

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

[181005] Método para el análisis del proceso: “Alquiler de maquinaria” utilizando BPM y BI

Hugo Alfredo Aguirre Polanco^{a,c}, Slendy Marcela Barragán Almanza^{a,c}, Juan Esteban Carrizosa Bernal^{a,c},
Ing. Danilo Abril Hernandez^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial, Estudiante Ingeniería Civil

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

^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Resumen de diseño en Ingeniería

The standardization of a process in a company is important, since its orientation is used to understand the performance of the company. This is the reason this concept was applied at INGECONS, a company focused on construction that offers machinery for rent as a service, currently there is a manual process where the information is not used for analysis, there is no control over cash flow for supplies and only one person has knowledge over the execution of this process, this means the company is ignorant of the process and the it is inefficient.

Initially, the current machinery rent process situation is modeled, and the current activities are analyzed. It is simulated with a stablished time of 999 days with 24 hours each day for the entire process. After this, improvements are proposed in information traceability and management, orientation to customer service y productivity that add value such as actions according to results from diesel fuel control graphics, forms and indicators for appropriate decision making. Additionally, an analysis about the cost regarding the execution of the process is made making changes in activities assignments. After analyzing the results there are improvements in the three categories, such as, the duration of the initial process was 102 days and it was reduced to 62 days, improvement in reply timing for customers, etc. It is concluded that the lack of control over the process results in cash flows for the consumption of diesel fuel for each machine have high variability and that the only way to reduce it is to implement these actions and information traceability

1. Justificación y planteamiento del problema

En el contexto colombiano, el sector de la construcción es de gran importancia puesto que aporta el 14.5% del PIB nacional (CAMACOL, 2018). Es una industria sensible a las medidas económicas gracias a su alta participación. Así mismo, tiene una gran influencia en el Índice de precios del consumidor (IPC), pues varía dependiendo de las licencias de construcción aprobadas a nivel nacional. En el año 2017 disminuyeron en un 15.2% respecto al año 2016 teniendo 17.334 llegando a 14.695 licencias concedidas (DANE, 2017), afectando de esta manera las inversiones dentro del sector.

Actualmente, el sector se compone de dos ramas, la primera es obra civil que creció un 8.8% durante el 2017, mientras que la segunda rama que incluye las obras de edificaciones presenta un decrecimiento en ventas en

15.9% entre el año 2016 y 2017, llevando al sector a un decrecimiento del sector del 2.1%. Esto es una consecuencia de la desaceleración reciente de la economía nacional y del deterioro en la confianza de los hogares, lo cual ha llevado a que los lanzamientos y las ventas de vivienda nueva en el país decrezcan en sus acumulados anuales. (CAMACOL, 2017)

Esta situación de desaceleración en la construcción se evidencia aún más dentro de algunas PYMES del sector. Estas no cuentan con un flujo de información eficiente entre el área administrativa, que es la encargada de ejecutar las labores logísticas de los procesos, y el área técnica o de campo, la cual se encarga de ejecutar el servicio de operación de maquinaria o construcción. Algunas justificaciones que dan las empresas al mal manejo de información son: **a.** Muchas de ellas no tienen los recursos económicos para invertir en sistemas de información para la gestión y mejora continua de sus procesos, **b.** No cuentan con la experiencia técnica para la implementación de Infraestructura tecnológica (IT). Un ejemplo del PYME es INGECONS Ingenieros Constructores y Consultores S.A.S. la cual no tiene trazabilidad sobre muchos de sus procesos. Esta empresa ha crecido gradualmente sus ventas, sin embargo, no mide la rentabilidad y tampoco tienen medias de control sobre el estado de proceso de “alquiler de maquinaria”, ocasionando mal gestión de su servicio y a y e impedimento de mejora continua.

La cantidad de clientes en INGECONS SAS queriendo el servicio de alquiler de maquinaria ha crecido en los últimos 3 años, pasando de diez (10) clientes en 2016 a catorce (14) en 2018. Es importante resaltar que un cliente puede tener más de una obra, es por esto que la empresa ve necesario el aumento de su capacidad instalada ya sea por contratación de personal o compra de maquinaria, así mismo la necesidad de aplicar herramientas de ingeniería industrial en sus procesos internos. Es por esto, que los procesos que interactúan con el área administrativa requieren mayor control, pues al presentar mayor demanda, la empresa debe buscar la manera de optimizar sus procesos para responder a las necesidades del mercado de forma eficiente.

De acuerdo con la entrevista realizada a los directivos, en la empresa existen procesos críticos que necesitan ser reevaluados por su ineficiencia y falta de control¹. Dentro de estos procesos se encuentran la realización de corte de obra, pago de nómina, selección de personal y alquiler de maquinaria, siendo este último muy importante para la compañía dado que este proceso no requiere mayor inversión logística para ser ejecutada sino mayor control sobre la maquinaria y las volquetas, estos activos determinan la utilidad y el rendimiento del servicio. Adicionalmente, los gastos y costos del proceso de alquiler de maquinaria dependen netamente de las solicitudes del operario; esto significa que los insumos de operación, logísticos y de mantenimiento no cuentan con estándares de control actualizados (ej. gasto de combustible mensual, periodicidad en mantenimientos, rendimientos), parametrizados por la empresa. Finalmente, este proceso “es rentable pero no se sabe en qué medida”, dicen los directivos.¹

El proceso de alquiler de maquinaria responde a un servicio con mayor flujo de caja efectivo diario¹ aproximadamente \$2'000.000 COP en ACPM para maquinaria y volquetas diariamente, esto sin contar mantenimientos permanentes que trimestralmente ascienden a \$700.000 COP por recurso. Es importante saber que los costos asociados a la ejecución del servicio son basados de acuerdo a la solicitud del operador y las necesidades del proyecto. Esto sin mencionar que es un proceso no estandarizado que cuenta con una cantidad considerable de variables (Véase en la ilustración 1), haciendo casi imposible, la administración simultánea de las mismas, por ejemplo, tener en cuenta en el momento de generar una propuesta, el estado de la maquinaria y su disponibilidad significa tener un cronograma mental de 6 máquinas. Prácticamente sin el apoyo de alguna herramienta gráfica, indicadores de rentabilidad o rendimiento que permita tomar medidas de mejora.

Actualmente se tiene el registro completo de las actividades realizadas durante cinco años en formatos manuales, sin embargo, los datos no son utilizados para mejoras del proceso o toma de decisiones. La finalidad de establecer una revisión periódica de datos históricos es analizar el proceso y poder proponer mejoras objetivas que agreguen valor, aumenten rentabilidad, y finalmente se expanda el negocio. "El panorama anterior evidencia la importancia para las empresas de establecer indicadores de rendimiento para demostrar su competitividad" (Beatham , Anumba , & Thorpe, 2004).

El proceso de alquiler de maquinaria presenta ineficiencias en todas sus etapas, empieza cuando el cliente solicita cotización para alquilar maquinaria. Dentro de INGECONS el que recibe la solicitud es el gerente, el cual basado en su experiencia analiza algunos factores como distancia, tiempo y disponibilidad de la máquina o volqueta para asignar un precio. Esto es ineficiente, debido a la naturaleza del cargo de “gerente” pues estas

1. Anexo 1 Grabación de entrevista con el gerente de general de INGECONS S.A.S.

actividades no son a fin a su cargo, la mayoría de su tiempo debe ser dedicado a la supervisión de los proyectos en curso y a la revisión de propuestas económicas de los nuevos proyectos. Es por esto que, el tiempo que requieren las labores de su cargo no permite un análisis detallado para el proceso en estudio que genere una respuesta eficiente. Además, la información del proceso no es registrada ni divulgada en su totalidad con algún funcionario de la empresa; por lo tanto, el único que sabe cómo ejecutar el proceso es el gerente.

Los operarios (máquina pesada) y conductores (volquetas) llevan un formato (Véase en el anexo 1: Formato de maquinaria y anexo 2: Formato volqueta) donde registran manual y diariamente el consumo de ACPM, mantenimientos, horómetro y cantidad de viajes ejecutados. Este formato es usado únicamente para la liquidación del cobro al cliente. Además, la compañía está perdiendo una oportunidad para ejercer un mayor control de las actividades realizadas por sus activos. Un ejemplo sería el consumo promedio de combustible por hora de operación. Este último puede aumentar por malos hábitos de manejo del operario. Esta información se debe convertir en uno de los insumos utilizados por la persona encargada de cotizar los servicios requeridos por los diferentes clientes.

El área administrativa hace una revisión de facturas y recibos ACPM, repuestos o cualquier insumo necesario para ejecutar el proceso. Luego son comparadas con las consignaciones hechas por parte de INGECONS a los trabajadores quincenalmente. Sin embargo, no hay un control de gastos sobre cada uno de los recursos haciendo que el flujo de dinero en este sentido sea estrictamente controlado por los operadores y conductores. Esto indica que la interacción entre el área operativa de maquinaria y el área administrativa actualmente no agrega valor al proceso. Así mismo, el registro de asistencia es netamente manual y no se realiza la actividad “digitalización de planilla”, perdiendo la oportunidad de realizar análisis de los datos que permitan controlar el proceso.

La empresa maneja diferentes proyectos de construcción simultáneamente y para darle mayor utilización a sus recursos estos están rotando permanentemente dentro de ellos. Por otro lado, están los clientes externos que son constructoras, contratistas o personas naturales. Es entre estos dos tipos de actores (INGECONS vs cliente) que se deben evaluar las alternativas para definir la opción que más se adecúe a las necesidades del proyecto. En este análisis se contemplaron las variables asociadas a cada una de las propuestas llegando a un costo de oportunidad final que permita tomar la mejor decisión de manera rápida.

Finalmente, según lo estudiado, la empresa toma decisiones sin la ayuda de parámetros estándar, indicadores, informes gráficos o datos históricos analizados que permitan agregar valor al proceso de alquiler de maquinaria. Por lo cual, es necesario estructurar una metodología que permita generar una mejora continua en el proceso de manera eficiente.

Teniendo en cuenta la importancia del proceso en estudio para INGECONS SAS, surge la siguiente pregunta ¿De qué manera se puede optimizar el proceso de alquiler de maquinaria a partir de la inclusión de todas las variables para tomar una decisión eficiente para la empresa?

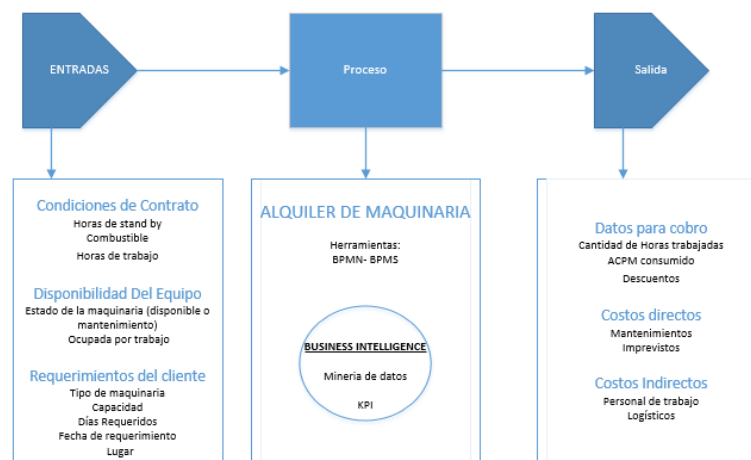


Ilustración 1 Variables de entrada y salida en proceso de alquiler de maquinaria en INGECONS SAS

2. Antecedentes

Dentro de un mercado dinámico como el colombiano, las organizaciones deben adaptarse a los cambios exigidos, bien sea por la demanda o por regulaciones normativas. Por consiguiente, “las compañías se están enfocando en la mejora continua de sus procesos, control de calidad de sus productos y/o servicios, innovación y manejo de información” (Hitpass, 2017). También se encontró que: “Muchas de las empresas funcionan basándose en actividades lo cual es erróneo puesto que una empresa debe estar organizada por procesos, teniendo en cuenta que un proceso puede ser estandarizado mientras que una actividad no. Por este motivo muchas empresas están migrando hacia metodologías estándar como Business Process Management” (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013). La secuencia lógica de actividades es la conformación de un proceso, se debe tener una visión global del servicio que se quiere prestar; haciendo que disciplinas como Business Process Management tengan mayor acogida en el país.

Business Process Management (BPM) se define como "una disciplina que involucra cualquier combinación de modelamiento, automatización, ejecución, control, medición y optimización del flujo de la actividad empresarial en apoyo de objetivos empresariales, sistemas integrales, empleados, clientes y socios dentro y fuera de los límites de la empresa " (Bizagi, 2018). Los objetivos principales de esta disciplina son: **a.** lograr o mejorar la capacidad que tiene una organización de adaptarse a los cambios del entorno a través de la mejora continua en sus procesos integrados, **b.** Lograr mayor eficacia, es decir, lograr el cumplimiento de los objetivos estratégicos o de negocio para finalmente agregar valor al proceso, relacionando indicadores de productividad (Hitpass, 2017)

BPM inicia en la década de los 80 introduciendo el concepto de unificar la información en una sola base de datos, suponiendo una mejor operación debido a la disminución de tiempos de espera para la unión de datos, luego esta metodología evolucionó en la década de los 90 a causa del decaimiento del Business Reengineering Process (BRP) (Dumas, La Rosa, Mendling, & Reijers, 2013).

La estandarización de los procesos puede ser estructurada utilizando Business Process Management Suites (BPMS), por medio de sus componentes los cuales son: **a.** Modelamiento del proceso, **b.** Modelado de datos, **c.** Diseño de formularios para cada etapa del proceso, **d.** Definición de reglas de negocio e integración de actores dentro del proceso. Finalmente poder analizar estos componentes dentro del proceso por medio de una herramienta visual como Business Activity Monitoring (BAM) (Bizagi, 2018).

Desde su concepción, múltiples casos de éxito se han presentado en diferentes países e industrias como se observa en el centro de investigación de Brasil (Sentanin, Almada, & Chiappetta, 2008) o en lecciones de negocios europeos (Pritchard, 1999). Un ejemplo de implementación de BPM en el contexto colombiano, es el caso de la empresa Furel, encargada de la ejecución de obras de ingeniería, cuenta con clientes en Perú y Panamá. En esta organización se identificó que la compañía estaba estructurada por actividades por lo cual se realizó la organización por procesos. Adicionalmente, se encontró que la información que tenía no reflejaba la realidad de las actividades en campo. A partir de lo anterior, el autor concluyó que es importante que desde el primer momento se visualice el objetivo, así mismo, es de vital importancia identificar el proceso de mínimo valor para garantizar un impacto importante sobre las tareas de mayor relevancia en la organización (Castrillón, 2014). Sin embargo, en esta implementación no se tuvo en cuenta el análisis de datos ni el manejo de indicadores de desempeño y gestión (Key Performance Indicators - KPI), los cuales le permiten a la organización tener un mayor control sobre las variables involucradas en sus procesos.

Business Intelligence (BI) se puede definir como “la habilidad de transformar los datos en información y la información en conocimiento de tal manera que se pueda optimizar el proceso de toma de decisiones en los negocios” (Sinnexus, 2016). Los KPI son muy usados dentro de la dinámica del BI y son indispensables para la administración, gestión y cumplimiento de las metas del negocio. Además, estas métricas generalmente se usan como una medida de desempeño para las actividades que son críticas para el éxito de la organización

(Constructing Excellence delivered with BRE, 2018). Por lo anterior, representan aspectos clave para el cumplimiento de los objetivos empresariales controlando la toma de decisiones en los negocios que atraviesan.

En el sector de la construcción, las medidas de desempeño se empiezan a implementar cuando Sir John Eagan publicó un reporte que introdujo el concepto de indicadores de desempeño para el sector en Inglaterra. Donde los KPI'S fueron evaluados y analizados después de ejecutado el proyecto haciendo una medida inoportuna para la toma de decisiones (Beatham, Anumba, & Thorpe, 2004). Es importante destacar, que hay implementación de BPM en grandes empresas de construcción, sin embargo, no hay un método para el análisis de las variables que se encuentran inmersas en el proceso para ser cambiadas estratégicamente alineadas con los intereses de la empresa. crisis.

Estos conceptos se empezaron a implementar en Colombia en diferentes áreas como el comercio electrónico estudiando la cantidad de personas que acceden a un producto, en el sector de la salud para saber cuántos pacientes eran atendidos por hora y en el gobierno con indicadores financieros. Sin embargo, en el sector de la construcción para una empresa PYME, la implementación de herramientas o metodologías como BI y BPM aún no tiene mayor participación, según los directivos¹.

3. Objetivos

Proponer un método para el análisis del proceso de alquiler de maquinaria en INGECONS SAS mediante herramientas de ingeniería industrial tales como BPM y Business Intelligence, que permitan medir el rendimiento del proceso en estudio en tiempo real y apoyar la toma de decisiones.

1. Modelar situación AS-IS del proceso de alquiler de maquinaria mediante BPMN 2.0.
2. Transformar los datos del proceso de alquiler de maquinaria generados por la herramienta Business Activity Monitoring (BAM) en información, utilizando herramientas de Business Intelligence.
3. Modelar la situación TO- BE del proceso de alquiler de maquinaria con base en el análisis hecho a la situación AS-IS.
4. Evaluar a través de KPI's el desempeño de la situación TO-BE modelada contra la situación AS-IS.
5. Establecer estándares de control de maquinaria para evaluar rendimientos de los recursos analizados.

4. Cuerpo del documento

Con el fin de proponer un método que permita analizar el proceso de alquiler de maquinaria, se busca cumplir con los objetivos, para lograrlo, en primera instancia se hace un mapeo del proceso, seguido de esto, se simula el comportamiento actual del proceso para establecer los tiempos y costos asociados al servicio prestado. Con base en los reportes generados por la simulación, se proponen mejoras que permitan una estandarización del proceso de tal manera que pueda ser ejecutado por cualquier funcionario del área administrativa, tomando así decisiones adecuadas de manera oportuna. Finalmente, se incluyen las mejoras al proceso inicial, posteriormente se simula el escenario propuesto que nos permite comparar los resultados con la situación actual.

Inicialmente se mapean cada una de las actividades, eventos y compuertas que representan las decisiones tomadas por cada uno de los actores involucrados dentro del proceso. Esto se logró con base en información tomada en las entrevistas con el gerente, personal área administrativa, operarios y conductores. En estas entrevistas se realizaron preguntas sobre las funciones de los cargos involucrados dentro del proceso y las actividades ejecutadas por cada uno de los actores, observando que el proceso no tiene registro físico o digital sobre la solicitud, así mismo, sobre las decisiones que se toman los agentes involucrados. Todo proceso se lleva por medio de llamadas menos “reunir documentación” que es enviada por medio de correo electrónico a la obra de destino.

Una vez recolectada la información se clasificó en “actividad”, “evento” o “compuerta”. Con esta misma información se establecieron las conexiones entre los diferentes elementos y criterios que conforman el BPMN, dando como resultado el diagrama de la situación actual (AS-IS), el cual se encuentra en el anexo “AS-IS STUDIO”.

1. Anexo 1 Grabación de entrevista con el gerente de general de INGECONS S.A.S.

La representación gráfica que corresponde al modelado del proceso se realizó mediante el software Bizagi Modeler. Teniendo este diagrama, se da cumplimiento a la modelación de la situación actual del proceso de alquiler de maquinaria en la empresa.

El proceso está dividido en 4 etapas, cotización, revisión, interna, préstamo y cierre. Inicialmente en la etapa cotización, el proceso comienza con el evento de "Cotización solicitada" que hace referencia a la llamada del cliente, después se hace la llamada al trabajador para preguntar la disponibilidad del activo. Posteriormente en la etapa de préstamos se gestiona la documentación requerida para el ingreso de la maquinaria co, adicionalmente, se encuentran las actividades que controlan la operación de la máquina o volqueta, es allí donde se registran las horas trabajadas o viajes realizados y los mantenimientos elaborados en cada periodo. Finalmente, se genera el cierre que es el informe sobre la prestación del servicio. A grandes rasgos este es el proceso de la situación actual, sin embargo, en el anexo AS IS –STUDIO, se encuentra al detalle cada elemento del diagrama de situación AS IS.

Paralelo a esto, se digitaliza la información registrada manualmente en los años 2016, 2017 y 2018 dentro de un único formato propuesto, (ver anexo "BASE DE DATOS MAQUINARIA PESADA CONSOLIDADO" para la maquinaria pesada y anexo "BASE DE DATOS VOLQUETAS CONSOLIDADO" para las volquetas. Este formato contempla variables que serán usadas para el control operativo de cada uno de los recursos. Se consolidan los registros en una sola base de datos con el fin de transformarlos en información clara sobre el rendimiento operativo de cada una de las máquinas y volquetas.

Para transformar los datos del proceso de alquiler de maquinaria en información, se simula el proceso utilizando el complemento Simulation View de Bizagi, en donde se asigna la información sobre tiempos por actividad y agentes involucrados con sus respectivos costos, como se muestra en la ilustración 3, ilustración 6 tabla 2a. y tabla 2b.

Teniendo en cuenta los requerimientos de Bizagi para infresar la información se utilizaron los registros consolidados (Anexo "BASE DE DATOS MAQUINARIA CONSOLIDADO" y "BASE DE DATOS VOLQUETAS CONSOLIDADO"), para obtener los porcentajes de mantenimiento y daño, frecuencia de contratación y distribución de densidad de probabilidad para la actividad "operación de maquinaria". Se realizó la simulación de llamadas ajustando las condiciones reales la toma de tiempos al llenar el formulario correspondiente a las actividades "Recepción de solicitud" y "Establecer condiciones" (ver ilustración 2), obteniendo su respectiva distribución de densidad de probabilidad. Las actividades involucradas en el proceso son ejecutadas por el gerente de la empresa y no es posible hacer el seguimiento de la duración de estas, se ajustaron los tiempos propuestos por el experto a una distribución triangular. Para obtener los costos de los agentes involucrados se consultó con el departamento de contabilidad los sueldos de: a. gerente, b. residente de obra, c. operador de maquinaria pesada, d. conductor de volqueta. Estos valores son necesarios para calcular costos de utilización del recurso (tabla 2a.).

Ya que existe la necesidad de observar la interacción de las actividades, se estableció un tiempo de 999 días con 24 horas cada día para todo el proceso pues el software no permite la adaptación del calendario a días de 8 horas (jornada laboral), y existen actividades de larga duración lo cual requiere un tiempo de simulación prolongado.

A partir de los reportes generados en la simulación, se obtuvieron los porcentajes de utilización de los recursos, los costos totales por recurso, tiempos de espera totales y promedio por actividad, así mismo los tiempos de procesamiento en cada una de ellas.

Analizando esta información a través de KPI y gráficos de control, se proponen alternativas de mejora que contemplen la ampliación de la capacidad instalada, cambios en la ejecución de las actividades realizadas, mejora en la capacidad de respuesta, además de orientar el proceso mismo a la satisfacción del cliente, y adaptar los cargos de acuerdo a la naturaleza de cada actividad involucrada en el proceso.

Teniendo en cuenta los puntos críticos del proceso definidos en el análisis de los reportes mencionados anteriormente, así como los KPI analizados, se elaboraron bosquejos, que sugieran una mejora en cuanto a tiempos de procesamiento y gestión del proceso de alquiler de maquinarias. Estas alternativas fueron consultadas con los agentes involucrados por actividad para evaluar posibles cambios en cuanto al desarrollo

de la misma. Además, se contrastan con la opinión del gerente para tener un aval por parte de la organización asegurando que cumpla con las políticas definidas por la empresa y garantizando viabilidad de la propuesta. De esta manera, se logra una secuencia lógica de actividades incluyendo puntos de control adicionales que permiten al gestor poder tomar decisiones sobre las variables críticas comparadas con los registros históricos.

Integrando los puntos de control, las nuevas asignaciones de actividades y el registro definido de la información, se establece el modelado de la situación TO BE (ver ilustración 7). El modelo propuesto se introduce en el software Bizagi Studio, para poder establecer pasos que ayuden a gestionar el proceso mediante la definición de relaciones de entidades, formularios de control, reglas de negocio y un aplicativo básico que permite controlar el avance de cada caso dentro del proceso en tiempo real.

Por otro lado, se tomaron tiempos de ejecución a las nuevas actividades, con el fin de incluirlos al simulador. Al igual que en la situación AS IS, se realiza una simulación del proceso incluyendo las propuestas de mejora, presentada gráficamente con la ayuda de la herramienta Business Activity Monitoring (BAM).

En primera instancia, usando los registros que fueron digitalizados, se realizó un compendio de la información para establecer KPI que permitan tomar decisiones referentes a la operación de la maquinaria pesada y las volquetas. Dentro de estos indicadores, se tienen en cuenta: a. porcentajes de utilización, b. cantidad de viajes necesarios para un mantenimiento, c. frecuencias de daños mayores y menores, d. galones por hora para la maquinaria pesada y gal por Km para las volquetas, siendo estos últimos indicadores críticos dentro del proceso, puesto que el combustible tiene alto flujo de dinero diario según lo comentado por el gerente de la empresa y contrastado con los registros.

Por otra parte, INGECONS SAS requiere saber en qué medida es rentable su servicio, es por esto que se calcularon los costos de operación asociados a cada máquina y volqueta, incluyendo el combustible, salario del operador, los costos de mantenimiento y daño, utilidad, porcentaje de desgaste e imprevistos.

Para establecer estándares de control de maquinaria y volquetas se define como variable crítica el combustible por hora o kilómetro de acuerdo a la naturaleza del recurso. Aunque ya se calcularon los indicadores como se mencionó anteriormente, estos no funcionan como una medida de control o evaluación de esta actividad, es por esto, que se debe realizar un análisis estadístico mensual sobre las medias y rangos de los registros que pueden representarse en gráficos de control.

Analizando la información referente a los gráficos de control de calidad para galones por hora y galones por Km, se lograron establecer límites superior e inferior entendiendo que, si sobrepasan dichos límites se puede decir que el proceso está fuera de control.

El material más importante con el que cuenta ahora INGECONS son las fichas técnicas y hojas de mantenimiento de sus máquinas y volquetas actualizadas de acuerdo con sus registros diarios. Dentro de ellos se incluyeron los indicadores de rentabilidad por hora y por km asociados a la utilidad bruta, recomendaciones de mantenimientos de acuerdo con la frecuencia de mantenimientos históricos, indicadores de operatividad que incluyen porcentaje de utilización, de mantenimiento, kilómetros promedio por viaje, cantidad de viajes para mantenimientos. Así mismo se incluyen los gráficos de control del combustible.

5. Resultados

Actualmente INGECONS lleva a cabo el proceso de alquiler de maquinaria mediante las instrucciones del gerente, sin embargo, el flujo de información no está definido; por ende, cada uno de los agentes que actúan no tienen claridad sobre la secuencia lógica del proceso. Por esta razón, fue indispensable diagramar el flujo de información, que representa cada una de las actividades y decisiones que toman los agentes involucrados, de tal manera que se puede visualizar con claridad la finalidad de cada actividad. De esta forma se llegó al diagrama de la situación actual del proceso de alquiler de maquinaria (Ilustración 2), también se generó el anexo “AS-IS STUDIO” en donde se explica en detalle las actividades, compuertas y eventos involucrados en el proceso alquiler de maquinaria.

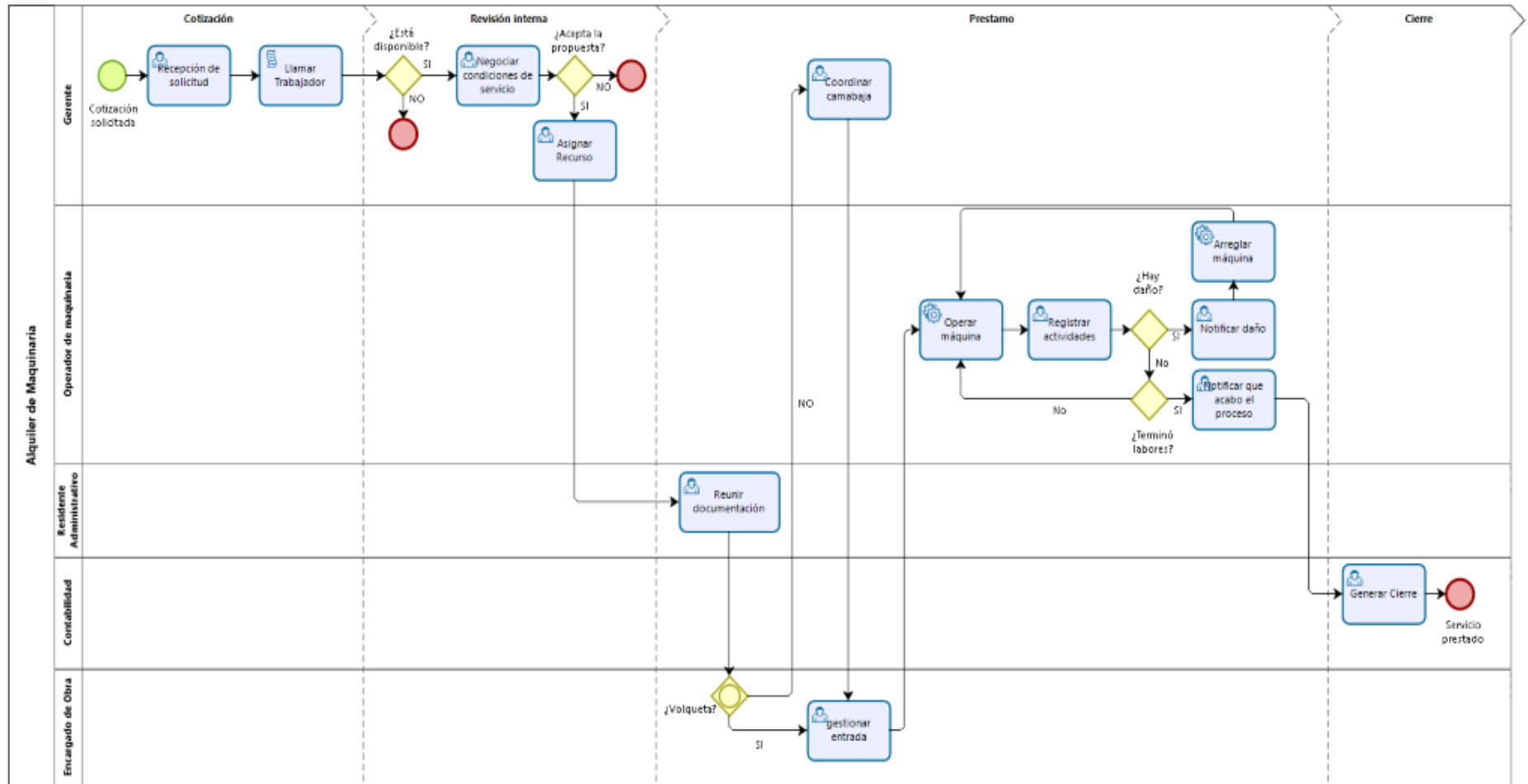


Ilustración 2-Modelo de situación AS-IS

En la Ilustración 2-Diagrama de situación AS-IS, se muestran los carriles (lanes), con los agentes involucrados del proceso actual estos son: el gerente, operador o conductor, residente administrativo, contabilidad y encargado de obra. Así mismo se muestran las fases (Milestones) divididas en: cotización, revisión interna, préstamo y cierre. Para cada actividad asociada al proceso se realizó una toma de tiempos que fue usada para un análisis estadístico, que permite identificar un ajuste de las distribuciones de probabilidad que describen el comportamiento de las actividades. Estas se introdujeron como fuente de información al simulador del software Bizagi, como se muestra en la ilustración 3.

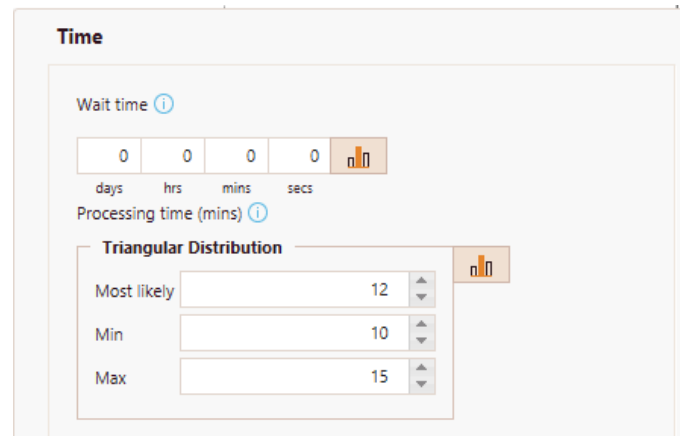


Ilustración 3-Ejemplo de inserción de tiempos software Bizagi Modeler

Estos análisis se asociaron a distribuciones de densidad de probabilidad, cuyos resultados se evidencian en los Anexos “Reportes 18122018”, “Mediciones del proceso”, “Base de datos Maquinaria consolidado”, “Bases de datos Volquetas Consolidado”, “Consolidados de Mantenimiento Volquetas” y “Consolidados de Mantenimientos Maquinaria”. Es importante resaltar que la distribución más común fue una distribución triangular arrojando los siguientes resultados.

Tabla 1-Parametros de actividades situación AS-IS

Actividad	Parámetros		
Recepción de solicitud	Normal media 1.6min, ST 0.41min		
Llamar Trabajador	Uniforme MIN 10 min Max 15 min		
Actividad	Mínimo	Moda	Máximo
Negociar condiciones de servicio	60	65	120
Asignar Recurso	5	6	8
Reunir documentación	5	15	16
Coordinar camabaja	30	60	70
gestionar entrada	4	5	10
Registrar actividades	20	30	40
Notificar daño	10	12	15
Arreglar máquina	60	120	300
Notificar que acabo el proceso	0.5	6	9
Generar Cierre	120	150	180

Para las actividades “Negociar condiciones de servicio” y “Operar maquinaria” se comprobó la normalidad de los datos basados en las pruebas de Kolmogorov-Smirnoff y chi cuadrado con ayuda del software SPSS (Ilustración 4 e Ilustración 5), y Promodel usando los diagramas de frecuencias. Para finalmente establecer que se puede usar una distribución triangular con parámetros min = 60 min, moda = 65 min, max = 120 min y min= 300 min, moda= 480 min, max= 720 min respectivamente. Por otro lado, la actividad “Recepción de solicitud” se ajustó una distribución normal con media 1.6 min y desviación estándar de 0.41 min. En las actividades de “Coordinar Camabaja”, “Asignar Recurso” y “Generar Cierre” se tuvo en cuenta el concepto de expertos, en este caso el gerente, puesto que la toma de tiempos no era posible; posteriormente se introdujeron los datos al simulador.

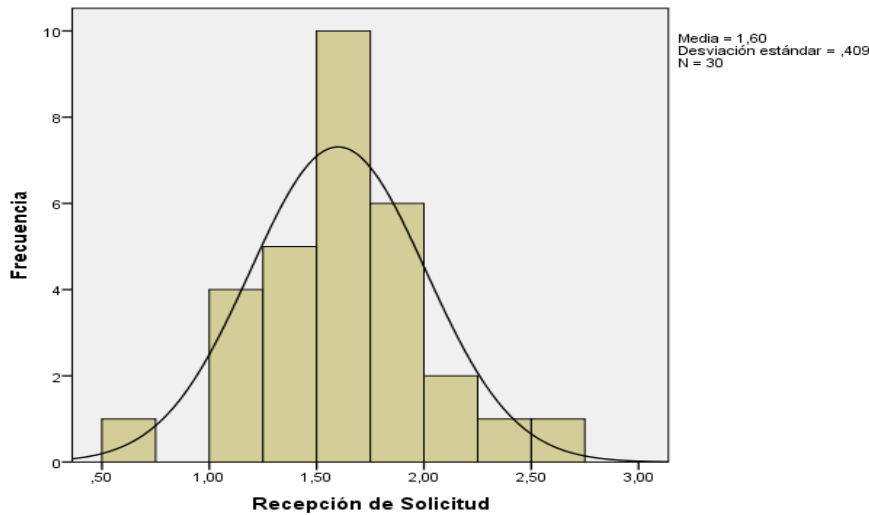


Ilustración 4-Ejemplo de comprobación de normalidad

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra						
		Tiempos de Obras	Crear Cliente	Recepción de Solicitud	Establecer Condiciones de Alquiler	Establecer Precio
N		67	30	30	30	30
Parámetros normales ^{a,b}	Media	3,3209	2,0040	1,6000	1,2459	,9360
	Desviación estándar	2,77325	,40018	,40925	,27785	,22757
Máximas diferencias extremas	Absoluta	,201	,106	,121	,195	,163
	Positivo	,183	,096	,121	,195	,163
	Negativo	-,201	-,106	-,070	-,121	-,083
Estadístico de prueba		,201	,106	,121	,195	,163
Sig. asintótica (bilateral)		,000 ^c	,200 ^{c,d}	,200 ^{c,d}	,005 ^c	,041 ^c

a. La distribución de prueba es normal.
 b. Se calcula a partir de datos.
 c. Corrección de significación de Lilliefors.
 d. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Ilustración 5-Prueba Kolmogorov-Smirnov

Para la simulación del comportamiento de los datos en la fase de préstamo fue necesario el cambio de la compuerta “¿Terminó labores?” y la actividad “Operar Máquina” por un evento temporizador llamado “Ejecutar Operación”; este cambio se realizó debido a la naturaleza de una compuerta, ya que esta solamente admite porcentajes, haciendo que este elemento no se ajuste a la naturaleza de la pregunta. “¿Terminó labores?” tiene en cuenta la duración del contrato, interrupción de labores gracias a factores ajenos al proceso (clima, pagos externos, daños en la maquinaria, etc), mientras que la actividad “Operar Máquina” tiene en cuenta la jornada laboral del “operador” y “conductor”. Es por esto que el evento temporizador es el elemento que más se ajusta a la naturaleza de la pregunta y la actividad, ya que se ajusta a una distribución normal logarítmica con media de 135’216.00 min y 42’292.8 min (Log Normal: media: 3.13 meses, stdv: 0.979 meses), representando la duración de un contrato. Una vez se acaba el tiempo del evento, se terminan los contratos iniciados, permitiendo que se registre información y continúe el flujo de información hacia la fase de cierre. Este cambio en el modelo se puede observar en el anexo “AS-IS BASE”.

Así mismo se crean y se asignan los recursos asociados a cada actividad, estos se refieren a roles o entidades que interactúan para ejecutar acciones que requiere el proceso. Los recursos involucrados se muestran en la tabla 2a así como los costos asociados a cada uno (tabla 2b), los valores de esta tabla se encuentran en pesos colombianos (COP). De acuerdo con la información emitida por el departamento de contabilidad, donde se muestran los pagos mensuales de los cargos incluidas las prestaciones legales, se efectúa la conversión a salario por hora arrojando los valores que se también se encuentran en la tabla 2b, la cama baja es un servicio tercerizado que tiene un costo por trayecto de \$400,000.00 COP por este motivo se tomó como un costo fijo por viaje de \$800,000.00 COP en la misma tabla.

Tabla 2a. Declaración de recursos en software Bizagi Modeler

Availability		Costs
Resources	Quantities	
Ciente	14	
Gerente	1	
Residente	1	
Cama baja	3	
Conductor	3	
Operador	3	

Tabla 2b. Relación Recursos y costos

Availability		Costs	
Resources	Fixed cost	Cost per hour	
Ciente	0	0	
Gerente	0	33400	
Residente	0	6250	
Cama baja	800000	0	
Conductor	0	5000	
Operador	0	5000	

Una vez definidos los parámetros mencionados, se introducen en cada actividad como se muestra en la Ilustración 6.

Resource

Selection ⓘ

AND OR

Cliente

Gerente

Residente

Cama baja

Conductor

Operador

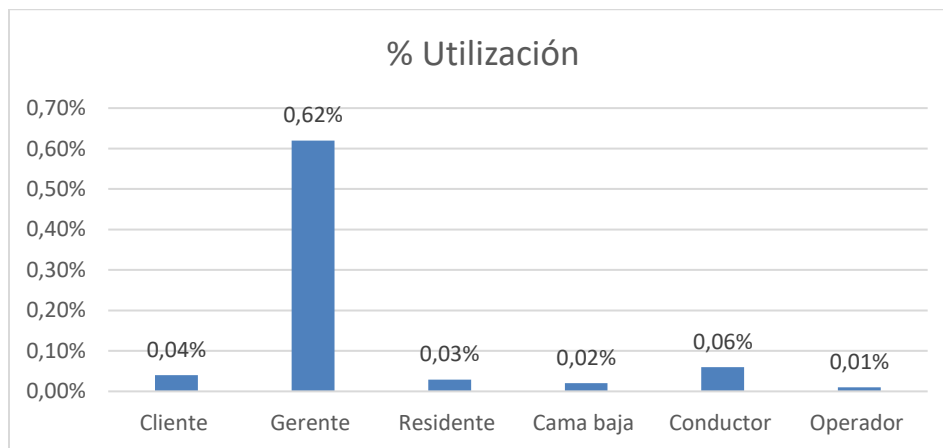
Ilustración 6- Ejemplo de asignación de recursos a actividades en software Bizagi

Simulando el proceso, teniendo en cuenta las variables explicadas anteriormente en el anexo “Reporte AS-IS STUDIO” se obtuvo que el gerente es el recurso con mayor participación dentro de las actividades de gestión del proceso, con el cero punto sesenta y dos por ciento (0.62%) de utilización en el proceso simulado, adicionalmente tiene un costo por hora de \$33,400.00 COP resultando ser el agente más costoso involucrado. Este porcentaje indica que, aunque el gerente es el agente que más participa dentro del proceso, no es el recurso más utilizado. Debido a que las actividades que realiza son de corta duración en comparación con la actividad “Operar Máquina” la cual es realizada por el operador o el conductor. Es importante mostrar como el resto de los recursos tienen una utilización por debajo del cero punto tres por ciento (0.30%) esto indica que el tiempo disponible para los recursos administrativos se ocupa en labores ajenas al proceso, los porcentajes de utilización del personal referente a las actividades de gestión del proceso se muestran en la gráfica 1.

También, resultaba importante involucrar al cliente en algunas de las actividades que se realizan en el proceso, debido a que el gerente interactúa permanentemente con él para lograr prestar el servicio. Pero al “disponer” de catorce (14) clientes activos/fijos, con el hecho de no involucrarse en actividades internas como por ejemplo “coordinar cama baja” o “reunir documentación” hace que el rol cliente sea un recurso del que no tenga necesidad de entrar en el proceso, esto se ve reflejado en la tabla 2b.y en la gráfica 1 al tener una utilización del cero punto cero cuatro por ciento (0.04%).

Tabla 2a. resultados situación AS-IS

Resource	Total fixed cost	Total unit cost	Total cost
Gerente	\$ -	\$ 4,955,501	\$ 4,955,501
Residente	\$ -	\$ 428,302	\$ 428,302
Cama baja	\$ 13,600,000	\$ -	\$ 13,600,000
Conductor	\$ -	\$ 199,467	\$ 199,467
Operador	\$ -	\$ 47,272	\$ 47,272
Total			\$ 19,230,542



Gráfica 1- Porcentaje de Utilización de recursos Situación AS-IS

El único registro de información dentro proceso se efectúa en la actividad “registrar actividades”, estos registros contienen datos acerca de la ejecución de la actividad “Operar maquinaria”, la diagramación del proceso (Ilustración 2), permitirá mejorar la gestión del servicio, pues al tener una visión clara sobre el flujo del proceso con su información, de tal manera que no solamente el gerente sea capaz de ejecutar el servicio, si no que cualquier funcionario que tenga conocimiento sobre la ubicación de la información pueda tener la capacidad de ejecutarlo. Adicionalmente, se tiene conocimiento sobre costos asociados a la ejecución de las actividades.

Una vez obtenido el diagrama bajo los estándares de BPMN se procede a la simulación. En este último reporte, se evidencian tiempos promedio de ejecución y tiempos promedio de espera. Este reporte representa una medición para el área productiva. Las actividades que generan tiempos de espera son “Recepción de solicitud”, “Asignación de recurso” y “Generar cierre” como se muestra en la gráfica 2 estas tres actividades actualmente las realiza el gerente, al ser tareas que requieren respuesta inmediata o son de larga duración en su ejecución como en el caso “Generar cierre”. El recurso que actualmente ejecuta estas actividades es el gerente en complemento con el cliente o los operadores/conductores. Dentro de las actividades de gestión del proceso “Generar cierre” es la tarea que tiene mayor duración, la cual es de 150 min, mientras esta actividad está en ejecución, el proceso recibe cotizaciones dentro de la actividad “recepción de solicitud” con una duración de 5 minutos, que también es ejecutada por el gerente, esto implica que los casos entrantes quedaran en espera. Por otro lado, la actividad “Arreglar Máquina” presenta el tiempo promedio más alto con 180 minutos, sin embargo, no es una actividad recurrente ya que entraron 5 casos a mantenimiento y daño de 34 casos atendidos.



Gráfica 2-Tiempos por actividad Situación AS-IS

Dentro de la simulación del proceso es importante establecer alternativas para las compuertas que tienen opción de salida en “evento de finalización” como es el caso de “¿Está disponible?” y “¿Acepta Propuesta?”. pues la falta de acuerdo y disponibilidad hace que la empresa pierda clientes. La tasa de rechazo es alta, puesto que en la compuerta “¿Volqueta?” solo se aceptan treinta y cuatro (34) servicios de cincuenta y seis (56) iniciados. Las razones por las cuales se rechazan los servicios son la falta de disponibilidad de la maquinaria y la falta de renegociación de las condiciones del préstamo como lo evidencia la ilustración 2. En este sentido, los veintidós (22) casos de rechazo de propuestas existen por la falta de orientación del proceso hacia el cliente.

Siguiendo los lineamientos de la empresa y analizando la situación actual del proceso, se proponen una serie de actividades y herramientas que buscan mejorar el mismo como se pueden ver en la ilustración 7. Además, se categorizaron de acuerdo a las necesidades de la empresa y del cliente y son: 1. Mejora en la trazabilidad de información y gestión del proceso, 2. Orientar el servicio al cliente y 3. Productividad.

Dentro de la categoría uno están las actividades de “Revisar planilla para disponibilidad” para esta actividad se propone la revisión manual de un cronograma llevado en oficina donde se registren las reservas de servicio previamente contratadas, lugar donde se prestará ese servicio y citas de mantenimiento; otra actividad que cumple este objetivo es “Establecer precio” en donde se toma en cuenta la información de la actividad “Negociar condiciones” y “Establecer Condiciones de Servicio”, se tienen en cuenta indicadores de mantenimiento, km por viaje promedio, desgaste, imprevistos, utilidad costos ACPM por hora salario por hora.

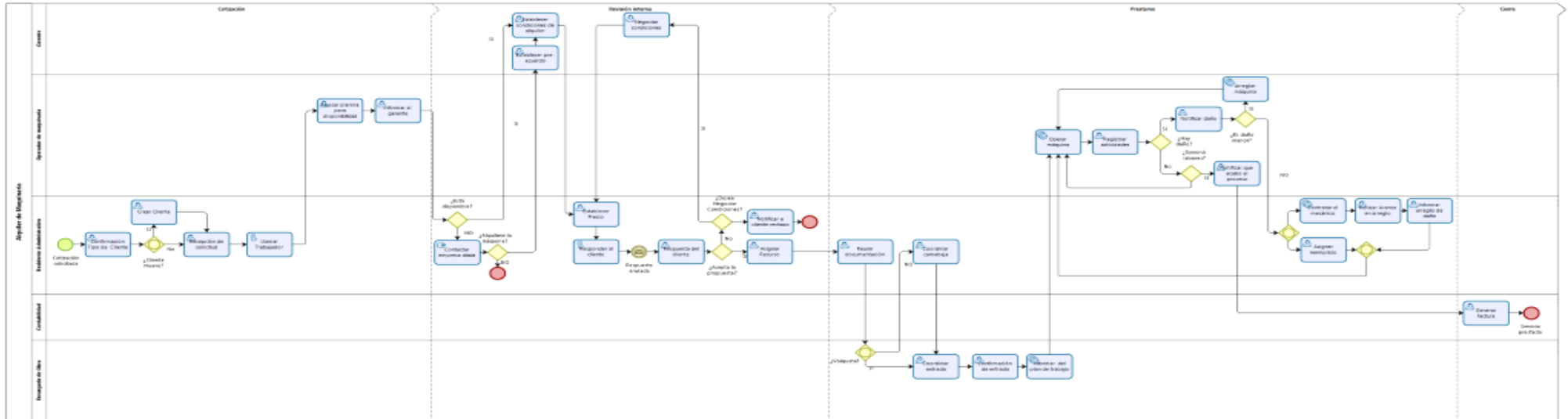


Ilustración 7-Modelado Propuesta situación TO-BE

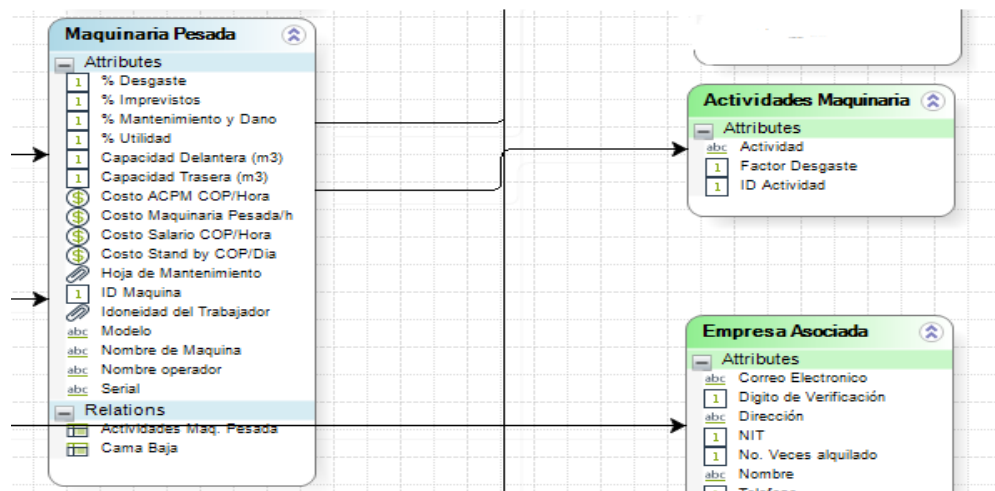
Este precio es más ajustado a la ejecución de la actividad, pues es tomado de acuerdo a los históricos de cada una de las máquinas y volquetas de la empresa, para poder así negociar bajo condiciones reales. También se puede observar que se agregaron actividades complementarias como “Crear cliente” para ingresarlos a la base de datos, pues en la actualidad no se lleva una trazabilidad sobre la información de los clientes de alquiler de maquinaria.

En segundo lugar, se tienen las actividades creadas para la categoría 2, con el fin de reducir la tasa de rechazo del servicio. Contemplando posibilidades de renegociación en “¿Está disponible?” y “¿Acepta Propuesta?” como se ve en la Ilustración 7. En el primero, se genera un porcentaje de rechazo por la falta disponibilidad de tiempo de la maquinaria, aquí se propone hacer alianzas con empresas que presten el mismo servicio de alquiler de maquinaria que ofrece INGECONS. Este planteamiento incluye las actividades de “Contactar empresa aliada” y “Establecer preacuerdo” junto con la compuerta “¿Alquilaron la máquina?”. Dentro de la situación AS-IS solo existe la compuerta “¿Acepta Propuesta?” actualmente ésta no permite al cliente renegociar las condiciones de servicio, es decir, el servicio no se ajusta a sus necesidades, por esta razón se proponen las actividades de “Negociar condiciones” y “Notificar al cliente de rechazo” junto con la compuerta de “¿Desea negociar?”.

En tercer lugar, para mejorar la categoría 3 se detallaron los mantenimientos y daños ya sea por parte del operador o tercerizado por un mecánico, mostrado en el anexo “FICHAS TECNICAS MAQUINARIA Y VOLQUETAS”. Este complemento se añadió en la compuerta existente llamada “¿Hay daño?” y comprende las actividades adicionales de “Contratar mecánico”, “Revisar avance en arreglo”, “Informar arreglo de daño”, “Asignar reemplazo”, “Arreglar máquina por parte de operador” junto a la compuerta de “¿Hay daño menor?”, además se incluye el desglose de la actividad “Gestionar entrada” en “Coordinar entrada”, “Confirmación de entrada” e “Informar plan de trabajo”, la descripción de las mismas se encuentra en el anexo “TO BE-STUDIO”.

Uno de los cambios propuestos, después de analizar el porcentaje de participación del gerente es reasignar al residente a actividades operativas del proceso con el fin de reducir el porcentaje de utilización del gerente, y poder prestar el servicio de manera continua.

Para suplir la necesidad de estandarizar el proceso, se debió estructurar un diagrama entidad- relación, que contemple la información generada dentro del flujo del mismo, para esto fue necesaria la creación de entidades “maestro” y entidades paramétricas las cuales se refieren a atributos fijos de la empresa. Las entidades “maestro” son aquellas que modifican los registros de la compañía a lo largo del proceso. A continuación, se presenta la entidad maestra “Maquinaria Pesada” la cual tiene relación con “Actividades Maquinaria”, que es una entidad paramétrica que guarda información de “Actividad” como, por ejemplo: Excavación, traspaleo, adecuaciones etc. Factor de desgaste alude a un porcentaje de cada máquina por actividad y el Id de actividad. Como ejemplo se muestra la ilustración 8.



A continuación, en la Ilustración 9 se pueden diferenciar las entidades maestras en color azul y las entidades paramétricas en color verde, mostrando la relación de entidades completas del proceso. Esta relación es la base para la creación de formularios propuestos para el registro de información de todo el proceso. Allí se establecen los tipos de variables ya sea texto, booleano o número.

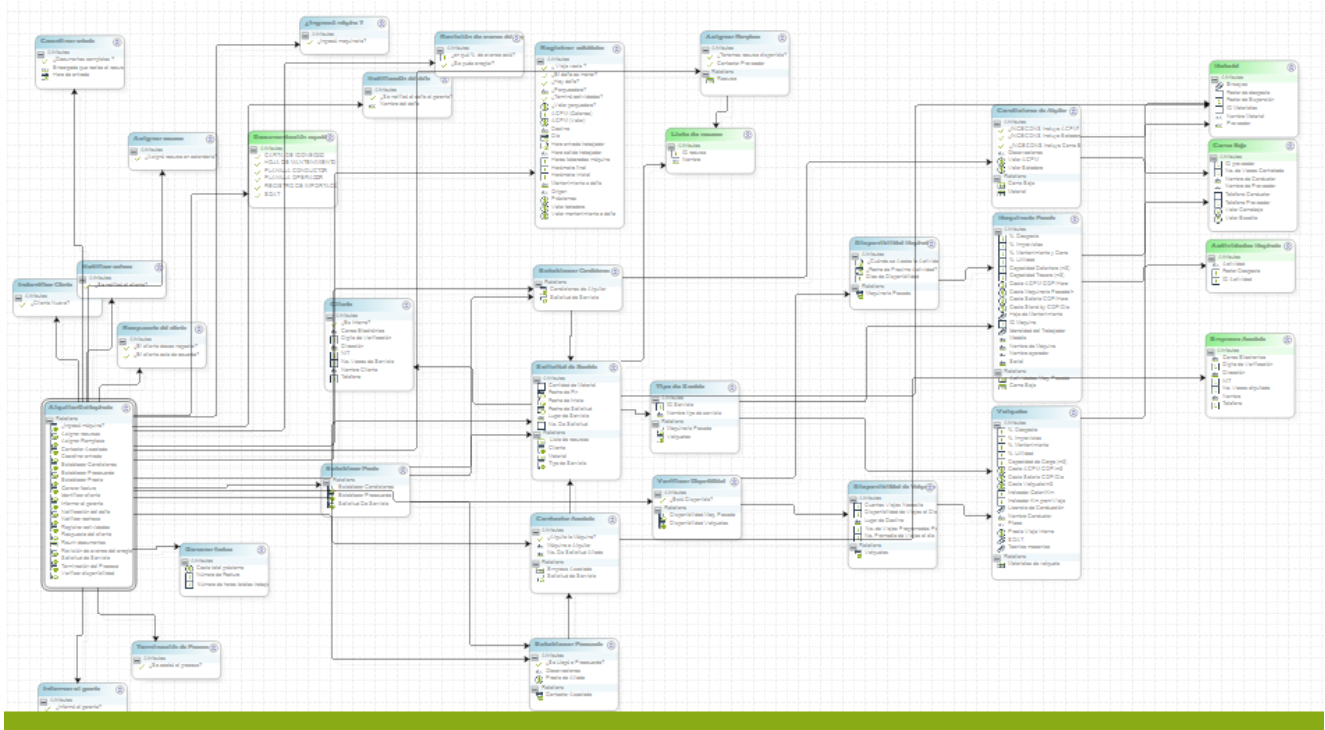


Ilustración 9- Mapa Entidad Reación en software Bizagi Studio

Teniendo en cuenta la modelación de datos explicada anteriormente, se procede a la elaboración de formularios. Estos formatos serán diligenciados por la residente administrativa encargada de atender a al cliente. En la Ilustración 10 se muestra un ejemplo de este. Estos formularios, fueron usados para la simulación de la situación propuesta, con la validación de esta información se tomaron tiempos efectuados por la residente actual de la empresa.

Alquiler de Maquinaria > Recepción de solicitud

Por favor dígame la información de solicitud de servicio

▼ Información de la solicitud del servicio

Solicitud de servicio

No. De Solicitud: Fecha de Solicitud:

Fecha de Inicio: Fecha de Fin:

Lugar de Servicio:

Cliente

NIT:

Nombre Cliente:

ID Servicio:Escriba: 1: Maquinaria Pesada 2: Volqueta:

Cantidad de Material (m3):

Ilustración 10-Ejemplo de Formularios en software Bizagi Studio

Al igual que en la situación AS-IS, se planteó un modelo de simulación con Simulation View donde la nueva toma de tiempos se estableció como fuente de información, teniendo en cuenta el concepto de expertos y la duración al llenar formularios agregados al proceso.

Tabla 3-Relación Recursos-costos en Situación TO-BE

Availability		Costs	
Resources	Fixed cost	Cost per hour	
Cientes	0	0	
Gerente	0	33400	
Residente	0	6250	
Operador	0	5000	
Conductor	0	5000	
Cama Baja	2400000	0	
Empresa aliada	0	0	
Mecánico	1000000	0	

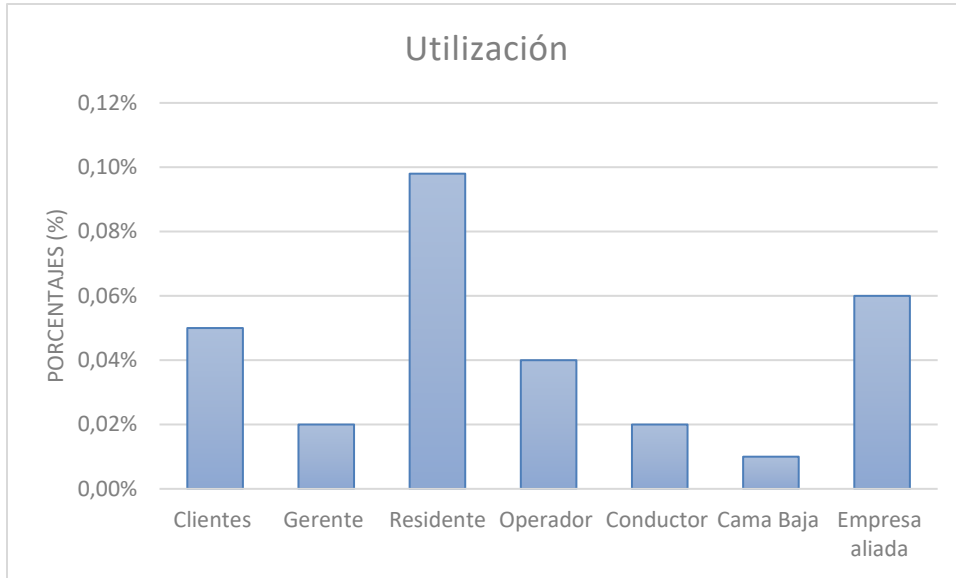
A partir de los resultados de la simulación se puede observar que el costo total de la utilización del personal asociado a este proceso disminuye de \$19'230,542.00 COP en la situación AS-IS a \$9'840,399.00 COP, mostrando un ahorro de \$9'390,143.00 COP, haciendo que sea un valor representativo al reducir este costo en un 48%. El impacto que genera la propuesta planteada está en agregar valor en cada una de las actividades del proceso y eficiencia en los recursos.

Inicialmente en la situación actual (AS-IS) el gerente tiene una participación del cero punto sesenta y dos por ciento (0.62%), mientras que el residente tiene cero punto veintinueve por ciento (0.29%) de utilización. Con la situación propuesta el gerente tiene más tiempo para ejercer las funciones naturales de su cargo, ya que ahora tiene una utilización del cero punto cero dos por ciento (0.02%), esto se logra a partir de la necesidad de asignar a un residente que ejecute las actividades operativas del proceso. Este pasa a tener una ocupación del cero punto noventa y ocho por ciento (0.98%), lo cual implica que el costo del recurso más caro (gerente) se disminuye de \$4'955,501.00COP a \$124,483.00 COP, el residente pasaría a tener un costo de \$1'474,337.00 COP. Con la reasignación de las cargas laborales, se logra una reducción de 3'784,983.00COP en los cargos de gestión involucrados en el proceso.

Una de las categorías mencionadas como propuestas de mejora es la necesidad de orientar el proceso al cliente. Se observó que los agentes involucrados en estas actividades (Clientes y Empresa aliada) aumentaron su participación de cero punto cero cuatro por ciento (0.04%) a cero punto once por ciento (0.11%). El cliente aumento su participación en cero punto cero un por ciento (0.01%) mientras que el nuevo recurso “empresa aliada” tiene una utilización del cero punto cero seis por ciento (0.06%) cumpliendo con la necesidad de orientar el servicio al cliente.

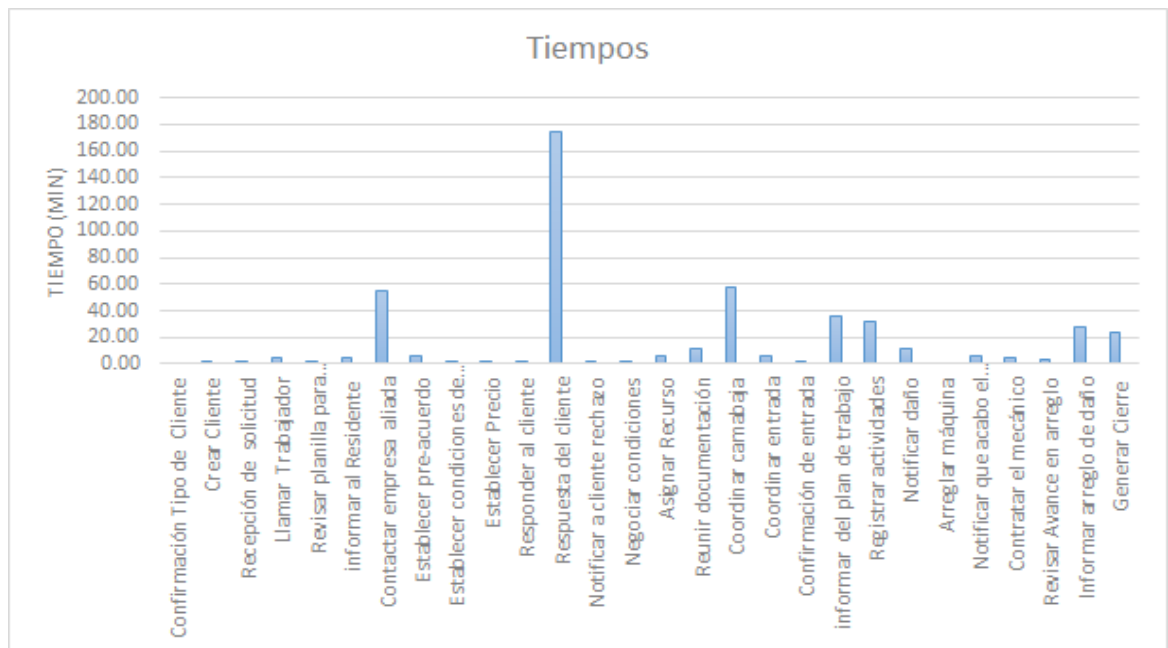
Tabla 4-Resultados de Recursos simulación situación TO-BE

Resource	Total fixed cost	Total unit cost	Total cost
Gerente	\$ -	\$ 124,483	\$ 124,483
Residente	\$ -	\$ 1,474,337	\$ 1,474,337
Operador	\$ -	\$ 153,665	\$ 153,665
Conductor	\$ -	\$ 87,914	\$ 87,914
Cama Baja	\$ 8,000,000	\$ -	\$ 8,000,000
			\$ 9,840,399



Gráfica 3- Porcentaje de utilización de recursos en situación TO-BE

Inicialmente las actividades “Recepción de solicitud”, “Asignación de recurso” y “Generar cierre” presentan tiempos de espera mostrados en la gráfica 4. Ahora con la situación propuesta ninguna actividad presenta tiempos de espera, obteniendo una mejora en la productividad del proceso. Contrastando con la situación actual la actividad con mayor duración es la “Respuesta del cliente” la cual tiene una duración de 180 minutos en promedio, mientras que en la situación AS-IS, la actividad “Generar cierre” con una duración de 150 minutos es la más crítica dentro de la gestión del proceso, la mejora en los tiempos de esta actividad se logró gracias a la disponibilidad de la información generada por los formularios propuestos, mostrando una reducción en duración total de 128 minutos.



Gráfica 4- Tiempos por actividad Situación TO-BE

De acuerdo con la categorización propuesta se observa una mejora en cuanto al flujo del proceso, esto significa que, desglosando las actividades de la situación actual, se dividen los tiempos de la misma, las cuales presentaban esperas haciendo que el flujo cambie. Con esto se logra hacer que las actividades con mayor duración sean las que necesitan un agente externo a la empresa, volviendo la propuesta factible en cuanto a la categorización propuesta. Esta reducción de tiempos también se debe a la disponibilidad de información a la hora de realizar la actividad ya que, se usan formularios reusables como los de la ilustración 10 a la hora de llevar el proceso.

Para fortalecer de la propuesta planteada se debe analizar la actividad “Operar Máquina” utilizando los registros observados en los anexos “BASE DE DATOS MAQUINARIA PESADA CONSOLIDADO”, “BASE DE DATOS VOLQUETAS CONSOLIDADO” así como los anexos “CONSOLIDADO MANTENIMIENTO VOLQUETAS” y “CONSOLIDADO MANTENIMIENTO MAQUINARIA”.

Utilizando los registros existentes en INGECONS S.A.S. se estudiaron algunas de las variables que tienen influencia en la operación de la maquinaria, como lo son: *a.* el galón de ACPM por viaje o por hora de trabajo, *b.* el porcentaje de utilización por año para cada máquina, *c.* el porcentaje de tiempo que la máquina estuvo en mantenimiento.

Con el fin de proponer un plan de mantenimiento preventivo, se logró establecer que para la maquinaria pesada el cambio de aceite y de filtros tienen frecuencia de dos meses, siendo los más recurrentes. Para las volquetas además de los mantenimientos anteriores, es necesario tener en cuenta el engrase de los elementos junto con el cambio de llantas los cuales tienen una frecuencia de 6 meses como se puede evidenciar en el anexo “FICHAS TECNICAS MAQUINARIA Y VOLQUETAS”.

Para el análisis de resultados se observa que para el año 2018 la máquina más utilizada por la empresa fue el Retrocargador John Deer con un sesenta y cuatro por ciento (64.8%), la máquina que le sigue es el Mini-cargador (47.9%) y la Retro-excavadora PC -200 (44.1%). Lo que indica que una mejora en la cantidad de actividades o en los factores de operación dentro de las obras donde participan estas máquinas, representará un aumento en la utilización, ya que este porcentaje equivale al número de horas que la máquina permaneció prendida en durante las horas laborales del año. Estos factores dependen exclusivamente del uso que requiera el cliente, ya que las condiciones de obra pocas veces necesitan que la maquinaria este encendida las ocho horas laborales. El porcentaje de “falta de demanda” mostrado en la tabla 6 y tabla 7, se le atribuye a la falta de información en los registros actuales, este porcentaje equivale además a tiempo de transporte, set up de máquina y tiempo ocioso de la misma.

Una manera de mejorar la disponibilidad de la maquinaria es disminuyendo el porcentaje de Mantenimiento/ Daño este se tiene abordado con el plan de mantenimiento preventivo reseñado en el anexo “FICHAS TECNICAS MAQUINARIA Y VOLQUETAS”, una vez se implemente este cambiará el porcentaje de falta de demanda haciendo que la máquina esté disponible por más tiempo, lo que implica un porcentaje de utilización mayor, ya que según los registros históricos mostrados en el anexo “BASE DE DATOS MAQUINARIA PESADA CONSOLIDADO” la maquinaria se daña estando en operación.

Tabla 5-Tabla de indicadores de operación para maquinaria pesada

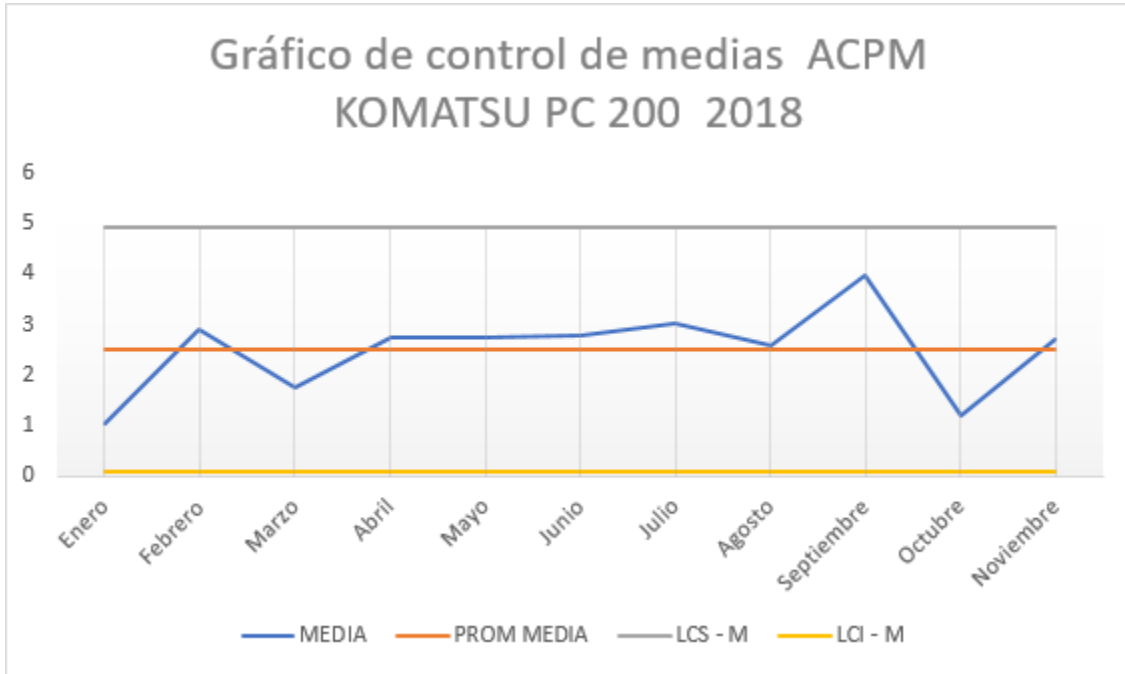
PC200	
2018	
INDICADORES DE OPERACIÓN	
HH/HM	2.27
\$H/\$M	\$ 14,159
\$Gal/HM	\$ 21,385
UTILIZACION	44.1%
MANTENIMIENTO	9%
FALTA DE DEMANDA	46.6%
HORAS PROM DÍA	4
GAL/hora	2.5

Para las volquetas se realizó el mismo análisis, pero con kilómetros en lugar de tiempo, arrojando la tabla 7 como ejemplo. Los indicadores para las otras volquetas se encuentran en el anexo “BASE DE DATOS VOLQUETAS CONSOLIDADO”.

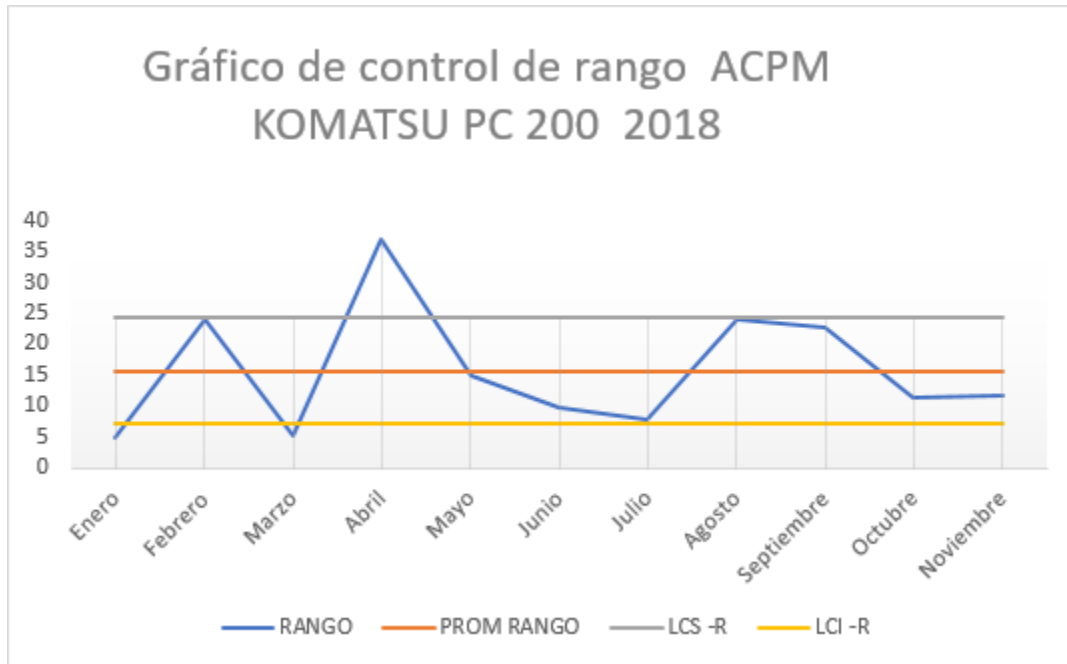
Tabla 6-Tabla de indicadores de operación para volquetas

Indicadores 2018	
km/Viaje	33.010
Gal/km	0.205
km/mes	38.706
Viajes para mantenimiento	302.941
%utilización	63%
%Mantenimiento	2%
%falta de demanda	35%

Con el fin de establecer estándares de control para evaluar los rendimientos de los recursos analizados se proponen gráficos de control para los indicadores “GAL/h” y “GAL/Km”. Los gráficos de control utilizados para el análisis de calidad del servicio son de tipo X-R, ya que la variable sigue una distribución continua como se muestra en las gráficas 5a y 5b.



Gráfica 5a-Gráficos de control de medias para ACPM



Gráfica 5b-gráficos de control de rangos para ACPM

Las gráficas 5a y 5b permiten concluir que cualquier punto con tendencia a la media de las medias y a la media de los rangos están controlados, por el contrario, si existen datos fuera de los límites se debe dejar constancia de las circunstancias que justifiquen dicho valor. Ya que estas podrían derivar en nuevos estándares o ser una fuente de estudio para posteriores análisis.

Este análisis estadístico permitió proponer los estándares estipulados en la tabla 8 haciendo que el encargado del proceso monitoree mensualmente sus recursos físicos.

Tabla 7-estándares de control para ACPM por hora o km recorrido

Maquinaria Pesada	Gal/h
Retroexcavadora PC 200	2.5
Retrocargador Jhon Deer	1.1
Minicargador	0.7

Volquetas	Gal/Km
SRN 945	0.205
OJJ 698	0.12
TLX 919	0.16

6. Conclusiones y recomendaciones

Las soluciones y recomendaciones presentadas a la empresa INGECONS SAS correspondientes al servicio de alquiler de maquinaria son:

1. La estandarización del proceso alquiler de maquinaria realizado bajo la metodología BPMN, facilitó a INGECONS que un funcionario administrativo pueda tomar decisiones para darle continuidad al servicio, entendiendo su proceso como una secuencia lógica de actividades.
2. Al presentar el porcentaje de utilización, costos asociados a la operación, y tiempos de procesamiento en forma gráfica como lo propone el BAM se logra tener una visión más clara sobre el estado del proceso.
3. Se logró reducir la intervención del gerente teniendo un impacto positivo en los costos asociados a la participación del gerente y del residente, actualmente cuesta \$5`383,803 COP y se logró una reducción \$3`784,983 COP, como consecuencia de la reasignación de actividades acorde a la naturaleza de los cargos.
4. Las mejoras propuestas de mejora a partir de la situación AS IS fueron estudiadas en 3 categorías mejorar la trazabilidad y gestión del proceso, orientar el servicio al cliente y mejorar la productividad. Después de simular la propuesta, se puede decir que disminuyó la tasa de rechazo del servicio, se puede utilizar los datos para convertir en información para ser analizada.
5. Se establecieron indicadores para cada máquina y volqueta, teniendo en cuenta estos estándares de control como de ACPM/h y ACPM/km, adicionalmente, se encontraron grandes variaciones en los gráficos de control X-R asociados al consumo de combustible, lo que indica que esta variable no está controlada. Se recomienda revisar mensualmente esta variable para mitigar problemas de dinero.
6. El software Bizagi Studio permitió ver el proceso en tiempo real, sin embargo el complemento de Simulation View tiene falencias a la hora de establecer reacciones entre variables, puntos de control, creación de variables y presentación de los datos. Adicionalmente no deja ver en detalle lo que sucede en cada caso simulado.
7. Se recomienda a INGECONS la implementación del cronograma que incluye disponibilidad del servicio y el plan de mantenimientos preventivos.

7. Glosario

- PYMES: siglas en español para pequeñas y medianas empresas.
- BPM: siglas en inglés para Business Process Management metodología que se aplicará en la empresa INGECONS S.A.S.
- IT: Siglas en español para Infraestructura Tecnológica, son los recursos de software y hardware necesarios para la implementación de un sistema de información.
- KPI: siglas en inglés para Key Performance Indicators, herramienta de ingeniería la cual forma parte del concepto BI, que se buscara implementar en la empresa INGECONS S.A.S.
- Situación TO-BE: planteamiento de una propuesta que incluya variaciones en los procesos que se estudiarán dentro del documento.
- Situación AS-IS: manera en la cual la empresa INGECONS S.A.S. lleva a cabo sus procesos hoy en día.
- Proceso de Mínimo valor: unidad básica de proceso conformada por un mínimo de actividades que incide en la mayoría de los procesos de la empresa (Castrillón, 2014).
- BAM: siglas en inglés para Business Activity Monitoring esto representa las salidas de la simulación hechas en la herramienta Bizagi, representará los datos de entrada a la herramienta de análisis de datos con BI
- BI: Siglas en inglés para Business intelligence, para el documento se refiere a la herramienta que se va a implementar en la empresa INGECONS.
- Método: Modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado o fin determinado. (Oxford university , 2018)
- Lane: Es una sub-partición dentro del proceso. Los lanes se utilizan para diferenciar roles internos, posiciones, departamentos, etc.

8. Tabla de Anexos o Apéndices

- *Anexo 1: Entrevista con el Gerente general INEGCONS SAS*
- *Anexo 2: Formato de maquinaria.*
- *Anexo 3: Formato volqueta*
- *Anexo 4: AS-IS BASE*
- *Anexo 5:AS-IS STUDIO*
- *Anexo 6: BASE DE DATOS MAQUINARIA PESADA CONSOLIDADO*
- *Anexo 7: BASE DE DATOS VOLQUETAS CONSOLIDADO*
- *Anexo 8: CONSOLIDADO MANTENIMIENTOS VOLQUETAS*
- *Anexo 9: CONSOLIDADO DE MANTENIMIENTOS MAQUINARIA*
- *Anexo 10: FICHAS TECNICAS MAQUINARIA Y VOLQUETAS*
- *Anexo 11: Maquinaria TO-BE*
- *Anexo 12: Mediciones del Proceso*
- *Anexo 13: REPORTE PROCESO AS IS*
- *Anexo 14: REPORTE PROCESO TO BE*
- *Anexo 15: Reportes 18122018*
- *Anexo 16: RPAIS*
- *Anexo 17: TO BE-STUDIO*

Referencias

- Sentanin, Almada, & Chiappetta, 2008
- Beatham, S., Anumba, C., & Thorpe, T. (2004). KPIs: a critical appraisal of their use in construction. *Emerald Insight*, 25. doi:10.1108/14635770410520320
- Bizagi. (25 de Marzo de 2018). *What is Business Process Management? : Bizagi*. Obtenido de Bizagi Web Site: <https://www.bizagi.com/es/bpm>
- CAMACOL. (2017). ¿Cuáles son las señales estructurales y de corto plazo? *Tendencias de la construcción*, 56. Recuperado el 14 de Febrero de 2018, de <https://www.camacol.co/sites/default/files/IE-Tendencias/TENDENCIAS%20ED%2011%20-%20DICIEMBRE%205%20-%20PARA%20WEB.pdf>
- CAMACOL. (Febrero de 2018). *CAMACOL*. Obtenido de pagina web de CAMACOL: <https://www.camacol.co/informacion-economica/construccion-en-cifras>
- Castrillón, C. E. (2014). Propuesta metodológica para el uso de adaptación de tecnologías basadas en BPM para la gestión organizacional. Caso de estudio: empresa de obras de ingeniería. *Repositorio Universidad Pontificia Bolivariana*, 89. Recuperado el 26 de Marzo de 2018, de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1923/CASTRILLON%20VALENCIA%20Carlos%20Eduardo%20-%20Memoria%20FINAL%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chan, A. P., & Chan, A. P. (2004). Key Performance indicators for measuring construction success. *Emerald Insight*, 11(2), 203-221. doi:10.1108/14635770410532624
- Constructing Excellence delivered with BRE. (2018). *Constructing excellence delivered with BRE*. (BRE) Recuperado el 26 de Marzo de 2018, de <http://constructingexcellence.org.uk/kpis-and-benchmarking/>
- DANE. (Diciembre de 2017). *Informe de DANE*. Bogotá D.C. Obtenido de DANE: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_ieac_IIItrim17.pdf
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Nueva York: Springer.
- Hitpass, D. B. (2017). *Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementación* (Cuarta ed.). Santiago, Chile: BHH Ltda. Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Dm4-MGAY5vMC&oi=fnd&pg=PR1&dq=BPM+definicion&ots=zWfJO52s-I&sig=NWgtykD9F8LLSHzQkFwOlg_QZg#v=onepage&q&f=false
- Pritchard, J.-P. (1999). Business process management – lessons from European business. *Emerald Insight*, 10-35.
- Sentanin, O. F., Almada, F. C., & Chiappetta, C. J. (2008). Business Process Management in a Brazilian Public research centre. *emerald insight*, 483-496.
- Sinnexus. (2016). *Sinnexus Business Intelligence informatica estrategica*. (Sinnexus) Recuperado el 26 de Marzo de 2018, de http://www.sinnexus.com/business_intelligence/