

# Levantamiento de procesos en industrias de ensamblaje de bicicletas usando BPMN e ISO

## Process mapping in bicycle assembly industries using BPMN and ISO

José Castro-Cambizaca<sup>1</sup>, Jessica Rodas-Gavilanes<sup>1</sup>, Eliezer Colina-Morles<sup>2</sup>, Lorena Siguenza-Guzman<sup>3</sup>, Rodrigo Arcentales-Carrion<sup>4,5</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca, Ecuador

<sup>2</sup>Dirección de Investigación, Universidad de Cuenca, Ecuador

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cuenca, Ecuador

<sup>4</sup>Grupo de Investigación en Contabilidad, Finanzas y Tributación, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Cuenca, Ecuador

<sup>5</sup>Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina

[jose.castroc@ucuenca.edu.ec](mailto:jose.castroc@ucuenca.edu.ec), [jessica.rodasg@ucuenca.edu.ec](mailto:jessica.rodasg@ucuenca.edu.ec), [eliezer.colina@ucuenca.edu.ec](mailto:eliezer.colina@ucuenca.edu.ec),  
[lorena.siguenza@ucuenca.edu.ec](mailto:lorena.siguenza@ucuenca.edu.ec), [rodrigo.arcentales@ucuenca.edu.ec](mailto:rodrigo.arcentales@ucuenca.edu.ec)

## Economía, Administración de Empresas y Turismo

### I. Resumen

En la actualidad, la estructura organizativa de las empresas ha experimentado cambios en su concepto, definiendo a toda organización como una red de procesos interconectados e interrelacionados con el fin de maximizar la satisfacción del cliente. Ante ello, un enfoque basado en procesos elimina las tradicionales barreras departamentales, cambiando la visión funcional e individual por departamentos a una visión global que da a conocer cómo los macroprocesos se relacionan entre sí. El objetivo del artículo es describir el levantamiento de procesos estratégicos, operativos y de apoyo de una empresa de ensamblaje de bicicletas, con la finalidad de tener un conocimiento detallado de la situación actual de la organización. Para cumplir con este fin, los procesos primero fueron identificados mediante entrevistas y observaciones. La información fue documentada en fichas de procesos basados en la normativa ISO 9001 y diagramas de flujo utilizando notación BPMN. Finalmente, los subprocesos críticos fueron definidos mediante análisis estadísticos, determinándose, por ejemplo, que el subproceso crítico en el ensamblaje de bicicletas es la pintura. En total fueron descritos 395 subprocesos y 3363 actividades. Se concluye que la modelización de procesos de negocio permite gestionar eficiente y eficazmente los recursos asignados para cada actividad, reduciendo costos y maximizando ganancias.

**Palabras claves:** Gestión de procesos, modelización de procesos, mapa de procesos, diagrama de flujo, ISO, BPMN.

### II. Abstract

Currently, the organizational structure of companies has determined changes in their concept, defining all organizations as a network of interconnected and interrelated processes oriented at maximizing customer satisfaction. Given this, a process-based approach eliminates traditional departmental barriers, changing functional and individual vision by departments to a global vision that reveals how macro processes relate to each other. The purpose of this study is to describe the mapping of strategic, operational and supporting processes of a bicycle assembly company, in order

to have a detailed knowledge of the state of the organization. To meet this objective, processes were first identified through interviews and observations. The information was documented using process sheets based on the ISO 9001 standard and flow diagrams using the Business Process Management and Notation, BPMN. Finally, critical sub-processes were defined through statistical analysis, which allows concluding that “painting” is a critical sub-process in the assembly of bicycles. A total of 395 sub-processes and 3363 activities were considered. The main conclusion is that process mapping allows to efficiently and effectively managing resources allocated for each activity, reducing costs and maximizing profits.

**Keywords:** Process management, process mapping, flow diagrams, ISO, BPMN.

### III. Introducción

Actualmente, mejorar el desempeño de los procesos en las empresas es una prioridad, y se puede considerar como la base de operación de una gran parte de organizaciones que buscan la Calidad Total, toda vez que los procesos ayudan a cumplir con los objetivos empresariales y agregan valor para el cliente. Hoy en día, se define un nuevo concepto de estructura organizativa, que considera que toda organización se puede concebir como una red de procesos interrelacionados o interconectados, a la cual se puede aplicar un modelo de gestión basada en procesos. Es por esto, que en la actualidad se han desarrollado varios estudios sobre identificación y documentación de procesos; sin embargo, en la industria de ensamblaje de bicicletas, el estudio del tema ha sido limitado. Entre la literatura más representativa se encuentra la realizada por Procel (2013), Mosquera (2015), Sarria, Cerrato, y Santos (2006) y Patiño (2010); todas estas investigaciones modelizan los procesos identificados en sus casos de estudio. Con referencia a lo anterior, Arias (2013) menciona que la gestión por procesos contribuye a incrementar la satisfacción del cliente, ya que elimina las barreras entre las diferentes áreas funcionales y unifica enfoques hacia las metas principales de la empresa, permitiendo la apropiada gestión de las interfaces entre los distintos procesos.

La industria del ensamblaje, hoy en día, se enfrenta a factores internos y externos que afectan su estructura y organización, así como a los costos y gastos que se generan en sus operaciones, debido a la fluctuación de los precios, política económica, regulaciones y competencia. Además, hay que considerar que los procesos y tecnología cambian constantemente. Esto ha influido para que muchas empresas no implementen una gestión para el control de sus procesos. La ausencia de esta gestión estratégica de procesos atenta contra la generación de un desarrollo organizacional adecuado que promueva un mejor posicionamiento en el mercado. Debido a esto, la industria de ensamblaje requiere contar con nuevos métodos y modelos de gestión que permitan optimizar recursos, ser competitivos y mantener una mejora continua de sus procesos. Verner (2004) plantea que el levantamiento de procesos busca transformar un conocimiento tácito o implícito que tiene una visión individual y que sólo se encuentra en la mente de los participantes a un conocimiento explícito con una visión global; este conocimiento comunicará los detalles del proceso, de tal manera que todos puedan comprenderlos.

Con lo expuesto anteriormente, este estudio contempla identificar, analizar y levantar los procesos estratégicos, operativos y de apoyo en una empresa de manufactura y ensamble de bicicletas, utilizando las directrices que ofrece ISO 9001 y el modelo de Gestión de Procesos de Negocio, BPM. Por un lado, ISO 9001 propone normas y cuenta con fichas de proceso para facilitar su modelización y diagramación; por otro lado, BPM cuenta con métodos para diseñar y controlar procesos de negocio. La finalidad de la investigación es obtener conocimiento detallado del funcionamiento empresarial y documentar apropiadamente la información obtenida, para facilitar a la organización la implementación de una gestión basada en procesos.

#### **IV. Metodología**

El trabajo se desarrolla utilizando un caso de estudio, específicamente, en una empresa de manufactura y ensamble de bicicletas que inició sus operaciones en el año 2014. Esta empresa analizada está dividida en dos áreas: el área administrativa y el área operativa o planta ensambladora, donde se producen 12 modelos de bicicletas: 1A, 1B, 2A, 3A, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 4F, 4G, 4H. Por temas de confidencialidad, en este artículo no se menciona el nombre de la empresa, ni los nombres reales de los modelos de bicicletas.

- *Levantamiento de procesos*

Para la identificación de procesos en el área administrativa se utilizó la técnica de entrevista semiestructurada que permitió introducir nuevas preguntas en función a las respuestas del entrevistado. Los instrumentos utilizados fueron un cuestionario de preguntas y una grabadora. Cabe agregar, que para el estudio de tiempos fueron considerados los tiempos promedio, optimista y pesimista. En el mismo sentido, para el área operativa se utilizó la técnica de observación que permitió obtener información de manera directa y veraz. Como instrumento, se usó un formulario para el registro de tiempos y actividades observados en el proceso de producción. De acuerdo con los razonamientos realizados por el equipo de investigación, en el área operativa se consideró cronometrar tiempos de 15 observaciones basándose en la tabla de la General Electric. Este procedimiento, según García (2005), se aplica para obtener un tiempo medio representativo y cuando se puede realizar gran número de observaciones. La razón para elegir este criterio fue la facilidad de interpretación de la tabla que presenta el número de observaciones a cronometrar basadas en el tiempo de duración de cada observación. Seguidamente, los procesos estratégicos, operativos y de apoyo identificados fueron documentados en fichas de procesos (ver Figura 8 del Anexo 1) creada en base a los requisitos establecidos por ISO 9001. Posterior a la tabulación, se validó dos veces cada uno de los procesos y tiempos con el/la responsable del mismo.

- *Análisis de procesos*

Las técnicas utilizadas para el análisis de la información fueron: Diagramas de proceso, Diagramas de Pareto y Diagramas de Caja. Con respecto a los diagramas de procesos, estos muestran la secuencia de actividades y su relación con otros procesos, ayudan a determinar cómo es la comunicación e interacción entre departamentos de la organización, y permiten comprender cómo

se producen las bicicletas e identificar los inconvenientes de producción. Para esto se utilizó la notación BPMN 2.0 (Business Process Model and Notation), que usa un lenguaje gráfico estándar para el modelado de procesos de negocio. Todos los diagramas de flujo se modelaron utilizando la versión gratuita del sistema programado Bizagi Modeler. Por otra parte, para identificar cuáles son los procesos críticos dentro de la cadena de valor de la empresa, se elaboró una base de datos con los subprocesos, actividades y tiempos promedios del proceso de construcción de los 12 modelos de bicicletas. Utilizando Diagramas de Pareto se identificaron los modelos de bicicleta que demandan más tiempo para su producción. Luego, estos modelos fueron sometidos a un análisis estadístico utilizando Box Plots o Diagramas de Caja, los cuales son gráficos donde se visualiza la distribución de datos, en particular los tiempos promedios. El diagrama de Pareto se elaboró en una hoja de cálculo de Excel, mientras que para los Box Plots se utilizó el software R Project, el cual utiliza lenguaje de programación para análisis estadístico de datos.

La Figura 1 resume las etapas que contiene la metodología utilizada. Resulta oportuno, mencionar que en el desarrollo del estudio se encontraron dos limitaciones que dificultaron el levantamiento de procesos. Es por esto que, en la Etapa 1 se propone capacitar y planificar las entrevistas para evitar retrasos debido a la poca disponibilidad de tiempo por parte del personal. De la misma manera, en la Etapa 2 se recomienda crear acuerdos de confidencialidad en el manejo de la información, así como convenios de cooperación, con el objetivo de insertarse en la empresa y recolectar toda la información necesaria.

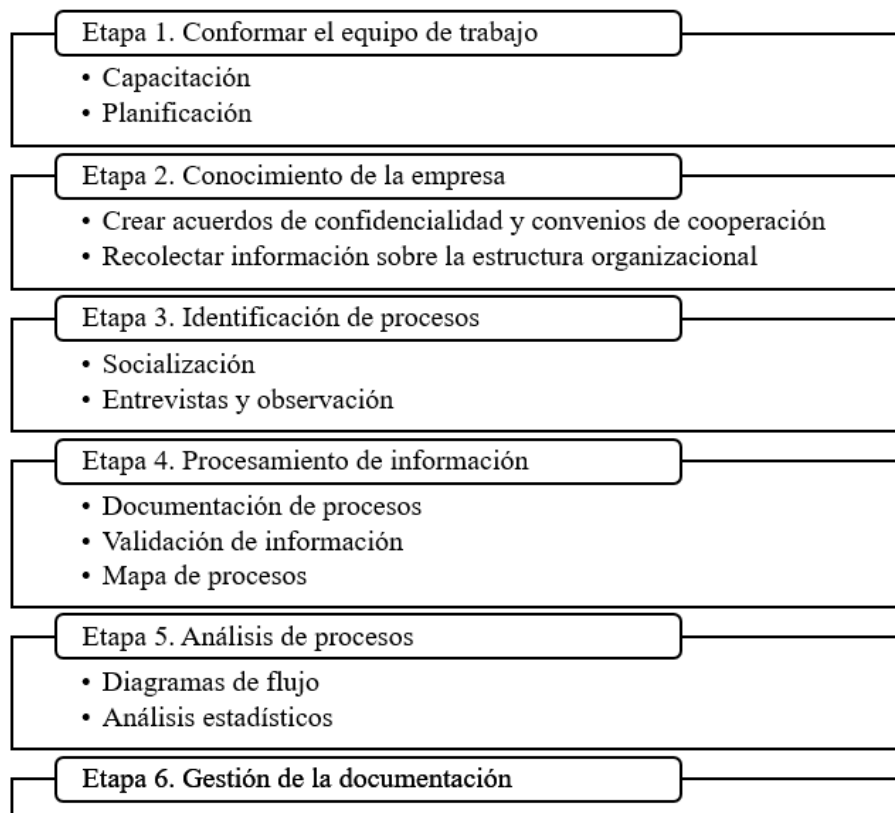


Figura 1. Etapas del levantamiento de procesos

## V. Resultados y discusión

- *Levantamiento de procesos*

Una vez documentada la información en fichas de procesos se identificó un total de 12 macroprocesos, 19 procesos, 395 subprocesos y 3363 actividades, los cuales se utilizaron para la elaboración del Mapa de Procesos. La Figura 2 presenta el Mapa de Procesos de la empresa, elaborado en base a un diseño propuesto por ISO 9001. El mapa de procesos presenta una visualización gráfica de cómo los procesos de toda la empresa se interrelacionan entre sí, permitiendo comprender a la organización como un macroproceso. Los procesos están clasificados en estratégicos, operativos y de apoyo: los procesos estratégicos son los gobernantes, ya que orientan la gestión organizacional. La cadena de valor de la empresa, está conformada por los procesos operativos, empieza por el proceso de “Logística interna” y termina en el “Ensamble de montura y almacenaje de producto terminado”. Los procesos de apoyo, por su parte, ayudan a los procesos estratégicos y operativos a la consecución de la visión y objetivos organizacionales.

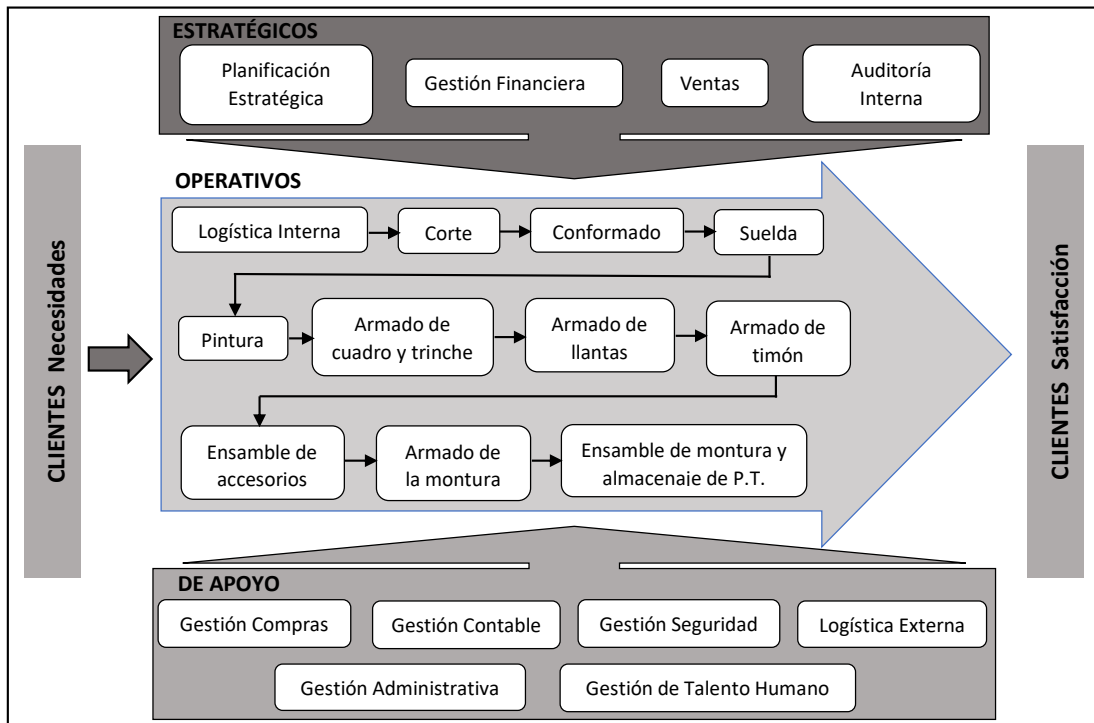


Figura 2. Mapa de Procesos de la empresa de manufactura y ensamble de bicicletas. P.T.=Productor Terminado

- *Análisis de procesos*

Los diagramas permiten observar de manera gráfica la secuencia de las actividades para cada proceso y cómo se interrelacionan entre procesos estratégicos, operativos y de apoyo. La Figura 3 presenta un ejemplo de diagrama de flujo de un proceso identificado en el área administrativa, modelado con la notación BPMN.

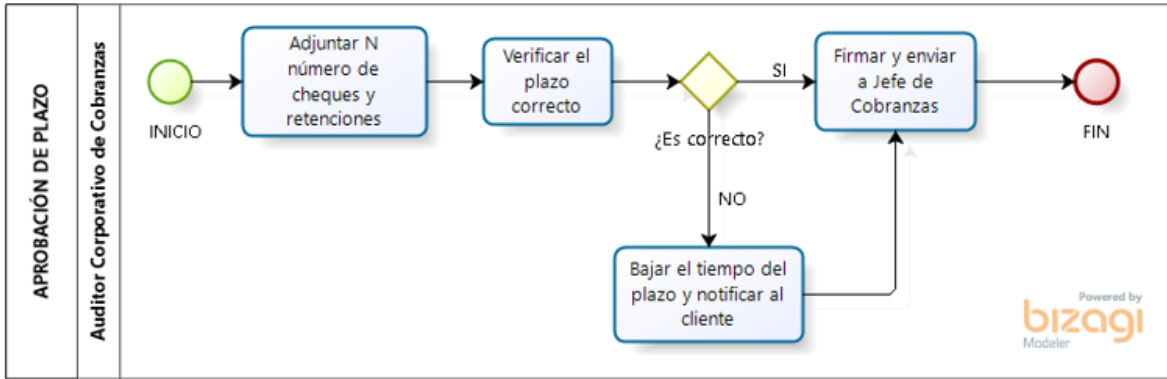


Figura 3. Ejemplo de Diagrama de flujo

- *Procesos críticos*

La base de datos utilizada para el análisis estadístico fue creada con los tiempos cronometrados en el levantamiento de procesos operativos que conforman la cadena de valor de la empresa. La Figura 4 presenta un diagrama de Pareto con los tiempos que demanda cada modelo de bicicleta para su fabricación. El 80% del tiempo total de fabricación lo ocupan nueve modelos, es decir, no existe una mayor variación de tiempo entre bicicletas, excepto por las tres últimas. Las bicicletas 4C y 4E son modelos de bicicletas eléctricas y son los que demandan más tiempo en su fabricación, 7h32mm13ss y 7h31mm13ss respectivamente.

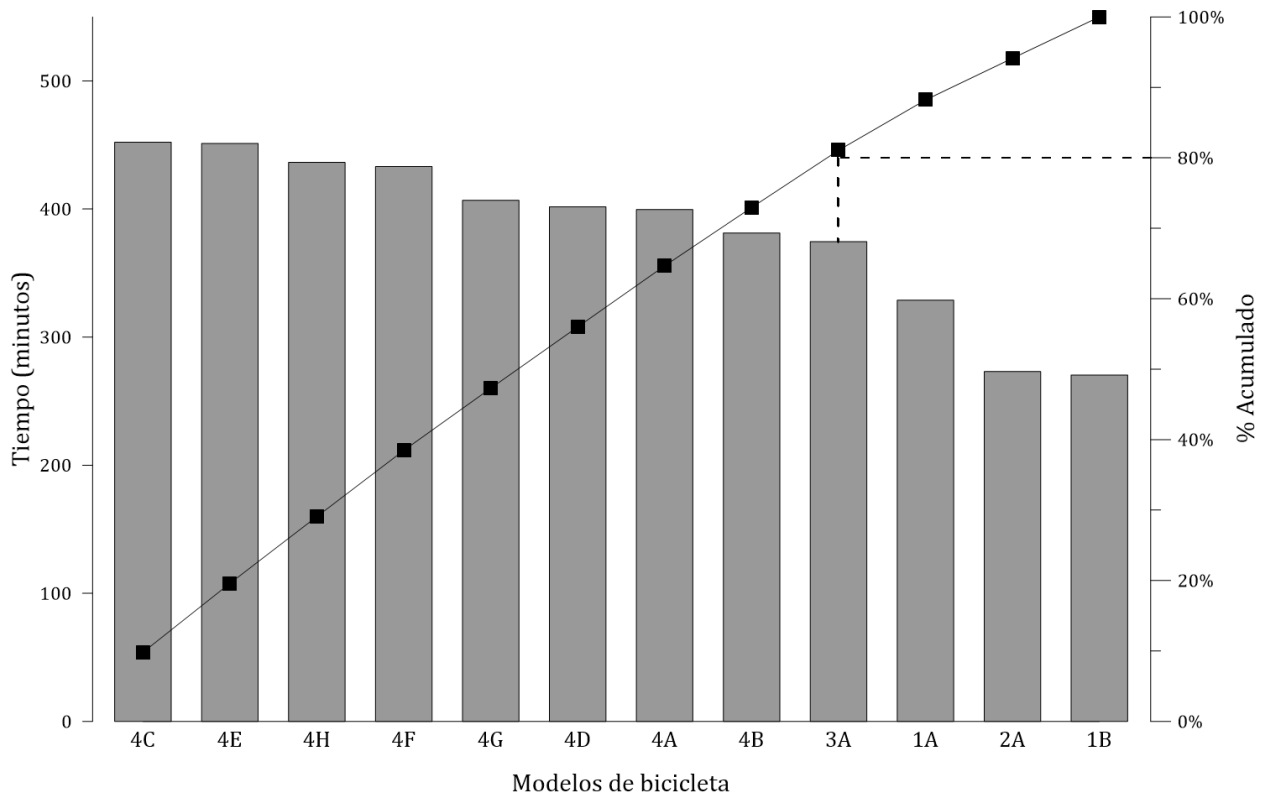


Figura 4. Tiempo de fabricación por bicicleta

La Figura 5 presenta el tiempo promedio que utiliza cada subproceso para la fabricación de los 12 modelos de bicicletas. El 80% está ocupado por cuatro subprocesos, siendo “Pintura” el que más tiempo demanda 29h32mm43ss.

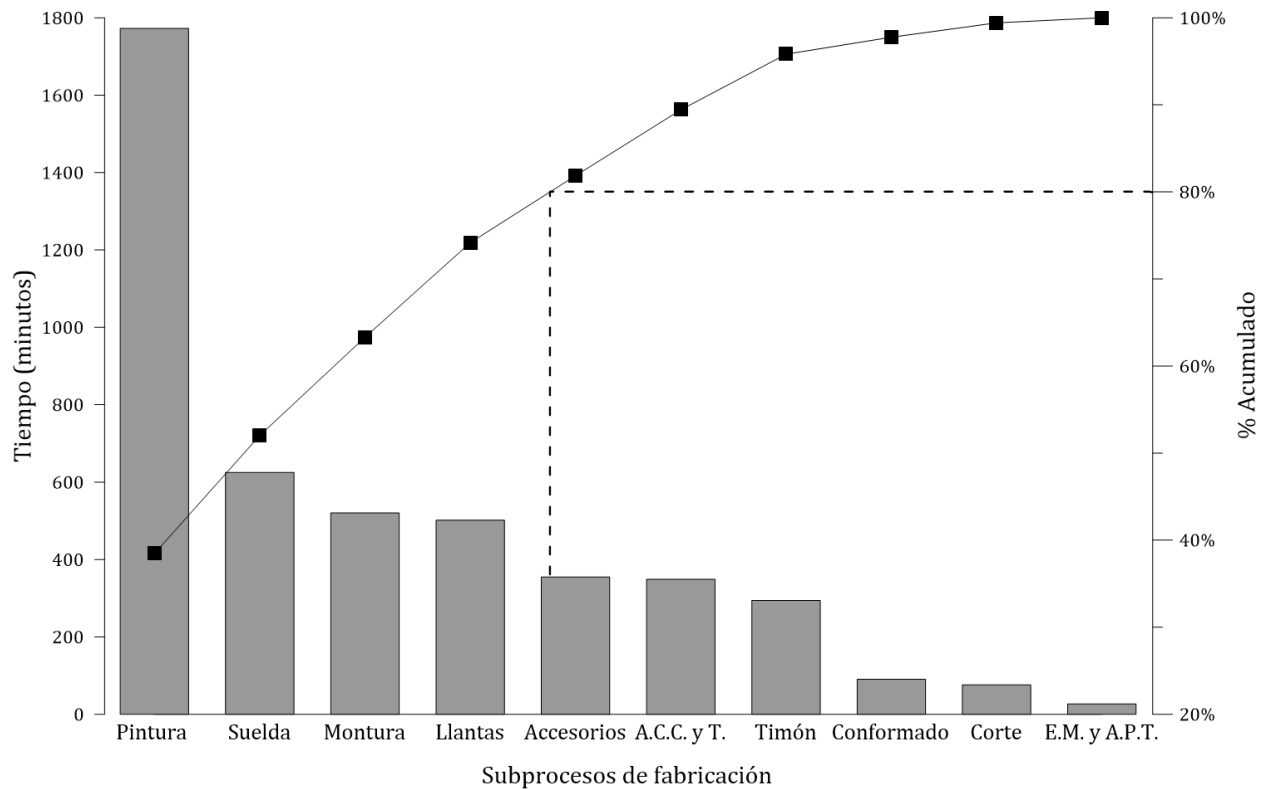


Figura 5. Tiempo por subproceso

Nota: A.C.C. y T.=Armado de Cuadro Completo y Trinche. E.M. y A.P.T.=Ensamble de la Montura y Almacenaje de Producto Terminado

Una vez conocidos los modelos que demandan más tiempo para su fabricación, estos fueron sometidos a un análisis en Diagramas de Caja que muestran la dispersión de los tiempos que utilizan cada actividad en su proceso de fabricación. La Figura 6 presenta la dispersión de los modelos de bicicletas 4C y 4E, mostrando una dispersión similar. Como se puede observar, en estos modelos existen muchos datos atípicos, su mediana está alrededor de un minuto y existen datos por encima de los 15 minutos. Datos que se deben tomar en cuenta para los procesos críticos.

Con los modelos de bicicleta que demandan más tiempo en su fabricación, se puede identificar cuáles son los subprocesos críticos, es decir, aquellos que llevan más tiempo ejecutarlos. La Figura 7 muestra la dispersión de tiempos en los subprocesos de fabricación para los mismos modelos 4C y 4E.

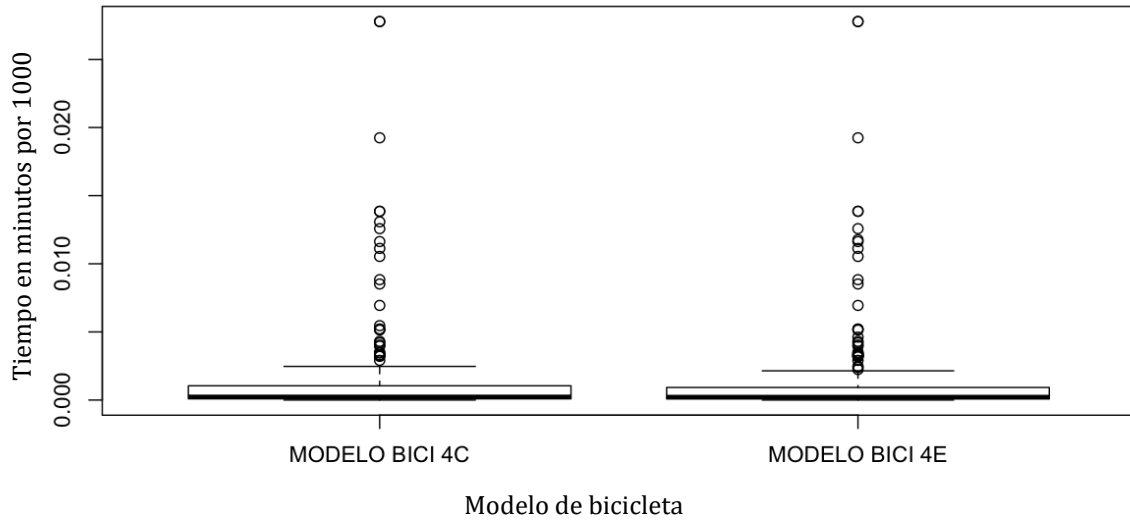


Figura 6. Dispersión de tiempos de las bicicletas 4C y 4E

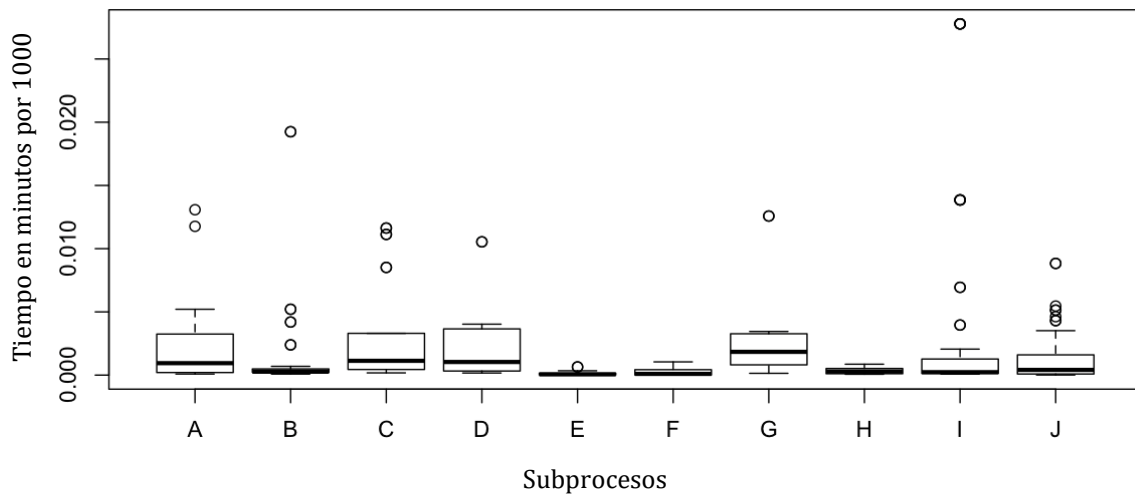


Figura 7. Dispersión de tiempos por subproceso de las bicicletas 4C y 4E

Nota: A=Armado Cuadro Completo y Trinche. B=Armado Montura. C=Armado Llantas. D=Armado de Timón. E=Conformado. F=Corte. G=Ensamble de Accesorios. H=Ensamble de Montura y Almacenaje Producto Terminado. I=Pintura. J=Suelta.

Los subprocesos de “Armado cuadro completo y trinche”, “Armado llantas” y “Armado timón” son los que muestran mayor dispersión; sin embargo, se debe considerar a los subprocesos de “Pintura” y “Armado montura” ya que presentan valores muy atípicos, que denotan actividades muy lejanas a sus medianas de aproximadamente un minuto.

Los resultados obtenidos responden al cumplimiento de los objetivos planteados y, adicionalmente, la documentación resultante permite a la empresa implementar la gestión por procesos, que constituye el inicio para obtener una certificación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2015.



## **VI. Conclusiones**

Al efectuar el levantamiento de procesos en la empresa de ensamble de bicicletas se logró identificar cada uno de los procesos y actividades que se realizan en las área administrativa y operativa; así como, la interacción existente entre cada uno de ellos, permitiendo así detectar problemas de gestión y proponer acciones de mejora para el cumplimiento y logro de sus objetivos. El estudio realizado está orientado a facilitar tareas de coordinación en la empresa, facilitando a la organización un conocimiento detallado de sus procedimientos, actividades que se realizan en sus puestos de trabajo, eliminación de ineficiencias y optimización de recursos, buscando la mejora continua e impulsando la eficiencia y efectividad organizacional.

El modelo de gestión de procesos basado en ISO 9001 y BPMN constituyen directrices y normativas para la gestión empresarial, que ofrecen herramientas y técnicas estándares para identificar, analizar y modelizar procesos de negocio. Así mismo, los resultados obtenidos representan una base para futuras investigaciones, como su aplicación para la implantación de sistemas de costeo basado en actividades y procesos y para la optimización de procesos.

En el desarrollo de este estudio se presentaron dos limitantes que dificultaron el levantamiento de procesos. La primera, fue la confidencialidad que maneja la empresa con respecto a su información. La segunda, fue la poca disponibilidad de tiempo del personal para atender entrevistas, generando retrasos en la identificación de procesos.

## **Agradecimientos**

La investigación presentada en este artículo es parte del proyecto de investigación “Modelo de Gestión para la Optimización de Procesos y Costos en la Industria de Ensamblaje” ganador del XV Concurso Universitario de Proyectos de Investigación de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca. Los autores agradecen a los directivos y personal de la empresa caso de estudio por la valiosa colaboración e información brindada. Así mismo, un especial agradecimiento a todos los miembros del equipo del grupo de investigación Industrial MAnagement and INnovation rEsearch, IMAGINE, por hacer posible la realización de la presente investigación.

## **VII. Referencias bibliográficas**

- Arias, A. (2013). *Unidad Didáctica: 3. La Gestión de los Procesos*. Facultad de Ciencias de la Documentación. Universidad Complutense de Madrid. España. 78p. Recuperado de <http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10142.pdf>
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill. Recuperado de [https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo\\_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw\\_hill.pdf](https://faabenavides.files.wordpress.com/2011/03/estudio-del-trabajo_ingenierc3ada-de-mc3a9todos-roberto-garcc3ada-criollo-mcgraw_hill.pdf)
- Mosquera, V. (2015). *Manual administrativo y financiero para la empresa Águila Importaciones Biciparts Cía. Ltda.* Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Recuperado de

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6428/1/02%20ICA%201066%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Patiño, L. (2010). *Planeación y control de la producción en bicicletas Patmar Ltda.* Universidad Libre de Colombia, Bogotá. Recuperado de <https://repository.unilivre.edu.co/bitstream/handle/10901/9198/TESIS%20PDF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Procel, A. (2013). *Propuesta de mejoramiento de procesos y elaboración de manual de procedimientos. Caso: taller y tienda de bicicletas Entusruedas.* Pontífica Universidad Católica del Ecuador, Quito. Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12104/Presentaci%C3%B3n%20Tesis%20Andres%20Procel.pdf?sequence=1>

Sarria, A., Cerrato, T., y Santos, M. (2006). *Propuesta de Sistema de Gestión de calidad del proceso de ensamble de la bicicleta #24 en Raly Usa.* Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Recuperado de <http://ribuni.uni.edu.ni/649/1/26743.pdf>

Verner, L. (2004). *The Challenge of Process Discovery*, BPM Trends, May, 11p.

Anexo 1. Formato ficha de procesos.



<b>Proyecto DIUC-Concurso XV 2017</b> "Modelo de gestión para la optimización de procesos y costos en la industria de ensamblaje "  																
<b>CASO DE ESTUDIO: EMPRESA DE MANUFACTURA Y ENSAMBLE DE BICICLETAS</b>																
IMAGINE - INDUSTRIAL MANAGEMENT AND INNOVATION RESEARCH																
<b>FICHA DE PROCESOS</b>																
INTRODUCCIÓN							FECHA DE ENTREVISTA:		FECHA DE REVISIÓN:							
RESPONSABLE:							HORA DE ENTREVISTA:		HORA DE REVISIÓN:							
DEPARTAMENTO:				CÓDIGO:			ENTRADAS:		SALIDAS SI:	SALIDAS NO						
PROCESO:				CÓDIGO:			ENTRADAS:		SALIDAS SI:	SALIDAS NO						
MISIÓN DEL PROCESO PRÁCTICO							TIEMPOS h:mm:ss									
CÓDIGO	SUBPROCESO	ACTIVIDADES	RECURSOS HUMANOS	RECURSOS MATERIALES	RECURSOS TECNOLÓGICOS	INDICADOR	ENTRADAS	SALIDAS SI	SALIDAS NO	CONDICIÓN	Actividad	TIEMPO OPTIMISTA	TIEMPO PROMEDIO	TIEMPO PESIMISTA	Observaciones	Número de Repeticiones
											1					
											2					
OBSERVACIONES											TOTALES	0:00:00	0:00:00	0:00:00		
Responsable de la toma de datos:																
Frecuencia diaria / semanal / mensual																
Naturaleza de la operación			Manual <input type="checkbox"/>		Máquina <input type="checkbox"/>											
Firma responsable entrevista				Firma responsable validación				Firma entrevistado								

Figura 8. Formato de ficha de procesos para el levantamiento de procesos de la empresa de ensamblaje de bicicletas