

EL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS

EVALUATING DE EFFECT OF AUTOMATION ON THE PERFORMANCE OF BUSINESS PROCESS

(Entregado 05/09/2016 - Revisado 10/10/2017)

ALEX BOLÍVAR CAZAÑAS GORDÓN

Alex Cazañas obtuvo el grado de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones en la Escuela Politécnica Nacional en 2003, en 2014 el de Magíster en Gerencia Empresarial también en la Escuela Politécnica Nacional, y en 2015 el de Magíster en Tecnologías de la Información y Comunicación por la Universidad de Queensland en Australia. Actualmente se encuentra cursando el doctorado de Ingeniería Eléctrica y Computación en la Universidad de Coimbra, Portugal.

ESTHER MARÍA PARRA MORA

Magíster en Ciencias de la Computación (Universidad de Queensland, 2014)

Ingeniera en Electrónica y Redes de Información (Escuela Politécnica Nacional, 2007)

Esther Parra ha trabajado en el sector público y privado en las áreas de redes de telecomunicaciones, y desarrollo de software. En la actualidad se desempeña como docente en la Escuela Politécnica Nacional en Quito.

University of Queensland – Australia

alex.cazanasgordon@uqconnect.edu.au

Escuela Politécnica Nacional – Ecuador

esther.parra@epn.edu.ec

Resumen

Esta investigación tiene la intención de evaluar el efecto de la automatización en el desempeño de los procesos de una empresa de servicios. Para tal efecto, se analiza los resultados de la automatización de un proceso clave de negocio en un proveedor de servicios de telecomunicaciones. La automatización implementada toma como referencia el ciclo de vida descrito por la metodología BPM (Business Process Management), el cual se compone de cuatro fases: Modelamiento, implementación,

ejecución, y análisis. Para la modelación del proceso se utilizó la notación definida en el estándar Business Process Model and Notation (BPMN). La automatización se implementó usando un paquete de herramientas informáticas comercial del tipo BPMS (Business Process Management System).

Palabras Claves: *Automatización de procesos, Mejoramiento de procesos, Sistemas de gestión de calidad.*

Abstract

This research aims to evaluate the effect of automation on the performance of a company in the private service industry. To accomplish this, the outcomes of the automation of a key business process in a telecommunication service provider are analysed. Automation follows Business Process Management (BPM) life cycle, which is made up of four phases: Modelling, implementation, execution, and analysis. Process modelling complies with the notation described by Business Process Model and Notation (BPMN). Automation was done with the help of a suite of software tools known as Business Process Management Systems (BPMS).

Keywords: *Process automation, Process streamlining, Quality Management.*

1. Introducción

Partiendo de que las empresas constituyen una colección de procesos operativos, estratégicos y de apoyo; el mejoramiento de estos es fundamental para el éxito de una organización. El interés por el mejoramiento de procesos ha propiciado la aplicación de la tecnología informática a la gestión de procesos. Cada día más organizaciones se apoyan en las tecnologías de la información y comunicación para administrar de forma automática el flujo de información a lo largo de sus procesos.

1.1. La organización estudiada

El Grupo TVCable es un grupo corporativo ecuatoriano que brinda servicios de: televisión por suscripción, internet, transmisión de datos y telefonía fija.

TVCable es una organización enfocada en procesos, es así como la dirección de la compañía con el afán de asegurar la calidad de sus servicios decidió hace algunos años establecer un sistema de gestión de calidad (SGC) y alcanzó la certificación bajo la norma ISO 9001 de sus procesos de tecnologías de la información (TI).

Dentro del marco de la gestión por procesos, uno de los factores clave de éxito es la eficiencia. Dado que la ejecución y control de los procesos que conforman el SGC es manual su eficiencia se ve disminuida.

Ante esta problemática, se planteó la necesidad de investigar el impacto que tendría la automatización en la gestión de procesos del SGC.

1.1.1. Proceso piloto

En la auditoría externa al SGC, realizada en abril de 2012, el grupo auditor observó que, pese a que se mide el desempeño de los procesos, no se evidenciaba gestión sobre los resultados obtenidos. Como acción correctiva a esta no conformidad, se estableció un proceso que identifique y gestione los problemas relacionados con el incumplimiento de las metas del SGC. La gestión y registro de las actividades de dicho proceso es manual, principalmente a través de archivos físicos. Los archivos pasan por las diferentes unidades funcionales involucradas en el proceso sin el apoyo de controles que aseguren la integridad, vigencia, y coherencia de la información contenida en ellos.

Para asegurar la integridad de la documentación, así como del cumplimiento de políticas asociadas al proceso, las unidades funcionales responsables del monitoreo y control del proceso han tenido que destinar recursos adicionales a tareas periódicas de revisión y depuración de la documentación, lo cual ha generado un exceso de carga laboral, y la disminución de la eficiencia del proceso.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Automatizar el proceso de gestión de problemas del SGC del Grupo TVCable, con el fin de mejorar su desempeño.

1.2.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis situacional de la gestión de problemas del SGC.
- Modelar y automatizar el proceso de gestión de problemas.
- Analizar los resultados de la automatización del proceso.

1.3. Hipótesis de trabajo

La automatización del proceso de gestión de problemas en los procesos de TI mejora su desempeño.

1.4. Justificación

La selección de TVCable como objeto de estudio se explica en términos de la combinación de organización gestionada por procesos con un componente significativo de ejecución manual, característica que se alinea con el objetivo de esta investigación que es el de determinar el efecto de la automatización sobre el desempeño de procesos.

1.5. Metodología

Para la implementación de la automatización del proceso de gestión de problemas se utilizó como marco de referencia el ciclo BPM.

Como punto inicial se analizó el desempeño del proceso de gestión de problemas para lo cual se definieron métricas de rendimiento y se recolectaron datos con el fin de obtener una evaluación inicial del proceso.

Tanto para la fase de modelamiento como para la implementación se utilizó la suite de herramientas de automatización Bizagi Xpress.

Luego de la implementación se evaluaron los resultados de la automatización, para lo cual

se midieron las mismas variables evaluadas antes de la implementación con el fin de observar su variación.

La prueba estadística de la hipótesis de trabajo se determinó a través de una prueba t para dos muestras independientes, correspondientes al proceso sin automatizar y al proceso automatizado.

El resultado de la evaluación mostró que el proceso automatizado superó considerablemente en todos los indicadores de desempeño al proceso sin automatizar.

2. Materiales y métodos

2.1. Métodos para el mejoramiento de procesos

2.1.1. Business Process Management (BPM)

BPM es una metodología para administrar procesos de negocio que tiene por objeto la mejora continua. BPM identifica, diseña, ejecuta, modela, documenta, monitorea, controla y optimiza procesos para la consecución de resultados consistentes y alineados con la estrategia de una organización. BPM se apoya en el modelamiento y automatización de procesos, para lo cual hace uso de herramientas informáticas conocidas como Business Process Management Suites (BPMS). El modelamiento usualmente sigue la notación definida en el estándar Business Process Model and Notation (BPMN).

2.1.1.1. Ciclo de vida BPM

Para Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013 pp. 21-22) el ciclo de vida BPM se halla conformado por las siguientes fases:

- **Identificación.** - Comprende la definición de un problema y la identificación de los procesos relevantes al problema. El resultado de esta fase es una nueva arquitectura o una actualización de la arquitectura de procesos existente.
- **Descubrimiento.** - En esta fase, el objetivo es recabar información con un nivel de detalle suficiente para entender cómo funcionan los procesos existentes en su situación actual.
- **Implementación.** - En esta fase el modelo creado en la fase de modelamiento se complementa con detalles específicos para la ejecución.
- **Análisis.** - El objetivo de esta fase es identificar un conjunto de problemas que afectan a los procesos. Estos problemas deben ser priorizados de acuerdo con su impacto, y con el esfuerzo requerido para solucionarlos.
- **Mejoramiento.** - En esta fase la meta es identificar cambios que podrían ayudar a solucionar los problemas identificados en la fase de análisis. El producto de esta fase es un modelo de cómo debería ser el proceso o procesos por mejorar.
- **Implementación.** - En esta fase se aplican los cambios para lograr que los procesos pasen del estado actual a un estado mejorado. En esta etapa se aplican cambios organizacionales y tecnológicos, la automatización de procesos cae en esta última categoría.
- **Monitoreo y control.** - Una vez que el proceso rediseñado está en marcha, se recogen y analizan datos relevantes de su desempeño para evaluar el resultado del rediseño.

2.1.2. Business Process Management Suite (BPMS)

Un BPMS comprende el conjunto de herramientas informáticas capaces de manejar de principio a fin el ciclo de vida de un proceso de negocio (modelamiento, ejecución, y monitoreo).

2.1.2.1. Bizagi BPM Suite

Bizagi BPM Suite es un conjunto de herramientas de software para la automatización de procesos de negocio. De acuerdo con Forrester (2013) Bizagi se presenta como un competidor de alto desempeño en el mercado de herramientas BPMS. Según la evaluación de Dunie & Schulte (2016, pp. 8-9) publicada por la firma Gartner, entre las fortalezas de Bizagi destacan:

- Amplia oferta de recursos para acortar la curva de aprendizaje y ayudar para nuevos usuarios,
- Alto satisfacción entre los usuarios con la relación costo/beneficio de la suite iBPMS,
- Modelo de negocio “freemium”. Tanto el modelador de procesos, como las herramientas de automatización y documentación pueden descargarse si costo, y ejecutar procesos siempre que el número de usuarios no supere los 20.

2.1.3. Evaluación del valor agregado

La evaluación del valor agregado analiza cada una de las actividades de un proceso para determinar su contribución a la satisfacción de las expectativas del cliente. El objetivo de la evaluación del valor agregado es optimizar las actividades que agregan valor y eliminar las tareas que no agregan valor.

El valor de una actividad se determina desde el punto de vista del cliente final o del proceso, sin tomar en cuenta los costos asociados. Con esta consideración hay tres tipos de actividades:

- De valor agregado real (AVR)
- De valor agregado al proceso (AVP)
- Que no agrega valor (AVN)

Las actividades que deben ejecutarse para satisfacer los requerimientos del cliente se consideran actividades que agregan valor real (AVR).

Las actividades que no contribuyen directamente a generar los productos que satisfacen los requerimientos del cliente, pero se requieren para que funcione el proceso son actividades que agregan valor al proceso (AVP)

Las actividades que no contribuyen a satisfacer los requerimientos del proceso y que pueden ser eliminadas sin perjudicar el proceso, el producto o el servicio; son actividades que no agregan valor (AVN).

La Figura 1 ilustra el método para evaluar el valor agregado. A partir de la evaluación, en el diagrama de flujo del proceso se deben clasificar las actividades en AVR, AVP, y AVN.

Una vez que se ha evaluado el valor y el tiempo de ciclo de todas las actividades, se puede determinar la eficiencia del proceso comparando la cantidad de tiempo consumido en actividades AVR contra el tiempo de ciclo. Esta relación se conoce como eficiencia del tiempo de ciclo.

De acuerdo con Charron, R., Harrington, H. J., Voehl, F., & Wiggin, H. (2014, pp. 49) en la mayoría de procesos de negocio, menos del 30% de los costos corresponde a actividades AVR.

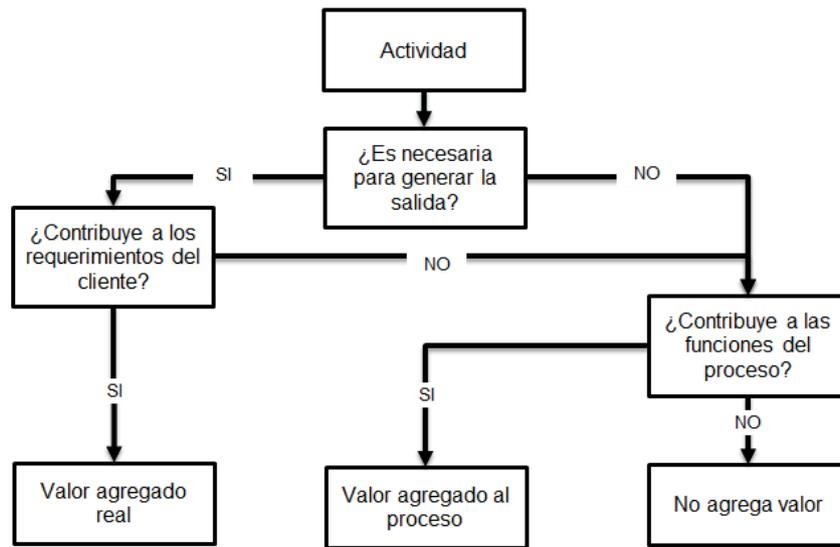


Figura 1. Proceso de evaluación del valor agregado de actividades del proceso.
Adaptada de *Lean TRIZ: How to Dramatically Reduce Product-Development Costs with This Innovative Problem-Solving Tool*. (p. 140), J. Harrington, 2017, CRC Press.

De acuerdo con Ratnayake, R., & Chaudry, M. (2015, pp. 1472-1479) la eficiencia de tiempo de ciclo varía según el tipo de proceso, pero un promedio de 25%, se considera de clase mundial. La Tabla 1 muestra valores típicos de eficiencias para diferentes tipos de procesos.

Con los datos obtenidos del análisis de valor agregado, el siguiente paso para mejorar el proceso es buscar la manera de optimizar las tareas AVR, reducir el costo y tiempo de las tareas AVR y AVP, y minimizar o eliminar tareas AVN. Algunas posibles soluciones son:

- Remover las causas de errores para eliminar reprocesamientos.
- Combinar o automatizar tareas, para minimizar el movimiento de documentos e información.
- Combinar tareas, automatizar, o balancear la carga de trabajo para reducir el tiempo de espera.
- Cambiar políticas y procedimientos para eliminar exceso de revisiones y/o aprobaciones.

Tabla 1
Eficiencias de tiempo de ciclo por tipo de proceso

Tipo	Típica (%)	Clase mundial (%)
Mecanizado	1	20
Manufactura	10	25
Ensamblaje	15	35
Manufactura continua	30	80
Transaccional	10	50
Creativo	5	25

Nota. Adaptada de “Performance improvement of oil and gas industry via lean concept: A case study from valves requisition,” R. Ratnayake, & M. Chaudry, 2015, *International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, pp. 1472-1479. 2015 IEEE.

Para evaluar el valor que agregan las tareas del proceso de gestión de problemas a los resultados del mismo se utilizó el método EVA, con el fin de identificar oportunidades de mejora. Luego con estos datos, se determinaron medidas del desempeño actual con el objeto de obtener una evaluación del proceso antes de la automatización. Las variables evaluadas se muestran en la Tabla 2.

2.1.3.1. Oportunidades de mejora

Con la evaluación del valor agregado se identificaron causas de pérdida de eficiencia del proceso, en función de las cuales se establecieron acciones de mejora. Mediante la evaluación EVA (Harrington, 1991) se buscaron causas relacionadas con el diseño del proceso, tales como: esperas, y políticas, excesos de revisiones y/o aprobaciones, y tiempos prolongados destinados a tareas de mantenimiento interno, tales como: coordinaciones, expedición, y mantenimiento de registros.

Tabla 2

Medidas de desempeño usadas para evaluar el proceso

Variable	Fórmula
Tiempo ciclo	\sum Tiempo tareas
Eficiencia del tiempo de ciclo	\sum Tiempo tareas AVR / Tiempo de ciclo
Costo	\sum Costo tareas
Eficiencia del costo de ciclo	\sum Costo tareas AVR / Costo de ciclo
Tiempo generación reportes	\sum Tiempo tareas
Productividad	Capacidad producción/Tiempo por reporte

2.2. Prueba estadística de hipótesis

Para probar la significancia estadística de la hipótesis de trabajo de esta investigación, se utilizó la prueba t para dos muestras independientes, y se asumió varianzas diferentes.

Las dos muestras se tomaron aleatoriamente, a partir de los tiempos de ciclo y de monitoreo del proceso que se obtuvieron con el método de datos históricos.

La definición operativa de la hipótesis de trabajo está definida por la variable independiente Tipo de proceso (manual o automático), y por la variable dependiente: tiempo.

Dado que interesaba evaluar el desempeño del proceso y del monitoreo del proceso se probó la hipótesis para las variables tiempo de ciclo y tiempo de monitoreo.

La hipótesis nula y la hipótesis alternativa para esta prueba están definidas como sigue:

$$\begin{aligned} H_0: \mu_1 &\leq \mu_2, \\ H_1: \mu_1 &> \mu_2 \end{aligned}$$

Donde:

μ_1 = media de la muestra 1 (proceso manual)

μ_2 = media de la muestra 2 (proceso automatizado)

El nivel de significancia escogido para la prueba es de 0,05.

Siendo que la predicción de la prueba es de una cola, la zona de rechazo de la hipótesis nula es

$$T > t_{1-\alpha, v}$$

Donde:

T es el estadístico de la prueba, y $t_{1-\alpha, v}$ es el valor crítico de la prueba.

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis situacional

El análisis involucró el levantamiento de información relativa al proceso de gestión de problemas, parte de las necesidades que motivaron su puesta en funcionamiento, sus objetivos, desempeño y expectativas de mejoramiento.

2.1.4. El Proceso de Gestión de Problemas del SGC

El proceso de gestión de problemas tiene por objetivo el establecimiento de acciones correctivas y/o preventivas para la solución eficaz de los problemas que impiden alcanzar las metas del SGC.

En el proceso intervienen las jefaturas, y las gerencias de las unidades operativas, la unidad de Control, y el Comité de Mejora, conformado por los gerentes de las unidades funcionales y la gerencia nacional de Tecnología. El diagrama de flujo del proceso se muestra en el Anexo 1.

El proceso se documenta a lo largo de su ciclo de vida mediante registros en formato digital, los cuales luego de su elaboración pasan por sucesivas revisiones y aprobaciones en diferentes niveles funcionales, hasta la finalización del ciclo.

Las tareas de documentación y monitoreo del proceso son manuales y se apoyan en herramientas informáticas de oficina tales como: hojas de cálculo, procesadores de texto, y el correo electrónico.

3.2. Análisis del proceso

Se analizó el proceso de gestión de problemas con el objeto de evaluar su eficiencia para lo cual se calculó el valor agregado de cada una de las tareas asociadas tanto a la ejecución, como al monitoreo del proceso.

A partir de la evaluación del valor agregado obtenida, los tiempos, y los costos asociados a cada tarea se calculó la composición del total de tareas según el valor agregado. Se observó que en términos de cantidad el 75% de las actividades corresponden a tareas AVP y actividades AVN, es decir tareas que no agregan valor real (Figura 2).

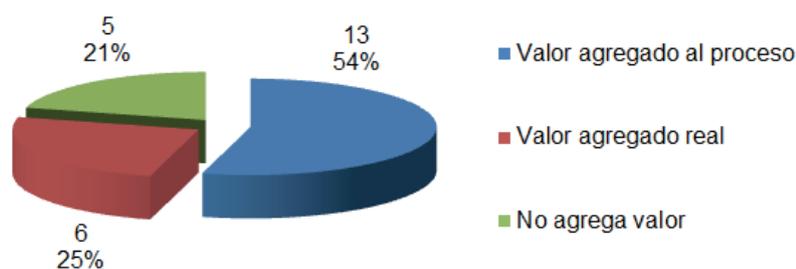


Figura 2. Tareas según el valor agregado

En relación con la composición del costo, se determinó que el 91 % de los costos del proceso provienen de tareas que no agregan valor real. Esto es, la mayor contribución al costo se ubica en tareas que se requieren para el funcionamiento del proceso y tareas que no agregan valor (Figura 3).

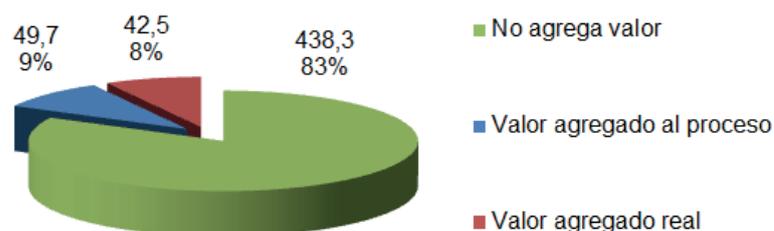


Figura 3. Distribución de costos según el valor agregado

3.2.1. Monitoreo del proceso

Para determinar la carga asociada a la generación de reportes se tomó una muestra aleatoria compuesta por 30 observaciones en un periodo de 10 meses (Julio 2013 a mayo 2014). El resumen de estadísticas de la muestra se presenta a continuación:

Tabla 3
Resumen estadístico del tiempo asociado al monitoreo del proceso (horas)

Estadístico	Valor
Media	1,28
Error típico	0,07
Mediana	1,25
Desviación estándar	0,36
Varianza de la muestra	0,13
Rango	1,29

3.2.2. Evaluación inicial del desempeño del proceso

Con la evaluación del valor agregado de las tareas, y la medición del costo asociado a cada una de ellas, se calcularon medidas del desempeño del proceso manual cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 4
Evaluación inicial del proceso

Variable	Valor	Unidad
Tiempo de ciclo	49,3	hora
Eficiencia tiempo	8,1	%
Costo	530,5	USD
Eficiencia costo	8,0	%
Producción reportes	1,3	hora
Productividad	4,9	reportes/hora

3.3. Oportunidades de mejora

Una vez identificadas las tareas que producen pérdidas de eficiencia del proceso, como siguiente paso se buscaron causas de estas, con el objeto de minimizarlas o eliminarlas.

En la contabilización de hallazgos (Figura 4) se observó que las causas más frecuentes de tareas que no agregan valor real son:

- Con el 46% las tareas relacionadas al control del proceso, tales como: revisiones y aprobaciones;
- Con el 23% los reprocesamientos debidos principalmente al incumplimiento de políticas, es decir, causados porque el proceso no funciona según fue diseñado, y
- Con el 15% las tareas necesarias para el mantenimiento interno, específicamente el mantenimiento de registros.

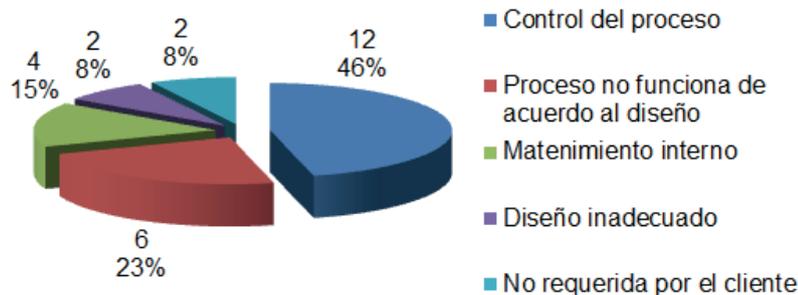


Figura 4. Causas de pérdida de valor del proceso inicial

En cuanto a los costos asociados a las tareas que no agregan valor se observó que el 77% de pérdidas se originan en un diseño inadecuado del proceso, específicamente en esperas que no son necesarias para el proceso y que no agregan valor al cliente final. La composición de costos asociados a tareas que no agregan valor real se muestra en la Figura 5.

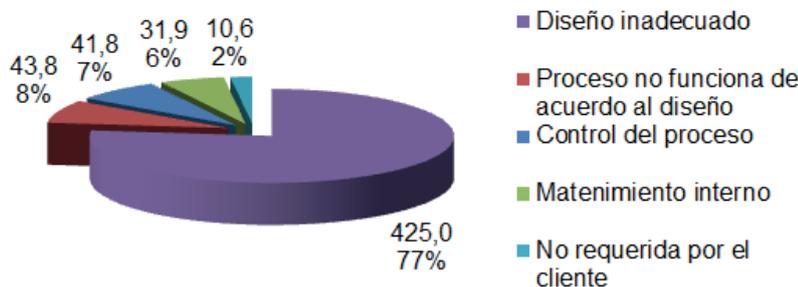


Figura 5. Costos asociados a tareas que no agregan valor real

Con los resultados obtenidos del análisis de causas y efectos de las tareas AVP, y AVN, se identificaron oportunidades de mejora, a partir de las cuales se establecieron acciones enfocadas en:

- Minimizar el tiempo invertido en tareas AVP con la automatización de tareas de control y mantenimiento de registros,
- Minimizar el tiempo invertido en tareas AVP mediante la combinación de tareas,
- Eliminar las causas de reprocesamientos, mediante cambios de políticas, y
- Eliminar tareas AVN.

Del total de acciones de mejora, el 50% corresponden a tareas de automatización, la Figura 6 muestra la composición de las acciones de mejora.

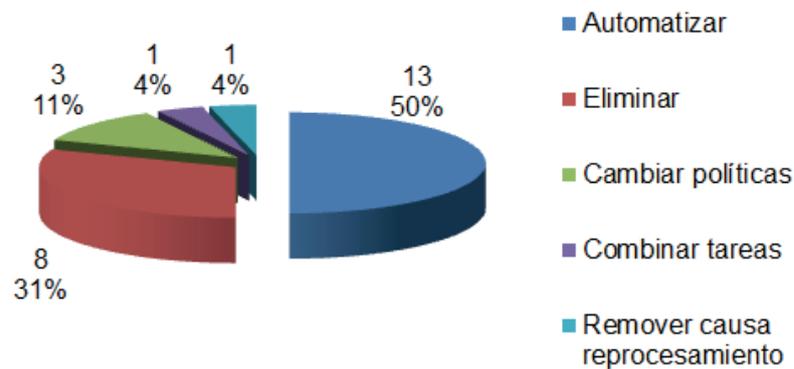


Figura 6. Acciones de mejora

3.4. Implementación del proceso en Bizagi Studio

Para la etapa de modelamiento del proceso se partió del diagrama de flujo original, al cual se le aplicaron las acciones de mejora identificadas en el análisis EVA de las tareas del proceso. Se combinaron tareas y eliminaron tareas AVN, con lo que el total de tareas se redujo a 9, todas del tipo AVR y AVP.

El flujo del proceso mejorado se modeló usando el módulo Bizagi Process Modeler en el que se diagramó el proceso en notación BPMN (Anexo 2).

Luego de diagramar el flujo se construyó el modelo de datos del proceso en el que se definieron las entidades, atributos y relaciones necesarias para almacenar los datos relativos al proceso.

Las entidades y relaciones que componen el modelo de datos permitieron remover causas de reprocesamientos mediante la parametrización de datos; así como minimizar las tareas de mantenimiento de registros al centralizar el almacenamiento de datos en un modelo relacional.

Otra de las mejoras que se obtuvieron a través del modelo de datos es relacionar todas las instancias del proceso, mejora que permitió eliminar las tareas de extracción y procesamiento de datos para el monitoreo del proceso, así como automatizar la generación de reportes.

Una vez definido el modelo de datos se construyó la interfaz de usuario, para lo cual se crearon formas para el ingreso de datos. A través de las formas de ingreso se automatizaron tareas AVP del tipo control del proceso tales como: validación de datos, revisiones, aprobaciones, y listas de chequeo.

En la aplicación se establecieron reglas de negocio, a través de las cuales se configuró el control del flujo del proceso y la ejecución de acciones automáticas en función de las políticas del proceso.

Con el establecimiento de las reglas de negocio, se redujo el número de tareas AVP relacionadas con el control y mantenimiento del proceso.

Luego de la configuración de las reglas de negocio se definieron los componentes de la administración de usuarios, para lo cual se configuró la estructura organizacional.

A partir de la estructura organizacional, se configuraron los permisos y privilegios correspondientes a cada usuario según su rol en el proceso.

Con la estructura organizacional, se configuró la asignación de tareas a los usuarios del proceso

de acuerdo con su rol

Finalmente, se configuró el portal de trabajo, la aplicación web a través de la cual los usuarios acceden mediante un browser a las formas de ingreso de datos. Con los permisos configurados los usuarios tienen acceso a las formas que requieren para ejecutar las tareas asignadas de acuerdo con su rol en el proceso.

La aplicación valida los datos ingresados, en el caso de ingresar datos no válidos se generan mensajes de error y el flujo se detiene hasta que el ejecutor de la tarea corrija o complete datos según sea el caso.

En el portal de trabajo se configuraron reportes y consultas, con lo que se eliminaron las tareas de extracción y procesamiento de datos, y en consecuencia se redujo el tiempo dedicado al monitoreo del proceso.

Los reportes se actualizan en tiempo real, y pueden ser revisados por todos los usuarios en cualquier momento, por lo que la disponibilidad de datos para la toma de decisiones mejora considerablemente respecto del proceso manual.

Otra tarea que se automatizó a través del portal de trabajo es el envío de alarmas, las cuales sirven para notificar acerca de retrasos en las tareas del proceso, tanto al ejecutor a cargo de la tarea como a otros actores del proceso.

3.5. Pruebas del proceso automatizado

Para la puesta en marcha del proceso piloto se seleccionaron las unidades de mantenimiento de redes HFC de las regiones R1 y R2, ya que en dichas unidades se observó la mayor incidencia de casos abiertos en el levantamiento de información inicial.

Durante el periodo de pruebas se crearon 13 gestiones de problemas. La Figura 7 muestra el reporte de actividad del proceso, reporte obtenido a través del portal de trabajo.

La Figura 8 muestra el reporte de monitoreo de recursos en el cual se observan las tareas pendientes por usuario.

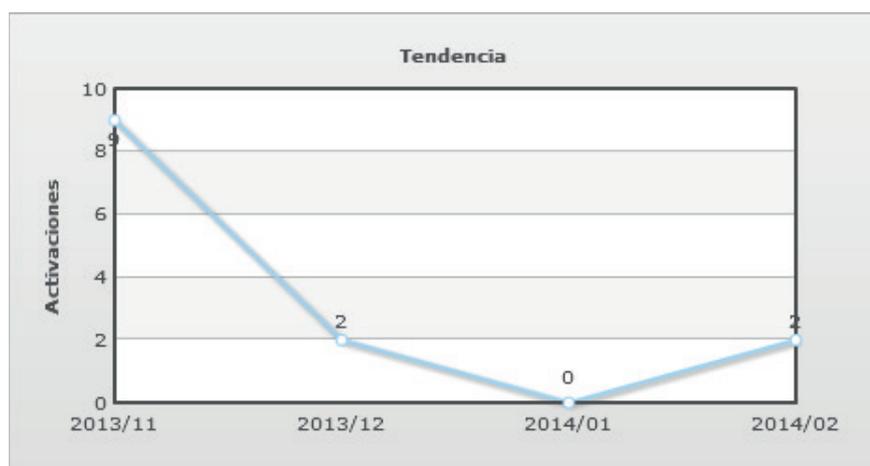


Figura 7. Actividad del proceso durante el periodo de pruebas

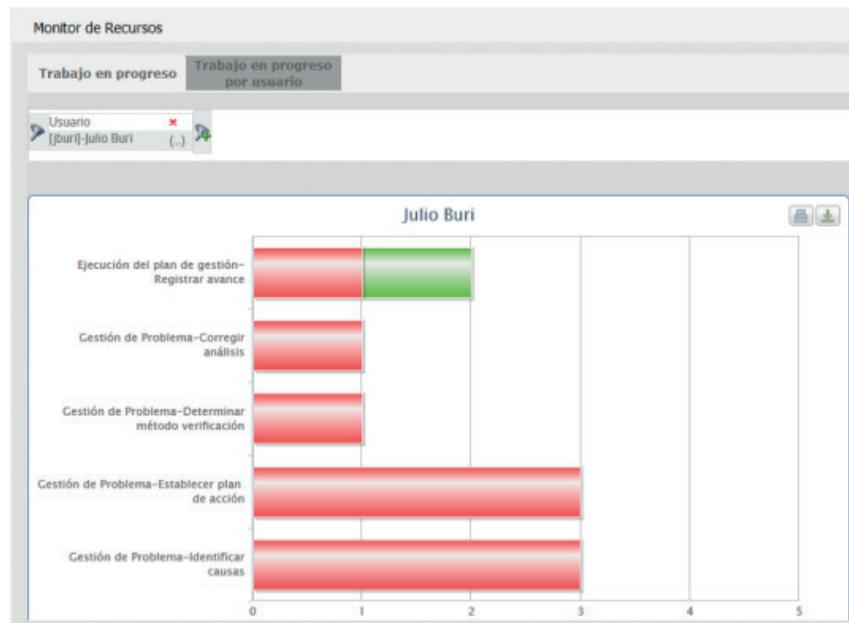


Figura 8. Actividades pendientes de uno de los actores del proceso

3.6. Evaluación de la automatización

Una vez implementadas las mejoras al proceso inicial, se evaluó el desempeño del proceso mejorado, para lo cual se calcularon midieron las mismas variables de la evaluación inicial con el fin observar su variación.

En cuanto a la evaluación del valor que agregan las tareas, se verificó la disminución de tareas AVP, y la eliminación de tareas AVN. También se observó que las tareas que agregan valor real y las tareas que agregan valor al proceso se encuentran igualmente distribuidas en el proceso mejorado (Figura 9).

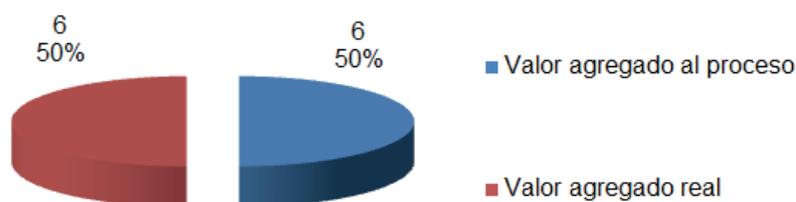


Figura 9. Clasificación EVA de las tareas del proceso mejorado

A partir de la categorización de tareas según el valor agregado y de los costos asociados a cada tarea, se calculó la composición del tiempo de ciclo resultando que el 70% del tiempo del ciclo mejorado está ocupado por las tareas que agregan valor (Figura 10).

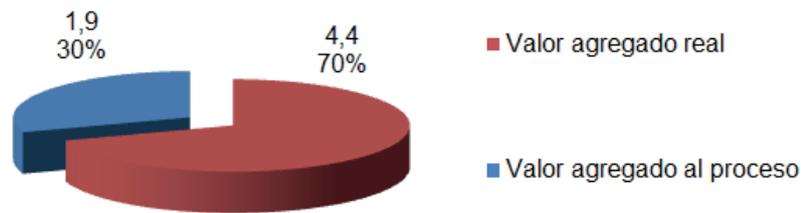


Figura 10. Composición del tiempo de ciclo del proceso mejorado

En cuanto al costo se observó que el 60% de los costos del proceso provienen de las tareas que agregan valor al cliente final (Figura 11).

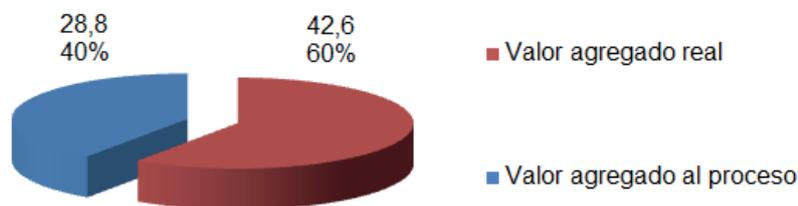


Figura 11. Composición de los costos del proceso mejorado

En cuanto al monitoreo del proceso, luego de la implementación se observó que la generación de reportes dejó de ser función de la cantidad de registros abiertos. Esto debido a que las tareas de extracción y procesamiento de datos desaparecieron con la implementación de la base de datos del proceso, mejora que permitió la automatización del procesamiento de datos. La Figura 12 compara el tiempo de generación de reportes del proceso inicial con el proceso mejorado.

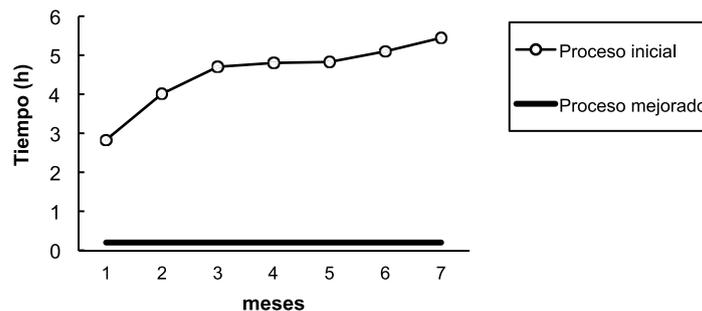


Figura 12. Comparación tiempo empleado en generar reportes

Una vez evaluadas las variables de desempeño del proceso mejorado, se compararon los resultados con las medidas tomadas en la evaluación inicial (Tabla 5). Se observó que las medidas de desempeño luego de la implementación mejoraron considerable respecto de las medidas de desempeño del proceso inicial.

Tabla 5
Comparación del desempeño proceso inicial vs proceso automatizado

Variable	Unidad	Proceso inicial	Proceso mejorado	Variación
Tiempo ciclo	hora	49,3	6,3	-87%
Eficiencia tiempo de ciclo	%	8,1	69,7	761%
Costo	USD	530,5	71,4	-87%
Eficiencia costo de ciclo	%	8	59,6	645%
Tiempo generación reportes	hora	1,3	0,04	-97%
Productividad	Reportes/hora	4,9	200	3982%

3.7. Prueba estadística de hipótesis

Los resultados de la prueba de hipótesis para el tiempo de ciclo hasta la fase ejecución, se muestran a continuación:

Tabla 6
Resultados prueba T del tiempo de ciclo proceso (días)

	Sin automatizar	Automatizado
Media	65.1	23
Varianza	1911.66	557.75
Observaciones	10	9
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	14	
Estadístico t	2.65	
P(T<=t) una cola	0.01	
Valor crítico de t (una cola)	1.76	
P(T<=t) dos colas	0.02	
Valor crítico de t (dos colas)	2.14	

En base al resultado de la prueba se rechaza la hipótesis nula, por lo que se puede afirmar que el tiempo de ciclo hasta la fase de ejecución es menor que el tiempo correspondiente en el proceso manual. Por lo tanto, se concluye que la automatización tuvo un efecto positivo en el desempeño del proceso.

Para el caso del tiempo de monitoreo, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tabla 7
Prueba T del tiempo de ciclo proceso (segundos)

	Sin automatizar	Automatizado
Media	4602.54	155.44
Varianza	1645138.39	0.59
Observaciones	30	30
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	29	
Estadístico t	18.99	
P(T<=t) una cola	3.325E-18	
Valor crítico de t (una cola)	1.70	
P(T<=t) dos colas	6.650E-18	
Valor crítico de t (dos colas)	2.05	

Puesto que el estadístico T es mayor que el valor crítico para una cola, se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa. Es decir, el tiempo de monitoreo del proceso automático es menor que el tiempo de monitoreo del proceso manual, por lo que en consecuencia el desempeño del monitoreo del proceso automatizado es superior al desempeño del proceso manual.

4. Conclusiones

- El proceso sin automatizar no es eficiente. Los estándares de la industria señalan que un proceso de negocio es eficiente cuando 25% o más del tiempo total del proceso se dedica a la ejecución de las tareas que contribuyen a satisfacer los requerimientos del cliente. La eficiencia del tiempo de ciclo del proceso sin automatizar es del 8%.
- El proceso sin automatizar se compone en su mayoría de tareas que no agregan valor. Solo el 25% de tareas del proceso actual corresponden a las tareas que generan los productos que agregan valor al cliente, es decir tareas que agregan valor real. De las tareas que no agregan valor real 72% corresponden a tareas requeridas para el funcionamiento del proceso.
- El proceso sin automatizar desperdicia recursos. De los costos asociados al proceso actual 92% provienen de tareas que no agregan valor real, y 83% provienen de tareas que no agregan valor al cliente ni son necesarias para el funcionamiento del proceso. Esto quiere decir, que de cada dólar gastado en el proceso 83 centavos se desperdician.
- La capacidad de monitoreo y la capacidad de control del proceso sin automatizar son limitadas dado que las tareas asociadas a la generación de reportes necesarios para el seguimiento del proceso generan una carga laboral que es función del número de registros abiertos. De la observación del costo del monitoreo del proceso se llegó a estimar que este se duplica cada 6 meses.
- Las causas más frecuentes para el establecimiento de tareas que no agregan valor real se ubican en: acumulación de controles al proceso evidenciadas por la sucesión de revisiones y aprobaciones, en diferentes niveles de autoridad a lo largo del proceso (46%); reprocesamientos debidos principalmente al incumplimiento de políticas, es decir, causados porque el proceso no funciona según fue diseñado (23%), y tareas de mantenimiento interno del proceso, específicamente mantenimiento de registros (15%).
- Las principales causas de desperdicio de recursos del proceso actual tienen que ver con su diseño. Por un lado, el diseño establece tareas innecesarias y por otro, el proceso no funciona como fue diseñado. Esto se evidencia por el incumplimiento de políticas.
- El efecto de los errores de diseño del proceso actual es que 85% de los costos provienen de tareas que no agregan valor tales como: esperas, y reprocesamientos.
- La automatización de tareas mejora el desempeño de los procesos al minimizar el tiempo invertido en tareas de control y mantenimiento de registros. De las acciones de mejora que se establecieron para minimizar los efectos de las causas de ineficiencia en el proceso actual 50% de las acciones de mejora corresponden a automatización de tareas, el resto de acciones de mejora se distribuyen en: eliminación de tareas sin valor agregado (31%), cambios de políticas (11%), combinar tareas (1%) y eliminación de causas de reprocesamiento (1%).
- El estándar BPMN facilita la comprensión de los involucrados en el ciclo de vida BPM, puesto que provee un método de diagramación de procesos de negocio que puede ser utilizado incluso por personas que no poseen conocimientos de programación. Por lo que, acerca el análisis al modelamiento de procesos de negocio.
- El uso de herramientas BPMS, como Bizagi Studio, facilita el modelamiento, ya que al usar una notación de fácil comprensión como lo es BPMN, se cuenta con la ventaja de que el intercambio de información entre los miembros del equipo de mejora se agiliza al posibilitar que todos los interesados se involucren en el desarrollo del proyecto desde el inicio.
- El desempeño del proceso luego de la automatización mejoró considerablemente. Es así que, las variables tiempo de ciclo, costo y tiempo de generación de monitoreo disminuyeron

en 87% y 97%, con lo que las variables de eficiencia del tiempo de ciclo, eficiencia de costos, y productividad aumentaron en 7, 6, y 39,8 veces respectivamente.

- La utilización de recursos en el proceso automatizado mejoró respecto del proceso inicial. A partir de la categorización de tareas según el valor agregado y de los costos asociados a cada tarea, se determinó que el 70% del tiempo del ciclo del proceso automatizado se invierte en tareas que agregan valor, y que el 60% de los costos del proceso provienen de las tareas que agregan valor al cliente final.
- La implementación de la base de datos del proceso permitió la automatización del procesamiento de datos por lo que las tareas manuales de extracción y procesamiento de datos fueron eliminadas lográndose, de ese modo, que la generación de reportes deje de ser función de la cantidad de registros abiertos.
- La automatización del procesamiento de datos disminuyó el tiempo requerido para la generación de reportes e incrementó la disponibilidad de datos para el monitoreo del proceso.

5. Recomendaciones

- Uno de los aspectos a evitar en el modelamiento de un proceso de negocio es dejar de considerar el punto de vistas de alguno o algunos de los grupos interesados en el proceso, por lo que se recomienda involucrar a todos los actores de los procesos en el modelamiento.
- Previo o a la par de una iniciativa de mejoramiento y/o automatización de procesos se recomienda emprender un programa de transformación de la cultura organizacional. Poco se logra con la automatización de los procesos si el personal que interviene en la ejecución de los procesos no adopta la filosofía BPM en sus actividades diarias. La automatización en si constituye un medio antes que un fin.
- Antes de automatizar un proceso, este debe ser debidamente analizado y mejorado. Automatizar un proceso que genera defectos, solo producirá que los defectos aparezcan más rápido. Se debe evitar reemplazar la operación manual antes de entenderla lo suficientemente bien como para lograr que funcione fluidamente.
- Si bien herramientas como Bizagi Studio ofrecen un método asistido de automatización de procesos que puede ser utilizado por personas que no tienen conocimientos de programación, se recomienda incluir en el equipo de automatización a personal calificado a fin de apoyar el desarrollo de la automatización.

6. Referencias bibliográficas:

- Charron, R., Harrington, H. J., Voehl, F., & Wiggin, H. (2014, pp. 49). *The lean management systems handbook* (Vol. 4). CRC Press.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of business process management* (Vol. 1, pp. 21-22). Heidelberg: Springer.
- Grupo TVCable-SGC Tecnología. (2012). *Manual de Calidad*. Quito, Ecuador.
- Harrington, H. J. (2017). *Lean TRIZ: How to Dramatically Reduce Product-Development Costs with This Innovative Problem-Solving Tool*. CRC Press.
- Dunie, R., & Schulte, R. (2016, pp. 8-9). *Magic Quadrant for Intelligent Business Process Management Suites*. Gartner.
- Ratnayake, R. C., & Chaudry, M. O. (2015). *Performance improvement of oil and gas industry via lean concept: A case study from valves requisition*. In *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2015 IEEE International Conference on* (pp. 1472-1479). IEEE.
- Richardson, C., Miers, D., Cullen, A., & Keenan, J. (2013, pp. 12-13). *The Forrester Wave™: BPM Suites. Q1*. Forrester Research Inc. Recuperado de http://public.dhe.ibm.com/software/solutions/soa/pdfs/forresterwave_bpmste.pdf?lc

Anexo 1 - Diagrama del proceso de gestión de problemas (Grupo TVCable, 2012)

N.-	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESPONSABILIDAD POR CARGOS					Tiempo	DOCUMENTO RELACIONADO
		Ingeniero Control	Jefe de Gerencia regional	Comité Mejora				
INICIO DEL PROCESO								
1	Notificar indicador fuera de meta							Mensaje de correo electrónico
2	Ejecutar análisis de problemas: 1.- Identificar problemas que influyen en que el indicador salga fuera de meta 2.- Seleccionar el problema que mayor incidencia tiene en la salida de meta del indicador							FOR-TEC-208
3	Recurrencia del problema requiere atención inmediata?							Anexo 2 - Matriz priorización atención problemas
4	Registrar corrección							FOR-TEC-208
5	Hay una gestión abierta para el problema seleccionado?							
6	Ejecutar análisis de causas: 1.- Identificar las causas del problema seleccionado 2.- Seleccionar las causas que más contribuyen al problema							FOR-TEC-176
7	Plantear soluciones							
8	Registrar plan de acciones para solucionar el problema							FOR-TEC-208
9	Pre-aprobar plan de acciones para solucionar el problema							FOR-TEC-208
10	Revisar plan de acciones para solucionar el problema							FOR-TEC-208
11	Plan de acciones requiere asignación de recursos extraordinarios o inversiones?							
12	Plan de acciones para solucionar el problema es factible?							
13	Aprobar plan gestión de problema							FOR-TEC-208
14	Iniciar ejecución plan de gestión de problema							
15	Espera: Siguiendo publicación reporte indicadores							
16	Actualizar seguimiento gestión problema							FOR-TEC-208
17	Ejecución al 100%?							
18	Ejecución dentro de cronograma?							
19	Solicitar prorroga							
20	Aprobar prorroga							
21	Actualizar plan de gestión de problema							FOR-TEC-208
22	Espera: Siguiendo repetición del problema							
23	Se verifica la efectividad de la gestión del problema?							
24	Cierre de la gestión de problema							FOR-TEC-208

Anexo 2 - Diagrama en notación BPMN del proceso mejorado

