



Impacto de la implementación del software ERP Odoo (Software de planeación de recursos empresariales) CASO: proceso de fabricación de tableros eléctricos en VMH Consultores.

Iván Alejandro Quintero Álzate

Luis Eduardo Sierra Pereira

David Grisales Valencia

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Sur

Sede Aburra Sur (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

mayo de 2022

Impacto de la implementación del software ERP Odoo (Software de planeación de recursos empresariales) CASO: proceso de fabricación de tableros eléctricos en VMH Consultores.

Iván Alejandro Quintero Álzate

Luis Eduardo Sierra Pereira

David Grisales Valencia

Monografía presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de
Proyectos

Asesor(a)

Nora Elena Pino Ramos

Magister en Administración

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Antioquia y Chocó

Sede Aburra Sur (Antioquia)

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

mayo de 2022

Dedicatoria

Queremos dedicar este trabajo de grado de manera muy especial a Dios, padres, familiares y grupo de docentes de la especialización, gracias a su esfuerzo, paciencia y empeño nos apoyó para poder culminar de la mejor manera este logro y así poder cumplir nuestro objetivo por el cual nos venimos esforzando en todo este tiempo.

Agradecimientos

Agradecer a Dios por permitirnos estar siempre en pie y con la ilusión de alcanzar este logro, de igual manera a todo el grupo de docentes y especialmente a nuestra asesora Nora Eliana Pino que con su entrega y dedicación nos brindó parte de sus conocimientos y experiencia para encarrilar este proyecto por el camino adecuado y permitirnos estar más cerca del sueño de ser especialistas.

A todos y cada una de las personas, compañeros, familia y amigos que hicieron parte de este logro nuestros más sinceros agradecimientos

Contenido

Lista de tablas	8
Lista de figuras	9
Resumen	10
Abstract.....	11
Introducción.....	12
CAPÍTULO I	13
1 Planteamiento del Problema	13
1.1 Descripción del problema	13
1.2 Formulación del problema.....	15
1.3 Justificación.....	15
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo general.....	16
1.4.2 Objetivos específicos	16
CAPÍTULO II	17
2 Marco Referencial.....	17
2.1 Marco conceptual	17
2.1.1 Planificación de Recursos Empresariales	17
2.1.2 Planificación de los Requerimientos de Material (MRP Material Requirements Planning)	17
2.1.3 Sistemas de información (IS Information systems)	18
2.2 Marco contextual.....	19
2.3 Marco legal	21
2.4 Marco teórico.....	21
2.4.1 Evaluación de la herramienta	23
2.4.2 Indicadores de mejora KPI	25
2.4.3 Propuesta de mejora de procesos	25
CAPÍTULO III	27
3 Diseño metodológico	27
3.1 Línea de investigación institucional	27

3.2	Eje temático	27
3.3	Enfoque de investigación y paradigma investigativo.....	27
3.4	Diseño	27
3.5	Alcance	27
3.6	Población.....	28
3.7	Tamaño de muestra	28
3.8	Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos	29
3.9	Análisis y tratamiento de datos	30
3.9.1	Investigación inicial.....	30
3.9.2	Personalización de la encuesta	30
3.9.3	Encuesta	31
3.9.4	Entrevista	31
3.9.5	Grupos focales	32
3.9.6	Integración	32
	Capitulo IV.....	33
4	Resultados y discusiones.....	33
4.1	Descripción de los procesos luego de la implementación del ERP	33
4.1.1	Ingeniería	33
4.1.2	Compras	33
4.1.3	Inventario.....	33
4.1.4	Ensamble.....	34
4.1.5	Calidad.....	34
4.2	Evaluación	34
4.2.1	Gráfica general de criterios.....	36
4.2.2	Dimensión aceptación del usuario.....	37
4.2.3	Dimensión Calidad de los datos	38
4.2.4	Dimensión Calidad de la salida de información	39
4.2.5	Dimensión calidad del proceso de negocio	41
4.2.6	Dimensión calidad del servicio de mantenimiento y soporte TI.....	42
4.2.7	Dimensión calidad del sistema ERP	43
4.2.8	Dimensión impacto individual	44
4.2.9	Dimensión impacto organizacional.....	45

4.3	Indicadores de mejora KPI	46
4.3.1	Productos entregados a tiempo	46
4.3.2	Productos entregados completos	47
4.3.3	Mejora en la Rentabilidad.....	48
4.4	Propuestas de mejora	49
Capítulo V	51
5	Conclusiones	51
6	Referencias.....	52

Lista de tablas

Tabla 1	35
Tabla 2	35

Lista de figuras

Ilustración 1	13
Ilustración 2	24
Ilustración 3	31
Ilustración 4	37
Ilustración 5	38
Ilustración 6	39
Ilustración 7	40
Ilustración 8	41
Ilustración 9	42
Ilustración 10	43
Ilustración 11	44
Ilustración 12	45
Ilustración 13	47
Ilustración 14	48
Ilustración 15	48

Resumen

Esta investigación pretende evidenciar los impactos generados en el proceso de fabricación de una empresa colombiana, como resultado de la implementación del ERP Odoo, a partir del análisis de los resultados desde una perspectiva de 9 dimensiones, basado en el marco teórico propuesto por los autores (Peng & Nunes, 2017) en su artículo “Establishing an evidence-based 9D evaluation approach for ERP post-implementation”. Cabe resaltar que este marco teórico analizará datos cuantitativos y cualitativos, utilizando como fuente de información encuestas y entrevistas a los usuarios del ERP.

Adicionalmente se evaluarán los indicadores de desempeño establecidos para el proceso, antes y después de la implementación, con el objetivo de mostrar si los resultados obtenidos fueron los esperados, en la etapa de post implementación.

Finalmente, con base en los resultados obtenidos en la evaluación de indicadores y de las 9 dimensiones, se plantearán propuestas de mejora para el uso de la herramienta y tomando algunas metodologías TPS (Toyota production system) para el proceso de fabricación con el objetivo de obtener mejores resultados.

Palabras clave: Implementación; Planeación recursos empresariales (ERP Odoo); fabricación; Software, Indicadores

Abstract

This research aims to show the generated impacts after the implementation of Odoo ERP in a manufacturing process of a Colombian company, the analysis was based on the theoretical framework of a 9-dimensional perspective proposed by authors Peng and Nunes in their article “Establishing an evidence-based 9D evaluation approach for post-implementation ERP” (Peng & Nunes, 2017). It should be noted that this theoretical framework will analyze quantitative and qualitative data, using surveys and interviews with ERP users as a source of information.

Additionally, the key performance indicators (KPIs) established for the process will be evaluated, before and after implementation, with the aim of showing whether the results obtained were as expected, in the post-implementation stage.

Finally, based on 9 dimensions and KPIs evaluation results, improvement proposals will be made with the use of TPS (Toyota production system) tool and methodologies for the manufacturing process with the aim of obtaining better results

Keywords: Enterprise Resource Planning (ERP); Implementation; Manufacture; Odoo; Software, KPI

Introducción

Se realizó una investigación sobre el Impacto de la implementación del software ERP Odoo (Software de planeación de recursos empresariales) en el proceso de fabricación de tableros eléctricos en VMH Consultores, basado en el marco teórico propuesto por los autores (Peng & Nunes, 2017) en su artículo “Establishing an evidence-based 9D evaluation approach for ERP post-implementation”, donde se analizó datos cuantitativos y cualitativos, utilizando como fuente de información encuestas y entrevistas a los usuarios del ERP.

Adicionalmente se evaluaron los indicadores de desempeño establecidos para el proceso, antes y después de la implementación, con el objetivo de mostrar si los resultados obtenidos fueron los esperados, en la etapa de post implementación.

Finalmente, con base en los resultados obtenidos en la evaluación de indicadores y de las 9 dimensiones, se plantearon propuestas de mejora para el uso de la herramienta y tomando algunas metodologías TPS (Toyota production system) para el proceso de fabricación con el objetivo de obtener mejores resultados.

CAPÍTULO I

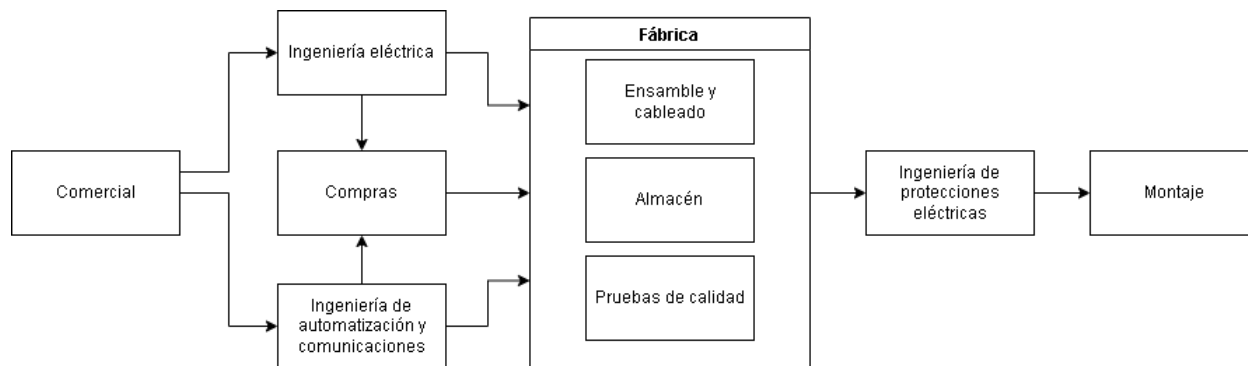
1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del problema

La unidad de negocio de soluciones de control y protección en VMH Consultores (Nombre anónimo por razones de confidencialidad) ha crecido a un ritmo acelerado desde el 2013, actualmente está conformada por más o menos 140 personas, entre ingenieros, técnicos y tecnólogos, encargados de ejecutar los proyectos que involucran el diseño, fabricación, pruebas, montaje y puesta en servicio de tableros eléctricos, el éxito del negocio ha sido ofrecer una solución completa a sus clientes, con posibilidad de entregar un producto personalizado según sus requerimientos, adicionalmente con la opción de incluir uno o todos los servicios disponibles, por ejemplo el servicio de montaje, que en ciertos casos, el cliente opta por hacerlo el mismo. El éxito exponencial de la unidad ha hecho que el volumen de ventas haya crecido en los últimos 5 años en aproximadamente un 500% ubicándola como una de las fábricas más grandes de este tipo de productos en Latinoamérica.

Ilustración 1

Mapa general del proceso – Elaboración propia.



Este crecimiento trae inconvenientes que deben ser resueltos, entre ellos el manejo del alto volumen de información que genera cada uno de los procesos, que a su vez sirve como un insumo de entrada para un proceso subsiguiente, esta información es registrada y analizada en softwares independientes y desconectados entre sí, ejemplo las listas de materiales de los productos a fabricar son

registradas en un archivo de Excel por el grupo de ingeniería, estos archivos deben ser consolidados y digitados nuevamente en el software utilizado por el proceso de compras e inventario, las verificaciones de calidad y controles de avance en fábrica se llevan en registros físicos en papel, que luego son digitados manualmente en Microsoft Project y el sistema de información corporativo, esta desconexión entre los sistemas provoca fallas en la comunicación, registros múltiples de información, desconexión y desactualización de datos, pérdida de información, falta de trazabilidad del material y del proceso, fallas en la planeación y el control de la producción, como consecuencia, se presentan retrasos en fechas de entrega y atención de garantías, exceso de trabajo operativo, cuellos de botella en los diferentes procesos e incrementos en costos de fabricación, entre otros.

La solución implementada para mitigar dichos problemas es el uso de un software de planeación de recursos empresariales también conocido a nivel mundial como ERP por sus siglas en inglés Enterprise Resource Planning, este tipo de software está pensado para integrar la información de los procesos de las compañías, mejorando el intercambio de información, análisis y toma de decisiones.

Debido a que esta necesidad se presenta puntualmente en esta unidad de negocio, por ser la única en la empresa que contiene un proceso de fabricación, solo los procesos asociados a la fábrica se integraran al nuevo software y los procesos transversales como el de contabilidad, continuaran como venían trabajando, un requisito indispensable para el software a implementado, fué la modularidad ya que, el software debía permitir comprar licencias e implementar solo las aplicaciones requeridas para dicho proceso, adicionalmente debe permitir integrarse a otros software existentes y ser de bajo costo, un requisito difícil de cumplir para este tipo de sistemas.

Luego de un extenso proceso de selección se llegó a la conclusión que el ERP Odoo cumplía todos los requisitos de funcionamiento, adaptabilidad y costo, el proyecto de implementación fue adjudicado a un consultor colombiano quien tardó un año en poner en funcionamiento, des pues de seis

meses de estar operando la compañía quiere validar si el software realmente ha obtenido los resultados esperados, con esta investigación se validara si su implementación fue exitosa.

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de la implementación del software ERP Odoo (Software de planeación de recursos empresariales) CASO: proceso de fabricación de tableros eléctricos en VMH Consultores?

1.3 Justificación

La tecnología siempre ha jugado un papel muy importante en la búsqueda que tienen las empresas para adoptar metodologías de trabajo que las ayuden a obtener mejores resultados y lograr una mejor adaptación al cambio, por lo tanto, una empresa que no tenga como prioridad la tecnología en algún momento perderá clientes o saldrá del mercado.

Las empresas de fabricación cuentan con necesidades puntuales como lo son el control de costos, adecuada gestión de cadena de suministro y manejo de proveedores, inventarios actualizados, por mencionar solo algunas. Por tal motivo, cada día son más las empresas que le apuestan a implementar herramientas tecnológicas como un ERP (Enterprise Resource Planning), este se define como un sistema global de planificación de los recursos y de gestión de la información, que de forma estructurada puede satisfacer la demanda de las necesidades de gestión de la empresa (Gallardo, Gonzáles, & Tapia, 2003).

De acuerdo con lo que concluyen (Peng & Nunes, 2017) la evaluación post implementación del ERP no debe ser una herramienta solo para la medida del éxito después de su puesta en funcionamiento, sino más bien una herramienta para identificar deficiencias y posibilidades de mejora que permitan maximizar las ganancias obtenidas en términos de eficiencia y competitividad.

En línea con lo anterior este proyecto pretende evaluar los impactos en el área de fabricación, después de la implementación del ERP en términos de aceptación y percepción de los usuarios, adicionalmente corroborando con indicadores clave, si se evidencia un cambio con la entrada en

funcionamiento del sistema. Posteriormente se establecerán propuestas de mejora con base en las falencias detectadas luego de la evaluación realizada, que se podrán tener en cuenta en futuras actualizaciones del ERP e incluso en el planteamiento de los procesos de la organización.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Identificar el impacto de la implementación de un software de planeación de recursos empresariales en el desempeño del proceso de fabricación de tableros eléctricos de la empresa VMH Consultores.

1.4.2 *Objetivos específicos*

Describir la forma en que el proceso de fabricación fue transformado con la implementación del ERP, su alcance y ejecución para mejorar los procesos productivos de la empresa.

Analizar y evaluar la percepción de mejora de los usuarios con la implementación del software ERP Odoo (Software de planeación de recursos empresariales) y el impacto que generó en los indicadores del proceso.

Proponer acciones de mejora aplicables al software o los procesos de la organización, enfocándolas a los criterios de evaluación cuyo resultado sea el más bajo.

CAPÍTULO II

2 Marco Referencial

2.1 Marco conceptual

2.1.1 *Planificación de Recursos Empresariales*

Para el propósito de esta investigación es importante definir que es un “Enterprise Resource Planning” (ERP), este nombre fue acuñado por Gartner Group en 1990 (McGaughey & Gunasekaran, 2008) y es definido en su página web como la capacidad de ofrecer un conjunto integrado de aplicaciones empresariales que automatizan y respaldan una gama de procesos comerciales, administrativos y operativos en múltiples industrias, incluidas las líneas de negocio, las orientadas al cliente, las administrativas y los aspectos de gestión de activos de una empresa, busca beneficios empresariales en cuatro áreas: un catalizador para la innovación empresarial, una plataforma para la eficiencia de los procesos empresariales, un vehículo para la estandarización de procesos y el ahorro de costes de TI. (Gartner, 2022)

2.1.2 *Planificación de los Requerimientos de Material (MRP Material Requirements Planning)*

La gestión del inventario es una actividad crítica para la supervivencia a largo plazo de una organización. El MRP es un sistema de procesamiento de información basado en computación que puede facilitar el pedido y la programación de materiales y componentes. Un sistema MRP utiliza tres entradas principales, un plan maestro de fabricación para este caso, una lista de materiales de los productos a fabricar y un registro del inventario disponible en almacén (Davis, Raafat, & Safizadeh, 2021).

Los principales beneficios del uso de un MRP son la reducción de los niveles de inventario a través de un cálculo más preciso de las cantidades requeridas como stock de seguridad, un control más detallado de las necesidades de material en la planificación maestra de producción, un seguimiento en

tiempo real de la capacidad productiva facilitando reprogramar las operaciones en los centros de producción.

2.1.3 *Sistemas de información (IS Information systems)*

Un sistema de información está conformado por una serie de datos vinculados entre sí para conseguir un objetivo común, estos sistemas tienen como principal objetivo la gestión, y administración de los datos e información que lo componen. Lo importante es poder recuperar siempre esos datos y que además se tenga un fácil acceso a ellos con total seguridad. (Peiró, 2020)

Los componentes del sistema de información permiten una serie de procesos que consisten en: la entrada de los datos, la gestión y el procesamiento de estos, el almacenamiento y la salida para todos aquellos interesados que deseen tener acceso a este tipo de información.

Los elementos del sistema de información trabajan de manera conjunta y con los mismos objetivos para conseguir el uso y la correcta administración de cualquier información concreta.

Según el autor (Peiró, 2020) La metodología habitual para el funcionamiento de un sistema de información es la siguiente:

La entrada de la información. En este paso se da entrada a la información de manera automática o manual, dependiendo de la técnica que se utilice para incluir los datos. Las manuales las introduce directamente el usuario, las automáticas se gestionan a través de información recibida o proveniente de otro tipo de áreas y módulos. Las formas de entrada más habituales de registros y datos son las siguientes: códigos de barra, el teclado de un ordenador, cajas registradoras, sistemas de voz, un escáner, entre otros.

El procesamiento de la información registrada. En el sistema existen una serie de operaciones y acciones que previamente se han configurado y establecido. Una vez que se ha producido la entrada de la información se procede a transformar esos datos en información requerida para la toma de

decisiones, valoración, investigación y análisis para llevar a cabo un balance o visión general en función de los contenidos que resultan de este proceso.

El almacenamiento de la información. Esta opción permite que la información quede registrada en el sistema, en un ordenador, por ejemplo. De esta forma, si quiere revisarse o acceder a ella cuando se requiera, siempre estará almacenada y accesible para las tareas que se requieran. En los ordenadores suele almacenarse en discos duros interno, o extraíbles, o incluso en los CDs habituales, aunque su utilización suele ser menor, y en muchos ordenadores se ha dejado de incluir el soporte para ellos.

La salida de la información. En este caso la información que está incluida en un determinado soporte y previamente procesada, facilita a un usuario a que tenga acceso a ella y pueda sacarla a través de diferentes dispositivos como: USB, impresoras, sistemas de voz, entre otros. (Peiró, 2020)

2.2 Marco contextual

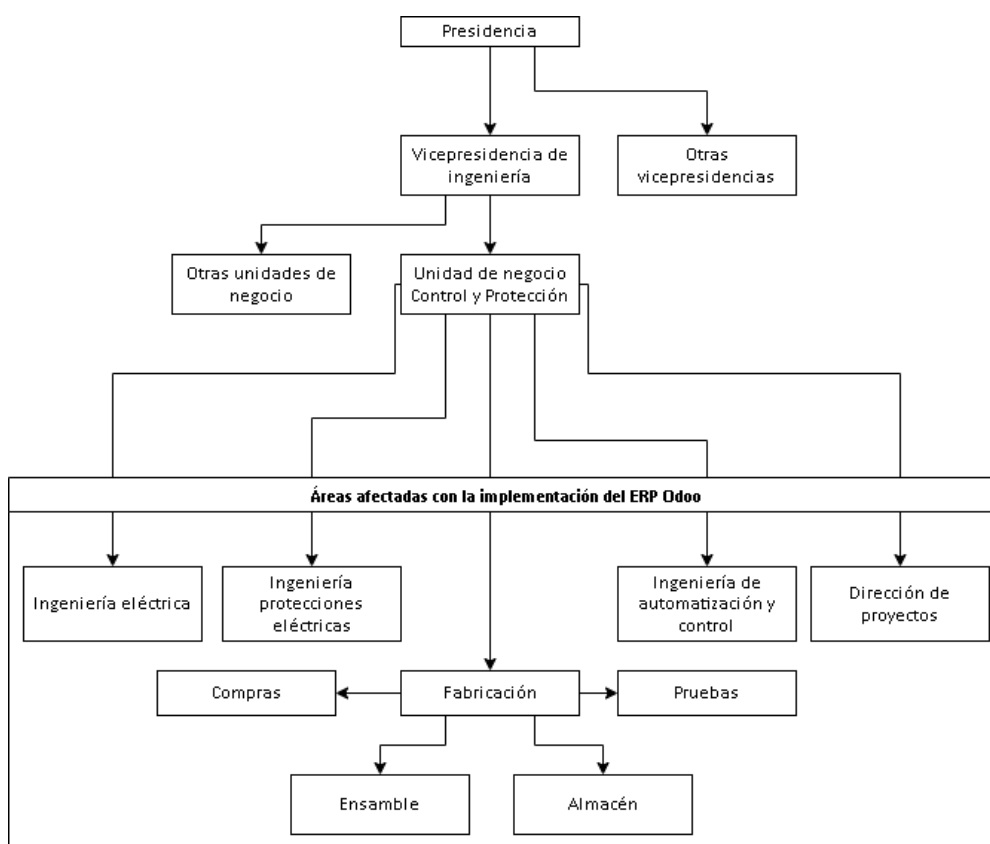
Para esta investigación se utilizará como caso de estudio la implementación del ERP Odoo, en la unidad de negocio que contiene el área de fabricación de una empresa de consultoría y construcción, en general la compañía cuenta con 1200 empleados en Colombia, Perú, Chile, Brasil y Estados Unidos, en la mayoría de la compañía es usado un software de desarrollo propio para la gestión de los proyectos, este software es diseñado para proyectos de consultoría y sin una aplicación práctica en el área de fabricación, debido a esto, en la unidad de negocio se usaban múltiples aplicativos para complementar las falencias del software de desarrollo propio, la posterior implementación del ERP Odoo reemplazó en gran medida todas los sistemas de información anteriores y otras herramientas como Excel, Power BI, Project, además de gran parte de la documentación que se generaba en papel, el nuevo ERP incluye módulos para apoyar los procesos de compras, ingeniería, producción, pruebas, inventarios y calidad asociados a la unidad.

Es de resaltar que el ERP solo se implementó en el área de fabricación y procesos asociados, las demás áreas de la empresa continúan trabajando sin ninguna modificación en los software que vienen

usando, como se mencionó anteriormente, el área de fabricación existe en la compañía desde el año 2013 y ha venido creciendo en forma exponencial hasta el presente en términos de proyectos adjudicados, por consiguiente en personal y volumen de información, el área de fabricación hace parte de la unidad de negocio de control y protección a su vez inmersa en la vicepresidencia de ingeniería de la compañía.

Figura 1

Organigrama general de la unidad de negocio



Odoo es un ERP de origen belga creado en el año 2005 por Fabien Pinckaers (fundador y CEO actual de Odoo) sobre una plataforma de código abierto con todas las funciones para crear aplicaciones adicionales tomando como base esta plataforma central, posee un conjunto de aplicaciones integradas, que cubren todas las áreas de negocio, desde CRM y Ventas hasta Acciones y Contabilidad. Más allá de

estas características listas para usar, la estructura de Odoo se construyó teniendo en cuenta la extensibilidad. Las extensiones y modificaciones se pueden implementar como módulos, para ser aplicados sobre el módulo principal con las características que se están cambiando, sin cambiarla realmente. Esto proporciona aplicaciones limpias y fáciles de controlar y personalizadas. Esta capacidad de combinar varios módulos en aplicaciones ricas en funciones, junto con la naturaleza de código abierto de Odoo, son probablemente factores importantes que explican la comunidad que creció alrededor de Odoo. De hecho, hay miles de módulos comunitarios disponibles para Odoo, que cubren prácticamente todos los temas y el número de personas que se involucran ha crecido constantemente cada año (Reis, 2018).

El propósito principal del ERP es la integración de los diferentes procesos de la empresa mediante la centralización la información, situándola a disposición de los diferentes actores de la organización, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones, reducir costos de las operaciones y los tiempos de respuesta ante clientes internos y externos.

2.3 Marco legal

Términos de uso de licencia de software Odoo instalado On-premise (Servidores propios de la compañía), Odoo Enterprise subscription Agreement Versión 9c - 2020-06-15.

Ley 603 de 2000, Ley para cumplimiento de las licencias de Software

2.4 Marco teórico

Es frecuente encontrar una percepción errónea sobre los beneficios de la implementación de un ERP en una compañía, ya que se esperan resultados de la noche a la mañana y esto dependerá en gran medida de que tan bien fue seleccionado el aplicativo y que tan bien se adapta a la cultura, estrategia y estructura de la organización (McGaughey & Gunasekaran, 2008), por lo tanto, un ERP por sí solo, no será tan efectivo y sus beneficios en la productividad no se verán a corto plazo, se verán una vez se

hayan ejecutado en un gran porcentaje planes de capacitación, planes de gestión del conocimiento y ajustes en los procesos de la compañía, alineándolos con el ERP implementado. (Arévalo-Avecillas, 2018)

Para apoyar la investigación sobre el impacto de la implementación del software ERP, se realizó una revisión de literatura y se documentó cuatro investigaciones similares, la primera investigación determinó los factores que deben ser gestionados en la fase de post-implementación para lograr los beneficios planteados a la hora de implementar un ERP, dichos factores deben estar asociados a la gestión del cambio, gestión de proyectos, gestión de riesgos y al mejoramiento continuo. Asimismo, la investigación establece un conjunto de buenas prácticas para realizar la gestión exitosa de proyectos de software ERP durante la fase post-implementación basadas en Moprosoft que es un modelo de referencia de buenas prácticas y procesos de gestión e ingeniería de software. (Camizán Lozano, 2017)

En una segunda investigación se encontró que el autor se encargó de analizar e indagar sobre las buenas prácticas y factores críticos de éxito en proyectos de implementaciones de ERPs en Latinoamérica, logrando consolidar 5 dimensiones de factores críticos de éxito: administración de Proyectos (Gestión y Organización), Recursos necesarios (Personas), Procesos (Pruebas del sistema), Gestión de Datos y Gestión de Tecnología (Hardware y Software); y pudo determinar recomendaciones útiles a la hora de mejorar el impacto en el logro del éxito de los proyectos de implementación de ERPs (Quintero Portocarrero, 2018).

Una tercer documento de investigación evaluó un modelo que permite medir el éxito de la implementación de un ERP en una organización; dicho modelo abarca la mayoría de los factores relevantes mencionados por otros autores y está compuesto por 5 dimensiones: entorno organizacional, entorno del usuario, entorno del sistema, entorno del proveedor del ERP e implementación exitosa del ERP, el autor concluye que el modelo es aplicable al contexto fabricación de las compañías colombianas y muestra como resultado una percepción general “exitosa” de los empleados sobre el proyecto de implementación del ERP en dicha compañía de fabricación. (Pérez Pérez, 2018)

La cuarta investigación consultada fue realizada por los autores (Peng & Nunes, 2017) en una empresa China identificada por ellos como PLAMS, en la que plantean un marco teórico sistemático y personalizable de 9 dimensiones, con el fin de evaluar desde una perspectiva cualitativa y cuantitativa el impacto de la implementación de un ERP para identificar los posibles problemas sociales, tecnológicos o fallas que pueden presentarse en la etapa de post implementación (Peng & Nunes, 2017).

En el presente caso de estudio, se plantean tres temas a desarrollar, el primero permitirá evaluar la herramienta y la percepción de mejora por parte de los usuarios luego de la implementación, en el segundo se definirán y evaluarán en un periodo de seis meses el desempeño de algunos indicadores clave que permitan evidenciar si se presentan mejoras a nivel de reducción de costos, disminución de reprocesos, calidad de los productos y entregas a tiempo, para el tercero se plantearán propuestas de mejora a basados en los resultados obtenidos durante la etapa de evaluación.

2.4.1 Evaluación de la herramienta

Para la evaluación de la herramienta se utilizará el método de las 9D (Peng & Nunes, 2017), o de las nueve dimensiones, definidas a continuación:

1. Calidad de la infraestructura TI.
2. Calidad del sistema ERP.
3. Calidad del soporte y mantenimiento.
4. Calidad de los datos.
5. Calidad de la información de salida.
6. Calidad de los procesos del negocio.
7. Impactos individuales.
8. Impactos organizacionales.
9. Aceptación general de usuarios.

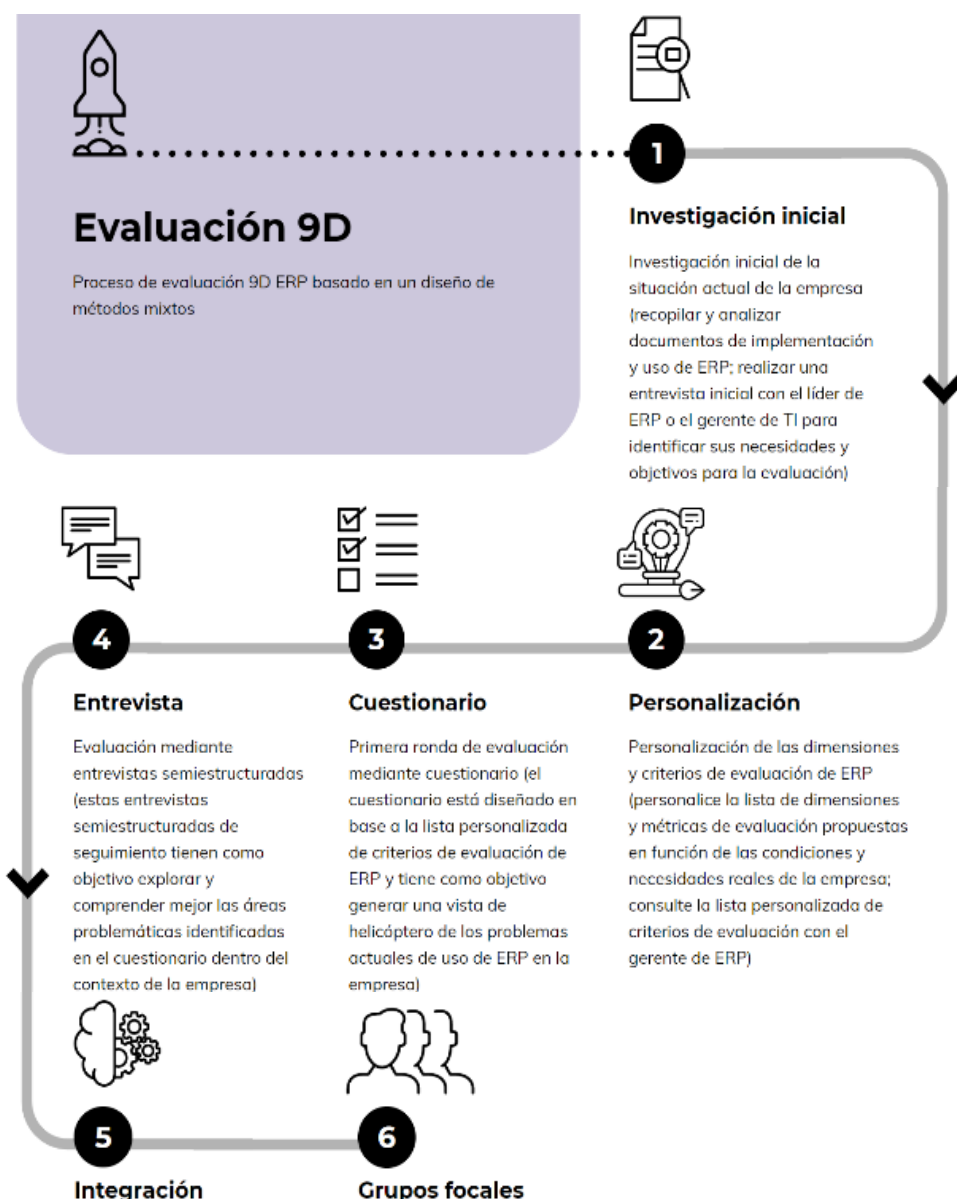
Este método utiliza 85 criterios para evaluar si el aplicativo tiene un buen desempeño y es usado adecuadamente por los usuarios en la etapa post implementación, para su desarrollo se hará una encuesta post implementación a los usuarios clave en todos los niveles de la unidad de negocio.

El proceso de evaluación consta de 6 pasos descritos en la **Ilustración 2**

Proceso Evaluación 9D - Elaboración propia , tomada de la investigación practica hecha por (Peng & Nunes, 2017), autores del método, en una empresa China de plásticos llamada por ellos como "PLAMS".

Ilustración 2

Proceso Evaluación 9D - Elaboración propia (Peng & Nunes, 2017)



2.4.2 Indicadores de mejora KPI

Los KPI's del inglés Key Performance Indicators, son herramientas indispensables para dirigir una organización, un equipo o un proceso, unos indicadores bien definidos permiten anticiparse a los problemas y alinear a todo el personal con los objetivos y estrategias de la empresa (Vásquez, 2013)

Algunas de las principales funciones de los indicadores son el control de la evolución en el tiempo de las variables que controlan los procesos, facilitando la toma de decisiones para corregir desviaciones antes de llegar a valores críticos en dichas variables, permite proyectar, planear, controlar la evolución, el estado actual y futuro de las organizaciones, procesos y/o proyectos.

Para este caso de estudio se proponen los siguientes indicadores:

- $\text{Productos entregados a tiempo (\%)} = 100 * (\text{Entregas reales}) / (\text{Entregas planeadas})$
- $\text{Productos entregados completos (\%)} = 100 * (\text{Entregas completas}) / (\text{Entregas reales})$
- $\text{Rentabilidad (\%)} = 100 * (\text{Rentabilidad real}) / (\text{Rentabilidad esperada})$

2.4.3 Propuesta de mejora de procesos

Basados en los resultados de la encuesta e indicadores de las fases anteriores, se identificarán los aspectos clave con mayores deficiencias presentadas en la etapa post implementación del ERP, estas propuestas de mejora podrán asociarse a modificaciones en la forma como se usa el software o incluso en la modificación de los procesos involucrados, al ser un proceso de manufactura se tendrán presentes metodologías usadas a nivel mundial como la manufactura delgada, conocida a nivel mundial como Lean Manufacturing.

Este concepto creado por Toyota hacia mitad del siglo XX como observación de los modelos productivos americanos y su comparación con el mercado japonés (Vásquez, 2013), a pesar de su nombre, no se ocupa solo del proceso de producción. Se considera como un sistema interrelacionado de prácticas blandas y duras subrayadas por un conjunto de creencias y valores. Las prácticas duras se refieren a las

herramientas técnicas, mientras que las prácticas blandas se refieren a las personas, que son igualmente cruciales para lograr un rendimiento superior a largo plazo (Taherimashhadi, 2018).

Entre las herramientas más conocidas de la manufactura Lean, se encuentran las 5's, Just in Time (Justo a Tiempo), cambio rápido de molde (SMED), control autónomo de los defectos: Jidoka, control visual (Sistema Andon), dispositivos para prevenir errores: Poka Yoke, Kaizen (Mejora continua), sistema Kanban, estandarización de las operaciones, mantenimiento productivo total (TPM), mapa de la cadena de valor (VSM). (Vásquez, 2013)

CAPÍTULO III

3 Diseño metodológico

3.1 Línea de investigación institucional

Innovaciones Sociales y Productivas

3.2 Eje temático

Las TIC aplicadas a las organizaciones productiva

3.3 Enfoque de investigación y paradigma investigativo

La presente investigación tiene un enfoque mixto; con este enfoque se pretende estudiar cuantitativamente puntos específicos de los fenómenos, a través de información medible, como resultados de encuestas y KPI's, con el objeto de entregar un informe de resultados con conclusiones confiables a partir del análisis de los datos recolectados. (Hernandez-Sampieri & Mendoza, 2018) adicionalmente aspectos cualitativos recolectados con encuestas y entrevistas a usuarios clave que permitan caracterizar percepciones positivas, negativas o neutrales sobre el desempeño de sus actividades antes y después de la implementación del ERP.

3.4 Diseño

Esta investigación se realiza sin manipular las variables. Se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan la organización objeto de estudio para después analizarlos.

En esta investigación no hay condiciones ni estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio. Los sujetos son observados en su ambiente natural y basándose en el diseño transeccional descriptivo donde su propósito es recolectar datos sobre cada una de las áreas de la organización, conceptos, variables, contextos dando como resultado los datos obtenidos.

3.5 Alcance

El alcance de esta investigación es correlacional y explicativa, en ella tomaremos conceptos y variables identificadas por otros investigadores, se harán encuestas, tomarán datos y medidas, se

pondrán en práctica y evaluarán las hipótesis de éxito de la implementación de un ERP y se analizarán los resultados en un caso real.

3.6 Población

El estudio tendrá como principal fuente de información los usuarios del sistema ERP Odoo, pertenecientes a las áreas de la empresa VMH Consultores que tienen una relación con el proceso de fabricación, estas son: las áreas de ingeniería eléctrica, automatización, protecciones, compras, logística, inventarios, ensamble, pruebas, adicionalmente, los diferentes roles dentro de cada una de las áreas, directores, jefes, supervisores, auxiliares, ingenieros, tecnólogos y técnicos ya que cada rol de acuerdo a sus funciones tiene unas necesidades y una percepción diferente de sus actividades antes y después de la implementación.

3.7 Tamaño de muestra

La muestra serán los empleados que hayan desarrollado sus funciones durante 1 año en la compañía, 6 meses previos con el uso de las herramientas actuales, 6 meses posteriores con el nuevo.

Para la selección de la muestra se tomará un enfoque cualitativo no probabilístico, con la intención de profundizar en el entendimiento de la percepción que se tiene sobre una posible mejora desde el punto de vista de los diferentes roles de los usuarios del ERP, por lo tanto, las muestras se dividirán por roles.

Se hará un filtro mediante unas preguntas iniciales en la que se consulta si ha interactuado de manera frecuente con el sistema previo y si lo hace igualmente con el nuevo ERP, de forma que la muestra sea menor y con el objetivo de recolectar datos más representativos.

Esta muestra se seleccionará mediante una encuesta de 2 preguntas a los 53 usuarios del ERP que desarrollan sus funciones en las áreas mencionadas anteriormente.

- ¿En el desarrollo de sus funciones ha utilizado el ERP Odoo? Respuesta: Si / No

- ¿Para sus labores utilizó otras herramientas como las listas de materiales en Excel, el sistema de información corporativo u otro sistema que actualmente es reemplazado por el ERP Odoó? Respuesta: Si / No

La muestra serán los empleados que hayan respondido positivamente ambas preguntas en la encuesta.

Para la evaluación de los datos de indicadores de entregas a tiempo, entregas completas y rentabilidad se tomarán todos los proyectos ejecutados en los últimos 6 meses previos a la implementación del ERP para obtener los indicadores de referencia, los datos de los proyectos ejecutados en los 6 meses posteriores al ERP, se utilizarán para obtener los indicadores de resultados finales.

3.8 Fuentes, Técnicas e instrumentos de recolección de información y datos

El instrumento para la recolección de las percepciones de los usuarios acerca de la herramienta fue tomada de la metodología implementada por (Peng & Nunes, 2017) en su investigación “Establishing an evidence-based 9D evaluation approach for ERP post-implementation”, a partir de la misma se hace una adaptación para la realidad de la empresa objeto del caso de estudio, este método propone un cuestionario de 85 criterios identificados en el anexo 2 del artículo “Establishing an evidence-based 9D evaluation approach for ERP post-implementation”.

Se desarrollará una encuesta personalizada con preguntas asociadas al periodo previo y posterior a la implementación del ERP que recolecte información con el objetivo de ver qué aspectos de los procesos para los diferentes roles de la compañía, han mejorado, o empeorado, esta encuesta evaluará las 9 dimensiones, (1) Calidad de la infraestructura, (2) Calidad del sistema ERP, (3) Calidad del servicio y mantenimiento, (4) Calidad de los datos, (5) Calidad de la información de salida, (6) Calidad de los procesos de negocio, (7) impactos individuales, (8) impactos organizacionales, (9) Aceptación general de uso, mediante un cuestionario de 51 ítems.

Para la recolección de los datos de indicadores se tomará la información del sistema actual de control de proyectos y posterior a la implementación se recopilarán los datos del nuevo ERP.

Se utilizará la herramienta “Forms” de la plataforma Microsoft 365, licenciada por la compañía, para elaborar la encuesta, para las respuestas se usaran los 5 puntos en la escala de Likert, se caracterizarán las preguntas por roles de la organización ya que cada rol tiene prioridades y necesidades diferentes en cuanto a la herramienta que usa, ejemplo, los directivos requieren unas herramientas de reporte y consolidación de la información que les permita tomar mejores decisiones, mientras que los roles de nivel operativo, requieren un sistema amigable y rápido que permita hacer los registros de su proceso de forma ágil.

3.9 Análisis y tratamiento de datos

En la etapa inicial del proyecto se socializará al interior de la organización con los directivos, solicitando los permisos necesarios para toma y recolección de datos, estos serán utilizados de forma anónima para los empleados y la compañía si los directivos lo solicitan.

Se recopilarán los datos iniciales del estado actual de la empresa, en cuanto a uso y necesidades de la herramienta con los líderes de las áreas impactadas por la implementación de la herramienta.

Luego de esto se implementará el método de las dimensiones (Peng & Nunes, 2017) con las siguientes fases:

3.9.1 Investigación inicial

Investigación inicial de la situación actual de la empresa (recopilar y analizar documentos de implementación y uso de ERP; realizar una entrevista inicial con el líder de ERP o el gerente de TI para identificar sus necesidades y objetivos para la evaluación).

3.9.2 Personalización de la encuesta

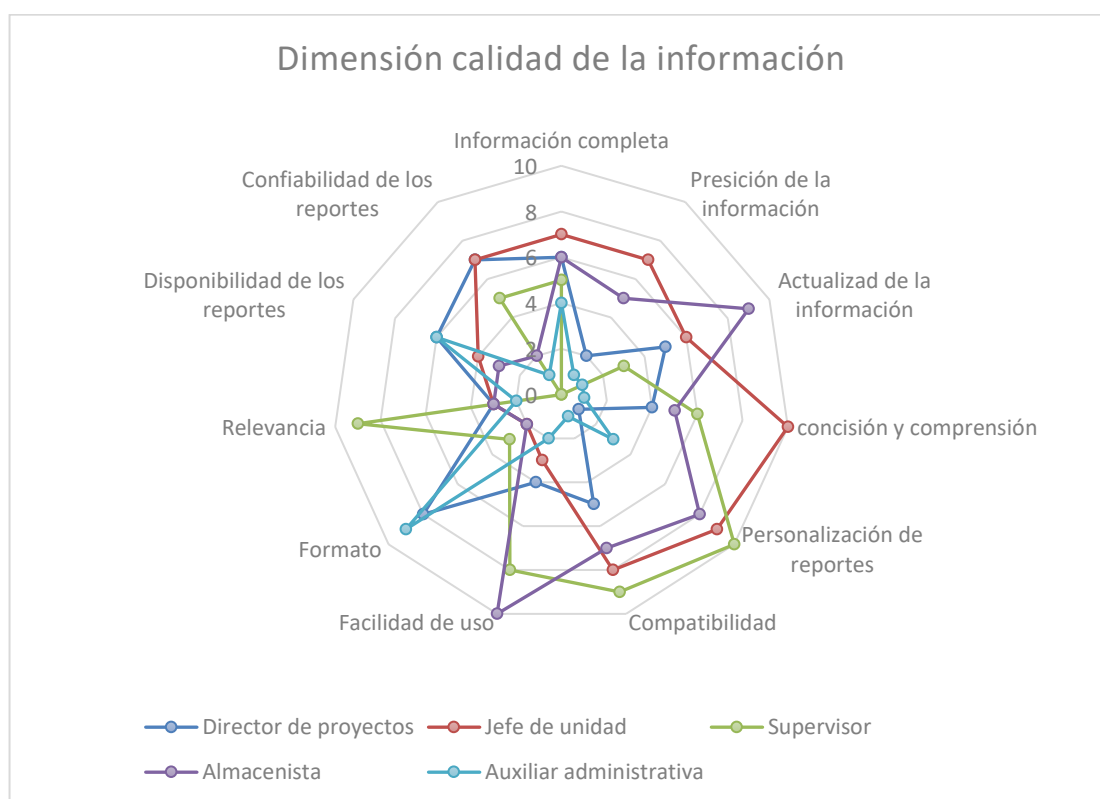
Personalización de las dimensiones y criterios de evaluación de ERP en función de las condiciones y necesidades reales de la empresa.

3.9.3 Encuesta

Evaluación mediante cuestionario diseñado en base a la lista personalizada de criterios de evaluación del ERP y tiene como objetivo generar una vista radial de los criterios evaluados separados por roles de acuerdo con el uso actual del sistema.

Ilustración 3

Dimensión calidad de la información - Elaboración propia (Peng & Nunes, 2017)



3.9.4 Entrevista

Evaluación mediante entrevistas semiestructuradas que tienen como objetivo explorar y comprender mejor las áreas problemáticas identificadas en el cuestionario dentro del contexto de la empresa.

3.9.5 Grupos focales

Reflexión de la evaluación mediante el uso de grupos focales, este paso tiene como objetivo identificar acciones y cambios a seguir para mejorar la situación actual de la empresa, así como revisar e identificar los pros / contras y las mejoras necesarias del conjunto de herramientas de evaluación establecido para uso futuro.

3.9.6 Integración

Integración de los resultados y hallazgos de la evaluación, integrando los hallazgos cuantitativos y cualitativos, finalizando con un informe de evaluación del ERP.

Capítulo IV

4 Resultados y discusiones

4.1 Descripción de los procesos luego de la implementación del ERP

Los principales cambios con la implementación del ERP Odoo se identifican en los siguientes procesos:

4.1.1 Ingeniería

Reemplazando los listados en Excel para los materiales y las solicitudes de compra por correo electrónico se eliminaron grandes factores de riesgo de pérdida de información y desactualización de datos, estos temas fueron integrados a Odoo en las aplicaciones de compras y fabricación, el proceso comienza con el ingreso de los materiales requeridos para cada uno de los tableros eléctricos que se planean fabricar, para esto se crea en el sistema un producto único, trazable por nombre y número de serie, una vez finalizada la etapa de diseño, se adjunta al mismo producto los documentos técnicos como esquemas eléctricos y disposiciones físicas, completando así toda la información requerida para la fabricación.

4.1.2 Compras

Una vez se confirma la orden de producción se ejecuta el proceso de MRP que genera automáticamente las solicitudes de compra y reabastecimiento del inventario, reserva materiales para la fabricación del producto, toma precios y tiempos de entrega definidos para cada producto para estimar fecha de entrega por parte del proveedor y reserva los recursos necesarios en el centro de trabajo para la fabricación en las fechas estimadas, todas las actividades anteriores eran ejecutadas de forma manual antes del ERP.

4.1.3 Inventario

El control del inventario ahora permite registrar los números de serie y lotes para los materiales que ingresan al almacén, anteriormente solo podían ser registrados en papel en el documento de

control de calidad, generando dificultades en el seguimiento y atención de garantías, adicionalmente se generan solicitudes de reabastecimiento automáticas una vez las cantidades llegan al límite inferior del stock de seguridad, ingreso de material y despachos a ensamble pueden ser realizadas por medio de códigos de barras aumentando la agilidad del proceso.

4.1.4 Ensamble

Las instrucciones de ensamble y documentos pueden ser consultados a través de dispositivos móviles, se pueden generar alertas de calidad y ser direccionadas al ingeniero encargado del diseño o asignadas al encargado del proceso, también se registran adiciones de material o bloqueo del centro de producción, esto permite hacer un seguimiento en tiempo real del proceso

4.1.5 Calidad

Los controles de calidad son registrados a través de dispositivos móviles, con instrucciones claras y datos registrados en tiempo real, incluyendo fotografías que permiten validar gráficamente las inspecciones realizadas, las alertas de calidad son gestionadas con metodología Kanban directamente en la aplicación de calidad en el ERP Odoo, anteriormente estas verificaciones se registraban en papel para luego ser escaneadas y guardadas en un servidor de proyectos.

4.2 Evaluación

En la etapa inicial de la investigación se realizaron algunas entrevistas con varios usuarios clave del nuevo sistema ERP, el jefe del área de fabricación, el jefe del área de soporte tecnológico, la directora de compras, el jefe de unidad de ingeniería, con estas entrevistas se obtiene un panorama general sobre las áreas que interactúan con el sistema y cuáles son los perfiles de los diferentes usuarios, sustentado en dichas entrevistas se hace una clasificación según la función del usuario dentro del área a la que pertenece.

Tabla 1

Clasificación perfiles de usuarios

Área	Operativo	Táctico	Estratégico
Ingeniería	Ingenieros de diseño	Ingeniero Líder	Jefe de área
Compras	Auxiliar	Analista	Jefe de área
Proyectos	Auxiliar		Director
Fábrica	Electricista	Supervisor	Jefe de área
Almacén	Auxiliar	Almacenista líder	

Con base en dicha clasificación se hace el análisis de resultados obtenidos en la encuesta personalizada para el presente caso de estudio.

En la personalización de la encuesta se detectó que el marco metodológico usado establece la dimensión “Calidad de la infraestructura IT” que no es posible ser evaluada a través de una encuesta a los usuarios del software, debido a que están relacionadas con la capacidad del software para adaptarse a la infraestructura tecnológica de la empresa objeto del caso, esta información está relacionada con los integrantes del área de soporte tecnológico, es por esto por lo que dicha dimensión no será analizada por medio de los datos recolectados con la encuesta.

La encuesta utiliza una escala de calificación cualitativa, de cinco niveles, los niveles uno y dos muestran una percepción de insatisfacción, el nivel tres, indica que no se percibe grandes cambios con la implementación, los niveles cuatro y cinco, muestran que si se percibe una mejora con el software sobre los procesos que se usaban antes del ERP Odoo.

Tabla 2

Conceptos de evaluación

Concepto	Calificación
Muy en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indeciso	3
De acuerdo	4
Muy de acuerdo	5

Los resultados generales de la encuesta muestran que, en su gran mayoría, los usuarios del ERP perciben una mejora en sus procesos con un promedio superior a 3.0, aunque al no estar cercano al nivel más alto, podemos interpretar que aún existen deficiencias en algunos conceptos que pueden ser subsanados con planes de acción sobre las oportunidades de mejora detectadas en la encuesta.

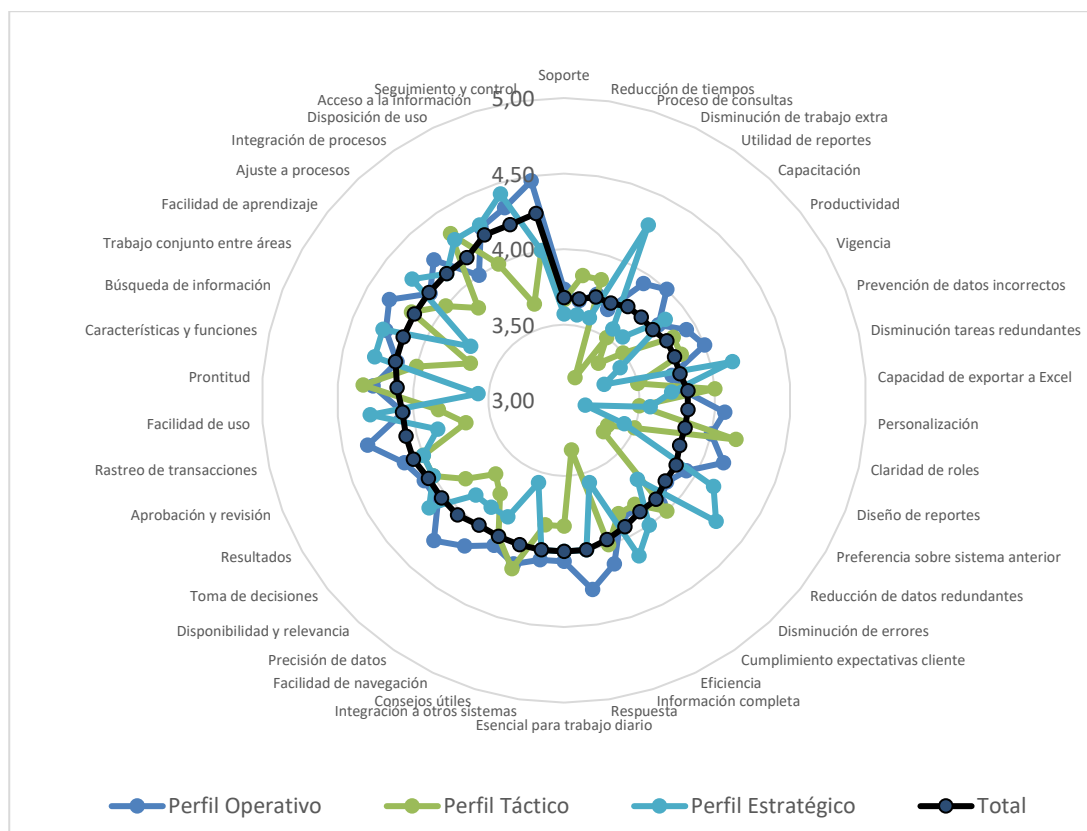
En las gráficas presentadas a continuación se modificó la escala de la gráfica para tomar un valor mínimo de 3 puntos, con la intención de representar con claridad las diferencias entre los diferentes perfiles de usuarios encuestados.

4.2.1 Gráfica general de criterios

En la gráfica general de criterios se ordenó de menor a mayor calificación los criterios evaluados sin importar la dimensión a la que pertenecen, logrando identificar el soporte al usuario y la reducción de tiempos los aspectos en los que se obtuvo una menor calificación, con base en esta gráfica se seleccionan los aspectos principales que son susceptibles de mejora y a los cuales se les propondrán como parte de esta investigación propuestas de planes de acción que permitan mejorar la aceptación de los usuarios.

Ilustración 4

Gráfica general de criterios

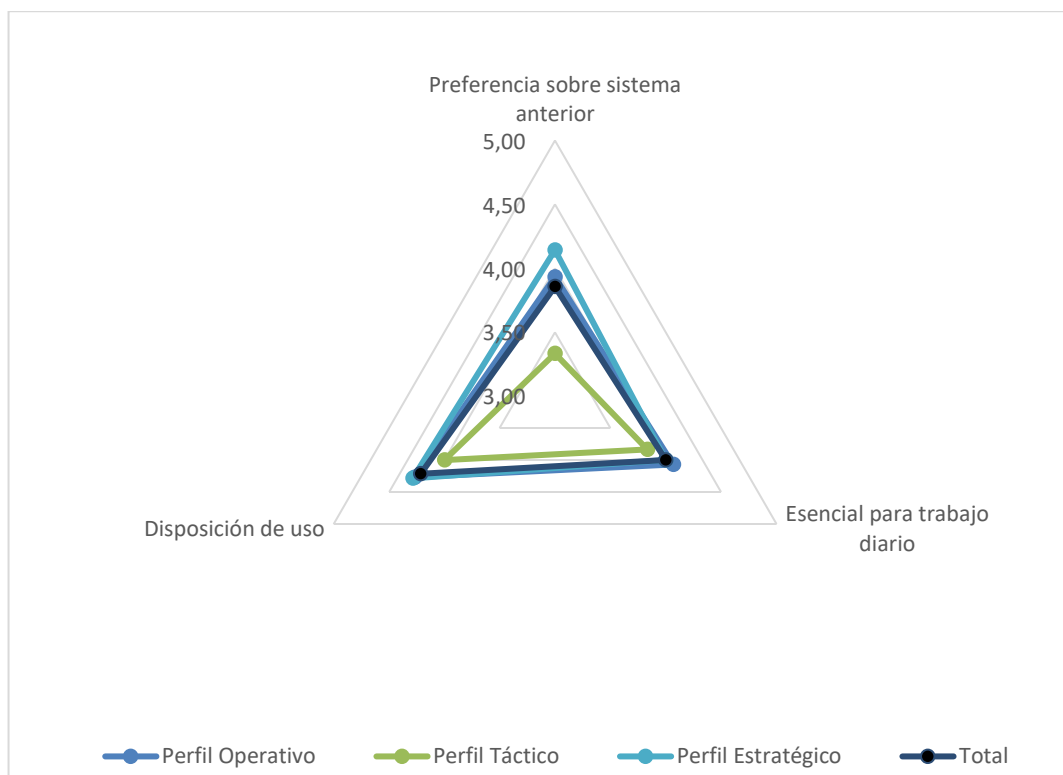


4.2.2 Dimensión aceptación del usuario

Esta dimensión es una guía para identificar el nivel de participación del usuario con el ERP, es posible que por falta de capacitación el usuario esté usándolo de forma inadecuada, este desconocimiento del sistema puede llevar a mal registro de datos de manera frecuente, aumentando reprocesos y con una gran incidencia en la calidad de la información registrada en el sistema, por el contrario los usuarios que ven una mejoría en sus actividades con el uso del sistema verán con satisfacción como se les facilitan sus actividades y mejoran sus resultados.

Ilustración 5

Dimensión aceptación del usuario



De acuerdo a lo observado en la gráfica hay un consenso general de aceptación del nuevo sistema, solo se percibe un ligero desfase en el criterio de “Preferencia sobre el sistema anterior” para el perfil táctico, es decir supervisores y líderes de los grupos de ingeniería, es posible que sus tareas se hayan aumentado en temas de registro de datos de sus procesos, adicionalmente es posible que aún falte capacitarlos adecuadamente para que vean todas las ventajas ofrecidas y las herramientas que automatizan varias de sus actividades.

4.2.3 Dimensión Calidad de los datos

La calidad de la información registrada en el sistema es vital para su buen funcionamiento, uno de los principales problemas con el sistema anterior era el registro de información sobre papel, estos datos sin digitalizar no permiten hacer consultas rápidas o históricos que se puedan tomar como base

para tomar decisiones, adicionalmente tener múltiples plataformas de registro de datos generaba inconsistencias y datos redundantes.

Ilustración 6

Dimensión Calidad de los datos



Se puede observar para el perfil estratégico la gran satisfacción en el criterio de datos redundantes, en contraposición a lo que opina el perfil táctico, es posible que con el nuevo ERP se haya incrementado el registro de datos por parte del perfil táctico, este ingreso de datos adicionales permite que los perfiles más altos puedan generar sus reportes en un solo sistema y no en varios como lo hacían anteriormente.

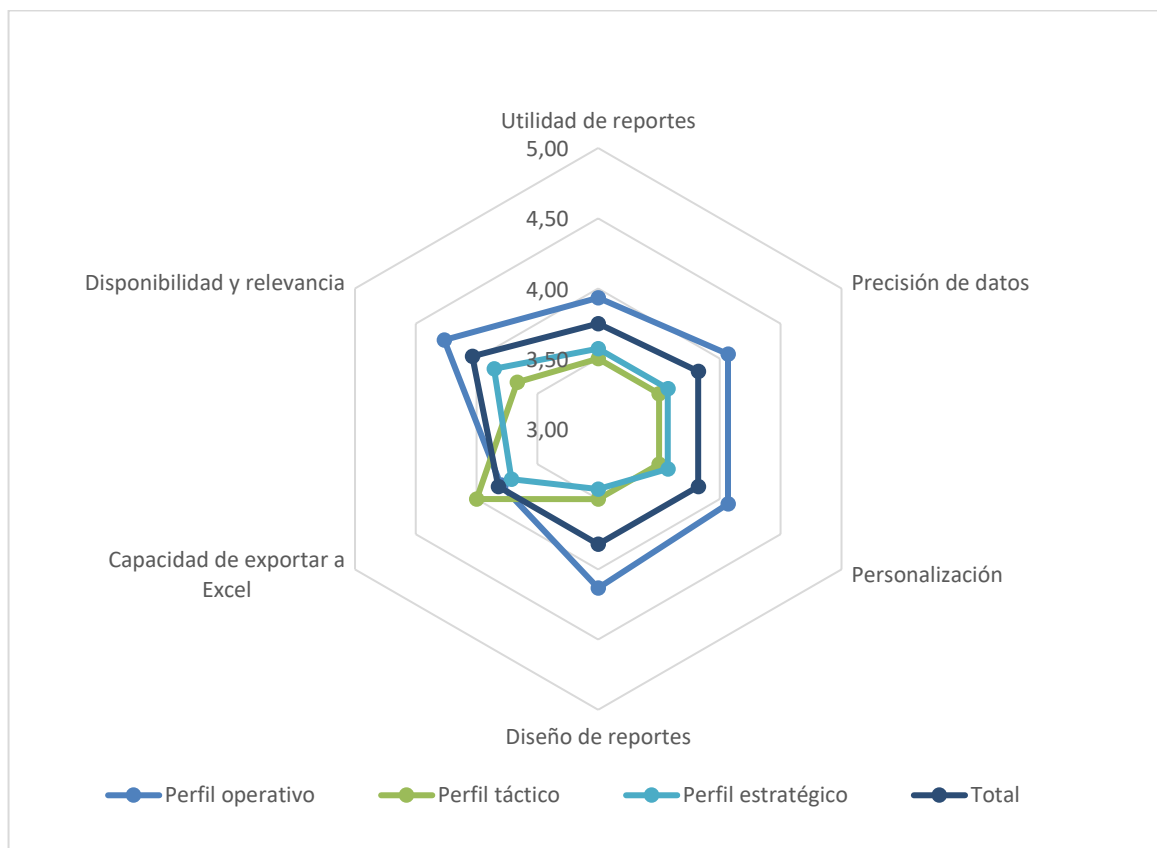
4.2.4 Dimensión Calidad de la salida de información

La dimensión calidad de la salida de información se centra en las características de la información que produce el sistema, primariamente en forma de informes o reportes. La evaluación de

calidad de esta información se asocia a que sea utilizable, concisa, comprensible, pertinente, este disponible y en un formato correcto.

Ilustración 7

Dimensión calidad de la salida de información



En esta dimensión se muestra claramente que todos los encuestados del perfil operativo están extremadamente satisfechos con el criterio de "precisión de los datos del ERP". Por el contrario, los encuestados del perfil estratégico y el perfil táctico parecían tener reservas e inquietudes considerables relacionadas con este aspecto en particular. Es difícil decir a partir de los resultados del cuestionario qué problemas específicos habían experimentado el personal del perfil estratégico y el perfil táctico en este aspecto. Pero es obvio que los jefes de área necesitan usar informes de inventario actualizados (que incluyan no solo detalles de la cantidad de existencias, sino también patrones históricos de inventario, costos de artículos, información de reposición, listado de transacciones de inventario, etc.) para tomar

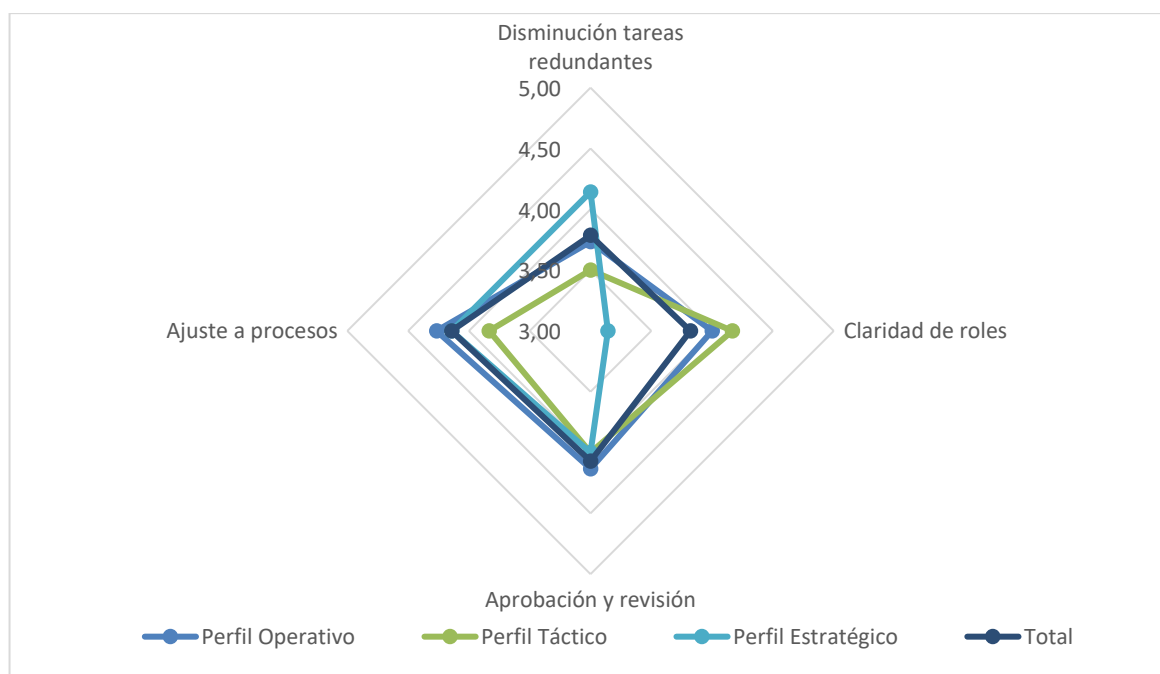
decisiones importantes por ejemplo, reorganizar y maximizar el uso del espacio del almacén, pronosticar la demanda de existencias para el próximo trimestre del año y establecer nuevos planes de compra de existencias. Por lo tanto, las preocupaciones relacionadas con la vigencia de los informes de inventario no pueden simplemente pasarse por alto.

4.2.5 Dimensión calidad del proceso de negocio

La Dimensión del proceso de negocio se centró en las destrezas para entender cómo opera el negocio y para poder predecir el impacto de una particular decisión o acción en los perfiles estratégicos, operativo y táctico.

Ilustración 8

Dimensión calidad del proceso de negocio



Se puede identificar que falta capacitación para los usuarios de Odoo con perfiles estratégicos ya que el criterio “Claridad de roles” no los deja muy satisfechos, también se identifica de forma repetitiva en esta dimensión que el perfil táctico no está muy conforme con la cantidad de datos que está

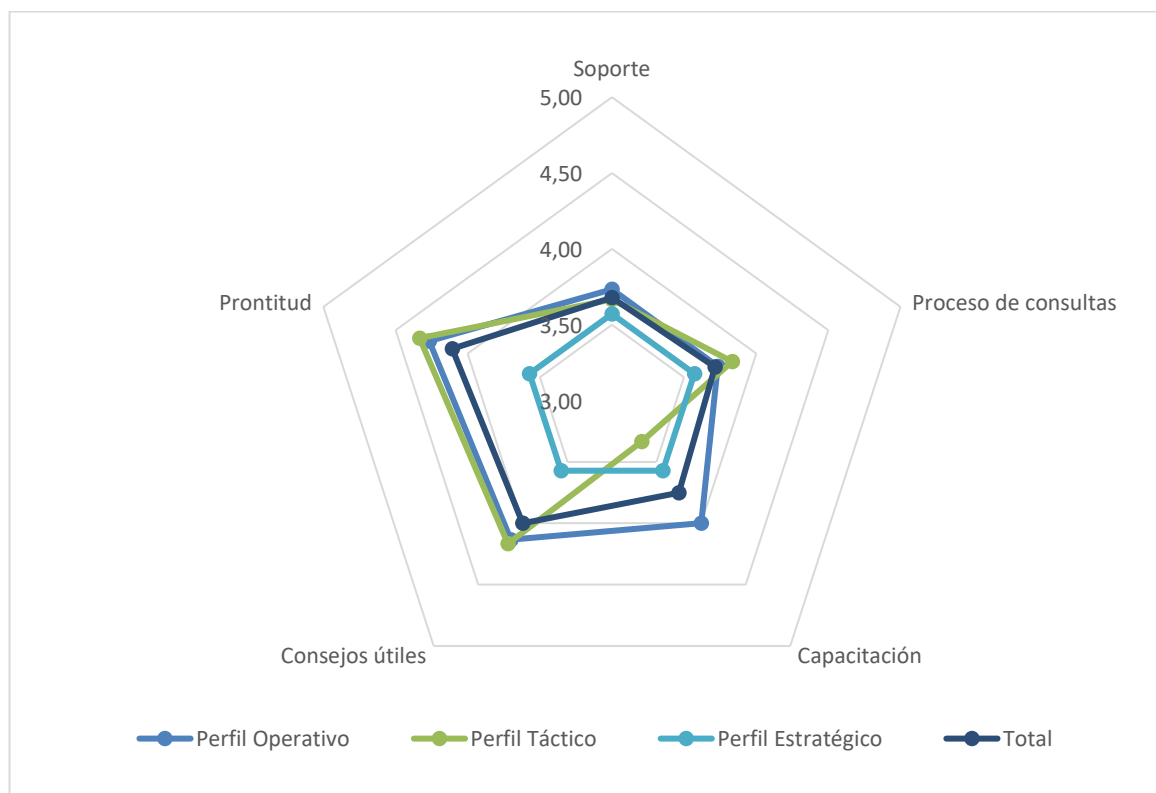
teniendo que ingresar al nuevo sistema, se sugiere revisar cuales son las actividades específicas con las que no están conformes y evaluar en las entrevistas posteriores a la evaluación.

4.2.6 Dimensión calidad del servicio de mantenimiento y soporte TI

La dimensión calidad del servicio de mantenimiento y soporte TI se enfocó en la percepción del uso del nuevo sistema ERP en los perfiles estratégico, operativo y táctico, en los conceptos de capacitación, si pudieron acceder fácilmente a materiales de soporte al usuario, como al manual del sistema o la guía del usuario.

Ilustración 9

Dimensión calidad del servicio de mantenimiento y soporte TI



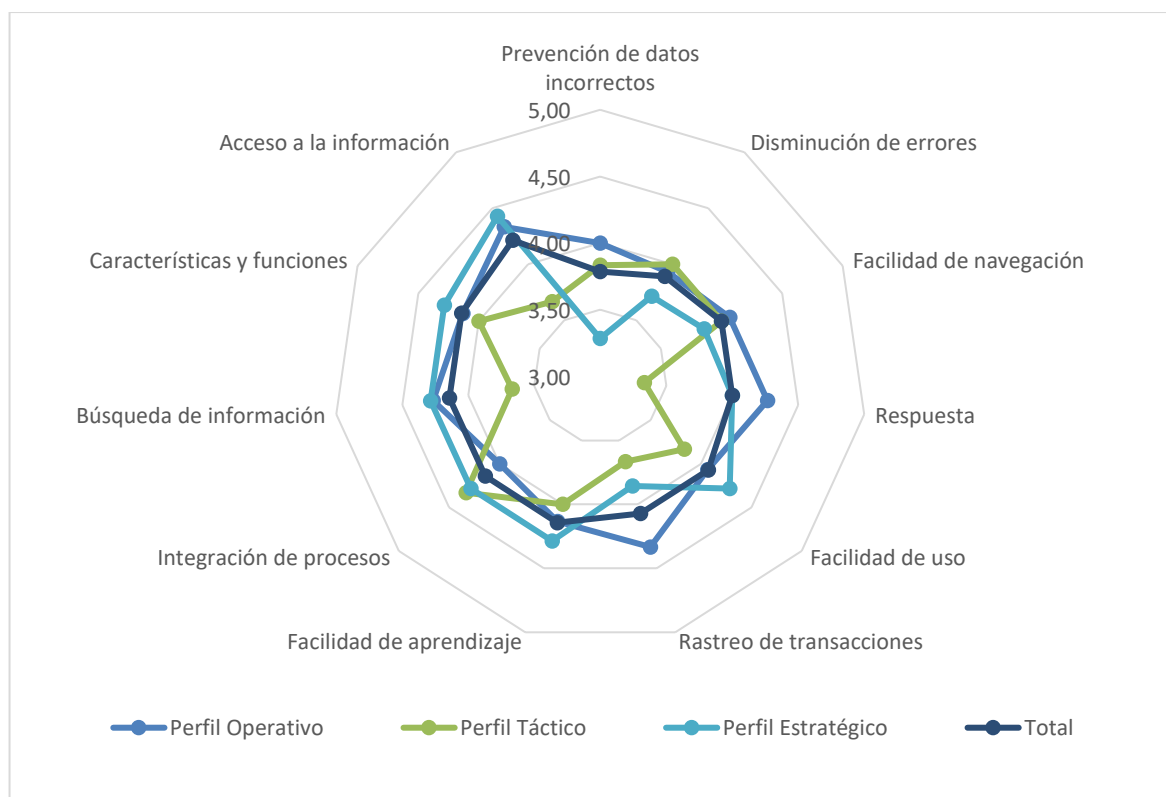
La grafica anterior confirma lo detectado en las dimensiones anteriores en las que se puede observar una falla en el proceso de capacitación para los perfiles táctico y estratégico, podemos concluir que el software es muy bueno, pero la falta de capacitación puede llevar a que los usuarios prefieran el sistema anterior debido a que no saben cómo usarlo y como aprovechar las ventajas del nuevo sistema.

4.2.7 Dimensión calidad del sistema ERP

La dimensión calidad del sistema ERP evaluó las características técnicas y funciones del nuevo sistema ERP desde la percepción de los usuarios.

Ilustración 10

Dimensión calidad del sistema ERP



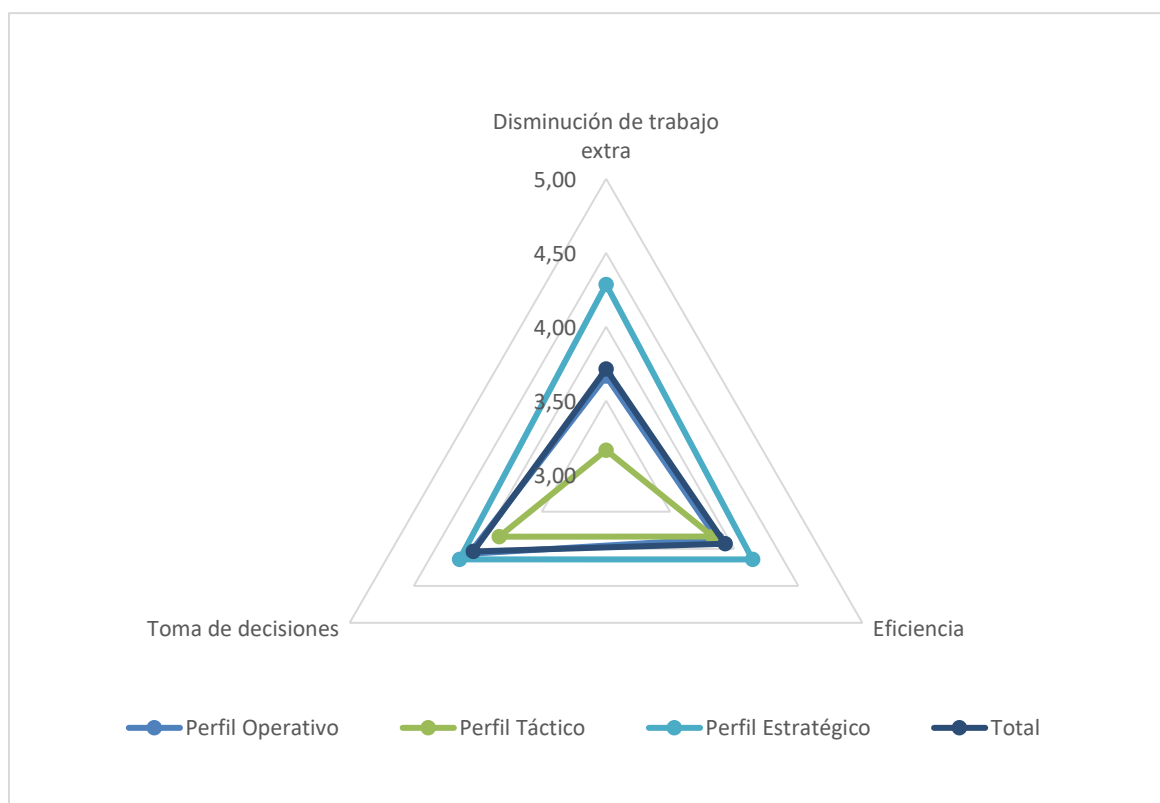
Algunos criterios a resaltar de la gráfica, son la percepción del perfil estratégico que el nuevo sistema no filtra adecuadamente la entrada de datos incorrectos y el rastreo de transacciones, pero está muy satisfecho con la mejora que ha obtenido con la facilidad de acceso a la información, por el contrario el perfil táctico opina que acceder a la información no es tan sencillo esto en conjunto con el tiempo de respuesta del sistema a cada solicitud de datos puede mostrar la causa de esa insatisfacción, en general todos perciben la integración de los procesos como un punto fuerte al igual que la facilidad de navegación.

4.2.8 Dimensión impacto individual

Con esta dimensión podemos evaluar si los usuarios perciben que se ha afectado su forma de trabajar, como se puede observar en la gráfica todos perciben una mejora en la eficiencia y en la facilidad de obtener datos para la toma de decisiones, el perfil estratégico se encuentra muy satisfecho con la reducción de trabajo, en oposición a lo que opina el perfil táctico, como se ha mencionado de las dimensiones anteriores, es posible que se deba a falta de capacitación, adicional a lo anterior se propone observar con más detalle cuales son las operaciones que están llevando a dicho perfil a percibir un aumento de trabajo dentro de sus actividades rutinarias.

Ilustración 11

Dimensión impacto individual

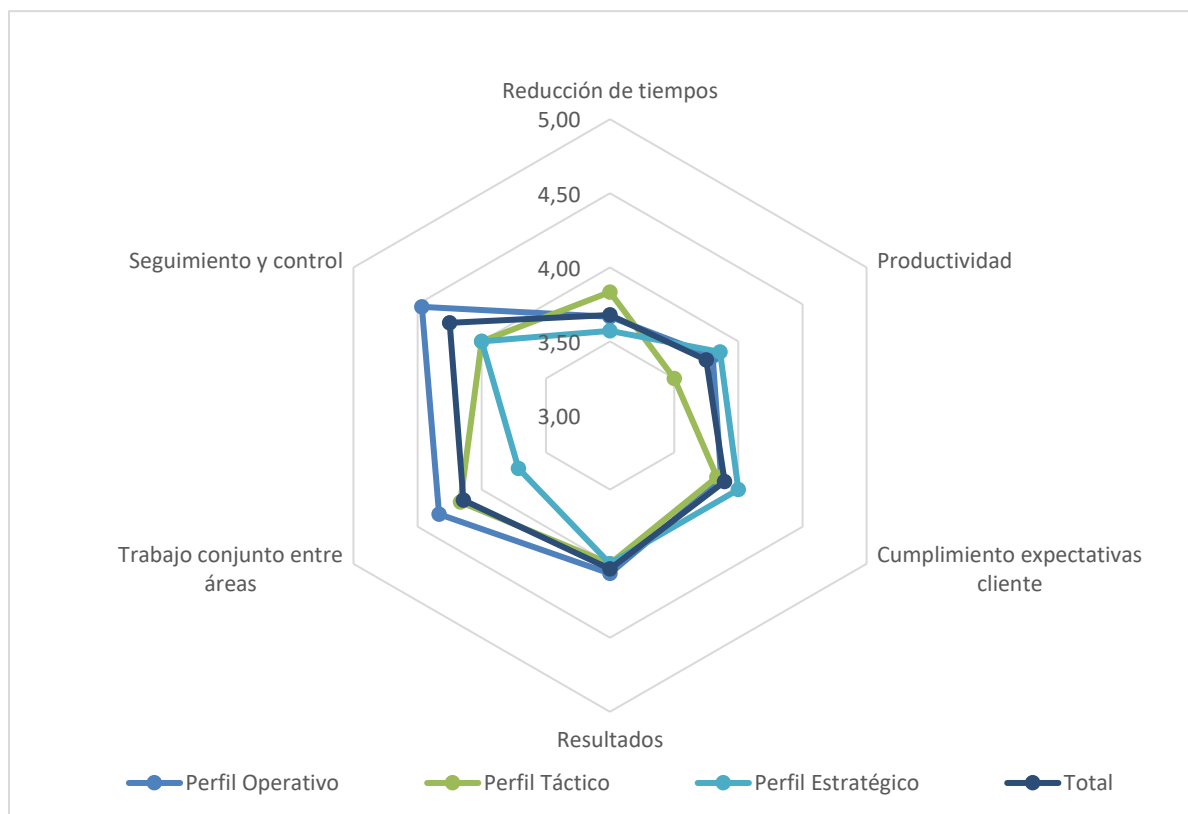


4.2.9 Dimensión impacto organizacional

La dimensión impacto organizacional se refiere a cómo la organización en su conjunto se ve afectada por la adopción de ERP en los criterios de comunicación, trabajo conjunto entre los perfiles, productividad general y reducción de tiempos de entrega de los productos y pedidos de la organización, se observa claramente una satisfacción de todos los usuarios con el criterio de seguimiento y control, mientras que el trabajo conjunto entre áreas se percibe desde el perfil estratégico como un aspecto por mejorar, al igual que el impacto en la productividad indicado por el puntaje obtenido para el perfil táctico.

Ilustración 12

Dimensión impacto organizacional



4.3 Indicadores de mejora KPI

Los indicadores siguientes tienen el objetivo de evidenciar con resultados reales los cambios que se pudieron haber presentado en la eficiencia de los procesos luego de la implementación del ERP, es importante notar que durante el periodo de medida de estos indicadores se presentaron varias situaciones de carácter externo a la compañía que pueden afectar los resultados, los más importantes son el alza del dólar causando incremento de los costos de los productos comprados en esta moneda, la crisis de contenedores y de logística a nivel mundial, causado por los cierres de puertos en China, unido a todo lo anterior el desabastecimiento de semiconductores, retrasando llegada de materiales y afectando el indicador de entregas completas y a tiempo, consecuencias de la Pandemia por Covid -19 a nivel mundial.

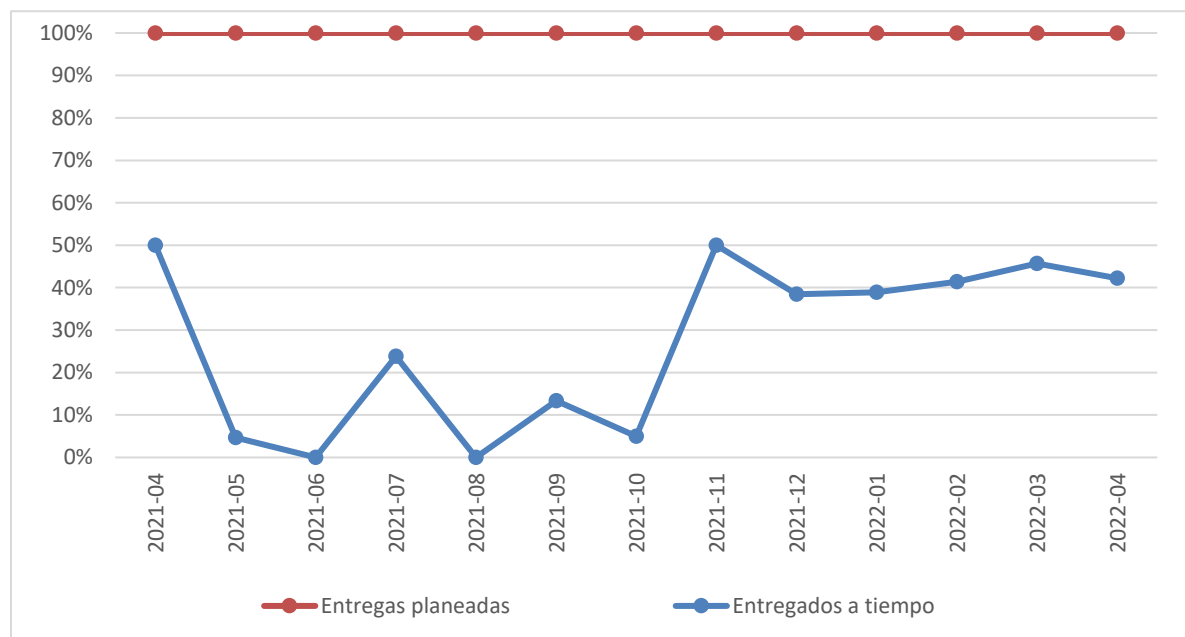
4.3.1 *Productos entregados a tiempo*

El indicador de entregas a tiempo pretende medir la mejora en términos de tiempos, se tomaron medidas 6 meses previos a la implementación del software y 6 meses posteriores, como se puede observar en la los 6 meses previos a la implementación del software existe un colapso de toda la cadena productiva de la unidad de negocio, luego de la implementación se comienza a percibir una mejora en las entregas, pero aun así no es concluyente, de acuerdo a la revisión de los procesos antes de esta evaluación se detecta un tiempo promedio para la ejecución completa de un proyecto de 6 meses, por esto se tomó como un tiempo adecuado para la medida del indicador, aun así luego del análisis se encuentra que el tiempo de medida del indicador no fue suficiente para ser concluyente en el resultado de esta investigación, se propone seguir con esta medida otros 6 meses hasta que el software ya se encuentre en una etapa estable y los factores externos como el desabastecimiento de componentes y los problemas en la logística internacional también se hayan estabilizado e influencien en menor medida el desempeño de este indicador.

$$\text{Productos entregados a tiempo (\%)} = 100 * (\text{Entregas reales}) / (\text{Entregas planeadas})$$

Ilustración 13

Indicador de productos entregados a tiempo



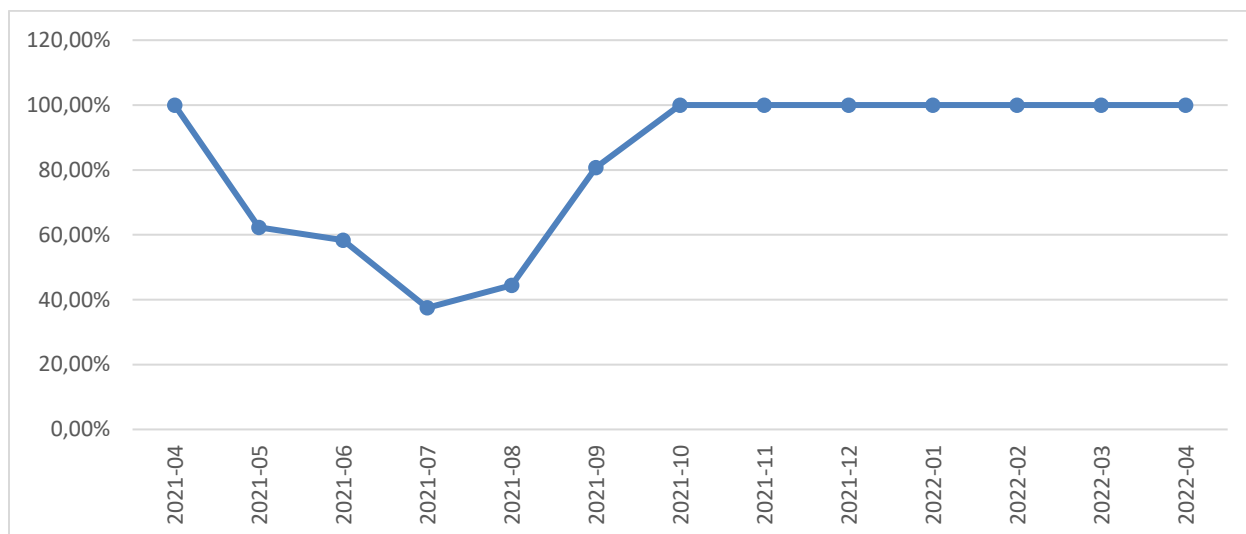
4.3.2 Productos entregados completos

El indicador muestra el colapso que tenía la unidad de negocio en términos de entregas completas previo a la implementación de Odoo, aunque este indicador está estrechamente relacionado con factores externos como la escasez de algunas materias primas, se ve como el ERP, permitió ajustar los procesos de fabricación de forma que se cumplan al 100%, ya que este permite identificar con anticipación faltantes de materiales previo a la fabricación, generando órdenes de compra automáticas de estos faltantes y durante la fabricación indica las fechas estimadas de llegada de los componentes, mejorando la planeación de la producción, toda esta información era inexistente antes de la implementación del software.

$$\text{Productos entregados completos (\%)} = 100 * (\text{Entregas completas}) / (\text{Entregas reales})$$

Ilustración 14

Indicador de productos entregados completos



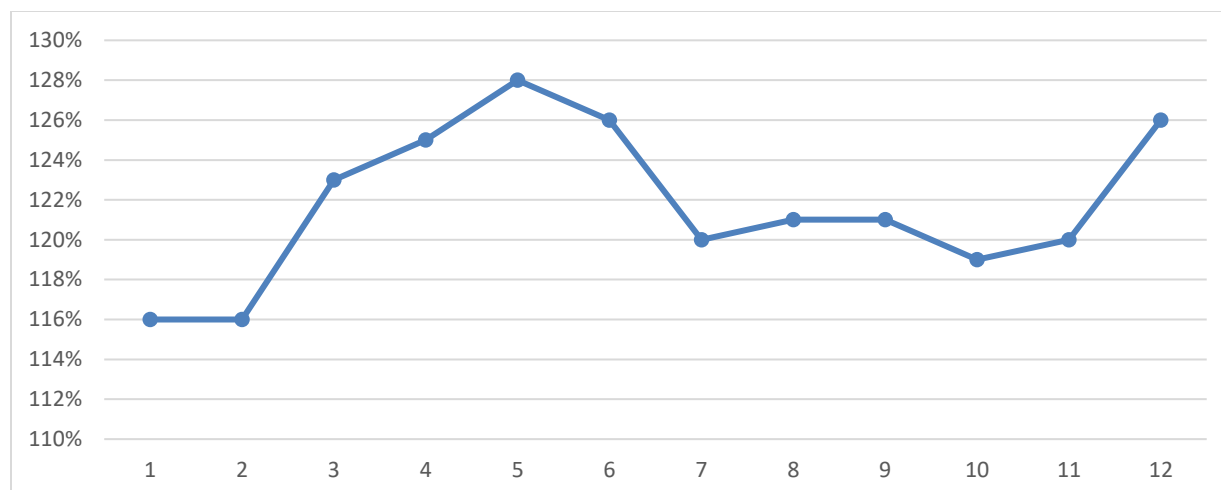
4.3.3 Mejora en la Rentabilidad

Mejora en la Rentabilidad (%) = $100 * (\text{Rentabilidad real}) / (\text{Rentabilidad esperada})$

Con este indicador se pretende observar mejoras en eficiencia de costos, se espera que con la entrada en funcionamiento del ERP la rentabilidad tenga una curva ascendente a medida que la estabilización del software permite generar eficiencias en disminución de horas requeridas para los procesos de diseño, control de producción e inventarios, este indicador también se ve afectado por factores externos al ERP, como es la TRM ya que los materiales más costosos con los que se fabrican los tableros son comprados en USD, adicionalmente el costo de los materiales tiene un mayor peso en el costo general del producto, por lo que la disminución de tiempos no impactará en mayor medida el resultado de este indicador.

Ilustración 15

Mejora en la rentabilidad



4.4 Propuestas de mejora

Para que las propuestas de mejora planteadas a continuación sean eficaces debemos considerar hacerles seguimiento de manera continua, ya que los procesos y operaciones pueden funcionar por un tiempo, pero hay un sinnúmero de factores que pueden disminuir la calidad de sus resultados.

Por otro lado, también es necesaria la disposición por parte de los colaboradores, pues deberán aceptar los cambios que se requieran. Tales como, utilizar nuevas técnicas de trabajo, invertir en herramientas de automatización que ayuden a reducir costes y tiempos, entre otros.

Para el proceso de ingeniería se propone usar la opción de creación de kits de materiales, estos kits en Odoo tienen la opción de agregarles atributos como color, alto, ancho, etc. El nombre del atributo y las variantes son especificadas por el usuario, con las combinaciones de atributos se pueden generar listados de materiales automatizados, de esta forma y en combinación con un proceso de estandarización de ingeniería se lograrían reducir los faltantes de materiales, reducir tiempos de diseño dedicados a la selección de materiales y permitiría tener ingeniería de mayor calidad, al tener bloques de ingeniería pequeños probados y validados y que evolucionan a medida que se encuentran mejores soluciones de diseño, esta propuesta apunta a los criterios de reducción de tiempos, disminución de trabajo extra y productividad.

Para los criterios de soporte y capacitación se propone implementar una plataforma de gestión del conocimiento para la capacitación en el uso adecuado del ERP, con secciones clasificadas según los perfiles de los usuarios, con videos de no más de 3 minutos que expliquen temas puntuales, de forma que cualquier persona que comienza a usar el sistema pueda aprender rápidamente la función del ERP que requiere usar, sin tener que asistir a charlas de las que quedan pocos conocimientos realmente aprovechables.

Para la gestión de las compras e inventarios se propone complementar las funcionalidades del ERP con metodologías TPS, como el justo a tiempo o JIT que permitiría disminuir el inventario, en el que actualmente algunas referencias se compran y almacenan con meses de anticipación, para material de alta rotación como tornillería se propone complementar la gestión en Odoo con un Kanban permitiendo de forma visual hacer un control de las existencias.

Capítulo V

5 Conclusiones

Los resultados de esta investigación confirman que un ERP es una herramienta muy valiosa para el mejoramiento de los procesos y resultados de una compañía, pero su éxito está estrechamente relacionado con una selección adecuada del software, con base en un detallado levantamiento de requisitos o necesidades de usuarios y con un plan de gestión del cambio aplicado desde antes de la implementación, con la socialización del proyecto y con un exhaustivo plan de capacitación post implementación, aun así existe el riesgo de no obtener grandes resultados, por lo que es de vital importancia utilizar este tipo de herramientas de evaluación, como la usada en esta investigación, para detectar falencias y trabajar sobre ellas de forma que el proyecto sea exitoso a mediano plazo.

Los indicadores de éxito del ERP planteados para esta investigación se vieron afectados por factores externos a la compañía, como consecuencia no fue posible establecer una relación entre el comportamiento de los indicadores, con el impacto que pudo tener el ERP en los procesos, es necesario que para futuras investigaciones se haga un análisis más profundo de los procesos para plantear un indicador que permita tener una mayor relación con la eficiencia lograda con la implementación del ERP.

Como ejemplo proponemos el siguiente indicador de uso de recursos, este tiene la intención de mostrar reducciones de tiempo en la ejecución de las actividades, es necesario aclarar que se debe tener un estándar o un histórico de horas ejecutadas que permita tener una base sólida para la comparación.

Uso de recursos%=Horas ejecutadas/horas planeadas*100

6 Referencias

- Arévalo-Avecillas, D. N.-A. (2018). *The influence of the implementation of information technologies in the productivity of service companies*. *Informacion Tecnologica*, 29(6), 199–212. . Obtenido de <https://doi.org/10.4067/S0718-0764201800060>
- Camizán Lozano, J. L. (2017). *Factores en la fase de post-implementacion que influyen en los logros de los beneficios esperados en sistemas ERP*. Universidad Nacional Mayor De San marcos. Lima: Universidad Nacional Mayor De San marcos.
- Cano, A. (2000). *Rendimiento y Consumo de Mano de Obra* . medellin: SENA-CAMACOL.
- Davis, C. H., Raafat, F., & Safizadeh, M. H. (2021). *Journal of Small Business Management*; Milwaukee. *Production and Inventory Information Processing: Material Requirements Planning*.
- Gallardo, L., Gonzáles, C., & Tapia, F. (2003). *Sistemas ERP: Importancia de sus aplicaciones en la gestion empresarial*. . Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/108192/gallardo_l.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Gartner. (2 de Mayo de 2022). *Definition of Enterprise Resource Planning (ERP)*. Obtenido de Gartner Information Technology Glossary...: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/enterprise-resource-planning-erp>
- Hernandez-Sampieri, R., & Mendoza, C. p. (2018). *metodologia de la investigacion: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta*. En R. hernandez-Sampieri, & C. p. Mendoza, *metodologia de la investigacion: Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta*. Ciudad de Mexico: Mc Graw hill.
- Jose Camilo Daccach T. (2007). *Noticias financieras. notas sobre sistemas de informacion*.
- Juan, D. H. (2017). *Análisis de las patologías en las estructuras de hormigón armado*. bogota-Colombia: Ediciones de la U.
- Llamas, J. (2021). *Tecnologia Inteligente*. En J. Llamas, *Tecnologia Inteligente*. Economipedia.

- McGaughey, & Gunasekaran. (2008). *Evolution of enterprise resource planning. In Global Implications of Modern Enterprise Information Systems: Technologies and Applications: Vol. I (Issue 11, pp. 17–31)*. Obtenido de <https://doi.org/10.4018/978-1-6056>
- Peiró, R. (05 de MAYO de 2020). *Sistema de información*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/sistema-de-informacion.html>
- Peng, G. C., & Nunes, M. (13 de 03 de 2017). *emerald insight discover journal, books & case studies*. Obtenido de <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IMDS-03-2016-0087/full/html>
- Pérez Pérez, A. A. (2018). *Factores de éxito en la implementación del ERP Microsoft Dinamix AX – Caso de estudio: Empresa manufacturera. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia*.
- Quintero Portocarrero, N. (2018). *Análisis de los factores críticos de éxito en implementaciones de erps en pymes en latinoamérica*. Cartagena: Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Reis, D. (2018). *Odoo 11 Development Essentials (3rd ed.)*. Packt Publishing. Obtenido de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliouniminuto-ebooks/detail.action?docID=5332139>
- Sanchez, V. (2015). *Gestion de la produccion en la empresa*. En V. Sanchez, *Gestion de la produccion en la empresa*. madrid: Difusora Larousse.
- Taherimashhadi, M. &. (2018). *A model to align organizational culture to lean culture. Journal of Industrial Engineering and Management, 11(2), 207–221*. . Obtenido de <https://doi.org/10.3926/jiem.2511>
- Vásquez, J. M. (2013). *Indicadores de evaluación de la implementación del lean manufacturing en la industria [Universidad de Valladolid]*. In *Escuela de ingenierías industriales*. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/6470/1/TFM-P-107.pdf>