Comparativo costo vs beneficio propuesta N.º2*

Mes	Costo	Beneficio	(Beneficio-costo)	Acumulado
Junio 17	12.754 €		-12.754 €	-12.754 €
Julio 17	1.288 €		-1.288 €	-14.042 €
Agosto 17	1.288 €		-1.288 €	-15.330 €
Septiembre 17	1.288 €		-1.288 €	-16.618 €
Octubre 17	462 €		-462 €	-17.080 €
Noviembre 17	462 €		1.998 €	-15.082 €
Diciembre 17	462 €		1.998 €	-13.084 €
Enero 18		2.460 €	2.460 €	-10.624 €
Febrero 18		2.460 €	2.460 €	-8.164 €
Marzo 18		2.460 €	2.460 €	-5.704 €
Abril 18		2.460 €	2.460 €	-3.244 €
Junio 18		2.460 €	2.460 €	-784 €
Junio 18		2.460 €	2.460 €	1.676 €

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 14 se puede observar que partir del primer año se alcanza el punto de equilibrio donde se comienza a librar la inversión, con un valor de € 1.676 euros mostrados en la columna acumulado.

### Análisis costo beneficio propuesta N.º3

**Tabla 15**

*Costos de inversión propuesta N.º3*

Costos de inversión		Unidades	Costo/ Unidades	Total (peso colombiano)	Total (Euro)	Total general
Hardware	CPU	3	1.500.000	\$4.500.000	1.385 €	7.800 €
	Servidor	1	2.500.000	\$2.500.000	769 €	
	Lectores de códigos de barras (unidireccionales)	3	250.000	\$750.000	231 €	
	Infraestructura de red	mts2	350.000	\$350.000	108 €	
	Rack	1	700.000	\$700.000	215 €	
Software	Impresora de códigos de barras	1	350.000	\$350.000	108 €	
	Licencia de servidor	1	3.000.000	\$3.000.000	923 €	
	Instalación de licencia	1	500.000	\$500.000	154 €	
	Licencia de acceso remoto (CAL)	6	450.000	\$2.700.000	851 €	
	Software	1	10.000.000	\$10.000.000	3.077 €	
COSTO MENSUAL		Unidades	costo/ unidad	Total (peso colombiano)	Total (Euros)	Total general
Prestación de servicios profesionales de consultoría (duración 6 meses)		1	1.500.000	\$1.500.000	462 €	1.123 €
Costos de capacitación y adaptación de personal al uso de la herramienta, durante 3 meses (horas extras)		120 horas extras	3.842	\$461.040	142 €	
Costos por tiempo en solución de problemas específicos del proyecto de software, durante 3 meses (costo horas hombre de personal administrativo)		180 horas hombre	9.375	\$1.687.500	519 €	

Teoría y práctica del caso de estudio:  
un abordaje para la enseñanza y aplicación de mejoras en procesos organizacionales

Propuesta N°3		Total beneficios/mes (peso colombiano)	Total/mes (Euros)	Total general
Beneficios tangibles	Ahorro de horas extras (230 horas extras mensuales)	\$2.036.260	627 €	2.460 €
	Reducción de pagos a cliente por faltantes de inventario (22000 euros en el año)	\$5.958.333	1.833 €	
Beneficios intangibles	Aumenta la precisión del inventario			
	Simplificación de proceso revisión inicial			
	Mejoramiento de imagen ante el cliente			
	Visibilidad de cantidad de mercancía			
	Permite la trazabilidad de la mercancía en el almacén			
	Permite control de productividad del personal			
	Disminución de errores por tareas manuales			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16**

*Comparativo costo vs beneficio propuesta N.º3*

Mes	Costo	Beneficio	(Beneficio-costo)	Acumulado
Junio 17	7.800 €		-7.800 €	-7.800 €
Julio 17	1.123 €		-1.123 €	-8.923 €
Agosto 17	1.123 €		-1.123 €	-10.046 €
Septiembre 17	1.123 €		-1.123 €	-11.169 €
Octubre 17	462 €		-462 €	-11.631 €
Noviembre 17	462 €		1.998 €	-9.633 €
Diciembre 17	462 €		1.998 €	-7.635 €
Enero 18		2.460 €	2.460 €	-5.175 €
Febrero 18		2.460 €	2.460 €	-2.715 €
Marzo 18		2.460 €	2.460 €	-255 €
Abril 18		2.460 €	2.460 €	2.205 €
Junio 18		2.460 €	2.460 €	4.665 €
Junio 18		2.460 €	2.460 €	1.676 €

Fuente: Elaboración propia

La propuesta N.º3 consigue más rápidamente el punto de equilibrio y con un mayor retorno de la inversión que la propuesta 2.



## **Implementación de la propuesta seleccionada**

Se realiza reunión con el personal, tanto con el operador logístico 3PL, (director de operaciones y jefe de bodega), como con el gerente de logística del cliente EVC y los autores de las propuestas, todo con el objetivo de evaluarlas. Después de presentar los análisis de las alternativas se llega al consenso grupal de aprobación de la propuesta N.º3 y las mejoras de las causas asociadas a las diferencias de inventario.

Con el objetivo de implementar la propuesta seleccionada se desarrollan los diagramas de flujo de los procesos, se destacan los puntos críticos en los procesos, además se realiza el diagrama de recorrido para mostrar la nueva distribución y el movimiento de la mercancía en el almacén por cada uno de los diferentes procesos.

Como segundo paso se programa reunión con el personal para informar cambios en procesos almacén y con un proveedor de *software* para iniciar el desarrollo del sistema de gestión de almacén (WMS) a la medida del cliente 3PL y que sea compatible con el uso de lectores de códigos de barras. Es prioritario que el proveedor pueda entender los procesos y las necesidades tecnológicas específicas requeridas, para que se hagan las configuraciones y parametrizaciones necesarias, y así realizar los informes requeridos para comparar cantidades en documentos de recibos de mercancía del cliente EVC versus inventarios en el 3PL de modo que se identifiquen las diferencias de forma automática y en qué procesos se están presentando. Posteriormente se establecen los indicadores de desempeño en los procesos claves y que ayudan a controlar las diferencias de inventario.

### **Beneficios obtenidos**

Mejora de control de inventarios y reportes con el WMS. Desde la fecha de puesta en marcha no se han realizado reclamaciones de diferencias de inventarios por parte del cliente EVC. Con los registros actualizados de movimientos de mercancías en el sistema se ha permitido realizar auditorías de inventarios al personal e identificar oportunamente diferencias haciendo correctivos y seguimiento al equipo de trabajo.

Desde que se inició el uso de tulas en lugar de cajas, se ha eliminado la congestión de material en los pasillos de la bodega, facilitando la localización de la mercancía con rapidez; igualmente, ha favorecido la trazabilidad de donde se encuentra una tula específica, conociendo por cuales procesos ha pasado y determinar qué operario la ha procesado, situación que hace que siempre exista un responsable por el trabajo realizado.

Con la aplicación del WMS se pueden sacar reportes que dan comparativas de diferencias entre cada etapa del proceso (diferencias en unidades), de manera ágil dando como resultado la rápida identificación de inconsistencias, mayor seguridad en los resultados y evitando desgaste operacional.

Se cambia el conteo manual de mercancía recibida en bodega por el uso de lector de códigos de barras, que disminuye los posibles errores, los tiempos de procesamiento, mayor control del registro y además permite dejar información en el sistema por PLU de mercancía clasificada (imperfectas y primeras) ya que con la aplicación del WMS quedan registradas y pueden ser reportadas oportunamente al cliente EVC para que este conozca sus existencias y la posible mercancía que puede ser ingresada nuevamente al ciclo de comercialización.

Con la implementación del WMS se pasa a un control detallado de la mercancía, ya no solo por unidades, sino por referencia, lo que ayuda a realizar la trazabilidad a lo largo de los procesos de bodega, tanto para el cliente como para el 3PL.

Los beneficios respecto al proceso inicial son sustanciales en cuanto a trazabilidad, reportes, ubicación de mercancía y control de inventarios. Las diferencias en inventarios fueron disminuidas a partir la segunda semana de su aplicación con una reducción del 50 % de diferencias al finalizar el primer mes desde su puesta en marcha. Aunque en un inicio los tiempos de procesamiento no disminuyeron y se presentaban algunas inconsistencias debidas a la adaptación al cambio por parte de los operadores del proceso, a medida que el proceso se ajustó y los operadores se adaptaron, los tiempos procesamiento se redujeron aproximadamente en un 40 % y, aunque el objetivo prioritario era la mejora de la confiabilidad, también la reducción de tiempos era de esperarse gracias a la ayuda tecnológica en los conteos y registros. Hasta el momento en que se hizo el acompañamiento a la empresa la reducción en diferencias de inventarios mejoraba semanalmente.

## Conclusiones y discusión académica

No se puede considerar que el simple hecho de la existencia de tecnología puede garantizar cambios y mejoramiento de los procesos. La implementación de esta debe estar de la mano de procesos bien gestionados, claros y estandarizados para sacar el máximo provecho de los sistemas de información lo que a su vez requiere tiempo para que la empresa se adapte al cambio pues en un principio, como en este caso, en la implementación se presentaron errores, inconsistencias y reprocesos dado que se considera que no hubo suficiente tiempo en fase de prueba para la evaluación del funcionamiento adecuado del sistema por lo que se presentaron retrasos operacionales, todo esto debido a que la gerencia decidió no realizar prueba piloto de funcionamiento, lo que generó una resistencia inicial al cambio y desmotivación de algunos operarios que querían regresar a los registros y conteos manuales.

Es fundamental cuando se va a iniciar la puesta en marcha de un sistema de información en un almacén, realizar pruebas preliminares para validar el funcionamiento del sistema con el objetivo de identificar fallos/mejoras y verificar el cubrimiento de las necesidades de los procesos. Iniciar la implementación sin esta evaluación preliminar puede suponer desgaste operacional y posible desanimo ante cambios continuos del grupo de trabajo.

Sin embargo, también es cierto que para empresas como operadores logísticos el uso de tecnología puede ser un factor diferenciador en el mercado respecto a la competencia que ofrece el mismo servicio con procesos manuales, esto debido a que la tecnología les brinda la capacidad de tener información en línea, actualizada y veraz, lo que facilita tiempos de respuesta más ágiles.

Entre las metodologías utilizadas en este proyecto e igualmente usadas por varios autores de otras investigaciones para la solución de problemas especialmente en almacenes que no poseen un sistema de control de la información adecuado, se sugiere como primer paso la definición de los procesos utilizando diagramas que permitan la visualización de estos. Además de herramientas específicas para el análisis como la matriz de priorización, identificación de puntos críticos y de causas del problema, la evaluación de causas de acuerdo con su impacto y su frecuencia de ocurrencia, aplicación de encuestas para conocer el concepto de los empleados relacionados con el problema,

lista de chequeo para evaluar los parámetros que condicionan el desempeño óptimo del almacén y el análisis costo beneficio para medir diferentes alternativas de solución.

El primer paso para garantizar la confiabilidad del inventario es mantener actualizado el registro de los movimientos de inventarios en el almacén, con el fin de permitir la ejecución de otros controles, como auditorías de inventarios, inventarios cíclicos, y llevar indicadores actualizados. Si no se cuenta con un registro confiable de movimientos de mercancías y de su ubicación en el centro de distribución, es difícil controlar, comparar e identificar desviaciones oportunamente, así como posibles pérdidas o errores de los empleados.

Es importante un trabajo colaborativo entre operador logístico-cliente, con la sincronía de tecnologías, para sacar máximo provecho de estas, pues en este caso, a pesar de implementar WMS y contar con lectores de códigos de barras, aún se debían realizar registros manuales de documentos (recibos) con cantidades, solo por el simple hecho de que el formato que envía el cliente EVC no tiene código de barras, que es un ajuste que fácilmente puede desarrollar el cliente sin mayores costos y que agilizaría considerablemente todo el proceso a su operador 3PL.

### **Preguntas para discusión académica**

- En la actualidad es impensable que operadores logísticos de clase mundial funcionen con sistemas de información y más aún en operaciones tan complejas como en este caso de logística inversa en el que se manejan prendas de vestir cada una con un PLU diferente y en la que se ejecuta un registro manual código por código de cada una de las 5000 unidades que se mueven promedio día. ¿Considera valida esta afirmación? Argumente su respuesta.
- ¿Es posible que una empresa de este tipo pueda sobrevivir sin inversión en tecnología?
- En una segunda etapa del proyecto, ¿que consideraría que se haría necesario para continuar mejorando los procesos?
- ¿Qué aspectos considera se debieron haber tenido en cuenta o que actividades hubiera realizado para solucionar la problemática planteada?

- ¿Qué otras soluciones o recomendaciones se deberían haber implementado?
- ¿Qué tan importante es el trabajo de colaboración entre 3PL y el cliente?
- ¿Es válido hablar de logística colaborativa en el ámbito de la logística inversa?
- ¿Qué otras herramientas de análisis usted hubiera aplicado en la identificación de causa para mejorar los procesos en la empresa?
- ¿Que decisión hubiera tomado ante la negativa del 3PL de realizar una prueba piloto antes de iniciar en vivo con los cambios e implementación del WMS?

## Referencias bibliográficas

- AECOC (2001). Recomendaciones AECOC para la logística: Distribución de productos textiles. Recuperado de: <https://www.aecoc.es/recomendaciones/distribucion-de-productos-textiles-parte-iv/>
- Alcaide, A. (2008). Parámetros para evaluar el desempeño de almacenes. 14ª. Convención científica de ingeniería y arquitectura. <http://ccia.cujae.edu.cu/index.php/siia/siia2008/paper/download/1084/182>.
- Carbonell, P., Kherfan, R., & Rivadeneira, G. (2018). Las TIC aplicadas en la cadena de suministro. *Ingeniería, Desarrollo e innovación*, 1(1), 8-15. <https://doi.org/10.32012/26195259/11201821>
- Castán, F. et al. (2012). La logística en la empresa: un área estratégica para alcanzar ventajas competitivas. Madrid, ES: Difusora Larousse-Ediciones Pirámide. <http://www.ebrary.com>
- Correa, A. et al. (2010). Gestión de almacenes y tecnologías de la información y comunicación (TIC). <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v26n117/v26n117a09.pdf>
- Cuatrecasas, L. & González, J. (2017). *Gestión integral de la calidad: Implantación, control y certificación*. Profit.
- Flamarique, S. (2018). *Gestión de existencias en el almacén*. Marge Books.
- García, A. (2006). *Recomendaciones táctico-operativas para implementar un programa de logística inversa. estudio de caso en la industria del reciclaje de plásticos*. Eumet.net.
- González, F. (2009). Propuesta para mejoramiento de exactitud en registro de inventarios de materiales de envase y empaque en una empresa de cosméticos [Tesis de grado]. Universidad Pontificia Javeriana Colombia. <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis231.pdf>.
- Izquierdo, C., y Moran, J. (2009). *Diagnóstico situacional y propuesta de mejoras al área de almacén y compras de una empresa de servicios*. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5252/1/Diagnostico%20Situacional%20y%20propuestas%20de%20mejoras%20para%20el%20C3%A1rea%20de%20almac%3%A9n.pdf>

- López, P. (2014). *Estudio del trabajo: una nueva visión*. Grupo Editorial Patria. <http://www.ebrary.com>
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Fundación Confemetal Editorial.
- Marcelino, A. y Ramírez, H. (2014). *Administración de la calidad: nuevas perspectivas*. Grupo Editorial Patria. <http://www.ebrary.com>
- Medina, A. et al. (2019). Procedure for process management: methods and support tools. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(2), 328-342. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>
- Mendoza, A. et al. (2019). Aplicación del proceso de jerarquía analítica (AHP) para la toma de decisión con juicios de expertos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 27(3), 348-360. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000300348>
- Mora, G. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. CO: Ecoe Ediciones. <http://www.ebrary.com>
- Moreno, P. y Puente, A. (2014). *Diseño y estandarización de procesos de la bodega general en la empresa Limpatec S.A. [Tesis de Maestría]*. Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolquí, Ecuador. <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/9790/1/T-ESPE-048382.pdf>
- Rodríguez, J. (2014). *Aplicación de la logística inversa como herramienta para la gestión de devoluciones en operaciones de venta directa. [Tesis de especialización]*. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
- Romero, C. (2019). *Tecnologías de la información y comunicación para la gestión de la logística interna [Tesis de especialización]*. Universidad de Militar Nueva Granada. <https://repositorio.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/31815/RomeroZamoraCarlosAndres2019.pdf?se>
- Rubio, S. (2003). *El sistema de logística inversa en la empresa: análisis y aplicaciones [Tesis doctoral]*. Universidad de Extremadura, Badajoz, España.

Las metodologías activas en la enseñanza de las disciplinas se corresponden con los paradigmas constructivistas que reconstruyen y justifican el enfoque pedagógico moderno, basado en la idea fundamental de que se aprende desde el sujeto mismo a través de transformaciones endógenas solamente sugeridas y monitoreadas por los agentes de la enseñanza, siendo prevalente el factor activo de los sujetos de aprendizaje.

La literatura pedagógica especializada da cuenta de las múltiples opciones metódicas que se inspiran en este enfoque pedagógico, al igual que las múltiples extensiones hacia los más variados campos del saber. El presente estudio recoge un conjunto de experiencias investigativas que tienen ya el carácter propio de ser casos de estudio, y el potencial de servir como modelos de esta metodología, extractados de experiencias reales de investigación.



Alcaldía de Medellín

VIGILADA Mineducación

### Más información

**Teléfono:** (+57 4) 448 0520

Calle 73 # 73a - 226 Robledo, Vía El Volador  
Medellín - Colombia



[www.pascualbravo.edu.co](http://www.pascualbravo.edu.co)