

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

Implementación de tecnología robótica (RPA) en procesos logísticos. Caso de estudio: Organización de Servicios Petroleros.

Julián Felipe Becerra Gaitán ^{a,c} , Patricia Gómez Mogollón ^{a,c}

Felipe Rodríguez Montoya ^{a,c} , David Alejandro Santiago Tibavizco ^{a,c}

Alexander Cárdenas Ramos ^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

In search of finding better opportunities associated with the consumption of human and economic resources, elements associated with non-productive time have been evidenced as an influential factor in operational expenditure for carrying out tasks that can be repetitive and that present a high margin of error. In these tasks, opportunities can be identified to take advantage of human talent focused on decision-making and greater relationship with the client.

Throughout this document, those activities susceptible to automation in logistics processes were identified, seeking success in the implementation of an automation platform for these processes. A suitable subprocess was found in the selected company through four phases: characterization of the processes in the company with a *SIPOC* diagram, selection of the process to automate using measurement templates, feasibility of the automation and control of the exposed design. Where the programming of a *Bot*, served as a basis for the analysis of feasibility and implementation of technology and measurement of the expected impact. Relevant results were obtained as a benefit in return on investment, savings in time and benefit in errors.

Key words: Robotic Process Automation (RPA) , Automation, Business Process

1. Justificación y planteamiento del problema

Actualmente las organizaciones están orientadas a la búsqueda de reducción de costos con miras al aumento de sus utilidades. Entre los factores que pueden generar mayor impacto en dichos costos están los errores humanos, tiempos no productivos, capacitaciones constantes a los empleados y la mala organización del personal en tareas repetitivas que se presentan comúnmente. Lo anterior, está llegando en algunos casos a generar cuellos de botella en los diferentes procesos que desempeñan, desgastando tiempo y esfuerzo que podría ser usado para tareas que necesiten de mayor análisis y trabajo del talento humano, sin desviar la atención de uno de los pilares vitales como lo es el cliente y la satisfacción de este ya sea por medio de un producto o servicio de alta calidad.

Adicional a lo anterior, las empresas buscan una mayor eficiencia en el desarrollo de estas actividades puesto que generalmente son monótonas, manuales y requieren del cuidado y de la atención de los trabajadores para ser realizadas. El consumo excesivo de tiempo es una consecuencia común de las tareas operativas. Un ejemplo de lo anterior puede presentarse en el proceso de facturación, el cual se inicia con un correo que contiene el número de factura que se está solicitando, luego este número debe ser digitado en SAP para crear su respectiva factura y certificado del producto y a partir de esto se reenvía un correo de vuelta a quien solicitó este procedimiento. Esta secuencia de actividades a pesar de ser relativamente sencilla, puede llegar a consumir hasta 10 horas semanalmente puesto que no es sólo una factura que se envía diariamente, sino que dependiendo de la dinámica del negocio puede incrementarse este número de horas que viéndolo proporcionalmente abarcan hasta el 20% con respecto a las horas semanales (48 horas), perjudicando de igual forma la velocidad de respuesta hacia sus clientes y la calidad del servicio prestado (Entrevista Rafael Lleras, Empresa de Servicios Petroleros. De ahora en adelante se hará referencia a la empresa con las siglas EDSP). Además, si la persona a que se le delega este tipo de actividades no tiene conocimiento previo de las aplicaciones o software necesario para poder llevar a cabo las mismas, se incurre en costos por capacitaciones y tiempo no productivo.

Según lo mencionado anteriormente se da una prueba de la importancia del tiempo en tareas que requieren mayor grado de análisis y confirma de esta manera la iniciativa de las organizaciones en el reto de reducir los tiempos en las actividades repetitivas de los trabajos. Una alternativa que se está dando actualmente a esta problemática es la automatización de estas tareas, tomando como ejemplo la empresa Avasant, quien está implementando pruebas con *Bots* para reducir el tiempo que dedican sus consultores a recopilar información (Overby, 2017). Donde una automatización se considera factible cuando se genera un mejoramiento de los factores mencionados previamente, como lo son: reducción de tiempos no productivos, disminución de errores y uso adecuado del personal en actividades que generan impacto.

En estos escenarios se han detectado oportunidades de mejora que impactan relevantemente a las organizaciones debido a la política de perfeccionamiento en todos los procesos, encaminando a los trabajadores a enfocarse más en su propuesta de valor y en las tareas que generen mayor impacto. Tal como lo menciona D’Mello (2016) afirmando que: “Los seres humanos buscan enfocarse en tareas más inteligentes y que requieran de toma de decisiones dejando a un lado las tareas repetitivas”.

De esta manera surge como solución *RPA (Robotic Process Automation)*. La tecnología RPA es un software que replica las interacciones de un usuario humano, este trabaja a través de varias funciones, aplicaciones y permite la automatización de actividades manuales, repetitivas, basadas en reglas que no requieren tomar decisiones/pensar.

“La adopción de esta tecnología debe contemplar la estrategia, procesos, cargos, perfiles y tecnología para lograr una verdadera transformación de valor para los colaboradores y la compañía” (PwC, 2018)

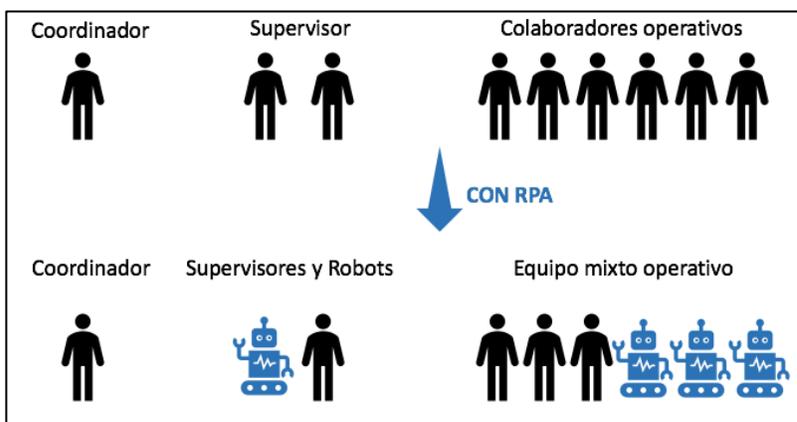


Ilustración 1. Comparación del proceso fuerza laboral humana vs fuerza laboral virtual + fuerza laboral humana. Elaboración propia basada en procesos reales de implementación de RPA (PwC, 2018).

En la ilustración 1 se observa la posibilidad de compartir el trabajo, de colaboradores operativos y de supervisores, con *Bots Software* a través de RPA. Dicha implementación puede maximizar la eficiencia y productividad del proceso hasta un 100% y asignar al trabajador, quien es reemplazo por el *Bot*, a una tarea que agregue valor.

Si la tecnología RPA se implementa de forma eficiente, la fuerza laboral virtual es una inversión beneficiosa: se presenta un rápido tiempo de retorno, la existencia de un modelo fácilmente escalable, mayor satisfacción para los clientes, empleados y proveedores, mejora de la productividad, reducción de errores por transcripción CTRL C + CTRL V, el software *Bot* no tiene vacaciones, no se enferma, no tiene problemas familiares y no fuma. Al final, el humano reemplaza trabajo repetitivo por analítico y por actividades de valor (PwC, 2018).

El socio de consultoría en automatización de procesos de PwC Colombia, en conversaciones acerca de RPA comenta que los proyectos que se han manejado de implementación de esta tecnología tienen un retorno a la inversión de 6 meses, tiempo valioso en gerencia de proyectos de negocio, en donde el enfoque principal es la reducción de los costos, manteniendo la productividad de los usuarios clave. Adicionalmente, resalta la importancia de dirigir el RPA no solo a la dirección de tecnología sino a la estrategia del negocio, básicamente porque ayuda a disminuir los costos de personal y los errores humanos.

A nivel mundial, empresas como IBM y Amazon implementaron este sistema en procesos como: análisis de imágenes y fotos donde detectan objetos, caras, personas, contenido inseguro, extracción y traducción de textos. En Colombia, el RPA se ha enfocado mayormente en la industria financiera. Una empresa de este sector que califica perfectamente como ejemplo en implementación de RPA es Bancolombia, al haber puesto en marcha un proyecto de automatización de procesos y ser ganadora del premio *Most Innovative Digital Cost-Saving Initiative*. Bancolombia comenzó a usar RPA en el 2016 con el fin de resolver diferentes obstáculos, disminuyendo la participación del talento humano en tareas repetitivas, allí se priorizaron temas como lo son la relación con el cliente y la productividad. El éxito de Bancolombia en RPA se debe no solo a su implementación, sino a la forma de balancear el trabajo humano con el trabajo automatizado, teniendo como objetivo el desarrollo de una fuerza de trabajo virtual adecuada (Gartner, 2017).

Por otro lado, los principales procesos logísticos que presentan características a automatizar se dan en el área de compras, transporte, control de inventario, distribución, abastecimiento y envíos, algunos ejemplos en específico pueden abarcar la facturación de los productos, creación de certificados y envío de los mismos, el movimiento de material, mercancías e inventarios que siempre siguen las mismas rutas. Lo anteriormente dicho, incrementa la monotonía de los trabajos para el personal que los realiza, generando desmotivación y en algunos casos exceso de confianza por el bajo grado de dificultad que pueda tener la labor.

Algunas de las principales aplicaciones de RPA en procesos logísticos son:

- Aumentar la eficiencia de la programación, ruteo y seguimiento de los productos. Una de las empresas que ha venido utilizando RPA para lograr estos cambios es Crete Carrier Corporation, proveedora del servicio de transporte de productos para empresas como Walmart, Kimberly Clark entre otras. La empresa maneja *Bots*, los cuales son controlados por tan solo tres personas que les hacen seguimiento en su proceso de configuración y operación (Gould, 2018).
- Programación de envíos por correo electrónico como servicio de alta calidad. Una de las empresas que ofrece este servicio es Pitt Ohio, desarrollando una plataforma de RPA la cual extrae los detalles del envío desde una solicitud vía correo electrónico, usando esta información para planear los envíos y después avisar tanto al cliente como al transportador los detalles suministrados por correo, a su vez los clientes pueden monitorear la trazabilidad (Gould, 2018).
- Actualización de órdenes y seguimiento de inventario en tiempo real. Davies Turner es una empresa británica que ofrece este servicio, donde ha desarrollado cerca de 100 *Bots* los cuales automáticamente capturan la referencia de orden y su respectivo código de rastreo, a través del cual entra al sistema de administración de almacenes de la compañía y actualiza el estatus del envío, una vez las ordenes estén completas se notifica al cliente con un correo que contiene los detalles de la orden y un enlace virtual donde puede seguir la orden en tiempo real.

La implementación de tecnología robótica en el proceso inicial de exportación de la EDSP impactaría positivamente los tiempos de respuesta de las solicitudes que generan áreas internas involucradas. Por lo

anterior, se evidenció una oportunidad de mejora en esta parte del proceso que permitió la automatización de este.

La ilustración 2 representa un ejemplo de la primera parte del proceso de exportación. El diagrama de flujo completo se encuentra en el anexo 3 de este documento.

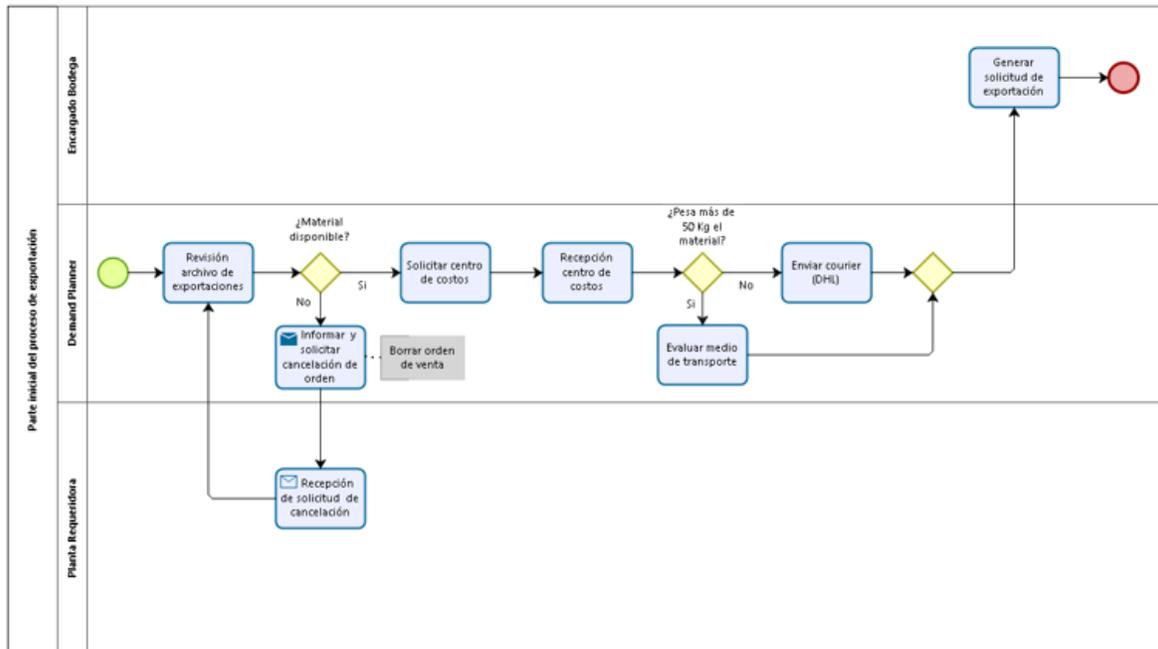


Ilustración 2. Parte inicial del proceso de exportación. Autoría Propia.

En este proceso intervienen como mínimo 4 personas: la primera persona que interviene es la que crea la orden de compra, que posteriormente aparecerá en el archivo de exportaciones, la segunda persona es quien revisa (*Demand Planner*) dicho archivo y confirma por medio de un correo la disponibilidad del producto, dependiendo de esta respuesta se notifica a la persona que solicitó el material, y por último si se tiene disponible el material y se confirma la necesidad de este, se envía a la persona encargada en bodegas la respectiva orden de compra realizando previamente el medio de transporte a emplear.

La implementación de RPA ha tenido impacto en otras áreas dentro de la cadena de valor de una empresa, y como se mencionó anteriormente la logística es uno de los campos donde existe un alto potencial para ejecutar este tipo de proyectos. En Colombia, aún existen oportunidades importantes para desarrollar iniciativas de RPA en procesos logísticos en las cadenas de suministro.

Basado en la necesidad de automatizar actividades operativas y liberar fuerza de trabajo para el desarrollo de actividades estratégicas y el soporte a la toma de decisiones, este trabajo de grado busca responder a la pregunta:

¿Cómo se podría desarrollar un método para el análisis de factibilidad e implementación adecuada de tecnología robótica (RPA) en procesos logísticos?

2. Antecedentes

La implementación de infraestructura tecnológica en las organizaciones no es algo reciente, es el producto de más de 55 años de desarrollo, en donde, se ha demostrado el avance y la capacidad computacional de procesamiento de la información. Partiendo de esto, se desarrolla una línea de tiempo a continuación en donde se muestran diversos trabajos que han abordado el tema.

A finales de la década de los 50, se generó la era de las *mainframes* y minicomputadoras de propósito personal dadas por la empresa IBM, desarrollando la inteligencia artificial (AI), teniendo su mayor auge en 1965 tras la introducción de la serie IBM 360. Debido a las distribuciones limitadas en 1981 se desarrolló lo que se conoce actualmente como PC, siendo la segunda fase “Era de la computadora personal” la cual incluye herramientas de software personales con procesadores de palabras, hojas de cálculo, software de presentación electrónica y pequeños programas de gestión de datos. Adicionalmente, el año 1983 se caracterizó por ser la era cliente/servidor, seguida de la era de la computación empresarial dada en el año 1992 y finalmente desde el año 2000 hasta la actualidad, la era de la computación en la nube y móvil. (Laudon & P., 2012).

En los años 90, sistemas corporativos como IBM BPM inicial y Oracle BPM eran utilizados para la gestión de procesos empresariales. Avanzando hacia los 2000, las plataformas de software de automatización evolucionaron liderando con Pega BPM, TIBCO BPM, Bizagi, Camunda BPM y Bonita BPM (Laudon & P., 2012). En la historia de MacOS, Apple ha mostrado distintas tecnologías referentes a la automatización. Las más conocidas son Automator, AppleScript y Terminal. Clasificado como RPA está el Automator, el cual automatiza las tareas que se realizan en el Mac, sin conocimientos de programación. Sólo usa las acciones integradas para crear flujos de trabajo permitiendo que el Mac realice tareas repetitivas por el usuario (Applesfera, 2018).

A medida que las empresas fueron avanzando al paso de la transformación digital, surgió la implementación de *Bots* en el manejo de actividades no automatizadas por plataformas conocidas, creando herramientas como *Machine Learning*, basadas en la inteligencia artificial. Google, en tiempo récord logró en tan solo 72 horas desarrollar niveles de desempeño que superaron el trabajo humano, con capacidades de rendimientos superiores a las generadas por el sistema de inteligencia artificial, lo que tardó meses de trabajo y supervisión humana (Matinez & Castiblanco, 2010).

Las organizaciones han encontrado diferentes formas de automatizar sus tareas logrando que sus trabajadores se dediquen a actividades de mayor importancia. BMW, en su planta de Spartanburg al Sur de California, automatizó labores físicas permitiendo que sus trabajadores se encargaran de procesos que requerían análisis, toma de decisiones y control de calidad (Dow Jones & Company Inc, 2018). En los últimos años, el RPA ha sido desarrollado e implementado en diferentes industrias: salud, seguros, entidades financieras, telecomunicaciones, energéticas, logística, lo cual ha generado una mejor productividad y calidad de servicio. Por ejemplo, en salud tras la implementación de *Bots* se permitió al personal realizar actividades relacionadas con el trato de casos especiales y de alto cuidado de pacientes (Volkenburgh, 2018).

Un caso de implementación de RPA en la industria de telecomunicaciones, fue en la empresa Telefónica O2 en Gran Bretaña, en donde se automatizaron 15 procesos a partir de más de 160 *Bots* con una tasa de retorno (ROI) a tres años entre el 650% y el 800%, o dicho de otra manera tuvo un retorno de más del 200% de las inversiones realizadas. Reduciendo el tiempo de trabajo de oficina de días a minutos (Willcocks, 2016). No cabe duda de que, en la industria financiera el RPA se ha convertido en una competencia diferenciadora con un bajo costo de implementación, facilitando la realización de tareas específicas. Tal como se mencionó en la justificación de este documento Bancolombia ha liderado la iniciativa de RPA en Colombia, automatizando más de 400 procesos repetitivos.

La intervención de las cuatro firmas¹ de consultoría más grandes del mundo, muestra la importancia relevante de RPA. La firma de consultoría EY, promovió su nuevo programa analítico de finanzas, en donde se ofrecieron 360 herramientas que no se destinaban únicamente a este campo sino también al área operacional y a la toma de decisiones, generando análisis comparativos y evaluación detallada a partir de información de compañías, presupuestos de años anteriores y utilización del EY *Market Intelligence Database* (D'Mello, 2016). Así mismo, David Schatsky, Gerente de Deloitte LP, cuenta la experiencia tras la implementación de RPA en una entidad financiera en donde se rediseñaron 13 procesos en el área de servicio al cliente con la implementación de 85 *Bots*, logrando el trámite de 1.5 millones de solicitudes al año, con tan solo una tasa de error de 1,6% (Gartner Inc, 2017). PwC, realizó un aumento de productividad y eficiencia superior al 100%, al implementar RPA en el servicio de generación de órdenes de taxi, como resultado, un analista contable ahora está orientado a actividades de revisión en lugar de desempeñar tareas transaccionales (PwC, 2018). KPMG es considerada como la organización con la fábrica de Software de RPA más grande en América Latina

proporcionando servicios de auditoría y consultoría. Esta organización ha trabajado de la mano con Automation Anywhere, empresa líder en RPA y cuenta con ingenieros de tecnología de información e ingenieros industriales capacitados en el manejo del software mencionado, Uipath y Carter (KPMG, 2018).

Algunas de las empresas que manejan RPA a nivel mundial son: Walmart, Deutsche Bank, AT&T, Vanguard, EY, Walgreens, Associated Press, Ascension Health, Telefónica O2, VHA, Virgin Trains y Xchanging (Boulton, 2018). Las más conocidas en Latinoamérica son: Bancolombia (550 *Bots*), AT&T (150 *Bots*), Grupo Modelo (4 *Bots*), Mabe (2 *Bots*), Banco de Crédito del Perú (10 *Bots*), CIAL Alimentos (3 *Bots*), Luxottica (30 *Bots*), BTG Pactual (3 *Bots*) y ENAEX (3 *Bots*) (KPMG, 2018). (blueprism, 2018)

Algunos casos de implementación real de RPA, en Colombia, se relacionan a continuación:

KPMG desarrolló un *Bot* mediante RPA en procesos logísticos, específicamente en la gestión cognitiva de contratos. A continuación, se describe el procedimiento que realiza el *Bot*. Comienza por la lectura del contrato, en donde utiliza tecnología de procesamiento de lenguaje natural para convertir la información en un formato de análisis, seguido a este paso se realiza una compilación de las cláusulas para el ordenamiento del contenido, posteriormente se analiza el contrato con base a patrones definidos con el cliente para un siguiente paso en donde se extrae la información y se presenta en un formato adecuado para toma de decisiones. Por último, el *Bot*, usando su capacidad cognitiva, lleva a cabo la toma de decisiones, respondiendo a preguntas e identificando patrones y anomalías automáticamente (KPMG, 2018).

PwC implementó un *Bot* en el área de mercadeo enfocado en medios digitales. El procedimiento inicia con el ingreso a una primera plataforma, en donde, se realizan una serie de pasos operativos para llegar a descargar una primera base de datos. Paso siguiente, se ingresa al correo de la empresa para buscar un reporte semanal que envía un proveedor en donde se puede visualizar la frecuencia con que aparecen los comerciales de la marca en medios digitales. Para finalizar, se cruzan las dos bases de datos y se genera un reporte que es cargado en la nube. El procedimiento se realizaba anteriormente por una persona, quien demoraba 1 hora de su turno laboral diario, ahora, con la implementación de software- *Bot*, se realiza el procedimiento en 5 minutos y sin ningún margen de error (PwC, 2018).

Otro ejemplo de implementación de RPA por PwC se realizó en el área de productividad, en la sección de datos maestros. El *Bot* inicia ingresando a la plataforma para realizar la descarga de informes sobre precios, organiza la información, genera un informe y lo sube a la nube para ser consultado por un humano, este primer proceso agilizó la configuración de las promociones para el área. Seguido a esto el *Bot* procesa y actualiza un formato correspondiente para subirlo nuevamente en la nube. Para finalizar, el *Bot* descarga un reporte de tickets previamente diligenciado por humanos en otra área, en donde prioriza la información y realiza configuraciones para terminar con un archivo que se carga a Oracle generando una notificación automática al equipo del área encargada (PwC, 2018).

La aplicación de RPA a la cadena de suministros se lleva a cabo en abastecimiento, planeación y distribución. En abastecimiento abarca la gestión de contratos como se mencionó anteriormente, el *due diligence*, la categorización de gastos, análisis del mercado, entre otras. En planeación interviene en S&OP (*Sales and Operations Planning*), cálculos de parámetros de inventario, reportes y baja de órdenes de producción. En distribución se encuentra en cotización de fletes, monitoreo de entregas, gestión de devoluciones, facturación y demás.

Actualmente, no existe un marco de referencia común obligatorio para identificar un proceso que pueda ser automatizado. Cuando se trata de decidir sobre el uso de RPA, las empresas deben considerar que RPA es más adecuado para tareas estandarizadas de alto volumen que están regidas por reglas, donde no hay necesidad de juicio subjetivo, creatividad o habilidades de interpretación. Procesos de negocios tales como cuentas por pagar, cuentas por cobrar, facturación, viajes y gastos, activos fijos y administración de recursos humanos son buenos candidatos para la implementación de esta tecnología del software (Aguirre-Rodriguez, 2017).

También la parte de back office de los procesos de atención al cliente. Las compañías que han implementado RPA se han basado en diferentes criterios relevantes para identificar las actividades posibles a automatizar, tales como: múltiples sistemas utilizados, transacciones de alto volumen/valor, propensión a errores y re trabajo, alta predictibilidad, excepciones limitadas y carga de trabajo manual significativa, conjunto de tareas que impliquen: acceso de “silla giratoria” a diferentes sistemas o pantallas, ejecuciones sin requerimientos de

análisis, juicio o interpretaciones significativas o que requieran conocimiento interno de la compañía y áreas donde el personal se vea limitado en función del presupuesto (Deloitte, 2018).

Adicional a los criterios mencionados, las empresas clientes de RPA han cumplido con requisitos para garantizar el éxito de esta forma de automatización, haciendo referencia a características como: la preparación previa de la organización con una estructura organizacional para dar soporte, existencia de una plataforma de tecnología que permita su despliegue, la intervención de un socio de confianza y lo más importante, una estrategia de gestión del cambio en toda la empresa. De forma similar, la consultora KPMG- Colombia presenta tres pasos para medir el funcionamiento y la utilidad del RPA en las organizaciones, estos consisten en definir el beneficio general con previa revisión de los procesos, realizar pruebas de concepto para validar la efectividad y desempeño de la tecnología y por último establecer un plan de arranque (Nimbul, 2018).

Con el cumplimiento de estos requisitos mínimos, las empresas deben buscar la mejora continua en aspectos técnicos y logísticos que brindarán asistencia a este sistema. Con ello, se asegura que el RPA continúe con un crecimiento sostenible en el tiempo que vaya con el desarrollo de la empresa y las metas que la misma adquiere a largo plazo.

3. Objetivo General

Desarrollar un método para el análisis de factibilidad e implementación adecuada de tecnología robótica (RPA) en el proceso logístico de exportación, para mejorar la productividad del negocio.

Los siguientes 5 capítulos hacen referencia a cada uno de los objetivos específicos que componen el desarrollo de este trabajo de grado. Cada uno de estos buscan contribuir al cumplimiento del objetivo general.

Los 4 primeros capítulos (del numeral 4 al 7) describen el estudio previo y las herramientas requeridas para una correcta implementación de tecnología RPA. A partir de estos se desarrolla el último capítulo (numeral 8) con etapas de aplicación, medición y control en la empresa seleccionada dando como resultado una prueba de concepto.

La imagen relacionada a continuación representa las etapas que se cumplen en la implementación de una prueba de concepto. El alcance metodológico del trabajo abarca hasta la etapa 3 de la siguiente forma:

- Etapa 1, correspondiente a los objetivos 1 y 2.
- Etapa 2, correspondiente a los objetivos 3 y 4.
- Etapa 3, correspondiente al objetivo 5.
- La etapa 4 y 5, que no están contempladas en este documento, corresponden a producción y soporte. En producción se ejecuta una implementación del bot en ambiente productivo y en soporte se presta apoyo y mantenimiento.

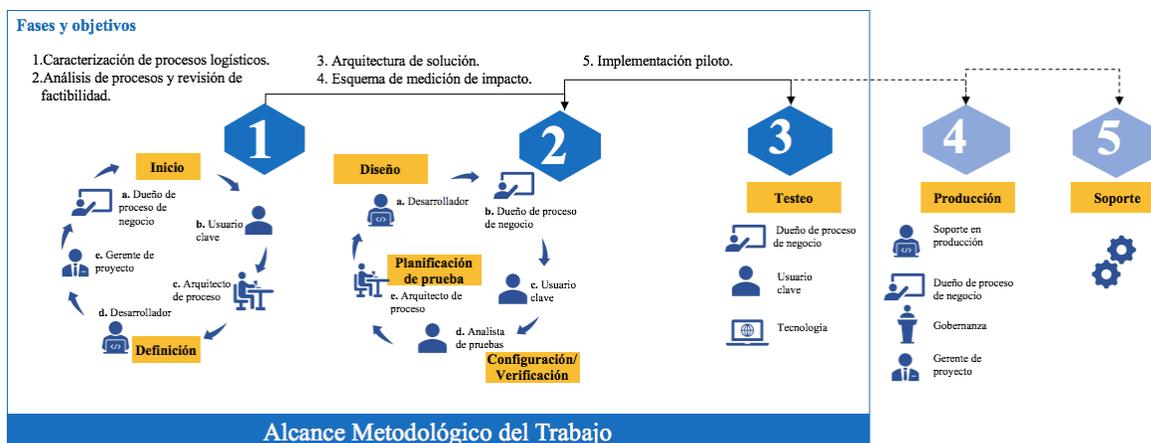


Ilustración 3. Metodología prueba de concepto y alcance del trabajo

4. Metodología

Inicialmente se realizó la identificación de las actividades presentadas en el proceso logístico de exportación a nivel macro, estas presentaron diferentes subprocesos que fueron caracterizados mediante el uso de una tabla integrada basada en el flujo físico y de información, complementada con un diagrama SIPOC (Suppliers, inputs, processes, outputs y customers).

Una vez identificados y caracterizados los subprocesos con sus respectivas actividades, se investigó acerca de los métodos de implementación y gestión de RPA, con el fin de identificar el más adecuado según las descripciones presentes. Este objetivo se plasma en la etapa 1 de la ilustración 3.

Para lograr la adecuada implementación de RPA fue importante tener en cuenta múltiples variables que afectan el rendimiento, la eficacia de la actividad y la disponibilidad del desarrollo del proyecto. Estas variables se pueden observar de dos maneras: las que influyen directamente en el proceso y las que intervienen en la implementación del *Bot*. La descripción de cada una de estas variables se puede observar en el anexo 5.

Con el fin de medir el impacto tras la implementación del *Bot* se realizó la plantilla que permite obtener el indicador FTE (*Full Time Equivalent*) inicial y final, el cual determina el número de empleados necesarios para la ejecución de las actividades, según los tiempos de estas, obtenidos de una serie de mediciones e información histórica. Esta plantilla consta de las actividades implicadas en el subproceso, el tipo de actividad (estratégica, técnica y operacional), los respectivos tiempos de ejecución sin implementar el *Bot* (*Pre-Bot*) y el tiempo total del subproceso después de implementarlo (*Post Bot*). Pretendiendo observar una reducción en la cantidad de personas necesarias antes de implementar el *Bot* y después de haberlo implementando.

Ya habiendo analizado los tiempos de las actividades, se procedió a la identificación de los errores en estas. Se evidenció que la manera más adecuada de dar seguimiento y analizar las causas, los tipos de error y la cantidad con la que se pueden presentar estos, fue por medio de una plantilla con la que se evaluaron y se midieron los errores.

Por medio de un diagrama de Pareto se identificó cuantitativamente aquellos errores que más se presentan en el proceso de exportación y en los cuales se basó este trabajo para realizar la automatización.

Como método de medición de complejidad en los procesos que integran el proceso de exportación, se definió la matriz de ponderación de factores. Esta permite identificar cualitativa y cuantitativamente los procesos que tienen mayor complejidad y por medio de un análisis jerárquico analítico se toma la decisión de la relevancia de cada uno de los factores para decidir el subproceso a automatizar.

A partir de la plantilla de análisis de tiempos, plantilla asociada a la identificación de errores, diagrama de Pareto y la matriz de ponderación de factores, se seleccionaron las actividades del proceso de exportación que se pueden automatizar por medio de RPA. No solo evaluando tiempos y errores sino también complejidad y grado de alcance del *Bot* en las actividades. Este objetivo se plasma en la etapa 1 de la ilustración 3.

Se desarrolló un diagrama de flujo en la herramienta Bizagi para tener una perspectiva global del proceso de exportación, teniendo claridad de las áreas que intervienen y así mismo un preliminar de las posibles etapas del *Bot*. Para poder seleccionar el mejor software para la implementación del RPA se realizó una matriz de ponderación de factores, en donde se evaluó cada software bajo el criterio de diferentes factores que llevan a escoger al programa óptimo para la implementación de RPA.

Con el fin de garantizar un control, seguimiento y actualización del *Bot*, se realizaron tres plantillas de protocolo de iteración y control de cambios (control, medidas, y actualizaciones del *Bot*). La plantilla de reporte y atención de incidentes permite describir cualquier tipo de inconveniente con sus características y consecuencias, en la plantilla pruebas y resultados, se registran los resultados obtenidos tras la intervención profesional con sus respectivas actividades, y finalmente en la plantilla cambios y mejoras se describen las actualizaciones desarrolladas a causa de los incidentes solucionados o por mejora continua, para la respectiva actualización del flujo del proceso en BPMN. Para demostrar la factibilidad de la implementación del *Bot* y los beneficios que puede traer la utilización de RPA en los procesos se realizó un análisis de caso de negocio, que permite analizar la rentabilidad del mismo tanto a corto como a largo plazo.

Con el objetivo de entender los componentes de la automatización de RPA y su influencia específica en el proyecto, se realizó un modelo tipo *blueprint* que permite identificar y relacionar los componentes del servicio de automatización que ofrece el RPA. Este objetivo se plasma en la etapa 2 de la ilustración 3.

Para medir el impacto del proyecto en el proceso se definieron los siguientes KPI'S (*Key Performance Indicators*) los cuales van ligados a las variables¹ que presenta el proceso.

Cada uno de estos KPI'S se clasifican en tres categorías: tiempo, error y productividad, como se muestra en la ilustración 4.

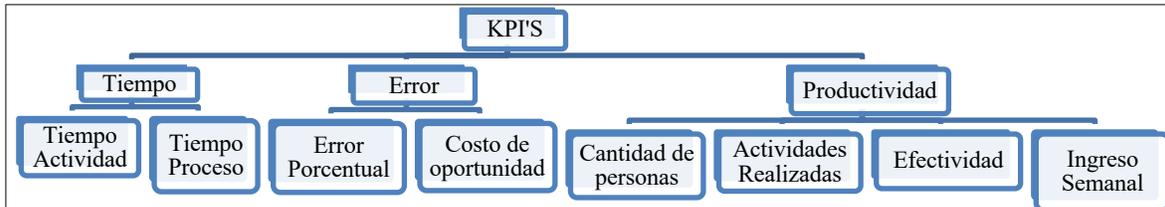


Ilustración 4. Esquema de medición de KPI'S

Con el fin de simplificar la medición y control de los indicadores previamente mencionados se crearon las plantillas de las hojas de vida, estas permiten identificar el indicador y las características de este, teniendo en cuenta que las plantillas sirven para medir los indicadores antes y después de la implementación del *Bot* en la respectiva actividad o subproceso. Se realizó un esquema que permite comparar los indicadores del proceso antes y el después de la implementación del *Bot*, con la finalidad de evaluar el desempeño de éste y el impacto que se genera, ya sea positivo o negativo de acuerdo con las métricas planteadas y a los objetivos propuestos en el proyecto. Este objetivo se plasma en la etapa 2 de la ilustración 3.

El desarrollo de este capítulo se llevó a cabo mediante cuatro fases. Éstas reúnen cada uno de los objetivos desarrollados previamente y que constituyen el modelo bajo el cual se desarrollará la prueba de concepto para el *Bot*. Este objetivo se plasma en la etapa 3 de la ilustración 3.

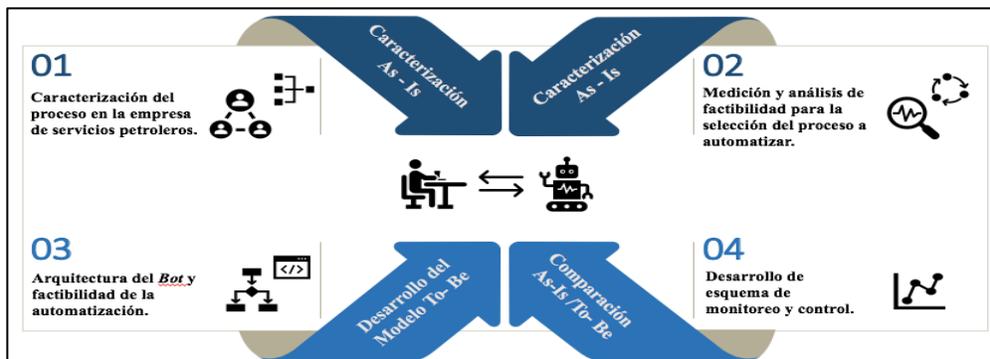


Ilustración 5: Fases prueba concepto. Autoría propia.

Fase 1: Caracterización del proceso en la empresa de servicios petroleros.

Para la caracterización del proceso de exportación en la empresa de servicios petroleros se indagó con los responsables de este, con el fin de determinar los subprocesos, actividades y participantes involucrados. A partir de esto se realizó la caracterización del proceso mediante las tablas integradoras basadas en el diagrama SIPOC.

¹ Cada variable está definida en el anexo 5.

Fase 2: Medición y análisis de factibilidad para la selección del proceso a automatizar.

La definición y priorización de los procesos de exportación se realizó con base en tiempos y errores. Para el análisis de los tiempos del proceso, se usaron las plantillas mencionadas en el anexo 1. Hoja E, donde se tomaron medidas en la empresa de servicios petroleros para cada uno de los subprocesos establecidos del proceso de exportación. Por un lado, para actividades como recepción y revisión del archivo de orden de compra, la asignación del vehículo y la respuesta de la solicitud de la planta requerida no fue necesario medir tiempos, ya que la empresa tenía definido acuerdos de servicio que incluyen los tiempos promedio de estas actividades. Por otro lado, aquellas actividades en donde sí se requirió tomar tiempos, fueron medidas a partir de 10 datos y se calculó el promedio de estos, dicho valor fue socializado con los dueños del proceso.

La medición de los errores en los procesos se realizó a partir de un análisis descriptivo de la información histórica, a través de la observación de tiempos muy altos en comparación con el proceso en estado estable e indagando al personal responsable del proceso la cantidad de errores presentados por cada actividad en la realización de 50 órdenes de compra. Se clasificaron las causas de los errores en cinco categorías: error humano, información incorrecta, error de planeación, error técnico e inadecuada comunicación².

Lo anterior contempló dentro del alcance la ejecución de las actividades, retrasos o incumplimientos de órdenes, devolución de responsabilidades, priorización errónea de la orden, envío de los productos a destino erróneo y ordenes de compras escaladas. Una vez se identificaban la cantidad de errores presentes por actividad, se calculó la probabilidad de que estos ocurrieran. Y así, se asignó el nivel de gravedad, siendo 1 muy bajo y 5 muy alto, donde cada uno de estos niveles conllevaba efectos de retrasos, gastos, pérdidas de material y ventas, generando diferentes costos por cada nivel de error.

La complejidad se evaluó por medio de la matriz de ponderación de factores que se observa en el anexo 2. Hoja J, la cual requiere de una definición de los pesos calculados por medio del análisis jerárquico analítico. Los valores de este análisis se determinaron indagando con los dueños del proceso en la empresa, a partir de la tabla de preferencia de criterios mencionada en el anexo 1. Hoja I, preguntando cuál factor es preferente por encima del otro.

Una vez conocidos los pesos de los factores, se determinaron los valores de la matriz de ponderación de factores para cada subproceso. Esta valoración se realizó indagando con los responsables del proceso, solicitando que asignara un valor entre 0 y 4 para cada factor según los parámetros descritos en el capítulo 6.

Fase 3: Arquitectura del Bot y factibilidad de la automatización.

Mapeo Subproceso elegido: orden de compra

En este diagrama se describió el subproceso de orden de compra con más detalle, mostrando las áreas involucradas, las diferentes decisiones que se deben tomar y las actividades que se deben realizar.

Selección del software y configuración del Bot

La factibilidad de la automatización incluyó la elección adecuada del software RPA para un eficaz funcionamiento del proceso. Si la solución propuesta a mejorar el proceso era tan compleja que solicitaba la intervención constante del equipo de tecnología para crear o modificar comandos del software, esto podría dificultar su implementación. Por lo tanto, el escoger el mejor software RPA fue clave para el éxito en la solución.

Se realizó una investigación profunda sobre las características de los tipos software más conocidos y usados a nivel global (UiPath, Blueprism y Automation Anywhere) con base a criterios como simplicidad, escalabilidad y aplicación de reglas de negocio estándar. Usando la matriz previamente definida en la ilustración 8 del capítulo 6, se llegó a un resultado de la elección de UiPath. Finalmente, se dio inicio a la configuración del Bot.

² La explicación de cada error se muestra en el anexo 5.

La configuración del *Bot* incluyó 2 módulos o *tracks* dado que el proceso completo requería la intervención por parte de otra área (planta requeridora). El primer track verificó la disponibilidad de los recursos según lo solicitado por la planta requeridora. El segundo track atendió a los requerimientos técnicos de exportación para finalmente crear la solicitud según los criterios analizados. El *Bot* fue creado con base a reglas de negocio analizadas y modeladas en el proceso, y siguiendo los comandos de configuración del software.

La elaboración del caso de negocio se dividió en dos partes: los beneficios económicos y los costos de inversión. El cálculo de los beneficios económicos se realizó de la siguiente manera: el beneficio en tiempo se contempló bajo la diferencia entre tiempos medidos con y sin *Bot*, este valor se multiplicó por el costo hora-hombre, el cual fue indagado con los dueños del proceso. El beneficio en errores se calculó a partir de la medición de errores realizada previamente donde por cada error se generó un costo de oportunidad, este valor se multiplicó por la diferencia de los errores sin *Bot* y con *Bot*. Los costos se clasifican en costos de inversión (implementación, licencia y capacitación) y costos mensuales de mantenimientos. A partir de estos se obtiene la utilidad adicional la cual es medida mediante indicadores financieros, tales como: VPN y TIR. Cabe resaltar que la EDSP definió una tasa de oportunidad del 10%.

Fase 4: Medición As-Is / To-be.

El modelo As-Is/To-Be se midió por medio de los siguientes indicadores. A continuación, se describe cada esquema de medición:

Criterios definidos para la medición del modelo As-Is y To Be	
1. Tiempo Actividad: se tomaron 10 datos del tiempo de la actividad.	5. Cantidad de personas en el proceso: se midió una vez ya que actualmente no es una variable aleatoria en el proceso.
2. Tiempo Proceso: se tomaron 10 datos del tiempo que transcurre desde que se inició la actividad hasta que termina.	6. Costo Oportunidad: se midió el costo para 5 actividades no logradas o no completadas.
3. Error porcentual: se contaron los errores obtenidos en la ejecución de 10 actividades	7. Ingreso semanal: hace referencia al ingreso semanal
4. Número de actividades realizadas por día: se midió 5 veces la cantidad de actividades realizadas en un día.	8. Efectividad: se midió la cantidad de actividades logradas sobre actividades posibles.

Tabla 1. Criterios As-Is / To Be

Cada uno de estos indicadores se analizó a partir de un gráfico de control con el fin de identificar su comportamiento actual y el comportamiento que se espera que tenga al implementar el *Bot*.

A partir de las hojas de vida elaboradas para cada indicador junto al esquema de medición, se realizó el análisis de medición As-Is/To-Be. Éste permitió identificar el cambio e impacto que generó la implementación del *Bot* en las actividades seleccionadas. Las hojas de vida se documentaron de forma conjunta con los dueños del proceso, con el fin de conocer aquella información específica del mismo. El esquema de medición se realizó a partir de los datos tomados de cada indicador, calculando un promedio entre estos.

5. Resultados

5.1. Caracterizar los procesos logísticos teniendo en cuenta proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes.

Como se mencionó anteriormente el proceso de exportación conlleva un número de subprocesos los cuales pueden variar según el tipo de empresa. Los subprocesos que generalmente componen un proceso de exportación son: a) orden de compra, b) preparación de documentos de exportación, c) embalaje y d) transporte.

Para un mayor entendimiento, se puede observar en la ilustración 6 la clasificación en niveles del proceso de exportación. El nivel superior que es el proceso que se va a analizar, el nivel intermedio que contiene 4 subprocesos y el nivel inferior que esta compuesto por 8 actividades.

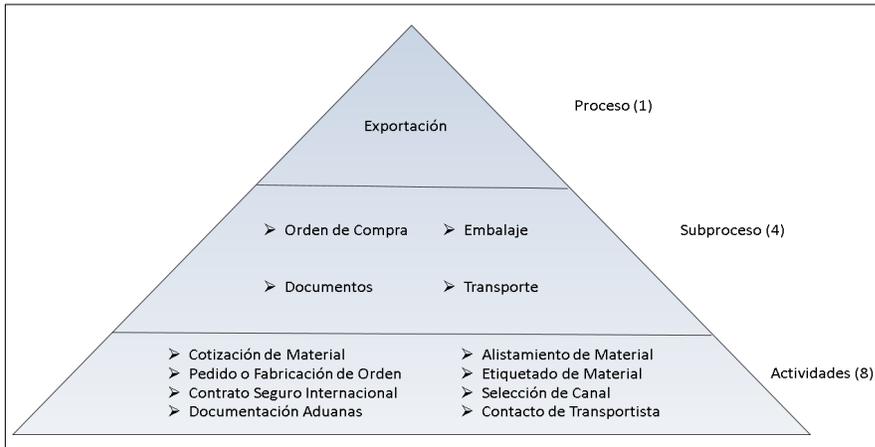


Ilustración 6. Clasificación del proceso de exportación. Autoría propia.

Adicionalmente, se construyó la tabla 2 que presenta una primera parte de la descripción de un subproceso (embalaje). Contiene las actividades implicadas, el tipo de actividad (proceso, decisión, inicio o fin), el flujo de información y/o material, el proveedor y cliente de cada actividad, las entradas y salidas del subproceso y para una mayor comprensión una columna de comentarios. Para este caso, el subproceso inicia con la recepción de la orden de compra, siendo esta la entrada (input), la cual es entregada al área de almacén (cliente) por el área de logística (proveedor), posteriormente el almacén alista el material para que allí mismo se proceda a realizar la actividad de empaque según el estándar, y así seguir con las actividades hasta finalizar el subproceso. La tabla completa se puede ubicar en el anexo 1. Hoja A.

Actividades	SUBPROCESO: EMBALAJE - PROCEDIMIENTO COMERCIAL							Comentario
	Cliente	Logística	Compras	Ventas	Almacén	Legal	Transportista	
Recepción orden de compra (Documentos Exportación)		→			←			Después de tener listos los documentos de exportación empieza el proceso de embalaje en el almacén.
Alistamiento de material					→			En el almacén se realiza el alistamiento del material según el tipo de material o producto.
Empaquetado según el estándar					→			Dependiendo de las características del material o producto este requiere ser empaquetado de forma tal que cumpla con los estándares establecidos.

Tabla 2. Subproceso: Embalaje. Autoría propia.

Para una adecuada implementación de RPA es necesario identificar el tipo de gestión que se acopla a un proyecto de carácter tecnológico. Se describieron dos estilos de gestión: predictivo y ágil. La gestión predictiva se caracteriza por ser una planeación rigurosa y exacta al presentar etapas y/o procesos dependientes con mínima variabilidad, mientras que la gestión ágil se enfoca en el cumplimiento de un objetivo que incurre en procesos variables otorgando una gestión más flexible, maleable y adaptable, como lo requiere la programación de un Bot mediante un software (Palacio, 2009). Dado lo anterior, se realizó una inmersión al estilo ágil comprendiendo las diferentes metodologías que este presenta, las cuales son SCRUM, KANBAN, LEAN Y CMMI para finalmente comparar cada metodología y seleccionar la que más se ajusta a RPA (anexo 5).

Una vez se identificaron y caracterizaron los cuatro subprocesos mencionados con sus respectivas actividades y las metodologías de gestión y control, se procedió a analizarlos y a encontrar la factibilidad de la automatización en alguno de estos. Adicionalmente, se desarrollaron modelos para medición de tiempos, errores

y complejidad de las actividades, con el fin de aplicar mediciones y controles del *Bot* en el subproceso que se seleccionará.

5.2. Analizar los procesos logísticos con miras a determinar la factibilidad para automatizarlos a través de la implementación de un Bot.

Plantilla medición de tiempos FTE

Para la construcción de esta plantilla inicialmente se clasificaron las actividades en: estratégicas, técnicas u operacionales. Una actividad estratégica es aquella que requiere de toma de decisiones, una actividad técnica es la que requiere de acciones no representativas pero que requieren de un conocimiento básico y una actividad operacional es aquella que se ejecuta bajo unos parámetros. Posteriormente, se midieron los tiempos de cada una de ellas sin implementar el *Bot* para así obtener el porcentaje de tiempo dedicado al proceso con respecto al tiempo total disponible (40 horas semanal) por un trabajador, dividiendo el tiempo total requerido sobre el tiempo total disponible en la semana. Esta plantilla se observa en el anexo 1. Hoja E.

Plantilla medición de errores

La plantilla tiene como finalidad analizar e identificar errores que se pueden presentar en los diferentes procesos logísticos. El error humano es inherente al desarrollo de algunas actividades, por este motivo es importante conocer la cantidad con la que ocurre y los efectos que pueden generar para así poder definir su gravedad. Un ejemplo de la plantilla de errores se encuentra en el anexo 1. Hoja F y la descripción del nivel de gravedad mediante el cual se mide cada uno de los errores esta en el anexo 1. Hoja H.

Adicionalmente, se realizó un diagrama de Pareto, como se puede observar en el ejemplo del anexo 1. Hoja G, mediante dos formas: por cantidad según tipo de error y por cantidad de errores por subproceso.

Plantillas de análisis cuantitativo y matrices de evaluación de procesos

El análisis jerárquico analítico es un planteamiento que ayuda en la toma de decisiones de los procesos, este se clasifica en 3 fundamentos particulares que son: psicológico, matemático y empírico. Cada decisión se basa en ciertos criterios y alternativas, por esta razón el primer paso es definir estas categorías. Los criterios son los factores (tiempo implementación, error, flexibilidad, duración actividad y repetitividad) y las alternativas son los subprocesos (orden de compra, documentos exportación, embalaje y transporte). Posteriormente se clasifica de la siguiente forma: criterio vs alternativa y alternativa vs alternativa. La escala de clasificación utilizada en las categorías mencionadas se observan en el anexo 1. Hoja I.

En este mismo anexo, se pueden observar las matrices realizadas para el análisis jerárquico analítico, en donde se da una clasificación entre criterios (factores) por cada alternativa (subproceso) evaluado, por ejemplo, en el subproceso de orden de compra el impacto del *Bot* (1) se considera un factor 7 veces más importante que los porcentajes de errores (0,14).

Este mismo procedimiento se realiza para cada subproceso y al final se obtiene las ponderaciones de cada criterio por alternativa. En el anexo 1. Hoja I, se calcula la ponderación de cada alternativa.

Para un análisis final, los valores anteriormente mencionados se multiplican por cada ponderación de los criterios por alternativa y se suman para obtener la ponderación final del criterio (factor) el cual se utiliza en la matriz ponderación de factores. Este resultado se encuentra en el mismo anexo.

Matriz de Ponderación de Factores

La matriz de ponderación de factores se basa en valorar los procesos o actividades a partir de diferentes factores, a cada uno se le da una ponderación entre 0 y 1, dependiendo de la importancia que este tenga en el proyecto. Ésta se calcula a partir del análisis jerárquico analítico presentado previamente. A cada actividad se le asigna un valor por factor que indica el impacto en dicha actividad. Cada uno de estos valores se multiplica por la ponderación del factor y al final se suman para finalmente obtener un total que califica a la actividad.

Como se puede observar en el anexo 1. Hoja J, las actividades a evaluar son todas aquellas que pertenecen al proceso de exportación, y los factores medidos son: impacto (refiere al cambio que puede generarse al implementar RPA en dicho proceso), flexibilidad del proceso (hace referencia a la adaptabilidad al cambio que tiene este), ambiente estable (se refiere a la estandarización de una actividad), errores (errores que se presentan en el proceso) y nivel de complejidad (dificultad de la implementación del *Bot* en dicha actividad). El valor asignado corresponde a una escala de 0 a 4, donde 0 es muy bajo y 4 muy alto.

Finalmente, con el fin de validar los subprocesos a automatizar se creó una plantilla en donde a partir de las herramientas usadas anteriormente se clasifican las actividades en aquellas que se pueden automatizar por RPA y aquellas que no, la información es presentada en el anexo 1. Hoja K.

Después de haber implementado los métodos para el análisis de tiempos, errores y complejidad de los procesos, se realizó el desarrollo del *Bot*, lo cual implicó el modelamiento de la configuración de éste y el desarrollo de actividades iterativas entre la configuración del software y el modelado del proceso. Lo anterior se realizó de forma conjunta con un análisis de negocio para analizar la factibilidad del proyecto.

5.3. Desarrollar un Bot que tenga la capacidad de ejecutar las tareas que hacen parte de un proceso logístico y cuya automatización es factible a la luz del análisis de variables cuantitativas y cualitativas.

Diagrama de flujo global del proceso:

En el proceso de exportación intervienen seis áreas entre las cuales están logística, compras, ventas, almacén, legal y el transportista. El proceso inicia con la solicitud generada por el cliente, esta se procesa a lo largo de la cadena pasando por las diferentes áreas, en donde se realiza la toma de decisiones que responden si la orden sigue en pie o si se rechaza y los posibles caminos por los cuales pasa la orden hasta su destino final.

La ilustración 7 representa el proceso de exportación completo según lo descrito anteriormente. El diagrama, que se puede observar en el anexo 3, ha sido ajustado de forma intencional debido al tamaño del mismo.

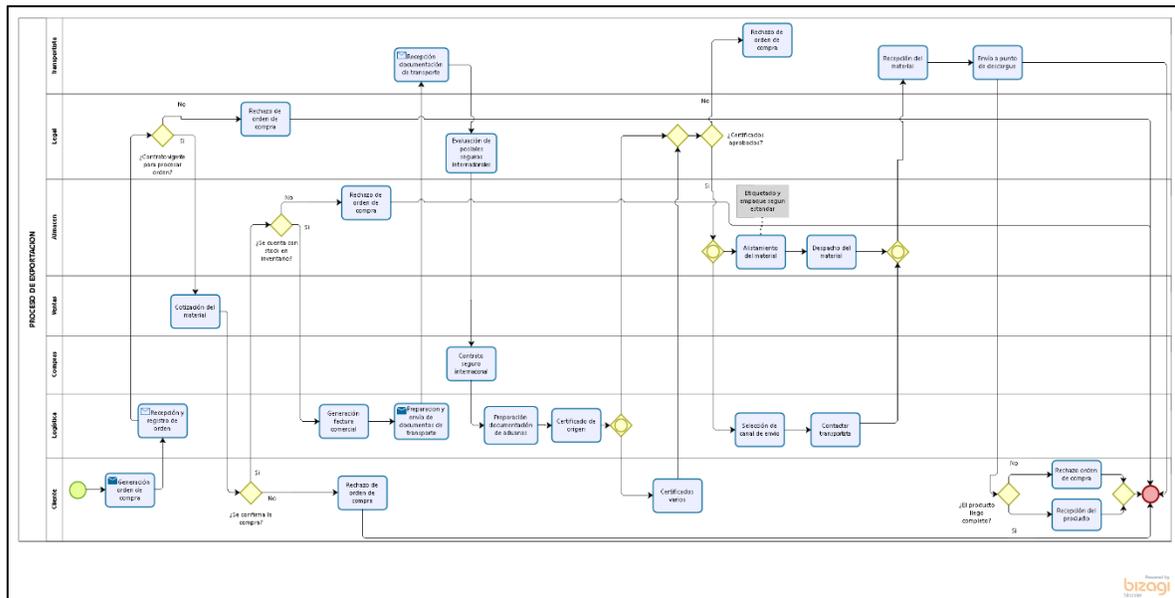


Ilustración 7. Diagrama de flujo del proceso de exportación. Autoría propia. Herramienta Bizagi

Selección de Software:

Como se mencionó anteriormente, el proceso de inmersión en RPA conlleva el trabajo con un aliado estratégico en la implementación de la herramienta, éste es el software que se va a utilizar para la creación del *Bot*.

Entre los más conocidos se encuentran: UiPath, Automation Anywhere, Blueprism, Workfusion, Automate y Pega Platform. En la ilustración 8 mostrada a continuación, se muestran los líderes actuales, según Forrester, entre los más destacados se encuentran: UiPath, Automation Anywhere y BluePrism.



Ilustración 8. Robotic Process Automation, Q2 2018. Jun 26th 2018. Fuente: The Forrester Wave

En el anexo 1. Hoja O, se puede encontrar la matriz de factores que permitió seleccionar el software óptimo para la implementación de RPA con un ejemplo del diligenciamiento de la plantilla. La matriz se mide a partir de 5 factores: compatibilidad, implementación, escalabilidad, licencia y seguridad. A cada factor se le asigna un valor entre 1-5 (siendo 1 el más bajo y 5 lo más alto) y están definidos uno por uno en el anexo 5.

La ponderación se debe asignar según el proyecto y según el criterio que considere la empresa ya que dependiendo de esto un factor puede ser más influyente o no.

Arquitectura y fases para la configuración del Software:

Para una correcta configuración del software es necesario seguir instrucciones y contar con recursos apropiados que permitan desarrollar el *Bot*. Existen 3 etapas a través de las cuales se puede modelar un proceso y desarrollar un *Bot*: 1. Asegurar disponibilidad de recursos, 2. Realizar una correcta configuración del software y 3. Realizar pruebas funcionales del *Bot* en donde se garantice el funcionamiento de cada paso del proceso.

A continuación, se explica cada una de las etapas para un mayor entendimiento:

Etapa 1: Disponibilidad de Recursos

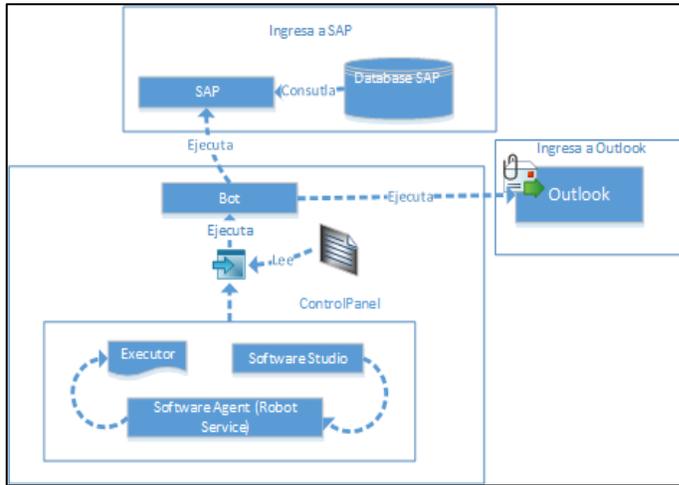


Ilustración 9. Disponibilidad de Recursos en conexión con el Bot. Ejemplo conexión a SAP y Outlook. Primera Etapa. Autoría Propia

La ilustración 9 representa un ejemplo del subproceso de orden de compra, en donde el *Bot* se conecta con herramientas disponibles (SAP, Outlook) a través de una integración que empieza con el funcionamiento del *Bot* por medio de un archivo que contiene credenciales de inicio (archivo control panel) para luego crear conexión con las herramientas. Adicional se muestra la integración que tiene el software para el funcionamiento del *Bot* que incluye el Software Studio (programa para desarrollar con código), Software Agent (*Bot* funcional) y Executor (ejecutor de los *Bots*).

Etapa 2: Configuración del Software:

Hace referencia a la exploración de la herramienta (software) y configuración del *Bot* paralelamente al diagrama de flujo del proceso. La ilustración 11 muestra la primera parte del diagrama de flujo en Bizagi del proceso de exportación y la ilustración 10 el flujo seguido por el *Bot* en el software según el diagrama. Se puede observar que en la configuración del *Bot* se siguen las mismas actividades definidas en el modelo de proceso, lo cual busca mantener la trazabilidad del mismo.

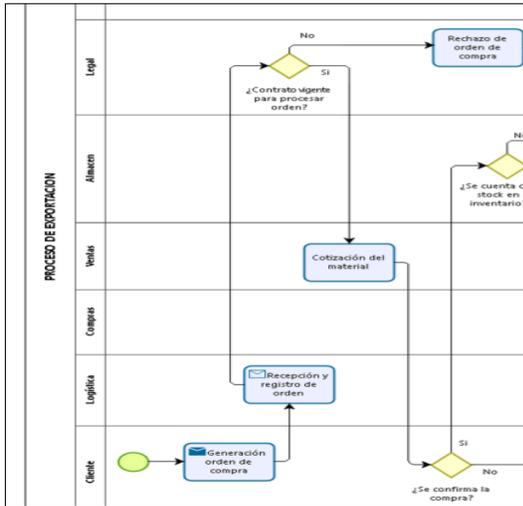


Ilustración 11. Primera parte del proceso de exportación.
Autoría Propia

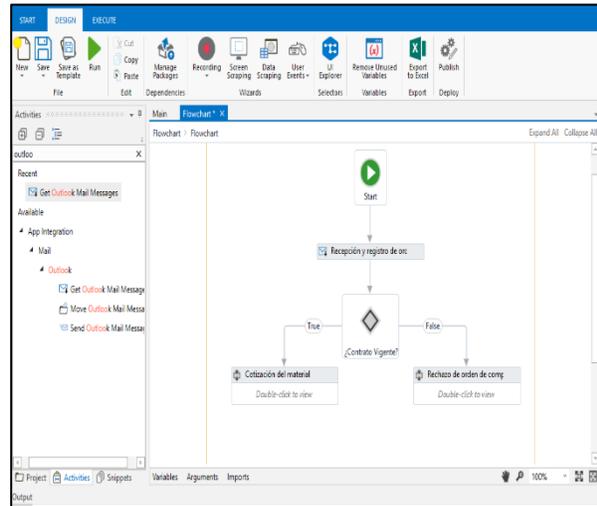


Ilustración 10. Captura de pantalla de la interfaz de configuración del Bot. Software UiPath

Etapa 3: Pruebas Funcionales del Bot

La última etapa relaciona las pruebas que se realizan cuando se presentan actividades clave, es decir, cada vez que se programa en el software una actividad debe probarse para garantizar el funcionamiento correcto del Bot. Estas pruebas se deben registrar en el formato establecido en la plantilla de iteraciones y cambios, anexo 1. Hoja Ñ, mencionado posteriormente en este documento.

Plantillas de actividades y flujos

Para un mejor entendimiento del funcionamiento del Bot con base al diagrama de flujo implementado en el proceso de exportación, se construye una plantilla en donde se relaciona la actividad que se debe hacer del proceso, la actividad como se ve en el software elegido y la descripción de la actividad en el software.

En el anexo 1. Hoja M, se puede observar cómo se relacionan las tres variables y en la tabla 3 se da un ejemplo de una actividad en el subproceso de generación de orden de compra.

Número	Actividad	Actividad en el software	Descripción
<Número de actividad>	<Nombre de la actividad en el subproceso>	<Cómo se realiza la actividad en el software>	<Paso a paso que realiza el Bot para hacer la actividad>
1	Ingreso a SAP y descarga de archivo en Excel	Creación y manejo de variables booleanas para validar que el archivo que se está descargando sea el correcto.	Ingreso a la plataforma SAP mediante credenciales proporcionadas, consulta del archivo de Excel y descarga en una ruta específica.

Tabla 3. Ejemplo track 1 del Bot.

Plantillas de iteración y cambios:

La ilustración 12 muestra un esquema de las plantillas propuestas que se utilizan para la estabilización del Bot después de haberlo implementado. El contenido de cada una de ellas se explica en el anexo 5.

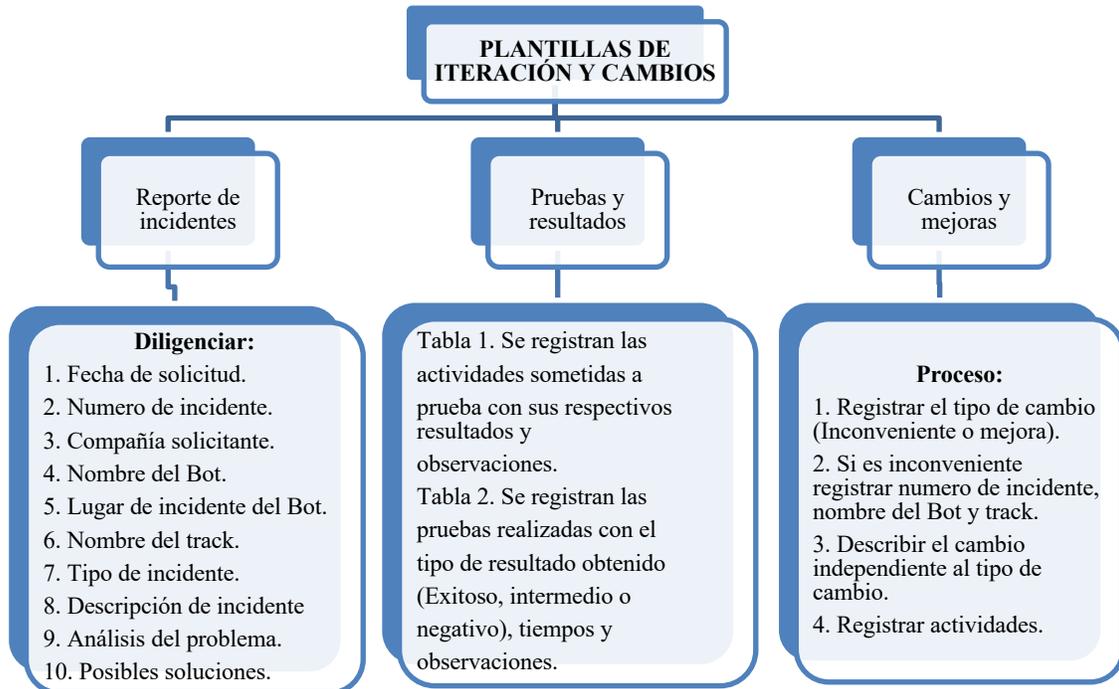


Ilustración 124. Esquema Plantilla de Iteración y cambios

Caso de Negocio:

El caso de negocio permite realizar un análisis financiero de los costos para conocer la rentabilidad que puede traer la automatización de ciertas actividades del proceso de exportación. Para el cual se definió un horizonte de planeación de un año, este se realizó a partir de los beneficios de ahorro en mano de obra y ahorro por disminución de errores vs los costos generados, así como se observa en la tabla 4. Los beneficios y costos que fueron tenidos en cuenta en el caso de negocio se explican con mas detalle en el anexo 5.

El VPN se calculó mediante la ecuación 1, donde I es la inversión requerida, Rn la rentabilidad por periodo, i hace referencia a la tasa de oportunidad y n al periodo.

$$VPN = -I + (\sum Rn)/(1 + i)^n \quad (1)$$

La TIR se calculó como el valor de la tasa de oportunidad cuando el VPN es cero, una forma alternativa y eficiente para su obtención es mediante el uso de la herramienta de análisis de datos “solver” de Ms. Excel.

Caso Negocio					
Beneficios	Tiempo				
	1 Mes	6 Meses	1 Año	18 Meses	2 Años
Beneficio en Costo Mano de Obra	5'000.00 0	3'000.00 0	30'000.00 0	30'000.00 0	30'000.00 0
Beneficio en Tiempo	20.000	800.000	900.000	500.000	400.000

Tabla 4. Beneficios caso de negocio. Autoría propia

Modelo de Blueprint:

En el anexo 1. Hoja P, se puede encontrar el modelo de *Blueprint* para la automatización de RPA. Como se puede observar en la ilustración 13, este se clasifica en 5 componentes: personas, tecnología, procesos, datos y gobierno. Las personas hacen referencia a los usuarios que intervienen en el proceso, tanto en las entradas como

en las salidas o durante el proceso. La tecnología es el software utilizado y demás herramientas (SAP y Microsoft) que son necesarias para la realización de la tarea y que influyen directamente en la creación del *Bot*. El proceso son todas aquellas actividades realizadas por el *Bot*, incluyendo entradas, salidas y demás factores que influyen en el resultado de este. Los datos son aquellas características que se pueden medir y que permiten analizar el proceso antes y después de la implementación de RPA. Por último, gobierno hace referencia a aquellas restricciones, instrucciones y controles que se deben tener sobre la implementación y uso del RPA en los diferentes procesos.

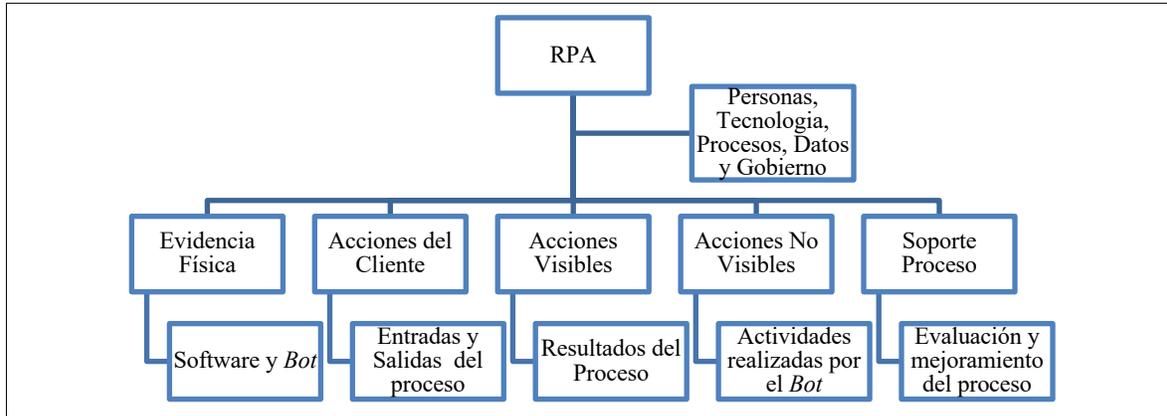


Ilustración 53. Esquema Blueprint

Una vez terminadas las plantillas de control, la matriz de selección de software y la arquitectura de configuración del *Bot*, se realizó un esquema de medición que permitió determinar el desempeño del *Bot* mediante indicadores, basados en las variables de las actividades.

5.4. Plantear un esquema de medición que permita determinar el desempeño logrado en las tareas, disminuyendo los tiempos de ejecución de estas, debido a la implementación del *Bot*.

Plantillas para hojas de vida

Las hojas de vida enmarcan cada uno de los elementos que se requieren para la creación de un indicador, en el anexo 1. Hoja Q, se encuentra la plantilla general de las hojas de vida de los indicadores con la explicación de la información que debe ser diligenciada en cada uno de los campos.

En el anexo 1. Hoja “Q1 a Q9”, se puede encontrar las hojas de vida de los indicadores seleccionados, diligenciados con la información base del indicador (nombre, descripción, objetivo, frecuencia de medición, unidad de medida). Este formato se tiene en cuenta en la prueba de concepto, en la cual se detallan los indicadores requeridos para medir el desempeño esperado en la EDSP, esta actividad se realiza en conjunto con los dueños del proceso de la empresa.

Gráficos de Control

En el anexo 1. Hoja S, se puede ubicar el modelo para realizar las gráficas de control que permite hacer seguimiento a cada uno de los indicadores y observar su comportamiento a lo largo del tiempo. Para esta gráfica se debe tener claro los límites de control superior (LSC) e inferior (LIC), el primero se calcula a partir del promedio (LC) sumando o restando la desviación estándar y el segundo multiplicando la desviación por un factor (Z) que se define según sea la variable. El enfoque buscado es que ningún valor supere los límites calculados para tener un control sobre la variable (indicador).

En la tabla 5 se puede observar un ejemplo de los datos presentes en la gráfica de control y de su respectivo diligenciamiento, donde solo se debe llenar el espacio de cantidad y el coeficiente de variación (Z), los demás valores se calculan automáticamente generando una gráfica como la presentada en la ilustración 14.

Indicador		Ejemplo				
Datos	Cantidad	LC	Z	Desviación	LCS	LCI
1	5	5,3	1	2,05750658	7,35750658	3,24249342
2	6	5,3			7,35750658	3,24249342

Tabla 5. Datos gráfico de control

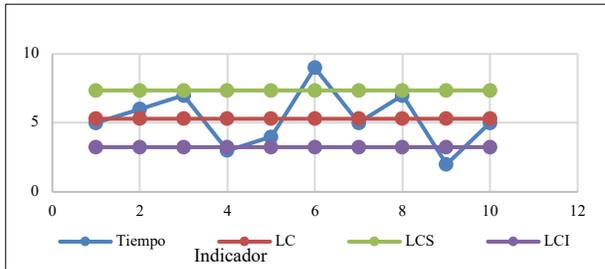


Ilustración 14. Gráfico de control.

Esquema de medición y control

En el anexo 1. Hoja R, se puede encontrar el esquema que permite controlar y medir cada uno de los indicadores seleccionados. Como se muestra en la tabla 6, este esquema señala por indicador una breve descripción de cada uno, la unidad de medida, el objetivo y las mediciones de las actividades antes y después de implementar el *Bot*. Por último, se incluye una conclusión acerca de los resultados del indicador. Se puede observar un ejemplo de uno de los indicadores a medir, donde se debe calcular el porcentaje de meta cumplida a partir de los tiempos medidos antes y después de la aplicación del *Bot*. Así se determina la diferencia porcentual y a partir de este resultado se le asigna un color que representa el impacto de la implementación del *Bot* en los indicadores, donde rojo hace referencia a que los indicadores disminuyeron su cumplimiento, amarillo es que los cambios oscilan dentro del patrón de estabilidad y verde que el proceso mejoró con la automatización del proceso.

Esquema de medición de indicadores									
Indicador	Ponderación	Descripción	Unidad Medida	Meta	As Is	As Is/Meta	To be	To be/Meta	Conclusiones
Tiempo Actividad	0,2	Tiempo de la actividad en ser realizada sin ninguna interrupción	Horas	4	6	1,5	2	0,5	Mejora en el indicador tras haber implementado el <i>Bot</i>
						150%		50%	
						-2			
						0-30	30-70	70-100	

Tabla 6. Esquema de medición de indicadores

Una vez desarrollado el esquema de medición con sus respectivas herramientas, se realizó la caracterización de los procesos de exportación para la empresa de servicios petroleros según las actividades y tiempos correspondientes. Además, se configuró e implementó el *Bot* a través de la herramienta UiPath, validando esta mediante pruebas de recorrido, mediciones del modelo y análisis de tiempos e indicadores. Finalmente se

desarrolló el plan de cierre de brechas el cual permite comparar el desempeño del proceso actual con el propuesto mediante el esquema de medición.

5.5. Crear una prueba de concepto para el Bot donde se va a evaluar el impacto que este puede generar en el proceso.

La ejecución de cada una de las actividades de la metodología ha sido documentada en el Anexo 2 que lleva por nombre Resultados, a continuación, se presenta el detalle de cada una de las actividades desarrolladas.

5.5.1. Fase 1: Caracterización del proceso en la empresa de servicios petroleros.

Como se puede observar en los diagramas SIPOC presentados en el anexo 2. Hojas A, B, C y D, el proceso de exportación manejado por la empresa de servicios petroleros varía en ciertas actividades y áreas en comparación del proceso a nivel macro. Tal como se describe en el anexo la EDSP define 4 subprocesos. El cambio más importante y general que se presenta en todos los subprocesos son las áreas participantes del proceso de exportación, las cuales para la EDSP son: planta requeridora, *Demand Planning*, *Warehouse*, transporte, almacén y despacho, logística y tercero. Otro cambio importante es el orden de los subprocesos ya que el embalaje se desarrolla antes del subproceso de documentos de exportación. En el anexo 5 se analiza por subproceso cada una de las variaciones que se presentaron.

5.5.2. Fase 2: Medición y análisis de factibilidad para la selección del proceso a automatizar.

Esta fase contiene el resultado de los siguientes pasos:



Ilustración 15. Pasos de la fase 2. Autoría propia.

Medición Tiempos

Ya habiendo caracterizado los procesos de exportación realizados por la empresa de servicios petroleros, se continuó con la medición de cada una de las actividades descritas con el fin de seleccionar aquellas posibles a automatizar con RPA. En el anexo 2. Hoja E, se pueden observar los datos de tiempos indagados y medidos, de igual forma, la empresa cuenta con un estándar de tiempos en el cual el proceso de exportación puede tardar como máximo 15 días por orden. El anexo 5 contiene la distribución del tiempo por cada subproceso.

Adicionalmente se cuenta con 3 días de holgura en caso de que uno de los subprocesos de exportación se tarde más del tiempo inicialmente establecido.

Se determinó el FTE para los cuatro subprocesos con el fin de determinar cuál de estos requiere un mayor tiempo de mano obra. Se obtuvo para el subproceso de orden de compra que se requerían 0,36 personas a la semana para su ejecución, es decir, que el 36% del tiempo disponible de una persona a la semana se dedica al desarrollo del subproceso. Para el subproceso de embalaje el porcentaje del tiempo dedicado a este fue del 4,7%, del subproceso de documentos de exportación fue del 20,4% y de transporte el cual es el que requiere de más tiempo de mano de obra fue del 81,2%. Podemos concluir que las actividades de transporte pueden ser realizadas por un solo operario, pero esta labor requiere de tanto tiempo que este operario no podría dedicarse a otras posibles labores.

Medición de errores

Los resultados de la medición de errores se muestran en la tabla 7. Esta contiene: a) los errores identificados en las dos primeras actividades en el subproceso de orden de compra b) su respectiva causa, c) cantidad de errores (tras la ejecución de 50 ordenes), d) probabilidad de ocurrencia y e) nivel de gravedad. Se observó que los errores con mayor probabilidad de ocurrencia fueron a causa del factor humano y a la vez la actividad con

mayor cantidad de errores fue recepción y revisión del archivo de orden de compra. Al omitir órdenes y al realizar mal la priorización de las mismas, se sesga la percepción de los dueños del proceso, es decir, se tiene una mayor motivación a procesar aquellas órdenes que presentan un mayor ingreso, descartando las órdenes de menor cuantía monetaria.

Finalmente, los resultados de la medición de errores se observan en el anexo 2. Hoja F y un ejemplo de estos se presentan en la tabla 7.

Actividad	Error	Causas	Cantidad	Probabilidad	Nivel de Gravedad
Generación de orden por parte de la planta requeridora.	A la hora de crear la orden de compra se ingresa mal el destino de esta.	Error humano: por falta de concentración, mala digitación y/o error de comunicación.	2	4%	3
	Se pide una cantidad errónea, es decir una cantidad superior a lo que dispone.	Información incorrecta: La cantidad disponible no es suficiente para cubrir la demanda, generando un reproceso (La planta requeridora debe pedir según el inventario disponible del proveedor (EDSP)).	5	10%	3
Recepción y revisión del archivo de Orden de compra.	Revisión errónea de la Orden de compra, omitiendo órdenes.	Error humano: Mal conteo e identificación de las ordenes.	10	20%	2

Tabla 1. Ejemplo- Resultados de la medición de errores

Adicionalmente, se obtuvo el costo de oportunidad por los errores cometidos en las actividades, es decir, el costo implicado tras cometer el error. Para esto se calcularon los gastos según el nivel de gravedad. Los errores con niveles de gravedad 1 (muy bajo) no generan un costo, los errores con nivel 2 (bajo) conllevan el costo de dejar de atender una orden bajo el supuesto de que los retrasos generados conllevan al incumplimiento con una orden o pedido, siendo este el caso más grave. Los errores con un nivel medio (3) generan un retraso y gasto, es decir, implican el costo de dejar de atender una orden más el gasto de los posibles errores. El costo de nivel de error alto (4) genera un gasto o pérdida de material y venta y el del nivel de gravedad muy alto (5) es el mismo del anterior agregándole el valor de la sanción, equivalente al 30% del valor de la venta promedio. Estos resultados se pueden observar en el Anexo 2. Hoja H.

Cabe resaltar que este costo de transporte se calculó como el 5% del ingreso por venta ya que este varía según la cantidad, obteniendo un valor de \$980.778 y que el gasto de pérdida de material se toma como el costo del material con mayor demanda.

Valor	Nivel de Error	Descripción	Costo Oportunidad	Costo (\$)
1	Muy Bajo	El error no genera ningún efecto negativo en la empresa.	El error no es tan grave para generar tener costo de oportunidad	-
2	Bajo	Genera un leve retraso en el proceso.	Costo de atender una orden	\$1.796.760
3	Medio	Genera un retraso y gasto.	Costo de atender una orden + Gasto posibles Errores	\$1.978.103
4	Alto	Genera un gasto o pérdida de material y venta.	Costo de una actividad + Gasto (perdida material)	\$4.296.760

5	Muy Alto	El error genera un gran problema financiero y gasto de material.	Costo de una actividad + Gasto (perdida material)+Sanción Financiera	NA
---	----------	--	--	----

Tabla 2. Niveles de gravedad de errores

A partir de esto se calculó el costo de oportunidad de cada error presente en las actividades, según el nivel de gravedad y la cantidad de errores, multiplicando el costo por la probabilidad de ocurrencia para la obtención del costo de oportunidad promedio necesaria para el caso de negocio y la medición de indicadores. De esta forma, se calcularon los ahorros en el caso de negocio con base a la disminución de los errores tras la implementación del *Bot*.

Diagrama Pareto

Una vez identificados cada uno de los errores para las actividades de los cuatro subprocesos, se procedió a determinar el subproceso que presentó una mayor cantidad de errores y así mismo la causa más frecuente de estos. Se realizaron dos diagramas Pareto que se encuentran en el anexo 2. Hoja G, con el fin de poder actuar sobre la mayor cantidad de errores posibles, haciendo énfasis en la causa y subproceso más relevante.

La realización de los Pareto se llevó a cabo de la siguiente manera: por parte del Pareto de los subprocesos se contó la cantidad de errores identificados por sub proceso, mientras que por parte del Pareto de las causas se definieron en primer lugar las posibles causas (error humano, error de planeación, error técnico e información incorrecta), cada error se clasificó según el tipo de causa y se contó la cantidad de errores que obtuvo cada causa. Ya con estos valores se realizó el Pareto de manera normal calculando las frecuencias que permitieron construir el diagrama.

Así como se puede observar en el anexo 2. Hoja G, el sub proceso que presentó más errores fue el de orden de compra. Se otorgó este resultado ya que es el subproceso que tiene más actividades, cada una de ellas repetitivas.

Análisis de factibilidad

El anexo 2. Hojas I y J, contiene los resultados de la medición de complejidad, como se mencionó en el capítulo 5, esta se basó en una matriz ponderación de factores, soportada por un análisis jerárquico analítico.

En el análisis jerárquico analítico se puede observar que el factor más influyente y preferente para los dueños del negocio en la implementación de RPA en el proceso de exportación fue el factor de ambientes estables. La razón principal fue la importancia de la estandarización de la actividad a automatizar. El segundo factor preferente fue el impacto, ya que este representa la importancia y relevancia que tendrá la implementación del *Bot* en dicha actividad. Como tercer factor se escogió la complejidad de la actividad, donde por temas de tiempos, disponibilidad de herramientas y alcance del proyecto, no era posible automatizar una actividad muy compleja por medio de RPA. El cuarto factor preferente fue la flexibilidad del proceso, ya que esta permite analizar qué tanto se puede adaptar el proceso a RPA. El factor menos preferente fue el error, esto se presentó principalmente por la poca presencia e impacto que tienen los errores en el proceso. Sin embargo, es un factor significativo, ya que con la reducción o eliminación del error se tiene una eficacia del 100%. Ya conociendo el peso de cada factor se realizó la matriz ponderación de factores, obteniendo un resultado final que indica el potencial de automatización. Esta se ubica en el anexo 2. Hoja J.

La selección de las actividades a automatizar se puede observar en el anexo 2. Hoja K, esta se basó principalmente en el análisis de complejidad, donde aquellas actividades posibles a automatizar fueron las que obtuvieron un puntaje en el potencial de automatización mayor a 2.5. A partir de este resultado se evaluó el tiempo y el tipo de actividad, seleccionando solo aquellas actividades que fueran de carácter operativo y estratégico y cuyos tiempos se enfocaban en la realización de una actividad ejecutada por un solo usuario. Por último, se analizaron los errores, donde aquellas actividades que presentaban errores con un nivel de gravedad 4 o 5 no era posibles automatizarlas. Adicionalmente se dio prioridad a las actividades cuyo error fue generado por causa humana. Con lo anterior se seleccionaron las actividades más aptas a ser automatizadas por RPA, las cuales se pueden observar en el anexo.

A partir de los criterios de selección mencionados previamente (medición de tiempos, errores, diagramas de Pareto, el análisis de factibilidad a automatizar y el alcance del proyecto) se seleccionó el proceso de orden de compra para llevar a cabo la implementación del *Bot*. Con esta selección se continuó a la siguiente fase enfocada directamente en el subproceso mencionado, sobre el cual se realiza el RPA.

5.5.3. Fase 3: Arquitectura del *Bot* y factibilidad de la automatización.

Esta fase contiene el resultado de los siguientes pasos:



Ilustración 15. Pasos Fase 3- arquitectura Bot. Autoría Propia.

Mapa de orden de compra

Modelo As-Is

El anexo número 3 contiene el diagrama de flujo del modelo As-Is, que representa el subproceso escogido a automatizar por el *Bot*, el cual fue orden de compra. Se definió en detalle las actividades necesarias a realizar, las decisiones requeridas (compuertas del mapa de Bizagi) y los responsables del proceso (planta requeridora, Demand Planner y Warehouse). La ilustración 16 muestra la parte inicial del diagrama para dar un mayor entendimiento.

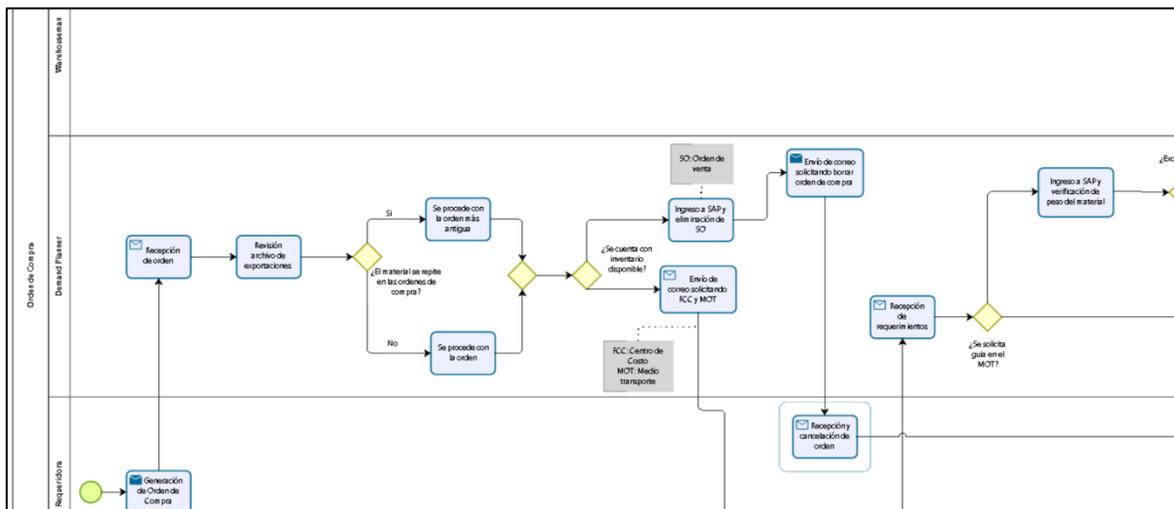


Ilustración 16. Diagrama de flujo modelo As-Is

Modelo To-Be

El anexo número 3 contiene el diagrama de flujo del modelo To-Be, que representa el subproceso de orden de compra. Al igual que en el anterior modelo se definió en detalle las actividades necesarias a realizar, las decisiones requeridas (compuertas del mapa de Bizagi) y los responsables del proceso.

En el modelo To-Be, el Demand Planner es reemplazado por el *Bot*, y las actividades que realiza están agrupadas de manera más eficiente. Dicha agrupación de actividades se menciona más adelante en la ilustración 17 de configuración del *Bot*. La ilustración 17 muestra la parte inicial del diagrama para dar un mayor entendimiento.

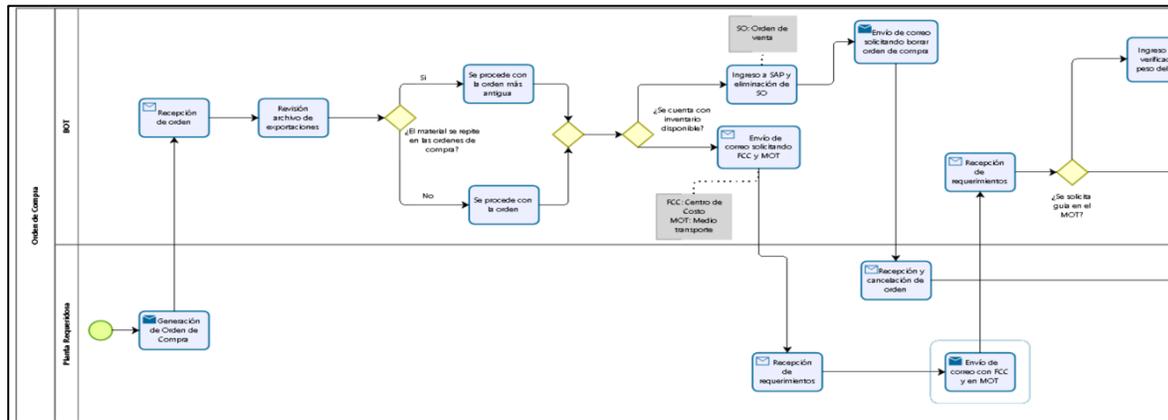


Ilustración 17. Diagrama de flujo modelo To-Be

Escenario

A pesar de que las exportaciones no son el *core* del negocio de la EDSP, son una parte importante debido a que su objetivo es suplir las necesidades de materiales de las diferentes plantas requeridoras a nivel mundial en donde la empresa se encuentra presente. A partir de esto, el subproceso inicial en el proceso de exportación es la orden de compra, la cual es generada por una planta requeridora del material en la EDSP. El procedimiento de esta actividad tiene como primer participante al *Demand Planner* (DP) de la planta de origen del material, el cual es el encargado de revisar y priorizar las órdenes mediante el archivo de Excel de exportaciones.

A continuación, se menciona el flujo actual de actividades requeridas para el subproceso orden de compra, este fue automatizado por medio del módulo o *track 1* mencionado en el capítulo de arquitectura y configuración del *Bot*.

- El DP debe ordenar el archivo de Excel por fecha, de la más antigua a la más reciente con el fin de que si en varias órdenes se repite algún material se procesa la orden más antigua.
- Se deben filtrar las órdenes que aún no cuentan con solicitud de exportación, dicha solicitud se encuentra en el archivo con un número de identificación, el cual es de cuatro dígitos.
- Sobre dichas órdenes de compra se debe revisar la disponibilidad de inventario para procesarlas, el inventario se encuentra en la columna denominada 9001 del archivo de Excel mencionado.
- Una vez se verifica que se cuenta con inventario disponible se procede a enviar un correo a la planta requeridora solicitando el modo de transporte y centro de costos al cual se cargarán tanto los costos del material como los de envío.
- Si no se cuenta con inventario el DP ingresa a SAP y borra la orden de venta.
- Se envía un correo a la planta requeridora informando y solicitando la cancelación de la orden.

La segunda parte del proceso conforma el *track 2* del *Bot*, este inicia con la recepción del correo por parte de la planta requeridora con la información solicitada por parte de DP. A continuación, se muestra el flujo de actividades requeridas para este proceso:

- DP revisa los requerimientos solicitados (centro de costo y modo de transporte).
- Si en el modo de transporte se solicita guía de ruta se debe buscar el medio de transporte más económico, se tienen tres tipos de transporte: a) Courier (tercerización) b) océano (vía marítima) y c) aéreo consolidado (vía aérea).
- Se define el envío ingresando a SAP, se revisa el peso del material multiplicando por la cantidad solicitada en la orden. Si excede los 50 Kg no se puede enviar por Courier, por lo cual se valida el envío marítimo o aéreo.
- Si no se exceden los 50 Kg se procede a enviar Courier.
- Una vez se cuenten con estos datos, DP procede a enviar la información por medio de un correo a Warehouse (WH), quien es el departamento encargado de generar la solicitud de exportación.

- f) El WH diligencia la información solicitada en el portal de exportaciones (número de la orden de compra, planta proveedora, orden de venta, planta de destino, nombre del material, contactos de la planta de origen y el coordinador de las exportaciones. (Estos datos se encuentran en el archivo de Excel de exportaciones y en el correo enviado por el DP).
- g) Se envía un correo a los contactos de la planta de origen del material solicitando procesar la exportación con el número asignado a ésta, dejando copia al coordinador de exportaciones.

Selección del Software

Basado en el informe *Forrester Wave* de RPA de 2018 mostrado en la ilustración 4 de los resultados del capítulo 6, los principales proveedores líderes en el mercado son Automation Anywhere, UiPath y Blue Prism. En el Anexo 5 se muestra el análisis realizado para la selección de la herramienta RPA, y a partir de este se realizó el diligenciamiento de la matriz de factores que ayudó a una mejor elección.

- a) **Automation Anywhere:** Es un proveedor de software de automatización de entrega de servicios basado en los EE. UU. Establecida en 2003, la compañía brinda soluciones para automatizar los procesos de negocios mediante la combinación de RPA y tecnologías inteligentes de automatización / cognitivas (aprovechando el procesamiento del lenguaje natural y las capacidades de aprendizaje automático).

Seguridad	Compatibilidad	Escalabilidad	Implementación	Licencia
<ul style="list-style-type: none"> • Usa el modo invisible y la desactivación del teclado. • Admite tiendas de credenciales de terceros con criptografía y gestión de claves empresariales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se integra con sistemas de terceros, incluidos CRM, facturación, ERP, Analytics. • Capaz de extraer datos de diferentes tipos de archivos y fuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrece 4 niveles de integración (UI, API, SO y base de datos) para admitir la ampliación de la automatización según las necesidades del cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> • 1-4 semanas. • Puede ser alojado por el cliente, por un proveedor de servicios BPO en asociación con el proveedor o por nubes públicas como Microsoft Azure y Amazon. 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 días de licencia gratis.

Tabla 3. Características de software. Automation Anywhere.

- b) **BluePrism:** Es un proveedor de software RPA que cotiza en bolsa. El objetivo de la empresa ha sido producir software de automatización de nivel empresarial que pueda ampliarse, configurarse, optimizarse y gestionarse de forma centralizada.

Seguridad	Compatibilidad	Escalabilidad	Implementación	Licencia
<ul style="list-style-type: none"> • Permite que las contraseñas sean completamente privadas y, al mismo tiempo, proporcionan una supervisión completa de su uso al equipo de seguridad de TI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funciona en múltiples plataformas y tecnologías (mainframe, aplicación de Windows, aplicación WPF, Java, SAP, Exchange, aplicaciones personalizadas, Citrix, cliente pesado, cliente ligero, servicios web, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Brinda flexibilidad para ajustar la cantidad de recursos asignados según las demandas comerciales. • Permite una escala rápida al aprovechar los objetos y bibliotecas reutilizables. 	<ul style="list-style-type: none"> • 14-12 semanas. • Puede ser alojado por el cliente, por un proveedor de servicios BPO en asociación con el proveedor o por nubes públicas como Microsoft Azure y Amazon. 	<ul style="list-style-type: none"> • No tiene licencia gratuita.

Tabla 4. Características de software BluePrism

- c) **UiPath:** Es un proveedor de tecnología RPA que proporciona una plataforma de software para ayudar a las organizaciones a automatizar sus procesos. Los *Bots* de software UiPath se integran con

otros sistemas a través de su capa de presentación. Hasta la fecha, el software se ha utilizado principalmente para automatizar los procesos de negocios, pero el proveedor también está reportando las aplicaciones de UiPath en la automatización de TI.

Seguridad	Compatibilidad	Escalabilidad	Implementación	Licencia
<ul style="list-style-type: none"> Escalable, totalmente integrado y equipado con un instrumento centralizado para la gestión de clase empresarial, seguridad, cumplimiento, soporte y capacidad de auditoría. 	<ul style="list-style-type: none"> Funciona con sistemas heredados, aplicaciones basadas en la nube y en la web, y es totalmente compatible con las aplicaciones SAP, Citrix y Java. 	<ul style="list-style-type: none"> Puede poner en cola grandes volúmenes de transacciones. Es autónomo y está programado para ejecutarse sin supervisión. 	<ul style="list-style-type: none"> 2-4 semanas. Permite que sus soluciones se alojen en las instalaciones del cliente, en el servidor / nube privada del socio de BPO o en nubes públicas como Microsoft Azure. 	<ul style="list-style-type: none"> 60 días de licencia gratis.

Tabla 5. Características de software UiPath

A partir de los criterios anteriormente mencionados se diligenció la tabla 12 en donde se otorgó un puntaje total a cada software dependiendo del estudio. El software con mayor puntaje fue UiPath, teniendo en cuenta dichos factores y la licencia de prueba por 12 semanas que ofrecía para la configuración del *Bot*. Esta licencia cuenta con todas las funcionalidades de la herramienta.

Factor/ Software	Ponderación	blueprism®	UiPath	AUTOMATION ANYWHERE
Compatibilidad	0,2	4	5	2
Implementación	0,2	3	4	3
Escalabilidad	0,2	3	3	4
Licencia	0,2	2	5	3
Seguridad	0,2	4	2	3
Total	1	3,2	3,7	3

Tabla 6. Matriz de calificación de software

Configuración del *Bot*

Como se mencionó anteriormente, la configuración se realizó por medio de 2 módulos o *tracks* que describen el proceso como lo realiza el *Bot*. Las ilustraciones 18 y 19 y las tablas 13 y 14, describen cada módulo con sus respectivas actividades y el paso a paso seguido por el *Bot* para cumplir con los requerimientos.

Track 1



Ilustración 18. Procedimiento realizado por el *Bot* en el track 1.

MÓDULO 1			
No.	Actividad	Actividad en el software (UIPATH)	Descripción
1	Validar requerimientos del producto en el archivo de Excel	Lectura de la tabla de Excel mediante ciclos For y variables que contienen índices y contadores	Se realizan varios filtros hasta llegar a la información requerida de cantidad de material disponible
		Creación de una tabla interna por medio de la tabla que contiene la información ya filtrada	
2	Envío de correo a la planta requeridora	UiPath contiene una actividad del paquete de Outlook que realiza el envío de los mensajes. Se utilizan también ciclos FOR y variables input y output	Ingreso a Outlook y envío de mensaje según corresponda
3	Ingreso a SAP y borrar orden de compra (solo en caso que no exista material)	Configuración mediante selectores del acceso a SAP.	Ingreso a la SAP para eliminar la orden de compra según corresponda

Tabla 7. Plantilla de iteraciones track 1

Track 2



Ilustración 19. Procedimiento realizado por el Bot en el track 2

MÓDULO 2			
No.	Actividad	Actividad en el software (UIPATH)	Descripción
1	Recepción de correo por parte de la planta requeridora y revisión de requerimientos	UiPath contiene una actividad del paquete de Outlook que valida la recepción de los mensajes. Se utilizan también ciclos FOR y variables input y output	El <i>Bot</i> ingresa a Outlook y valida todos los mensajes según el remitente
2	Ingreso a SAP para validar peso del material	Configuración mediante selectores del acceso a SAP. Uso de condicionales IF y variables booleanas para validar pesos	Ingreso a SAP para validar peso y si excede los 50 kg.
3	Generación de ER y envío de correo	Configuración de Outlook para envío de correo	Ingreso a Outlook y envío de mensaje según corresponda

Tabla 8. Plantilla de iteraciones track 2

Mediante capturas de pantalla mostradas en el anexo número 4, se representó la ruta que sigue el *Bot* dentro del software y se explicó a que hace referencia cada diagrama. Un ejemplo de lo anterior se muestra a continuación y hace referencia a la búsqueda de información que hace el *Bot* en el archivo de Excel según la cantidad solicitada de cada producto y a la decisión que toma si encuentra material disponible (envío de correo al interesado informando la respuesta o ingreso a SAP para eliminar la solicitud). Cada actividad se busca y se arrastra al panel del software, sin incluir líneas de código, para configurar la decisión que debe tomar el *Bot*.

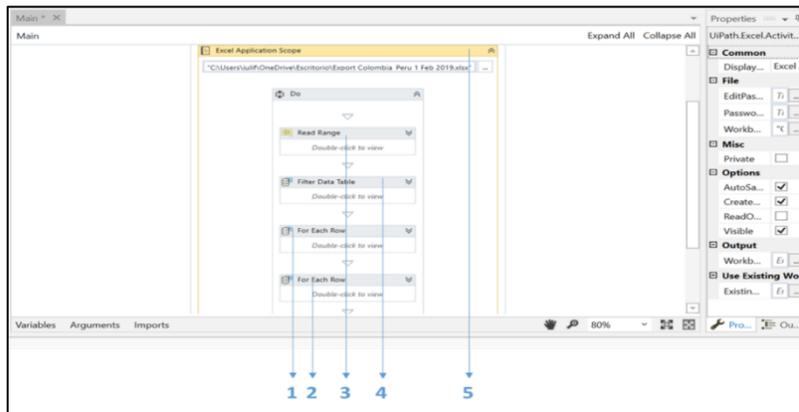


Ilustración 20. Captura de pantalla del procedimiento seguido por el Bot en el software.

En términos de la configuración del *Bot* y como se puede observar en la ilustración 20, se inicia con un “*Excel application Scope*” (número 5) que es la actividad asignada para trabajar dentro de Excel, una vez el *Bot* ingresa a Excel se llama otra actividad, *Read Range* (número 3), que permite capturar la información que contenga Excel en una tabla, después se llama la actividad “*Filter data table*” (número 4) que realiza un filtrado de la tabla previamente capturada, para después recorrer cada fila de la tabla con la actividad “*For each row*” (número 1 y 2) y validar la cantidad disponible de cada material.³

Caso Negocio

Supuestos Financieros

- El ingreso por orden adicional que el *Bot* realice es de \$1.796.760, obtenido de un promedio de las ventas de la data histórica de la EDSP, calculado en el anexo 2. Hoja H.
- El costo de transporte se calculó como el 10% del valor promedio del ingreso por venta. Donde éste hace parte del cálculo del costo de oportunidad, observado en el anexo 2. Hoja H.
- El costo de oportunidad que se puede evitar por error. Se determinó como el promedio de todos los errores presentes en el anexo 2. Hoja F.
- La tasa de oportunidad se indagó con los dueños del proceso, con un valor de 0,1.

En el anexo 2. Hoja N se puede observar el resultado del caso de negocio. Tanto los beneficios como la inversión se calcularon como se mencionó en la metodología, dependiendo del beneficio y del costo, estos se proyectaron en el tiempo establecido, y de esta forma permitieron entender el análisis económico de factibilidad del proyecto en el corto, mediano y largo plazo.

Actualmente, la EDSP en el proceso de exportación ha generado ingresos mensuales entre \$600.000.000 y \$900.000.000. Sin embargo, existen solicitudes que no son atendidas y que por tanto generan pérdidas de valor asociadas a la demanda no satisfecha, generando costos de inventario por la poca rotación de este, ya que el material que se exporta es aquel que ha estado por más de 12 meses almacenado. El soporte del caso de negocio y los flujos positivos asociados a los beneficios, está enmarcado en una reducción de los tiempos de ejecución los cuales se ven reflejados en un ahorro de la mano de obra y en la reducción de errores basados en el costo de oportunidad de estos.

Como resultado de la evaluación del caso de negocio, se analizó que el beneficio en tiempo es más representativo en comparación al beneficio por disminución de errores en el subproceso orden de compra, siendo estos bajos por la poca presencia de errores en ambos modelos.

³ En caso de requerir mayor información de cada actividad realizada por el *Bot*, el sitio web: <https://studio.uipath.com/> incluye una guía de usuario que permite entender cada actividad que posee UiPath con sus variables de entrada y salida.

Los beneficios por ahorro de tiempo se vieron reflejados en la disminución de los costos de mano de obra en el subproceso de orden de exportación, siendo este beneficio mensual de \$6.533.579. Sin embargo, el tiempo liberado del personal se utiliza para la reasignación de este a otros procesos que generan valor para la compañía. A lo largo de un año, se esperará obtener una utilidad adicional de \$43.535.897, la cual es medida mediante el valor presente neto de la inversión, correspondiendo a un valor de \$10.025.475. Al ser este un valor positivo, el proyecto se considera aceptable. La TIR da resultado de 15.7% lo que quiere decir que el proyecto recuperará la inversión en más del 15%. Adicionalmente se obtuvo que el retorno a la inversión será en 6 meses aproximadamente.

5.5.4. Fase 4: Medición As-Is / To-be.

Una vez realizada la caracterización del proceso, la configuración del *Bot*, la selección de las herramientas y la rentabilidad del proyecto, se procedió a la ejecución y medición del modelo a través de indicadores que se describen en las hojas de vida, se miden en un escenario teórico y en gráficos de control y se analizan en la medición de impacto. Esta fase contiene los siguientes pasos:



Ilustración 21: Pasos fase medición As-Is/To-Be

Hojas de Vida

Para la adecuada medición de los indicadores se diligenciaron las hojas de vida de cada uno de estos con el fin de aclarar y describir cada uno de los componentes que hacen parte de cada uno. En el anexo 2. Hoja Q, se puede observar que la gran mayoría de los indicadores miden la productividad del proceso, son periódicos y están asociados a actividades repetitivas. La tabla 15 presenta el resultado del indicador de tiempo por actividad como ejemplo para entendimiento del lector.

Hoja de Vida Indicadores			
Nombre Indicador		Tiempo por actividad	
Actividad		Recepción y revisión del archivo orden de exportación	
Área		Demand Planning	
Clasificación del Indicador	Productividad	Eficiencia	Eficacia
	X		
Fórmula	Tiempo finalización- Tiempo de inicio	Unidad de Medida	Minutos
Descripción	Es el tiempo que toma la actividad en ser realizada sin ninguna interrupción alguna.		
Meta	90	Frecuencia Medición	Semanalmente
Alertas	En términos de		
	Rangos	>90	90 <90
Acompañamiento	Periódico	Acumulado	Otro
	X		
Fuentes de la información	Hora ingreso de orden de exportación, hora que se filtra y organiza información.		
Responsable(s) de seguimiento y reporte	Francisco Villa	Responsable de establecer la meta	Francisco Pérez

Tabla 9. Hoja de vida indicador Tiempo por actividad

Medición Escenario Teórico

El resultado de esta medición se puede observar en el anexo 2. Hoja T, este anexo es aquel que brinda la información de entrada para los anexos del caso de negocio, gráficos de control y esquema de medición, en este sentido, a cada indicador se le calculó el promedio, y a partir de este valor se realizaron los otros cálculos. Adicionalmente los tiempos de las actividades en la medición To-Be se unificaron ya que el *Bot* realiza ciertas actividades en un ciclo iterativo haciendo más eficiente el proceso. Como resultado de lo anterior se consiguieron 3 actividades para el track 1 y 2 actividades para el track 2.

Gráfico de Control

Se realizaron gráficos de control con el fin de conocer el comportamiento de cada uno de los indicadores tanto en el modelo As-Is como en el To-Be, para esto se crearon dos anexos diferentes. En el anexo 2. Hoja S se observan las gráficas de control de los indicadores para el modelo actual y en el anexo 2. Hoja S (2) se encuentran todas las gráficas de control una vez implementado el *Bot*.

El principal cambio que se observó entre las gráficas de control de ambos modelos fue que los indicadores relacionados con los errores pasan a ser totalmente controlados y constantes ya que la implementación del *Bot* no presentó ningún error en las mediciones que se llevaron a cabo. Dentro de este análisis se incluyó el indicador de efectividad que también pasó a ser totalmente constante y controlado debido a la gran efectividad que demostró el *Bot* en la realización de las actividades. Sin embargo, se puede observar que las gráficas de los indicadores de actividades realizadas e ingreso semanal siguen presentando muchas variaciones en ambos modelos, esto se da principalmente por la variabilidad que se tiene en la cantidad de ordenes disponibles por semana, ya que en ciertas semanas la demanda es mayor que en otras.

Las ilustraciones 22 y 23 presentan los gráficos de control que se obtuvieron del indicador de tiempo por actividad tanto en el modelo As-Is como en el modelo To-Be.

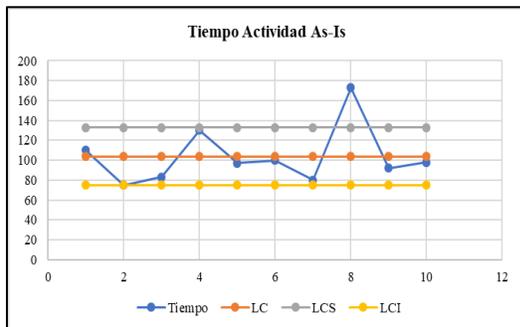


Ilustración 22: Gráfico de control Tiempo Actividad As-Is

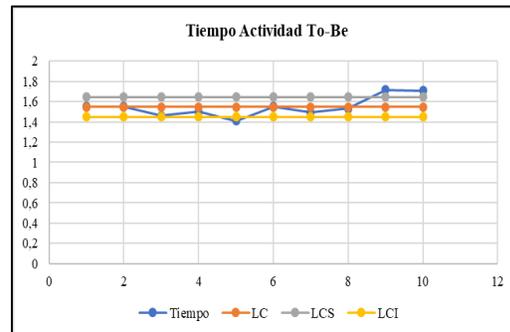


Ilustración 23: Gráfico de control Tiempo Actividad To-Be

Medición de Impacto

En el siguiente diagrama de árbol se resumen los KPI'S con sus respectivos resultados para los modelos As-Is (Azul) y To-Be (Naranja).

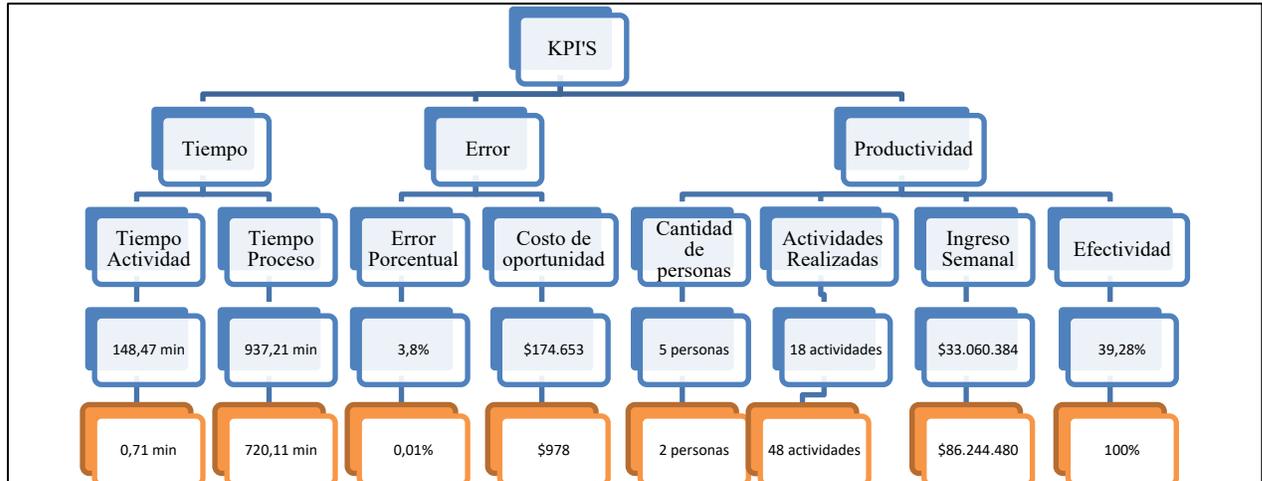


Ilustración 24. Esquema- Resultados medición de KPI'S

Para la medición de impacto como se mencionó previamente, se realizó un esquema de medición que permite comparar los indicadores en el modelo As-Is y To-Be, este se puede observar en el anexo 2. Hoja R.

- A) Tiempo Actividad: el indicador de tiempo de actividad fue aquel que presentó mayor diferencia entre ambos modelos mejorando el indicador en un 8209% ya que la actividad pasó de hacerse en 148 minutos a 1,55 minutos, cumpliendo significativamente con la meta (este no tiene en cuenta el tiempo de respuesta de la planta requeridora por esto es un beneficio absoluto tras la implementación del *Bot*).
- B) Tiempo Proceso: este indicador muestra una mejora del 46% entre ambos modelos, sin embargo, esta no es tan notoria principalmente por el tiempo de respuesta la cual no fue automatizada y que equivale al 81% del tiempo del proceso (720 minutos).
- C) Porcentaje de error: a pesar de que el proceso actual no presentó muchos errores, el indicador en el modelo To-Be mejoró reduciéndolo a 0 errores. Esto debido a que el *Bot* no es susceptible al error humano como lo puede ser la distracción, cansancio, estrés, etc.
- D) Costo Oportunidad: el indicador mejoró debido a la reducción de errores, pero de igual modo en ambos modelos se cumple con la meta establecida la cual es el costo promedio de oportunidad calculado en la medición de errores.
- E) Cantidad de Personas: con la intervención del *Bot* el número de personas participantes en el proceso se redujo a 3 que son: el *Bot*, la planta requeridora y un *demand planer* que controle y active el *Bot*. Mejorando el indicador en un 150%.
- F) Actividades Realizadas por semana: en este indicador se tiene una meta de 50 actividades realizadas por semana, a pesar de la efectividad del *Bot*, este depende de la disponibilidad de órdenes que haya en esa semana, razón por la cual el indicador da un resultado del 96%, ya que en las ordenes medidas, no en todas existía la demanda de las 50 órdenes o más. Sin embargo, se puede observar una mejora de más del 50% en relación con el modelo As-Is.
- G) Ingreso Semanal: este indicador es directamente proporcional al número de actividades realizadas, obteniendo el mismo efecto que el anterior. Sin embargo, se cumple en un 86% la meta evaluada en \$86.244.480 semanales. Cabe resaltar que al ser el ingreso un promedio de las actividades medidas, si una de estas fue muy baja afecta directamente el resultado del indicador.
- H) Efectividad: dado que la meta es del 80% de cumplimiento, al *Bot* al tener una efectividad del 100% el indicador pasa de cumplirse de un 50% a un 125%.

Evaluando todos los indicadores, el modelo As-Is cumple con un 151% y el modelo To-be cumple con el 2433%, con una diferencia porcentual a favor de este último del 95%, demostrando a nivel de los indicadores el impacto que tiene la implementación del *Bot* en el proceso de exportación tal como se observa en la tabla 16.

Esquema de medición de Indicadores						
Indicador	Unidad Medida	Meta	As Is	As Is/Meta	To be	To be/Meta
Tiempo Actividad	Minutos/Orden	127	148,47	86%	1,55	8209%
Tiempo Proceso	Minutos/Orden	1440	937,20	154%	720,66	200%
Porcentaje Error	Porcentaje	5,0%	3,8%	132%	1,0%	500%
Costo Oportunidad	Costo/error	\$ 103.413	\$ 16.706	619%	\$ 1.034	10000%
Cantidad Personas	Cantidad/mes	5	5	100%	2	250%
Actividades realizadas por semana	Cantidad	50	18	37%	48	96%
Ingreso	Ingresos/Semana	\$ 100.000.000	\$ 33.060.384	33%	\$ 86.244.480	86%
Efectividad	Porcentaje	80,00%	39,28%	49%	100,0%	125%
				151%		2433%
0,94						
		0-30	30-70	70-100		
Rangos diferencia porcentual						

Tabla 10. Resultado esquema de medición de Indicadores.

Teniendo en cuenta el problema planteado en la justificación, el cual busca desarrollar un método para el análisis de factibilidad e implementación adecuada de tecnología robótica en procesos logísticos, se seleccionó una empresa que desempeñaba procesos logísticos y permitiera la aplicación del modelo evaluando la factibilidad de automatización de su proceso. El trabajo de grado respondió a un modelo que está conformado por 4 fases: a) la caracterización y análisis del proceso a nivel macro b) la selección del proceso a automatizar, c) el diseño y análisis de factibilidad y d) medición del Bot en el proceso. Finalmente, una quinta fase aplicaba el modelo descrito en las fases anteriores

Analizando el alcance del trabajo, la caracterización y análisis del proceso, el proyecto se enfocó en el proceso de exportación, debido a que es uno de los procesos logísticos de la EDSP con actividades repetitivas, monótonas y estandarizadas, siendo una oportunidad de mejora. La caracterización se realizó con el objetivo de: conocer cómo se realiza el proceso, las áreas involucradas, responsabilidades, entradas y salidas del proceso y toma de decisiones. La selección se basó en la medición del proceso en temas de tiempo, errores y complejidad, donde por medio de plantillas se evalúa cada uno de estos factores los cuales generan los argumentos para la selección del subproceso a automatizar con RPA. Tras esta selección surge el diseño del Bot que incluye la selección del software de implementación, el flujograma del proceso, la configuración y arquitectura del Bot. Finalmente, se realizó el modelo de medición de impacto del Bot, para el cual se definieron ciertos indicadores que evaluaron el desempeño previo y post a la implementación, algunos de estos indicadores fueron: tiempo de actividad, cantidad de actividades realizadas y efectividad. Para el análisis y control de estos indicadores se crearon plantillas de hojas de vida, gráficos de control y un esquema de medición.

Dando respuesta a la pregunta planteada se realizó la implementación y el análisis de factibilidad en la EDSP, aplicando cada una de las fases mencionadas previamente, donde se caracterizó, se seleccionó la parte inicial del proceso de exportación, más específicamente el subproceso de orden de compra, ya que por medio de los análisis realizados fue el más óptimo en cuanto a los factores planteados en el modelo. A partir de esto se diseñó un Bot que llevara a cabo las actividades pertenecientes a este subproceso, tales como: recepción, revisión y análisis de archivo de exportaciones, ingreso a SAP (para revisión de orden de compra), envíos de correos y generación de solicitud de exportación. Para lo cual fue necesario identificar el software más adecuado para esta configuración, el cual era UiPath por temas de programación amigable, alcance de automatización y licencia gratuita de prueba.

Adicionalmente, se planteó el caso de negocio demostrando monetariamente la rentabilidad de la implementación del Bot, logrando un beneficio mensual de \$6.661.325. Tras la creación del Bot se realizó la respectiva medición de los indicadores mencionados, con el fin de evaluar el desempeño e impacto de este en el subproceso, obteniendo resultados muy positivos como una disminución del tiempo de las actividades automatizadas, donde paso de ser 148 minutos en promedio a 1.55 minutos en promedio. Generando un aumento en las actividades realizadas de más del 60% y logrando una efectividad del 100% al no cometer el Bot ningún error. Finalmente, según el esquema de medición global de indicadores, se logró un aumento porcentual del 96%, demostrando la factibilidad de la implementación del Bot en el proceso de exportación en la EDSP.

6. Conclusiones y recomendaciones.

En primera instancia el modelo de caracterización de procesos propuesto enfocado en la tabla integral SIPOC fue eficiente ya que se acopló adecuadamente a los subprocesos del proceso de exportación, permitiendo identificar el flujo de actividades, áreas involucradas, personal responsable, entradas y salidas y toma de decisiones en el proceso.

Las plantillas desarrolladas para el análisis y selección de las actividades a automatizar en los procesos logísticos, cumplieron a cabalidad su propósito al momento de aplicarlas en la EDSP, midiendo los tiempos, errores y factibilidad de cada uno de los subprocesos de exportación, facilitando la selección de las posibles actividades a automatizar por RPA. Estas plantillas tienden a ser personalizadas a otros procesos logísticos.

La configuración e implementación del Bot se produjo en un ambiente de pruebas que permitió un acercamiento al subproceso real, arrojando como resultado una prueba de concepto exitosa. Lo anterior se logró debido a la interacción efectiva entre software y las aplicaciones/herramientas de la empresa, a la disposición de los usuarios clave y al entendimiento detallado del subproceso.

Con la implementación de *Bot* en el subproceso orden de compra, se concluye que la automatización de éste es un proyecto rentable a mediano plazo, ya que la inversión se recuperara en el sexto mes, con un beneficio mensual adicional de \$6.661.325 y un valor presente neto de \$10.025.475 (evaluado a un año), al tener una eficiencia del 100% por el cumplimiento absoluto de las órdenes de exportación, a causa de la disminución del tiempo de ejecución de las actividades automatizadas pasando de 148 minutos a 1.55 minutos, lo cual representa una mejora del 8209%. En todo caso, estos beneficios deben ser calculados para cada implementación y depende en alto grado de las entradas y salidas del proceso.

Asimismo, el beneficio se ve reflejado en el tiempo total del subproceso, aunque no en la misma proporción que el caso anterior, ya que solo mejora en un 46%, esto debido a que el subproceso depende del tiempo de respuesta de la planta requeridora para la validación de centro y medio de transporte, el cual representa el 99.98% del tiempo final del subproceso, siendo esta la actividad cuello botella. Razón por la cual es de vital

importancia que las plantas requeridoras den una solución pronta, ya sea mediante la implementación de RPA o una reingeniería del proceso a través de BPM.

Buscando satisfacer las necesidades del dueño del proceso, se identificó que sería de gran utilidad que el *Bot* además de realizar el proceso de exportación de forma automatizada, realice un reporte gerencial de las transacciones completadas y los beneficios generados, con una frecuencia dada por el dueño del proceso.

Una vez se obtuvo los resultados y se socializaron con los dueños del proceso, se identificó que el modelo de automatización es adaptable al proceso de importación dentro de la EDSP, debido a que las áreas involucradas y la dinámica del proceso son muy similares a la de exportación.

El modelo de implementación de RPA en este trabajo de grado se enfocó en el sistema *Push* del proceso de exportación, debido a que los materiales que van a ser exportados se ubican en una cuenta de forma tal que todas las personas que hagan parte de la EDSP a nivel mundial puedan comprar el producto. Sin embargo, se encontró que el sistema *Pull*, el cual busca ofrecer el material directamente al cliente, también cuenta con grandes oportunidades de mejora razón por la cual valdría la pena realizar la misma evaluación realizada en el proceso *Push* con fines de determinar la factibilidad de implementación de RPA.

A pesar de que la implementación del *Bot* se realizó sólo en el subproceso de orden de compra, las actividades de este no fueron las únicas que resultaron ideales para automatizar con RPA, razón por la cual las siguientes actividades tienen un alto potencial de automatización y mejora alineadas con el *Bot* implementado en este trabajo de grado: recepción solicitud exportación, generación número de entrega, recepción número de entrega, *booking*, creación solicitud de transporte y asignación vehículo.

7. Glosario

Blueprint: Herramienta que permite conceptualizar visualmente el flujo del proceso de un servicio, identificando todas aquellas actividades realizadas por el equipo y aquellas que no, con el objetivo de identificar aquellos puntos a mejorar en el servicio (Gimenez, 2014).

Bot: Software que ejecuta tareas repetitivas y que se programa mediante un lenguaje de programación sencillo o por medio de una opción incorporada que graba las acciones de un usuario para luego realizarlas con base a un calendario predeterminado (Deloitte, 2017).

Courier: El servicio de Courier o mensajero en español consiste en realizar el envío de un paquete o documento en un tiempo determinado a través de una empresa especializada en el servicio (PITS Logística Integral, 2016).

Demand Planner: El *Demand Planner* o Planificador de Demanda es la persona responsable de la creación y el mantenimiento del plan de demanda y todas las actividades de predicción asociadas con los clientes y los productos del canal asignado (HAYS plc, 2019).

Due Diligence: El término diligencia debida (en inglés: *due diligence*), se emplea para conceptos que impliquen la investigación de una empresa o persona previa a la firma de un contrato o una ley con cierta diligencia de cuidado. Puede tratarse de una obligación legal, pero el término comúnmente es más aplicable a investigaciones voluntarias (Significados, 2019).

FTE: -Por sus siglas en inglés - *Full Time Equivalent*, en español Equivalente a Tiempo Completo, es una medición que se usa en entornos de economía o recursos humanos. Esta medida se logra con la división de las horas de labor de diferentes empleados o trabajadores a medio tiempo por el número de horas de un ciclo laboral completo (día, semana, mes, año) (Technologies, 2018).

Machine Learning: Área del ámbito de la Inteligencia Artificial que crea sistemas que aprenden automáticamente, a través de un algoritmo que revisa los datos y es capaz de predecir comportamientos futuros (Clever Data, 2014).

Mainframes: Ordenador de procesamiento de datos grandes y complejos. (IMB Knowledge Center, 2018)

Prueba de concepto: Consiste en conjunto de trabajos y/o actividades que demuestran la ganancia de llevar una idea innovadora hacia el desarrollo empresarial, mediante la aplicación de diferentes conceptos y herramientas tecnológicas. (Vicente, 2011).

Planta requeridora: Es la planta en la cual es solicitado el material debido a una necesidad del mismo (EDSP, 2019).

Planta de origen: Es la planta en la cual el material se encuentra y a partir de la cual el material va a ser enviado (EDSP, 2019).

Push: Estrategia de mercadeo en donde el distribuidor ofrece el producto a sus clientes. (Headways, 2016)

Pull: Estrategia de mercadeo en donde los clientes demandan un producto personalizado o a la medida, a los comercios minoristas. (Headways, 2016)

RPA: - Por sus siglas en inglés - *Robotic Process Automation*. Uso de un software que con ayuda de las capacidades proporcionadas por la Inteligencia Artificial y el *Machine Learning* reemplaza las tareas repetitivas, rutinarias y que incluyen preguntas, cálculos o manipulaciones de expedientes y transacciones que son hechas generalmente por seres humanos al interior de una organización (Yourstory.in, 2018).

S&OP: -Por sus siglas en inglés - *Sales and Operations Planning*, es un proceso de gestión empresarial integrado a través del cual el equipo ejecutivo / de liderazgo logra continuamente el enfoque, la alineación y la sincronización entre todas las funciones de la organización. El proceso S & OP incluye un pronóstico actualizado que conduce a un plan de ventas, plan de producción, plan de inventario, plan de tiempo de entrega del cliente (retraso), nuevo plan de desarrollo de producto, plan de iniciativa estratégica y plan financiero resultante (Wikipedia, Wikipedia, 2018).

Shipment: Numero de identificación que relaciona los términos de la carga transportada con los términos de embarque o guía aérea (WebFinance Inc, 2019).

Track: Módulo de programación en donde se ejecuta un subproceso con base a unas reglas de negocio (PWC, 2019).

TIR: La Tasa Interna de Retorno o TIR es un porcentaje que mide la viabilidad de un proyecto o empresa, determinando la rentabilidad de los cobros y pagos actualizados generados por una inversión (Rankia, 2016).

VPN: El valor presente neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión (Vaquiro, 2013).

Wharehouseman: Es la persona encargada del almacenamiento, recepción, despacho y distribución de los materiales que conforman el inventario de la bodega o almacén (Movertis, 2017).

8. Referencias

Aguirre, Santiago & Rodriguez, Alejandro. (2017). Automation of a Business Process Using Robotic Process Automation (RPA): A Case Study. 65-71. 10.1007/978-3-319-66963-2_7.

Ambler, S. W. (2018). *Agile Modeling*. Obtenido de Discipline Agile Modeling: <http://agilemodeling.com/essays/fdd.htm>

Applesfera. (2018). Applesfera. Obtenido de <https://www.applesfera.com/tutoriales/mac-os-automatizacion-pon-tu-mac-trabajar-ti>

Barba, A. (2015). *Becoming an Agile Architect*. Obtenido de Becoming an Agile Architect Blog: <http://www.becominganagilearchitect.com/lean-agile-scrum-kanban-diferencia>

Blueprism. (2018). Blue Prism. Obtenido de <https://www.blueprism.com/customers>

Boulton, C. (2018). What is RPA? A revolution in business process automation. CIO From IDG.

Clever Data. (2014). ¿Qué es Machine Learning? Recuperado el Septiembre de 2018, de CleverData.io: <https://cleverdata.io/que-es-machine-learning-big-data/>

D'Mello, S. (2016). Outsource repetitive tasks to *Bots*. Tribune Content Agency LLC.

Deloitte. (2017). Automatización Robótica de Procesos (RPA). Recuperado el Septiembre de 2018, de https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ec/Documents/deloitte-analytics/Estudios/Automatizacion_Rob%C3%B3tica_Procesos.pdf

Deloitte. (2018). La era de la Automatización. Deloitte Touche Tohmatsu Limited.

Dow Jones & Company Inc. (2018). Big Companies Fine-Tune The *Bot* Revolution -- WSJ. Dow Jones Institutional News.

Figueroa, M. A. (s.f.). Calidad en la Industria del Software. . La Norma ISO-9126. Bogota, Colombia.

Gartner, I. (2017). Gartner Announces Winners of the 2017 Gartner Eye on Innovation Awards Americas. *Targeted News Service*.

Garzas, J. (2012). *Lean Development*. Obtenido de <https://iswugleanddevelopment.wordpress.com/ventajas-y-desventajas/>

Gimenez, R. (2014). *Clavei*. Obtenido de Clavei Expertos en Transformación Digital: <https://www.clavei.es/blog/disenio-de-servicios-que-es-el-blueprint-y-para-que-sirve/>

Gould, R. (2018). How Robotics Technology Is Modernizing Third-Party Logistics. *Material Handling & Logistics*.

HALLIBURTON. (2018). Obtenido de <https://www.halliburton.com/en-US/about-us/corporate-profile/drilling-and-evaluation.html?node-id=hgeyxt5w>

HAYS plc. (2019). *HAYS*. Obtenido de HAYS Recruiting Experts worldwide: <http://guiasalarial.hays.es/empresa/infector/logistica/demand-planner>

International Organization for Standardization. (2001). Software engineering -- Product quality -- Part 1: Quality model. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/22749.html>

ISO. (2018). ISO25000. Obtenido de <http://iso25000.com/index.php/normas-iso-25000?limit=4&limitstart=0>

KPMG. (2018). KPMG. Obtenido de KPMG Colombia: <https://home.kpmg.com/co/es/home/insights/2018/08/kpmg-en-colombia-creo-la-fabrica-de-software-rpa-mas-grande-de-latam.html>

Laudon, K. C., & P., L. J. (2012). Sistemas de Información General. In K. C. Laudon, & L. J. P. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Martínez, F. H., & Castiblanco, M. (2010).

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Programa de Gobierno en línea. (2015). Programa Gobierno en línea. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Retrieved

Movertis. (2017). *Movertis*. Obtenido de <https://www.movertis.com/blog/logistica/jefe-almacen-tareas>

NASDAQ OMX. (2018). NASDAQ OMX's News Release Distribution Channel. NASDAQ OMX GlobeNewswire.

Nimbul. (2018). 5 principios para una implementación exitosa del RPA. Nimbul.

OBS Business School. (2019). *Project Management: OBS Business School*. Obtenido de OBS Business School

OMX, N. (2018, Marzo 28). NASDAQ OMX's News Release Distribution Channel. NASDAQ OMX GlobeNewswire.

Overby, S. (17 de Febrero de 2017). Robotic process automation makes nearshore outsourcing more attractive.

Palacio, J. (2009). *Marble Station*. Obtenido de Marble Station Blog: <https://www.marblestation.com/?p=661>

PITS Logistica Integral. (2016). *PITS Logistica Integral*. Obtenido de PITS Logistica Integral: <http://www.pits.com.pe/noticias/caracteristicas-del-servicio-courier.php>

PwC. (2018). Colombia. Conversaciones con Oscar Prada, Socio de Consultoría del negocio.

Rankia. (2016). *RankiaPro*. Obtenido de <https://www.rankia.cl/blog/mejores-opiniones-chile/3391122-tasa-interna-retorno-tir-definicion-calculo-ejemplos>

Riopel, D. (2005). The Network of Logistics Decisions. In D. Riopel. Gerad.

Rodriguez, A. (2013). *In SlideShare*. Obtenido de LinkedIn Corporation:

Serracanta, M. (6 de Agosto de 2018). *EAE Business School*. Obtenido de EAE Business School Harvard Deusto: <https://retos-directivos.eae.es/usos-y-limitaciones-de-la-metodologia-scrum/>

Technologies, L. (2018, Septiembre 25). Luxor Technologies. Retrieved from Luxor Technologies: <http://www.luxortec.com/preguntas-frecuentes/que-significa-full-time-equivalent-fte/>

Universidad Nacional del Sur. (12 de Octubre de 2010). *Escritos Contables y de Administración: Universidad Nacional del Sur*. Obtenido de Universidad Nacional del Sur: http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-20552010002200003&lng=en&nrm=iso

Vaqui, J. D. (29 de marzo de 2013). *Pymes Futuro*. Obtenido de <https://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm>

Vicente, A. M. (2011, Junio 28). Knowledge 2 Innovation. Obtenido de <https://sgitt-otri.ua.es/es/proyectos-internacionales/documentos/k2i/training-set/proof-of-concept.pdf>

Volkenburgh, B. V. (2018, Junio 19). IPD Solutions. Obtenido de <https://www.ipdsolution.com/ipdblog/Botic-process-automation-examples>

WebFinance Inc. (2019). *WebFinance Inc*. Obtenido de WebFinance Inc: <http://www.businessdictionary.com/definition/shipment.html>

Willcocks, M. C. (2016, Marzo 16). *Botic Process Automation at Telefónica O2*. Mis Quaterly Executive. University of Minnesota.

Yourstory.in. (2018, June 25). Fundamentals of *Botic* process automation. Obtenido de Infotrac Newsstand: <http://link.galegroup.com/apps/doc/A544434032/STND?u=metrial&sid=STND&xid=93e411fc>