

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas**



**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MICROMEDICIÓN  
EN UNA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO CON TÉCNICAS DE MINERÍA DE  
PROCESOS**

Tesis presentado por el Bachiller:

**Cervantes Chata, Andrea  
Nathaly**

Para optar el Título Profesional de

**Ingeniero de Sistemas**

Especialidad: **Sistemas de  
Información**

Asesor:

Dr. Calderón Ruiz Guillermo

**Arequipa, Perú**

**2021**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
**INGENIERIA DE SISTEMAS**  
**TITULACIÓN CON TESIS**  
**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 13 de Septiembre del 2021

**Dictamen: 001946-C-EPIS-2021**

Visto el borrador del expediente 001946, presentado por:

**2014800162 - CERVANTES CHATA ANDREA NATHALY**

Titulado:

**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MICROMEDICIÓN EN UNA EMPRESA DE AGUA  
POTABLE Y  
ALCANTARILLADO CON TÉCNICAS DE MINERÍA DE PROCESOS**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

**1635 - SULLA TORRES JOSE ALFREDO  
DICTAMINADOR**



**1748 - CALDERON RUIZ GUILLERMO ENRIQUE  
DICTAMINADOR**



**2464 - RAMIREZ VALDEZ OSCAR ALBERTO  
DICTAMINADOR**



## *Dedicatorias*

*Esta tesis va dedicada a:*

*A Dios porque sin su apoyo incondicional en cada decisión y camino no hubiera llegado este momento en mi vida ya que siempre estuvo conmigo y nunca me fallo, yo conozco cuán grande es tu amor y te agradezco por todo lo aprendido a lo largo de mi vida.*

*A mis padres Luis y Jessica por su amor, paciencia y esfuerzo a lo largo de los años en mi formación y crecimiento, gracias por ser unos padres maravillosos los cuales admiro y respeto y su vez anhelo algún día llegar a ser tan buena como ustedes.*

*A Mathias, porque sin ti mi vida no tiene sentido, contigo descubrí el amor y fortaleza que puedo tener. Gracias por cada uno de los días a tu lado aprendo y crezco más como madre y persona. Nunca olvides que mamá siempre estará para apoyarte en todo.*

*Finalmente dedico esta tesis a todas las personas involucradas que siempre confiaron en mí y me dieron aliento cuando más lo necesitaba, por tener su apoyo cuando las situaciones parecen oscuras siempre al final del camino uno encuentra la luz que necesita.*



## Agradecimiento

*Quiero expresar mi profunda gratitud a Dios, quien siempre estuvo en mi camino y en mi día a día llenándome de su bendición. Gracias a la Virgen de Fátima y San Francisco de Asís los cuales guiaron mi camino desde muy pequeña se convirtieron en mis referentes sobre mi actuar y pensar.*

*A mis padres e hijo por ser la pieza clave en mi vida, por su apoyo incondicional en todos los proyectos que tome camino a lo largo de mi vida tanto en mi vida profesional, deportiva, familiar y laboral. Ya que sin ustedes ninguno de mis logros tendría sentido y por siempre ser la luz y camino correcto a la verdad.*

*De igual forma mis sinceros agradecimientos a mi asesor Ing. Guillermo Calderón por su incansable apoyo a lo largo de mi tesis y mi carrera universitaria para lograr tener los resultados deseados.*

*También de igual forma a la EPS SEDAPAR la cual confió en mi para realizar el proyecto y permitió que mi vida laboral comenzara como practicante profesional del área de Tecnologías de la Información, en la cual tuve el grato apoyo de cada uno de los ingenieros y el Jefe de Comercialización por su confianza depositada en mi para obtener los resultados deseados.*

*Finalmente quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi alma mater Universidad Católica de Santa María, a toda la Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales, a la escuela profesional de Ingeniería de Sistemas, docentes y compañeros; mi gratitud a todos por los aprendizajes, conocimientos, retos, amistades los cuales me llevaron el día de hoy a seguir creciendo profesionalmente.*

## ÍNDICE

Dedicatorias.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de Figuras.....	v
Índice de Tablas.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Introducción.....	ix
<b>CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
1.1    Objetivos .....	11
1.1.1    General.....	11
1.1.2    Específicos .....	11
1.2    Alcances y Limitaciones.....	11
1.3    Fundamentos Teóricos.....	12
1.3.1    Antecedentes del Proyecto .....	12
1.4    Técnicas y Herramientas .....	13
1.4.1    BIMP .....	13
1.4.2    PROM.....	14
1.5    Aspectos Relevantes del Desarrollo .....	14
<b>CAPÍTULO II: DESARROLLO DEL PROYECTO.....</b>	<b>18</b>
2.1    Extracción de Datos.....	18
2.2    Análisis del Proceso AS IS .....	20
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS OBTENIDOS .....</b>	<b>29</b>
3.1    Eliminación de Actividades.....	29
3.2    Eliminación de sobrecarga y tiempos muertos .....	31
3.3    Puntos de Control.....	33
3.4    Implementación y Conformidad .....	35
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>39</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>42</b>
<b>APENDICES .....</b>	<b>45</b>
ANEXO A: Plan de Tesis Aprobado .....	45
ANEXO B: Diagrama TO BE – BPMN .....	78
ANEXO C: Oficio de Autorización de Tratamiento de la Información .....	80
ANEXO D: Oficio de Conformidad de Resultados obtenidos emitido por la Entidad.....	81

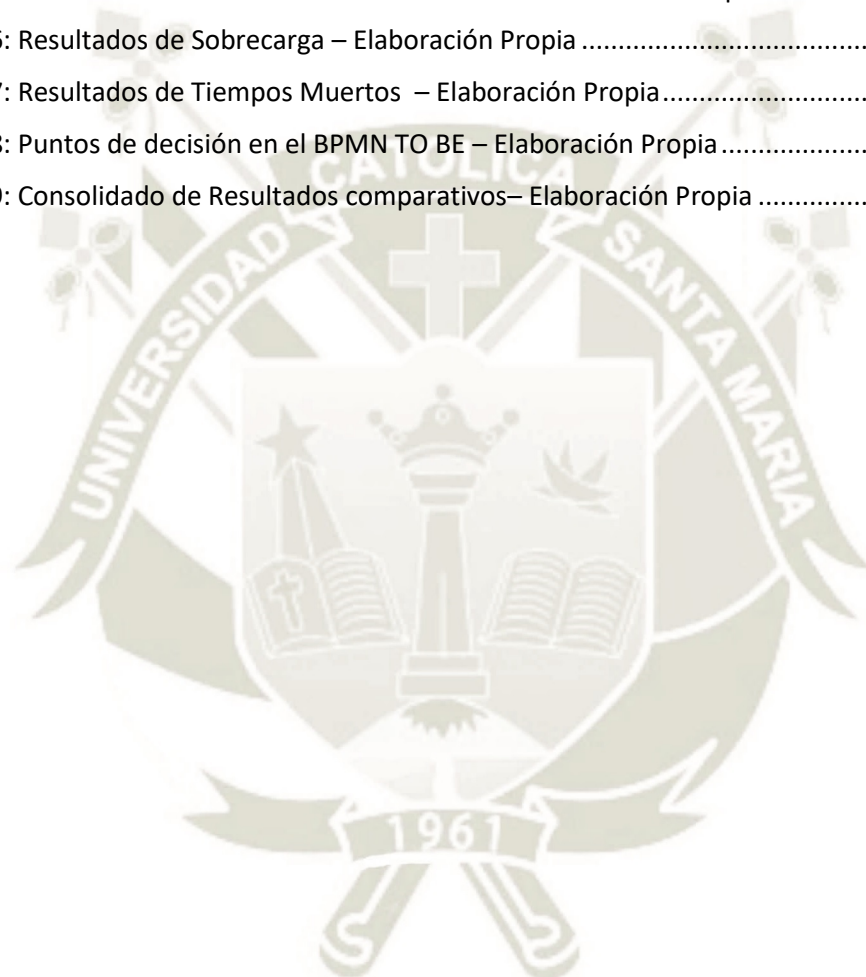
## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cronograma de Actividades – EPS SEDAPAR.....	19
Figura 2: Registro de Log de Eventos – Elaboración Propia .....	19
Figura 3: Total de Eventos Actuales –Elaboración Propia PROM.....	20
Figura 4: Inspección de la Frecuencia – Elaboración Propia PROM .....	22
Figura 5: Frecuencia en Verde –Elaboración Propia PROM .....	22
Figura 6: Frecuencia en Amarillo –Elaboración Propia PROM.....	22
Figura 7: Diagrama Alpha AS IS Actividad 08 –Elaboración Propia PROM.....	23
Figura 8: Diagrama Alpha AS IS Actividad 1, 3, 9,27 –Elaboración Propia PROM .....	23
Figura 9: Diagrama Alpha AS IS Actividad 6, 4, 26, 35,40 –Elaboración Propia PROM .....	24
Figura 10: Extracto de actividad 6 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner – Elaboración Propia .....	25
Figura 11: Extracto de actividad 8 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner – Elaboración Propia .....	25
Figura 12: Extracto de actividad 25 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner – Elaboración Propia .....	26
Figura 13: Extracto de actividad 42, 37 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner – Elaboración Propia ...	27
Figura 14: Extracto de actividad 35 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner – Elaboración Propia .....	28
Figura 15: Total de Eventos Mejora –Elaboración Propia PROM.....	35
Figura 16: Diagrama Alpha TO BE–Elaboración Propia PROM .....	35
Figura 17: Inspección de la Frecuencia – Elaboración Propia PROM .....	36
Figura 18: Frecuencia al 100% –Elaboración Propia PROM .....	36
Figura 19: Frecuencia al 75% –Elaboración Propia PROM .....	36



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Leyenda – Elaboración Propia .....	15
Tabla 2: Maestro de Lecturas – Elaboración Propia.....	16
Tabla 3: Detalle de Lecturas – Elaboración Propia.....	17
Tabla 4: Tabla de Atípicas – Elaboración Propia .....	17
Tabla 5: Resultados de Eliminación de Actividades – Elaboración Propia .....	31
Tabla 6: Resultados de Sobrecarga – Elaboración Propia .....	32
Tabla 7: Resultados de Tiempos Muertos – Elaboración Propia.....	32
Tabla 8: Puntos de decisión en el BPMN TO BE – Elaboración Propia.....	34
Tabla 9: Consolidado de Resultados comparativos– Elaboración Propia .....	38



## RESUMEN

Este proyecto consistió en el descubrimiento, análisis, oportunidad de mejora de un proceso comercial de la empresa de servicios SEDAPAR S.A.

El proyecto presenta la optimización del proceso comercial de Micromedición, el cual es encargada a grandes rasgos de la toma de lectura en campo para conocer el consumo real, realiza el cálculo y luego la facturación de la lectura.

Debemos recordar que la mejora continua en los diferentes procesos o servicios a brindar como empresa es un punto clave para obtener mejores resultados y minimizar recargas laborales.

Por este motivo para el desarrollo del proyecto de optimización se utilizaron diferentes herramientas como ProM, Bonita y BIMP los cuales apoyaron en la mejora basada bajo la metodología de la Minería de Procesos.

La Minería de procesos se enfoca en extraer conocimiento a partir de la información almacenada en los logs de eventos ubicados en los sistemas de información. La información sobre los procesos ejecutados permite realizar comparaciones entre el modelo prescrito o teórico y el modelo descubierto.

La mejora obtenida en este proyecto nos revela resultados en base: la eliminación de actividades, puntos de control; esto nos lleva a una mejora del 41% de tiempos muertos y ofrecer en el flujo del proceso calidad de información en el desarrollo del mismo.

Con ello se puede concluir que este proyecto ayudara futuros estudios y evaluaciones a plantear sobre el proceso para la misma entidad, como también para diversas entidades en las optimización de procesos y brinda un enfoque de toma de decisión por encima de eliminación de actividades.

Palabras claves: Algoritmos, BPMN, Micromedición, Minería de Procesos, Procesos



## ABSTRACT

This project consisted of the discovery, analysis, opportunity to improve a commercial process of the service company SEDAPAR S.A.

The project presents the optimization of the commercial process of Micro metering, which is in charge of the taking of reading in the field to know the real consumption, performs the calculation and then the billing of the reading.

We must remember that continuous improvement in the different processes or services to be provided as a company is a key point to obtain better results and minimize work overloads.

For this reason, for the development of the optimization project, different tools were used such as ProM, Bonita, and BIMP, which supported the improvement based on the Process Mining methodology.

Process Mining focuses on extracting knowledge from the information stored in the event logs located in the information systems. The information on the processes carried out allows comparisons between the prescribed or theoretical model and the discovered model.

The improvement obtained in this project reveals results based on: the elimination of activities, control points; this leads us to a 41% improvement in downtime and to offer quality information in the process flow during its development.

With this, it can be concluded that this project will help future studies and evaluations to raise about the process for the same entity, as well as for various entities in the optimization of processes and provides a decision-making approach over the elimination of activities.

Keywords: Algorithms, BPMN, Micro metering, Process Mining, Processes

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día hablar de tecnologías o ingenierías nos hace referencia a un sinónimo de automatización, de crear soluciones más eficientes, menor tiempo, mayor productividad y diferentes referencias de conceptos que se vienen a nuestra mente.

Con ello nos lleva a plantear mejoras utilizando diversas herramientas de descubrimiento, análisis, implementaciones y desarrollo. Pero muchas veces las mejoras planteadas no funcionan en un mundo real porque no se identifican correctamente los influyentes externos a la mejora.

Debemos recordar que muchos de los procesos hoy en día no son automáticos al 100% sino que debemos considerar que contamos con un recurso importante que son los usuarios o personas que realizan actividades a lo largo del proceso y considerando que cada proceso cuenta con un Dueño del Proceso el cual es experto en la materia y flujo.

Las empresas de servicios de agua potable y alcantarillado, hoy en día se centran en brindar y optimizar un mejor producto de cara al cliente pero se descuida muchas veces la evaluación y mejora de sus procesos comerciales. Este tipo de empresas siempre se rigen y tiene gran impacto sobre ellos la satisfacción o insatisfacción del cliente por este motivo las áreas de servicio al cliente en estas empresas deben enfocarse en la reducción de tiempos y mejorar la calidad de la información.

La optimización del proceso fue planteada siempre como una prioridad en el desarrollo, el cual permitió establecer puntos importantes para la ejecución del proyecto, para lo cual podemos nombrar los siguientes de forma general:

- a) Obtención de la data transaccional
- b) Conversión y elaboración de log de eventos
- c) Evaluación de Mejoras
- d) Diseño de modelo propuesto
- e) Análisis y evaluación
- f) Puesto en marcha
- g) Resultados

Lo cual permitió encontrar la razón principal del proyecto en su mejora de toma de decisiones como en la ejecución y calidad de la misma.

## **CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1 Objetivos**

#### **1.1.1 General**

Optimizar el proceso de Micromedición usando técnicas y herramientas de minería de procesos.

#### **1.1.2 Específicos**

1. Analizar el proceso comercial de micromedición usando herramientas de minería de procesos.
2. Identificar los problemas y causas que limitan el desarrollo correcto del proceso.
3. Implementar un modelo optimizado del proceso de micromedición con técnicas de minería de procesos.
4. Validar la mejora del proceso y medir el impacto de la optimización.

### **1.2 Alcances y Limitaciones**

Una de las limitaciones que no se consideró en el Plan de Tesis fue falta de generación de log de eventos a partir del sistema Comercial, ya que este no guardaba adecuadamente la información básica para realizar el análisis. Por este motivo se realizó la elaboración de este a base del Cronograma de Actividades del proceso.

A su vez también se evidencio que al realizar la presentación de resultados y nuevo modelo optimizado se observó la desconfianza por parte de los usuarios del proceso debido a la falta de conocimiento sobre la metodología, se tuvieron que realizar diversas versiones con respecto a los incumplimientos en las normativas de SUNASS, pero los resultados del proyecto lograron presentar una solución y resultados óptimos para la toma de decisiones sobre el proceso actual.



Para la revisión a mayor detalle visitar la sección 4.2.6 se puede consultar en el Anexo A: “Plan de Tesis Aprobado”, todos los riesgos que afectaron directamente al desarrollo del proceso.

### 1.3 Fundamentos Teóricos

#### 1.3.1 Antecedentes del Proyecto

Según Gonzales & Rivera (2020), en su investigación “Auditoría 2.0, una perspectiva para su ejecución en el entorno empresarial utilizando técnicas de minería de procesos” hacen hincapié en lo ya descubierto al realizar la tesis dice que: la calidad de la data y log de eventos a estudiar debe ser correcta y confiable para obtener los resultados deseados ya que esta es parte crucial del trabajo y del planteamiento de mejoras. Conuerdo con los autores de esta investigación debido a que hacer participar a los trabajadores o personal involucrado en el proceso hacen que se tengamos una visión más acertada de las mejoras y puntos a implementar.

Según Ramírez & Lopez (2021), en su investigación “Las tecnologías de la información y la comunicación como factor de desempeño competitivo en instituciones de salud”, exponen como conclusiones que el manejo de las TIC y herramientas o metodologías permiten el aumento de productividad y alcance de los objetivos deseados, para el caso presentado en específico indican que la Minería de Procesos permitió la evaluación correcta del proceso de cirugía y permitió observar mejoras que anteriores auditores no descubrieron por tal motivo recomiendan esta metodología por su éxito en el área.

Según Salas & Lira (2021), en su investigación “Incorporando la perspectiva de proceso mediante Process Mining al entrenamiento de destrezas procedurales en educación médica”, concluyen que el uso de la metodología de Minería de Procesos permitió encontrar patrones sobre el tiempo de ejecución y actividades y con ellos identificaron mejoras en su proceso de entrenamiento a los estudiantes y descubriendo el esfuerzo focalizado en cada actividad.

Según (Giraldo, Jimenez, & Tabares, 2016) en su artículo “Modelo para optimizar el proceso de gestión de negocio combinando minería de procesos con inteligencia de negocios desde almacenes de datos”, se realiza un estudio bajo la empresa Retex S.A.C. la cual se dedica al sector textil, emplean la minería de procesos en su optimización de procesos en su proceso de producción con el cual se comparte gran parte del objetivo principal en ambos proyectos con respecto a la optimización del proceso utilizando la misma metodología y se comparte la conclusión el descubrimiento de los registros de eventos fueron pieza clave posteriormente en el análisis y mejoras, identificando así tareas y actividades determinantes en la ejecución del proceso.

#### **1.4 Técnicas y Herramientas**

En el desarrollo del proyecto al realizar la mejora y realizar el diseño en la herramienta Bonita (Bonitasoft), surgió la necesidad de utilizar una herramienta generadora de log o data transaccional para la evaluación de resultados.

Por tal motivo BIMP y PROM tuvieron mucho aporte en la validación de resultados antes de ser presentados a la entidad ya que aportaron en la evaluación del proceso TO BE.

##### **1.4.1 BIMP**

En el desarrollo de la mejora del diagrama BPMN necesite generar un log de eventos a partir de este nuevo modelo, lo cual no fue considerado en el plan de Tesis por tal motivo se buscó un generador de data log a partir del modelo. Por tal motivo luego de elaborar el modelo TO BE este fue puesto a prueba bajo el aproximado de la misma cantidad de instancias del log AS IS y con ello se generó el archivo mxml el cual fue un formato aceptado por la herramienta PROM. (BIMP, 2021)

#### 1.4.2 PROM

Al realizar los primeros análisis del proceso se tuvo dificultades con las actualizaciones de los pluggins y versiones disponibles para su estudio. Según el Plan de Tesis aprobado se indicó que se usaría la versión 6.9 ya que hasta ese momento se entendió que solo esa versión contaba con la extensión XES para la conversión de data csv a xes en su estudio. Pero debido a las constantes actualizaciones es dicha versión se decidió cambiar de versión y utilizar la versión Prom Lite 1.2 la cual también cuenta con esta extensión XES para las conversiones de documentos necesarias para el desarrollo de la tesis. (ProM Tools, 2021)

#### 1.5 Aspectos Relevantes del Desarrollo

Para la realización del proyecto se utilizó la metodología ya mencionada: Minería de Procesos, la cual nos permitió analizar, tomar decisiones en base a mejoras que podían ser planteadas y brindar la mejora al proceso.

Se comenzó el proyecto con la extracción de la data transaccional, en la obtención de lo mencionado se presentaron diversos inconvenientes ya que el Sistema Comercial no guardaba un log de eventos utilizable con campos básicos como: ID, Actividad y Timestap. Por tal motivo se procedió a solicitar el cronograma de actividades realizadas en el proyecto el cual fue otorgado en formato Excel para los 10 grupos de facturación de la Provincia de Arequipa.

El cual tuvo que ser extraído de manera manual y con macros del formato Excel a una tabla de 3 cabeceras: ID, Actividad y Timestap con lo cual se logró completar la información básica para el desarrollo del proceso.

Posterior a ello se procedió a realizar los análisis del log de eventos por medio del uso de la herramienta PROM aplicando algoritmos Alpha, Heuristic Miner, Fuzzy; con los cuales se determinó puntos de mejora a tomar en cuenta para nuestro modelo TO BE. Cabe indicar que la mejora tuvo 3 versiones ya que los primeros bocetos y puesto en marcha no cumplían con las regulaciones impuestas por SUNASS. Se presentó la mejora al dueño del proceso el cual estuvo de acuerdo con los resultados obtenidos y brindo su satisfacción.



Para el conocimiento del proceso se tuvo que tener en cuenta cómo es que cambia la data en la Base de Datos como una fuente de información para entender mejor el proceso y a su vez entender el motivo porque el usuario necesita registrar data o valor en el Sistema Comercial de manera que produce un cambio de estado y ubicación en el flujo del proceso. Personalmente, esta explicación ayudo mucho a entender que ciertas actividades que no parecen tan aportantes el proceso tienen un porque y no solo en la regla sino en el Sistema.

- a. Los identificadores de instancia en la duración del proceso se van modificando según el estado en el que se encuentre, por tal es mejor determinarlo según las tablas transaccionales que se van generando con el avance del proceso.
- b. Se determina según el campo **CSITREG**.

IDENTIFICADOR	INSTANCIA	IDENTIFICADOR	INSTANCIA	IDENTIFICADOR	INSTANCIA
	Conexión para Toma de Lectura en Campo		Conexión sin Medidor		Ingresa
	Calculo		No procede a facturación		Conexiones Atípicas
	Validación		En espera		Revisión
	Cierre Final		Pendiente Conexiones Atípicas		Generación de Atípicas

*Tabla 1: Leyenda – Elaboración Propia*

C045MLEC - Maestro de Lecturas

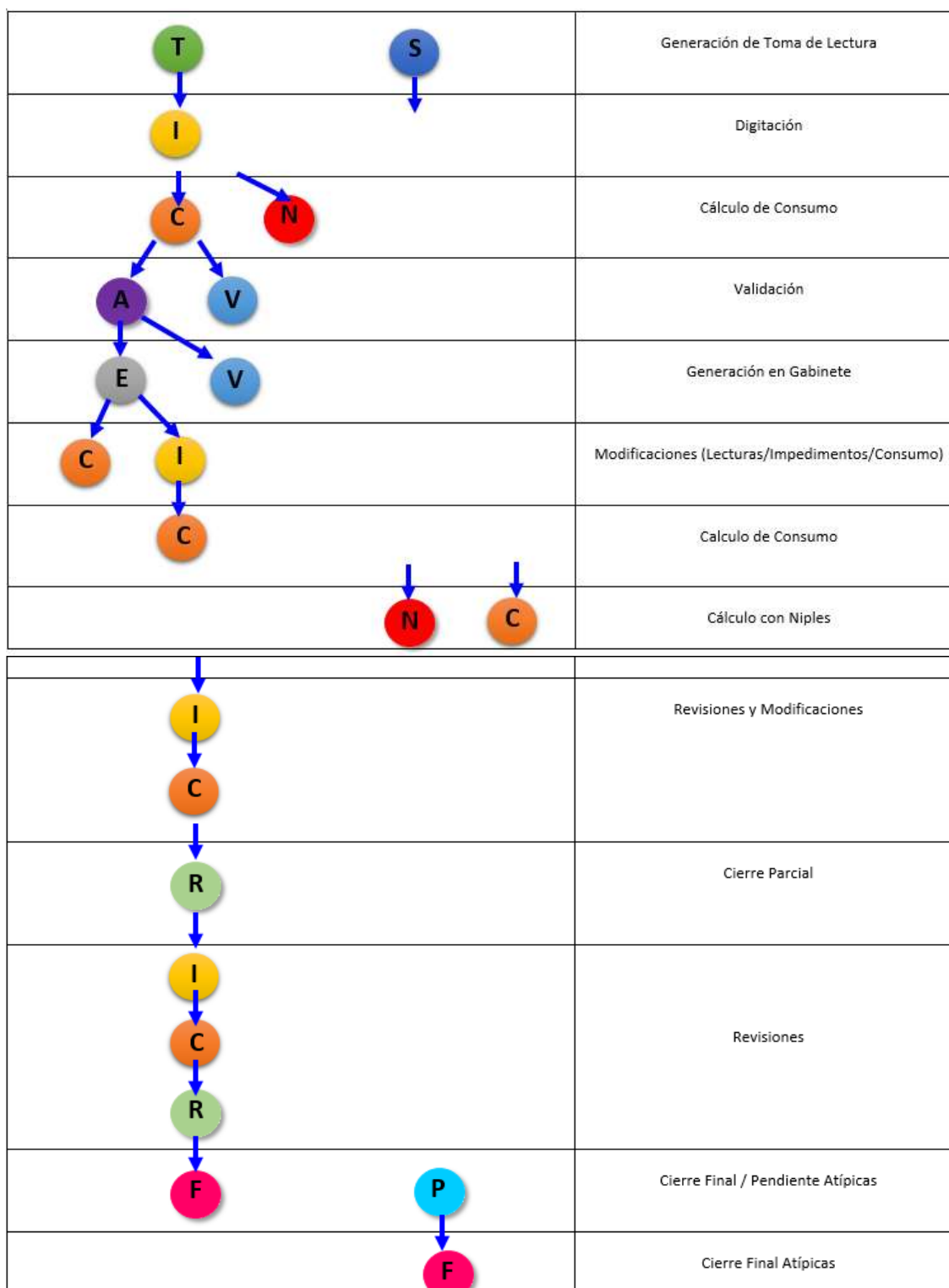














Tabla 2: Maestro de Lecturas – Elaboración Propia

**C05DLEC – Detalle de Lecturas**

Primer Registro por Conexión		Generación de Toma de Lectura en Campo	
	↓ 	Digitación	
Segundo Registro por Conexión		Generación de Toma de Lectura en Campo	Registro de la Validación
	↓ 	Digitación	
Tercer Registro por Conexión		Registro de Lecturas por Impedimento	
	↓ 	Calculo de Consumo	
Cuarto Registro por Conexión		Registro de Lecturas por Impedimento	
	↓ 	Calculo de Consumo	

*Tabla 3: Detalle de Lecturas – Elaboración Propia*

**C05TATI – Tabla de Atípicas**

Primer Registro por Conexión		Generación de Atípicas en Primera Visita
	↓ 	Digitación
Segundo Registro por Conexión		Generación de Atípicas en Segunda Visita
	↓ 	Digitación

*Tabla 4: Tabla de Atípicas – Elaboración Propia*

**C05DUSO – Tabla de Unidades de Uso**

- i. Se inserta tantos registros como unidades de uso tenga la conexión que sea mayor a 2 unidades de uso.
- ii. El cálculo lo divide en cantidades proporcionales
- iii. Valoriza lo m<sup>3</sup> a soles.



## CAPÍTULO II: DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 Extracción de Datos

Se aprendió bajo el desarrollo del proyecto que la identificación y elaboración de un log de eventos es el punto determinante de la aplicación de la metodología de Minería de Procesos, en el desarrollo de este proyecto se presentaron diversas versiones con respecto a la recopilación de la data.

Esto se presentó debido a que el Sistema Comercial utilizado para el proceso comercial no almacena un log de eventos que registre el flujo del proceso (Suclla, 2019), mas solo registra data transaccional de algunas actividades importantes como cobranzas, tomas si bien estas actividades aportan valor al proceso no era útil para su evaluación.

Por este motivo se solicitó el cronograma de actividades programadas mes a mes a los largo de los 2 últimos periodos completos, es decir, 2018-2019. Se consideró estos años ya que presentan el proceso sin interrupción y no continúen situaciones inconsistentes como lo es data del 2020 o 2021 que debido a la crisis sanitaria no se tuvo data constante.

Al evaluar el cronograma de actividades en formato Excel se verifico que el cronograma almacenaba el correcto flujo y cumplía con los criterios necesarios como son: ID (puede ser determinado a preferencia), Actividad y TimeStap. Por tal motivo se utilizó la siguiente lógica en su realización.

Según la Figura 1, se evidencia una parte del cronograma de actividades y se tomara como referencia la sección remarcada en rojo para su demostración:

N°	PROCESOS	J	V	S	D	L	M	M
		28	29	30	31	1	2	3
1	FACTURACIÓN EN PROCESO		7					
2	FACTURACIÓN CONEXIONES ATIPICAS	3						4
3	IMPRESIÓN DE FACTURAS	6						7
4	IMPRESIÓN FACTURAS ATIPICAS	3						4
5	IMPRESIÓN FACTURAS-PROVINCIAS							
6	DISTRIBUCIÓN DE FACTURAS		3	4				
7	DISTRIBUCIÓN FACTURAS ATIPICAS							
8	CAMBIO\$ CATASTRALES	1	2					3
9	REGISTRO MEDIDORES--PL.MEDIDORES	1	2					3
10	REGISTRO CONEXIONES DOMICILIARIAS	1	2					3
11	GENERACIÓN ARCHIVO DE LECTURA	1	2					3
12	DISTRIBUCION-CARGA PDT/REPORTES	1	2					3
13	CONT.ENTREGA ARCHIVO LECT.-	1	2					3
14	LECTURAS - CAMPO	10	10				1	2
15	RECEP. DESCARGA/CARGA PDT-DIGIT.							10

Figura 1: Cronograma de Actividades – EPS SEDAPAR

Nuestro ID se obtuvo de la siguiente forma (Ej.: Enero 2018):

-Identificar el grupo de Facturación: 1

-Identificar actividad: 14

-Identificar fecha: 2018-01-02

20180101

✓ AÑO

✓ MES

✓ GRUPO DE FACTURACIÓN

Para lo cual tenemos como resultado el siguiente registro dentro del Log de Eventos.

ID	ACTIVIDAD	TIMESTAP
20180101	14	2018-01-02

Figura 2: Registro de Log de Eventos – Elaboración Propia

Según la Figura 2, podemos observar el resultado final luego de la elaboración del log de eventos, este es un ejemplo de un único registro del log de eventos del modelo AS IS, se consideró el mismo patrón de elaboración para los 10 238 registros en el análisis inicial.

De esta manera se extrajo la data transaccional y se logró armar un log de eventos consistente en su elaboración para posterior a ello ser evaluado mediante los algoritmos de descubrimiento.

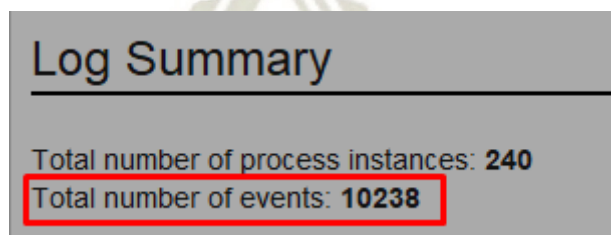
Cabe indicar que fue de vital importancia para el desarrollo del proceso conversar e interactuar con el personal y dueño del proceso ya que se tenía que entender la lógica del proceso y no solo evidenciar errores o puntos de mejora.

Debemos recordar que para poder obtener y brindar buenos resultados sobre un proceso llenarse de información no es lo que prima sino el conocimiento que aporta el proceso y las regulaciones que debe cumplir como tal.

## 2.2 Análisis del Proceso AS IS

A partir de tener el log de eventos preparado para su evaluación se procedió a convertir en formato cvs el cual es aceptado por el framework de PROM y se procede a convertir el formato a extensión XES para su análisis:

Se realizó el estudio del proceso actual bajo 10238 registros obtenidos del periodo 2018-2019 sobre el Cronograma del Proceso.



*Figura 3: Total de Eventos Actuales –Elaboración Propia PROM*

La Figura 3, es extraída desde la herramienta ProM utilizando el algoritmo Heurístico el cual nos permite verificar el total de eventos que se corrieron en la ejecución y se determina que los resultados obtenidos en el análisis para el modelo AS IS fueron a base de 10238 registros de eventos evaluados.



Se aplicaron los siguientes algoritmos para su descubrimiento y análisis:

- Algoritmo Heurístico: Para determinar frecuencias sobre las instancias del proceso (Aguirre & Rincón, 2015)
- Algoritmo Alpha: Para determinar cuellos de botella en el algoritmo y puntos de mejora a considerar en el diseño TO BE (Aguirre & Rincón, 2015)
- Algoritmo Fuzzy Miner: El cual nos permitió observar anomalías en el flujo y controlar actividades que no cumplen una correcta política de ejecución para el negocio. (Aguirre & Rincón, 2015)

Al aplicar el algoritmo Heurístico se determinó que durante el recorrido de nuestro proceso obtuvimos 2 tonalidades muy marcadas como se evidencia en la Figura 4 en la cual se detalla de color Verde actividades de alta frecuencia en el flujo y aportación de valor al proceso, pero también tenemos de color amarillo actividades con frecuencia baja en el flujo se podría decir que no aportan valor pero lo que obtuvo en este estudio es que estas actividades si aportan valor solo que teníamos que considerar puntos de decisión en el flujo.

- De color verde en la Figura 5, podemos observar un promedio de ejecución del 84.09%
- De color amarillo en la Figura 6, podemos observar un promedio de ejecución del 42.86%

Lo que nos da entender que las actividades que se incluyen dentro de este 42.86% han sido evaluadas para obtener un mejor resultado.



Figura 4: Inspección de la Frecuencia – Elaboración Propia PROM

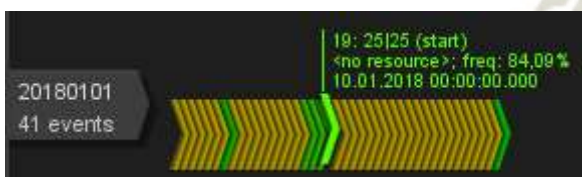


Figura 5: Frecuencia en Verde –  
Elaboración Propia PROM



Figura 6: Frecuencia en Amarillo –Elaboración  
Propia PROM

Posterior a ello se aplicó un algoritmo Alpha para determinar cuellos de botella y actividades que demandan e incrementan el tiempo de ejecución en el proceso

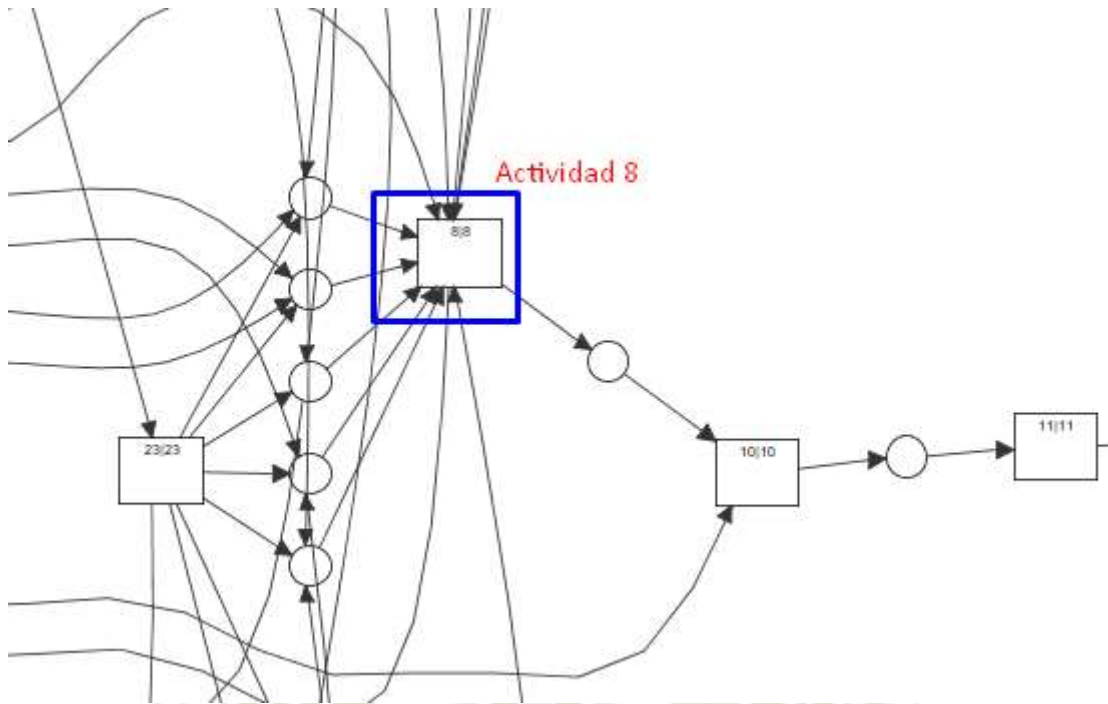


Figura 7: Diagrama Alpha AS IS Actividad 08 –Elaboración Propia PROM

Una de la actividades con mayor flujo y que ocasiona un cuello de botella es la 8 “Cambios Catastrales”, si bien esta actividad es importante para el proceso y no debe ser considerada de eliminación se presta a evaluación para poder optimizar el tiempo de duración y personal involucrado en esta actividad.

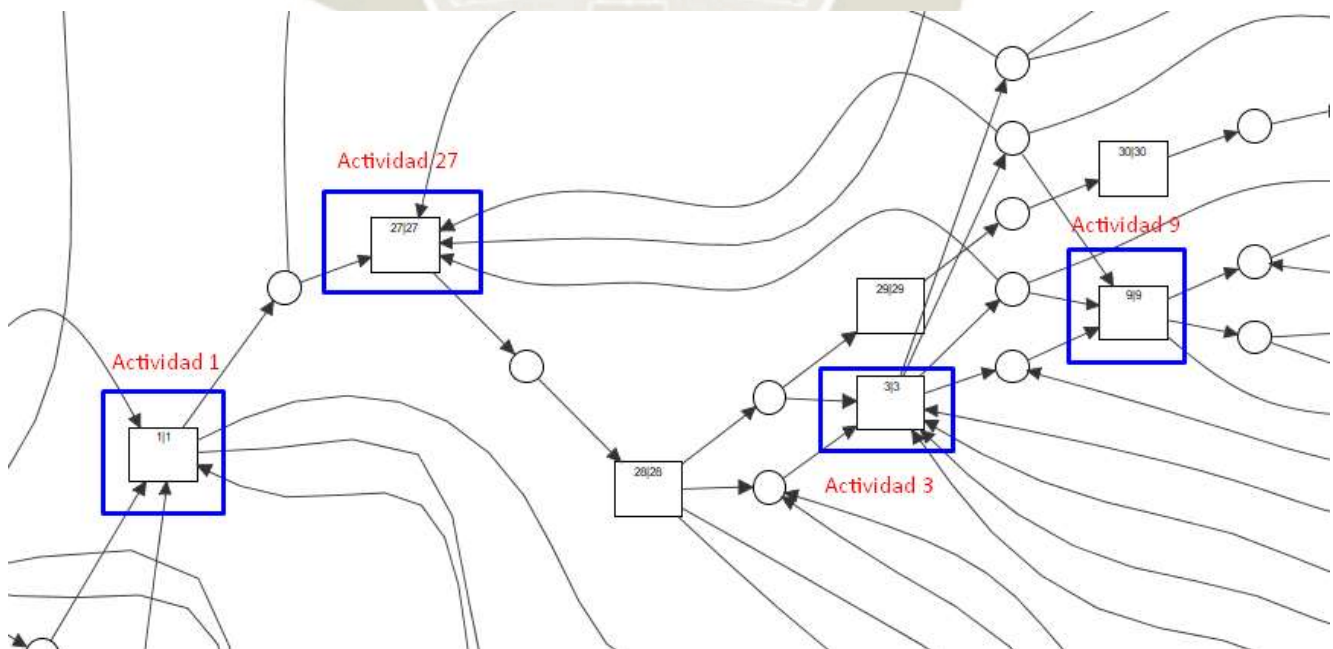


Figura 8: Diagrama Alpha AS IS Actividad 1, 3, 9, 27 –Elaboración Propia PROM

También se encontró en la Figura 9 con las siguientes actividades que fueron consideradas en la mejora propuesta como: 1 “Facturación en Proceso”, 3 “Impresión de Facturas”, 9



“Registro de Medidores”, 27 “Revisión Lecturas Medidores de Control”. Estas actividades se evidencian que consumen recursos más su frecuencia en el proceso es baja por tal motivo el valor que aportan en relación a su consumo no es equitativo.

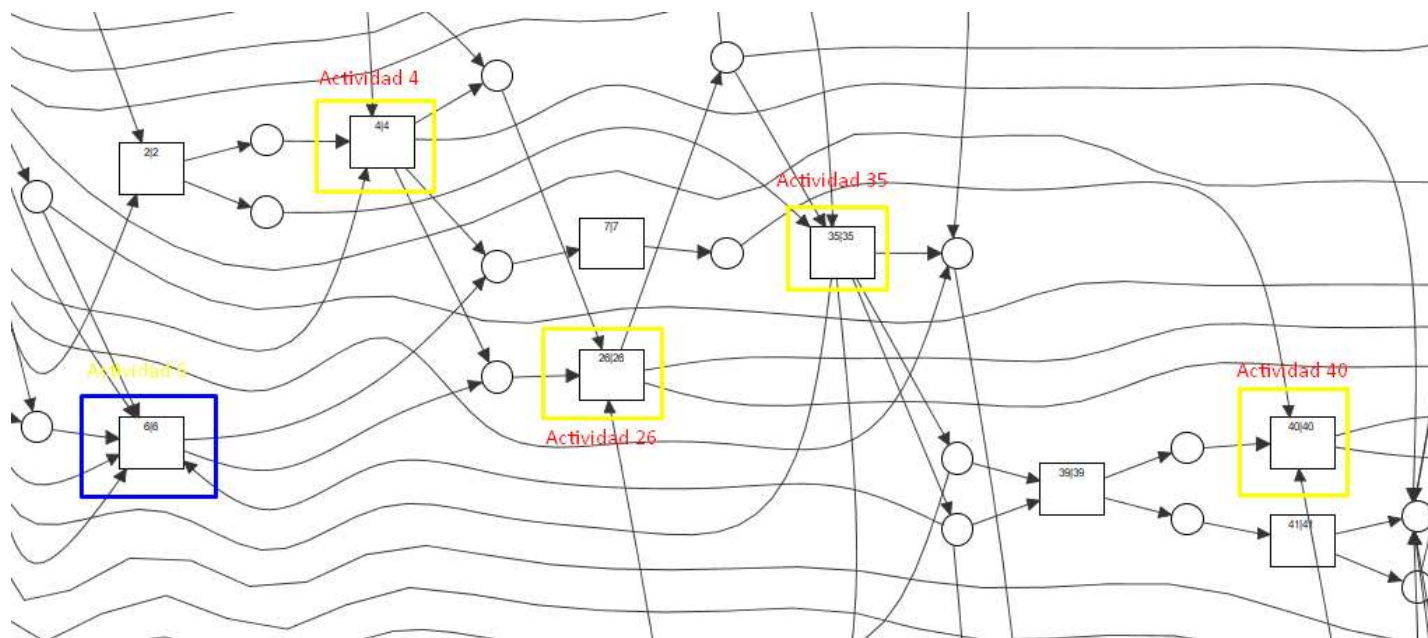
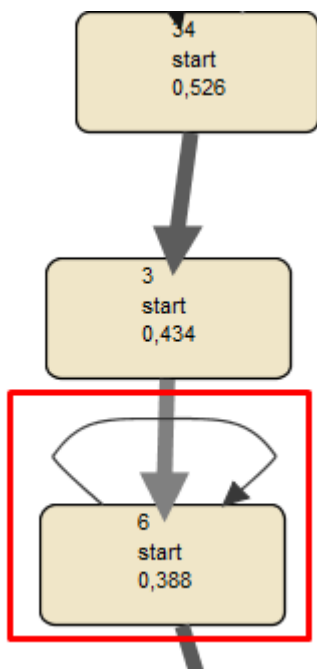


Figura 9: Diagrama Alpha AS IS Actividad 6, 4, 26, 35,40 –Elaboración Propia  
PROM

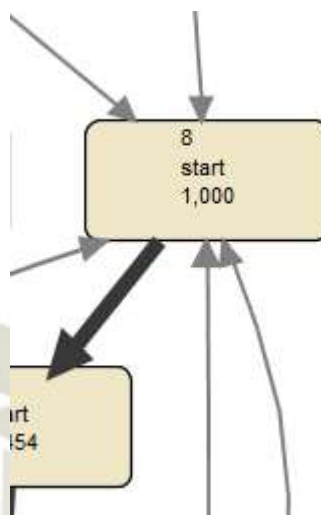
Según el análisis realizado bajo la Figura 10, se identifica que la actividad 6 “Distribución de Facturas” es de alta demanda dentro del proceso, también tenemos actividades de menor impacto pero que si ocasionan pequeños cuellos de botella en su desarrollo son: 4 “Impresión de Facturas Atípicas”, 26 “Inspección de Atípicas Segunda Visita”, 35 “Calculo y Cierre Definitivo Facturas Atípicas” y 40 “Cortes Prejudiciales”, estos fueron encerrados en amarillo ya que no tienen el mismo impacto en cuestión de bloqueo en el proceso. Se recomienda su evaluación de motivos y mejora de tiempos.

Posterior a la aplicación de los algoritmos anteriores se procedió a evaluar el log de eventos bajo el Fuzzy Miner el cual según lo investigado nos permite verificar actividad tras actividad el flujo que realiza la data transaccional.

Por tal motivo se identificaron las siguientes anomalías o puntos que se tuvo en cuenta para la elaboración y segmentación del proceso TO BE.



*Figura 10: Extracto de actividad 6  
bajo el Algoritmo Fuzzy Miner –  
Elaboración Propia*



*Figura 11: Extracto de actividad 8  
bajo el Algoritmo Fuzzy Miner –  
Elaboración Propia*

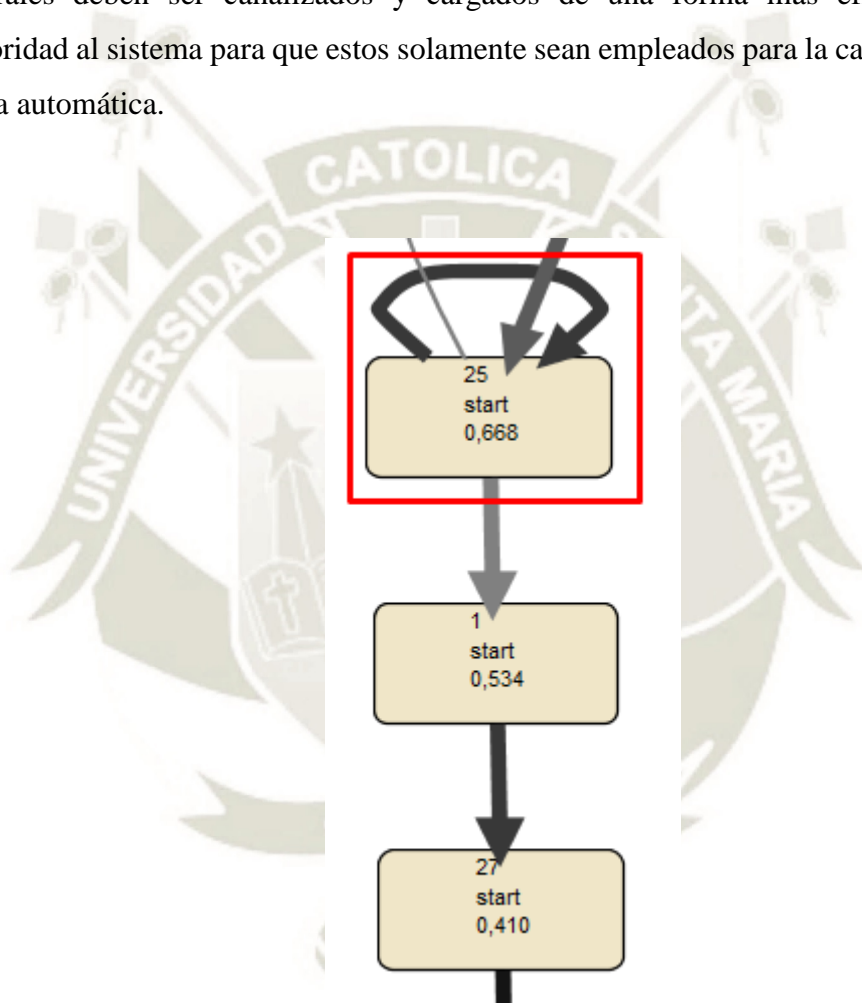
Según la Figura 11, hago referencia bajo la actividad 6 la cual es Distribución de Facturas, este fue un punto principal de observación para la mejora del proceso en sus versiones anteriores. Pero gracias a determinaciones e investigación con los dueños y concedores del proceso se evidencio que la SUNASS (ente regulador), indica en su reglamentos que se debe emitir un comprobante de consumo que especifique el monto a pagar el cual debe ser entregado en 10 días como máximo al domicilio del cliente. Por tal motivo no se logró implementar mejoras bajo las actividades 6 y 7 (“Distribución de Facturas”, “Distribución de Facturas Atípicas” respectivamente).

Si bien esta mejora puede ser implementada mediante el envío de facturación por correo, aplicativo móvil o diversos medios de mensajería instantánea no es posible.

En una de las reuniones que se tuvo con el dueño del proceso se hizo esta observación y si bien ellos pueden considerarlo como mejora no puede ser implementada debido a la

limitación ya expuesta, pero bajo las circunstancias que atravesamos en el periodo 2020,2021; ambas actividades no se pueden cumplir a cabalidad debido a que el personal que se encarga de dejar los documentos en ocasiones se contagian del virus y evita el flujo correcto en estas actividades.

Según la Figura 12, se identificó que es la actividad que inicia este proceso y si bien recibe varias entradas de información es importante considerar que los Cambios Catastrales deben ser canalizados y cargados de una forma más eficiente o con anterioridad al sistema para que estos solamente sean empleados para la carga de PDT de manera automática.



*Figura 12: Extracto de actividad 25 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner – Elaboración Propia*

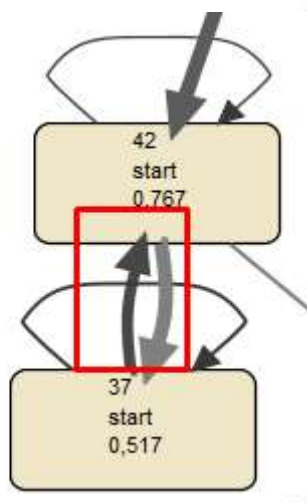
Según la Figura 13, se evidencia un bucle de gran magnitud e importancia sobre la actividad 25, al ser analizada se determina que “Inspección de Atípicas”, es una actividad que debe ser replanteada bajo el siguiente motivo:

En la actualidad se tienen aproximadamente 260 mil conexiones activas que pasan por el flujo ya mencionado para lo cual solo se tiene 33 lectores que se encargan de



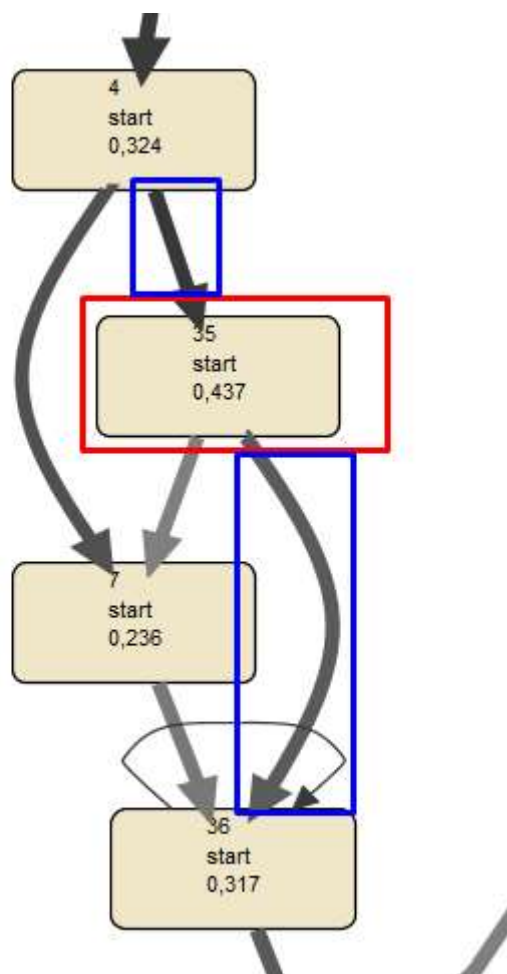
realizar esta segunda inspección a los medidores que no cuentan con una lectura constante a su anteriores registros. Por tal motivo la cantidad de personal para la Toma de Lectura, Distribución de Facturas y Segundas Visitas tanto para normales o atípicas se complica y evidenciamos que el recurso se fatiga debido a la cantidad de información.

Pero según reglamento de SUNASS indica que las segundas visitas son un derecho del cliente por contratar el servicio para que no sucedan errores en la facturación del mes en el servicio.



*Figura 13: Extracto de actividad 42, 37 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner –  
Elaboración Propia*

Según la Figura 14, se evidencia que este bucle presentado entre la actividad 42 y 37 (“Cortes Normales”, “Vencimiento de Pago Atípicas” respectivamente), solo se debe dar de forma unilateral de la actividad 37 posterior a ello 39 “Generación de Cortes” y a la actividad 42, ya que una vez realizado el vencimiento de pago se procede con las actividades de corte de servicio por tal motivo no puede regresar al Vencimiento de Pago.



*Figura 14: Extracto de actividad 35 bajo el Algoritmo Fuzzy Miner – Elaboración Propia*

Según la Figura 15, se evidenció un error e incumplimiento con la política y flujo correcto del negocio debido a que la actividad 4 (Impresión de Facturas Atípicas), puede pasar única y exclusivamente a la actividad 7 (Distribución de Facturas Atípicas) y posterior a la 36 (Vencimiento de Pago), lo explicado anteriormente corresponde al flujo correcto el cual se ve en la figura.

El detalle que se revisó fue que la actividad 4 pasa como otra alternativa de camino a la actividad 35 (Calculo y Cierre definitivo de Atípicas), entonces debemos entender que primero se realiza el cierre de datos a facturar para ser impresa y distribuida a los clientes. Por tal motivo se concluyó que no cumple con el flujo correcto del negocio.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS OBTENIDOS

### 3.1 Eliminación de Actividades

En la preparación del modelo TO BE se tuvo que considerar cada actividad y observación indicada en la sección anterior la cual nos permitió emplear conocimiento y reglamentos; se concluyó lo siguiente:

- Una mejora no necesariamente es anular actividades que no aporten valor o estimen poca frecuencia en el flujo y desarrollo
- Para implementar una mejora uno debe conocer el proceso y empaparse de información sobre el flujo correcto y determinado.

Por tal motivo según lo señalado anteriormente se detalló el modelo BPMN TO BE según Anexo B, en el cual se realizó la anulación de 1 actividad de manera total

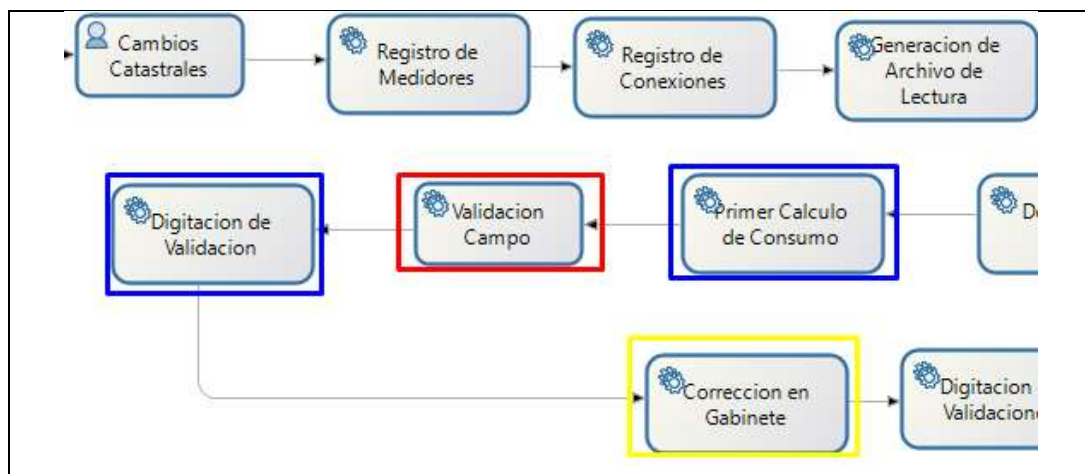
La actividad anulada es la siguiente:

- Validación en Campo

La cual fue aceptada por el Dueño de Proceso como una actividad no necesaria y la cual solo estaba ubicada en el flujo sin mayor motivo y ejecuciones.

Al realizar la eliminación de la actividad mencionada se realiza un recorte de días 1 o 2 dependiendo el grupo de facturación y la cantidad de lecturas por grupo.

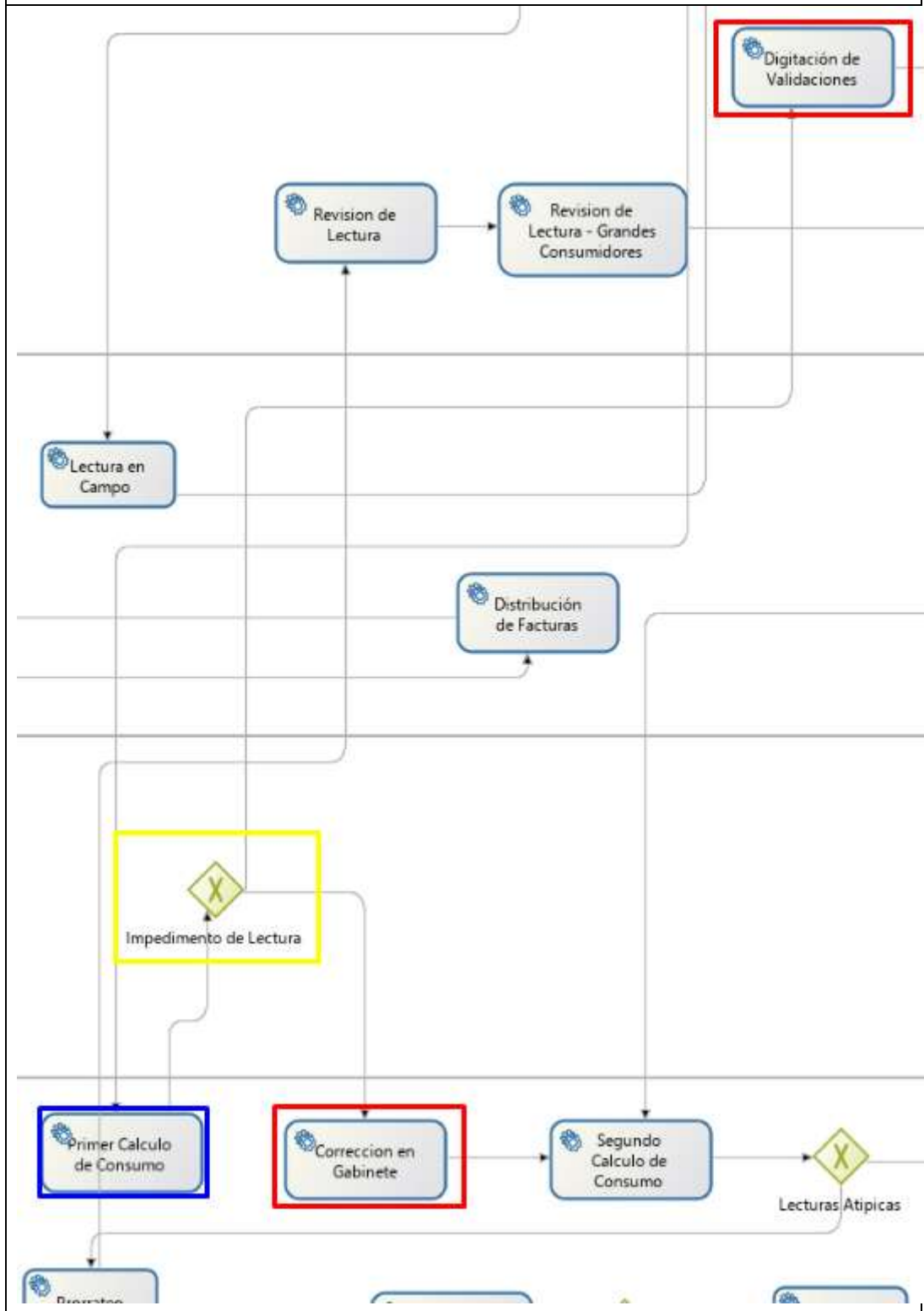
Cabe señalar que la entidad reguladora SUNASS, estipula un plazo de 32 días máximo para la ejecución del proceso por grupo de facturación. (SUNASS, 2020)





### Modelo AS IS

Como se puede evidenciar nuestro modelo original cuenta con la Validación en Campo la cual es la actividad eliminada, debido a la información para actividades como: Digitación de Validación y Corrección en Gabinete tenga información clara y precisa.



**Modelo TO BE**

Podemos identificar que luego del Primer Cálculo de Consumo, tomamos una decisión la cual a partir de esta identificaremos y enviaremos la información correspondiente según sea la actividad a proseguir.

- Si luego del primer cálculo, según la toma de lectura encontramos variantes con sus lecturas anteriores se procede a realizar una Corrección en Gabinete.
- Caso contrario si las cantidades son las correctas se procede a la Digitación de Validaciones.

*Tabla 5: Resultados de Eliminación de Actividades – Elaboración Propia*

**3.2 Eliminación de sobrecarga y tiempos muertos**

Para la obtención de los presentes resultado se realizó el cálculo mediante la ejecución del algoritmo Fuzzy el cual transforma la data transaccional y convierte lo mencionado en un gráfico de secuencia el cual puede ser clausterizado. Pero lo importante de este algoritmo es que brinda el peso de ejecución determinado por factores como tiempo, frecuencia y demanda en el flujo del proceso.

Se realizó un comparativo entre los pesos bajo el modelo AS IS y los pesos del modelo TO BE, para lo cual se obtiene lo siguiente:

Sobrecarga en el Proceso	
Actividades	14,25,26
Resultados	Para las siguientes actividades no se realizó eliminación en el proceso TO BE debido a que aportan valor el proceso y son esenciales en el flujo, pero mediante el uso de los Puntos de decisión anteriormente expuestos se determinó un

	flujo unilateral para estos y se disminuyó la sobrecarga de trabajo
Comparativo	
AS IS	TO BE
14 -> 0.699	14 -> 0.610
25 -> 0.668	25 -> 0.246
26 -> 0.320	26 -> 0.133
TOTAL: 1.687	TOTAL: 0.989
Considerando el total AS IS como nuestro 100% a mejorar se determina que la sobrecarga en el promedio de estas 3 actividades cuenta con una mejora del 41%.	

*Tabla 6: Resultados de Sobrecarga – Elaboración Propia*

Tiempos Muertos	
Actividades	18
Resultados	Se realizó la anulación de la siguiente actividad en el flujo del proceso y se verifico que esta anulación no altera las normativas impuestas por el ente regulador
Comparativo	
AS IS	TO BE
18 -> 0.324	0
Se concluye que la eliminación de la actividad en este caso reduce en un 100% la única actividad permitida para su anulación.	

*Tabla 7: Resultados de Tiempos Muertos – Elaboración Propia*

Por tal motivo nuestros resultados no solo nos llevan a porcentajes de mejora sino una mejor gestión y toma de decisiones en el flujo del proceso el cual fue presentado al dueño del proceso y manifestó su satisfacción a lo desarrollado Anexo D.




### 3.3 Puntos de Control

Tuve muchas inquietudes sobre si los puntos de decisión iban a ayudar a la mejora del proceso y bajo los resultados obtenidos determine que estos permiten no tener reprocesos o malgastar recursos en el avance del proceso.

Se realizó el modelo basándonos en lo ya descubierto y analizado posterior a ello se realizó la presentación de propuestas de mejora en el flujo a la Entidad. A lo largo del desarrollo tuvimos diferentes correcciones y evaluaciones debido a que las 2 versiones presentadas si bien cumplían y daban muy buenos resultados en el framework no eran lo que el negocio necesitaba para su mejora y cumplimiento de reglas.

Se plantearon los siguientes puntos de decisión según nuestro modelo BPMN Anexo B:

<p>A BPMN decision diamond (yellow with a black border and a black 'X' inside) is shown. An arrow points from the left into the diamond. Below the diamond, the text 'Impedimento de Lectura' is written. A line extends from the top of the diamond to the right.</p>	<p>Este determinara que al momento que el Lector se encuentre en campo registrando la lectura y esta tiene que ser ingresada en reiteradas ocasiones o hasta tomar foto de esta debido a que no guarda relación debe ser considerado por el camino de Corrección en Gabinete, caso contrario pasara a Digitación de Validaciones.</p>
<p>A BPMN decision diamond (yellow with a black border and a black 'X' inside) is shown. An arrow points from the left into the diamond. Below the diamond, the text 'Lecturas Atipicas' is written. A line extends from the bottom of the diamond to the left, and another line extends from the right of the diamond to the right.</p>	<p>Luego del Segundo Calculo de Consumo ya tenemos identificadas las lecturas que son atípicas por tal motivo seguirán el recorrido a la actividad Notificación de Atípicas, caso contrario pasara a Prorrato.</p>

 <p>Lectura Normal</p>	<p>Luego que ambas lecturas Normales y Atípicas pasen por el Control de Calidad se deberá evaluar y tomar diferentes caminos para los cierres correspondientes, de ser una lectura Normal pasara al Calculo y Cierre Definitivo, caso contrario pasara al Calculo y Cierre de Atípicas.</p>
---	---

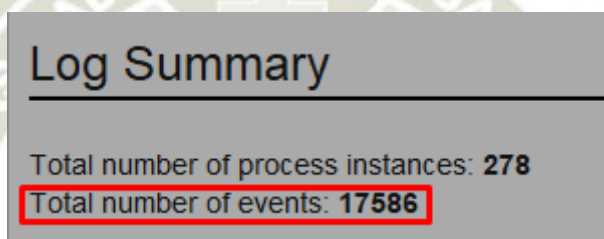
*Tabla 8: Puntos de decisión en el BPMN TO BE – Elaboración Propia*

Se determinó que bajo estos 3 puntos de decisión explicados anteriormente, evitamos que el personal que debe encargarse de ciertas actividades tenga información no aportante en sus tareas. Por tal motivo con esta mejora planteada se verifico que la información viaja al Rol Correcto y con ello permitimos que nuestros recursos no se malgasten y tengan la información correcta y necesaria para la ejecución de la próxima actividad.

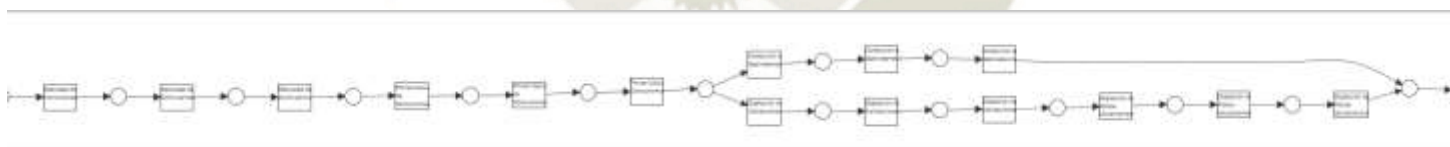
### 3.4 Implementación y Conformidad

Este proyecto tuvo 3 versiones para su culminación y aprobación por la entidad, la cual quedo muy satisfecha de los resultados obtenidos bajo el proceso e indico que es una oportunidad de mejora a considerar que será presentada a la Gerencia para la toma de decisiones correspondiente, adicionalmente se emitió un Oficio puede ser consultado desde el Anexo D para mayor detalle e información.

Se realizó el estudio del proceso TO BE bajo 17586 registros obtenidos del periodo 2018-2019 sobre el Cronograma del Proceso, el cual se evidencia en la Figura 16.



*Figura 15: Total de Eventos Mejora –Elaboración Propia PROM*



*Figura 16: Diagrama Alpha TO BE–Elaboración Propia PROM*

Según Figura 16 se preparó la optimización del modelo del Proceso bajo el anexo B en la cual tomamos puntos de decisión importantes que permiten tener un ambiente lineal en el proceso bajo el algoritmo Alpha. Si bien no se logra obtener un completo flujo lineal se debe a que muchas de las actividades en el proceso son regidas y normativas de SUNASS las cuales no pueden ser alteradas.





Figura 17: Inspección de la Frecuencia – Elaboración Propia PROM

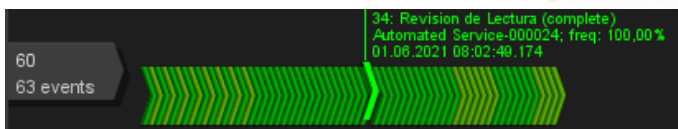


Figura 18: Frecuencia al 100% –Elaboración Propia PROM

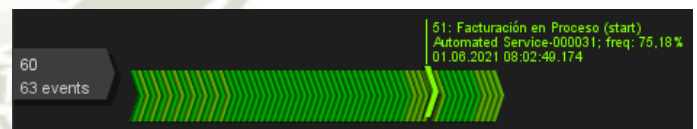


Figura 19: Frecuencia al 75% –Elaboración Propia PROM

Se aplicó el algoritmo Heurístico para realizar la comparación sobre las frecuencias en este nuevo resultado basados en las Figuras 19-21 y se determinó que el log de eventos registra una frecuencia en dos niveles:

- Verde oscuro: Actividades de alta frecuencia logrando un 100% de aportación de valor al proceso.

- Verde claro: Actividades con un alta frecuencia de 75.18% en el flujo del proceso.

Por lo cual podemos concluir que bajo este nuevo modelo BPMN se mejoraron las frecuencias en toda la ejecución del proceso y sin la necesidad de suprimir varias actividades sino planteando puntos de inflexión y toma de decisión el flujo del proceso para determinar el camino correcto del evento.

Al ser implementado para el proyecto demostrar la utilidad del proceso se tuvo que determinar horarios de los empleados y se tuvo que considerar que para realización de cambios en esta época de pandemia el control virtual de la mejora.



Por este motivo se llegan a los siguientes resultados comparativos, según los puntos ya detallados 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4.

AS IS	TO BE
<p>Se encontró una actividad de anulación en el proceso: Validación en Campo</p> <p>Tiempo: +2 días</p> <p>Peso: 0.324</p>	<p>Bajo la mejora en la anulación definitiva de la actividad se obtuvo una mejora en la duración.</p> <p>Tiempo: ±1 día</p> <p>Peso: 0</p>
<p>La sobrecarga de tiempos se tenía una consideración de recursos y pesos necesarios para la gestión de las siguientes actividades con criticidad, las cuales se evaluaron mediante el algoritmo Fuzzy.</p> <p>14 -&gt; 0.699</p> <p>25 -&gt; 0.668</p> <p>26 -&gt; 0.320</p> <p>TOTAL: 1.687</p>	<p>Esta sobrecarga obtuvo una mejora en recursos y pesos de 41% sobre esta instancia.</p> <p>14 -&gt; 0.610</p> <p>25 -&gt; 0.246</p> <p>26 -&gt; 0.133</p> <p>TOTAL: 0.989</p>
<p>El aporte de valor al proceso y las frecuencias de uso bajo el proceso a estudio presentaba</p> <p>Verde: 84.09%</p> <p>Amarillo: 42.86%</p> <p>Para lo cual se evidencia que teníamos comprometidas casi el 43% de actividades que no aportaban el correcto valor al proceso.</p>	<p>La mejora propuso mediante el cambio y puntos de control en el flujo:</p> <p>Verde claro: 75.18%</p> <p>Verde oscuro: 100%</p> <p>Obtenemos una mejora en ambas instancias sin tonalidades de frecuencias con incidencias o críticas en su desarrollo, se concluye que todas las actividades aportan valor en el tiempo y estipulación según se considere.</p>

*Tabla 9: Consolidado de Resultados comparativos– Elaboración Propia*



## CONCLUSIONES

1. Se realizó la optimización del proceso de Micromedición reduciendo su tiempo de ejecución 1 a 2 días según grupo de facturas y cantidad de lecturas, a su vez se realizaron mejoras del 41% en tiempos muertos y brindar calidad de información al rol correspondiente para continuar con la siguiente actividad sin mayor sobrecarga de recursos.
2. Se obtuvo el cronograma de trabajo de los periodos 2018-2019 el cual fue convertido y elaborado con fines de este proyecto el log de eventos necesario para aplicar algoritmos de descubrimientos en los cuales se identificó que actividades como la Validación en Campo eran innecesarias y eliminadas en la mejora.
3. Se logró identificar que actividades como: 1, 3, 6, 8, 9, 27, consumen demasiados recursos en el proceso y causan cuellos de botella por lo cual se tiene una dependencia en el flujo sobre estas actividades. También se identificó que actividades: 4, 26, 35, 40 presentan la misma situación pero en menor magnitud; para lo cual este análisis permitió estudiar y presentar mejoras en el flujo y desarrollo del proceso.
4. A partir del análisis y estudio realizado previo conocimiento del proceso por parte del negocio se logró realizar el modelo del proceso TO BE el cual puede ser consultado en el Anexo B, el cual brinda una frecuencia de mejora entre un 75 a 100% descubierto bajo la implementación y uso del algoritmo Heurístico.
5. Se validaron todas las mejoras consideradas, para lo cual se tuvo 3 versiones del modelo TO BE debido a normativas y reglamentos establecidos por el negocio, por este motivo se cuenta con un Oficio de conformidad emitido por la entidad el cual puede ser consultado en el Anexo D.

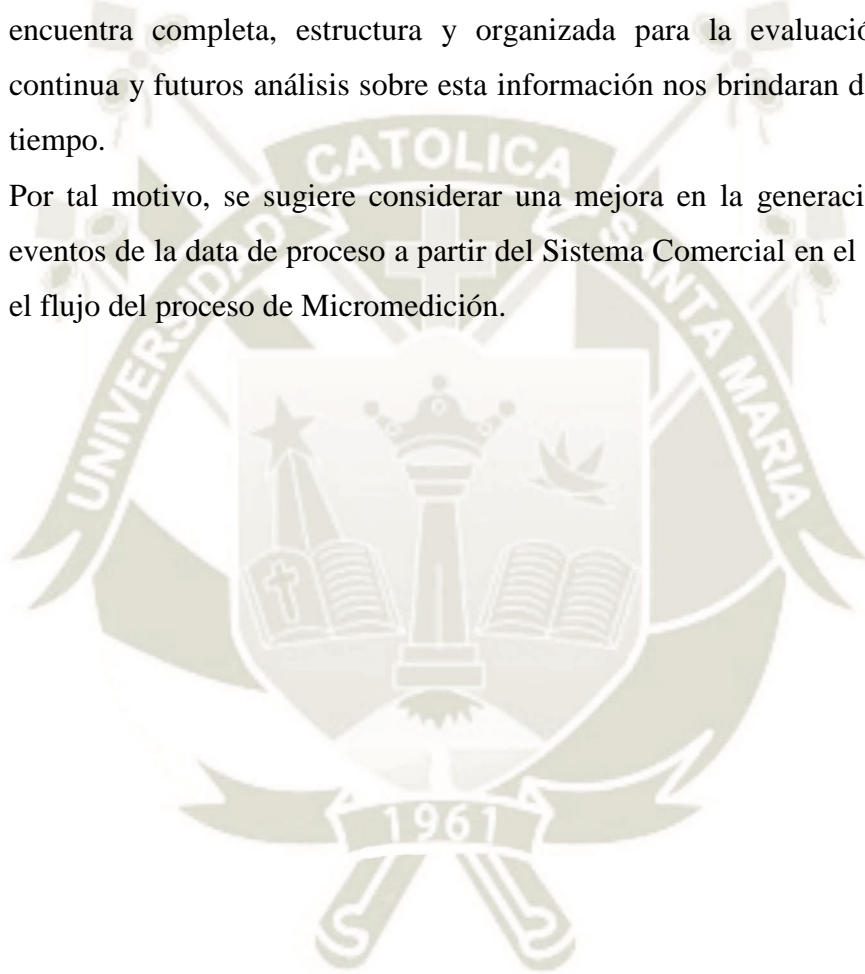
6. Se elaboró un correcto Log de Eventos para el estudio y análisis del proyecto, se recuerda que esta parte es vital ya que los datos fueron limpios y correctamente estructurados para el análisis y puesta a prueba en los diferentes algoritmos.
7. Se tuvo que conocer e investigar los diferentes reglamentos impuestos según SUNASS que es el regulador de todas las EPS nacionales de saneamiento y potabilización de agua, este fue un punto importante ya que un cambio en el proceso puede ser efectivo y tener mejores resultados en los algoritmos de Minería de Procesos pero no cumpliría con los lineamientos establecimientos.
8. Las herramientas utilizadas para obtener los resultados esperados fue importante para el análisis, elaboración y oportunidades de mejora encontradas, se tuvo en consideración el uso de software libre para la ejecución.
9. Las mejoras planteadas en el proceso no fueron determinante para conocer la cantidad de personas involucradas o reajuste en ello, ya que nuestro log de eventos AS IS no cuenta con esta información para un resultado comparativo.
10. La impresión y distribución de facturas tanto para lecturas normales y atípicas son actividades que aún continúan en proceso de mejora, las cuales fueron pensadas para una mejora virtual desde el aplicativo de la EPS como una notificación virtual o por medio del correo electrónico, el cual no puede ser implementado ya que se suscribe: “Los recibos son mensuales y serán entregados en el domicilio del usuario, por lo menos 10 días hábiles antes de a fecha de vencimiento señalada en el recibo” (SUNASS, 2019) , lo cual no permite implementar mejoras bajo estas actividades.

## RECOMENDACIONES

1. La recomendación brindada para el dueño del proceso como para la organización a partir de los resultados obtenidos, es que una modificación en la forma de almacenar la data sobre el proceso, con lo cual permitiría tener un análisis más eficiente con respecto al tiempo y recursos a emplear.

Recordemos que si la entrega de información o log de eventos a trabajar se encuentra completa, estructura y organizada para la evaluación, la mejora continua y futuros análisis sobre esta información nos brindaran datos en menor tiempo.

Por tal motivo, se sugiere considerar una mejora en la generación del log de eventos de la data de proceso a partir del Sistema Comercial en el cual se realiza el flujo del proceso de Micromedicación.





## REFERENCIAS

- (ABPM), A. I. (2017). BPM Definicion. En B. Hitpass, *BPM Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementacion* (pág. 25). BPMCENTER.
- A. Rozinat, W. v. (2007). Conformance checking of processes based on monitoring real behavior. *ScienceDirect*, 64-95.
- Aalst, V. D. (2011). Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. *Journal of Biomedical Informatics*.
- Aguirre, H., & Rincón, N. (2015). *Mineria de Procesos: Desarrollo, Aplicaciones y Factores Críticos*. Bogota, Colombia.
- Ahumada, M. C. (2013). *Metodo para aplicar mineria de procesos a la distribucion de bebestibles no alcoholicos*. Santiago de Chile: Pontifica Universidad Catolica de Chile.
- Alarco, H. (2014). *Mejora del Proceso de gestion en una empresa prestadora de saneamiento basado en Balanced Scorecard*. Lima: Universidad de San Martin de Porres.
- Alexandra Girón, P. Q. (2008). *Estudio Comparativo de Tecnologias BPM - Gestión de Procesos de Negocio, Caso Practico Escuela Superior Politecnica de Chimborazo*. Riobamba - Ecuador: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Arguello, D. O. (2016). *Determiación del error medio ponderado de Micromedición en le Sistema de Agua Potable de Cuenca Provisto por Etapa-EP*. Cuenca - Ecuador: Universidad Católica de Cuenca.
- Barnuevo, A., & Zamora, M. (2011). *Framework para la implementacion de BPM con la aplicación de un caso práctico*. Cuenca, Ecuador: Universidad de AZUAY.
- BIMP. (2021). *Business Process Simulator for BPMN*. Obtenido de Business Process Simulator for BPMN: <https://bimp.cs.ut.ee/>
- Bonitasoft. (s.f.). *Bonitasoft*. Obtenido de Bonitasoft: <https://es.bonitasoft.com/>
- Contreras, V. (2016). Process Mining para la Gestion de Incidencias en Telefónica Chile. *Ingenieria de Sistemas, Universidad de Chile*.
- Cook, J., & Wolf, A. (1998). *Discovering models of sotware processes from event-based data*. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology.
- Cubillos, A. L. (1985). *Sistema Comercial en las Instituciones de Agua Potable y Alcantarillado*. LIMA: CEPIS.
- Estrada, A. (1986). *El Agua Un Don Natural*. Medellin: Ediciones Graficas.
- Fernandez, M. (2015). *Lean Manufacturing*. IMAGEN.
- Framiñan, P. R. (2004). *Experiencias en la aplicacion de Modelado de Procesos de Negocio (BPM) en el sector sanitario*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- FreRueHit. (2017). Ciclo BPM por proceso. En B. Hitpass, *BPM Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementacion* (pág. 29). BPMCENTER.

- Gallo, D. (2015). *Levantamiento y optimización de procesos para la implementación de un sistema ERP enfocado a la gestión de proyectos y medición de la productividad en una empresa de servicios petroleros*. Ecuador: UDLA.
- García, C. (2013). *Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema BPM para la oficina de Gestión de Médicos de una clínica*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Giraldo, J., Jiménez, J., & Tabares, M. (2016). Modelo para optimizar el proceso de gestión de negocio combinando minería de procesos con inteligencia de negocios desde almacenes de datos. *ESPACIOS*.
- Gonzales Flores, I., & Rivera Riquenes, J. (2020). Auditoría 2.0, Una Perspectiva para su ejecución en el entorno empresarial utilizando Técnicas de Minería de Procesos. *Vivat Academia*.
- ISO. (2020). *ISO*. Obtenido de ISO: <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Jacqueline Chancafe, L. D. (2017). *Minería de Procesos para mejorar el nivel de eficiencia de la captura de datos de Fonolib de SEDALIB-BMP Consulting S.A.C*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Jakob Freud, B. R. (2017). *BPMN Manual de Referencia y Guía Práctica con una introducción a CMMN y DMN*. Camunda, BPMCENTER.
- Juana Rojas, L. M. (2016). Los indicadores de gestión como herramienta de competitividad empresarial. *Universidad de La Salle Ciencia Unisalle - Colombia*.
- Klumbyte, E., Bliudzius, R., & Foikades, P. (2020). A SIPOC based model for the sustainable management of facilities in social housing. *Thessaloniki*.
- Leon, M. (2019). *Diseño de una Propuesta para optimizar los procesos en el área de facturación de la empresa LIMBIKO S.A*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Maldonado, J. A. (2018). *Gestión de Procesos*. Honduras.
- Marlon Dumas, W. v. (2005). *Process-Aware Information Systems: Bridging People and Software Through Process Technology*.
- Michael Arias, E. R. (2016). GUÍA PARA GESTIONAR PROCESOS DE NEGOCIO A TRAVÉS DE MINERÍA DE PROCESOS. *InterSedes*, 8.
- Morales, J., Lira, R., Muñoz, J., De la Fuente, R., Fuentes, R., & Sepulveda, M. (2021). *Incorporando la perspectiva de proceso mediante Process Mining al entrenamiento de destrezas procedurales en educación médica*. Santiago de Chile.
- Nelis, J. y. (2017). Concepto BPM. En B. Hitpass, *BPM Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementación* (pág. 24). BPMCENTER.
- Pastor, O. (2014). *Evaluación de la satisfacción de los servicios de agua y saneamiento urbano en el Perú: De la imposición de la oferta a escuchar a la demanda*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Proceso, T. d. (Diciembre de 2019). Cronograma de Actividades. (A. Cervantes, Entrevistador)
- Rakesh Agrawal, D. G. (1998). *Mining Process Models from Work*. Springer.



- Ramirez, J., Lopez, V., Vidal, M., Ramirez, A., & Morejon, M. (2021). Las tecnologías de la información y la comunicación como factor de desempeño competitivo en instituciones de salud. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*.
- Rodriguez, C. (2016). *Propuesta de Mejoramiento del Servicio de Urgencias de la IPS Colsubsidio con Aplicacion de Minería de Procesos*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Santiago Aguirre Mayorga, C. P. (2016). Metodología para la aplicación de minería de procesos.
- SEDAPAR. (Diciembre de 2019). Cronograma de Actividades. *Cronograma de Actividades 2018-2019*. Arequipa, Arequipa, Perú.
- SEDAPAR. (2020). *Gobernabilidad - SEDAPAR S.A.* Obtenido de Gobernabilidad - SEDAPAR S.A.: <https://www.sedapar.com.pe/gobernanza-y-gobernabilidad/gobernabilidad/>
- SEDAPAR. (s.f.). *SEDAPAR S.A.* Obtenido de SEDAPAR S.A.: <https://www.sedapar.com.pe/>
- Sigma, S. (7 de Febrero de 2019). *Lean Solutions*. Obtenido de Lean Solutions: <http://leansolutions.co/que-es-six-sigma/>
- Smith, M., & Erwin, J. (2017). *Role & Responsibility Charting (RACI)*.
- Solari, L. (2013). *Mejora de la competitividad en una empresa de servicios aeroportuarios a partir de la Innovacion de procesos en sus operaciones*. Pando: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Stefanovic, S., Kiss, I., Stanojevic, D., & Janjic, N. (2014). Analysis of thernological process of cutting logs using Ishikawa diagram. *Acta Tehnica Corviniensis*.
- Suclla, R. M. (2019). Proceso de Micromedición. (A. Cervantes, Entrevistador)
- SUNASS. (2019). *Guia del Usuario para el servicio de agua Potable y Alcantarillado*. Lima: SUNASS.
- SUNASS. (Junio de 2020). *SUNASS*. Obtenido de SUNASS: <https://www.sunass.gob.pe/>
- Tipanluisa, D. (2011). *Propuesta de Implementacion de Buenas Practicas de Manufactura (BPM), en la microempresa "Valenzuela", ubicada en la Provincia de Cotopaxi, en el Canton Saquisili*. Latacunga: Unidad Tecnica de Cotopaxi.
- Tools, P. (2021). *ProM Tools*. Obtenido de ProM Tools: <https://www.promtools.org/>
- Van Der Aalst, T. H. (2003). *Business Process Management: A Survey*.
- Veronica Alderete, A. C. (2003). *Six Sigma*. CSE.
- White, S. A. (2004). *Introduction to BPMN*. IBM Corporation BPTrends.
- Yzquierdo, R. (2013). Minería de proceso como herramienta para la auditoria. *Ciencias de la Información*.



## APENDICES

### ANEXO A: Plan de Tesis Aprobado

#### 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

##### PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MICROMEDICIÓN DE UNA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON TÉCNICAS DE MINERÍA DE PROCESOS

###### 1.1. Caracterización del Problema

Este proyecto consistirá en el descubrimiento, análisis, oportunidad de mejora de un proceso comercial de la empresa de servicios SEDAPAR S.A.

El plan de tesis presenta como proyecto la optimización del proceso comercial de Micromedición, que se encarga de la toma de lectura en campo para conocer el consumo real, realiza el cálculo y luego la facturación de la lectura.

Una organización es un sistema conformado por personas, recursos materiales e información en la que el uso de los sistemas de información que soporten la gestión de los procesos de negocio ha aumentado. (Van Der Aalst, 2003)

La optimización de un proceso de negocio es parte del mejorar tanto la manera en que se lleva a cabo el proceso pero también brindar un mejor servicio al cliente.

Si bien este es un proceso muy importante para la empresa también lo es para los clientes.

El proceso de Micromedición es el encargado de realizar las tomas de lectura y obteniendo así la información del usuario luego esta toma pasa por diferentes cálculos y regulaciones que se realizan según el tipo de conexión y de acuerdo a un historial de lecturas anteriores, luego que se tiene la lectura correcta esta es facturada e impresa en el recibo de agua que es destinada a cada usuario. (Suclla, 2019)

Este proceso tiene varios reclamos y cuestionamientos por parte de los clientes por motivos de facturación, pero si se comienza a analizar el origen del proceso nos damos cuenta son los empleados que están encargadas de la verificación manual de este proceso y que cada día revisan lectura tras lectura, existiendo el error humano. Podremos analizar a la vez los tiempos ocupados en la duración en el proceso y evaluar si en realidad sus 41 actividades que ocupan en este proceso son requeridas y en que magnitud.

La Minería de procesos se enfoca en extraer conocimiento a partir de la información almacenada en los logs de eventos ubicados en los sistemas de información. La información sobre los procesos ejecutados permite realizar comparaciones entre el modelo prescrito o teórico y el modelo descubierto. (Van Der Aalst, 2003)

El problema que se plantea viene de la mano con la necesidad que tienen las empresas de dar soluciones rápidas a problemas o actualizaciones que pasa con el tiempo. Si bien cada empresa busca estar a la vanguardia de la tecnología pero sabe los retos a los cuales se enfrenta.

Si bien la aplicación de herramientas de gestión nos ayudan a tener mayor satisfacción, fidelización, competitividad y reducción de costos (Juana Rojas, 2016) sino también nos permitirá medir el desempeño de un proceso de negocio sus tiempos, las actividades necesarias, cuellos de botella y si se tienen los datos necesarios se podría medir el desempeño del personal.

## **1.2. Línea y Sub-línea de Investigación a la que corresponde el Problema**

Línea: Sistemas de Información y Base de Datos

Sub-línea: Data Mining-Datawarehouse

## **1.3. Palabras Clave**

Algoritmos, BPM, BPMN, Data Mining, Descubrimiento de los Procesos, Micromedición, Gestión de Procesos, Oportunidad de Mejora, Sistemas de Información

## 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

### 2.1. General

Optimizar el proceso de Micromedición usando técnicas y herramientas de minería de procesos.

### 2.2. Específicos

- a. Analizar el proceso comercial de micromedición usando herramientas de minería de procesos.
- b. Identificar los problemas y causas que limitan el desarrollo correcto del proceso.
- c. Implementar un modelo optimizado del proceso de micromedición con técnicas de minería de procesos.
- d. Validar la mejora del proceso y medir el impacto de la optimización.

## 3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 3.1. Antecedentes del proyecto

Según Jacqueline Chancafe (2017) , en su investigación “Minería de Procesos para mejorar el nivel de eficiencia de la captura de datos de Fonolib de SEDALIB-BMP Consulting S.A.C”, se propuso como objetivos: Aplicar minería de procesos para el proceso de captura de datos de Fonolib y realizar un análisis, y mejorar el diseño usando BPMN y Minería de Procesos. Como resultados de esta aplicación se conoce que al diseñar un buen modelo de BPMN se pudo mejorar el proceso de captura de datos. La aplicación de minería de procesos mejora del 71% al 89% la eficiencia del proceso de captura de datos de Fonolib así a su vez hizo más fácil la identificación de 3 problemas críticos en el proceso y 5 objetivos de mejora.

Según Rodriguez (2016), en su investigación “Propuesta de Mejoramiento del Servicio de Urgencias de la IPS Colsubsidio con Aplicación de Minería de Procesos”, se presentó como objetivos realizar una propuesta de mejoramiento del proceso de urgencias aplicando minería de procesos para mejorar la



satisfacción del usuario y la estandarización del servicio de esta manera poder analizar el proceso usando técnicas de minería de procesos para establecer las oportunidades de mejora. Como resultado de esta investigación se determinó que en la fase de diagnóstico es importante conocer, evaluar y diagnosticar todas las variables que impacten el proceso tanto en un contexto social, externo e interno. También que uno de los factores más importantes del proyecto fue la extracción y preparación de los datos. Se resalta de manera notable la aplicación de la metodología de minería de procesos ya que con la elaboración de este trabajo se pudo identificar que la metodología es aplicable a procesos de urgencias del sector salud.

Según Garcia (2013) , en su investigación “Análisis, diseño e implementación de un sistema BPM para la oficina de gestión de médicos de una clínica” expone como objetivos analizar, diseñar e implementar un diseño BPM para automatizar y gestionar mejor los procesos de la Oficina de Gestión de Médicos de la Clínica Alfa, a su vez propone elaborar una matriz FODA que permitió conocer la situación actual y que oportunidades, debilidades, fortalezas y amenazas tiene. Como resultado de esta investigación que al haber diseñado los procesos principales del área utilizando BPM se han podido automatizar y monitorear procesos así obteniéndose la información de sus costos, tiempos de actividades, la eficiencia y eficacia con la que se desempeñan los involucrados del proceso.

Según Framiñan (2004) , en su artículo “Experiencias en la aplicación de Modelado de Procesos de Negocio (BPM) en el sector sanitario” comenta que los Modelos ‘as-is’ son de gran aporte ya que se puede obtener la discusión sobre si todas las actividades del proceso son relevantes para la construcción de un modelo ‘to-be’. Como conclusión presentan que la elaboración de un glosario ha sido de mucha utilidad para el desarrollo del modelo ‘to-be’ y la mejora de procesos usando BPM.

Según Tipanluisa (2011) , en su investigación “Propuesta de implementación de (BPM), en la microempresa “Valenzuela”, ubicada en la provincia de Cotopaxi”, presenta como objetivos evaluar el flujo del proceso de manufactura e identificar mejoras para su diseño BPM. Se pudo tener como resultado que el nivel de

cumplimiento del proceso fue de 100% No Cumplimientos, 62.5% respecto del personal y un 58.5% respecto a la instalaciones. Se identificó de igual manera las actividades críticas dentro del proceso.

Según Solari (2013) , en su investigación “Mejora de la competitividad en una empresa de servicios aeroportuarios a partir de la Innovación de procesos en sus operaciones”, realiza un estudio de caso en los procesos operativos de importación, exportación y carga nacional en la cual hace un análisis sobre conteo cíclico, cantidad de personas, horas extras, tiempo de atención, servicios intermedios, productividad y rotación de personal. Se llegó como conclusión que una mejor organización de recursos a base de la información histórica de cada uno de los servicios, mejora los tiempos de atención debido a que el número de tareas son las adecuadas y necesarias; la innovación de procesos debe ir acompañada del ámbito organizacional debido a que iban generar resultados paralelos como capacidades, resultados y el potencial humano.

Según Gallo (2015) , en su investigación “Levantamiento y optimización de procesos para la implementación de un sistema ERP enfocado a la gestión de proyectos y medición de la productividad en una empresa de servicios petroleros” presenta como objetivos mejorar los procesos para mejorar el posicionamiento de la empresa y productividad y a su indica que se debe disponer de información histórica real, confiable y oportuna para la toma de decisiones, reducir costos operacionales a través de actividades, así como también la eliminación de operaciones innecesarias que no agreguen valor. Como conclusión se llegó a determinar que la falta de integración y automatización de procesos ocasionan fallas considerables en la eficacia de la empresa así como ejecutar actividades que no agregan valor. También existió cierta resistencia por parte del personal la cual fue solucionada con reuniones internas en la organización que consistían en difundir las buenas prácticas de los negocios y los beneficios que trae para la empresa.

Según León (2019) , en su investigación “Diseño de una propuesta para optimizar los procesos en el área de facturación de la empresa LIMBIKO S.A.” indica como objetivo de estudio la gestión de procesos administrativos, específicamente el

proceso de facturación el mismo que siempre presenta falencias y reclamos como el cobro indebido de algún servicio o producto que el cliente no haya contratado o la omisión de cobro. Se llegó como conclusión que los manuales de políticas y procedimientos están bien documentados servirá para ahorrar tiempo, costos así como también la reducción de posibles errores en las operaciones y actividades del proceso de facturación.

Según Ahumada (2013) , en su investigación “Método para aplicar minería de procesos a la distribución de bebestibles no alcohólicos” se plantea como objetivo mejorar la calidad de servicio del proceso de distribución en el contexto nacional chileno. Como resultados de esta investigación se determinó que uno de los desafíos principales es la extracción de datos para el proceso estudiado, se llegó de igual forma a un BPMN, con el descubrimiento del proceso mediante BPM, usando SIPOC y RECI. También se pudo determinar que el cálculo de métricas de calidad como fitness fue de gran eficacia para cumplir con los objetivos.

Según Contreras (2016) , en su artículo “Process Mining para Gestión de Incidencias en Telefónica Chile” se realizó un estudio en el proceso de Servicio de Atención de Incidencias en donde se pudo identificar las actividades que recorren el proceso y tenían que ser intervenidas a su vez esto causo gran cantidad de interacción entre los roles lo cual permitió poder realizar una minería organizacional. También se comprendió que el correcto almacenamiento de información es esencial para poder realizar cualquier análisis y evaluación de cada actividad por lo que tener un buen levantamiento y diseño de proceso es la base de toda la empresa que busca la excelencia su producto o servicio.

Según Alarco (2014), en su artículo “Mejora del Proceso de gestión en una empresa prestadora de saneamiento basado en Balanced Scorecard”, se realizó un estudio sobre el proceso de gestión de indicadores que afectaban la calidad del servicio, se planteó diseñar un modelo adecuado de gestión de indicadores cumpliendo las metas establecidas por el supervisor (SUNASS) y se obtuvo como resultado que poder integrar los procesos para cumplir con las metas y objetivos de la empresa es importante, tanto como definir las correctas responsabilidad y tiempos de desempeño de las mismas.



Al realizar una revisión sobre los diferentes casos planteados e investigados anteriormente en este tema, se encuentra en primer lugar la gran variedad de áreas en la que Minería de Procesos es involucrada, tanto el sector salud, producción, comunicaciones, servicios, atención al cliente y muchos más sectores lo que nos brinda diversidad de aplicación de las técnicas de minería de procesos. Si bien todas las investigaciones concluyen que un buen almacenamiento de data transaccional del proceso a analizar es clave para poder trabajar con la información y convertirla en conocimiento. También es importante recalcar que a pesar de encontrar dicha data, también debe ser información limpia y correcta sobre la ejecución del proceso.

Existen técnicas que nos ayudaran con nuestro proceso de optimización como son: FODA, RECI, SIPOC y muchas otras técnicas como de Causa-Efecto que nos ayudaran a determinar una mejor optimización en el proceso a tratar. Toda estas técnicas y metodología sumado con las técnicas de Minería de Procesos y sus algoritmos nos ayudaran a mejorar el proceso a estudiar en su ejecución, en la carga asignada para diferentes roles, el tiempo de duración correcto en el flujo del proceso; con todas las mejoras encontradas podremos realizar una mejor toma de decisiones sobre el proceso y el servicio que se brinda con ello.

### 3.2. Bases Teóricas del proyecto

#### a. Procesos:

Los procesos no son un término actual ya que vienen existiendo desde siempre en la actividad humana ya que tenemos distintas actividades relacionadas para cumplir con un objetivo tanto como preparar el almuerzo o limpiar nuestra casa.

Todos estos procesos tienen actores, recursos, materiales y otros más y tienen como salida productos, servicios, etc. (Barnuevo & Zamora, 2011)

Existen dentro de un proceso diferentes términos a tomar en cuenta como son:

- Subproceso: Son partes de un proceso con un conjunto de actividades que tienen gran influencia dentro del proceso.

- Procedimiento: Forma específica de hacer una actividad como que se debe hacer en que tiempo se debe hacer, como se debe hacer, que se debe utilizar para realizar dicho procedimiento.
- Actividad: Es una tarea establecida que se agrupa para formar un subproceso o proceso. (Alexandra Girón, 2008)

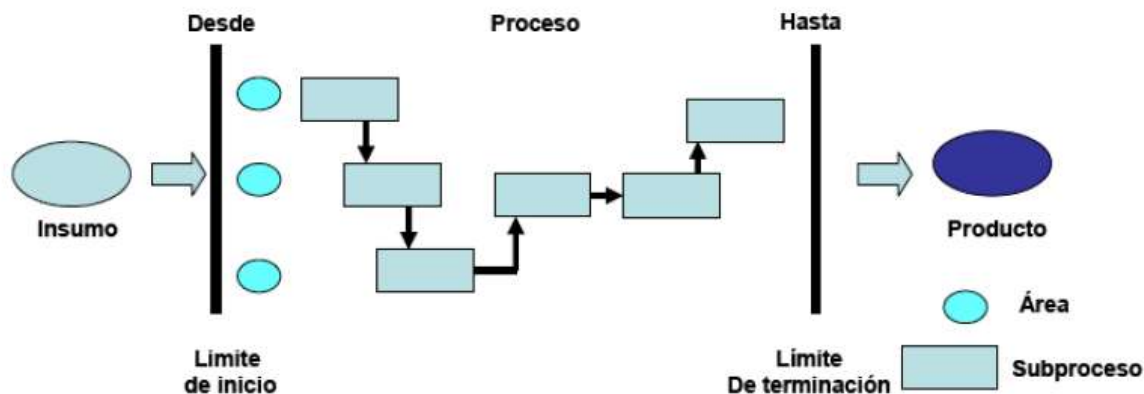


Figura 1: Ciclo de un Proceso (Barnuevo & Zamora, 2011)

#### b. Minería de Procesos:

La minería de procesos es una disciplina que tiene como objetivo descubrir, monitorear y mejorar procesos de negocio a través de la extracción de conocimiento del registro de eventos del sistema de información. (Yzquierdo, 2013)

La minería de procesos nos permite realizar 3 actividades importantes al log de eventos la primera es la etapa de descubrir el proceso como funciona y la información que este genera en su recorrido. Luego continúa con la conformidad si bien compara el modelo de proceso de negocio que resulta del log de eventos con el modelo real que se cree que funciona de manera correcta; para finalizar la oportunidad de mejora del proceso de negocio. (Aguirre & Rincón, 2015)

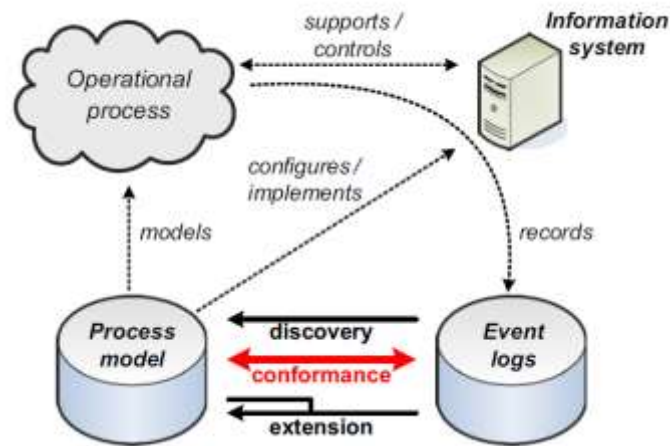


Figura 2: Metodología de la Minería de Procesos (A. Rozinat, 2007)

La minería de procesos tiene como objetivo minimizar los niveles de incertidumbre (White, 2004) y esto lo puede lograr a través del uso de logs que es la data transaccional que comprobara como es que realmente se maneja el proceso, con este podremos tener un modelo As Is y poder optimizarlo y diseñar un proceso To Be que deberá ser monitoreado de forma continua.

La aplicación de la minería de datos para el análisis de procesos se remonta a 1998 donde se da a conocer los primeros trabajos de aplicación de minería de datos para el análisis de flujo de trabajo. (Rakesh Agrawal, 1998) De otro lado, (Cook & Wolf, 1998) investigaron la minería de procesos aplicada al contexto de la ingeniería de software.

En el artículo Process Mining: A Research Agenda de los profesores W.M.P. van der Aalst and A.J.M.M. Weijters en el año 2004 investigaron para perfeccionar los algoritmos para manejar aspectos de los procesos como son la concurrencia, actividades duplicadas, ruido entre otros temas y es un gran referente en el tema que fue publicado en la revista Computers in Industry.



En los años posteriores fueron avanzando los estudios con respecto a descubrir modelos los procesos y predecir el tiempo así también como el análisis organizacional.

El Comité Técnico de Minería de Datos (DMTC) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) estableció en el 2009 el IEE task force on Process mining con el objetivo de promover la investigación, desarrollo, educación y entendimiento de la minería de procesos.

Por otro lado el profesor, Van der Aalst publica el primer libro titulado Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes en 2011. (Aalst, 2011)

#### **c. Registro de Eventos**

El registro de eventos o también llamado log de eventos corresponde a los trazos de actividad realizada en la duración del proceso. (Aalst, 2011)

Los campos básicos para conformar un log de eventos son Id, Actividad, Timestap pero también se puede incluir el Usuario y Rol.

Los registros de eventos se encuentran disponibles en los sistemas PAIS (Process Aware Information Systems), como son los sistemas de workflow, BPMS, ERP, CRM, entre otros. (Marlon Dumas, 2005).

#### **d. BPM**

BPM según (Nelis, 2017) es el logro de los objetivos empresariales a través de la mejora, gestión y control de los procesos de negocio.

Y según ((ABPM), 2017) BPM es un enfoque sistemático para identificar, levantar, documentar, diseñar, ejecutar, medir y controlar los procesos manuales como automatizados, con la finalidad de lograr a través de resultados en forma consistente delos objetivos de negocio planteados en la estrategia de la organización.

Si bien BPM no es un concepto fácil de describir se resume en que son aquellas prácticas de análisis y gestión orientadas al proceso para entregar eficiencia y mejora en los procesos de negocio y así agreguen valor a la empresa.

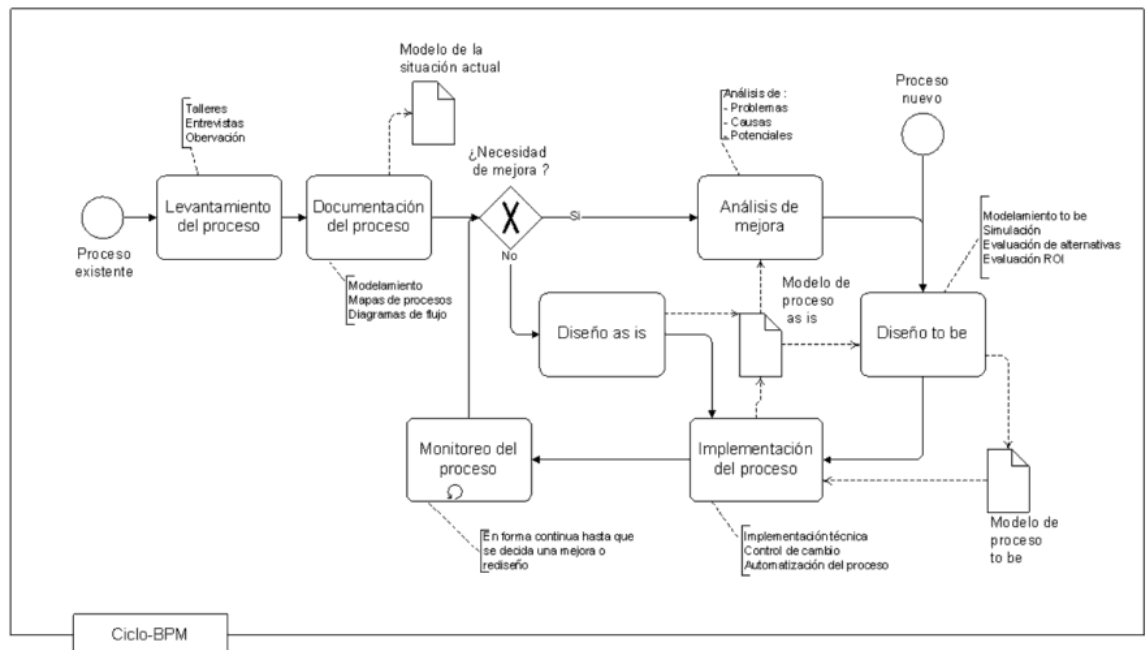


Figura 3: Ciclo BPM por proceso (FreRueHit, 2017)

El proceso de Ciclo de BPM especificado en la Figura 2 nos permite ver como sería este flujo de para cada proceso, si bien no todos los procesos pueden encontrarse en el mismo estado del ciclo.

Comenzaríamos con un proceso existente que ya viene funcionando luego realizaremos el Levantamiento del proceso que realizaremos mediante una serie de entrevistas a los actores del proceso como a la parte involucrada que influye en el proceso, continuaremos con la Documentación del Proceso el cual nos permitirá evaluar si este proceso necesita mejora; en el caso que sea si la respuesta procedemos a realizar un Análisis de Mejora en el que evaluamos los Problemas, Causas y realizamos el diseño de un proceso mejorado al que llamaremos Diseño To Be el cual se proceder a Implementarse y luego Monitorear el proceso de forma continua hasta que se necesite un rediseño o mejora y regresaremos al condicional de Necesidad de Mejora.

Pero si bien el proceso puede que no necesite mejora y nuestro Diseño As Is se encuentre correcto pues este debería coincidir con nuestro Diseño To Be y procedemos a Implementación y Monitoreo respectivamente.

Existe el caso que no tengamos un proceso existente sino un proceso nuevo, este iniciara desde el Diseño To Be ya que no existiría información anterior a levantar sobre el proceso. (Barnuevo & Zamora, 2011)

Los BPMN nos permite definir un Diagrama de Proceso de Negocio (BPD) (White, 2004) este nos permitirá graficar como sería el flujo del proceso. Si bien este puede ser realizado de manera correcta muchas veces los procesos no son realizados de la misma manera en que fueron graficados por ello usaremos la Minería de Procesos para determinar mediante la información transaccional que genera el proceso si este BPD se cumple y si las actividades especificadas en su modelo son necesarias u ocasionan cuellos de botella o incidentes en el flujo.

Existen diferentes herramientas BPM para el modelado de procesos.

Los BPMN tienen una serie de simbología que nos ayudara a graficar nuestros procesos. Pero debemos comprender que existen actividades que se sujetan bajo Gateway y además pueden ocurrir eventos los cuales se llaman objetos de flujo y estos se conectaran por medio de una secuencia dentro de un Pool o Lanes que asignaran roles dentro del Pool y a su vez existen los Artefactos que nos ayudaran a mejorar la descripción de nuestro proceso. En BPMN 2.0 se incluyó la categoría de datos. (Jakob Freud, 2017)



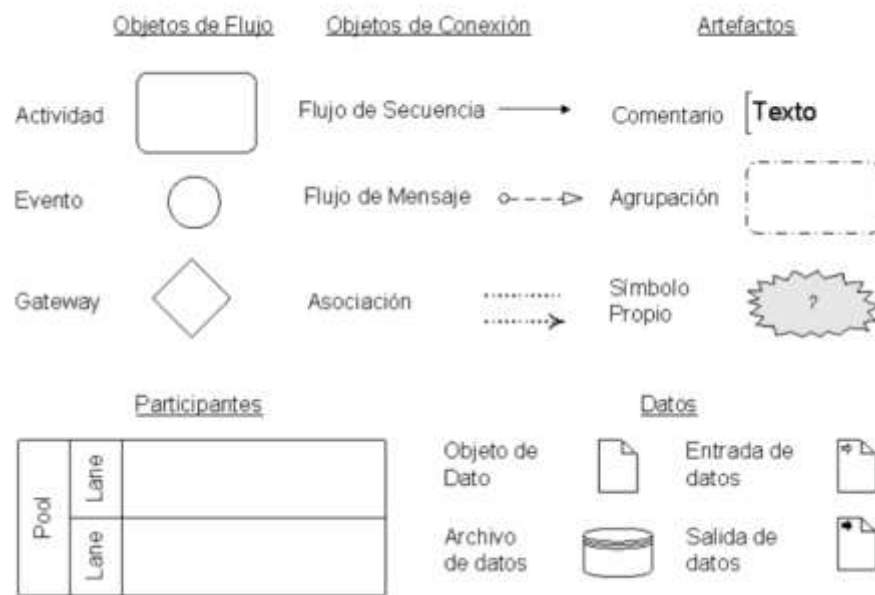


Figura 4: Elementos básicos de BPMN (Jakob Freud, 2017)

**e. Micromedición:**

La Micromedición es nuestro principal punto de enfoque ya que el proceso comercial a analizar es el mencionado.

Existen algunas definiciones en el tiempo como (Estrada, 1986) que menciona que la medición domiciliaria es un conjunto de normas, organización, recursos técnicos, procedimientos e información de control de consumo de agua potable, quienes por lo general no poseen hábitos racionales ni conciencia en el gasto del agua ya que cada día es más escasa y su tratamiento más costoso.

(Cubillos, 1985) Que indica que es un sistema complejo que también incluye la instalación, administración, mantenimiento y la lectura crítica y de calidad.

Si bien la Micromedición comprende todo lo mencionado por ambos este es un proceso importante para la empresa prestadora de servicio como para el cliente que contrata el servicio. Involucra directamente el producto ofrecido y la razón principal de la empresa prestadora de servicio de agua potable.

La micromedición tiene algunos objetivos y funciones a destacar como son:

<p><b>Objetivos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registrar los consumos para poder hacer cobro de un consumo de agua suministrada por usuario.</li> <li>• Obtener datos sobre el comportamiento de consumo para elaborar las proyecciones de demanda y formulación de proyectos futuros para la empresa prestadora de servicio.</li> <li>• Realizar el análisis del agua consumida en un periodo de tiempo y ser facturada.</li> </ul>
<p><b>Funciones</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programar las visitas a los usuarios para la lectura de medidor.</li> <li>• Leer los medidores de consumo dentro del tiempo estimado</li> <li>• Reportar el consumo de cada usuario de la empresa prestadora del servicio de agua potable.</li> <li>• Realizar el análisis de calidad de la lectura.</li> <li>• Evaluar el consumo registrado por el lector con los registros anteriores de consumo por el usuario.</li> <li>• Aplicar la tarifa correspondiente según el consumo del usuario.</li> <li>• Corrección de causas de agua no contabilizada.</li> <li>• Llevar información y estadísticas sobre el consumo de los usuarios, medidores y balance del agua.</li> </ul>

*Tabla 1: Objetivos y Funciones de la Micromedición – Elaboración Propia basado en (Arguello, 2016)*

La medición del consumo de agua de los usuarios es muy importante para una empresa prestadora de servicio de agua potable ya que le brinda mayor control sobre el consumo, cantidad facturada, cantidad no contabilizada y permite tener una aproximación de la demanda de los usuarios de manera futura.

(Estrada, 1986) Afirma que la micromedición es un elemento clave para la empresa prestadora de servicios ya que brinda datos importantes para la financiación, siendo esta la caja registradora del proveedor; esta información de ser correcta y llevar una buena estadística permite una mejora administración, operación y mantenimiento del servicio.

La medición se realiza por los medidores de agua estos son instrumentos de presión que utilizan diferentes principios mecánicos y físicos para determinar el flujo de agua consumido.

Si bien todas las mediciones de agua las realiza la empresa prestadora del servicio pues en Perú existe un organismo público descentralizado el cual es SUNASS que tiene funciones normativa, reguladora, supervisora, fiscalizadora y sancionadora como también sobre controversias y reclamos sobre las empresas de prestación de los servicios de saneamiento del Estado Peruano.

<b>Función Normativa</b>	Dicta los reglamentos, directivas, normas y competencia de carácter general aplicable a intereses, obligaciones de las Empresas Prestadoras del servicio. Tiene la facultad de dictar mandatos y disposiciones así como tipificar infracciones al incumplimiento de las obligaciones establecidas en las normas legales y técnicas.
<b>Función Reguladora</b>	Facultad de fijar las tarifas de los servicios y actividades.
<b>Función Supervisora</b>	Verifica el cumplimiento de las obligaciones legales, contractuales por parte de las entidades
<b>Función Fiscalizadora y Sancionadora</b>	Impone sanciones y medidas correctivas por el incumplimiento de obligaciones con las normas legales o técnicas.
<b>Función de Solución de Controversias y Reclamos</b>	Es la vía administrativa en los conflictos, controversias y reclamos.

*Tabla 2: Funciones SUNASS – Elaboración Propia basado en (SUNASS, SUNASS, 2020)*



Podemos ver que existe mucha relación entre BPM y la Minería de Procesos ya que cada uno participa de momentos importantes durante el estudio de un procesos de negocio, Para BPM el diseñar, ajustar procesos y hacer un rediseño es gran parte del inicio y fin de nuestro estudio, pero la Minería de Procesos realiza su mayor aporte en su análisis y ejecución de procesos evaluación de la información del proceso y descubre fallas para poder ser rediseñadas luego por BPM.

Estas dos metodologías nos aportan mucho a nuestra investigación como es:

	<b>BPM</b>	<b>Minería de Procesos</b>
<b>Fortalezas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelar procesos</li> <li>• Automatizar los procesos</li> <li>• Rediseñar procesos</li> <li>• Visión de la gestión organización y la gestión de procesos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descubrimiento de procesos.</li> <li>• Verificar la conformidad con el modelo As Is.</li> <li>• Implementar algoritmos de estudio para evaluar en funcionamiento actual del proceso de negocio.</li> <li>• Indica mejoras en las actividades que presentan una falla.</li> </ul>

<p><b>Desafíos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de respuesta al cambio.</li> <li>• Relación con recursos tecnológicos</li> <li>• Realizar un monitoreo de mejora constante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad de los datos.</li> <li>• Calidad de datos a tratar.</li> <li>• Limpieza de datos.</li> <li>• Construir un log de eventos correcto.</li> <li>• Mejor visualización de los resultados</li> </ul>
------------------------	---	--

*Tabla 3: Fortalezas y Desafíos BPM y Minería de Procesos –  
Elaboración Propia basado (Michael Arias, 2016)*

#### 4. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

##### 4.1. Justificación

Los procesos de negocio requirieren ser controlados, evaluados y mejorados constantemente para ofrecer un mejor servicio y tomar medidas correctivas para mejorar el desempeño de este. Esto nos permitirá lograr los objetivos propuesto por las diferentes áreas implicadas en un proceso para mejorar la calidad de un proceso es fundamental un eficiente manejo de recursos y esfuerzos, debemos tomar las acciones necesarias para poder cumplir con los objetivos organizacionales. La gerencia de servicios al cliente tiene como objetivo específico la reducción de reclamos en su servicio por tal motivo se pueden brindar mejoras en la ejecución de su proceso. También plantea como objetivo principal brindar un buen servicio durante toda la ejecución del proceso.

Si bien el proceso de Micromedición afecta directamente a la empresa como al cliente tanto en recaudación de los pagos por el servicio brindado en beneficio de la empresa, como también el servicio prestado para el cliente; este proceso se repite cada mes por tal motivo es importante que se plantear una mejor toma de decisiones. La empresa viene realizando este proceso por muchos años: toma de

lectura, análisis de los datos extraídos y facturación es organizada mediante un documento de Microsoft Excel. Estudiar, investigar y plantear las técnicas de Minería de Procesos nos permite brindar diferentes aspectos de mejora en diferentes empresas con diferentes sectores, lo que esto nos lleva a la gran diversidad de optimización de procesos aplicando estas técnicas ya mencionadas.

Esta propuesta de optimización en el proceso de micromedición traerá como beneficio para la empresa prestadora de servicios una mejora en su gestión y organización del proceso, como también permitirá tener actividades y tiempos distribuidos de una manera correcta. Realizar un estudio sobre este proceso en particular permitirá a futuras investigaciones conocer y tener una base de estudio previo de los resultados obtenidos.

#### **4.2. Resumen del Proyecto.**

### **PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MICROMEDICIÓN DE UNA EMPRESA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO CON TÉCNICAS DE MINERÍA DE PROCESOS**

#### **4.2.1 Descripción del Proyecto a medio y largo plazo**

El análisis de un proceso de negocio no solo permite encontrar fallas sino la oportunidad de mejorar y es mucho más impactante cuando este es un proceso comercial que involucra tanto a las ganancias de la empresa como el pago de servicios por parte del cliente, buscaremos oportunidades de mejora en el proceso que funciona actualmente por varios años y demostraremos que las actividades pueden simplificarse, también que el almacenamiento de sus roles y tiempos exactos en la duración del proceso, permitirá ya no seguir contratando personal externo para que pasen un día entero sentado con cada empleado para evaluar sus tiempos y movimientos; sino que se podrá descubrir gracias a la minería de procesos.



Si bien los cambios en una empresa deben ser evaluados y verificar su impacto, pretendo mostrarles que las oportunidades de mejora simplificarían mucho el trabajo y la evaluación de estos.

#### 4.2.2 Usuarios del Proyecto.

- a. Técnico Micromedición
- b. Técnico de Programación y Procesamiento
- c. Lectores en Campo
- d. Gerencia de Servicios al Cliente

#### 4.2.3 Beneficios.

- a. Optimización en el tiempo del proceso
- b. Reducir la asignación de actividades que no aportan valor al proceso y ocasionan una carga en el empleado.
- c. Facilitar la evaluación y monitoreo del proceso.
- d. Aprovechar el uso de recursos de información poco consultada que existe en los sistemas corporativos.
- e. Indicar que si la data transaccional del proceso se encontrara correctamente almacenada identificando hora de inicio-fin de actividades con el rol y usuario que ejecuta dicha, permitiría realizar una minería organizacional; en la cual se permitiría analizar la interacción del personal y productividad con un estudio de tiempos, en vez de contratar externos para dicho monitoreo manual.

#### 4.2.4 Localización.

Área de Micromedición, Gerencia de Servicios al Cliente, SEDAPAR S.A.

#### 4.2.5 Impacto y sostenibilidad del Proyecto:

Mejora en la ejecución del proceso de negocio y cumplimiento de tiempos establecidos por SUNASS.

#### 4.2.6 Riesgos que debemos afrontar.

Riesgos	Plan de Mitigación
Desconfianza en mejora de actividades	Se podrán brindar charlas y reuniones explicando el motivo de la optimización y los beneficios que traerá para la empresa.
Incumplimiento de normativas de SUNASS	Se tomara en cuenta las regulaciones actualizadas de SUNASS expresadas en su portal web.
Auditoria Interna sobre el tratamiento de información empresarial	Se brindara el proceso de tratamiento de la información así como resultados obtenidos mediante una copia de este proyecto al ser finalizado, para su evaluación.
Modificación de la Gerencia de Servicios al Cliente	Se dará a conocer el permiso otorgado por Recursos Humanos, Gerencia de Administración y Gerencia de Servicios al Cliente en el momento de su gestión anterior al levantamiento de información.
Cambio de Sistema Comercial	Se brindara la oportunidad de mejora a implementar en el Sistema Comercial para su evaluación.

*Tabla 4: Riesgos del proyecto – Elaboración Propia*

## 5. PLAN DE IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO.

### 5.1. Definición del Proyecto.

#### a. Aspectos Técnicos

Se usarán técnicas de minería de proceso para el descubrimiento análisis del log de eventos del proceso en su ejecución.

#### b. Aspectos Económicos

EGRESOS PROYECTO DEL PROCESO DE MICROMEDICIÓN				
Descripcion	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero
Gatos de desarrollo	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Mantenimiento de proceso				S/ 30.00
Capacitacion personal				S/ 300.00
Hardware	S/ -	S/ -	S/ -	
Software	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00	
Servicio Internet	S/ 90.00	S/ 90.00	S/ 90.00	
Servicio Luz	S/ 90.00	S/ 90.00	S/ 90.00	
Servicio Agua	S/ 60.00	S/ 60.00	S/ 60.00	
Subtotal de egresos	S/ 270.00	S/ 270.00	S/ 270.00	S/ 330.00
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>S/ 270.00</b>	<b>S/ 270.00</b>	<b>S/ 270.00</b>	<b>S/ 330.00</b>

*Tabla 5: Aspectos Económicos del Proyecto – Elaboración Propia*

#### c. Aspectos Comerciales

Al realizar una optimización del proceso permitirá a los empleados encargados de la ejecución poder llevar un mejor control en las actividades asignadas, de manera que el cumplimiento de tiempos será el correcto y brindara a la gerencia de servicios de cliente resultados de una buena ejecución.



**d. Recursos del Proyecto**

**i. Personas:**

<b>Puesto</b>	<b>Descripción del Puesto</b>
Técnico Micromedición	Coordinar la programación, ejecución, control y supervisión de las lecturas de consumo.
Lectores en Campo	Encargado de realizar la lectura de cada medidor.
Técnico de Programación y Procesamiento	Elaborar los programas para la toma de lectura de medidores, así como la recepción, actualización y validaciones respectivas de las mismas.
Auxiliar Micromedición	Colaborar en actividades referentes al control de la toma de lecturas, validación, consumos atípicos e impresión de recibos.
Gestor de Sistemas de Información	Proponer y dirigir actividades de mantenimiento de los sistemas de información de la empresa para garantizar su utilización continua y adecuación a nuevos requerimientos de los usuarios o condiciones variables del entorno.

*Tabla 6: Descripción de Puestos - (SEDAPAR, Gobernabilidad - SEDAPAR S.A., 2020)*

**ii. Cronograma de Actividades del Proceso 2018-2019**

<b>PROCESOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>FACTURACIÓN EN PROCESO</b>	<b>8</b>				<b>9</b>		<b>10</b>	
<b>FACTURACIÓN CONEXIONES ATÍPICAS</b>				<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>
<b>IMPRESIÓN DE FACTURAS</b>				<b>8</b>		<b>9</b>		<b>10</b>
<b>IMPRESIÓN FACTURAS ATÍPICAS</b>				<b>4</b>		<b>5</b>		<b>6</b>
<b>IMPRESIÓN FACTURAS-PROVINCIAS</b>								

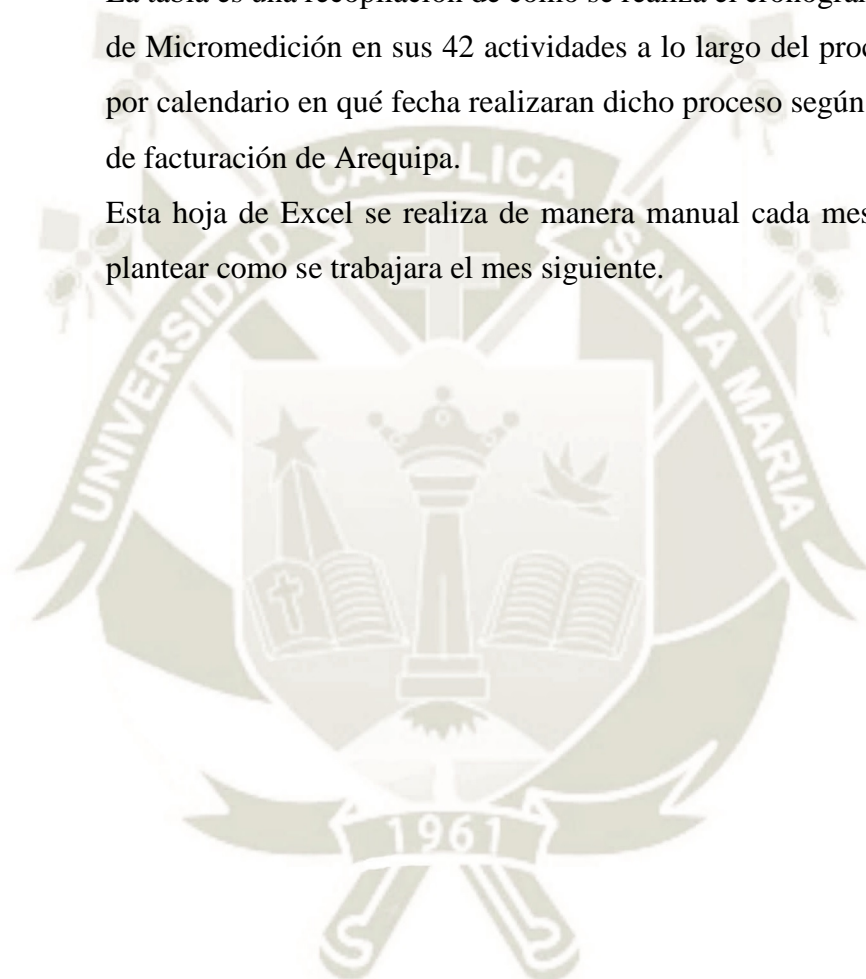
DISTRIBUCIÓN DE FACTURAS				7			8	
DISTRIBUCIÓN FACTURAS ATÍPICAS				4		5		6
CAMBIO CATASTRALES	3					4		5
REGISTRO MEDIDORES-- PL.MEDIDORES	3					4		5
REGISTRO CONEXIONES DOMICILIARIAS	3					4		5
GENERACIÓN ARCHIVO DE LECTURA	3					4		5
DISTRIBUCION-CARGA PDT/REPORTES	3					4		5
CONT.ENTREGA ARCHIVO LECT.-	2/3					4		5
LECTURAS - CAMPO	1	1/2		2/3	3	3		4
RECEP. DESCARGA/CARGA PDT-DIGIT.				1	2		3	
PRIMER CALCULO DE CONSUMO				1	2		3	
GENERACION DE VALIDACIONES				1	2		3	
VALIDACIONES CAMPO				1	2		3	
DIGITACIÓN DE VALIDAC.				1	2		3	
CORRECCION GABINETE				1	2		3	
DIGITACION VALIDACIONES GABINETE				1	2		3	
DIGIT.AFOROS USUARIOS-VENTANILLA				1	2		3	
SEGUNDO CALCULO DE CONSUMO				1	2		3	
NOTIFICACION ATÍPICAS	10				1	1/2	2	3
INSPECCION ATÍPICAS	9			9	10	10		1
INSPECCION ATÍPICAS SEGUNDA VISITA	4				5		6	7
REVIS. LECT. MEDIDORES DE CONTROL	8				9		10	
REVIS. LECT. GRANDES CONSUMIDORES	8				9		10	
TERCER CALCULO DE CONSUMO- NIPLES	8				9		10	
PRORRATEO CONS.MED.CONTROL(EDIF.)	8				9		10	
CIERRE DE CONSUMO- PREVIO	8				9		10	
CORTE DE INFORMAC.(FORMATO DE CARGO)	8				9		10	
CONTROL DE CALIDAD (VOL.)	8				9		10	
CALCULO Y CIERRE- DEFINITIVO	8				9		10	
CALCULO Y CIERRE DEFINITIVO FACT. ATÍPICAS				4		5		6
VENCIMIENTO DE PAGO				3			4	5
VENCIMIENTO DE PAGO ATÍPICAS				1		2		3
VENCIMIENTO DE PAGO- PROVINCIAS								
GENERAC.CORTES PREJUDIC.	2				3			4

<b>CORTE PREJUDICIALES</b>		<b>2</b>				<b>3</b>		
<b>GENERAC.CORTES NORMALES</b>				<b>2</b>		<b>3</b>		
<b>CORTES NORMALES</b>					<b>2</b>		<b>3</b>	

*Tabla 7: Cronograma de Actividades Enero 1-8 2019 (SEDAPAR,  
Cronograma de Actividades, 2019)*

La tabla es una recopilación de cómo se realiza el cronograma del proceso de Micromedición en sus 42 actividades a lo largo del proceso indicados por calendario en qué fecha realizaran dicho proceso según sus 10 grupos de facturación de Arequipa.

Esta hoja de Excel se realiza de manera manual cada mes anterior para plantear como se trabajara el mes siguiente.





iii. Log de Eventos del Proceso 2018-2019

	A	B	C
1	ID	ACTIVIDAD	TIMESTAP
5	20180101	8	12/28/2017
6	20180101	9	12/28/2017
7	20180101	10	12/28/2017
8	20180101	11	12/28/2017
9	20180101	12	12/28/2017
10	20180101	13	12/28/2017
22	20180102	8	12/29/2017
23	20180102	9	12/29/2017
24	20180102	10	12/29/2017
25	20180102	11	12/29/2017
26	20180102	12	12/29/2017
27	20180102	13	12/29/2017
41	20180101	14	1/2/2018
46	20180103	8	1/3/2018
47	20180103	9	1/3/2018
48	20180103	10	1/3/2018
49	20180103	11	1/3/2018
50	20180103	12	1/3/2018
51	20180103	13	1/3/2018
52	20180101	14	11/3/2018
53	20180102	14	1/3/2018

Figura 5: Log de Eventos – Elaboración Propia

El analizar el cronograma de actividades y poder realizar una limpieza de estos datos y la organización en registros de eventos como se registra en la Figura 5, nos permite poder separar en 3 campos principales como serian: ID, Actividad y Timestap; se tuvieron que dejar de lado campos como Rol y no se podrá realizar una minería organizacional en relaciona este proceso comercial. Pero evaluaríamos como es el desarrollo de las actividades existentes en nuestro Log de Eventos.

**iv. XESame**

Este es un programa que sirve para proveer información de log de eventos con sus características de una extensión .xes (Extensible Event Stream), que pudo luego ser usada en el Framework ProM. (Michael Arias, 2016) Permite convertir bases de datos o archivos de texto para hacer el análisis de minería de procesos. Actualmente XESame se encuentra incluido en el Framework ProM en su versión 6.9.

**v. Framework ProM 6.9**

Es una herramienta Open Source que nació para facilitar la metodología de Minería de procesos ya que ofrece una arquitectura en la que se le incorporan nuevas funcionalidad de algoritmos en forma de plug-ins constantemente, ha ido mejorando su capacidad de análisis y es considerada como la mejor herramienta en este dominio. (Michael Arias, 2016)

**vi. Bonita BPM**

Permite realizar una configuración de proyectos y aplicaciones de automatización utilizando tecnología de manera que nos permita aumentar la visibilidad de los procesos y poder monitorearlos. (Bonitasoft, s.f.)

**vii. SIPOC**

Es un análisis que nos ayuda a identificar:

- a) **Proveedor:** Sistemas, personas, organizaciones u otras fuentes que brinde datos o información para el proceso.
- b) **Entradas:** Materiales, información, recursos utilizados en el proceso.
- c) **Proceso:** Acciones que cambian los datos mediante las actividades.

- d) **Salida:** Productos o servicios creados durante el proceso.
- e) **Cliente:** Individuos, empresas o sistemas (Klumbyte, Bliudzius, & Foikades, 2020)

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Cientes

*Tabla 8: SIPOC – Elaboración Propia*

**viii. RECI**

Es un análisis que nos permite tener todos los elementos en su lugar, proporciona una asignación de quien debe realizar una actividad en específico, esto contribuye con el rendimiento general del proceso. (Smith & Erwin, 2017)

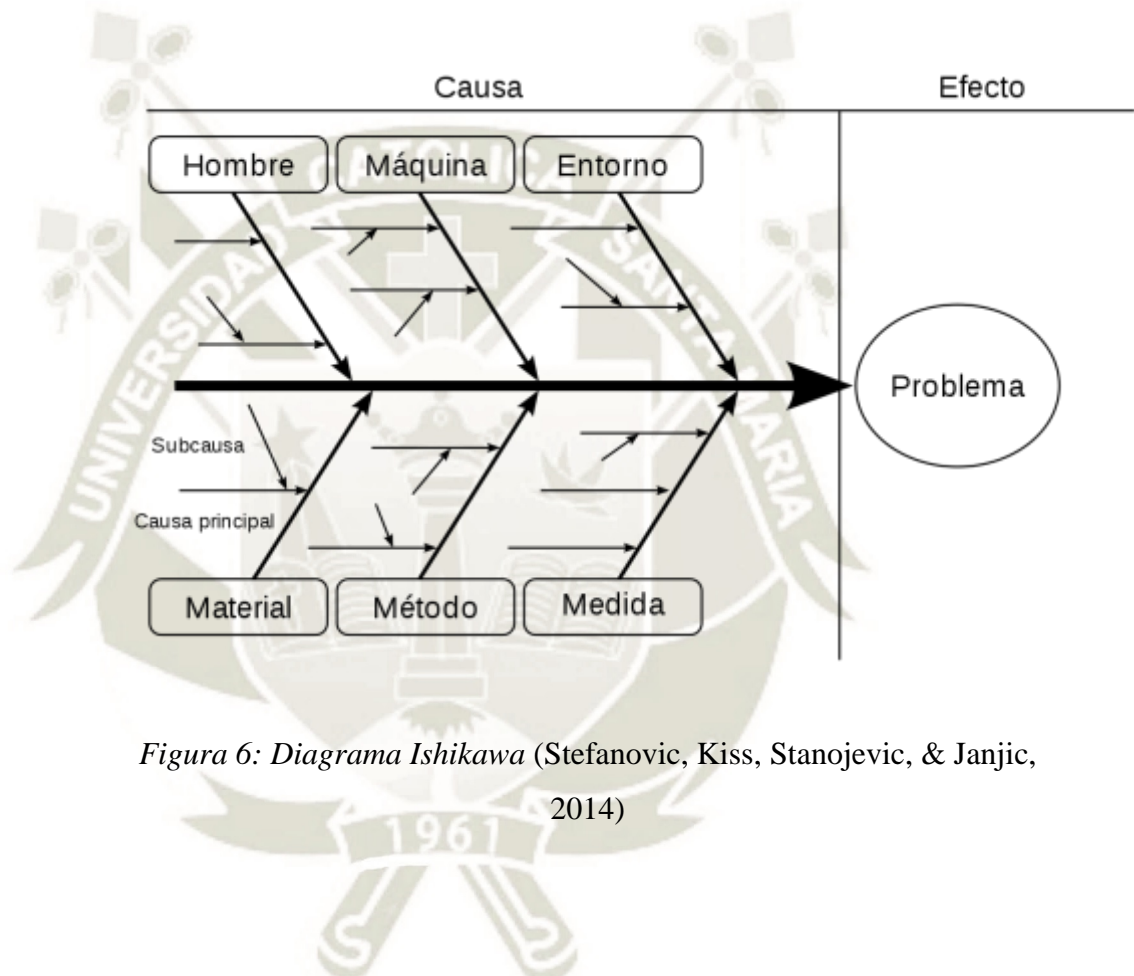
MATRIZ RECI		
Autor		LEYENDA
Fecha		R: Responsable
Proceso		E: Ejecutor
		C: Consultado
		I: Informado
ID Actividad	Actividad	Roles/Responsabilidades

*Tabla 9: Matriz RECI – Elaboración Propia*



**ix. Análisis Causa-Efecto**

El diagrama de Causa-Efecto es el resultado de un análisis de impacto que provoca un resultado en particular, esto permitirá identificar las causas reales en las condiciones de causas: Hombre, Máquina, Entorno, Material, Método y Medida. (Stefanovic, Kiss, Stanojevic, & Janjic, 2014)



*Figura 6: Diagrama Ishikawa (Stefanovic, Kiss, Stanojevic, & Janjic, 2014)*

## 6. Metodología a emplear

### 6.1. Minería de Procesos:

Minería de procesos con el objetivo de descubrir, analizar y mejorar el proceso de negocios entre otras cosas también pueden:

- Descubrir el modelo de ejecución real del proceso
- Determinar si el proceso cumple con la reglamentación y procedimientos documentados
- Analizar la interacción del personal
- Descubrir cuellos de botella
- Monitorear la productividad del personal
- Predecir el tiempo de ciclo de un caso
- Determinar la relación entre variables de un caso (Santiago Aguirre Mayorga, 2016)

La minería de procesos tiene los siguientes pasos:

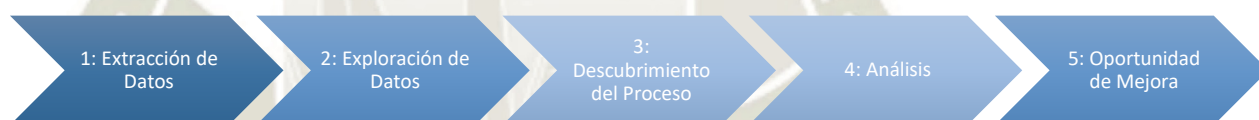


Figura 6: Pasos para aplicar Minería de Procesos – Elaboración Propia

Pasos	Descripción	Aporte
<b>Extracción de Datos</b>	Extraer los datos del sistema de información para ser analizados	Extracción y transformación de los datos que se convertirán en Log de Eventos
<b>Exploración de Datos</b>	Los datos se cargan en ProM para realizar un análisis de las principales características del proceso	Caracterizar el proceso, revisar información de desempeño y diagnóstico general del proceso

<b>Descubrimiento del Proceso</b>	Descubrir el modelo de proceso con la herramienta ProM	Modelos de proceso tanto actividades como flujos utilizando los algoritmos de descubrimiento
<b>Análisis</b>	Aplicaran métricas a la estructura organizacional	Descubrir los recursos, tiempos y uso de métricas de análisis
<b>Oportunidad de Mejora</b>	Plantear un modelo de proceso mejorado según el análisis	Modelo de proceso con tiempos acorde y actividades correspondientes.

*Tabla 10: Descripción y Aporte del paso a paso – Metodología de Minería de Proceso (Michael Arias, 2016)*



## 7. PLAN DE TRABAJO

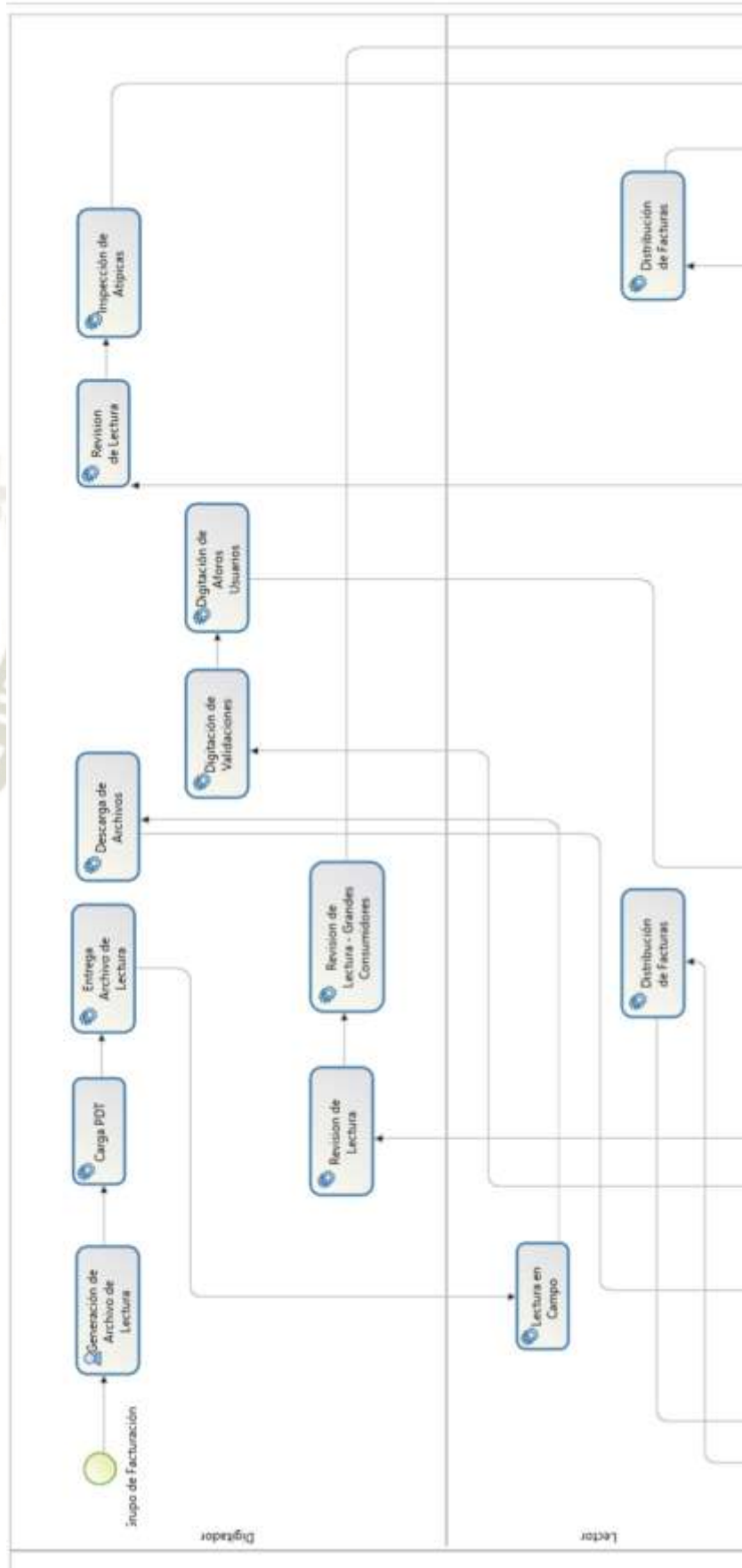
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<input type="checkbox"/> <b>Análisis de contexto</b>	<b>1,15 mss</b>	<b>mar 01/10/19</b>	<b>jue 31/10/19</b>
<input type="checkbox"/> <b>Describir el contexto del proyecto</b>	<b>15 días</b>	<b>mar 01/10/19</b>	<b>sáb 19/10/19</b>
Identificar usuarios y otros interesados	1 día	mar 01/10/19	mar 01/10/19
Identificar las características relevantes	1 día	mar 01/10/19	mar 01/10/19
Identificar metas y tareas	1 día	mar 01/10/19	mar 01/10/19
Identificar entornos técnicos	1 día	mar 01/10/19	mar 01/10/19
<input type="checkbox"/> <b>Especificar los objetivos del proyecto</b>	<b>5 días</b>	<b>lun 21/10/19</b>	<b>vie 25/10/19</b>
Definir los objetivos del proyecto	1 día	lun 21/10/19	lun 21/10/19
Definir objetivos específicos	1 día	lun 21/10/19	lun 21/10/19
Definir los objetivos de minería de procesos	4 días	lun 28/10/19	jue 31/10/19
<input type="checkbox"/> <b>Análisis de eventos</b>	<b>2,15 mss</b>	<b>vie 01/11/19</b>	<b>mar 31/12/19</b>
<input type="checkbox"/> <b>Recolectar fuente de datos</b>	<b>11 días</b>	<b>vie 01/11/19</b>	<b>vie 15/11/19</b>
Obtener todas las fuentes de datos disponibles	1 día	vie 01/11/19	vie 01/11/19
Describir fuente de datos	5 días	lun 18/11/19	vie 22/11/19
<input type="checkbox"/> <b>Explorar fuentes de datos</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 02/12/19</b>	<b>vie 13/12/19</b>
Ubicar datos asociados al proyecto	1 día	lun 02/12/19	lun 02/12/19
<input type="checkbox"/> <b>Verificar la calidad de los datos</b>	<b>12 días</b>	<b>lun 16/12/19</b>	<b>mar 31/12/19</b>
Analizar calidad y documentar	1 día	lun 16/12/19	lun 16/12/19

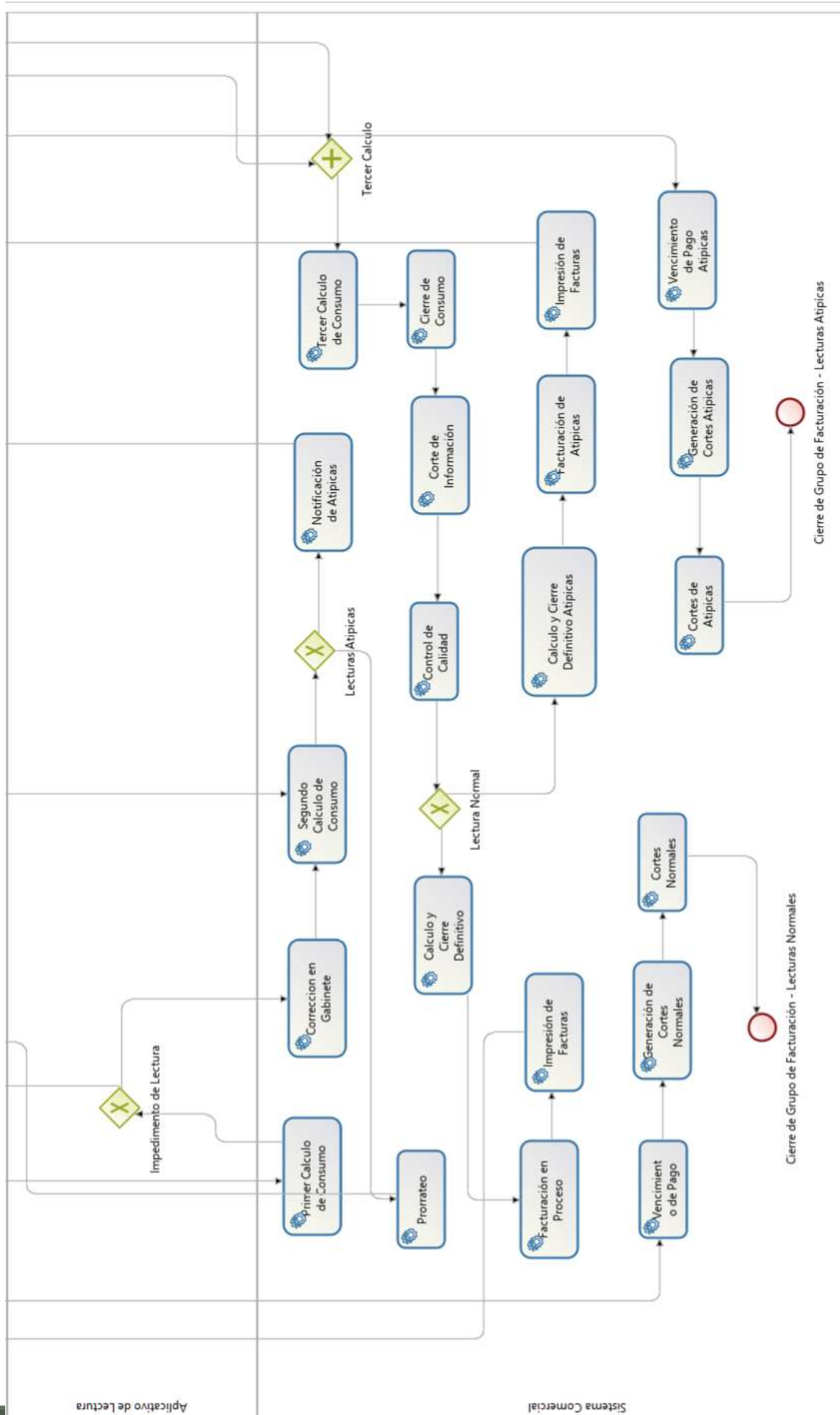
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<input type="checkbox"/> <b>Preparación de Eventos</b>	<b>1,85 mss</b>	<b>dom 01/03/20</b>	<b>lun 20/04/20</b>
Integrar las fuentes de datos	11 días	dom 01/03/20	vie 13/03/20
<input type="checkbox"/> <b>Determinar un conjunto de datos adecuados</b>	<b>5 días</b>	<b>lun 16/03/20</b>	<b>vie 20/03/20</b>
Determinar cantidad de variables			
Definir el nro de registros			
Obtener registros de eventos apropiados			
<input type="checkbox"/> <b>Limpieza y transformacion de eventos</b>	<b>5 días</b>	<b>lun 23/03/20</b>	<b>vie 27/03/20</b>
Definir criterios de limpieza			
Transformar los datos			
<input type="checkbox"/> <b>Inspeccion de eventos</b>	<b>16 días</b>	<b>lun 30/03/20</b>	<b>lun 20/04/20</b>
Verificar si los datos son fiables			
<input type="checkbox"/> <b>Identificación de patrones</b>	<b>17 días</b>	<b>lun 22/06/20</b>	<b>mar 14/07/20</b>
<input type="checkbox"/> <b>Descubrir el modelo de control de flujo</b>	<b>5 días</b>	<b>lun 22/06/20</b>	<b>vie 26/06/20</b>
Desarrollar y seleccionar la tecnica de descubrimiento			
Ejecutar tecnica y obtener el modelo de			
Analizar el modelo del proceso			
<input type="checkbox"/> <b>Verificación de conformidad</b>	<b>4 días</b>	<b>vie 26/06/20</b>	<b>mié 01/07/20</b>
Seleccionar o desarrollar la tecnica			
Ejecutar tecnica			
Analizar el resultado			

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<input type="checkbox"/> <b>Análisis de rendimiento</b>	5 días	mié 01/07/20	mar 07/07/20
Seleccionar o desarrollar la técnica			
Ejecutar técnica			
Analizar rendimiento del proceso			
<input type="checkbox"/> <b>Construir modelo integral del proceso</b>	6 días	mar 07/07/20	mar 14/07/20
Incluir el análisis de tiempos y			
<input type="checkbox"/> <b>Resultados y Despliegue</b>	14 días	mié 15/07/20	sáb 01/08/20
Diseñar propuesta de presentación de resultados	4 días	mié 15/07/20	lun 20/07/20
<input type="checkbox"/> <b>Discutir los resultados del análisis con especialistas</b>	5 días	lun 20/07/20	vie 24/07/20
Evaluar si se cumplió con los objetivos			
<input type="checkbox"/> <b>Rediseñar el proceso</b>	28 días	jue 25/06/20	sáb 01/08/20
Proponer acciones de mejora			
En caso de requerir recomendar la modificación de ejecución			



ANEXO B: Diagrama TO BE – BPMN





Aplicativo de Lectura

Sistema Comercial

TO BE

## ANEXO C: Oficio de Autorización de Tratamiento de la Información



Arequipa, 07 de agosto 2019

**OFICIO N° 212-2019/S-31100**

Señorita  
Andrea Nathaly Cervantes Chata  
Presente

**REFERENCIA :** Expediente N° 378772-19


Es grato dirigirme a usted, en atención a su solicitud presentada con el número de Expediente de la referencia, en la que pide autorización para adquirir información de la Base de Datos Comercial para el Diagnóstico Situacional, Desarrollo y Propuestas de Mejora de su Proyecto de Tesis basado en la Mejora de Procesos Comerciales usando Algoritmos de Minería de Procesos.

Mediante el presente comunico a usted que podrá adquirir dicha información para el desarrollo de su Tesis, debiendo coordinar con el CPC. Alejandro Mejía Ortiz, Gerente de Servicios al Cliente.

A la culminación de su Tesis, se servirá remitir una copia a este Departamento.

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,

  
**Mg. Fernando D.C. Lozada Melgar**  
Jefe Departamento Personal

/yrdch  
c.c.: G. Adm.  
G. Serv. al Cliente



## ANEXO D: Oficio de Conformidad de Resultados obtenidos emitido por la Entidad



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Arequipa, 26 de julio del 2021

OFICIO N° 072-2021/S-70200- COVID 19

Srta.  
Andrea Nathaly Cervantes Chata  
presente.-

**ASUNTO** : Comentarios trabajo de tesis Diagnostico Situacional, Desarrollo y Propuestas de mejora de procesos Comerciales

**REFERENCIA** : Oficio N° 212-2019/S-31100  
Expediente N° 378772-19

Previo cordial saludo y habiendo tomado conocimiento del trabajo de tesis efectuado, el cual tiene la autorización de SEDAPAR S.A. mediante documentos de la referencia, en específico del informe de Resultados del Proyecto de Propuesta de Optimización del Proceso de Micromedición de una Empresa de Agua Potable y Alcantarillado con Técnicas de Minería de Procesos en atención al documento de la referencia, que se tuvo a bien compartir con este despacho. Luego de efectuada la revisión del mismo me permita indicar:

La Gerencia de Servicios al Cliente y en específico el departamento de Comercialización del cual el suscrito es responsable, se encuentra en una etapa continua de mejora en la gestión, dado esto, los resultados reportados luego del análisis efectuado en el trabajo de tesis elaborado, resultan de gran utilidad para la evaluación de procesos que se efectúan en el área de micromedición.

Habiendo identificado de manera puntual diferentes procesos que ocupan recursos y no generan o aportan valor a los procesos, proceso que generan cuellos de botella de diferentes dimensiones, y teniendo el detalle de los mismos permitirá a esta gestión la evaluación normativa, procedimental y la oportunidad en la ejecución de las mismas, considerando que estas permitirán definitivamente la mejora en nuestros procesos.

Los puntos de decisión considerados como parte de la sugerencia de mejora de procesos en el reporte de resultados remitido, permitirá la evaluación de dicho proceso, enriqueciendo la ejecución de los mismos o la alternancia de subprocesos adjuntos a ellos con la finalidad de optimizar los mismos y mejorar la producción de nuestro personal

Habiéndose generado conclusiones que deben de ser acogidas por el departamento de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de nuestra empresa me permitiré trasladar las mismas para su evaluación especializada.

Finalmente, y agradeciendo la deferencia al compartir los resultados de su estudio, sirva el presente para manifestar que el mismo será de utilidad para este despacho como valioso apoyo en el proceso de mejora en la gestión que se está desarrollando y dejando abierta la posibilidad de ejecutar el mismo con los demás procesos comerciales vigentes.

Sin otro particular, me despido con grato aprecio y consideración personal.

Atentamente,

**Robert Vita Castro**  
Jefe Dpto. Comercialización