

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

1era Edición



MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Lenin Jonatan Pin García

Edwin Antonio Mero Lino

María Mercedes Ortiz Hernández

Kleber Germiniano Marcillo Parrales

Autores Investigadores



MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

AUTORES

INVESTIGADORES

Lenin Jonatan Pin García

Doctor en Tecnologías de la Información y Comunicaciones,
Ingeniero en Sistemas con maestrías en Docencia universitaria,
Sistemas de Información Gerencial y
Gestión Estratégica de Tecnologías de la Información.
Profesor principal a tiempo completo y director de investigación de la
Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador;

✉ jonatan.pin@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0001-8272-3816>

Edwin Antonio Mero Lino

Ingeniero en Computación y Redes,
Máster en Educación Informática,
Doctorando en Tecnologías de la Información y Comunicaciones,
Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí- Ecuador;

✉ edwin.mero@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0003-4456-1734>

María Mercedes Ortiz Hernández

Ingeniera en Sistemas Informáticos,
Máster en Informática Empresarial,
Doctorando en Tecnologías de la Información y Comunicaciones,
Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí-Ecuador;

✉ maria.ortiz@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-2757-9345>

Kleber Germiniano Marcillo Parrales

Ingeniero Eléctrico,

Máster en Gerencia Educativa,

Doctorando en Tecnologías de la Información y Comunicaciones,

Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí-Ecuador;

✉ kleber.marcillo@unesum.edu.ec

ID <https://orcid.org/0000-0002-3372-0720>

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

REVISORES

ACADÉMICOS

Jorge Enrique Ordoñez García

Máster en Didáctica de las Matemáticas
Magíster en Automatización y Control Industrial en
Educación Secundaria y Bachiller;
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones;
Universidad de Guayaquil;
Guayaquil; Ecuador

✉ jordonez.garcia@ug.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-0888-7481>

Manuel Patricio Clavijo Cevallos

Diploma Superior las Nuevas Tecnologías de la Información y
Comunicación y su Aplicación en la Práctica Docente Ecuatoriana;
Máster en Ciencias de la Educación Mención
Planeamiento de Instituciones de Educación Superior;
Magíster en Gestión Ambiental;
Licenciado en Ciencias de la Educación Profesor de
Enseñanza Secundaria en la Especialización de Biología y Química;
Universidad Técnica de Cotopaxi;
Latacunga, Ecuador

✉ manuel.clavijo@utc.edu.ec

🆔 <https://orcid.org/0000-0002-2829-8406>

CATALOGACIÓN **BIBLIOGRÁFICA**

Lenin Jonatan Pin García

Edwin Antonio Mero Lino

AUTORES: María Mercedes Ortiz Hernández
Kleber Germiniano Marcillo Parrales

Título: Minería de Procesos

Descriptores: Datos abiertos; Teoría de la información; Análisis; Ciencia abierta.

Código UNESCO: 1208 Probabilidad

Clasificación Decimal Dewey/Cutter: 515.24/P65

Área: Matemáticas

Edición: 1^{era}

ISBN: 978-9942-654-60-1

Editorial: Mawil Publicaciones de Ecuador, 2026

Ciudad, País: Quito, Ecuador

Formato: 148 x 210 mm.

Páginas: 160

DOI: <https://doi.org/10.26820/978-9942-654-60-1>

URL: <https://mawil.us/repositorio/index.php/academico/catalog/book/244>

Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico: **Minería de Procesos**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada bajo la modalidad de pares académicos y por el equipo profesional de la editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.



Usted es libre de:
Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato.
Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material para cualquier propósito, incluso comercialmente.

Director Académico: Lcdo. Alejandro Plúa Argoti

Dirección Central MAWIL: Office 18 Center Avenue Caldwell; New Jersey # 07006

Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador: Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

Dirección de corrección: Mg. Ayamara Galanton.

Editor de Arte y Diseño: Leslie Letizia Plúa Proaño

Corrector de estilo: Lic. Marcelo Acuña Cifuentes

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Índices

Contenidos



Prólogo 15

Introducción 17

Capítulo I.

Minería de procesos..... 20

Capítulo II.

Descubrimiento de procesos 30

Capítulo III.

Verificación de la Conformidad 73

Capítulo IV.

Metodología para aplicar Minería de Procesos 90

Capítulo V.

Algoritmos en la Minería de Procesos..... 132

Referencias 155

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Índices

Tablas



Tabla 1. Data Gestión de Titulación	43
Tabla 2. Cuadro comparativo	52
Tabla 3. Data Gestión de Titulación propuesta	54
Tabla 4. Piezas claves para formar el log de eventos.....	82
Tabla 5. Puntos críticos de control encontrados en la base de datos	82
Tabla 6. Descripción del total de datos obtenidos por cada actividad de acuerdo con el filtrado.....	83
Tabla 7. Sistemas para Aplicación de MP.....	102
Tabla 8. Análisis FODA- de la empresa EUROFISH.....	107

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Índices

Figuras



Figura 1. Componentes de Minería de Procesos	26
Figura 2. Tipos de minería de procesos	32
Figura 3. Red de Petri marcada.....	34
Figura 4. Representación del sistema de transiciones.....	35
Figura 5. Modelo de proceso utilizando la notación BPMN.....	35
Figura 6. Modelo de proceso utilizando Fuzzy Miner	36
Figura 7. Modelo de proceso utilizando Heuristic Net.....	36
Figura 8 . Interfaz de Disco.....	39
Figura 9. Interfaz de ProM.....	40
Figura 10. Interfaz web de Celonis.....	41
Figura 11. Modelo de Disco en la gestión de Titulación	48
Figura 12. Modelo en Pro-M en la gestión de titulación	49
Figura 13. Modelo Celonis parte 1.....	50
Figura 14. Modelo Celonis parte 2.	51
Figura 15. Integración de datos.	58
Figura 16. Creación de un nuevo grupo de datos	58
Figura 17. Nombre del nuevo grupo de datos.	59
Figura 18. Creado nuevo grupo de datos.	59
Figura 19. Vista del nuevo grupo de datos.	60
Figura 20. Cargas de archivos.	60
Figura 22. Cargas de archivos.	61
Figura 22. Cargas de archivos.	61
Figura 23. Archivos cargados.	62
Figura 24. Creación de modelo de datos.....	62
Figura 25. Creación de modelo de datos.....	63
Figura 26. Configurar el modelo de datos.....	63
Figura 27. Configuración del modelo de datos 2.....	64
Figura 28. Recargar desde cache modelo de datos	64
Figura 29. Creación de nuevo espacio de trabajo	65
Figura 30. Selección de modelo.....	65
Figura 31. Nombrar el nuevo espacio de trabajo.....	66
Figura 32. Muestra del nuevo espacio	66
Figura 33. Configuración del nuevo espacio.....	67
Figura 34. Creación de la nueva aplicación.....	67
Figura 35. Presentación de datos cargados	68
Figura 36. Extracción de los datos cargados.....	68
Figura 37. Explorador de Procesos	69
Figura 38. Explorador de Proceso Ejecutando.....	69
Figura 37. Flujo de Proceso.....	70

Figura 40. Ejemplo de estructura del registro de eventos (event logs)....	76
Figura 41. Tablas de la base de datos proporcionada por la empresa atunera.	81
Figura 42. Diagrama ETL en Pentaho.....	83
Figura 43. Petri Net (ILP Miner) en ProM.....	84
Figura 44. Petri Net (Inductive Visual Graph).....	85
Figura 45. Inductive Visual Miner en ProM.....	85
Figura 46. Frecuencia de los casos con métricas del 100% de precisión y 39.8% de fitness.....	86
Figura 47. Duración de las actividades bajo las métricas del 100% de precisión y 39.8% de fitness.....	86
Figura 48. Frecuencia de los casos con métricas del 72.3% de precisión y 77.4% de fitness.....	87
Figura 49. Descubrimiento del modelo de acuerdo a la data obtenida.....	88
Figura 50. Modelo base en formato BPMN.....	89
Figura 51. El ciclo de vida de BPM.....	97
Figura 52. Data-Excel.....	111
Figura 53. New data Celonis.....	112
Figura 54. Extracción de la data y tipos de datos.....	113
Figura 55. Ejecución de la data.....	113
Figura 56. Modelos de Datos Celonis.....	114
Figura 58. ModeloModelo.....	115
Figura 59. Modelo a partir de la data.....	116
Figura 60. Modelo al 100%.....	116
Figura 61. Modelo en horas.....	117
Figura 62. Modelo en base a tiempo.....	118
Figura 63. Frecuencia normal Celonis.....	119
Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí.....	119
Figura 64. Frecuencia normal Celonis.....	120
Figura 65. Modelo al 100% en sus caminos.....	121
Figura 66. Data cvs.....	122
Figura 67. Selección de la data.....	123
Figura 68. Carga de la data.....	123
Figura 69. Tipos de datos.....	124
Figura 70. PROM carga de datos.....	125
Figura 71. Parámetros de la data.....	125
Figura 72. Modelo bajo métricas de tiempo.....	126
Figura 73. Modelo bajo métricas de frecuencia.....	127

Figura 74. Parámetros a analizar	128
Figura 75. Modelo en DISCO en frecuencia	129
Figura 76. Modelo en DISCO en tiempo	130
Figura 77. Duración de las actividades	130
Figura 78. Duración de las actividades	131
Figura 79. Metodología para la Minería de Procesos	138
Figura 80. Registro de evento de las actividades de vinculación con la sociedad	141
Figura 81. Selección de datos útiles para la realización del estudio.	142
Figura 81. Selección de datos útiles para la realización del estudio.	143
Figura 82. Carga y transformación de datos	144
Figura 83. Carga y transformación de datos	145
Figura 84. Modelo real del proceso con el 100% de sus actividades.	146
Figura 85. Modelo real del proceso con el 100% de sus actividades y caminos	147
Figura 86. KPI del paso de los eventos a lo largo del tiempo	149
Fuente: Obtenido desde DISCO.	149
Figura 87. Variantes de cumplimiento del proceso de vinculación	150
Figura 88. Utilización del recurso humano.	150
Figura 89. Redundancia de datos presentes en la data.	151

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Prólogo



La minería de proceso es una disciplina en constante evolución que busca aprovechar al máximo los datos generados por los sistemas de información de las organizaciones. A través de técnicas avanzadas de análisis de datos, se pueden descubrir patrones, tendencias y relaciones ocultas en los procesos empresariales, lo que permite tomar decisiones más informadas y eficientes. En este libro, exploraremos los fundamentos de la minería de proceso y su aplicación en diferentes ámbitos, como la gestión de la cadena de suministro, la logística, la atención al cliente y la gestión de recursos humanos. A lo largo de sus páginas, descubriremos cómo utilizar herramientas como los algoritmos de descubrimiento de procesos, el modelado de procesos y la simulación para mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos empresariales. Además, analizaremos casos de estudio reales en los que la minería de proceso ha sido clave para optimizar los procesos y reducir costos en organizaciones de diferentes sectores. Estos ejemplos nos permitirán comprender cómo la minería de proceso puede adaptarse a diferentes contextos y cómo puede ser una herramienta valiosa para cualquier empresa que busque mejorar su rendimiento.

A lo largo del libro, también abordaremos los desafíos y las limitaciones de la minería de proceso, así como las mejores prácticas para su implementación y adopción en una organización. Además, exploraremos las implicaciones éticas y de privacidad que surgen al utilizar grandes volúmenes de datos en el análisis de procesos empresariales.

En resumen, este libro tiene como objetivo proporcionar una introducción completa a la minería de proceso, desde sus fundamentos teóricos hasta su aplicación práctica en el mundo empresarial. Esperamos que esta obra sea una guía útil para aquellos interesados en aprovechar al máximo los datos generados por los sistemas de información y mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos empresariales.

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Introducción



Actualmente los procesos de negocio de las organizaciones están soportados por sistemas de información que registran datos valiosos con respecto a ejecutores, actividades, eventos, tiempos y variables asociadas a la ejecución de los procesos. Esta información puede ser aprovechada con técnicas de la minería de datos, más específicamente, de la minería de procesos para descubrir la realidad de cómo se están ejecutando los procesos y de esta forma tomar decisiones para mejorarlos (Van der Aalst, 2011).

En la actualidad las herramientas digitales son eficientemente indispensable para toda entidad, por lo que los sistemas informáticos deben de contar con cantidades de datos suficientes para poder albergar la información referente a lo que se necesita, el flujo de datos, utiliza canales de transmisión y estos a su vez necesitan de procesos que invoquen al flujo de registros, en los sistemas webs las peticiones son simultaneas y el tiempo de entrega debe ser eficaz para obtener resultados óptimos y así mejorar recursos, los procesos que manejan internamente las bases de datos pueden ser mejorados descubriendo los cuellos de embotellamiento de información, este mejoramiento se lo realiza mediante la minería de procesos, utilizando herramientas indispensables que permitan que la data obtenga un flujo constante y que a su vez optimice el tiempo de transferencia de datos, todo lo antes mencionado bajo la línea de minería de procesos.

La minería de procesos realiza la combinación de dos disciplinas como lo son la Data Science y el Business Process Management, principalmente empleando técnicas de ciencias de datos como el Big Data y la inteligencia artificial, abordando los problemas de la ciencia de procesos para mejorar y automatizar los procedimientos de algún servicio o elaboración de un producto.

El mundo y las organizaciones están llenos de procesos, desde las compras hasta el mapeo del recorrido del cliente, la logística y la contabilidad; las entidades se enfrentan a procesos complejos, globales y, a veces, defectuosos en las actividades diarias. Por otro lado, los procesos sin fricción,

por otro lado, aseguran que se pueda encontrar las provisiones adecuadas en la tienda de comestibles, que los aviones aterricen a tiempo y que los tiempos de espera de los pacientes en los hospitales se mantengan al mínimo sin dejar de funcionar, de forma que mejoren y automaticen todos los procedimientos que se efectúan en cualquier tipo de organización de comestibles.

La minería de procesos ha sido amplia y exitosamente usada para el descubrimiento de procesos de negocios que a pesar de ser una disciplina relativamente nueva existen publicaciones en donde se describen formas de

representación de procesos, metodologías, algoritmos y herramientas de verificación de conformidad inclusive con descripción de una aplicación práctica.

A pesar de que la minería de procesos es una disciplina relativamente nueva, se presentan muchas aplicaciones prácticas en diversas áreas como: Emergencias hospitalarias, compañías de seguros, procesos de desarrollo de software, seguimiento de procesos educativos, gestión de incidentes en la industria automovilística, auditoría; en temas tan complejos como el modelado de procesos quirúrgicos, entre otras. Estas aplicaciones documentadas en diferentes tipos de industrias, indican que la minería de procesos puede ser aplicada en muchos ámbitos mientras se cuente con acceso a los sistemas transaccionales para poder armar logs de eventos en un formato reconocido por las herramientas de minería de procesos.

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Capítulo 1

Minería de procesos



Introducción

La Minería de Procesos es una disciplina relativamente joven y, en términos simplificados, un enfoque de gestión de procesos basado en datos. A pesar de su corta edad, los beneficios y potenciales asociados a ella son ampliamente aceptados en todos los sectores y por empresas de todos los tamaños. En especial, desde el Manifiesto sobre la Minería de Procesos, publicado por los principales expertos académicos en este campo en 2011, la conciencia mundial sobre esta joven disciplina orientada a los procesos está en constante aumento. Las organizaciones que ya han aplicado herramientas de minería de procesos reportan una mayor comprensión de su mapa de procesos como nunca antes se había visto (Pin García, 2023).

Mediante el uso de software, la tecnología de minería de procesos supervisa automáticamente los procesos, extrae datos de los registros de eventos y proporciona a las partes interesadas información basada en hechos para ayudar a la toma de decisiones y a la optimización. Este enfoque en un proceso de negocio específico para mejorar el rendimiento es una diferencia clave entre la minería de procesos frente a la inteligencia empresarial.

Minería de procesos

Además, las organizaciones están incorporando a sus proyectos y aplicaciones con el objetivo de mejorar sus procesos de negocio (Orellana Garcia et al., 2015), por lo que es importante distinguir la diferencia entre la minería de datos y la minería de procesos. Mientras la primera es utilizada para encontrar patrones en grandes volúmenes de datos, en una relación de patrones y datos; la minería de procesos encuentra las relaciones de los procesos de la organización dentro de los datos, explorando la información de los registros; es decir, se sitúa entre la minería de datos y el análisis de procesos, implementando Business Intelligence y Business Process Management, que tiene como objetivo el descubrimiento de modelos basados en el registro de eventos disponibles (Velazquez Solis et al., 2016).

Las técnicas de minería de procesos relacionan directamente los datos de eventos presentes en el sistema de información con procesos de negocio que se dan en la organización “extremo a extremo”. Los enfoques de procesos de negocio basados en modelos son una aproximación en la cual se generan modelos que están habitualmente desconectados de la realidad de ejecución en los sistemas de información y en cómo se están ejecutando. Estos modelos que se generan son de tipo “normativo”, lo cual no evita que en la realidad lo

que estamos ejecutando (modelo “de- facto”) no se corresponda con lo modelado.

La minería de procesos como disciplina tiene como misión el descubrimiento, monitorización y mejora de los procesos reales a partir del conocimiento que se extrae de los eventos que se registran en el sistema, lo que venimos llamando event-logs, y que están presentes en la mayoría de los sistemas de información. El punto de partida para un proyecto o iniciativa de minería de procesos es dicho event-log. Cada evento en este conjunto se corresponde con una actividad o trámite en el ámbito de los procedimientos públicos y se relaciona con un expediente, generalmente conocido como caso, que puede ser, por ejemplo, una instancia concreta del proceso de negocio (Martínez Prieto & González Pérez , 2021).

La minería de procesos (PM) es la disciplina que se encarga de utilizar los datos extraídos desde varias fuentes de información como los ERP, CRM o pequeños sistemas, que constantemente manipulan y almacenan un sin número de datos para luego ser procesados y convertirlos en valor dicha información. “La minería de proceso tiene como objetivo descubrir, monitorear y mejorar procesos a través de la extracción de datos registrado previamente en algún sistema de información” (Van der Aalst, Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, 2011).

El Process Mining es la nueva tecnología líder cuando se trata de hablar de “negocios algorítmicos”, es decir, empresas que utilizan algoritmos y grandes cantidades de datos en tiempo real para crear valor comercial, esto solo ha sido posible a través de la llegada de sistemas de información y herramientas administrativas.

Mientras que las personas tienden a diseñar y pensar en forma de flujos de procesos simples (imagen de la izquierda), la realidad tiende a ser más compleja con múltiples variantes (imagen de la derecha). En este sentido, se suele diferenciar entre procesos “To-Be” y “As-Is”:

To-Be presenta el flujo de proceso ideal y perfecto sin fricción, tal como suele diseñarse en teoría. As Is, por otro lado, presenta el flujo del proceso real con todas las desviaciones y complejidades que ocurren en los procesos operativos de la vida real (Parashar, 2020).

Características de la minería de procesos

La minería de procesos Es una disciplina analítica que permite descubrir, supervisar y a su vez mejorar los procesos de una empresa, por ende, la tecnología cada día avanza y las entidades se adaptan a los nuevos cambios para obtener más beneficio y rentabilidad en el mercado nacional e internacional, para ello a continuación se nombra ciertas características que ayudan a las organizaciones a tomar mejores decisiones. (Eisner, 2020)

Reducción de costos. Al revelar las ineficiencias, los cuellos de botella y las tareas que pueden beneficiarse de la automatización, las organizaciones pueden reducir significativamente sus costos de operación. (Eisner, 2020)

Mayor transparencia. La minería de procesos ayuda a los interesados a localizar los datos correctos y a crear conocimientos procesables. Esto proporciona un mayor nivel de transparencia en los procesos específicos, así como a nivel organizativo. (Eisner, 2020)

Mejora de la gestión de la actuación profesional. Automatización de la recopilación de los principales indicadores de rendimiento. Los interesados pueden supervisar continuamente los procesos en tiempo real. (Eisner, 2020)

Mejora de las experiencias de los clientes. Las organizaciones pueden llegar más rápido a la raíz de los problemas, lo que les permite reaccionar con rapidez y ofrecer un mejor servicio al cliente. (Eisner, 2020)

Mejora del cumplimiento. Las auditorías son costosas y requieren mucho tiempo. Esta tecnología puede analizar los datos más rápidamente y las partes interesadas pueden identificar los problemas de cumplimiento en tiempo real. (Eisner, 2020)

Desde otra perspectiva según la investigación de colaboradores de (TIBCO , 2022) la explotación de la tecnología en cuanto la minería de procesos incluye:

- Detecta y extrae procesos automáticamente (TIBCO , 2022).
- Seguimiento del cumplimiento.
- Minería en redes sociales.
- Cree automáticamente modelos de simulación.

En los últimos años se han desarrollado metodologías para definir una serie de pasos, pasos y lineamientos para la aplicación del proceso de minería en una organización. El objetivo de estos métodos es facilitar la aplicación de

estas técnicas para desarrollar aún más la disciplina en las organizaciones (TIBCO , 2022).

Importancia de la Minería de Procesos

La idea de la minería de procesos es descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales a través de la extracción de conocimiento de los registros de eventos ampliamente disponibles en los actuales sistemas. En su investigación Van der Aalst (2011), menciona que la minería de procesos incluye el descubrimiento automático de procesos a partir de un registro de eventos, la verificación de conformidad comparar el modelo y el registro de eventos, la minería de redes sociales/organizacionales, la construcción automática de modelos de simulación, la extensión de modelos, la reparación de modelos, la predicción de casos, y las recomendaciones basadas en historia.

La minería de procesos provee un puente importante entre la minería de datos y la modelación y análisis de procesos de negocio. (González González et al., 2019).

Bajo el paragua de la Inteligencia de Negocios (Inteligencia Empresarial, BI), se han introducido muchas palabras de moda para referirse a herramientas más bien simples para hacer reportería y paneles de control.

Beneficios de Minería de Procesos

La minería de procesos permite aprender cómo funcionan los procesos comerciales en función de datos reales extraídos del sistema operativo de su organización. Este descubrimiento se realiza automáticamente utilizando análisis descriptivos avanzados para detectar procesos reales. En cuanto la investigación de (Aragundi, 2022), gracias a estos datos, la inteligencia de procesos identifica cuellos de botella, identifica las actividades que más tiempo consumen e identifica áreas de mejora en tus procesos. Luego, utilizando inteligencia artificial y modelos analíticos, la minería de procesos compara sus procesos comerciales con modelos de referencia y elimina los problemas de cumplimiento.

La minería de procesos identifica los procesos comerciales que son buenos candidatos para la automatización y la medición del rendimiento antes y después de la implementación. (Aragundi, 2022) comparte en su investigación que los gerentes aprovechan el flujo de trabajo con los propietarios de negocios para identificar áreas de mejora en función de los KPI y los estándares de la industria, y hacen recomendaciones para reequilibrar los recursos en función de ese rendimiento. Finalmente, utilizando información de casos

históricos, la minería puede predecir las rutas, los costos, la complejidad y el tiempo de sus casos a lo largo del proceso.

Por otra parte, es importante saber que con la aplicación de la minería de procesos las entidades u organizaciones pueden obtener los siguientes beneficios:

- Descubrir el modelo de ejecución real del proceso
- Determinar si el proceso cumple con la reglamentación y procedimientos documentados
- Analizar la interacción del personal que ejecuta el proceso
- Descubrir cuellos de botella
- Monitorear la productividad del personal
- Predecir el tiempo de ciclo de un caso
- Determinar la relación entre las variables de un caso (Aguirre Mayorga & Ricón García, 2015).

Fases de la Minería de Procesos

1. Captura: Es la encargada de recoger automáticamente los datos transaccionales de las trazas de eventos digitales que dejan los procesos. A su vez se realiza la captura de los datos de las diferentes aplicaciones y sistemas relacionados con los procesos

2. Visualización: Crea un modelo visual de cómo funcionan los procesos, donde se puede mostrar lo que se hace en la realidad frente a un modelo teórico esperado, por lo cual también ayuda a identificar las tareas, con sus tiempos, frecuencias, variaciones de secuencia, quién las realiza, y también crea un modelo visual de los procesos ya sea en forma de grafo como la construcción automatizada de modelos BPMN (flujo de trabajo) como DMN (reglas de decisión) (Equipo Decide4AI, 2021).

3. Análisis: Mediante el análisis se puede detectar los puntos débiles y las áreas de mejora basándose en los KPIs, y los procesos para identificar las desviaciones, ineficiencias, cuellos de botella y demás puntos de mejora (Equipo Decide4AI, 2021).

4. Optimización: Permite simular los diferentes escenarios, identificar los más beneficiosos y optimizar los procesos en consecuencia, y también determina qué debe optimizarse, cómo hacerlo y cuál será el retorno a estas iniciativas, donde se pueda crear y prioriza fácilmente la hoja de ruta de

automatización e iniciativas de optimización de procesos (Equipo Decide4AI, 2021).

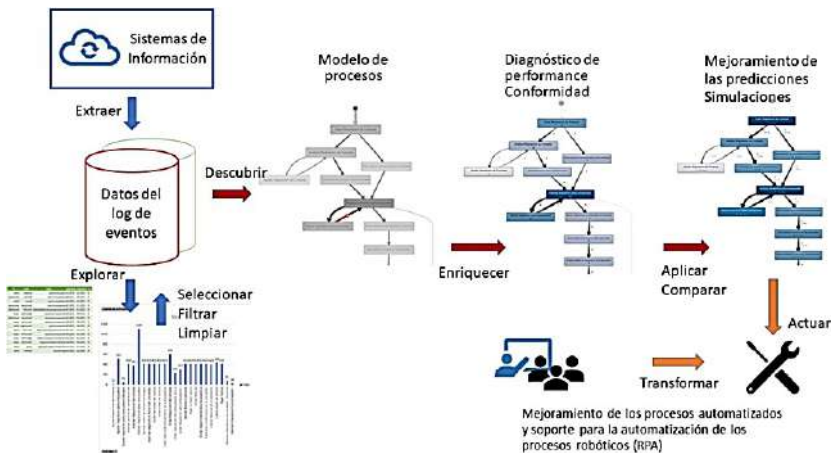
5. Monitorización: Una vez optimizados permite supervisar el rendimiento de los procesos para poder adaptarlos y mejorarlos incluso en función de los datos en tiempo real (Equipo Decide4AI, 2021). Además controla los indicadores de rendimiento para realizar un seguimiento y mantener la conformidad, donde se prevé posibles desviaciones de los KPIs previstos y así permite comparar los procesos, tareas, indicadores y trazas resultantes después de aplicar las acciones de automatización y optimización con los datos del punto de partida.

Aspectos generales de la minería de proceso

(Raykenler, 2013) sostiene que descubrir, monitorear y mejorar los procesos mediante la extracción de conocimiento a partir de los logs de eventos (registro de una colección de eventos secuencialmente ordenados durante un periodo de tiempo) es el objetivo de la minería de proceso. Los registros de eventos se pueden utilizar para realizar tres tipos de minería de procesos: descubrimiento, conformidad, y mejora. En el gráfico propuesto por (Aballay, 2021), se exhibe un mapa de los componentes necesarios para trabajar en la minería de procesos.

Figura 1.

Componentes de Minería de Procesos.



Fuente. Elaborado por Autor de la Investigación, (Aballay, 2021)

Para (Raykenler, 2013), cada evento se refiere a una actividad (paso bien definido) y se relaciona con un caso particular o instancia de proceso. Algu-

nas técnicas de minería hacen uso de otro tipo de información, tales como, la persona o recursos relacionados con el evento, el tiempo de ejecución o cualquier otro tipo de dato que pueda registrarse.

Descubrimiento de procesos

Las técnicas de minería de proceso pueden extraer, a partir de la información contenida en los logs de eventos, los patrones más frecuentes y reflejarlos en los modelos que describen los procesos manejados (Raykenler, 2013)

Chequeo de conformidad

Un auditor puede utilizar un modelo teórico del proceso para comprobar si la realidad (según la información en el log de eventos) está conforme al modelo y viceversa, lo que resulta de gran utilidad a los auditores para detectar desviaciones, localizarlas, explicarlas y medir su gravedad (Raykenler, 2013).

Extensión del modelo

También se pueden emplear técnicas de minería de proceso para extender el modelo teórico de procesos de la empresa, a partir de la consideración de la información contenida en el log de eventos no solo para comprobar la conformidad sino para enriquecer el modelo (Raykenler, 2013).

Soporte operacional

La minería de procesos se ha centrado tradicionalmente en el análisis de los datos obtenidos después de la ejecución del proceso, sin embargo, se puede considerar el apoyo a las decisiones operativas desde la simulación de casos y la comparación de estos con modelos basados en datos históricos o con las reglas de negocio.

Los auditores también pueden utilizar un modelo de proceso basado en datos históricos para hacer predicciones acerca de la ejecución de los casos (Raykenler, 2013).

Perspectivas

La minería de procesos tiene tres grandes perspectivas:

- **Proceso.** - la perspectiva del proceso se centra en el control del flujo, es decir, la ordenación de las actividades. El objetivo es encontrar una buena caracterización de todos los caminos posibles, expresados en términos, por ejemplo, una red de Petri.
- **Organizacional.** - la perspectiva organizacional se enfoca en la información del originador, es decir, qué ejecutantes están involucrados

en la realización de las actividades y cómo se relacionan. El objetivo es estructurar la organización clasificando a las personas en términos de roles y unidades organizativas o mostrar las relaciones entre los actores individuales, construyendo una red social.

- **Datos.** – la perspectiva de datos está enfocado en las propiedades de los casos; los casos están caracterizados por el control del flujo o los procesos que originan la organización por cada uno de los casos. (Barroso, 2014).

Tipos de Minería

Existen diversas ramificaciones o especializaciones de la minería de datos, que se adaptan a los diferentes tipos de datos y objetivos. A continuación, se presentan algunas de ellas:

- Minería de procesos

La minería de procesos es una disciplina de la minería de datos que se enfoca en detectar, supervisar y mejorar los procesos empresariales. Su objetivo es extraer conocimientos de los registros de eventos presentes en los sistemas de información. Esta técnica ayuda a las organizaciones a visualizar y comprender lo que ocurre en sus procesos diariamente

Por ejemplo, las empresas de comercio electrónico realizan una variedad de procesos, como adquisiciones, ventas, pagos, cobros y envíos. Al analizar los registros de datos de adquisiciones, podrían descubrir que la fiabilidad de las entregas por parte de los proveedores es del 54%, o que el 12% de los proveedores siempre entregan antes de tiempo. Esta información puede ser utilizada para optimizar las relaciones con los proveedores

- Minería de textos

La minería de textos, también conocida como minería de datos de texto, se centra en el uso de herramientas de minería de datos para leer y comprender textos. Los científicos de datos emplean esta técnica para automatizar la extracción de conocimientos de recursos escritos como páginas web, libros, correos electrónicos, reseñas y artículos

Por ejemplo, una empresa de contenidos multimedia digital podría utilizar la minería de textos para analizar automáticamente los comentarios de los usuarios en sus videos en línea y clasificar las opiniones como positivas o negativas.

- Minería predictiva

La minería de datos predictiva emplea técnicas de inteligencia empresarial para predecir tendencias. Ayuda a los líderes empresariales a estudiar el impacto de sus decisiones en el futuro de la empresa y a seleccionar las opciones más efectivas

Por ejemplo, una empresa podría analizar los datos de devoluciones de productos en el pasado para diseñar un plan de garantía que evite pérdidas. A través de la aplicación de técnicas de minería predictiva, es posible anticipar la cantidad estimada de devoluciones para el próximo año y, en base a esta información, elaborar un plan de garantía de un año que tome en cuenta dicha proyección, mitigando así posibles pérdidas, de forma que se determine el precio del producto (Amazon Web Services (AWS), 2020).

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Capítulo 2

Descubrimiento de procesos



Introducción

La encuesta mundial de McKinsey que analizaba los imperativos para el éxito de la automatización descubrió que "ahora son más las empresas que persiguen la automatización que hace dos años. Dos tercios de los encuestados afirman que sus organizaciones están al menos probando la automatización de procesos empresariales en una o más unidades de negocio o funciones, frente al 57% que lo afirmaba en la encuesta anterior." (Company, McKinsey, 2020)

La misma reveló que las tecnologías de automatización más utilizadas son las plataformas de gestión de procesos empresariales (BPM) y la automatización robótica de procesos (RPA). "Les siguen las tecnologías de reconocimiento de imágenes... y las herramientas automatizadas de minería de procesos, descubrimiento de procesos y documentación". La demanda de herramientas de extracción y descubrimiento de procesos se ha disparado en los últimos años, dada la proliferación de las tecnologías de automatización. Según los expertos se espera que el mercado de software de extracción de procesos supere los 10.000 millones de dólares en 2028.

Las tecnologías de descubrimiento de procesos y de minería de procesos ayudan a las organizaciones a obtener información valiosa sobre el funcionamiento real de los procesos empresariales y a identificar oportunidades de mejora. Aunque estos términos suelen utilizarse indistintamente, existen algunas diferencias importantes entre ambas tecnologías (Eisner, 2021).

Descubrimiento de procesos

El descubrimiento de procesos utiliza diferentes técnicas y herramientas para descubrir cómo un proceso de negocio. El descubrimiento de procesos ofrece a las partes interesadas una imagen completa de un proceso mediante la identificación de las incógnitas. El descubrimiento de procesos es una subcategoría de la minería de procesos. La mayoría de las soluciones de minería de procesos también ofrecen características de descubrimiento de procesos.

Las organizaciones pueden utilizar el descubrimiento de procesos para crear lo que Gartner ha denominado un "gemelo digital." Se trata de una representación digital de una organización que da cuenta de los componentes invisibles de los procesos empresariales. Son invisibles porque el tradicional mapeo de procesos Las técnicas tradicionales de mapeo de procesos no los identifican y dan una imagen incompleta de los procesos de una organización.

Mapeo de procesos

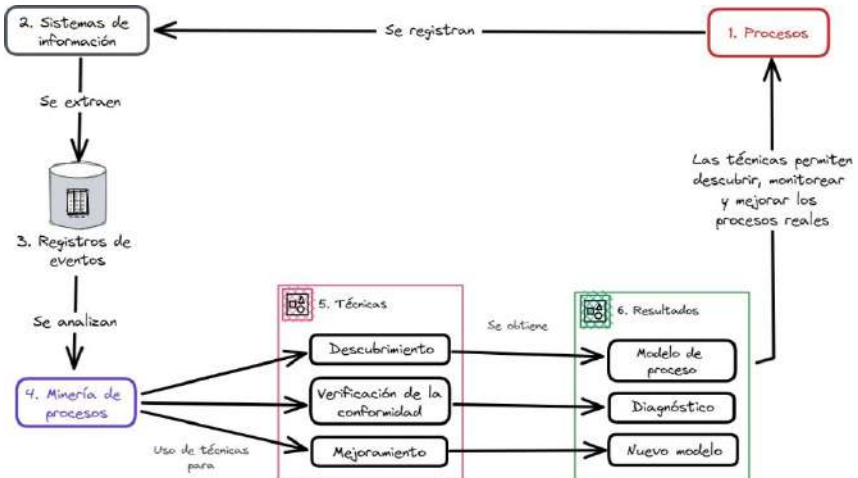
El mapeo de procesos es una herramienta de gestión que se utiliza para representar visualmente el flujo de trabajo y los pasos y las personas involucradas en un proceso comercial. Estos mapas también se conocen comúnmente como diagramas de flujo o diagramas de flujo de trabajo. Las organizaciones utilizan esta herramienta para obtener una mejor comprensión de un proceso y mejorar su eficiencia. Mediante la creación de diagramas fáciles de seguir, las partes interesadas pueden identificar aspectos de un proceso que pueden mejorar. Esto incluye la identificación de cuellos de botella en los flujos de trabajo y otras ineficiencias como tareas repetitivas que son ideales para la automatización (Lewis, 2022).

Tipos de minería

El eje central de la minería de procesos es el mejoramiento de los procesos de cada actividad, a través de herramientas que permitan el análisis de la gran cantidad de datos que provienen desde varios sistemas informáticos. En la Figura 4 se esquematiza los tres tipos principales (Van der Aalst, Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, 2011): descubrir (Discovery), cumplimiento (Conformance) y mejora (Enhancement) (Aguirre Mayorga & Rincón García, 2015).

Figura 2.

Tipos de minería de procesos.



Fuente. Elaborado por Autor de la Investigación, (Van der Aalst, Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, 2011).

- **Descubrir (Discover).** – es la técnica de descubrimiento toma un registro de eventos y produce un modelo sin usar ninguna información a priori (Cocconi et al., 2019).
- **Cumplimiento (Conformance).** – en este modelo existe un proceso y se compara con el log de eventos previamente obtenido; además de ello se verifica la conformidad del workflow para saber si los registros son registrados de manera correcta y conocer si se ajusta al modelo real o viceversa (Grisales, Quintero , & Monroy, 2018)
- **Mejora (Enhancement).** - aquí, la idea es ampliar o mejorar un modelo de proceso existente utilizando información sobre el proceso real registrado en algún registro de eventos. Mientras que la verificación de conformidad mide la alineación entre el modelo y la realidad, este tercer tipo de minería de procesos tiene como objetivo cambiar o ampliar el modelo a priori; es decir, modificar el modelo para reflejar mejor la realidad. (Van der Aalst, 2016)

En la se logra apreciar que los resultados de la aplicación de la minera depende hasta donde se quiera llegar (Van der Aalst, Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, 2011): si se aplica el descubrimiento, esta comienza desde el log de eventos y el resultado final será la obtención del modelo de acuerdo a los datos; en cambio la conformidad parte desde el log de eventos junto al modelo obtenido, para lograr obtener un diagnóstico de la situación teórica (To Be) con la realidad (As Is); mientras que el mejoramiento parte desde el log de eventos, previamente pasado por el descubrimiento y la conformidad para luego tener como resultado mejorar el modelo y obtener uno nuevo, el cual coadyuve a mejorar y este se adapte de la mejor manera a cada actividad de los procesos de la empresa.

A su vez cada uno de estos ítems cubren las siguientes perspectivas:

- Perspectivas de control de flujo (Control-Flow Perspective). – este busca la identificación de todo los posibles caminos o rutas.
- Perspectiva organizacional (Organizational Perspective). – este se enfoca en estructurar a la organización en roles y unidades organizacionales.
- Perspectivas de casos (Case Perspective). – este se enfoca en el log de evento obtenido de la data de la organización.
- Perspectiva de tiempo (Performance Perspective). – está más relacionado en dar a conocer el tiempo de frecuencias de los eventos, dando

como resultado los cuellos de botellas, monitorear el uso de los recursos y predecir la ejecución restante de los casos. (Contreras et al., 2016).

Tipos de representación de modelos

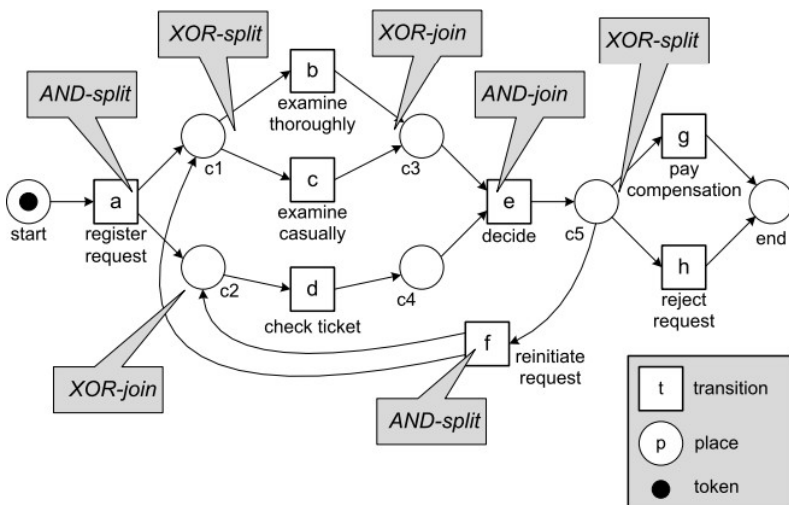
Para representar un modelo se utilizan numerosas notaciones o sistemas de representación; pero el uso de cada uno de ellos se ve limitado al ámbito de la aplicación de la minería. “Al pasar de una a otra se corre el riesgo de perder cierta información. Esto es provocado por la estructura particular de cada sistema de representación” (Díez Arias, 2016, p. 30).

Petri Nets

Las redes de Petri son el lenguaje de modelado de procesos más antiguo y mejor investigado que permite el modelado de concurrencia. Aunque la notación gráfica es intuitiva y simple, las redes de Petri son ejecutables y se pueden usar muchas técnicas de análisis para analizarlas (Van der Aalst, 2016 (2ª Edición)). Son un sistema de modelado para procesos concurrentes formado por tres elementos: transiciones, lugares y arcos (Aitor G. D., 2016).

Figura 3.

Red de Petri marcada



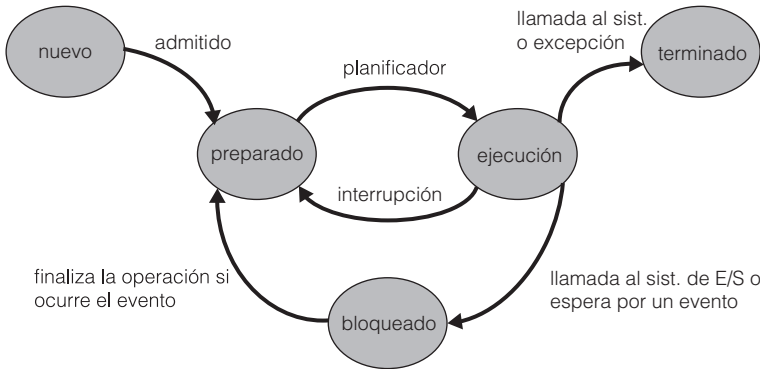
Adaptado. Springer [Fotografiado], por (Van der Aalst, Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes, 2016 (2ª Edición)).

Sistema de transiciones

Este sistema es el más básico de representar, por lo que consiste en una serie de estados y transiciones (Arias, 2016).

Figura 4.

Representación del sistema de transiciones

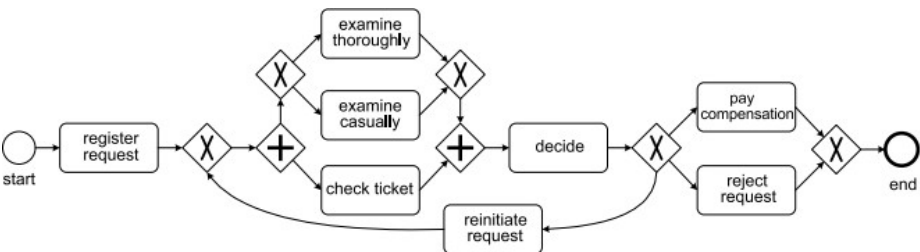


Adaptado. Tesis [Fotografiado], por (Arias, 2016).

Se ha convertido en uno de los lenguajes más utilizados para modelar procesos de negocio (Van der Aalst, 2016). Es un lenguaje que permite comunicar los procesos de manera clara, completa y eficiente; especialmente diseñada para coordinar secuencias de los procesos y el flujo que se recorre en las diferentes actividades (Van der Aalst, 2016 (2ª Edición)).

Figura 5.

Modelo de proceso utilizando la notación BPMN



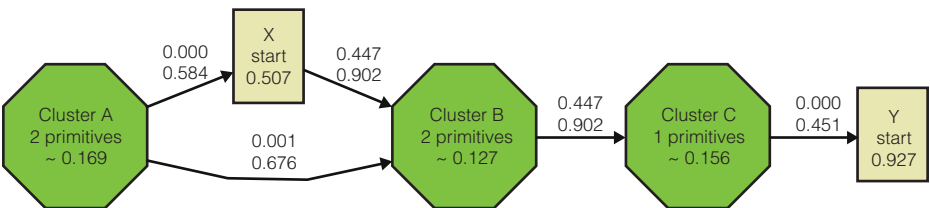
Adaptado. Springer [Fotografiado], por (Van der Aalst, 2016 (2ª Edición)).

Fuzzy Net

Simplifica el modelo completo conservando eventos o bordes altamente significativos, agregando bordes y nodos menos significativos, pero altamente correlacionados mediante el agrupamiento y abstrayendo bordes y nodos menos significativos y poco correlacionados al eliminarlos del modelo simplificado. (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 6.

Modelo de proceso utilizando Fuzzy Miner



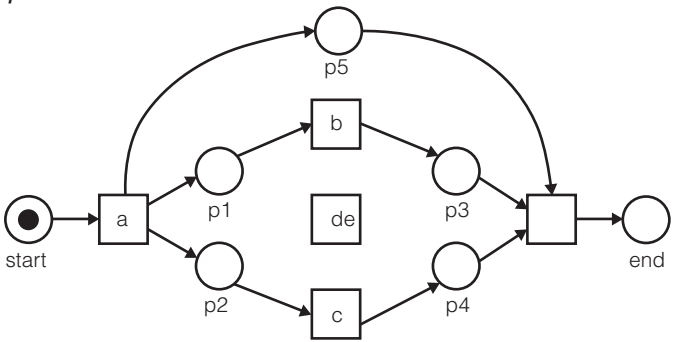
Adaptado. Springer [Fotografiado], por (Günther & van der Aalst, 2007), http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-75183-0_24

Heuristic Nets

Un gráfico de ciclo dirigido que representa los comportamientos más frecuentes de las actividades del conjunto de datos utilizado. En las redes heurísticas las cajas cuadradas representan las acciones y los arcos/enlaces representan dependencias/relaciones entre acciones. (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 7.

Modelo de proceso utilizando Heuristic Net



Adaptado. Springer [Fotografiado], por (Van der Aalst, 2016), <http://link.springer.com/10.1007/978-3-662-49851-4>

Perspectivas de la minería de procesos

La minería de procesos tiene tres grandes perspectivas:

- **Proceso.** - la perspectiva del proceso se centra en el control del flujo, es decir, la ordenación de las actividades. El objetivo es encontrar una buena caracterización de todos los caminos posibles, expresados en términos, por ejemplo, una red de Petri.
- **Organizacional.** - la perspectiva organizacional se enfoca en la información del originador, es decir, qué ejecutantes están involucrados en la realización de las actividades y cómo se relacionan. El objetivo es estructurar la organización clasificando a las personas en términos de roles y unidades organizativas o mostrar las relaciones entre los actores individuales, construyendo una red social.
- **Datos.** – la perspectiva de datos está enfocado en las propiedades de los casos; los casos están caracterizados por el control del flujo o los procesos que originan la organización por cada uno de los casos. (Barroso, 2014).

Indicadores

La minería de proceso permite descubrir información valiosa que mejora la productividad de la empresa, teniendo un impacto positivo dentro del workflow empresarial. Existen tres principales indicadores claves que permiten a la empresa mejorar su rendimiento:

- **KPIs de tiempo:** ¿Cuánto tiempo se tarda en completar un proceso concreto?
- **KPIs de costes:** ¿Cuánto cuesta completar un proceso concreto?
- **KPIs de calidad:** ¿El resultado de este proceso cumple los criterios establecidos? (Aitor S. , 2021).

Ventajas Competitivas

Para las empresas el usar minería de procesos resulta beneficios y les trae muchas ventajas competitivas, entre las que se pueden mencionar a continuación:

- Mejora en cada uno de los procesos
- Verificación de la conformidad
- Descubrimiento de cuellos de botellas o falencias en los procesos
- Rediseño del proceso de negocio en el área interesada
- Implementación de indicadores claves de desempeño (KPI)
- Monitoreo de las ineficiencias o problemas de rendimiento (Eisner, 2020)
- Informes objetivos y basados en hechos
- Rápido, barato y preciso (Sánchez A, 2022)

Herramientas para realizar minería de procesos

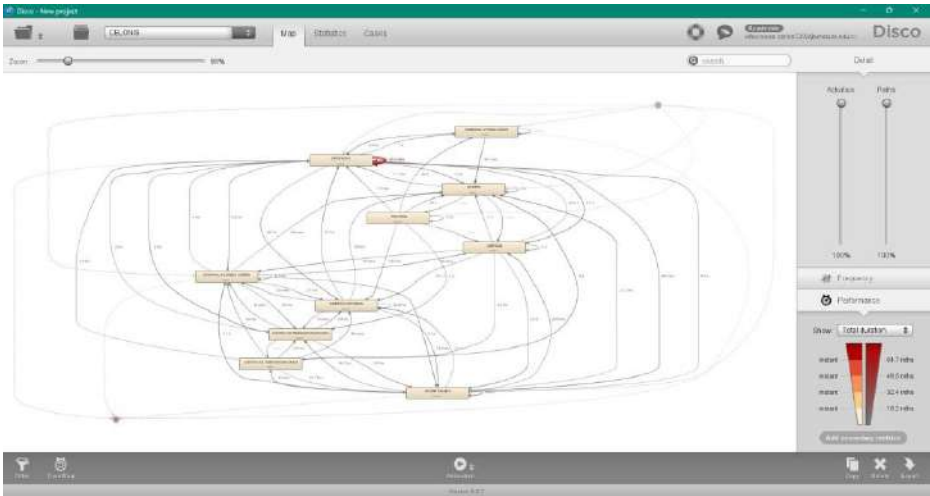
En la actualidad existen varias herramientas disponibles para realizar minería de procesos, pero cada una posee una finalidad y están orientados a todo público.

Disco

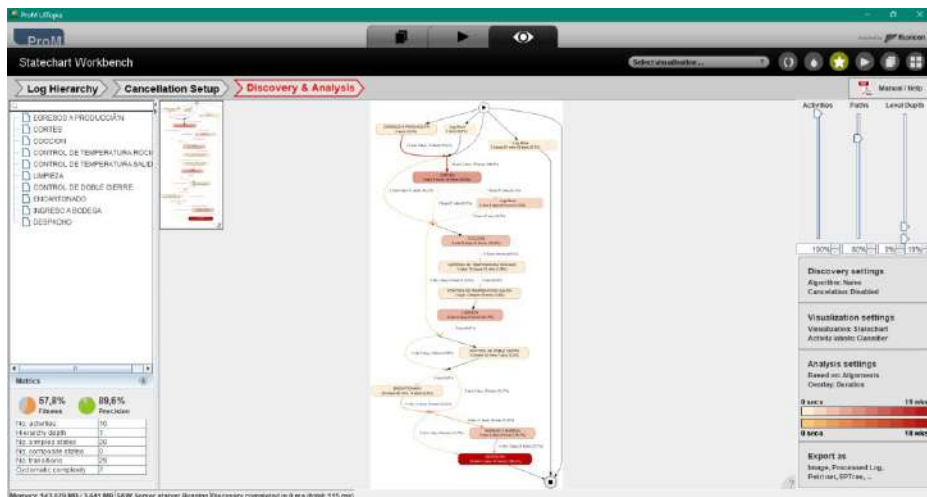
Desarrollada por la empresa Fluxicon, posee un diseño intuitivo y fácil de usar. Permite modelado de procesos y amplia información para analítica de tiempos y patrones comunes (González, 2016). Además de ello permite importar archivos CSV o Excel, es compatible con la mayoría de los plugins de ProM, y su principal función es el descubrimiento automatizado de procesos (Velásquez, 2017).

Las prioridades de la herramienta son:

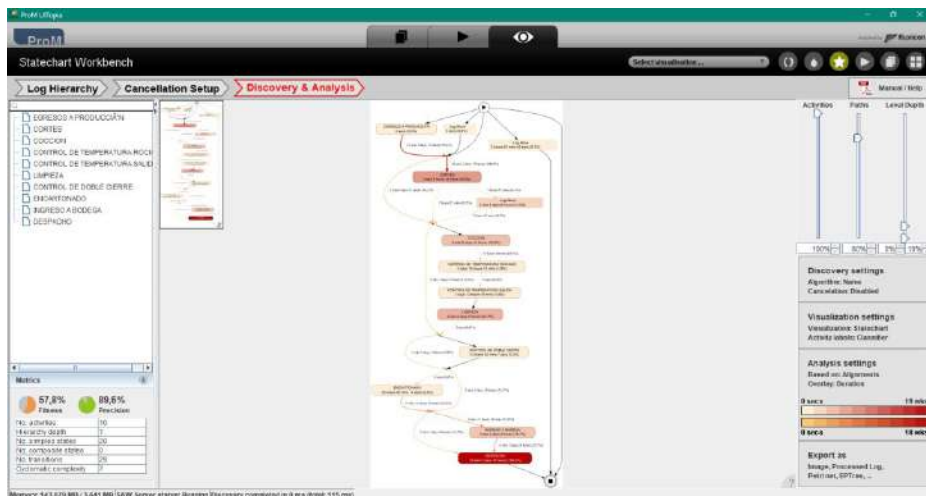
- Facilidad de uso
- Fidelidad
- Rendimiento (Velásquez, 2017)

Figura 8.*Interfaz de Disco.***Prom**

Es la abreviatura de Process Mining, es una herramienta de código abierto desarrollada en el 2010 por un grupo de científicos de datos de la universidad técnica de Eindhoven (Aitor G. D., 2016) con una plataforma para el análisis de procesos fácil de usar y de extender (Velásquez, 2017). Esta herramienta ha ido creciendo por las aportaciones de los usuarios incluyendo funcionalidades a través de plugin que usan algoritmos específicos que permiten explorar los datos de la manera más adecuada en base a los objetivos trazados en el proyecto (Arias, 2016).

Figura 9.*Interfaz de ProM***Celonis**

Celonis Process Mining es una herramienta inteligente de Big Data que analiza y visualiza cada proceso de la empresa. Para poder usarla solo basta con tener acceso a un navegador y a internet. Permite modelar procesos en base a la información que se carga en sistema, ayudando a revelar debilidades y permite que los procesos sean transparentes, rápidos y rentables (Evangelista Pescorán & Coronado Torres, 2020).

Figura 10.*Interfaz web de Celonis*

Casos práctico

Caso 1: Aplicación de minería de procesos para el descubrimiento automático del workflow de la gestión de Titulación de la carrera de Tecnologías de la Información.

Resumen

La presente investigación se asocia al proyecto metodología de peligros y puntos críticos de control aplicando minería de procesos, donde se gestionó la información para poder optimizar los recursos, mejorando y actualizando las posibles fallas que se lograron detectar. El objetivo principal es aplicar la minería de procesos para el descubrimiento automático del workflow de la gestión de titulación en la carrera de Tecnología de la Información, esto permitió mejorar la gestión de procesos mediante la extracción de conocimientos de los eventos registrados en el sistema de información, las herramientas process mining brindaron esta ayuda, identificando los eventos y mostrando de forma animada los procesos que se ejecutan, logrando restringir las situaciones no deseadas que congestionen el flujo de información, con esto se pudo obtener un análisis de los datos, modelos BPM, animaciones de los procesos, observar frecuencia de datos y la obtención de tiempo. La metodología utilizada fue de carácter analítico y sintético con enfoque cuantitativo bajo la experimentación

utilizando herramientas Celonis, Disco y Pro-M, las cuales ayudaron con los recursos necesarios para el buen desempeño de la minería de procesos, como resultado se pudo obtener una reducción de eventos en las rutinas ocultas, así como un mayor flujo de información por procesos, la reducción de tiempo fue otro de los resultados que se logró optimizar, mejorando la eficacia del control de los eventos mediante process mining, permitiendo gestionar el flujo de información por rutinas y procesos de la gestión de titulación en la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Resultados del caso de investigación:

En el caso donde se ha aplicado la minería de procesos se descubrió información valiosa para observar las variaciones de tiempo en ejecución que permita verificar donde existen fallos por la demora de tiempo en su ejecución con el fin de optimizar procesos.

Se utilizó la data gestión de titulación saneada y utilizando los procesos ETL que son un conjunto de técnicas, herramientas y tecnología que permiten extraer datos de varias fuentes, para así poder transformarlos en formato que sean veraces y útiles, también se utilizaron los procesos SQL para los procesos generales en la base de datos, con el fin de llegar a los resultados esperados y utilizando las herramientas Celonis, Disco y Pro-M para crear el flujo de datos esperados de forma gráfica, de aquí se permitirá hacer una comparación analizando el recorrido del dato y verificar los cuellos de botellas que exista en cada una, para así poder proponer una mejora en los procesos que se realiza. Estas herramientas utilizan los procesos de manera gráfica y sostiene el mejoramiento y la redundancia de datos, en operaciones donde el objetivo es estructurar una mejora en el flujo de información.

Data Gestión de Titulación

Para los procesos de la gestión de titulación se sigue una serie de instrucciones, de las cuales se pretende incluir la minería de procesos junto con el aprendizaje automático workflow, para así generar de forma inmediata los procesos de forma secuencial sin interrupción y en el menor tiempo posible, para esto se detallan los procesos generados a lo largo de la investigación de la gestión de titulación de la carrera de Tecnologías de la Información.

Tabla 1. *Data Gestión de Titulación.*

Actividad	Inicio	Fin	Recurso	Case_id
Entrega Ficha de Presentación de Tema Titulación Oficio CT1 Requerimientos	12/11/2018 0:00	10/09/2019 0:00	Estudiante	1
Entrega Ficha de Presentación de Tema Titulación Oficio CT1	14/11/2018 0:00	08/10/2019 0:00	Estudiante	2
Requerimientos				
Entrega Ficha de Presentación de Tema Titulación Oficio CT1 Requerimientos	21/11/2018 0:00	13/09/2019 0:00	Estudiante	3
Entrega Ficha de Presentación de Tema Titulación Oficio CT1 Requerimientos	13/11/2018 0:00	07/10/2019 0:00	Coordinación	1
Entrega Ficha de Presentación de Tema Titulación Oficio CT1 Requerimientos	15/11/2018 0:00	13/11/2019 0:00	Coordinación	2
Asignación de Tutor	16/11/2018 0:00	11/10/2019 0:00	Comisión	1
Asignación de Tutor	18/11/2018 0:00	16/11/2019 0:00	Comisión	2
Analiza Temas	16/11/2018 0:00	14/11/2019 0:00	Comisión	1
Aprobación Temas	17/11/2018 0:00	09/10/2019 0:00	Comisión	1
Aprobación Temas	17/11/2018 0:00	15/11/2019 0:00	Comisión	2
Se informa la no Aprobación de Tema o temas con observaciones	19/11/2018 0:00	10/10/2019 0:00	Estudiante	1
Se informa la no Aprobación de Tema o temas con observaciones	20/11/2018 0:00	11/09/2019 0:00	Estudiante	2
Recibe Asignación de tutor	19/11/2018 0:00	12/10/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe la NO aprobación o observaciones	20/11/2018 0:00	12/09/2019 0:00	Estudiante	2
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	22/11/2018 0:00	14/09/2019 0:00	Estudiante	1
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	22/11/2018 0:00	13/10/2019 0:00	Estudiante	2
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	23/11/2018 0:00	25/11/2019 0:00	Estudiante	3
Recibe Notificación de tema Aprobado	23/11/2018 0:00	15/09/2019 0:00	Estudiante	1

Asignación de tutor y Entrega del Proyecto CT3	23/11/2018 0:00	14/10/2019 0:00	Coordinación	1
Recibe Notificación ser tutor	23/11/2018 0:00	26/11/2019 0:00	Tutor	2
Desarrolla Proyecto de Titulación	24/11/2018 0:00	16/09/2019 0:00	Estudiante	1
Realiza tutorías con el estudiante	24/11/2018 0:00	27/11/2019 0:00	Tutor	1
Entrega del Proyecto CT2	25/11/2018 0:00	17/09/2019 0:00	Estudiante	2
Entrega del Proyecto CT2	25/11/2018 0:00	28/11/2019 0:00	Estudiante	3
Recibe Proyecto CT2	26/11/2018 0:00	29/11/2019 0:00	Tutor	1
Recibe Proyecto CT3	28/11/2018 0:00	16/10/2019 0:00	Coordinación	2
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	29/11/2018 0:00	17/10/2019 0:00	Coordinación	1
Recibe Proyecto de Titulación	30/11/2018 0:00	18/11/2019 0:00	Coordinación	1
Asigna Tribunal del Proyecto	01/12/2018 0:00	19/11/2019 0:00	Comisión	1
Se envía a Carrera la Asignación	02/12/2018 0:00	18/10/2019 0:00	Comisión	1
Se envía a Carrera la Asignación	02/12/2018 0:00	20/11/2019 0:00	Comisión	2
Recibe Asignación de tribunal	03/12/2018 0:00	19/10/2019 0:00	Coordinación	1
Informa del tribunal Asignado	04/12/2018 0:00	20/10/2019 0:00	Comisión	1
Informa del tribunal Asignado	05/12/2018 0:00	18/09/2019 0:00	Comisión	2
Informa del tribunal Asignado	05/12/2018 0:00	01/12/2019 0:00	Comisión	3
Informa del tribunal Asignado	05/12/2018 0:00	12/12/2019 0:00	Comisión	4
Recibe Notificación de Tribunal asignado	05/12/2018 0:00	19/09/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe Notificación de Tribunal asignado de su tutorado	05/12/2018 0:00	02/12/2019 0:00	Tutor	1
Recibe Notificación como miembro de Tribunal	05/12/2018 0:00	13/12/2019 0:00	Tribunal	1
Realiza La revisión en máximo 10 días laborales	07/12/2018 0:00	14/12/2019 0:00	Tribunal	2
Envía Oficio observaciones	08/12/2018 0:00	21/10/2019 0:00	Tribunal	1
Envía Oficio con las observaciones	08/12/2018 0:00	16/12/2019 0:00	Tribunal	2
Posee Observaciones	08/12/2018 0:00	15/12/2019 0:00	Tribunal	1

Envía Oficio a Coordinación	08/12/2018 0:00	17/12/2019 0:00	Tribunal	1
Recibe Oficio CT4	09/12/2018 0:00	22/10/2019 0:00	Coordinación	2
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	20/09/2019 0:00	Tribunal	1
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	23/10/2019 0:00	Tribunal	2
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	03/12/2019 0:00	Tribunal	3
Recibe observaciones	10/12/2018 0:00	21/09/2019 0:00	Tribunal	1
Recibe observaciones	10/12/2018 0:00	04/12/2019 0:00	Tribunal	2
Envía a coordinación correcciones	11/12/2018 0:00	22/09/2019 0:00	Tutor	1
Envía a coordinación correcciones	11/12/2018 0:00	24/10/2019 0:00	Tutor	3
Recibe correcciones	12/12/2018 0:00	25/10/2019 0:00	Tribunal	1
Envía correcciones a tribunal	13/12/2018 0:00	26/10/2019 0:00	Coordinación	1
Envía Oficio a Coordinación	15/12/2018 0:00	27/10/2019 0:00	Tutor	1
Recibe Oficio de Aprobación	16/12/2018 0:00	28/10/2019 0:00	Coordinación	1
Recibe Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	08/12/2019 0:00	Coordinación	2
Recibe Oficio de Aprobación	18/12/2018 0:00	24/09/2019 0:00	Coordinación	3
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	23/09/2019 0:00	Coordinación	1
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	29/10/2019 0:00	Coordinación	2
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	07/12/2019 0:00	Coordinación	3
Envía Oficio a Coordinación Solicitando fecha sustentación	18/12/2018 0:00	30/10/2019 0:00	Comisión	1
Recibe Oficio de tutor	19/12/2018 0:00	31/10/2019 0:00	Coordinación	1
Asignan fecha de sustentación	20/12/2018 0:00	01/11/2019 0:00	Comisión	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	02/11/2019 0:00	Coordinación	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	22/11/2019 0:00	Coordinación	2
Realiza Cronograma de Sustentación	22/12/2018 0:00	23/11/2019 0:00	Comisión	1
Se notifica a la Carrera	23/12/2018 0:00	03/11/2019 0:00	Comisión	1
Se notifica a la Carrera	23/12/2018 0:00	24/11/2019 0:00	Comisión	2

Recibe cronograma de sustentación	25/12/2018 0:00	04/11/2019 0:00	Coordinación	1
Se notifica al estudiante tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	25/09/2019 0:00	Coordinación	1
Se notifica al estudiante tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	05/11/2019 0:00	Coordinación	2
Se notifica al estudiante tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	18/12/2019 0:00	Coordinación	3
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	26/09/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación de su tutorado	27/12/2018 0:00	11/12/2019 0:00	Tutor	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	19/12/2019 0:00	Tribunal	1
Defiende su Proyecto de Titulación	28/12/2018 0:00	27/09/2019 0:00	Estudiante	1
Envía a Coordinación Proyecto Titulación en Digital	29/12/2018 0:00	28/09/2019 0:00	Estudiante	1
Envía a Coordinación Proyecto Titulación en Digital	29/12/2018 0:00	06/11/2019 0:00	Estudiante	2
Recibe Proyecto Titulación en Digital	05/01/2019 0:00	07/11/2019 0:00	Coordinación	1
Cumple con todas las certificaciones se da el visto bueno	06/01/2019 0:00	08/11/2019 0:00	Coordinación	1
Notifica al estudiante para que realice empastado y grabe CD	07/01/2019 0:00	29/09/2019 0:00	Coordinación	1
Notifica al estudiante para que realice empastado y grabe CD	07/01/2019 0:00	09/11/2019 0:00	Coordinación	2
Recibe Notificación para que realice empastado y grabe CD	08/01/2019 0:00	30/09/2019 0:00	Estudiante	1
Empasta y graba CD	09/01/2019 0:00	01/10/2019 0:00	Estudiante	1
Empasta y graba CD	10/01/2019 0:00	02/10/2019 0:00	Estudiante	2
Entrega a Coordinación Empastado y CD	10/01/2019 0:00	03/10/2019 0:00	Estudiante	1
Entrega a Coordinación Empastado y CD	10/01/2019 0:00	10/11/2019 0:00	Estudiante	2

Recibe Empastado y CD	11/01/2019 0:00	11/11/2019 0:00	Coordinación	1
Se notifica fecha de Incorporación	14/01/2019 0:00	04/10/2019 0:00	Coordinación	1
Se notifica fecha de Incorporación	14/01/2019 0:00	12/11/2019 0:00	Coordinación	2
Recibe fecha de Incorporación	15/01/2019 0:00	05/10/2019 0:00	Estudiante	1
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	19/01/2019 0:00	17/11/2019 0:00	Estudiante	1
Realiza Incorporación	20/01/2019 0:00	06/10/2019 0:00	Coordinación	1

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

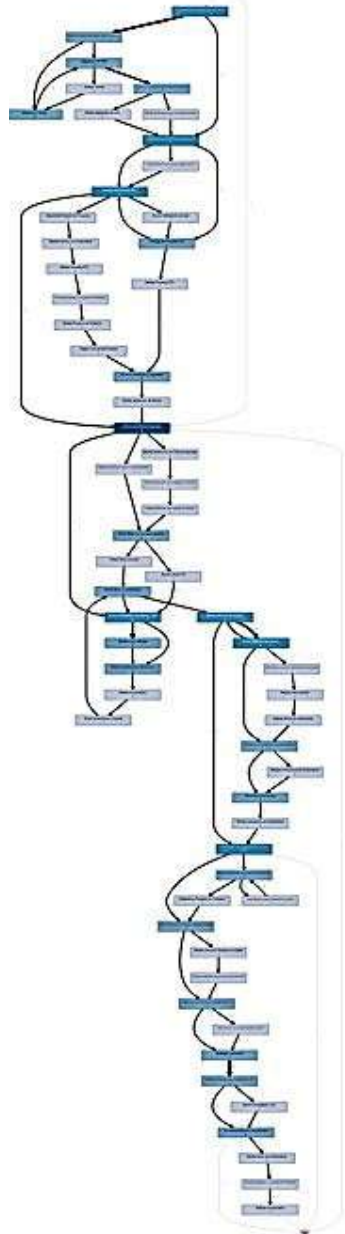
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Ahora al analizar la minería de procesos se utilizó diferentes modelos para poder verificar las gestiones que tienen inconvenientes y que retardan la ejecución inmediata de la gestión de titulación, por lo que se aplicó los siguientes modelos:

Modelo en Disco:

Figura 11.

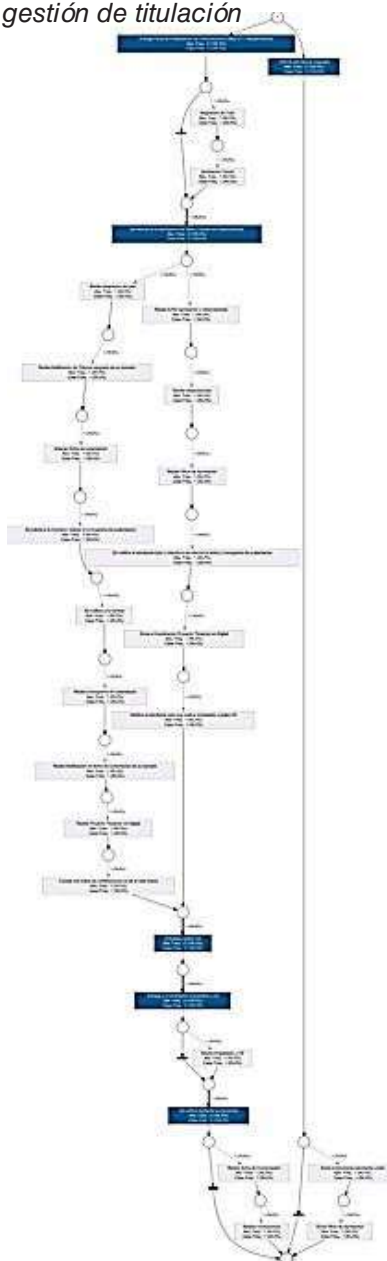
Modelo de Disco en la gestión de Titulación



Modelo en Pro-M

Figura 12.

Modelo en Pro-M en la gestión de titulación



Modelo en Celonis

Figura 13. Modelo Celonis parte 1.

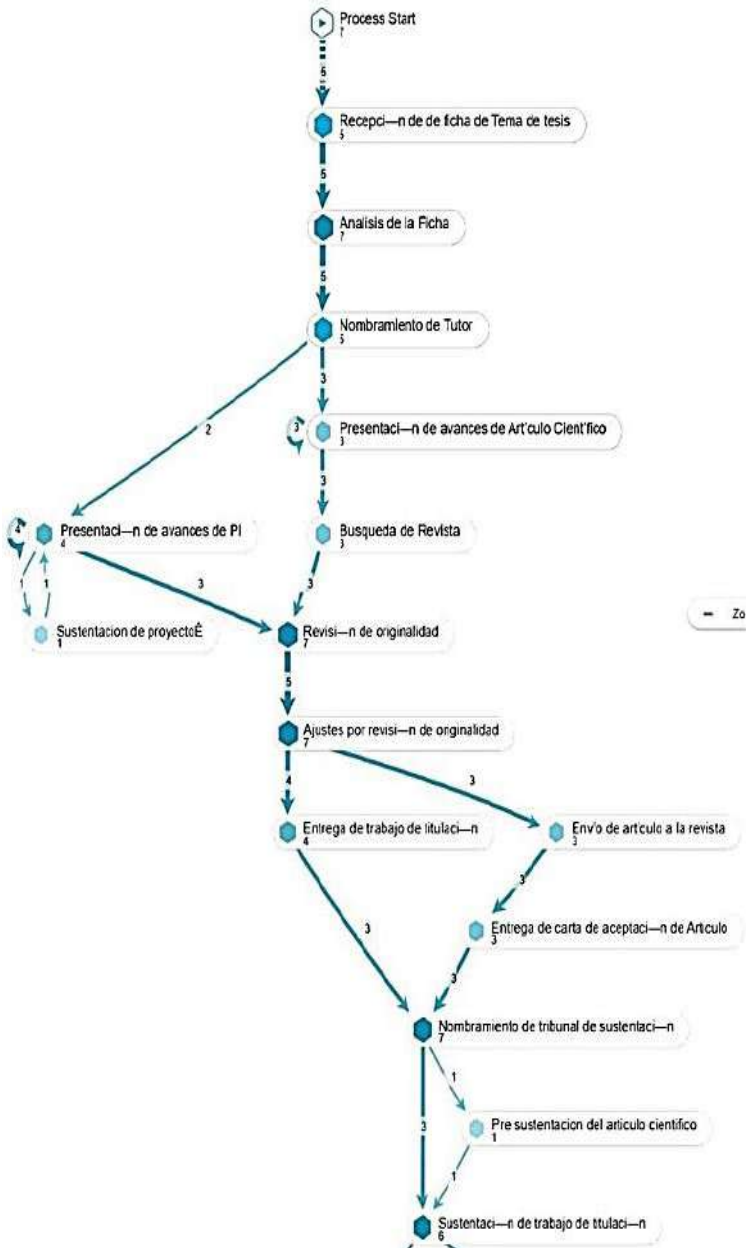
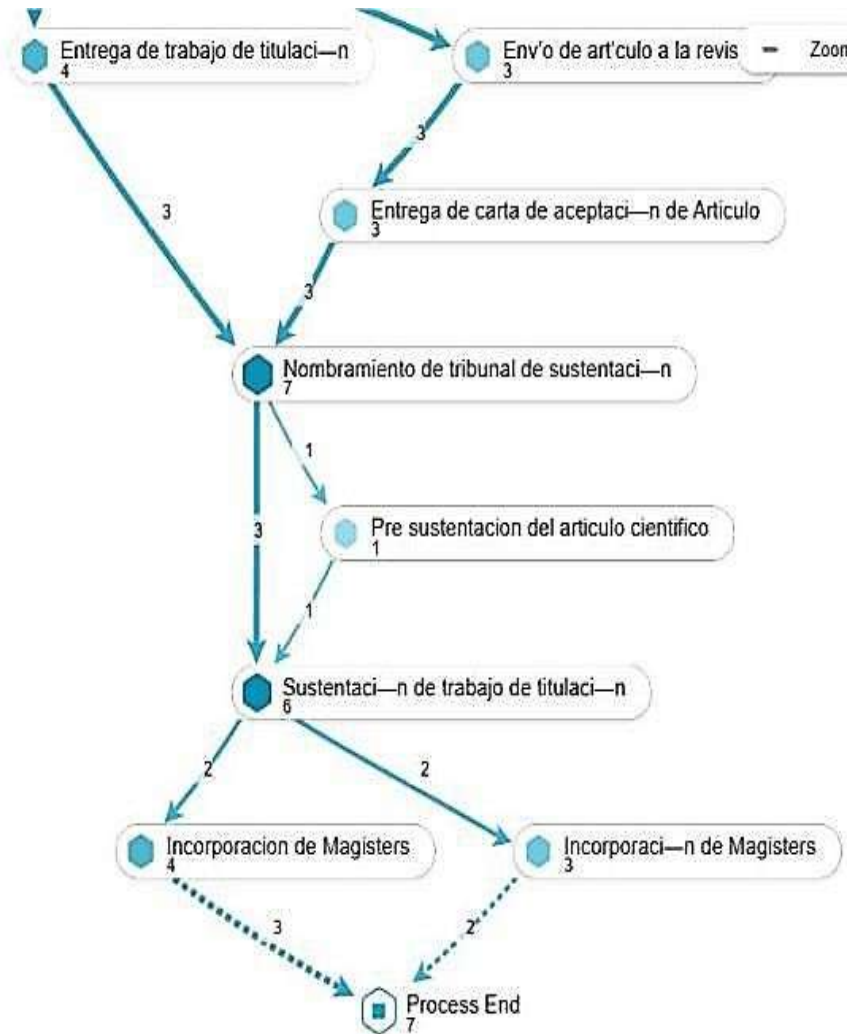


Figura 14. *Modelo Celonis parte*



Cuadro comparativo con respecto a los programas Disco – Pro-M y Celonis

Tabla 2.

Cuadro comparativo

Disco	Pro-M	Celonis
Descubrimiento automatizado de procesos	Animación de mapa de procesos	
Process Mining	Execution Management System	
Marco extensible	Creación de análisis de informe	
Estadística detallada	GNU Public License (GPL)	Diseño y modelado de los procesos
Casos plug-ins de ProM 6 Herramientas de colaboración		
Filtros	Lesser GNU Public License (L-GPL)	
Software Business Intelligence		
Importar y exportar	Información proactiva	
Gestión de procesos	Recomendaciones y actualizaciones para cada área	
permite hacer la resolución del modelo con los datos obtenidos de la cadena de datos		
permite manejar la técnica que es Verificación qué es utilizar algoritmos.		
Soporte a decisiones		
Cuadros de mandos integrales Información ejecutiva Análisis predictivo Visualización de datos Informes		
Rendimiento Problemas/ineficiencia		

Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Mediante los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a los diferentes sistemas de minería de procesos, se pudo verificar que quien dispone mayor eficiencia para el manejo de flujo de datos y los procesos en sí es Celonis, ya que mediante su interfaz amigable y versátil se puede realizar diferentes gestiones de procesos en la minería de datos, por lo que se recomienda su utilidad en las gestiones generales en la carrera de Tecnología de la Información, de la misma forma prevé el descubrimiento automatizado para el beneficio de las gestiones.

Propuesta del workflow de datos en la gestión de titulación

Para poder mejorar el flujo de datos se pudo verificar que existen procesos repetidos en la data de titulación, por lo que se tomó en consideración la eliminación de varios de estos procesos mejorando los tiempos entre procesos, entre estos aspectos de mejora se consideró 4 piezas claves para el flujo de datos que son `case_id`, el tiempo, la actividad y el recurso humano.

Tabla 3. *Data Gestión de Titulación propuesta*

Actividad	Inicio	Fin	Recurso	Case_id
Entrega Ficha de Presentación de Tema titulación Oficio CT1 Requerimientos	12/11/2018 0:00	10/09/2019 0:00	Estudiante	1
Asignación de Tutor	16/11/2018 0:00	11/10/2019 0:00	Comisión	1
Analiza Temas	16/11/2018 0:00	14/11/2019 0:00	Comisión	1
Aprobación Temas	17/11/2018 0:00	09/10/2019 0:00	Comisión	1
Se informa la no aprobación de Tema o temas con observaciones	19/11/2018 0:00	10/10/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe Asignación de tutor	19/11/2018 0:00	12/10/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe la NO aprobación o observaciones	20/11/2018 0:00	12/09/2019 0:00	Estudiante	2
Se informa la aprobación de Tema al estudiante y tutor	22/11/2018 0:00	14/09/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe Notificación de tema Aprobado y Asignación de tutor	23/11/2018 0:00	15/09/2019 0:00	Estudiante	1
Entrega del Proyecto CT3	23/11/2018 0:00	14/10/2019 0:00	Coordinación	1
Entrega del Proyecto CT3	23/11/2018 0:00	15/10/2019 0:00	Coordinación	2
Recibe Notificación ser tutor	23/11/2018 0:00	26/11/2019 0:00	Tutor	2
Desarrolla Proyecto de Titulación	24/11/2018 0:00	16/09/2019 0:00	Estudiante	1
Realiza tutorías con el estudiante	24/11/2018 0:00	27/11/2019 0:00	Tutor	1
Entrega del Proyecto CT2	25/11/2018 0:00	17/09/2019 0:00	Estudiante	2
Recibe Proyecto CT2	26/11/2018 0:00	29/11/2019 0:00	Tutor	1
Recibe Proyecto CT3	28/11/2018 0:00	16/10/2019 0:00	Coordinación	2
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	29/11/2018 0:00	17/10/2019 0:00	Coordinación	1
Recibe Proyecto de Titulación	30/11/2018 0:00	18/11/2019 0:00	Coordinación	1
Asigna Tribunal del Proyecto	01/12/2018 0:00	19/11/2019 0:00	Comisión	1
Se envía a Carrera la Asignación	02/12/2018 0:00	18/10/2019 0:00	Comisión	1
Recibe Asignación de tribunal	03/12/2018 0:00	19/10/2019 0:00	Coordinación	1
Informa del tribunal Asignado	04/12/2018 0:00	20/10/2019 0:00	Comisión	1
Recibe Notificación de Tribunal asignado	05/12/2018 0:00	19/09/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe Notificación de Tribunal asignado de su tutorado	05/12/2018 0:00	02/12/2019 0:00	Tutor	1

Recibe Notificación como miembro de Tribunal	05/12/2018 0:00	13/12/2019 0:00	Tribunal	1
Realiza la revisión en máximo 10 días laborales	07/12/2018 0:00	14/12/2019 0:00	Tribunal	2
Envía Oficio con las observaciones	08/12/2018 0:00	21/10/2019 0:00	Tribunal	1
Posee Observaciones	08/12/2018 0:00	15/12/2019 0:00	Tribunal	1
Envía Oficio a Coordinación	08/12/2018 0:00	17/12/2019 0:00	Tribunal	1
Recibe Oficio CT4	09/12/2018 0:00	22/10/2019 0:00	Coordinación	2
Envía correcciones estudiante y tutor	10/12/2018 0:00	20/09/2019 0:00	Tribunal	1
Recibe observaciones	10/12/2018 0:00	21/09/2019 0:00	Tribunal	1
Envía a coordinación correcciones	11/12/2018 0:00	22/09/2019 0:00	Tutor	1
Recibe correcciones	12/12/2018 0:00	25/10/2019 0:00	Tribunal	1
Envía correcciones a tribunal	13/12/2018 0:00	26/10/2019 0:00	Coordinación	1
Envía Oficio a Coordinación	15/12/2018 0:00	27/10/2019 0:00	Tutor	1
Recibe Oficio de Aprobación	16/12/2018 0:00	28/10/2019 0:00	Coordinación	1
Envía Oficio de Aprobación	17/12/2018 0:00	23/09/2019 0:00	Coordinación	1
Envía Oficio a Coordinación Solicitando fecha sustentación	18/12/2018 0:00	30/10/2019 0:00	Comisión	1
Recibe Oficio de tutor	19/12/2018 0:00	31/10/2019 0:00	Coordinación	1
Asignan fecha de sustentación	20/12/2018 0:00	01/11/2019 0:00	Comisión	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	02/11/2019 0:00	Coordinación	1
Se solicita a la Comisión realizar el cronograma de sustentación	21/12/2018 0:00	22/11/2019 0:00	Coordinación	2
Realiza Cronograma de Sustentación	22/12/2018 0:00	23/11/2019 0:00	Comisión	1
Se notifica a la Carrera	23/12/2018 0:00	03/11/2019 0:00	Comisión	1
Recibe cronograma de sustentación	25/12/2018 0:00	04/11/2019 0:00	Coordinación	1
Se notifica al estudiante Tutor y miembros del tribunal la fecha y cronograma de sustentación	26/12/2018 0:00	25/09/2019 0:00	Coordinación	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	26/09/2019 0:00	Estudiante	1

Recibe Notificación de fecha de sustentación de su tutorado	27/12/2018 0:00	11/12/2019 0:00	Tutor	1
Recibe Notificación de fecha de sustentación	27/12/2018 0:00	19/12/2019 0:00	Tribunal	1
Defiende su Proyecto de Titulación	28/12/2018 0:00	27/09/2019 0:00	Estudiante	1
Envía a Coordinación Proyecto Titulación en digital	29/12/2018 0:00	28/09/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe Proyecto Titulación en Digital	05/01/2019 0:00	07/11/2019 0:00	Coordinación	1
Cumple con todas las certificaciones se da el visto bueno	06/01/2019 0:00	08/11/2019 0:00	Coordinación	1
Notifica al estudiante para que realice empastado y grabe CD	07/01/2019 0:00	29/09/2019 0:00	Coordinación	1
Empasta y graba CD	09/01/2019 0:00	01/10/2019 0:00	Estudiante	1
Entrega a Coordinación Empastado y CD	10/01/2019 0:00	03/10/2019 0:00	Estudiante	1
Recibe Empastado y CD	11/01/2019 0:00	11/11/2019 0:00	Coordinación	1
Se notifica fecha de Incorporación	14/01/2019 0:00	04/10/2019 0:00	Coordinación	1
Recibe fecha de Incorporación	15/01/2019 0:00	05/10/2019 0:00	Estudiante	1
Se envía proyecto a Comisión de Titulación	19/01/2019 0:00	17/11/2019 0:00	Estudiante	1
Realiza Incorporación	20/01/2019 0:00	06/10/2019 0:00	Coordinación	1

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Con la información propuesta se pudo verificar que existen 32 procesos repetidos, los cuales pueden ser generados en un solo evento, heredando la información necesaria, de esta manera se minimizan las repeticiones, mejorando considerablemente el flujo de datos, así como también los tiempos de actividades, colaborando con el recurso humano en la gestión de titulación.

CASO 2: Descubrimiento de proceso del workflow de titulación aplicando técnicas de minería de procesos.

Resumen

La minería de procesos es utilizada para explorar bases de datos de distintas dimensiones de manera más eficaz y automática o semiautomática teniendo como objetivo descubrir el comportamiento de datos, patrones repetitivos o reglas que ayudan a almacenar dichos datos dentro del workflow de titulación de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Esta investigación acoge una metodología de encuestas y procesos investigativos para recaudar información y demostrar la importancia que tiene la minería de procesos dentro de los sistemas institucionales. Los usos de estos procesos son de suma importancia e imprescindibles para la investigación, ya que, El proceso de investigar los datos para descubrir conexiones ocultas y predecir tendencias futuras tiene una larga historia, así mismo es significativa la minería de procesos en el transcurso de indagar sobre los métodos de workflow de titulación para así facilitar la mejora de éste en un futuro, beneficiando a los miembros de titulación, conjuntamente con los estudiantes quienes obtendrán conocimiento del funcionamiento del software que realiza la tarea de completar de manera ordenada la información de titulación. La minería de procesos permitirá recopilar de manera rápida datos importantes que faciliten la investigación para este y otros proyectos de investigación que sean realizados dentro de la UNESUM para el beneficio de la misma y de los estudiantes que se encuentren en el proceso de titulación.

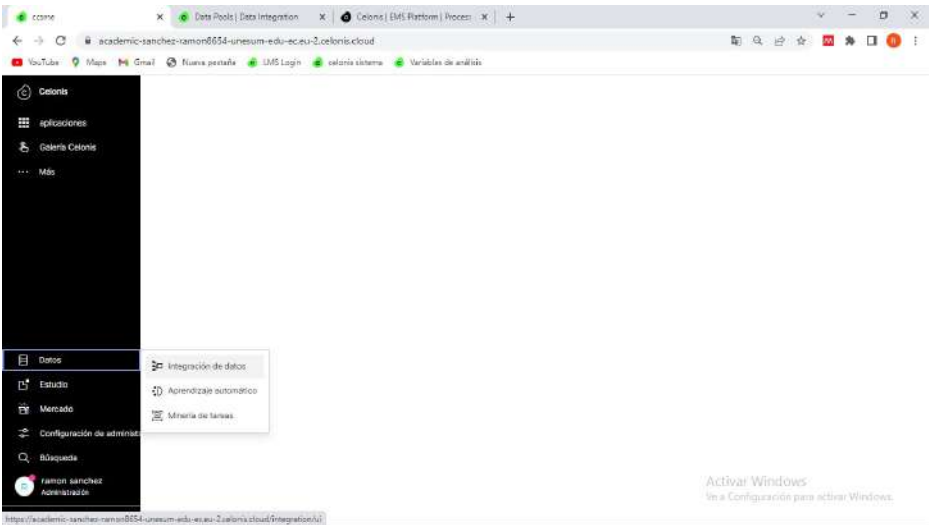
Resultados del caso de investigación:

Los resultados presentados en este estudio muestran su origen en el hecho de que los investigadores tomaron un enfoque directo sobre minerías de procesos y automatización de un sistema de flujo de trabajo, aunque no existe una metodología para desarrollar aplicaciones de flujo de trabajo.

Pocos desarrollos se han realizado en esta área, por otro lado por parte de empresas de subcontratación, dado que la orientación metodológica de este tipo de sistemas es emergente, es difícil encontrar en el mercado una metodología robusta para desarrollar una aplicación de flujo de trabajo, que abarque todo el ciclo de vida; Por estas razones, se ha creado una metodología para el desarrollo de un sistema de flujo de trabajo, en base a las características y necesidades que presenta para la construcción de este tipo de sistema.

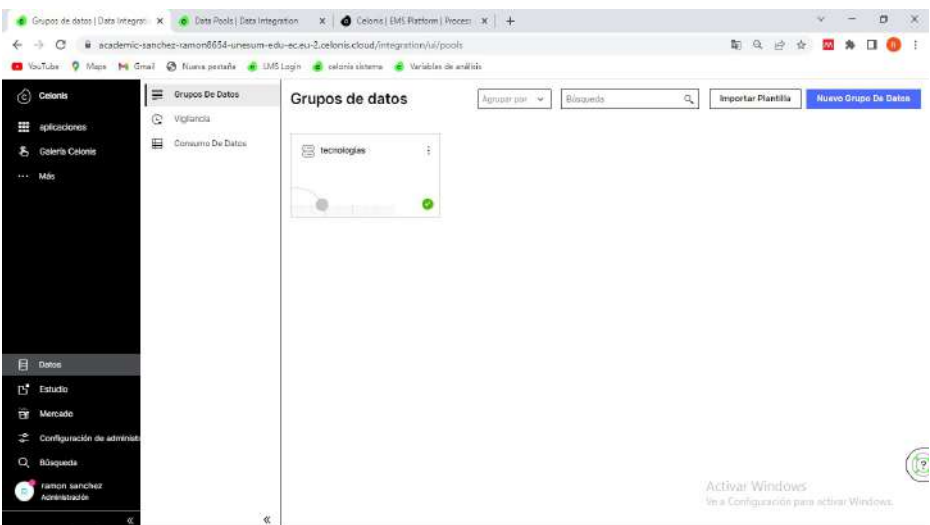
Para el descubrimiento del workflow de titulación aplicando minería de datos procedemos a realizar los siguientes pasos:

Figura 15. Integración de datos.



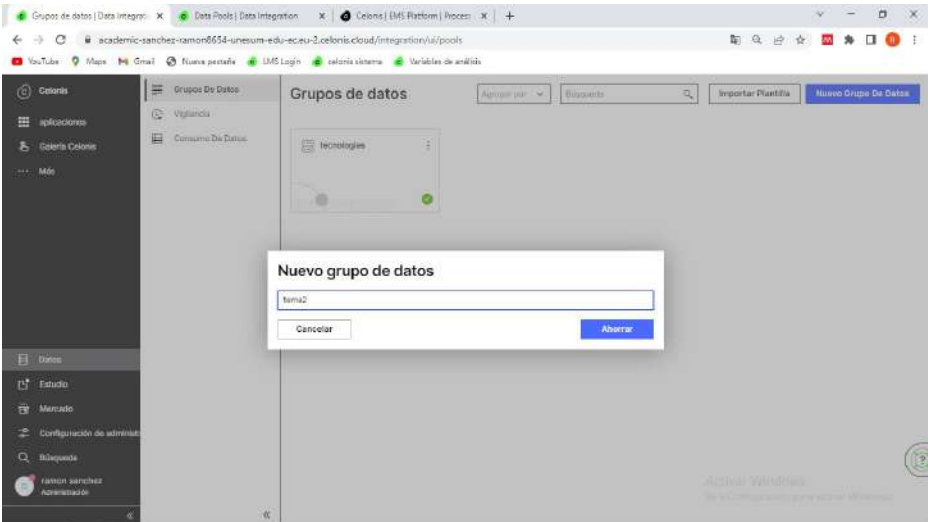
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

Figura 16. Creación de un nuevo grupo de datos



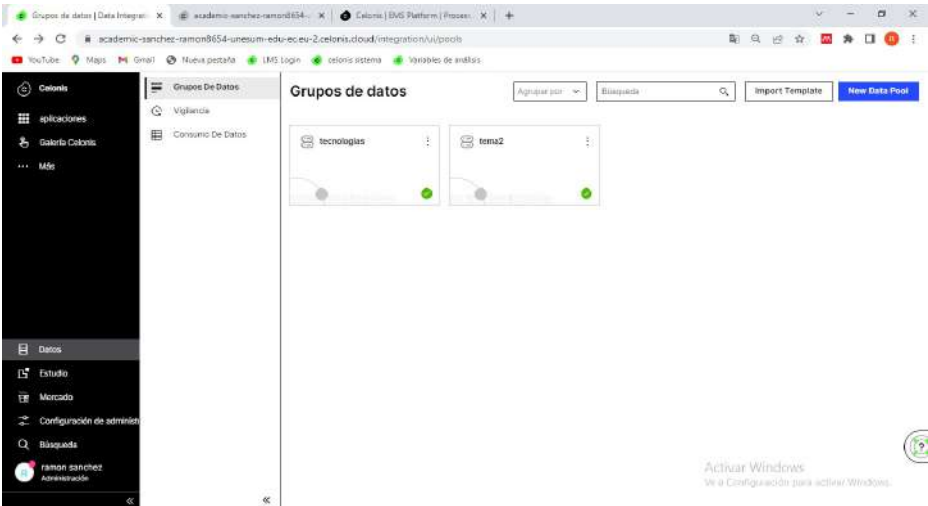
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

Figura 17. Nombre del nuevo grupo de datos.



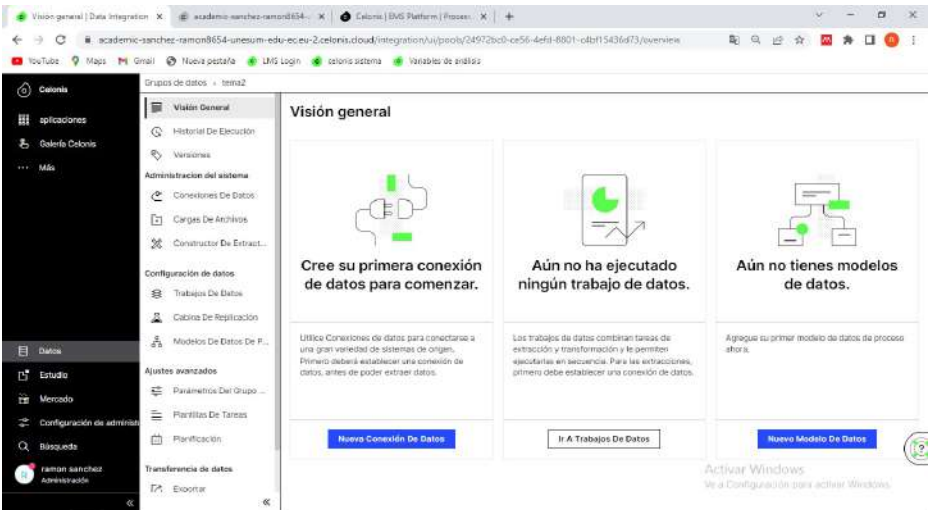
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 18. Creado nuevo grupo de datos.



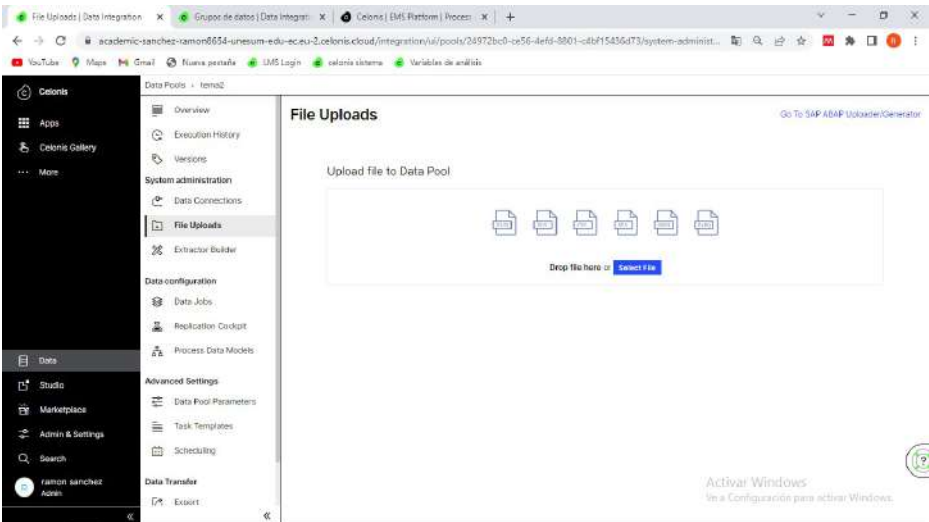
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 19. Vista del nuevo grupo de datos.



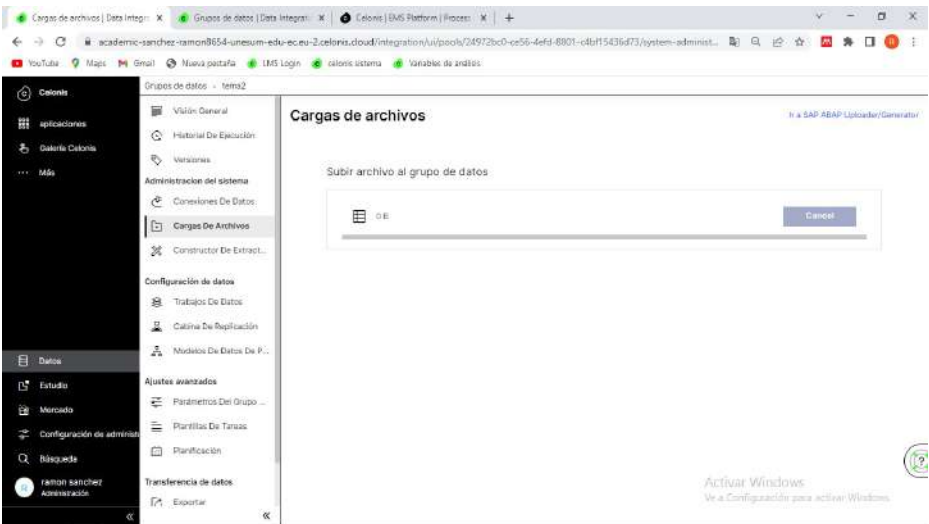
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 20. Cargas de archivos.



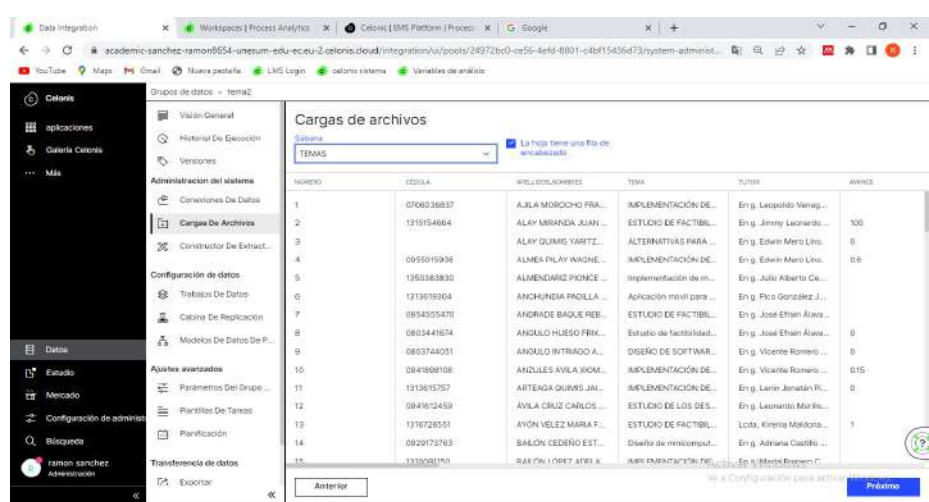
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 22. Cargas de archivos.



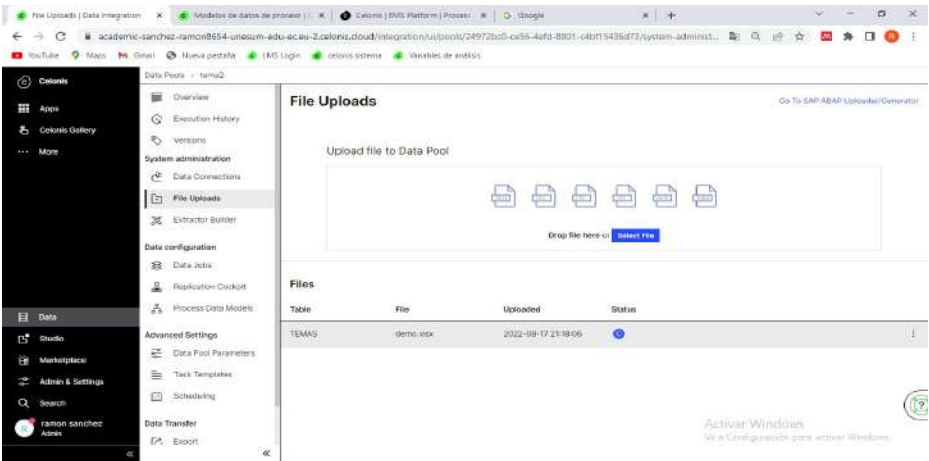
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 22. Cargas de archivos.



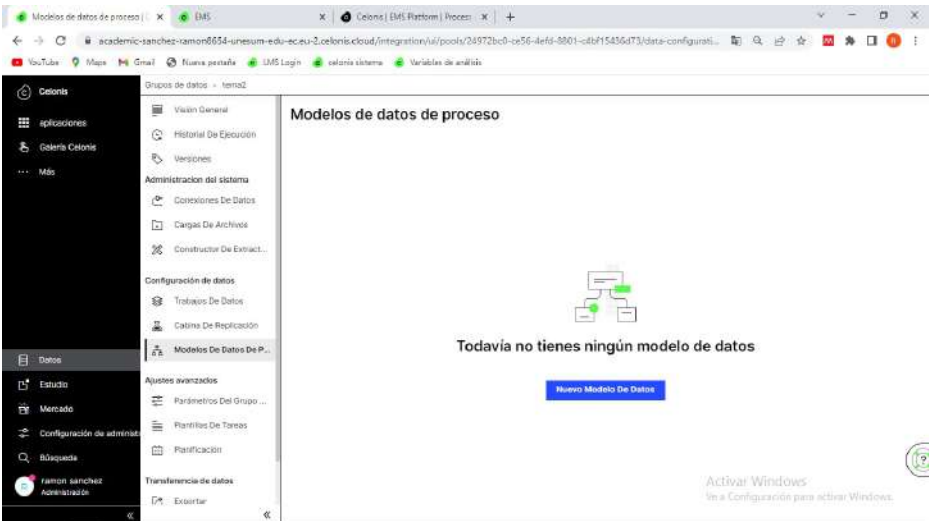
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 23. Archivos cargados.



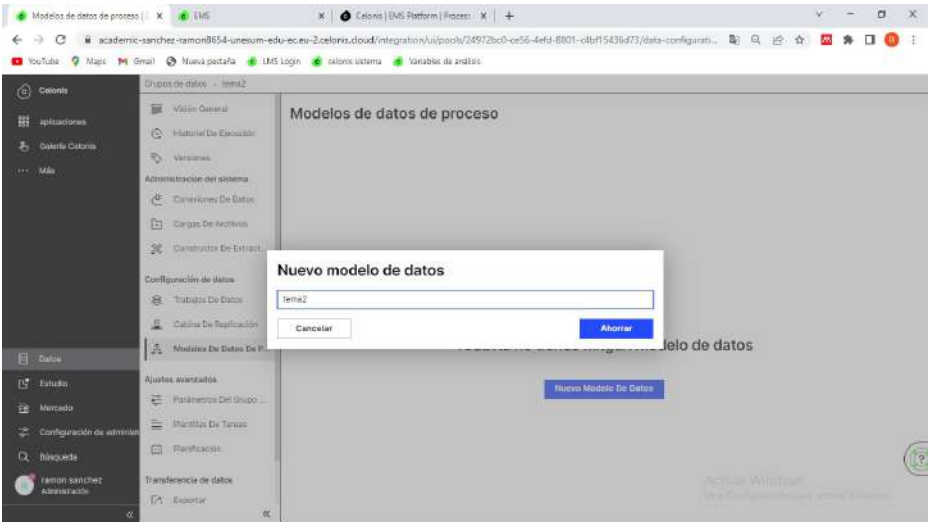
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 24. Creación de modelo de datos



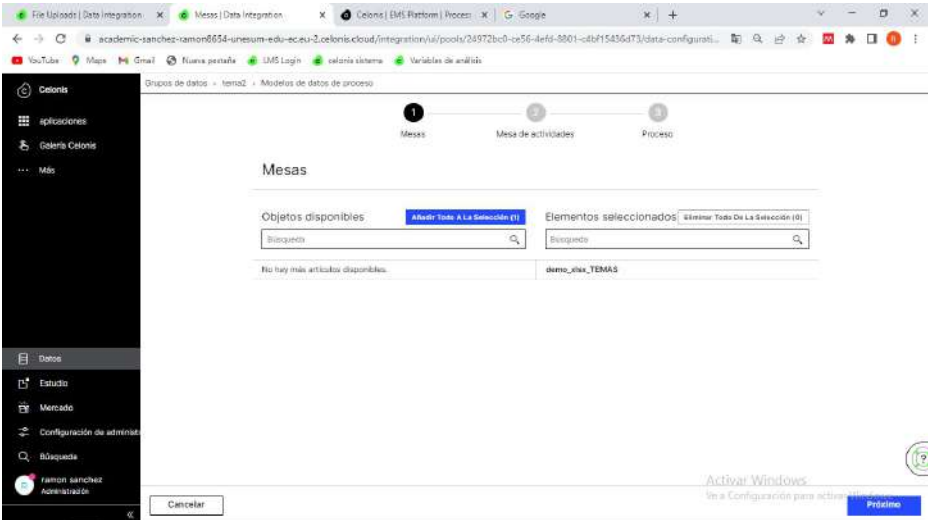
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 25. Creación de modelo de datos



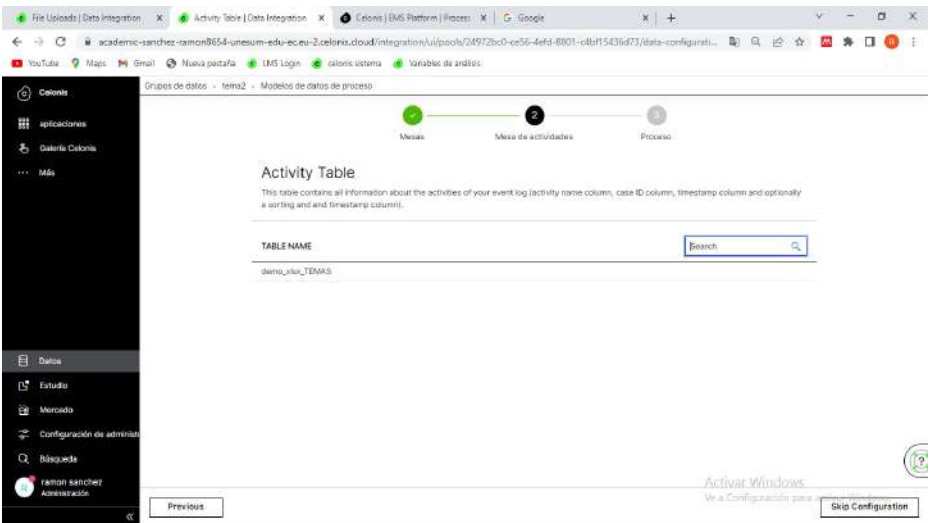
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 26. Configurar el modelo de datos.



Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

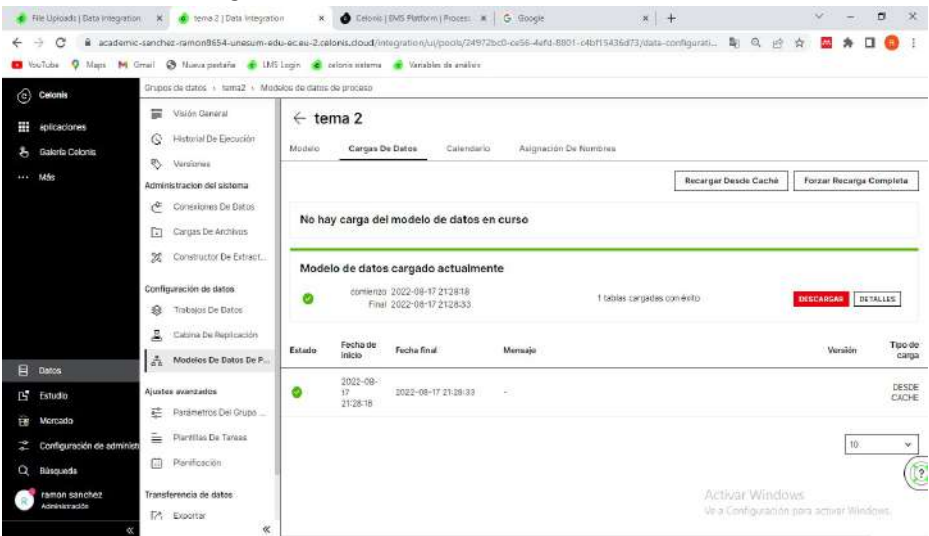
Figura 27. Configuración del modelo de datos 2



Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

En el modelo en la parte de cargar datos seleccionar en recargar desde cache hasta que cargue el modelo de dato.

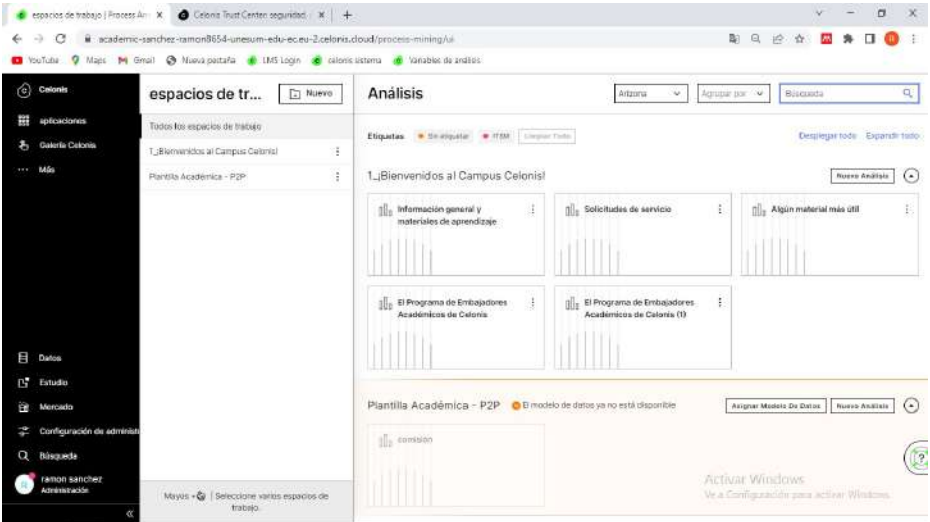
Figura 28. Recargar desde cache modelo de datos



Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

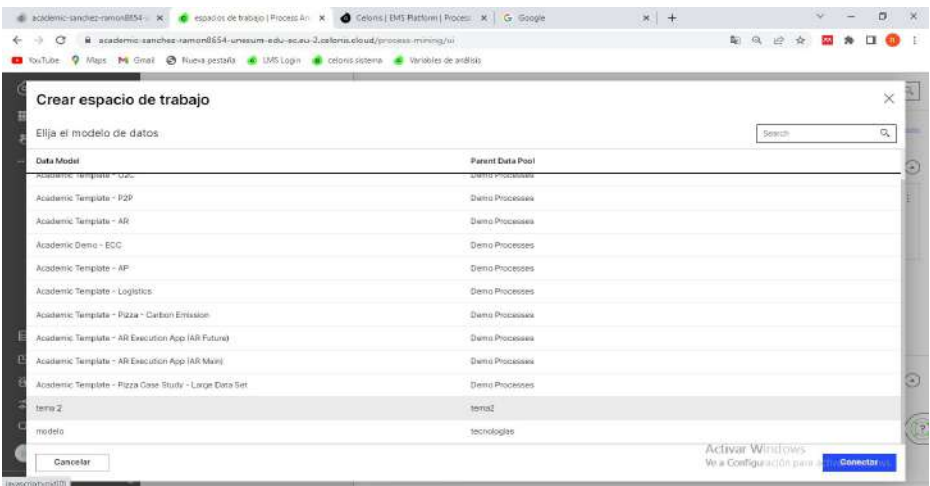
Luego se dirige a la sección de Análisis de Procesos y se crea un nuevo espacio de trabajo y seleccionar el modelo que se construyó anteriormente.

Figura 29. Creación de nuevo espacio de trabajo



Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

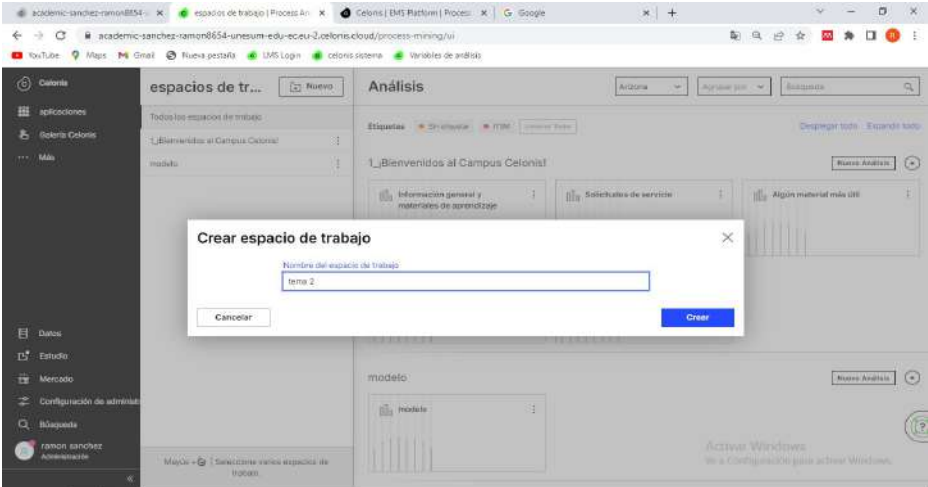
Figura 30. Selección de modelo



Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

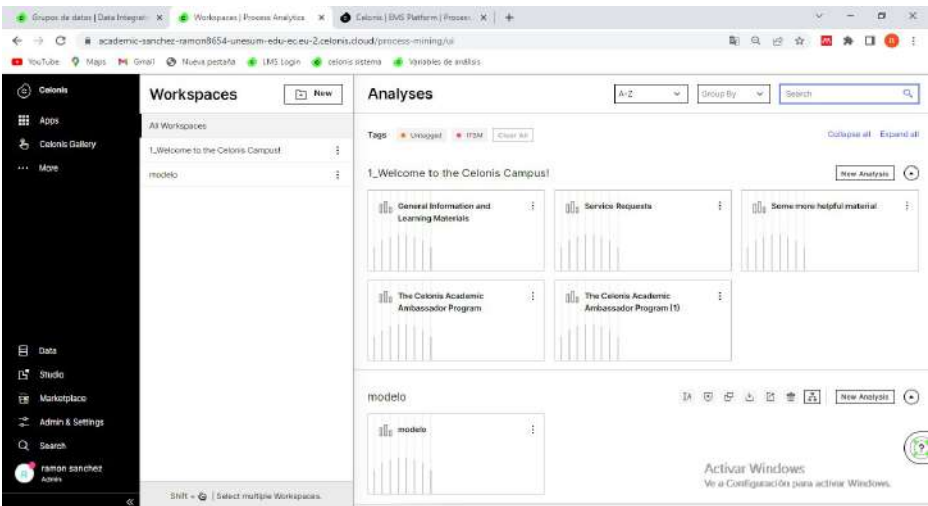
Luego de crear el espacio y seleccionar el modelo se procede a nombrar el nuevo espacio de trabajo

Figura 31. *Nombrar el nuevo espacio de trabajo.*



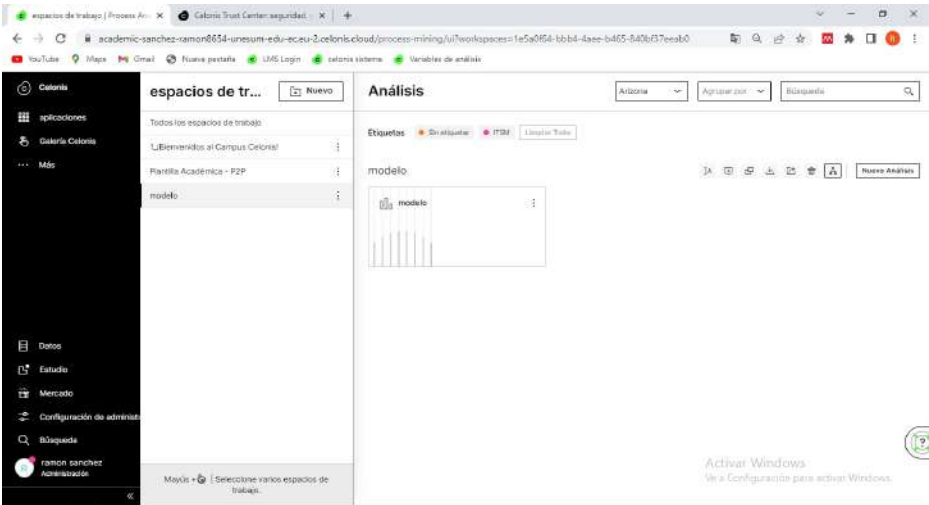
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 32. *Muestra del nuevo espacio*



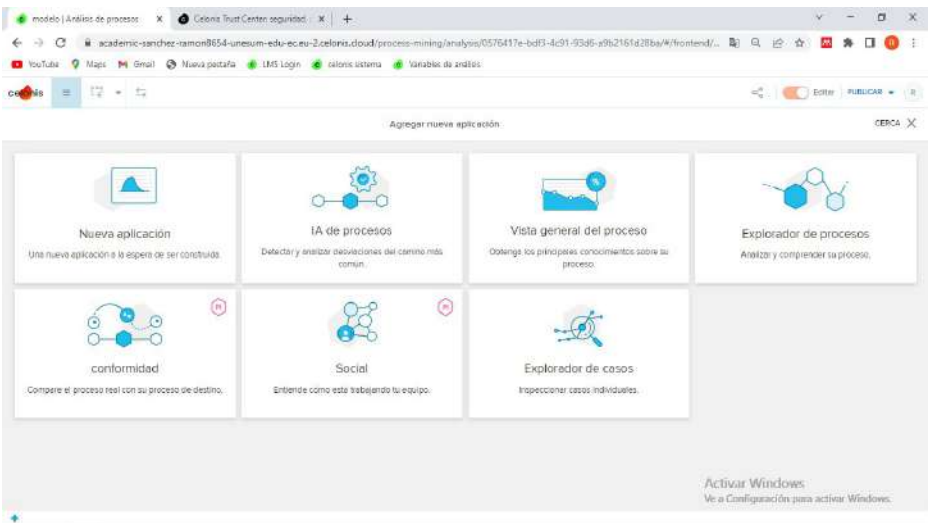
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 33. Configuración del nuevo espacio



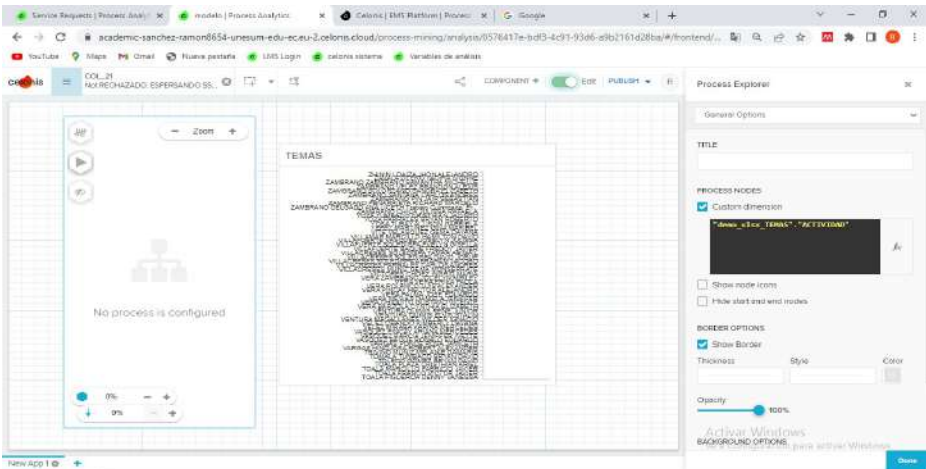
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

Figura 34. Creación de la nueva aplicación.



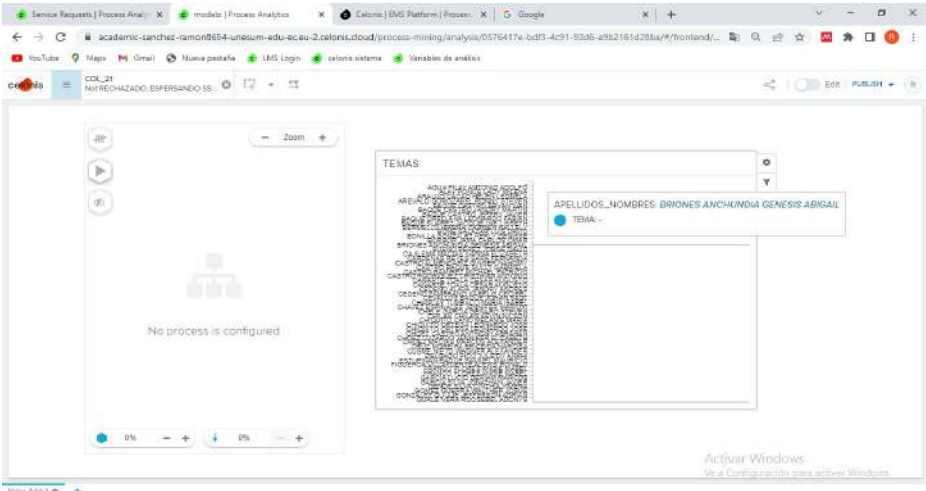
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin García, 2023)

Figura 35. *Presentación de datos cargados*



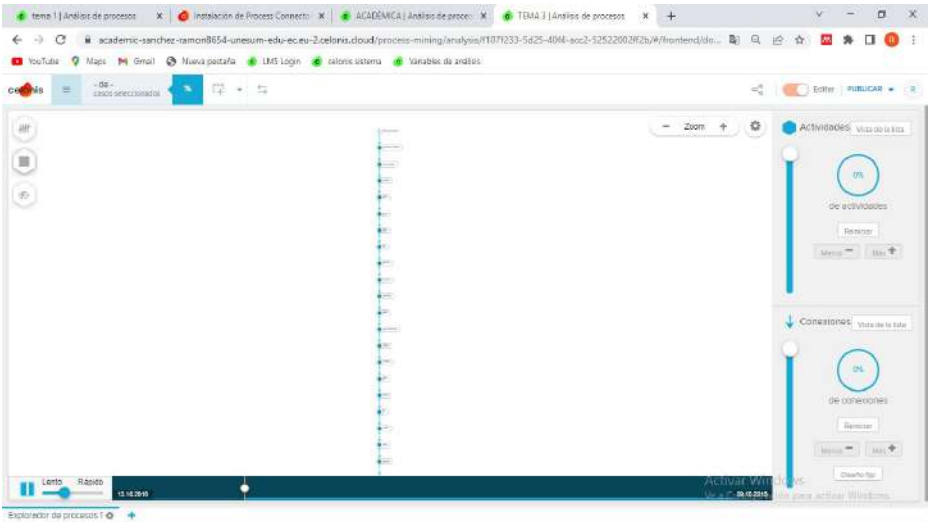
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 36. *Extracción de los datos cargados*



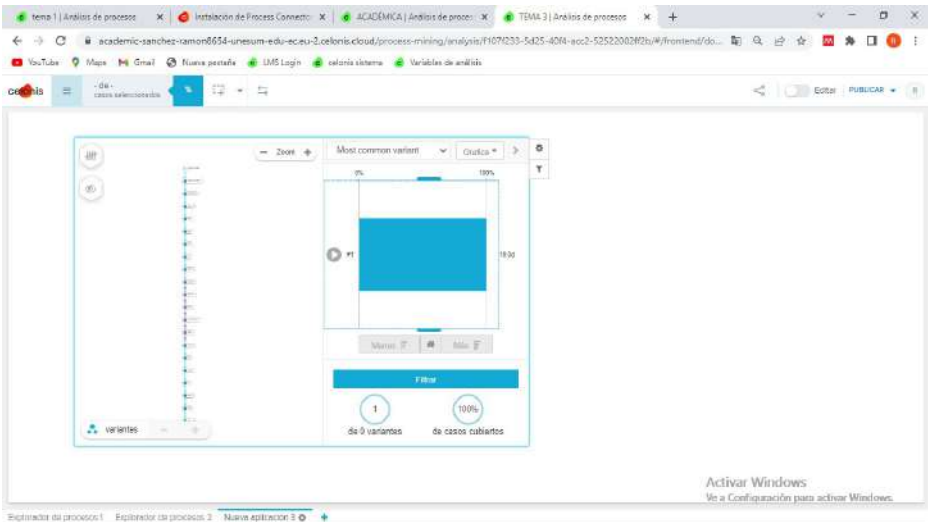
Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 37. *Explorador de Procesos*

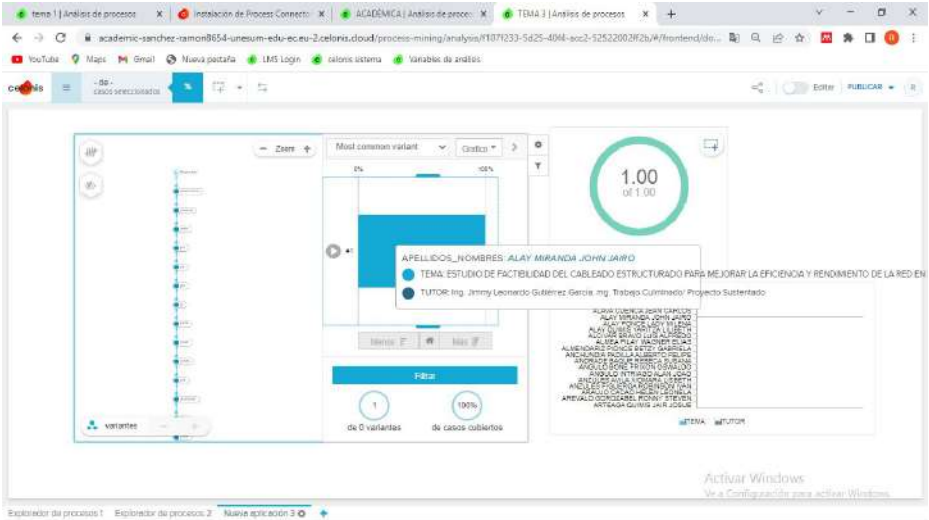


Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 38. *Explorador de Proceso Ejecutando*



Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Figura 37. Flujo de Proceso

Elaborado por: Samantha Michelle Zambrano Zambrano (Zambrano Zambrano & Pin Garcia, 2023)

Propuesta de proceso del workflow de titulación aplicando técnicas de minería de procesos

Análisis Situacional

El presente proyecto propone dar paso a una mejor manipulación de datos mediante la información obtenida de varias fuentes de información sobre workflow que son flujos de información y la minería de procesos es una disciplina que analiza e identifica mejoras potenciales dentro de una institución además dando información de programas que extraen los datos mapea y da resultados a tiempo real para la automatización de proceso con este aporte investigativo podemos proponer una automatización del workflow de titulación aplicando minería de procesos.

Diagnóstico

La Universidad Estatal del Sur de Manabí una de las Institución Superior que ha dado formación académica a muchos a profesionales del Ecuador contando con gran cantidad de flujo de información en el workflow de titulación por este motivo buscamos una herramienta adecuada a las necesidades para automatizar la extracción específica de datos, se puede describir como

uno de sus puntos fuertes de esta tecnología relativamente emergente, cuando se trata de demostrar el análisis de procesos ofrece muchas ventajas sobre las técnicas tradicionales de análisis y optimización de procesos, ya que proporciona resultados en menos tiempo y mayor confiabilidad.

Factibilidad

Con el estudio sobre la minería de procesos que brinde la facilidad de acceder a la información requerida por el personal encargado del flujo de datos, estos métodos de extracción de datos aplicando minería de procesos en el workflow de titulación beneficia a los de esta área quienes obtendrán la información de manera inmediata, así mismo, el software realizará la tarea de completar y localizar de manera ordenada y rápida la información de titulación.

-Factibilidad operativa

Permite a la Facultad de Ciencias Técnicas carrera de Tecnologías de la Información conseguir la automatización de la extracción específica de datos, siendo esta un punto fuerte de tecnología relativamente emergente, así mismo ofrece muchas ventajas al momento de demostrar el análisis de procesos sobre las técnicas tradicionales de análisis y optimización de procesos, proporcionando resultados en menos tiempo y mayor confiabilidad. También ofrece grandes beneficios para los docentes del área de titulación, ya que obtendrían rapidez a la hora de buscar información. Los estudiantes son parte fundamental, ya que, este proyecto va dirigido hacia el bien de los mismos y demuestra a los docentes el grado de consideración a la celeridad de contar con información de manera inmediata. Para el manejo de minería de procesos es necesario tener conocimientos sobre Celonis, workflow, ingreso de los datos (para la plataforma que maneja la extracción de la información), minería de procesos y el buen uso de las tecnologías necesarias para realizar el descubrimiento de flujo de información.

-Factibilidad Tecnológica

Para llevar a cabo esta investigación se utilizaron las siguientes herramientas, tales como: Flas memory, computador, Internet, software.

El software a utilizar en el proyecto es Celonis, un programa que realiza el llamado minería de procesos. Detrás de este término se esconde una técnica que permite analizar operaciones a partir de ingentes cantidades de datos. El objetivo es descubrir las deficiencias y el potencial de mejora. Es casi imposible conocer todo el proceso en cualquier momento, y mucho menos com-

prender todo el proceso en cualquier momento, especialmente en grandes empresas con operaciones interdepartamentales. El software de Celonis se autodenomina "Sistema de gestión de ejecución". En concreto, esto significa que las operaciones digitales se registran y asignan automáticamente. Según su propia declaración, esto crea una imagen completamente objetiva y basada en datos de las operaciones internas de la empresa. Y eso no está contaminado por ideas vagas sobre cómo podría funcionar mejor.

-Factibilidad Económica

El presente proyecto favorece económicamente a la institución, porque automatizar un workflow mediante minería de procesos y herramientas de extracción de datos, es proyectar a un ahorro de tiempo e inversión en procesos de extracción de datos. Se distingue por su bajo valor para las empresas, ya que no está directamente relacionado con el producto de la institución, son sistemas muy usados en instituciones, bancos etc.

El sistema en sí es capaz de admitir muchos procesos diferentes y una gran cantidad de empleados pueden participar en este tipo de aplicación de flujo de trabajo, por estas razones el que es factible la utilización del workflow aplicando minería de procesos.

Celonis cuenta con licencia académica, teniendo como objetivo capacitar a sus estudiantes en la creación de conocimientos a partir de big data y prepárelos para el mercado laboral, así también es una herramienta de gran utilidad para la realización de proyectos de titulación y un apoyo fundamental durante todo el tiempo de estudio de los futuros profesionales.

El costo de este proyecto es relativo, ya que, se realizaron investigaciones de manera general que impliquen un beneficio que sea percibido por todos los miembros de la institución, en específico este proyecto va dirigido para los miembros de titulación y estudiantes en etapas finales a obtener su título de tercer nivel en la institución.

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Capítulo 3

Verificación de la Conformidad



La verificación de conformidad confirma si el modelo de proceso previsto se refleja en la práctica. Este tipo de minería de procesos compara una descripción de proceso con un modelo de proceso existente en función de sus datos de registro, identificando así cualquier desviación del modelo previsto.

Dicha verificación ocurre cuando ya hay un modelo de proceso establecido y en ejecución. Durante esta fase, las empresas comparan los datos del registro de eventos del proceso paso a paso con el proceso o modelo para encontrar discrepancias o desviaciones. Cualquier variación determinada se analiza para ver qué elementos de datos influyen en los resultados del proceso. En algunos casos, se pueden realizar mejoras o se puede confirmar que el proceso comercial o de TI se está ejecutando según lo esperado.

Puede ser usada para asegurarse si la realidad del diagnóstico obtenido coincide con los registros de eventos y el modelo del proceso, y viceversa. Mientras que la segunda técnica busca medir dicha conformidad, el tercer tipo de técnica de minería de procesos busca mejorar o extender un modelo ya existente (Velázquez et al., 2016). El objetivo es extender o mejorar un modelo existente utilizando la información acerca de la ejecución de un proceso real almacenada en algún registro de eventos.

VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD

En cuanto la verificación de la conformidad la minería de procesos está estrechamente relacionada con el Bussines Process Management (BPM) y el Workflow Management (WFM). El BPM es la disciplina que combina el conocimiento de la tecnología de la información y el conocimiento de las ciencias de la gestión y lo aplica a los procesos operativos del negocio; mientras que el WFM se enfoca más en la automatización de los procesos comerciales (Van der Aalst, 2011).

Es importante entender el ciclo que tiene el BPM, el cual se lo identifica con las siguientes fases y descubrimiento del proceso, produciendo como resultado una arquitectura o mapa de procesos; las fases del BPM se compone de identificación de procesos, descubrimiento de procesos, análisis de procesos, diseño de procesos, configuración e implementación, ejecución y monitoreo, y evaluación. (Cocconi et al., 2019, p. 2)

Process Mining logra esta unión tomando las huellas digitales que se crean en los sistemas de TI y usándolas para reconstruir y visualizar los flujos de procesos. A partir de aquí, la tecnología de minería de procesos puede identificar patrones y desviaciones y, en última instancia, eliminar los cuellos de botella.

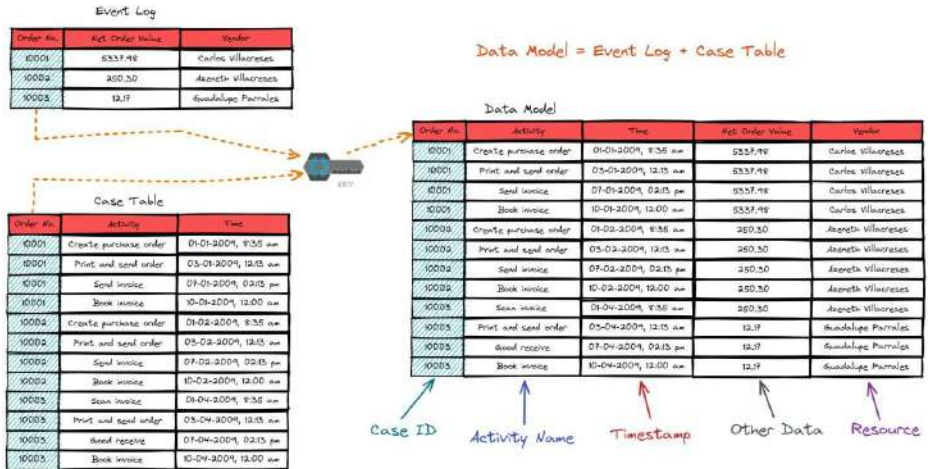
Huellas Digitales

Los registros de eventos son el formato en el que podemos recuperar nuestras huellas digitales de los sistemas de TI subyacentes. Son esencialmente los libros de registro que los sistemas de TI mantienen para registrar qué eventos tienen lugar para cada ID de caso y en qué momento. La información del registro de eventos se puede recuperar de varios tipos de sistemas de TI, como los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP), gestión de la cadena de suministro (SCM) o gestión de relaciones con los clientes (CRM). Estos sistemas suelen generar y almacenar información de registro de eventos en tiempo real. La información del registro de eventos también se puede recuperar en diversas situaciones y contextos, desde el pago automatizado hasta los viajes de los clientes o a través del internet de las cosas IoT en producción u otras industrias.

Las técnicas de minería de procesos extraen conocimiento de los registros de eventos con el fin de descubrir, monitorear, y mejorar los procesos (Wil Van der et al., 2011, p. 3). Lo que venimos llamando “registro de evento” (event log), está formado por 4 piezas claves, las cuales son:

- **un id de caso:** un identificador único, como un artículo de pedido de compra, un número de factura o un número de pedido
- **una actividad:** la descripción de lo que ha sucedido, por ejemplo, la creación de una orden de compra o la recepción de bienes
- **un recurso:** la persona que ejecuta la actividad, por ejemplo, el usuario que registra la compra
- **una marca de tiempo:** la fecha y hora en que tuvo lugar la actividad (Van der Aalst, 2016, pp. 128–130)

Figura 40. Ejemplo de estructura del registro de eventos (event logs)



Adaptado. Celonis [Basado], por autor de la investigación, 2023

El punto de datos de ID de caso se incluirá tanto en la tabla de casos como en el registro de eventos y, por lo tanto, actúa como una clave común para ambas tablas (W. Van der Aalst, 2016).

Workflow (Flujo de trabajo)

Los flujos de trabajo o workflows son el estudio de las operaciones de una actividad de trabajo, y se enfocan en la estructuración, realización, orden y sincronización de la información que fluye dentro de una empresa u organización. Estos flujos son utilizados para automatizar procesos de trabajo, optimizando tiempos, recursos y acciones, y permitiendo a los usuarios estar en contacto permanente con cada uno de los procesos que realiza la empresa. (Rodríguez G., 2017, p. 38)

En el contexto de la tecnología de la información, se refiere a la automatización de procedimientos de trabajo que involucran la interacción entre documentos, información y tareas entre participantes de acuerdo con un conjunto de reglas destinadas a lograr o contribuir al logro de un objetivo más general. objeto de negocio Workflow utiliza métodos y sistemas informáticos para facilitar o automatizar parte o la totalidad de un proceso. (Solana, Alonso, & Pérez, 2018).

Características

El workflow dentro de la empresa permite tener objetivos claros como son:

- Automatizar los métodos y organización en el sistema de información
- Controlar y hacer seguimiento a los procedimientos organizativos
- Facilitar la movilidad de las personas
- Agilizar el proceso de intercambio de información y la toma de decisiones
- Soportar procesos de reingeniería de negocio
- Contribuir a la optimización del servicio (Rodríguez G., 2017, p. 44)
- Reducir costos y mejorar la eficiencia en los procesos de la empresa
- Mejorar la calidad y uniformidad de los procesos empresariales
- Optimizar el tiempo de respuesta y reducir los tiempos de espera
- Asegurar el cumplimiento de los plazos y de los estándares de calidad
- Mejorar la toma de decisiones gracias a una mayor visibilidad y transparencia de los procesos
- Mejorar la satisfacción del cliente gracias a una mayor rapidez y eficacia en la entrega de los productos o servicios (Menéndez & Castellanos, 2016)

Tipos

Los flujos de trabajos, pueden ser clasificados según su funcionalidad principal, debido a la diversidad de procesos de negocio existentes en las empresas, entre los principales se encuentran:

- Flujo de trabajo de producción. - también conocido como Product Workflow, se utiliza para procesos que requieren una rápida respuesta, se repiten constantemente y se ejecutan indefinidamente; comúnmente es empleado en organizaciones que buscan una alta productividad, en procesos sin variaciones y en áreas o departamentos específicos. Su finalidad principal es mejorar la eficiencia y productividad en la producción de bienes o servicios mediante la automatización de los procesos.

- Flujo de trabajo administrativo. - se refiere a la gestión y automatización de procesos en la administración de una empresa u organización. Tiene como

objetivo mejorar la eficiencia y productividad de los procesos administrativos, como la gestión de documentos, la aprobación de solicitudes, la asignación de tareas, la programación de reuniones, entre otros.

- Flujo de trabajo colaborativo. - se centra en la cooperación entre individuos y equipos para realizar procesos y tareas juntos. Su finalidad es mejorar la eficiencia y productividad mediante la comunicación en tiempo real y el intercambio de información.

- Flujo de trabajo ad hoc. - se refiere a procesos de trabajo no estructurados, improvisados y flexibles que se adaptan a situaciones impredecibles; no siguen un patrón predefinido y se crean según las necesidades y circunstancias del momento, permitiendo a los trabajadores tomar decisiones en tiempo real y responder a las demandas cambiantes. (Menéndez & Castellanos, 2016)

Requerimientos

Un workflow debe de tener una forma clara del proceso de negocio de la empresa, incorporando los elementos que intervienen en cada una de las actividades, estos elementos como lo indica Menéndez & Castellanos son:

- Tareas
- Usuarios
- Roles
- Reglas de transición
- Datos
- Eventos
- Plazos o tiempos
- Políticas
- Procesos (2016, p. 9)

Ventajas

Los flujos de trabajo o workflows son una herramienta cada vez más utilizada en las empresas para optimizar sus procesos de trabajo y mejorar su eficiencia. Entre las ventajas que ofrecen, se destacan:

- Reducción de errores y redundancias: al automatizar procesos y estandarizar procedimientos, se pueden disminuir errores humanos y tareas redundantes, lo que aumenta la eficiencia y reduce costos.

- Mayor flexibilidad y adaptabilidad: permiten mayor flexibilidad y adaptabilidad a cambios en procesos empresariales, ya que pueden ser modificados y

actualizados fácilmente para satisfacer necesidades cambiantes del negocio.

- Facilitación de la colaboración: pueden mejorar la colaboración y comunicación entre empleados y departamentos, permitiendo el seguimiento y asignación de tareas y el intercambio de información de manera más eficiente.

- Mejora de la toma de decisiones: pueden proporcionar mayor visibilidad y transparencia de los procesos empresariales, permitiendo una mejor toma de decisiones basada en datos y en la comprensión de los flujos de trabajo. (Menéndez & Castellanos, 2016)

CASOS PRÁCTICO

CASO 1: Aplicación de minería de procesos para la verificación de la conformidad del workflow de producción en la compañía EuroFish

Resumen

El presente trabajo investigativo parte desde la recopilación y limpieza de información, determinación de objetivos, preparación del log de eventos, validación de los resultados y la obtención del flujo ideal. La importancia del estudio se basa en marcar un punto de partida para la aplicación de la minería de proceso en diferentes ámbitos, para corroborar si los procesos se están cumpliendo de la mejor manera. Teniendo, como objetivo aplicar la minería de procesos dentro del workflow de producción en una compañía atunera, y conocer el estado real de su flujo empresarial. Se utilizaron métodos científicos predominando histórico-lógico, análisis-síntesis, inducción-deducción, los cuales permitieron tener las pautas necesarias para abordar el tema y obtener resultados validados con relación a la temática. Los resultados parten desde la aplicación del ETL con Pentaho hasta obtener el modelo en Celonis y compararlo con el modelo base de la empresa, y conocer los cuellos de botellas para darles una posible solución. Con los datos generados por los sistemas de información se logró procesar más de 17 millones de transacciones; luego, debido a las limitaciones de licencia educativa de Celonis se redujo el análisis al año 2022; obteniendo 8016 eventos, los cuales forman el log de eventos para descubrir el flujo de producción de la compañía seleccionada. La presente investigación se asocia al proyecto metodología de peligros y puntos críticos de control aplicando minería de procesos. Finalmente, en la verificación de la conformidad se obtiene una desviación del 94% entre el modelo real con el modelo obtenido de los datos de la compañía.

Resultados del caso de investigación:

En el caso donde se ha aplicado la minería de procesos se descubrió información valiosa para la verificación de la conformidad del workflow de producción en la compañía EuroFish, donde se tuvo como objetivo determinar el registro de eventos de las actividades que se llevan a cabo dentro del workflow de producción y contrastar la conformidad del modelo ideal con el log de eventos real.

Preparación de los datos

La etapa en cuestión se enfoca en el proceso ETL, el cual es fundamental en el proyecto. Este proceso se compone de tres fases clave: extracción, transformación y carga de datos. Para llevar a cabo esta tarea, se utiliza el software Pentaho, el cual facilita la extracción automática de información a través del uso de sentencias SQL. Cabe destacar que esta etapa es crítica para el éxito del proyecto, por lo que aquí es donde se trabaja con los datos crudos y sin limpiar, lo que significa que cualquier error o inconsistencia en esta fase podría tener un impacto significativo en los resultados finales. Por lo tanto, es crucial prestar atención a cada detalle durante esta etapa y asegurarse de que los datos se estén extrayendo, transformando y cargando de manera precisa y eficiente; solo así se puede garantizar la calidad y la validez de los resultados obtenidos en las etapas posteriores del proyecto.

El proceso ETL comienza con el análisis y la localización de los datos necesarios para el proyecto, una vez identificados, se procede al proceso de extracción. En el caso particular de este proyecto, los datos proporcionados por la empresa se encuentran almacenados en una base de datos SQL Server de los 2010 - 2022. Esta base de datos se utiliza como fuente de datos principal para el proceso ETL.

- Estas cuatro piezas clave permiten registrar de manera precisa y completa cada evento en el log, lo que facilita su posterior análisis y permite detectar patrones y tendencias que puedan ser útiles para la optimización del proceso.

Tabla 4. *Piezas claves para formar el log de eventos*

PIEZAS	ATRIBUTOS
Case ID	Día Juliano
Actividad	Puntos críticos de control
Recurso	Usuario
Tiempo	Día de producción

Al identificar los puntos críticos de control basados en el diagrama BPM del proceso de producción de la empresa atunera se procede a identificar cada proceso dentro de la data proporcionada; una vez culminado el análisis y localización de la información se obtiene que dentro de la base de datos no se encuentran registrados algunos procesos; esto es debido a que aún no se tiene automatizado ese punto de control o no se ha registrado los eventos de dichas actividades; llegando al resultado siguiente:

Tabla 5. *Puntos críticos de control encontrados en la base de datos*

PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL
Egresos de producción
Cortes
Cocción
Control de temperatura - Rociado
Control de temperatura - Salida
Limpieza
Control de doble cierre
Encartonado
Ingreso a bodega
Despacho

Después de identificar los puntos críticos de control dentro del workflow empresarial mediante el análisis de la base de datos, se procedió a llevar a cabo el proceso de limpieza de los datos. El proceso de limpieza se dividió en varios pasos desde el procesamiento de 17701251 transacciones comprendida entre los años 2010 al 2022; luego se filtra solo el año 2022 y debido a las limitaciones de los softwares utilizados en cuanto a la cantidad de datos aceptados, se limitó la selección a los primeros tres meses (enero a marzo), obteniendo 8016 eventos, comprendidas en 83 casos y repartidas en las 10 actividades o puntos críticos de control del flujo empresarial. Además, se agruparon los datos para evitar la duplicidad de la ejecución de las actividades realizadas por el usuario.

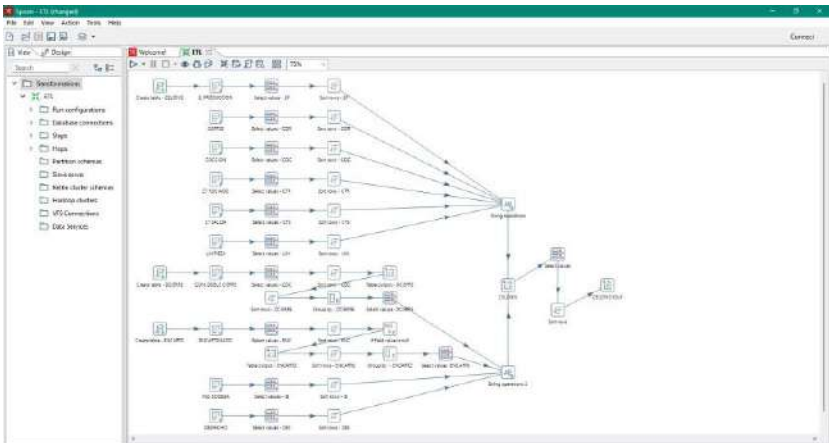
Tabla 6. Descripción del total de datos obtenidos por cada actividad de acuerdo con el filtrado.

ACTIVIDADES	2010 - 2022	2022	ENERO - MARZO	AGRUPADO
Egresos de producción	460073	18323	12610	72
Cortes	1226334	40498	28263	205
Cocción	297516	2945	2042	137
Control de temperatura - Ro- ciado	5419	158	112	72
Control de temperatura - Salida	5419	158	112	72
Limpieza	14660506	2394962	1375948	131
Control de doble cierre	360861	78621	46770	256
Encartonado	111072	15397	9983	5067
Ingreso a bodega	43150	3889	3852	162
Despacho	530901	22555	13110	1842

Fuente: Autor de la investigación, 2023

Con todo este proceso de identificación y limpieza de la data, se obtuvieron un total de 8016 eventos de todas las actividades. Una vez analizada y limpiada toda la información se debe de obtener el log de evento en un formato que las aplicaciones de minería de procesos puedan aceptar; en este caso todos los datos obtenidos se exportan a formato CSV a través de la herramienta de Pentaho, como se denota a continuación:

Figura 42. Diagrama ETL en Pentaho



Fuente: Autor de la investigación, 2023

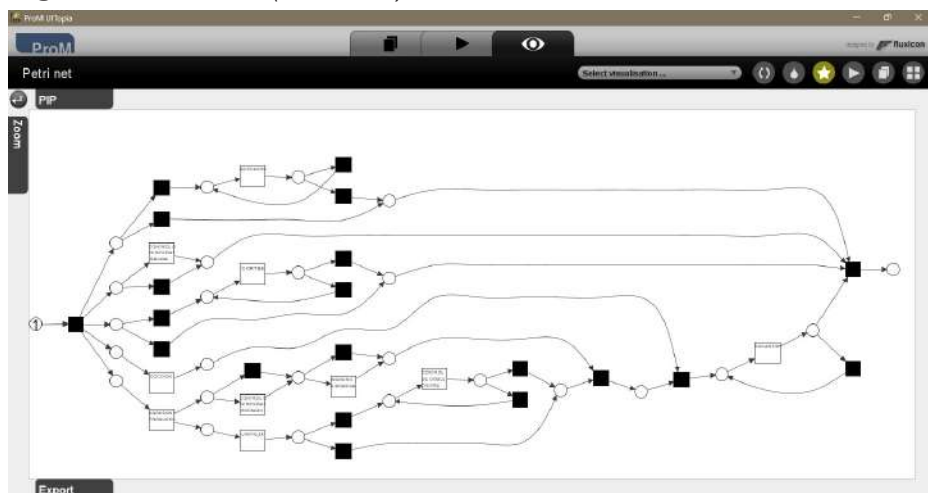
Propuesta de proceso de aplicación de minería de procesos para la verificación de la conformidad del workflow de producción en la compañía EuroFish

Los resultados obtenidos del modelo de minería de procesos utilizando las herramientas Celonis, ProM y Disco han demostrado ser altamente efectivos para analizar y optimizar los procesos empresariales. Celonis, por ejemplo, ha permitido identificar cuellos de botella en los procesos de producción de la empresa, lo que permite mejorar significativamente la eficiencia y reducción de tiempos entre las actividades.

Por su parte, ProM ha sido utilizado para descubrir patrones en los procesos de la organización, permitiendo sugerir cambios en la estructura de los mismos, lo que ha resultado en una mayor eficiencia y una mejora dentro del paso de una actividad a otra. Finalmente, Disco ha permitido identificar problemas y patrones dentro del flujo, lo que ha sido de gran ayuda para tener claro lo que se pretende mejorar.

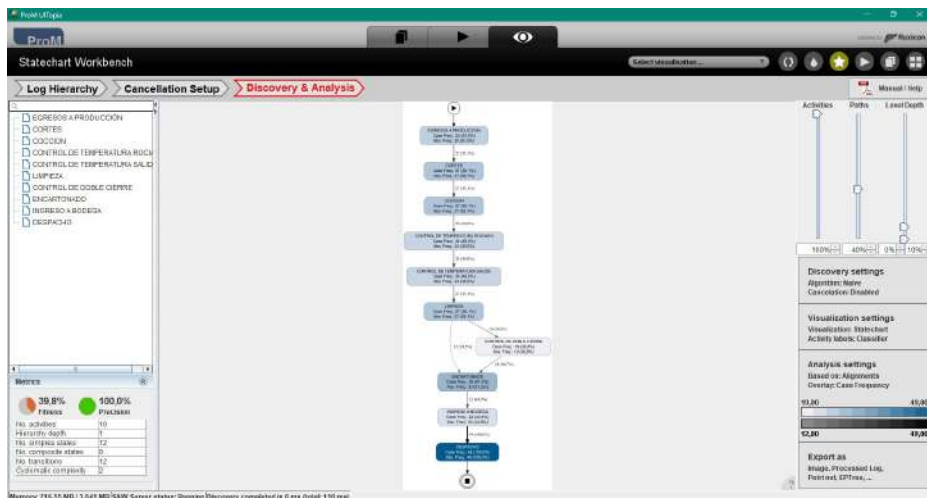
En resumen, las herramientas de minería de procesos han demostrado ser una valiosa herramienta para la optimización de los procesos empresariales y la mejora de la eficiencia y tiempo entre actividades. Al aplicar varios algoritmos de minería de procesos con el software ProM, se obtiene los siguientes gráficos:

Figura 43. Petri Net (ILP Miner) en ProM



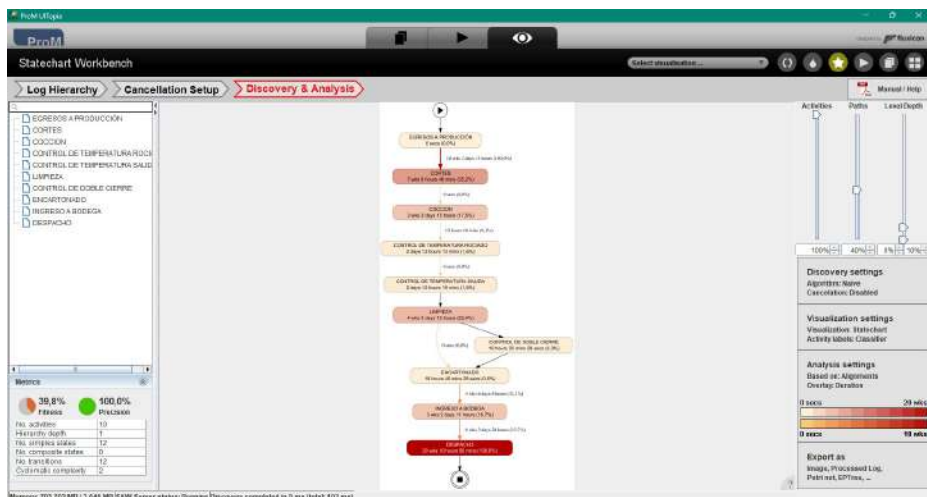
Fuente: Fotografiada por Autor de la investigación, 2023

Figura 46. Frecuencia de los casos con métricas del 100% de precisión y 39.8% de fitness



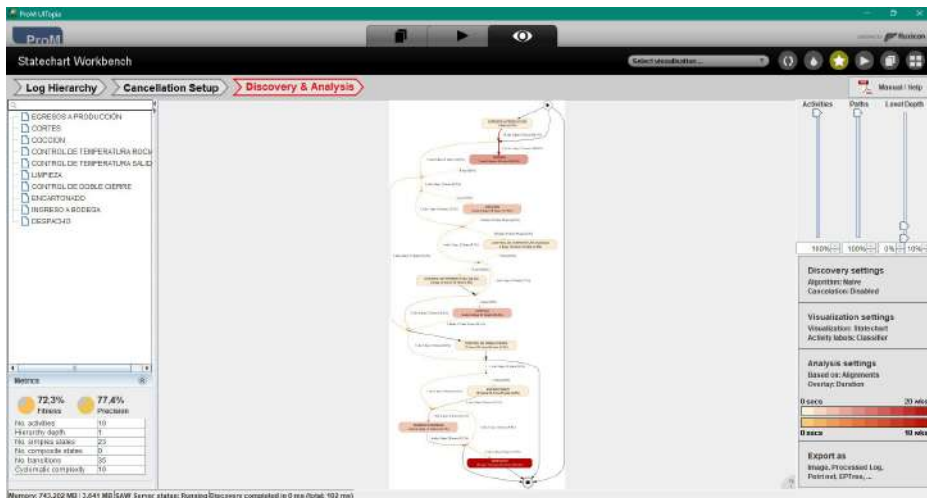
Fuente: Fotografiada por Autor de la investigación, 2023

Figura 47. Duración de las actividades bajo las métricas del 100% de precisión y 39.8% de fitness



Fuente: Fotografiada por Autor de la investigación, 2023

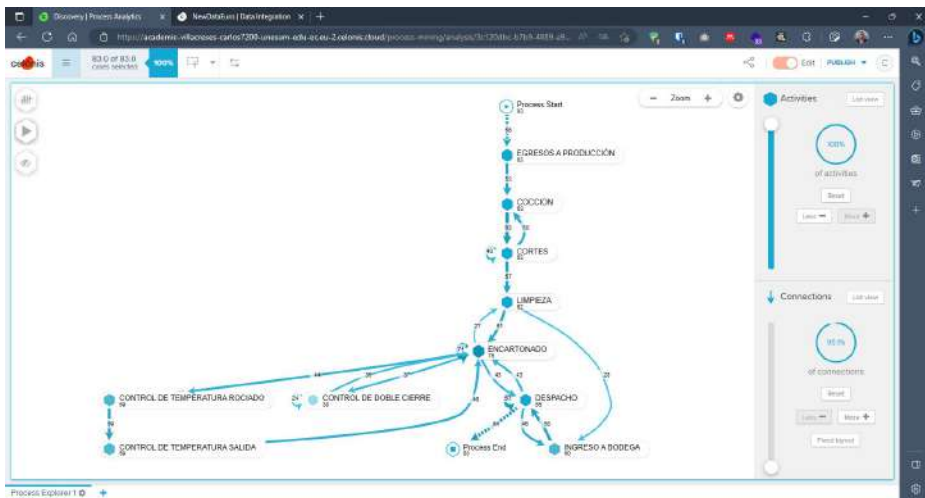
Figura 48. Frecuencia de los casos con métricas del 72.3% de precisión y 77.4% de fitness



Fuente: Fotografiada por Autor de la investigación, 2023

Como se denota en las figuras 22 y 23 la presión del modelo cambia de acuerdo a los caminos (path) que se quieran visualizar, en el caso de la figura 22 con un path del 40%, la precisión es del 100% y un fitness del 39.8%; mientras que en la figura 23 y con el 100% del path, la precisión tiende a bajar al 72.3%, en cambio el fitness tiende a subir su grado de confiabilidad al 77.4%. Por ello para la validación del estudio la figura 22 se vuelve clave, porque al tener un modelo con un alto nivel de fitness y precisión, se vuelve útil en la identificación de problemas y áreas de mejora en los procesos empresariales.

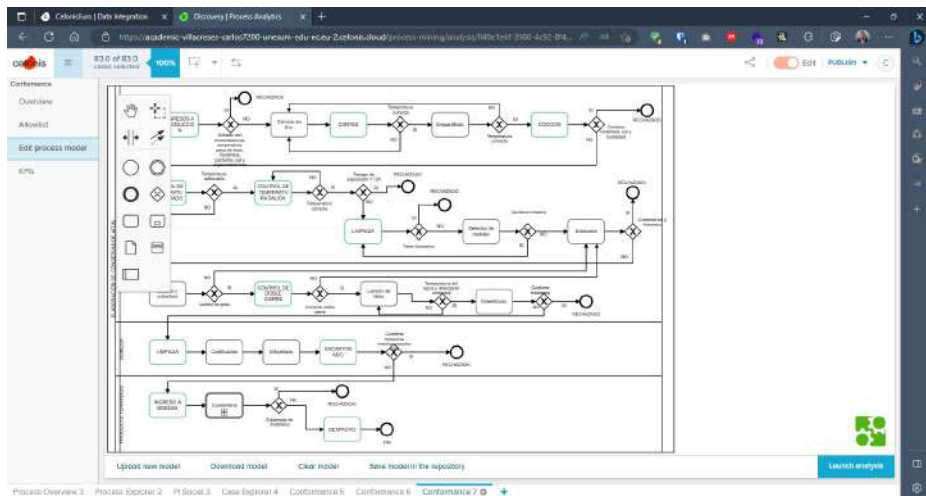
En cambio, al utilizar la herramienta de Celonis se obtiene el modelo (Discovery) como se identifica a continuación:

Figura 49. Descubrimiento del modelo de acuerdo a la data obtenida

Fuente: Fotografiada por Autor de la investigación, 2023

Una vez que se ha obtenido el modelo base a partir de la aplicación de la minería de procesos, se pueden realizar múltiples descripciones detalladas del mismo. Para ello, se pueden utilizar diferentes herramientas y visualizaciones que ofrece Celonis, permitiendo explorar el modelo y analizarlo en profundidad. En las siguientes imágenes se pueden observar algunas de estas descripciones, que incluyen desde la visualización del flujo de actividades y sus relaciones, hasta la identificación de cuellos de botella y la evaluación del desempeño del proceso en términos de tiempos. Estas descripciones son fundamentales para comprender en detalle el proceso en cuestión y poder tomar decisiones informadas sobre cómo mejorarlo y optimizar su desempeño.

En la verificación de la conformidad en Celonis, se debe tener en cuenta que el modelo base debe estar en formato BPMN y ser lo más detallado posible. Una vez que se tiene este modelo base, se procede a cargar la data principal en Celonis para obtener un modelo de proceso específico de la organización. A partir de aquí, se puede comparar ambos modelos y realizar la verificación de la conformidad. Para ello, se utiliza el Conformance Checking, el cual permite identificar discrepancias entre el modelo base y el modelo específico de la organización, y de esta manera detectar posibles problemas en el proceso.

Figura 50. Modelo base en formato BPMN.

Fuente: Fotografiada por Autor de la investigación, 2023

Identificado los puntos críticos de control se procede a ejecutar el análisis; teniendo como resultado un porcentaje de similitud de 6%, dando como representación un indicador muy bajo con respecto al conformidad entre ambos modelos. Sin embargo, el 94% de los casos no respetan el proceso real que se tiene dentro de la empresa y pertenecen al grupo con un tiempo de duración mayor que los demás, alterando el tiempo promedio del workflow.

Rediseño del proceso

La revisión de los diagramas de proceso permitió detectar discrepancias entre el proceso teórico y el proceso real. En algunos casos, se identificó que se estaban infringiendo las reglas de negocio, como la falta de registro de algunos procesos o el exceso de tiempo en su ejecución. Es importante considerar la mejora de estos procesos para cumplir con las reglas de negocio en el menor tiempo posible y evitar que afecten el flujo de trabajo de procesos posteriores. La optimización de los procesos puede llevar a una mayor eficiencia y reducción de costos en la empresa.

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Capítulo 4

Metodología para aplicar Minería de Procesos



El modo en que están configurados estos procesos a menudo impacta directamente sobre el desempeño de los sistemas. La eficiencia, la utilización adecuada de los recursos o el cumplimiento en la etapa de implantación de los diseños realizados a priori depende notablemente de la calidad con la que se haya definido el proceso.

Debido a esto muchas disciplinas y líneas de investigación en el mundo de los negocios se han dirigido hacia la mejora de estos procesos. Gracias al auge de la minería de procesos se tiene herramientas que nos permiten modelar y analizar los procesos con un alcance superior de conocimiento. Estas prácticas permiten introducir numerosas mejoras a nivel de control mediante auditorías automáticas sobre procesos haccp.

Por otra parte, según Yzquierdo (2013) llevar a cabo un proceso adecuado de auditoría es preciso contar con información íntegra para estar al tanto si los procesos de negocio de la empresa se ejecutan dentro de los límites establecidos para alcanzar un satisfactorio desempeño y evolución de la empresa. El situar una metodología apta de minería de procesos aplicada para auditoría automática de registros de peligro y puntos críticos de control tiene como objetivo mejorar la automatización auditora de los procesos que se llevan a cabo internamente a nivel empresarial, esto mejorará la productividad donde el uso de los recursos será más controlado que, bajo condiciones ideales, sería posible que con minería de procesos se pueda cubrir el análisis del 100% de las transacciones realizadas.

Metodología para aplicar Minería De Procesos

Los esfuerzos en el área de la minería de procesos se han centrado en su gran mayoría en la investigación de técnicas para la explotación de información y extracción de patrones. Sin embargo, se ha profundizado en menor medida el hecho de cómo ejecutar este proceso hasta obtener el “nuevo conocimiento”, es decir, en las metodologías.

Las metodologías permiten llevar a cabo el proceso de minería de datos en forma sistemática y no trivial. Ayudan a las organizaciones a entender el proceso de descubrimiento de conocimiento y proveen una guía para la planificación y ejecución de los proyectos. Algunos modelos conocidos como metodologías son en realidad un modelo de proceso: un conjunto de actividades y tareas organizadas para llevar a cabo un trabajo.

La diferencia fundamental entre metodología y modelo de proceso radica en que el modelo de proceso establece qué hacer, y la metodología especifica cómo hacerlo. Una metodología no solo define las fases de un proceso sino también las tareas que deberían realizarse y cómo llevar a cabo las mismas.

Metodología de minería de procesos

Estos pasos permiten realizar un análisis exhaustivo de los procesos existentes y facilitan la identificación de áreas de mejora que contribuyan a optimizar el rendimiento y la eficiencia de la empresa:

- Análisis y mejora de procesos

El análisis y la mejora de los procesos no solo deben basarse en diagramas gráficos ilustrativos, sino también en información concreta que sirva como referencia para la toma de decisiones. Con este diagnóstico, los responsables de la gestión podrán justificar futuras modificaciones e inversiones relacionadas con los procesos actuales. A continuación, se presentan los pasos para llevar a cabo el análisis y la mejora de los procesos:

Pasos para análisis de procesos

1. Definir las prioridades: comienza por determinar cuáles son los procesos más importantes que deben ser analizados en este momento y establecer el orden de análisis. Para ello, la empresa debe enumerar los procesos según su importancia y urgencia, considerando su rendimiento, impacto en la estrategia, rentabilidad, interacción con el cliente y otros aspectos relevantes
2. Comprender el contexto: es importante comprender el entorno en el que la empresa se encuentra, como el escenario económico, los intereses y el perfil de los clientes, las amenazas de los competidores, entre otros factores relevantes.
3. Establecer el alcance de los procesos a incluir en el análisis: define hasta qué punto se evaluarán los procesos y con qué nivel de detalle.
4. Definir el método: es necesario seleccionar el enfoque de análisis y determinar cómo se recopilarán los datos necesarios.
5. Formar el equipo: por último, establece las personas responsables del análisis y capacítalas adecuadamente. El equipo de análisis puede incluir un director del proyecto de análisis, un analista de procesos y otros especialistas que aporten ideas a lo largo del trabajo.

6. Definir los procesos "AS IS": estudia el proceso tal y como se lleva a cabo actualmente y crea un modelo que represente esta versión.
7. Identificar áreas de mejora: una vez que se ha definido el proceso actual, es necesario identificar los puntos problemáticos, los cuellos de botella, las interacciones con los clientes y las actividades que agregan más valor. A partir de estas identificaciones, será posible determinar los puntos que pueden ser mejorados.
8. Modelar el proceso "TO BE": crea un modelo de los procesos teniendo en cuenta las mejoras identificadas en el paso anterior

Mapeo AS IS, el TO BE y el TO DO

El mapeo "AS IS" describe el proceso tal y como es en el presente, el mapeo "TO BE" representa el procesos ideal o mejorado que se desea lograr en el futuro, y el mapeo "TO DO" se centra en implementar las mejoras propuestas. Estos mapeos son herramientas clave en el análisis y la mejora de procesos, permiten visualizar el estado actual, definir metas de mejora y establecer acciones concretas para alcanzar esas metas, de forma que se explican cada uno de ellos:

- **Mapeo AS IS:** El mapeo "AS IS" (como es) consiste en estudiar y documentar el proceso tal y como se lleva a cabo actualmente en la organización. En esta etapa, se recopila información detallada sobre cómo se realizan las actividades, los pasos involucrados, los responsables, los flujos de trabajo, las interacciones con los sistemas y cualquier otra información relevante. El objetivo es obtener una representación precisa y completa del proceso existente.
- **Mapeo TO BE:** El mapeo "TO BE" (será) implica diseñar un modelo del procesos ideal o mejorado que se desea alcanzar en el futuro. En esta etapa, se identifican las áreas de mejora a partir del análisis del mapeo "AS IS" y se proponen cambios, optimizaciones y nuevas formas de trabajar. El mapeo "TO BE" representa cómo se desea que sea el proceso, teniendo en cuenta los objetivos de mejora, los requisitos del negocio y las mejores prácticas.

Mapeo TO DO: El mapeo "TO DO" (por hacer) se refiere a la implementación de las mejoras y cambios identificados en el mapeo "TO BE". Esta etapa implica establecer un plan de acción para llevar a cabo las modificaciones propuestas, asignar responsabilidades, definir plazos y recursos necesarios. El mapeo "TO DO" se enfoca en la ejecución de las acciones necesarias para transformar el proceso existente en el proceso mejorado (Sydle, 2022)

Importancia de la Minería de Procesos

La idea de la minería de procesos es descubrir, monitorear y mejorar los procesos reales a través de la extracción de conocimiento de los registros de eventos ampliamente disponibles en los actuales sistemas. En su investigación Wil Van (2011) menciona que la minería de procesos incluye el descubrimiento automático de procesos a partir de un registro de eventos, la verificación de conformidad comparar el modelo y el registro de eventos, la minería de redes sociales/organizacionales, la construcción automática de modelos de simulación, la extensión de modelos, la reparación de modelos, la predicción de casos, y las recomendaciones basadas en historia.

La minería de procesos provee un puente importante entre la minería de datos y la modelación y análisis de procesos de negocio. (González González, Leal Rodríguez, & Martínez Caballero, 2019). Bajo el paraguas de la Inteligencia de Negocios (Inteligencia Empresarial, BI), se han introducido muchas palabras de moda para referirse a herramientas más bien simples para hacer reportería y paneles de control.

Aspectos generales de la minería de proceso

Yzquierdo (2013), sostiene que descubrir, monitorear y mejorar los procesos mediante la extracción de conocimiento a partir de los logs de eventos (registro de una colección de eventos secuencialmente ordenados durante un periodo de tiempo) es el objetivo de la minería de proceso.

Los registros de eventos se pueden utilizar para realizar tres tipos de minería de procesos: descubrimiento, conformidad, y mejora. En el gráfico propuesto por Jorge Abally (2021), se exhibe un mapa de los componentes necesarios para trabajar en la minería de procesos.

Fuente de datos

Para Yzquierdo (2013), cada evento se refiere a una actividad (paso bien definido) y se relaciona con un caso particular o instancia de proceso. Algunas técnicas de minería hacen uso de otro tipo de información, tales como, la persona o recursos relacionados con el evento, el tiempo de ejecución o cualquier otro tipo de dato que pueda registrarse.

Como se conoce, para realizar de forma más sencilla el análisis desde las técnicas de minería de proceso de un log de eventos se estandariza su formato. Los formatos reconocidos más utilizados actualmente son MXML y XES.

Descubrimiento de procesos

Las técnicas de minería de proceso pueden extraer, a partir de la información contenida en los logs de eventos, los patrones más frecuentes y reflejarlos en los modelos que describen los procesos manejados. Por ejemplo, el algoritmo Alpha de minería de proceso puede extraer automáticamente una Red de Petri que modela de forma concisa el comportamiento reflejado en el log de eventos. Esto le da al auditor una visión imparcial de lo que realmente ha sucedido (Yzquierdo Herrera, 2013).

Chequeo de conformidad

Un auditor puede utilizar un modelo teórico del proceso para comprobar si la realidad (según la información en el log de eventos) está conforme al modelo y viceversa, lo que resulta de gran utilidad a los auditores para detectar desviaciones, localizarlas, explicarlas y medir su gravedad. (Yzquierdo Herrera, 2013)

Extensión del modelo

También se pueden emplear técnicas de minería de proceso para extender el modelo teórico de procesos de la empresa, a partir de la consideración de la información contenida en el log de eventos no solo para comprobar la conformidad sino para enriquecer el modelo. Un ejemplo de esto es la extensión del modelo de proceso con los datos asociados al rendimiento para encontrar los estancamientos durante la ejecución. (Yzquierdo Herrera, 2013)

Soporte operacional

La minería de procesos se ha centrado tradicionalmente en el análisis de los datos obtenidos después de la ejecución del proceso, sin embargo, se puede considerar el apoyo a las decisiones operativas desde la simulación de casos y la comparación de estos con modelos basados en datos históricos o con las reglas de negocio. En el momento en que el caso se desvía, el auditor puede alertar al actor involucrado. (Yzquierdo Herrera, 2013)

Los auditores también pueden utilizar un modelo de proceso basado en datos históricos para hacer predicciones acerca de la ejecución de los casos. Por ejemplo, para estimar el tiempo de procesamiento restante y la probabilidad de obtener un resultado concreto, o para realizar recomendaciones, como puede ser, realizar una actividad que reduzca al mínimo los costos y el tiempo de finalización. Todo ello pone en evidencia la importancia y necesidad de realizar una adecuada gestión de información.

En cuanto la aplicación de sus tipos

Hay algunas ideas erradas en relación con la minería de procesos. Algunos proveedores, analistas e investigadores limitan el alcance de la minería de procesos a una técnica especial de minería de datos para el descubrimiento de procesos que puede sólo ser usada para análisis offline. Esto no es así, por lo tanto, enfatizamos las siguientes tres características.

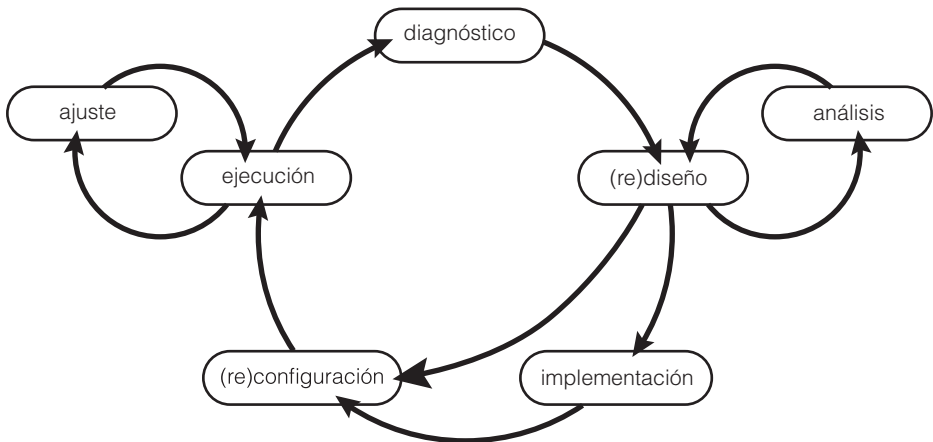
- La minería de procesos no está limitada al descubrimiento del control de flujo. El descubrimiento de modelos de procesos desde los registros de eventos llena la imaginación tanto de profesionales como de académicos. Por lo tanto, el descubrimiento del control de flujo es a menudo visto como la parte más emocionante de la minería de procesos. Sin embargo, la minería de procesos no se limita al descubrimiento del control de flujo. Por una parte, el descubrimiento es solo una de las tres formas básicas de minería de procesos (descubrimiento, conformidad, y mejoramiento). Por otra parte, ¡el alcance no está limitado al control de flujo; las perspectivas organizacionales, de casos y de tiempo también cumplen un rol importante.
- La minería de procesos no es solo un tipo específico de minería de datos. La minería de procesos se puede ver como el “eslabón perdido” entre la minería de datos y el BPM tradicional basado en modelos. La mayoría de las técnicas de minería de datos no están en absoluto centradas en procesos. Los modelos de proceso que potencialmente exhiben concurrencia son incomparables a las estructuras de minería de datos simples, tales como los árboles de decisión y las reglas de asociación. Por lo tanto, se necesitan nuevos tipos de representación y de algoritmos.
- La minería de procesos no está limitada al análisis offline. Las técnicas de minería de procesos extraen conocimiento de los datos de eventos históricos. Aunque se utilizan datos “post mortem”, los resultados pueden ser aplicados a casos en ejecución. Por ejemplo, se puede predecir el tiempo de finalización de un pedido del cliente parcialmente realizado, usando un modelo de proceso descubierto.

Ciclo de vida de BPM

Para posicionar la minería de procesos, se usa el ciclo de vida de BPM. El ciclo de vida de BPM muestra las siete fases de un proceso de negocio y sus correspondientes sistemas de información. En la fase de (re)diseño se crea un nuevo modelo de proceso o se adapta un modelo de proceso existente. En la

fase de análisis se analiza un modelo candidato y sus alternativas. Después de la fase de (re)diseño, se implementa el modelo (fase de implementación) o se (re)configura un sistema existente (fase de (re)configuración). En la fase de ejecución se ejecuta el modelo diseñado. Durante la fase de ejecución el proceso es monitoreado. Además, se podrían realizar pequeños ajustes sin rediseñar el proceso (fase de ajuste). En la fase de diagnóstico se analiza el proceso ejecutado y la salida de esta fase podría gatillar una nueva fase de rediseño del proceso. La minera de procesos es una herramienta valiosa para la mayoría de las fases.

Figura 51. *El ciclo de vida de BPM*



La fase de diagnóstico puede beneficiarse de la minera de procesos. Sin embargo, la minera de procesos no está limitada a la fase de diagnóstico. Por ejemplo, en la fase de ejecución, las técnicas de minería de procesos se pueden usar para el soporte operacional. Se pueden utilizar predicciones y recomendaciones basadas en modelos aprendidos usando información histórica para influenciar los casos en ejecución. Se pueden utilizar formas similares de apoyo a la toma de decisiones para ajustar los procesos y guiar la (re) configuración de procesos.

Business Intelligence y Process Mining

Si bien, Process Mining es una herramienta poderosa dentro del amplio contexto de BPM, se suele considerar bajo el campo de Business Intelligence, sin embargo, existen diferencias entre estas dos tecnologías. Las detallare-

mos a continuación. Business Intelligence es un concepto amplio que incluye todo lo que tenga como objetivo proveer información accionable que se utilice para la toma de decisiones. Una de sus definiciones lo enmarca como un conjunto de modelos matemáticos y metodologías de análisis que aprovechan los datos disponibles para generar información y conocimiento útil para procesos de toma de decisiones complejos.

Marco de trabajo para la auditoría

Múltiples técnicas han sido desarrolladas en el área de la minería de procesos por lo cual se hace imprescindible apoyarse en un marco de trabajo bien definido que posibilite una correcta gestión del entorno a auditar y un adecuado tratamiento de la información disponible. El marco de trabajo para la auditoría constituye un referente importante avalado por los resultados en su aplicación. Los datos actuales (Current data) son los casos que aún están en funcionamiento, mientras que los datos históricos (Historic data) son los casos que se han completado. (Yzquierdo, 2013)

Auditar usando datos históricos

Los auditores pueden utilizar los datos históricos para filtrar las situaciones irrelevantes o definir el alcance del registro de eventos que desean verificar, por ejemplo, se puede analizar solamente un determinado proceso o grupo de clientes. También es posible eliminar todos los casos o eventos individuales (por ejemplo, todos los eventos de comprobación realizados por las personas de un departamento en particular), lo que trae como resultado un log de eventos más pequeño que se puede utilizar para su posterior análisis. (Yzquierdo, 2013)

HACCP

En su investigación Ballesteros (2011) menciona que el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP, Hazard Analysis and Critical Control Points), es un sistema con base científica, diseñado para controlar procesos de producción basado en siete principios y conceptos preventivos, a través de la identificación de nuevos puntos críticos de control (PCC). La implementación de HACCP en la industria alimenticia responde a la necesidad de evitar la contaminación en el proceso productivo, así como errores, confusiones y fallas técnicas que comprometan la integridad sanitaria de los alimentos. Este sistema permite acoger medidas que certifiquen un control eficiente y exhaustivo, a través del fortalecimiento de los sistemas de gestión de calidad de los alimentos.

En el sistema HACCP se deben contemplar los peligros potenciales que pueden existir antes, durante y después del proceso de producción y empaque de alimentos. Se controlan los peligros físicos, químicos y microbiológicos que deben ser mitigados por las empresas para asegurar que el consumidor final reciba productos seguros para su consumo.

Principios del método de HACCP

La metodología de HACCP consiste en los siete principios que se indican a continuación.

Principio 1: Realizar un análisis de peligros. - Identificar los peligros potenciales asociados a la producción de alimentos en todas las fases, desde la producción primaria, la elaboración, la fabricación y distribución hasta el lugar de consumo. Evaluar la posibilidad de que surjan uno o más peligros e identificar las medidas para controlarlos, todo ello según calidad de inocuidad alimentaria. (Ballesteros Nomel, 2011)

Principio 2: Determinar los puntos críticos de control (PCC). - Determinar los puntos, procedimientos o fases del proceso que pueden controlarse con el fin de eliminar el o los peligros o, en su defecto, reducir al mínimo la posibilidad de que ocurra. El término «fase» se emplea con el significado de cualquier etapa en el proceso de producción o fabricación de alimentos, incluidos la recepción y/o producción de materias primas, recolección, transporte, preparación de fórmulas, elaboración, almacenamiento, etc. (Ballesteros Nomel, 2011)

Principio 3: Establecer un límite o límites críticos. - Deben ser cumplidos para asegurar que los PCC estén bajo control, separando lo aceptable de lo inaceptable. (Ballesteros Nomel, 2011)

Principio 4: Establecer un sistema de vigilancia del control de los PCC. - Mediante pruebas, medidas u observaciones programadas se deben establecer los procedimientos que permitan ajustar el proceso y mantener el control. (Ballesteros Nomel, 2011)

Principio 5: Establecer las medidas correctoras que han de adoptarse cuando la vigilancia indica que un determinado PCC no está controlado. - Deben permitir una acción inmediata y eficaz. Para su aplicación es importante escribir procedimientos y, sobre todo, saber quién es el responsable de tomar la decisión de las medidas correctivas y cuáles serán estas medidas. Siempre debe documentarse el procedimiento y la acción correctiva, el procedimiento de verificación de que el punto vuelva a ser controlado y el procedimiento de gestión de los lotes no conformes que eventualmente se pudieran producir por la pérdida de control del proceso. Esta etapa es esencial y marca la frontera

entre un sistema de registros y un sistema de aseguramiento de calidad. (Ballesteros Nomel, 2011).

Principio 6: Establecer procedimientos de verificación para confirmar que el método de HACCP funciona eficazmente. - Esta etapa permite verificar si la metodología de HACCP existe y es eficaz. La verificación de la existencia del método se hará por la organización del sistema de auditoría. La verificación de la eficacia del método se hará por el análisis del producto terminado. El equipo de HACCP deberá definir el o los procedimientos de verificación, la periodicidad de las auditorías y las condiciones de revisión del método. La metodología de HACCP (Ballesteros Nomel, 2011).

Principio 7: Establecer un método de documentación sobre todos los procedimientos y los registros apropiados para estos principios y su aplicación. - El método documentado resulta ser una garantía de la efectiva y eficaz aplicación del método de HACCP. La aplicación del método de HACCP tiene una secuencia lógica. La aplicación de los principios del HACCP consiste en los siguientes pasos identificados como la secuencia lógica para la aplicación del método de HACCP. (Ballesteros Nomel, 2011)

Caso práctico

CASO 1: Minería de procesos aplicada para auditoría automática de registros haccp en empresas atuneras.

Resumen

Los clientes son cada vez más severos con respecto a la calidad del producto que obtienen, lo que a nivel institucional significa mejorar los procesos acogiendo metodologías competentes para la administración de información que se crea dentro de las actividades, generando un gran volumen de datos que manualmente no es fácil de manejar. Por ello la minería de procesos acoge un papel significativo en cuanto el manejo de los datos de forma óptima, aplicada para auditoría automática de peligros y puntos críticos de control. Dicho sistema de calidad más popular por sus siglas en inglés HACCP, es una poderosa herramienta que admite asegurar la inocuidad, higiene y trazabilidad de los productos. Normalmente, el análisis de los registros se realiza a criterio del auditor y por muestreos debido al volumen de los datos. Para la gestión de esta BIG DATA, existe la minería de procesos, una joven disciplina que guarda relación con el aprendizaje automático, minería de datos, modelamiento y análisis de procesos. El presente trabajo tiene como objetivo proponer un método que permita aplicar minería de procesos para mejorar la calidad de auditoría automática de registros HACCP en empresas atuneras. Esta investigación acoge una metodología cualitativa, con encuesta a exper-

tos y procesos investigativos para recaudar información contribuyendo la importancia que tiene la minería de procesos dentro de los sistemas de auditoría automática. Se plantea un método que permite volver aplicable la minería de procesos para la auditoría automática de registros sobre los peligros y puntos críticos de control, el cual fue validado con un caso en donde se analizó de forma automática la totalidad de transacciones.

Resultados del caso de investigación:

En primera instancia se describen los principales resultados obtenidos a partir del método propuesto sobre la minería de procesos aplicada para auditoría automática de registros HACCP en empresas atuneras. Para el cumplimiento el primer objetivo se listó un conjunto de preguntas para evaluar la opinión de expertos con la finalidad de conocer las posibilidades de mejoras de la auditoría automática a partir de la aplicación de la minería de procesos.

En el caso donde se ha aplicado la minería de procesos se descubrió información valiosa para evaluar diferentes sistemas que den paso a un método concreto para la aplicación de MP hacia la auditoría automática del sistema de peligros y puntos críticos de control, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

Tabla 7. *Sistemas para Aplicación de MP*

Fabricante	Web
Celonis process mining	Www.celonis.com
Myinvenio	Www.my-invenio.com
Rialto process	Http://www.exeura.eu
Disco	Www.fluxicon.com
Interstage process analytics	Www.fujitsu.com
Perceptive process mining (reflect)	Www.hyland.com
Everflow	Www.icarotech.com
Kofax insight	Www.kofax.com
Lana process mining — magellanic	Www.lana-labs.com
Logpickr process mining	Www.logpickr.com
Mpm mehrwerk process mining	Www.mpm-processmining.com
Minit	Www.minit.io
Monkey miner	Www.monkeymining.com/
Paflow	Www.process-analyticsfactory.com
Prom, prom lite, y rapidprom	Www.processmining.org
Processgold	Www.processgold.com
Prodiscovery	Www.puzzledata.com
Qpr processanalyzer	Www.qpr.com
Scheer process mining	Www.scheer-group.com
Signavio process intelligence	Www.signavio.com

Fuente: Sitio Web

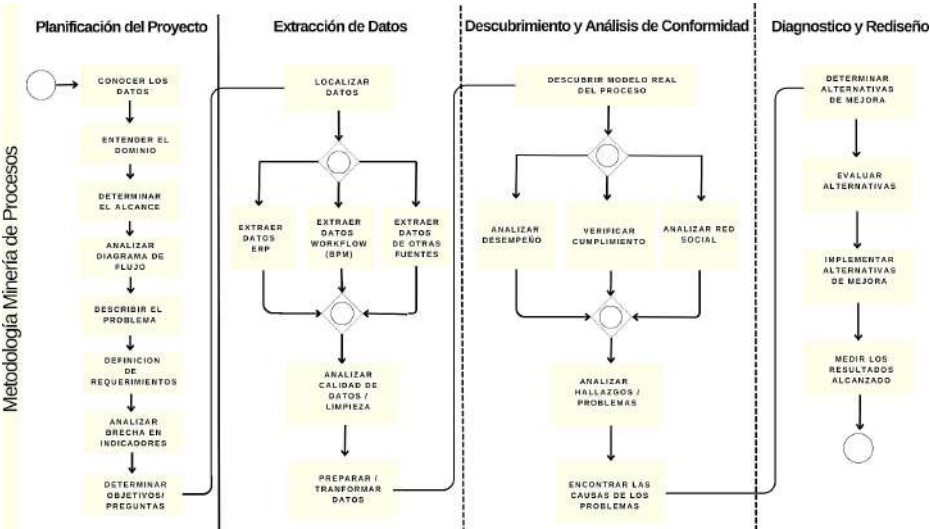
Autor: Robledo (2018)

Propuesta de proceso de aplicación de minería de procesos para la verificación de la conformidad del workflow de producción en la compañía EuroFish

Como objetivo principal de la investigación se propone una metodología que permite aplicar minería de procesos para auditoría automática; para lograr cumplir el objetivo se siguieron varios pasos, tomando como referencia la metodología de Aguirre Mayorga & Rincón García (2015), propuesta en su tesis doctoral, a continuación se muestra la metodología con las variantes añadidas en la primera fase de planificación del proyecto, como primera variante se tiene conocer el proyecto, seguido de entender el dominio y la definición de los requerimientos generando un aporte significativo al momento de aplicar la metodología para la auditoría automática del sistema HACCP.

Para el cumplimiento de unos de los objetivos se aplicó el método de minería de procesos sobre auditoría automática de peligros y puntos críticos de control en empresas atuneras. Con los resultados obtenidos se contribuye la mejora de los procesos transaccionales, este método es extensible más allá de entorno de auditorías automáticas, se podría aplicar de forma sistemática a cualquier otro entorno o aspecto relativo a la aplicación de minería de procesos y así lograr detectar que procesos necesitan ser atendidos con la finalidad de brindar un mejor servicio o hacerlos más eficientes.

En cuanto a los resultados y su valoración, se pudo constatar que las aristas que se ha añadido en las actividades del método propuesto fueron de gran alcance en cuanto sus beneficios, a favor de nuevas propuestas de mejora a nivel de datos con respecto a una mejor especificación del proceso de auditoría automática para mejorar la trazabilidad de los resultados en cuanto la muestra. Por tanto, esta nueva metodología adaptada con aristas sobre la identificación de una problemática aportó un intercambio de ideas y mejoras.



Planificación del proyecto

Se identificaron varios desafíos en cuanto a la extracción de datos y la aplicación de Minería de Procesos a log de eventos reales, los cuales fueron determinantes para optar por generar log de eventos sintéticos, estos desafíos se presentan a continuación.

Calidad de los datos

La empresa guarda información en archivos que constituyen una base de datos no relacional, observándose redundancia de datos e inconsistencia de estos. Es decir, existen datos duplicados en distintos archivos, conduciendo a que el mismo atributo pueda tener valores distintos, implicando que exista inconsistencia de datos.

Agregación, eliminación y transformación de datos

Mediante agregación diaria se pierden datos relevantes de las transacciones realizadas, que sí son guardados inicialmente en el TPS. También hay datos que son sobrescritos, es decir, a medida que la instanciación del proceso va avanzando algunos datos, como los estados asociados a un evento o los usuarios, que fueron registrados con anterioridad, se van actualizando en los mismos campos, perdiendo información relevante para los análisis de control de flujo, de tiempo, de casos y organizacional.

Log de eventos incompletos

El TPS no guarda datos que resultan relevantes para el análisis con Minería de Procesos.

Documentación disponible

Como se señaló anteriormente, la base de datos del TPS está compuesta por archivos no relacionados, por lo que no aplica el uso de modelos relacionales.

Identificación de la problemática

El sistema de HACCP funciona bajo los fundamentos científicos y carácter sistemático, que se espera a nivel empresarial en la industria atunera lo que resta calidad a los procesos impidiendo identificar los peligros definidos con el fin de garantizar la calidad de la producción atunera. Por ello resulta necesario la aplicación de la minería para auditoria automática de procesos como instrumento para evaluar los peligros y puntos críticos de control.

La finalidad de la presente investigación es recalcar el beneficio de la información y las técnicas de minería de proceso a nivel de gestión empresarial, así como la importancia de la gestión de información, por lo que se refieren las diferentes aristas desde las cuales se emplean las técnicas indicadas y por ende los resultados obtenidos en empresas pesqueras. Extracción de los datos

Al no obtenerse los resultados esperados respecto a los datos históricos disponibles no se realiza la extracción, se implementa una aplicación para generar log de eventos del proceso según los procedimientos establecidos.

Descubrimiento y análisis de conformidad

A continuación, se analiza el log de eventos, se dan a conocer los modelos de control de flujo obtenidos mediante aplicación de MP y los resultados del análisis de conformidad.

a) Análisis del log de eventos

Se realiza análisis del log de eventos para obtener una visualización de la situación actual, considerando solamente los datos que pudieran estar disponibles en los sistemas de información de la empresa, una vez superados los desafíos relacionados con la extracción de datos.

Diagnóstico y rediseño

A continuación, se da a conocer el rediseño propuesto (To Be) mediante MP y los principales resultados obtenidos. Para complementar los indicadores actuales del PD y mejorar el sistema de control se plantea incorporar el uso de las variantes adaptadas en el método propuesto.

CASO 2: Análisis comparativo de herramientas de minería de procesos sobre los datos de la producción de conservas de atún en la empresa Eurofish s.a.

Resumen

La presente investigación tiene como enfoque de realizar un análisis comparativo de herramientas de minería de procesos aplicadas a los datos de la producción de conservas de atún en la empresa EuroFish S.A. Donde la importancia de la misma se enmarca en conocer la minería de procesos, empleando herramientas para obtener la información valiosa sobre los procesos de producción de conservas de atún y su impacto en la eficiencia operativa y la calidad del producto, de forma que todo este análisis parte con la recopilación de datos relevantes y posteriormente se realiza una limpieza de los mismos para obtener un event log válido, proporcionará información detallada sobre el flujo de los procesos, permitiendo identificar posibles cuellos de botella, analizar la frecuencia de cada uno de los procesos y determinar el tiempo que lleva su ejecución en la empresa. La metodología que se aplicó es una investigación exploratoria, con métodos histórico-lógico, análisis- síntesis, inducción-deducción, para abarcar los contenidos y tener una base sólida. En los resultados predominan la utilización del modelo Celonis, PROM y Disco,

donde se concluye que la herramienta más óptima y adecuada a emplear en este tipo de análisis es Celonis, en vista de que los procesos no son complejos y proporciona mayores procesos a realizar, para enfocar un correcto análisis de procesos en la empresa Finalmente, la investigación contribuye en la obtención de un modelo de conformidad para aplicar como un modelo en los datos de la compañía para mejorar y optimizar los flujos de procesos evitando retardos. (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Resultados del caso de investigación

El análisis FODA de la producción de conservas de atún en la empresa EUROFISH S.A. destaca las fortalezas y debilidades internas de la empresa, así como las oportunidades y amenazas externas que enfrenta en el mercado. Este análisis proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas y el desarrollo de estrategias que maximicen las fortalezas de la empresa y aprovechen las oportunidades disponibles.

Tabla 8. *Análisis FODA- de la empresa EUROFISH*

Fortalezas	Debilidades
1 Calidad del producto: EUROFISH S.A. tiene una reputación establecida por la producción de conservas de atún de alta calidad.	1 Dependencia de proveedores de materia prima: EUROFISH S.A. podría enfrentar desafíos si existe una interrupción en el suministro de atún de alta calidad por parte de sus proveedores.
2 Experiencia y conocimiento: La empresa cuenta con un equipo experimentado y capacitado en la producción de conservas de atún, lo que asegura la eficiencia y el conocimiento técnico en el proceso.	2 Costos de producción: Los costos de producción pueden ser un desafío para la empresa, especialmente si hay fluctuaciones en los precios de los insumos o los costos laborales.
3 Infraestructura y tecnología: EUROFISH S.A. posee una planta moderna y equipada con tecnología avanzada para el procesamiento eficiente de las conservas de atún.	3 Competencia en el mercado: Existe una competencia significativa en el sector de las conservas de atún, lo que puede afectar la participación de mercado de EUROFISH S.A. y sus márgenes de beneficio.
4 Amplia red de distribución: La empresa cuenta con una extensa red de distribución que abarca tanto el mercado nacional como el internacional, lo que le brinda acceso a un mayor número de clientes potenciales.	4
Oportunidades	Amenazas
1 Demanda creciente: Existe una tendencia en el mercado hacia el consumo de productos saludables y nutritivos, lo que representa una oportunidad para EUROFISH S.A. de satisfacer la demanda de conservas de atún de alta calidad.	1 Cambios en las regulaciones alimentarias: Cambios en las regulaciones relacionadas con la seguridad alimentaria y los estándares de calidad pueden afectar las operaciones de EUROFISH S.A. y requerir ajustes en sus procesos y sistemas.
2 Expansión de mercados internacionales: La empresa puede aprovechar la demanda creciente de conservas de atún en diferentes países para expandir su presencia en el mercado internacional.	2 Fluctuaciones en los precios del atún: Variaciones en los precios del atún pueden impactar la rentabilidad de la empresa y su capacidad para mantener precios competitivos en el mercado.
3 Diversificación de productos: EUROFISH S.A. podría explorar la diversificación de su línea de productos, como la introducción de conservas de atún con diferentes sabores o presentaciones, para captar nuevos segmentos de mercado.	3 Cambios en las preferencias del consumidor: Las preferencias del consumidor pueden cambiar con el tiempo, lo que requiere que EUROFISH S.A. se adapte y diversifique su oferta para satisfacer las demandas cambiantes.

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Análisis Situacional

El análisis que se realiza de las herramientas que se emplean en la minería de procesos, en cuanto a los datos, de la producción de las conservas de atún en la empresa Eurofish S.A, tiene como enfoque principal, la realización de una comparación de herramientas, técnicas que se emplean para la evaluación de los procesos, que se efectúan dentro de esta organización, además de conocer en que procesos se encuentran problemas o cuellos de botellas, conocer la frecuencia y tiempo en que estas actividades se realizan.

En el análisis comparativo de herramientas de minería de procesos sobre los datos de la producción de conservas de atún en la empresa Eurofish S.A., se deben considerar varios aspectos en relación a los contextos social, cultural, económico, político e institucional.

Considerar estos aspectos sociales, culturales, económicos, políticos e institucionales en el análisis comparativo de herramientas de minería de procesos permitirá obtener una visión más completa y holística de su aplicación en la producción de conservas de atún en Eurofish S.A. Además, facilitará la toma de decisiones informadas para optimizar los procesos y mejorar los resultados en la empresa.

En la investigación, se determina a los componentes que se incluyen en este contexto:

- **Entorno biológico:** Dentro de este punto, se tiene como principal enfoque de determinar las diferentes herramientas o software de minería de procesos aplicable a los datos referentes a la producción de conservas de atún, para posterior preparar los datos de residentes de los sistemas informático para acondicionar los a formatos aplicables para realizar minería de procesos.
 - **Sistemas:** Se detallan al social, cultural, económico, político e institucional
 - **Social:** En este contexto hace énfasis en que es importante evaluar el impacto de la producción de conservas de atún en la comunidad local y en los trabajadores de la empresa. Se deben considerar aspectos como el bienestar de los empleados, la calidad de vida en la comunidad y el cumplimiento de normas laborales.
 - **Cultural:** En este punto, se debe tener en cuenta las prácticas y costumbres relacionadas con la producción de conservas de atún, así como la aceptación y preferencias culturales de los consumidores.

res. Esto permitirá adaptar las herramientas de minería de procesos a los contextos culturales específicos.

- **Económico:** Se plantea, que se debe realizar un análisis los costos y beneficios de la producción de conservas de atún, así como la rentabilidad y competitividad de la empresa Eurofish S.A. Esto incluye evaluar la eficiencia de las herramientas de minería de procesos en términos de optimización de procesos, reducción de costos y aumento de la productividad.
- **Político:** En el contexto político, se deben considerar las regulaciones y políticas gubernamentales relacionadas con la industria de conservas de atún. Es necesario asegurarse de que la utilización de las herramientas de minería de procesos cumpla con los requisitos legales y esté alineada con las políticas nacionales e internacionales.
- **Institucional:** Es fundamental evaluar la capacidad y disposición de Eurofish S.A. para adoptar e implementar las herramientas de minería de procesos en su estructura organizacional. Esto incluye la disponibilidad de recursos técnicos, el compromiso de la alta dirección y la capacitación del personal para utilizar estas herramientas de manera efectiva.

Diagnóstico

La investigación, tiene un enfoque en la realización de un análisis de tipo comparativo, basándose en las herramientas que se emplean en la minería de procesos, en cuanto a los datos de la producción de conservas de atún en la empresa Eurofish S.A.

Los factores que intervienen en la investigación, se centran en el objeto que se presenta en la investigación para lo cual las herramientas de minería de procesos sobre los datos de la producción de conservas de atún en la empresa Eurofish S.A. teniendo como fin la aportación de aumentar la rentabilidad y mantener una posición competitiva en el mercado pesquero.

Para ello, el análisis comparativo de herramientas, en la empresa Eurofish S.A. contribuye en la identificación de los problemas y necesidades que tienen relación con los procesos de gestión de la producción, de la empresa. Donde se destacan como problemáticas, las ineficiencias en la producción, la falta de visibilidad sobre el o los flujos de trabajo, los tiempos de producción prolongados o fluctuantes, y posibles cuellos de botella en la cadena de suministro.

Presentándose como inconvenientes, el aumento de la calidad, contribuir con el aseguramiento de los estándares y las normativas que sean pertinentes de la empresa. Plateando como soluciones que las herramientas, permitan la mejora en las operaciones de producción, siempre y cuando se obtenga una eficiencia, una reducción de costos, y mejorar en la toma de decisiones.

Propuesta de análisis comparativo de herramientas de minería de procesos sobre los datos de la producción de conservas de atún en la empresa Eurofish s.a.

Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa se refiere a la capacidad de las herramientas de minería de procesos para adaptarse y funcionar de manera eficiente en el entorno operativo de Eurofish S.A. Esto implica evaluar si las herramientas pueden manejar el volumen de datos de la producción de conservas de atún, si son compatibles con los sistemas existentes y si pueden integrarse sin interrupciones en los procesos de la empresa.

Factibilidad Tecnológica

La factibilidad tecnológica se centra en determinar si las herramientas de minería de procesos están disponibles y son adecuadas para el contexto tecnológico de Eurofish S.A. Se debe evaluar si la empresa cuenta con la infraestructura necesaria, como hardware, software y capacidad de almacenamiento, para utilizar eficientemente estas herramientas y si el personal tiene el conocimiento y las habilidades requeridas para su implementación y uso.

Factibilidad Económica

La factibilidad económica se refiere a la viabilidad financiera de utilizar las herramientas de minería de procesos en Eurofish S.A. Esto implica analizar los costos asociados, como licencias de software, capacitación del personal y posibles gastos de infraestructura, en relación con los beneficios esperados, como la mejora de la eficiencia operativa, la optimización de los procesos de producción y la toma de decisiones basadas en datos.

Análisis comparativo de herramientas:

Para el desarrollo del análisis en las herramientas de minería de procesos, se empleó un Excel denominada como data, donde se encuentran los datos que se analizaran de la empresa Eurofish S.A.

En la data se presentan los parámetros necesarios para su análisis, por lo que se indica el Case_id, la actividad que realiza, el tiempo en realizar la actividad o procesos y los recursos.

Figura 52. Data-Excel

ORDEN	CASE_ID	ACTIVIDAD	TIEMPO	RECURSO
1	7	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-04 00:00:00	ROY MENDOZA
2	8	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-04 00:00:00	ROY MENDOZA
3	11	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-08 00:00:00	ROY MENDOZA
4	12	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-08 00:00:00	ROY MENDOZA
5	13	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-08 00:00:00	ROY MENDOZA
6	14	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-10 00:00:00	ROY MENDOZA
7	15	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-11 00:00:00	ROY MENDOZA
8	16	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-14 00:00:00	ROY MENDOZA
9	18	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-14 00:00:00	ROY MENDOZA
10	19	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-14 00:00:00	ROY MENDOZA
11	20	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-14 00:00:00	ROY MENDOZA
12	21	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-18 00:00:00	ROY MENDOZA
13	22	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-18 00:00:00	ROY MENDOZA
14	23	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-21 00:00:00	ROY MENDOZA
15	25	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-21 00:00:00	ROY MENDOZA
16	27	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-21 00:00:00	ROY MENDOZA
17	28	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-25 00:00:00	ROY MENDOZA
18	29	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-25 00:00:00	ROY MENDOZA
19	32	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-28 00:00:00	ROY MENDOZA
20	33	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-28 00:00:00	ROY MENDOZA
21	34	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-01-28 00:00:00	ROY MENDOZA
22	35	EGRESOS A PRODUCCIÓN	2021-02-01 00:00:00	ROY MENDOZA

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

SQL SERVER

En el análisis comparativo de herramientas de minería de procesos sobre los datos de la producción de conservas de atún en la empresa Eurofish S.A., se utiliza SQL Server como una de las herramientas principales. SQL Server es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado por Microsoft. Ofrece un entorno robusto y escalable para almacenar, administrar y analizar grandes volúmenes de datos.

Además de la gestión de datos, SQL Server ofrece un conjunto completo de herramientas y funcionalidades para el análisis de datos. Esto incluye capacidades de consulta avanzadas utilizando el lenguaje SQL, capacidades de agregación y filtrado de datos, generación de informes, integración con herramientas de visualización de datos y opciones para realizar análisis estadísticos y de tendencias.

Al utilizar SQL Server en el análisis comparativo de herramientas de minería de procesos, se puede aprovechar su potencial para realizar consultas

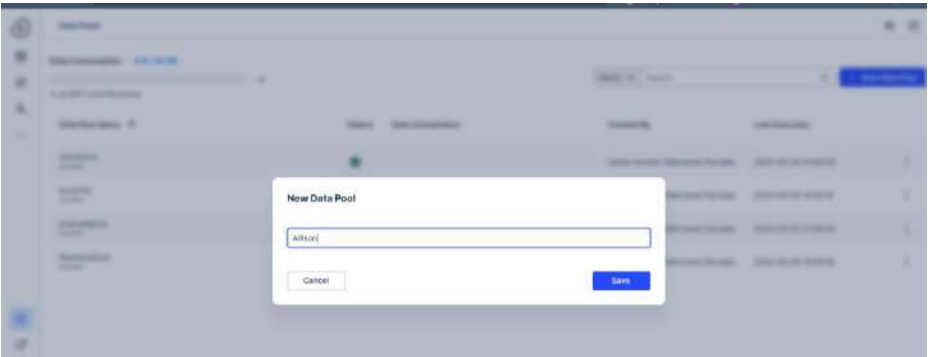
complejas y obtener información valiosa sobre el rendimiento de los procesos de producción de conservas de atún. Esto permite identificar patrones, tendencias y posibles áreas de mejora en el proceso, lo que contribuye a la toma de decisiones informadas y a la optimización de la producción en Eurofish S.A.

CELONIS

En el caso de Eurofish S.A., Celonis se utiliza para analizar y mejorar el proceso de producción de conservas de atún. La plataforma permite extraer los datos relevantes del sistema de gestión empresarial de Eurofish S.A. y realizar un análisis exhaustivo de los flujos de trabajo y las interacciones entre los diferentes componentes de los procesos de producción.

Celonis utiliza algoritmos de minería de procesos para identificar posibles cuellos de botella, ineficiencias y áreas de mejora en el proceso de producción de conservas de atún. La herramienta proporciona visualizaciones interactivas, como diagramas de flujo y gráficos de tiempo, que permiten a los analistas y responsables de toma de decisiones comprender mejor la dinámica de los procesos y detectar oportunidades para optimizarlo.

Figura 53. *New data Celonis*



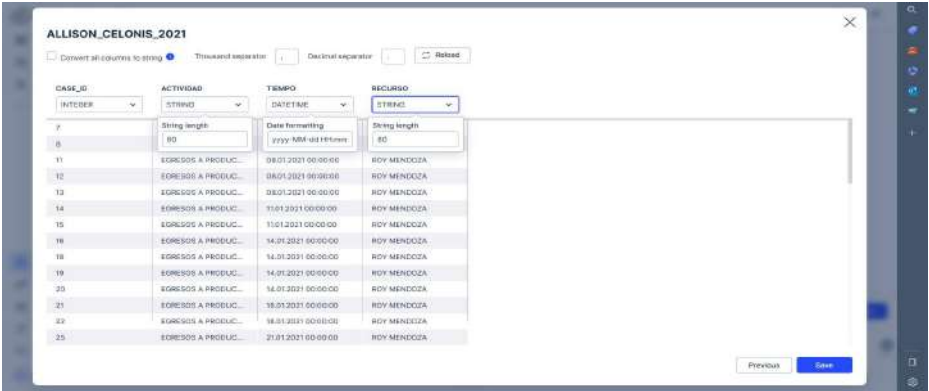
Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la Figura se describe la asignación, de la extracción de los datos, que se encuentran en la data inicial, para evaluarlos, en este caso se toman como referencia los datos del año 2021, además de la asignación de los tipos de datos que se van a usar dentro de cada parámetro.

En el contexto de la actividad, se consideran los puntos críticos de control de los procesos de producción y se toma como referencia el diagrama de la empresa para realizar el seguimiento.

Figura 54. Extracción de la data y tipos de datos



Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Se observa si la ejecución de los datos ha sido correcta, o no

Figura 55. Ejecución de la data

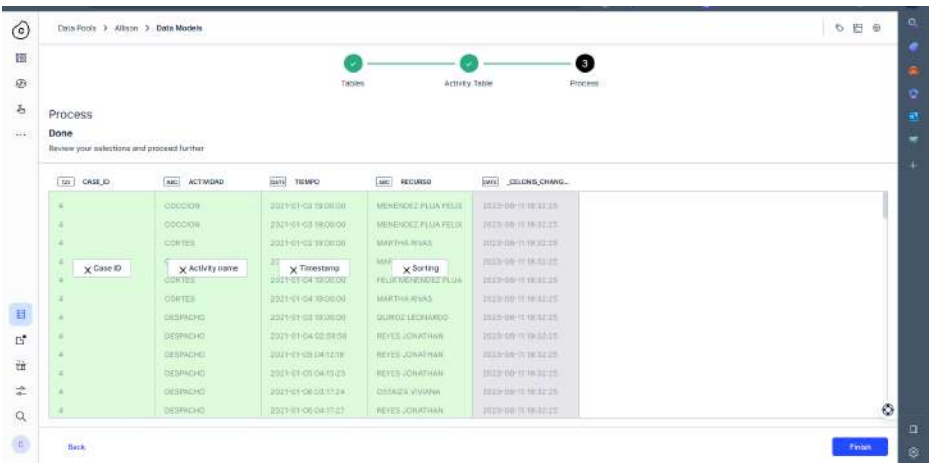


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la Figura se observa, las fases de la ejecución que parte del análisis de las tablas, pasa por la examinación de las actividades de cada tabla y llega a los procesos a esto se lo conoce como “Modelos de Datos”.

Figura 56. Modelos de Datos Celonis

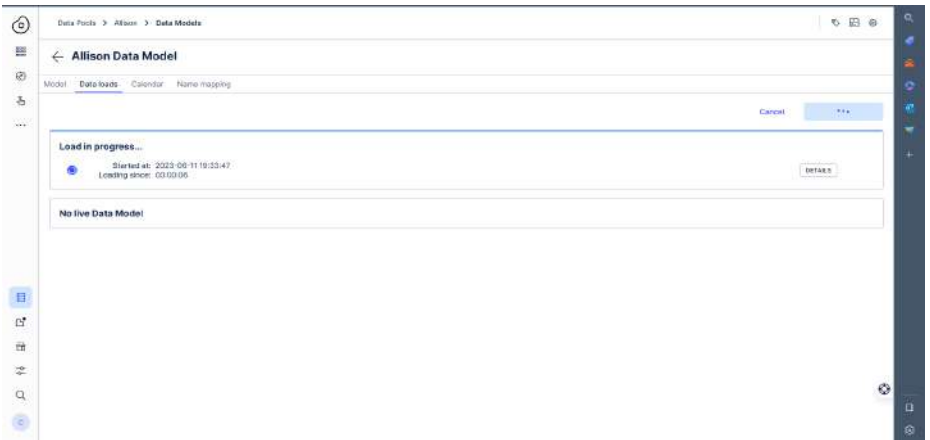


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la se observa que los datos se encuentran en procesos de carga

Figura 57. Celonis procesos de carga

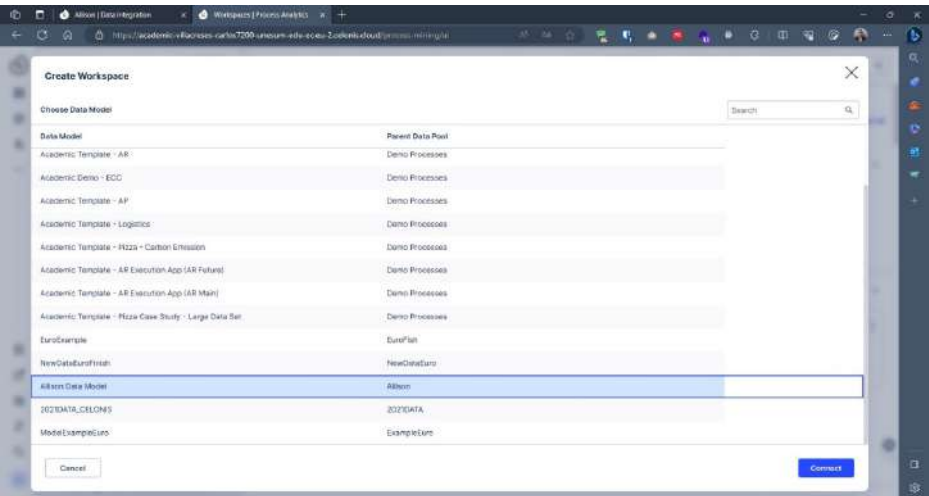


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la se observa el modelo que se ha creado

Figura 58. *Modelo Modelo*

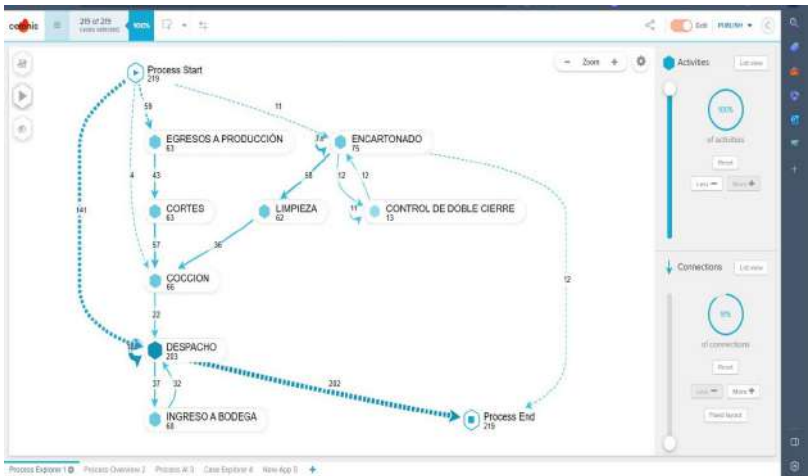


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la se el modelo de los datos, de forma que se permita analizar los cuellos de botellas o inconvenientes, en los procesos y cuanto ha durado dicha actividad, de forma que con este análisis se mejore y optimicen los procesos en tiempo y frecuencia.

Figura 59. *Modelo a partir de la data*

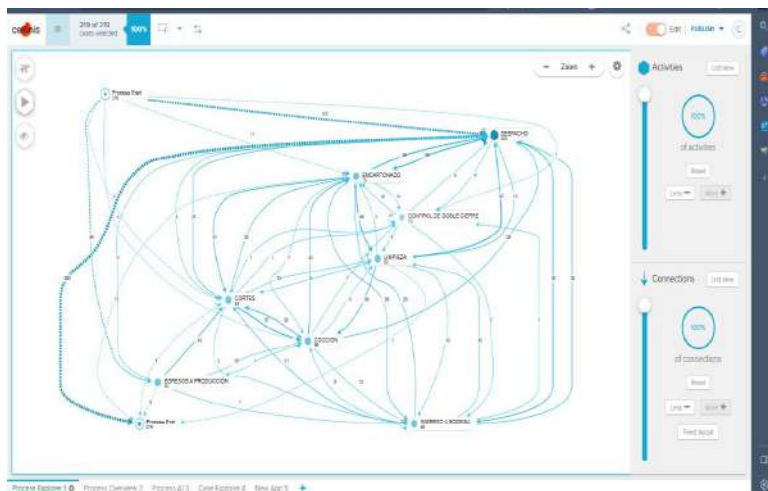


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la se detalla el modelo al 100% en sus actividades, donde se exploran los procesos y los eventos totales por día y la duración media.

Figura 60. Modelo al 100%

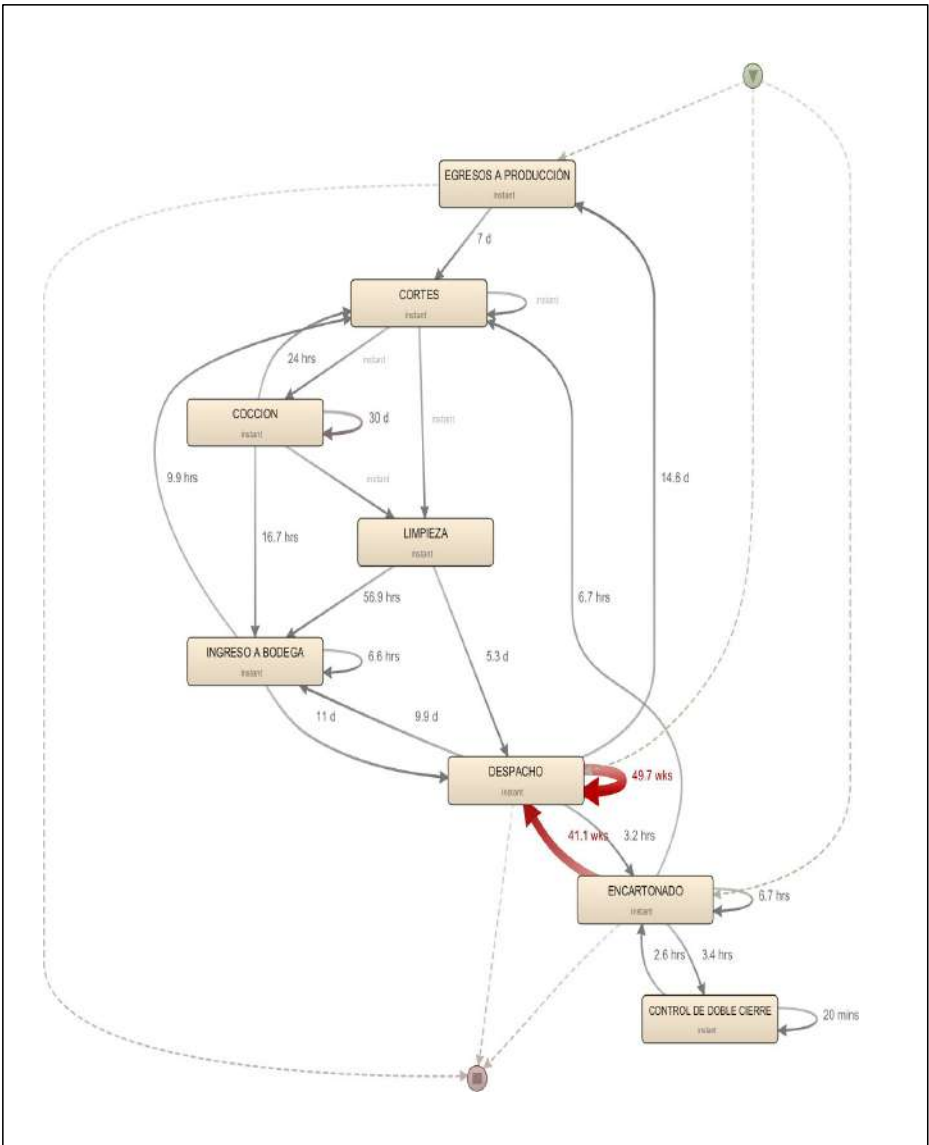


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la se detalla el modelo en sus actividades, donde se exploran los procesos y los eventos totales por día y la duración media en base a tiempo en horas.

Figura 61. Modelo en horas.

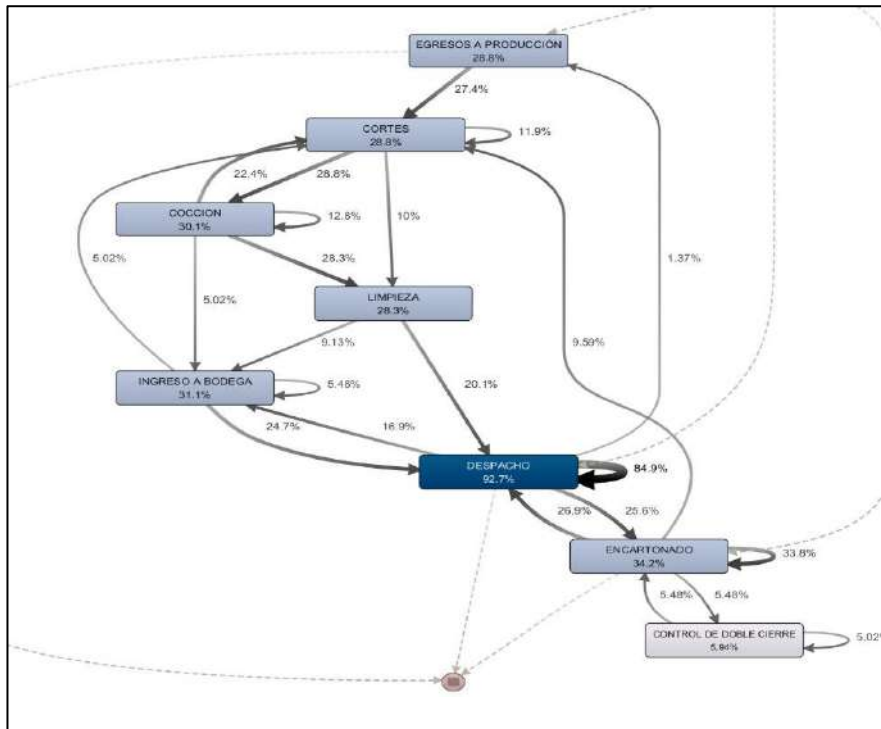


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin García , 2023).

Se detalla el modelo en sus actividades, donde se exploran los procesos y los eventos totales por día y la duración media en base a tiempo.

Figura 63. *Frecuencia normal Celonis.*

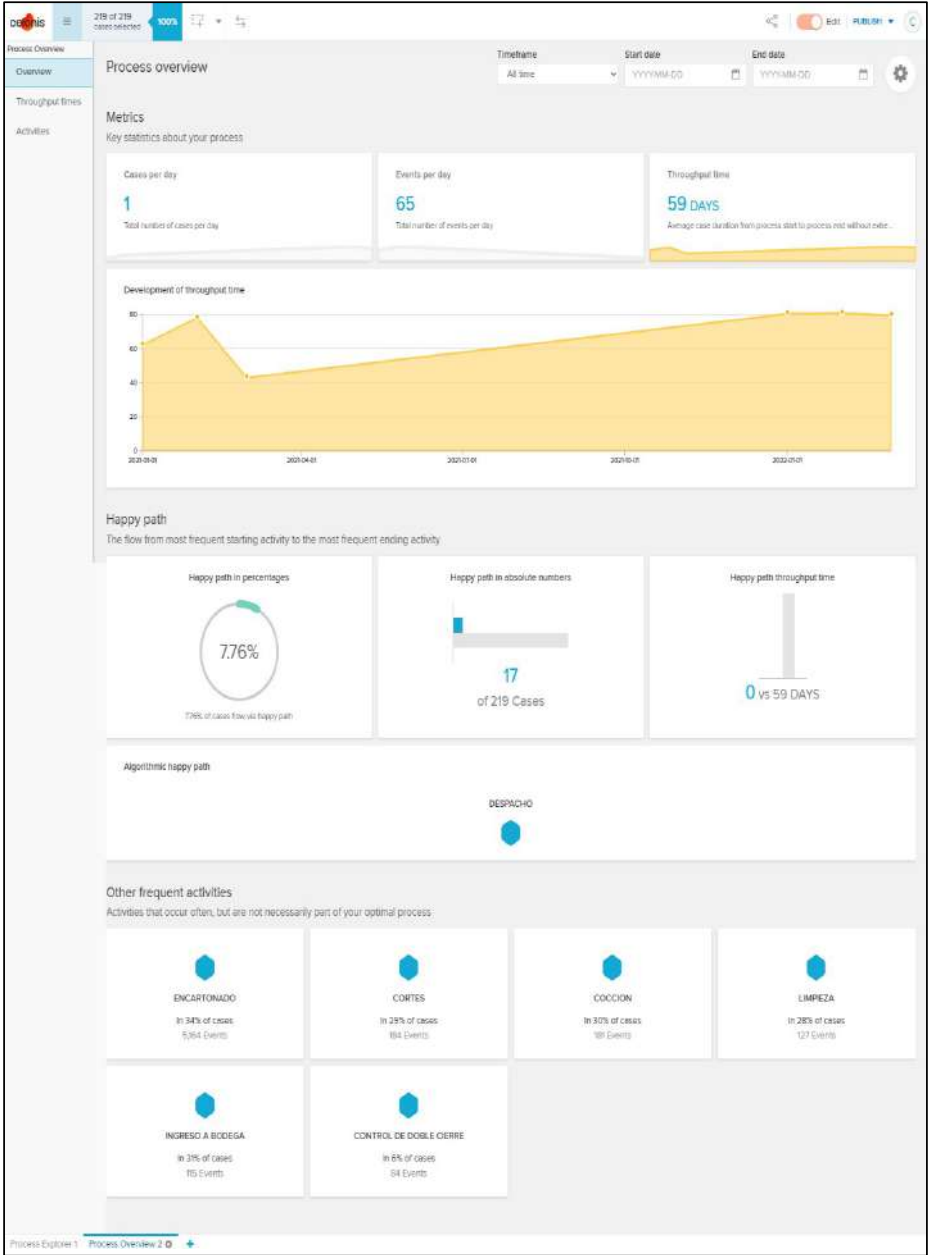


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En la se evidencia que una vez que se ha obtenido el modelo, por medio de Celonis, se realiza una revisión de tipo general o de amplia gama, de forma que se obtiene la descripción de cada uno de los procesos, por días, y la duración que cada una de las actividades ha tenido.

Figura 64. *Frecuencia normal Celonis.*



Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

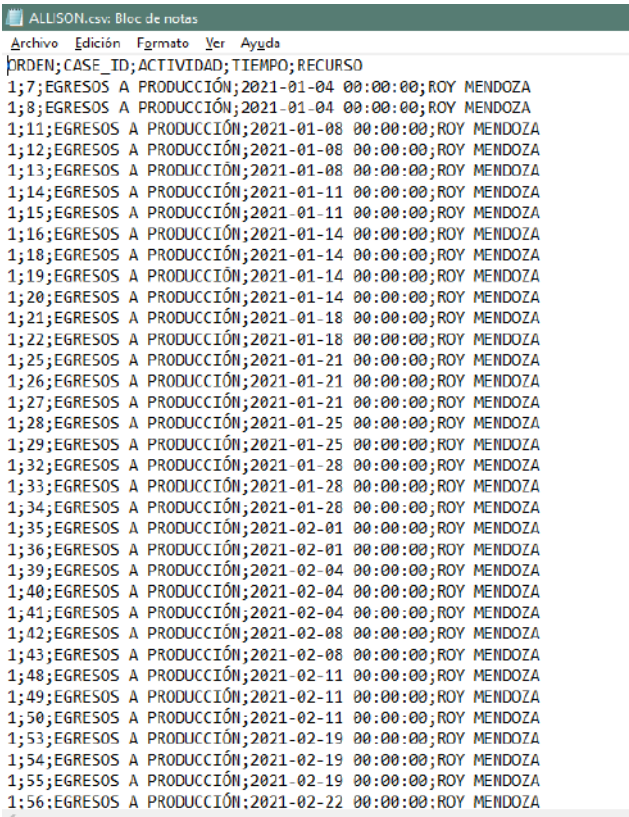
Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Esta herramienta utiliza algoritmos avanzados para extraer conocimientos útiles, identificar cuellos de botella, mejorar la eficiencia y optimizar los procesos. Con PROM, es posible visualizar de manera gráfica los flujos de trabajo, identificar actividades redundantes o innecesarias, detectar desviaciones y anomalías, y tomar decisiones informadas para mejorar la calidad, reducir los tiempos de producción y aumentar la eficiencia en la empresa EuroFish S.A.

El uso de PROM en este análisis comparativo proporciona una valiosa información que contribuye a la toma de decisiones estratégicas y a la mejora continua de los procesos de producción de conservas de atún.

Para trabajar con PROM, se empleó una data con formato cvs, como la que se evidencia en la figura.

Figura 66. Data cvs



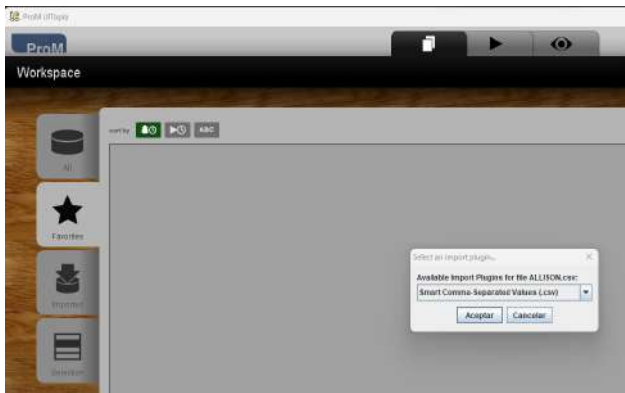
ORDEN	CASE_ID	ACTIVIDAD	TIEMPO	RECURSO
1;7	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-04	00:00:00	ROY MENDOZA
1;8	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-04	00:00:00	ROY MENDOZA
1;11	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-08	00:00:00	ROY MENDOZA
1;12	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-08	00:00:00	ROY MENDOZA
1;13	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-08	00:00:00	ROY MENDOZA
1;14	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-11	00:00:00	ROY MENDOZA
1;15	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-11	00:00:00	ROY MENDOZA
1;16	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-14	00:00:00	ROY MENDOZA
1;18	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-14	00:00:00	ROY MENDOZA
1;19	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-14	00:00:00	ROY MENDOZA
1;20	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-14	00:00:00	ROY MENDOZA
1;21	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-18	00:00:00	ROY MENDOZA
1;22	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-18	00:00:00	ROY MENDOZA
1;25	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-21	00:00:00	ROY MENDOZA
1;26	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-21	00:00:00	ROY MENDOZA
1;27	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-21	00:00:00	ROY MENDOZA
1;28	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-25	00:00:00	ROY MENDOZA
1;29	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-25	00:00:00	ROY MENDOZA
1;32	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-28	00:00:00	ROY MENDOZA
1;33	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-28	00:00:00	ROY MENDOZA
1;34	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-01-28	00:00:00	ROY MENDOZA
1;35	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-01	00:00:00	ROY MENDOZA
1;36	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-01	00:00:00	ROY MENDOZA
1;39	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-04	00:00:00	ROY MENDOZA
1;40	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-04	00:00:00	ROY MENDOZA
1;41	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-04	00:00:00	ROY MENDOZA
1;42	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-08	00:00:00	ROY MENDOZA
1;43	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-08	00:00:00	ROY MENDOZA
1;48	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-11	00:00:00	ROY MENDOZA
1;49	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-11	00:00:00	ROY MENDOZA
1;50	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-11	00:00:00	ROY MENDOZA
1;53	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-19	00:00:00	ROY MENDOZA
1;54	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-19	00:00:00	ROY MENDOZA
1;55	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-19	00:00:00	ROY MENDOZA
1;56	EGRESOS	A PRODUCCIÓN;2021-02-22	00:00:00	ROY MENDOZA

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Se evidencia la selección de la data que se detalló anteriormente.

Figura 67. Selección de la data

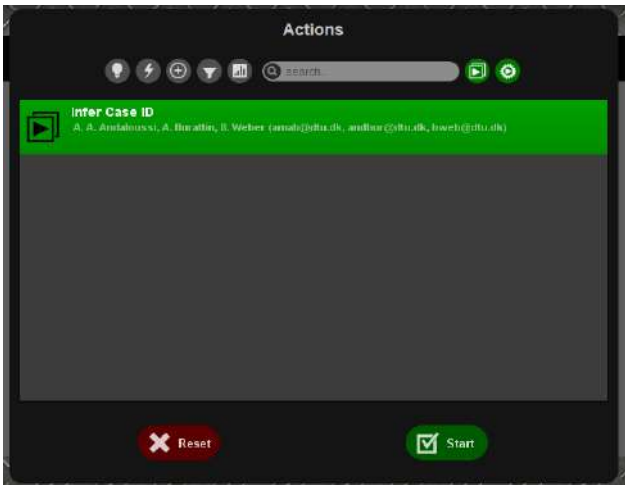


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En ella se detalla el modelo en sus actividades, donde se exploran los procesos y los eventos totales por día y la duración media en base a la frecuencia normal.

Figura 68. Carga de la data



Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

En imagen se evidencia el tipo de datos, con los campos que son necesarios como lo es el Case_id; la actividad; el tiempo y los recursos que se emplean en cada uno de las actividades.

Figura 69. Tipos de datos

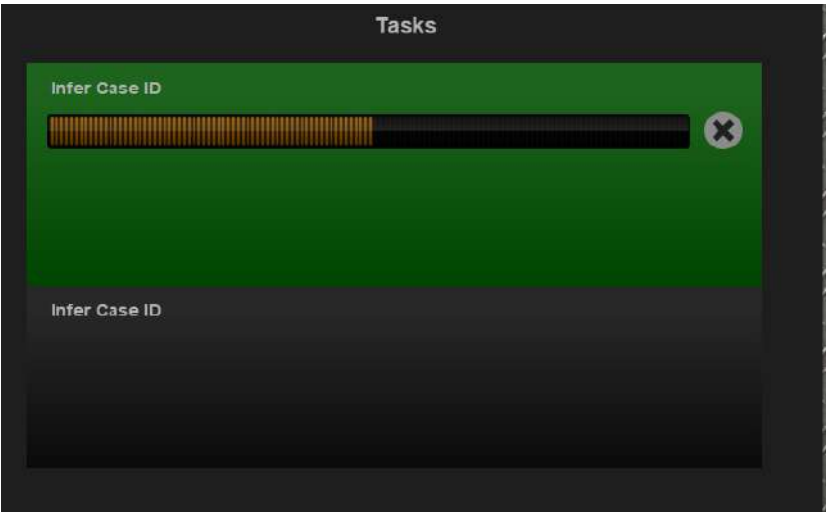
Select TimeStamp Attribute

CASE_ID	ACTIVIDAD	TIEMPO	RECURSO
7	EGRESOS A PRODUCCIÓN	4/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
8	EGRESOS A PRODUCCIÓN	4/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
11	EGRESOS A PRODUCCIÓN	6/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
12	EGRESOS A PRODUCCIÓN	8/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
13	EGRESOS A PRODUCCIÓN	8/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
14	EGRESOS A PRODUCCIÓN	11/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
15	EGRESOS A PRODUCCIÓN	11/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
16	EGRESOS A PRODUCCIÓN	14/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
18	EGRESOS A PRODUCCIÓN	14/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
19	EGRESOS A PRODUCCIÓN	14/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
20	EGRESOS A PRODUCCIÓN	14/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
21	EGRESOS A PRODUCCIÓN	18/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
22	EGRESOS A PRODUCCIÓN	18/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
25	EGRESOS A PRODUCCIÓN	21/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
26	EGRESOS A PRODUCCIÓN	21/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
27	EGRESOS A PRODUCCIÓN	21/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
28	EGRESOS A PRODUCCIÓN	25/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
29	EGRESOS A PRODUCCIÓN	25/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
32	EGRESOS A PRODUCCIÓN	28/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
33	EGRESOS A PRODUCCIÓN	28/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
34	EGRESOS A PRODUCCIÓN	28/1/2021 0:00	ROY MENDOZA
35	EGRESOS A PRODUCCIÓN	1/2/2021 0:00	ROY MENDOZA
36	EGRESOS A PRODUCCIÓN	1/2/2021 0:00	ROY MENDOZA

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí
Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Se evidencia la carga de las tareas o actividades

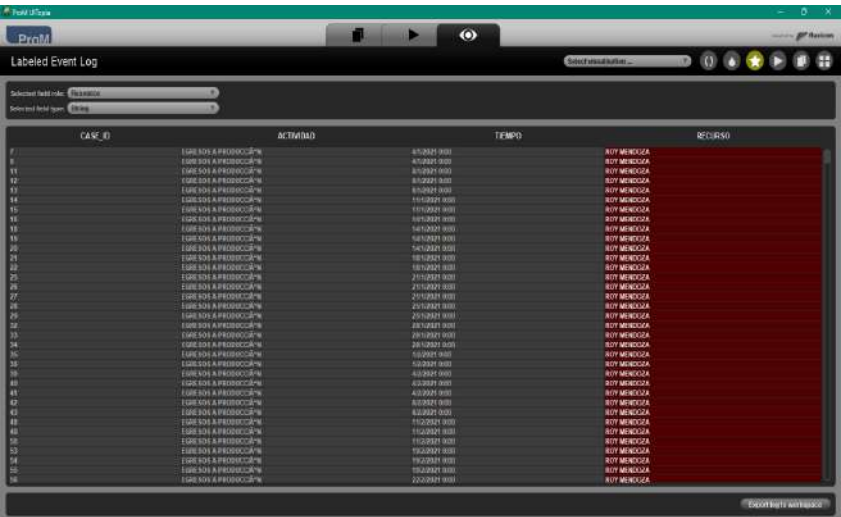
Figura 70. PROM carga de datos



Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Figura 71. Parámetros de la data

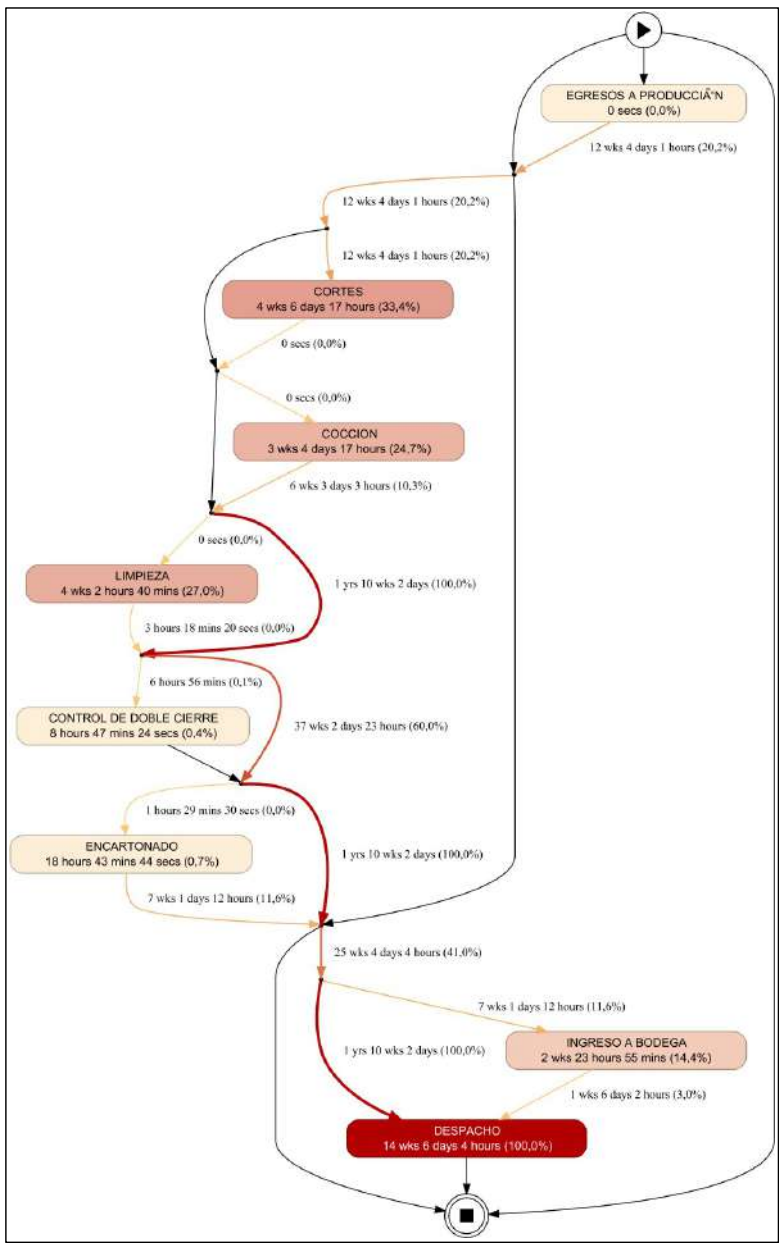


Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

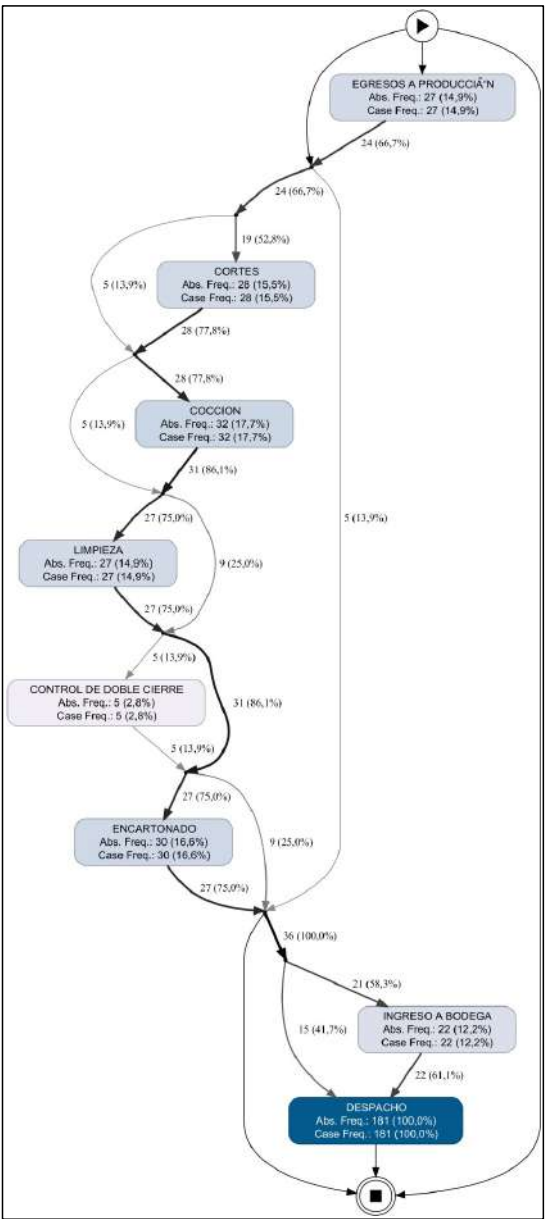
Se detalla la duración de las actividades bajo las métricas de tiempo.

Figura 72. Modelo bajo métricas de tiempo



Se detalla la duración de las actividades bajo las métricas de frecuencia.

Figura 73. Modelo bajo métricas de frecuencia



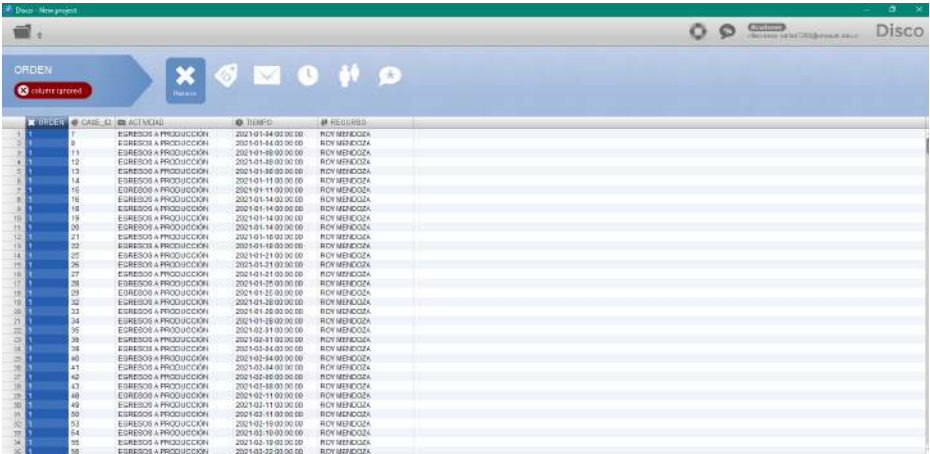
DISCO

Se utiliza la herramienta DISCO (Process Mining Software) para realizar un análisis detallado y exhaustivo de los procesos involucrados. DISCO permite extraer datos valiosos de los registros de eventos y visualizarlos en forma de diagramas de flujo, lo que facilita la identificación de ineficiencias, cuellos de botella y oportunidades de mejora en el flujo de trabajo de la producción de conservas de atún.

Esta herramienta utiliza algoritmos avanzados para descubrir patrones, tendencias y relaciones ocultas en los datos, lo que proporciona una visión clara y objetiva de los procesos y permite tomar decisiones informadas para optimizar la eficiencia y la calidad en EuroFish S.A. DISCO también ofrece funcionalidades para monitorear y medir el rendimiento de los procesos, lo que ayuda a identificar áreas de mejora y a implementar acciones correctivas de manera oportuna.

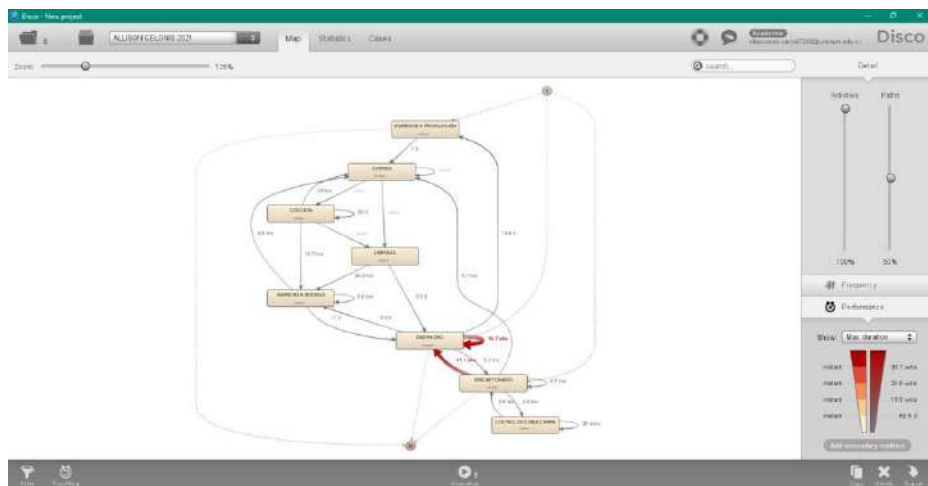
En la Figura 45, se evidencia el tipo de datos, con los campos que son necesarios como lo es el Case_id; la actividad; el tiempo y los recursos que se emplean en cada uno de las actividades.

Figura 74. Parámetros a analizar



ID	CASE_ID	ACTIVIDAD	TIEMPO	RECURSOS
1	7	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-04 00:00:00	RON MENDOZA
2	9	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-04 00:00:00	RON MENDOZA
3	11	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-08 00:00:00	RON MENDOZA
4	12	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-08 00:00:00	RON MENDOZA
5	13	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-08 00:00:00	RON MENDOZA
6	14	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-11 00:00:00	RON MENDOZA
7	15	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-11 00:00:00	RON MENDOZA
8	16	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-14 00:00:00	RON MENDOZA
9	18	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-14 00:00:00	RON MENDOZA
10	19	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-14 00:00:00	RON MENDOZA
11	20	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-14 00:00:00	RON MENDOZA
12	21	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-16 00:00:00	RON MENDOZA
13	22	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-16 00:00:00	RON MENDOZA
14	23	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-16 00:00:00	RON MENDOZA
15	24	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-21 00:00:00	RON MENDOZA
16	25	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-21 00:00:00	RON MENDOZA
17	26	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-21 00:00:00	RON MENDOZA
18	27	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-21 00:00:00	RON MENDOZA
19	28	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-25 00:00:00	RON MENDOZA
20	29	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-25 00:00:00	RON MENDOZA
21	30	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-25 00:00:00	RON MENDOZA
22	31	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-25 00:00:00	RON MENDOZA
23	32	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-25 00:00:00	RON MENDOZA
24	33	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-25 00:00:00	RON MENDOZA
25	34	EGRESOS A PRODUCCION	2021-01-25 00:00:00	RON MENDOZA
26	35	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
27	36	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
28	37	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
29	38	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
30	39	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
31	40	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
32	41	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
33	42	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
34	43	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
35	44	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
36	45	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
37	46	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
38	47	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
39	48	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
40	49	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
41	50	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
42	51	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
43	52	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
44	53	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
45	54	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
46	55	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA
47	56	EGRESOS A PRODUCCION	2021-02-01 00:00:00	RON MENDOZA

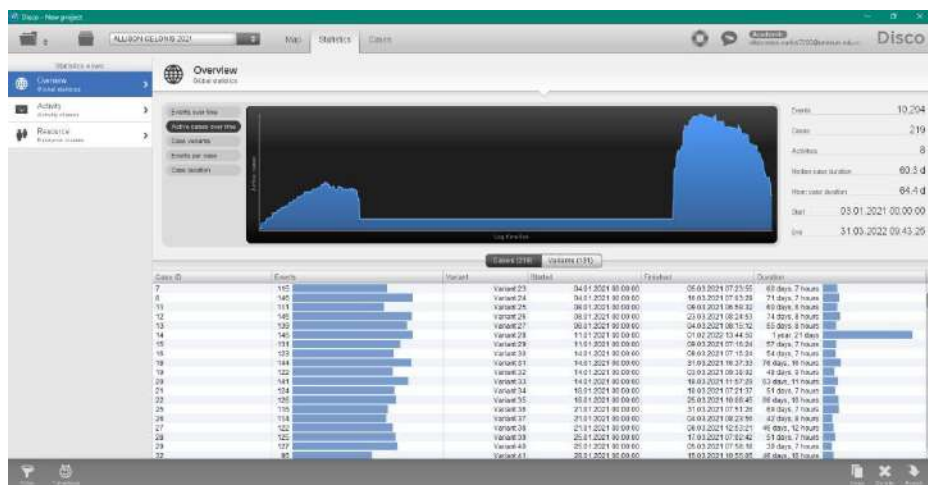
Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí
Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Figura 76. Modelo en DISCO en tiempo

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin García , 2023).

En la Figura se evidencia la duración de las actividades en DISCO, por parte de todos los procesos, desde la elaboración, cortes, producción y demás que conforman las actividades de la empresa.

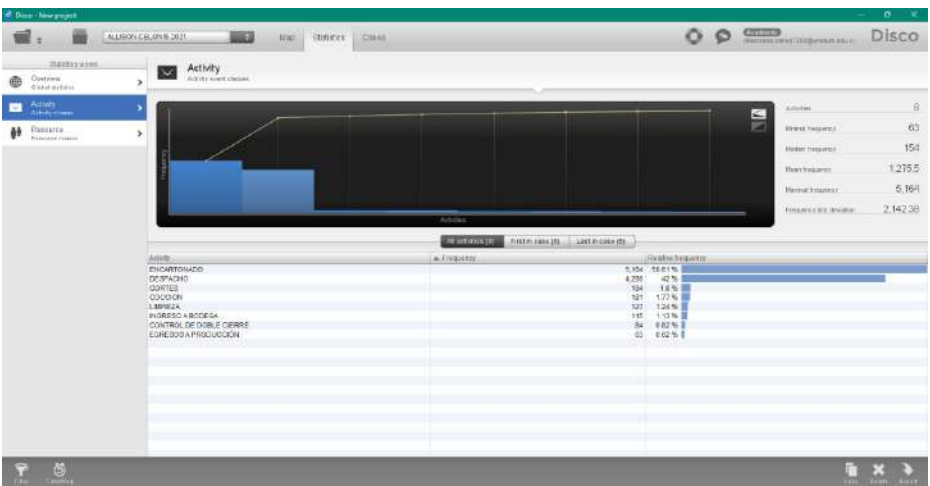
Figura 77. Duración de las actividades

Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin García , 2023).

En la Figura 49, se evidencia la duración de las actividades en DISCO, por parte de todos los procesos, desde la elaboración, cortes, producción y demas que conforman las actividades de la empresa.

Figura 78. Duración de las actividades



Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí
Elaborado por: Yosa Tubay Allison Gabriela (Yosa Tumbaco & Pin Garcia , 2023).

Este análisis comparativo de herramientas de minería de procesos tiene como objetivo general realizar un análisis exhaustivo de las diferentes herramientas factibles de aplicar sobre los datos de producción de conservas de atún en EuroFish S.A. con el fin de mejorar la eficiencia operativa y la calidad del producto. Mediante la comparación y evaluación de estas herramientas, se espera proporcionar a la empresa información valiosa que le permita tomar decisiones informadas y estratégicas para optimizar sus procesos y mantenerse competitiva en el mercado.

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Capítulo 5

Algoritmos en la Minería de Procesos



En la actualidad la aplicación de la minería de procesos es una disciplina que permite descubrir y mejorar los procesos de las empresas mediante los conocimientos de los sistemas de información, además registran datos valiosos con respecto a actividades, eventos y variables asociadas al cumplimiento de los procesos. Esta información puede ser aprovechada con técnicas de la minería de datos y a su vez la minería de procesos para descubrir la realidad de cómo se están ejecutando los procesos y de esta forma tomar decisiones para mejorarlos.

En Ecuador, muchas empresas procesadoras de conservas de atún; no han dejado de competir por la constante innovación, mediante el lanzamiento de gran calidad de toda su cartera de productos, además con una fuerte inversión en distintos sistemas y herramientas para mejorar procesos de automatización, creando un valor de este modo en el mercado.

La utilización y la transformación de la cantidad de datos existentes en los sistemas de información corporativos en base a los procesos de negocio, de esta manera se puede identificar los cuellos de botella, retrasos, desviaciones y fuentes de desperdicios en los diferentes procesos y a la vez descubrir oportunidades para poder optimizar el rendimiento y maximizar los resultados empresariales.

Algoritmos en la Minería de Procesos

Para una empresa es importante mejorar los procesos porque es un componente clave de la gestión de los procesos empresariales ya ello se debe saber cuáles son los problemas que existen para así poder aplicar la minería de procesos.

La tecnología cada día avanza y las entidades se adaptan a los nuevos cambios para obtener más beneficio y rentabilidad en el mercado nacional e internacional, para ello a continuación se nombra ciertos beneficios que ayudan a las organizaciones a tomar mejores decisiones.

El process mining o minería de procesos es la conexión de la información que existe en las organizaciones con sistemas ERP, sistemas IT, aplicaciones en diferentes plataformas. Los procesos operan de diferente manera, además se conectan a un amplio número de sistemas con sus flujos y procesos operativos. Por otro lado, se hace énfasis a la lista de fabricantes que existen y que son útiles en una organización donde se necesite la aplicación de minería de procesos.

¿Qué tipos de empresas pueden hacer minería de procesos?

La minería de procesos es apta para cualquier empresa u organización (sí, las ONG también ejecutan procesos), además no importa el tamaño de las empresas, no tiene limitaciones de áreas ni departamentos, por lo cual tenga más complejidad de operaciones, existe más necesidad de claridad para entender lo que sucede y mayores beneficios de la minería de procesos.

La minería de procesos puede ser aplicada en una amplia variedad de tipos de empresas y sectores. A continuación, se presentan algunos ejemplos de industrias y tipos de empresas que pueden beneficiarse de la minería de procesos:

1. Manufactura: Las empresas manufactureras pueden utilizar la minería de procesos para analizar el flujo de producción, identificar ineficiencias en la cadena de suministro, optimizar el uso de recursos y mejorar la calidad del producto.

2. Servicios financieros: En el sector financiero, la minería de procesos puede ser utilizada para analizar los procesos relacionados con préstamos, procesamiento de transacciones, gestión de riesgos y cumplimiento normativo.

3. Salud y atención médica: En hospitales y clínicas, la minería de procesos puede ayudar a rastrear la atención al paciente, optimizar los flujos de trabajo médicos y administrativos, y garantizar el cumplimiento de las normativas de privacidad y seguridad de la información.

4. Telecomunicaciones: Las empresas de telecomunicaciones pueden usar la minería de procesos para analizar el ciclo de vida de los clientes, desde la adquisición hasta la atención al cliente y la resolución de problemas técnicos.

5. Retail y comercio electrónico: En estas industrias, la minería de procesos puede ayudar a comprender el comportamiento del cliente, mejorar la gestión del inventario, optimizar la logística y diseñar estrategias de marketing más efectivas.

6. Transporte y logística: Empresas en este sector pueden utilizar la minería de procesos para rastrear el movimiento de mercancías, mejorar la gestión de flotas y analizar los tiempos de entrega.

7. Energía y servicios públicos: La minería de procesos puede ser aplicada para analizar la generación y distribución de energía, así como para optimizar el mantenimiento de equipos y la gestión de recursos.

8. Gobierno y administración pública: Las agencias gubernamentales pueden aprovechar la minería de procesos para analizar la eficiencia en la pres-

tación de servicios públicos, mejorar la toma de decisiones basada en datos y garantizar la transparencia en los procesos administrativos.

9. Educación: Instituciones educativas pueden utilizar la minería de procesos para analizar los flujos de trabajo relacionados con la gestión de estudiantes, planificación de cursos y evaluación de resultados educativos.

10. Industria de servicios: Cualquier tipo de empresa que ofrezca servicios, como consultoría, legal, contabilidad, recursos humanos, entre otros, puede aplicar la minería de procesos para optimizar sus operaciones internas y la entrega de servicios a los clientes.

Estos son solo ejemplos, ya que la minería de procesos puede ser aplicada en prácticamente cualquier industria donde existan procesos repetitivos o secuencias de eventos que puedan ser registrados y analizados. La clave es identificar cómo los insights obtenidos a través de la minería de procesos pueden mejorar la eficiencia, la calidad y la toma de decisiones en la organización.

Descubrimiento de procesos

El descubrimiento de procesos brinda a las partes interesadas una imagen general del proceso mediante la identificación de incógnitas. Utiliza una variedad de métodos y herramientas para aprender cómo funcionan los procesos comerciales. El descubrimiento de procesos es una subcategoría de la minería de procesos. La mayoría de las soluciones de análisis de procesos también ofrecen capacidades de descubrimiento de procesos. ((Michael Eisner, 2021)

Cómo puede ayudarme el proceso de descubrimiento

El descubrimiento de procesos proporciona una ruta ideal para automatizar procesos comerciales críticos. Este software registra acciones entre usuarios y flujos de trabajo para revelar exactamente lo que se necesita para mejorarlos utilizando herramientas como la automatización de procesos automatizados. Su principal beneficio es llenar los vacíos en lo que los humanos y sus sistemas informáticos deben hacer para automatizar estas tareas. Por lo tanto, es una herramienta importante para que las organizaciones hagan más con menos recursos, costos más bajos y menos errores. También reduce los riesgos de seguridad y cumplimiento normativo al garantizar que se cumplan todos los requisitos, lo que no siempre es el caso cuando se realizan tareas manualmente. (Automation Anywhere, n.d.-a)

Quién utiliza el proceso de descubrimiento

Explore operaciones aceleradas en cualquier unidad de negocios y en casi todas las industrias. Es una excelente manera de prepararse para RPA o mejorar sus resultados en departamentos de todas las industrias, incluidos contabilidad, recursos humanos, servicio al cliente y marketing. También se utilizan ampliamente en finanzas, seguros, telecomunicaciones, atención médica, centros de llamadas y servicios de TI. La mayoría de los usuarios de RPA suelen utilizar el descubrimiento de procesos, ya que descubrir el primero es una excelente manera de maximizar el segundo.

El descubrimiento de procesos se usa en muchas industrias y unidades comerciales porque se integra con casi cualquier aplicación, como el paquete de Microsoft Office, los sistemas de planificación de recursos empresariales (ERP) y los sistemas de administración de relaciones con los clientes (CRM). Es difícil, si no imposible, integrar otras estrategias de optimización de procesos (como la minería de procesos) en estos sistemas. Sin embargo, la facilidad de uso del descubrimiento de procesos con técnicas de inteligencia artificial que capturan las acciones del usuario con casi cualquier herramienta o sistema informático disponible es directamente responsable del beneficio, es para muchas aplicaciones diferentes (Automation Anywhere, 2022).

Casos práctico

CASO 2: Generación automática de flujo de proceso de vinculación con la sociedad de la carrera de tecnologías de la información de la universidad estatal del sur de Manabí aplicando técnicas de minería de procesos.

Resumen

La minería de procesos son técnicas aplicadas para analizar el funcionamiento de procesos a partir de registros de eventos con el fin de descubrir el comportamiento de los datos. El presente proyecto titulado: Generación automática de flujo de proceso de vinculación con la sociedad de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí aplicando técnicas de minería de procesos, se asocia al proyecto: Metodología de peligros y puntos críticos de control aplicando minería de procesos. Tiene como objetivo analizar el flujo de proceso de vinculación con la sociedad, acoge una metodología de entrevistas y procesos investigativos para recabar información y así, demostrar la importancia que tiene la aplicación de la minería de procesos en sistemas institucionales. El resultado principal fue

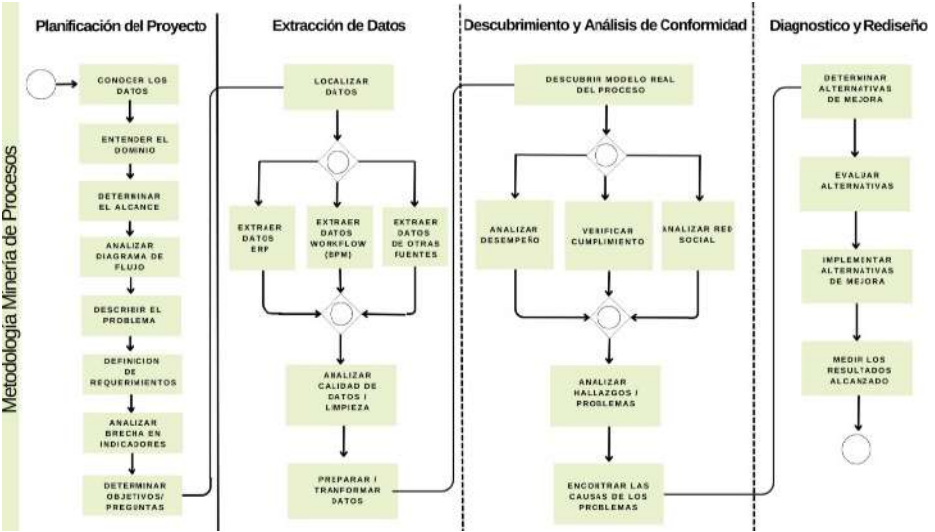
el descubrimiento del proceso real ejecutado en el área de vinculación con la sociedad el cual al ser analizado denotó ciertos factores que deben ser tomados en cuenta. El modelo del proceso descubierto denota una clara variación en los casos registrados, en cuanto al cumplimiento de las actividades y los tiempos o plazos en las que éstas deben o deberían de cumplirse, ya que no hay una uniformidad en el tiempo de cumplimiento del proceso de vinculación como tal. El análisis de las interacciones de las personas involucradas en el proceso que forman parte del recurso humano para llevar a cabo el proceso de vinculación, denotó una sobrecarga de trabajo, lo cual, debería ser regulado para que haya una carga igualitaria de trabajo.

Resultados del caso de investigación

Los resultados alcanzados en el desarrollo de la propuesta del presente proyecto son consecuentes a la aplicación de un enfoque directo de la minería de procesos sobre la información o data recabada para así, lograr el descubrimiento del proceso real ejecutado en el área de vinculación con la sociedad de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Para el descubrimiento del proceso de vinculación con la sociedad de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí se aplicó la metodología propuesta por (Martínez Gómez & Pin García, 2024) que contiene la siguiente estructura:

Figura 79. Metodología para la Minería de Procesos



Fuente: Universidad Estatal del Sur de Manabí

Elaborado por: Jefferson Joel Martínez Gómez (Martínez Gómez & Pin García, 2024)

Se muestra cómo está estructurada la metodología a utilizar, consta de cuatro etapas que son: la planificación del proyecto, la extracción de datos, el descubrimiento y análisis de conformidad y, por último, diagnóstico y rediseño. Para el desarrollo de la propuesta del presente proyecto se seguirá las directrices de la estructura antes mencionada hasta la etapa

de descubrimiento y análisis de conformidad puesto que, es el alcance máximo que marcan los objetivos planteados para el desarrollo de proyecto.

Planificación del proyecto

El objetivo de esta etapa es entender el proceso y sus principales problemas para, de esta forma, determinar los objetivos de mejora o las preguntas a responder con la aplicación de la minería de procesos. (Aguirre Mayorga & Rincón García, 2015)

- Conocer los datos

Los datos tomados en cuenta para este estudio comprenden a información de registro de los estudiantes aptos para realizar el proceso de vinculación, también se tomó en consideración algunos puntos clave del Workflow manual con él cuenta el área y, por último, varias actividades del cronograma de actividades que se consideró relevantes para el estudio.

- Entender el dominio

Como dominio del grupo de datos destinados para este estudio se definió por casos para no causar redundancias o confusión de información al usar la C.I de cada estudiante.

- Determinar el alcance

El alcance máximo como tal, planteado en este proyecto es el descubrimiento del proceso real ejecutado en el área de vinculación de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

- Analizar el diagrama de flujo

Del Workflow manual del área de vinculación con la sociedad de la carrera de Tecnologías de la Información de la Universidad Estatal del Sur de Manabí se tomaron en cuenta algunos puntos importantes para el desarrollo del registro de eventos tales como plazos de cumplimientos de ciertas actividades.

- Describir el problema

Principalmente el problema radica en que se desconoce el proceso real ejecutado en el área antes mencionada, se desconoce si se llevan a cabo todas las actividades, si alguna actividad causa algún entorpecimiento en el proceso, entre otros factores que pueden ser descubiertos.

- Definición de requerimientos

Los principales requerimientos para realizar el análisis son los datos con los que se va a interactuar que en este caso son el registro de estudiantes, el workflow y el cronograma de actividades a desarrollar, otro requerimiento es la plataforma para realizar la minería de procesos que en este caso se utilizará DISCO de fluxicon y, por último, la metodología que brinde las directrices para obtener resultados satisfactorios.

- Analizar brechas e indicadores

Se pretende analizar el desempeño de los casos a través del modelo descubierto y realizar un análisis de red social para identificar aspectos que hagan que el proceso no se produzca con uniformidad.

- Determinar objetivos/preguntas

El objetivo primordial de este estudio es obtener conocimiento útil a partir del análisis de datos y la pregunta es ¿Una vez culminado el análisis, el conocimiento extraído es de utilidad?

Extracción de datos

El objetivo de esta etapa es localizar los datos requeridos para el análisis, extraerlos del sistema de información y asegurar su calidad para el posterior análisis con las técnicas de minería de procesos. (Aguirre Mayorga & Rincón García, 2015)

- Localizar datos

Hay tres fuentes de información disponibles para el desarrollo de este análisis, una de ellas es el registro de estudiantes que realizan el proceso de vinculación que se encuentra en matrices de Microsoft Excel, otra fuente de información son algunos datos como lapsos de tiempo que se encuentran alojados en el Workflow manual del área de vinculación con la sociedad y, por último, la información de las actividades a realizar en el proceso de vinculación que se encuentran disponible en el cronograma de actividades a realizar que se encuentra adjunto a la ficha de inscripción de cada estudiante.

- Extraer los datos de otras fuentes

En la Figura se muestra el resultado de la revisión sistemática de los datos de registro de estudiantes proporcionados por los encargados del área de vinculación, así mismo de los informes de los 97 estudiantes que realizaron en proceso de vinculación con la sociedad en el periodo noviembre 2022 – marzo 2023 (PII 2022) de donde se tomó información presente en el cronograma de actividades realizadas dentro del proceso de vinculación. Y también algunos datos de una representación gráfica manual del flujo de actividades del área dando así, un registro de eventos de las actividades del área.

Figura 80. Registro de evento de las actividades de vinculación con la sociedad.

Caso ID	Actividad	Fecha Inic	Fecha Fin	Estudiante ID	Nombre Estudiante	Proyecto	Rec
Caso 1	Asignación de tutor	23/1/2023	27/1/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Elaboración de ficha de inscripción	30/1/2023	1/2/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Legalización de ficha de inscripción	2/2/2023	3/2/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Proceso de vinculación	30/1/2023	10/3/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Entrevista con responsable de la institución destinada al proceso de vinculación	31/1/2023	31/1/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Reunión con docente tutor para brindar lineamientos de trabajo	2/2/2023	2/2/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Socialización de actividades realizadas en la institución	3/3/2023	3/3/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Elaboración de informe	7/3/2023	8/3/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas
Caso 1	Socialización de actividades realizadas	8/3/2023	8/3/2023	1316416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de lenguaje humano (TLH) para la prevención de bullying y suicidios de niños y adolescentes 2022	Mario Jas

Fuente: Estudiantes que realizaron el proceso de vinculación con la sociedad.

- Analizar calidad de datos/limpieza

En este paso se realiza la normalización de datos, ésta es una técnica que se aplica a una base de datos o conjunto de datos con el objetivo de reducir la redundancia de los mismo ya que entorpecería el trabajo a realizar. Además, se muestra el registro de eventos con sus campos correspondientes, donde se procede a escoger sólo los campos necesarios para la práctica y así, evitar la presencia de datos o campos innecesarios.

Figura 81. Selección de datos útiles para la realización del estudio.

Caso ID	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Estudiante ID	Nombre Estudiante	Proyecto
1	Asignación de tutor	2023/01/23 00:00:00	2023/01/27 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
2	Elaboración de ficha de inscripción	2023/01/20 00:00:00	2023/02/01 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
3	Legalización de ficha de inscripción	2023/02/02 00:00:00	2023/02/03 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
4	Proceso de vinculación	2023/01/20 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
5	Entrevista con responsable de la institución destino	2023/01/21 00:00:00	2023/01/21 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
6	Raunken con docente tutor para brindar lineamientos	2023/02/02 00:00:00	2023/02/02 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
7	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/03 00:00:00	2023/03/03 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
8	Elaboración de informe	2023/03/07 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
9	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/08 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
10	Revisión de informe	2023/03/09 00:00:00	2023/03/09 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
11	Entrega de informe final	2023/03/10 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
12	Asignación de tutor	2023/01/23 00:00:00	2023/01/27 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
13	Elaboración de ficha de inscripción	2023/01/20 00:00:00	2023/02/01 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
14	Legalización de ficha de inscripción	2023/02/02 00:00:00	2023/02/03 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
15	Proceso de vinculación	2023/01/20 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
16	Entrevista con responsable de la institución destino	2023/01/21 00:00:00	2023/01/21 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
17	Raunken con docente tutor para brindar lineamientos	2023/02/02 00:00:00	2023/02/02 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
18	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/03 00:00:00	2023/03/03 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
19	Elaboración de informe	2023/03/07 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
20	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/08 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
21	Revisión de informe	2023/03/09 00:00:00	2023/03/09 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
22	Entrega de informe final	2023/03/10 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
23	Asignación de tutor	2023/01/23 00:00:00	2023/01/27 00:00:00	1313477919	DELGADO TURIBACIO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng
24	Elaboración de ficha de inscripción	2023/01/20 00:00:00	2023/02/01 00:00:00	1313477919	DELGADO TURIBACIO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng
25	Legalización de ficha de inscripción	2023/02/02 00:00:00	2023/02/03 00:00:00	1313477919	DELGADO TURIBACIO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng
26	Proceso de vinculación	2023/01/20 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1313477919	DELGADO TURIBACIO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng

Fuente: Obtenido desde DISCO.

- Preparar transformar/datos

Una vez seleccionados los datos a utilizar se procede a importarlos al software, terminado este proceso, se redirige a la interfaz principal de DISCO donde se puede escoger tres opciones para visualizar los datos cargados: Map (mapa), Statistic (Estadística), Cases (Casos) como se muestra.

Figura 81. Selección de datos útiles para la realización del estudio.

Caso ID	Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Estudiante ID	Nombre Estudiante	Proyecto
Caso 1	Asignación de tutor	2023/01/23 00:00:00	2023/01/27 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Elaboración de ficha de inscripción	2023/01/20 00:00:00	2023/02/01 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Legalización de ficha de inscripción	2023/02/02 00:00:00	2023/02/03 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Proceso de vinculación	2023/01/20 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Entrevista con responsable de la institución destino	2023/01/21 00:00:00	2023/01/21 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Raunken con docente tutor para brindar lineamientos	2023/02/02 00:00:00	2023/02/02 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/03 00:00:00	2023/03/03 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Elaboración de informe	2023/03/07 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/08 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 1	Revisión de informe	2023/03/09 00:00:00	2023/03/09 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Entrega de informe final	2023/03/10 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318416997	ARTEAGA MANRIQUE GIANELA STEFANY	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Asignación de tutor	2023/01/23 00:00:00	2023/01/27 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Elaboración de ficha de inscripción	2023/01/20 00:00:00	2023/02/01 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Legalización de ficha de inscripción	2023/02/02 00:00:00	2023/02/03 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Proceso de vinculación	2023/01/20 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Entrevista con responsable de la institución destino	2023/01/21 00:00:00	2023/01/21 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Raunken con docente tutor para brindar lineamientos	2023/02/02 00:00:00	2023/02/02 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/03 00:00:00	2023/03/03 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Elaboración de informe	2023/03/07 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Socialización de actividades realizadas en la instit	2023/03/08 00:00:00	2023/03/08 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Revisión de informe	2023/03/09 00:00:00	2023/03/09 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 2	Entrega de informe final	2023/03/10 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1318565584	BENITEZ SORRICOZA JESUS STEFANO	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 3	Asignación de tutor	2023/01/23 00:00:00	2023/01/27 00:00:00	1313477919	DELGADO TURBACAO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 3	Elaboración de ficha de inscripción	2023/01/20 00:00:00	2023/02/01 00:00:00	1313477919	DELGADO TURBACAO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 3	Legalización de ficha de inscripción	2023/02/02 00:00:00	2023/02/03 00:00:00	1313477919	DELGADO TURBACAO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng
Caso 3	Proceso de vinculación	2023/01/20 00:00:00	2023/03/10 00:00:00	1313477919	DELGADO TURBACAO ALESSIA IMABEL	Sistemas basados en tecnologías de leng

Cancel

Save

Ready to start import.

Start Import

Fuente: Obtenido desde DISCO.

- Preparar/transformar datos

Una vez seleccionados los datos a utilizar se procede a importarlos al software, terminado este proceso, se redirige a la interfaz principal de DISCO donde se puede escoger tres opciones para visualizar los datos cargados: Map (mapa), Statistic (Estadística), Cases (Casos) como se muestra.

Figura 82. *Carga y transformación de datos.*

Fuente: Obtenido desde DISCO.

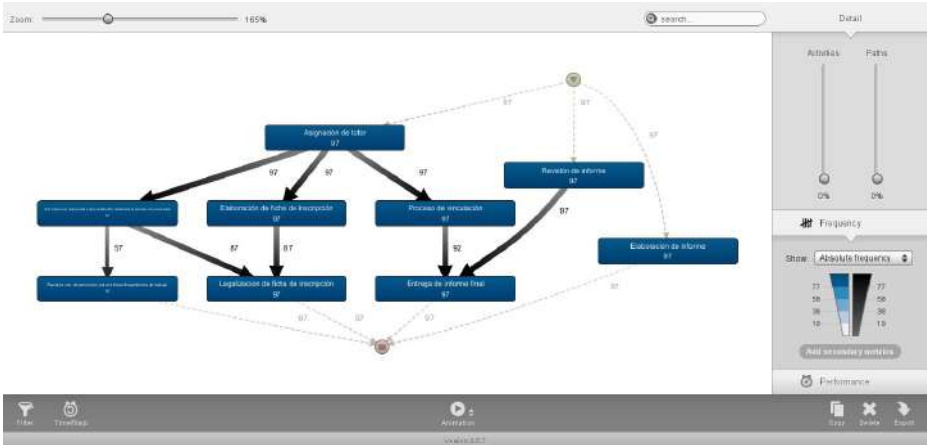
Descubrimiento y Análisis de conformidad

En esta etapa se aplican las técnicas de minería de procesos para descubrir el modelo real de ejecución del proceso, analizar su desempeño, las interacciones entre las personas involucradas en el proceso. (Aguirre Mayorga & Rincón García, 2015)

- Descubrir el modelo real del proceso

Se muestra el proceso de la forma más general posible, en otras palabras, con un nivel de detalle nulo donde no se distingue un proceso sistemático sino, un conjunto de actividades. Debido a que el nivel de detalle es nulo (0%) no se visualiza el total de las actividades ya que, para la creación del registro de eventos se tomó en cuenta 11 actividades y en el gráfico solo se logra visualizar 9 que en teoría son las actividades que tienen mayor frecuencia de casos, por ende, tampoco se muestran todos los caminos que recorren los casos.

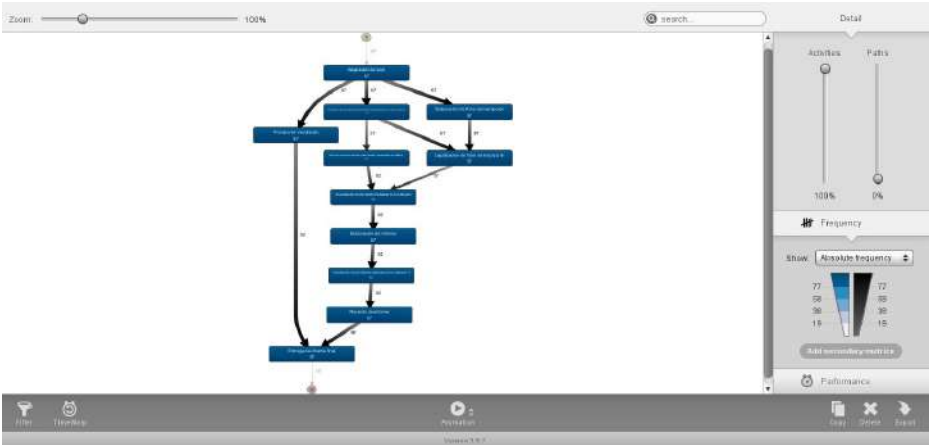
Figura 83. Carga y transformación de datos.



Fuente: Obtenido desde DISCO.

Se muestra el modelo del proceso con un nivel de detalle del 100% de sus actividades y 0% de caminos, se filtró con el porcentaje total de actividades debido a que solo con ese porcentaje de detalle se visualizó un cambio en el modelo, se logró observar un proceso con el total de sus actividades (11) y organizado donde cierta parte del modelo ya se representa como una secuencia lineal de actividades, esto no quiere decir que el resultado final de filtrado del modelo mostrará una línea sistemática, si no, que ya se evidencian características de ser un proceso como tal.

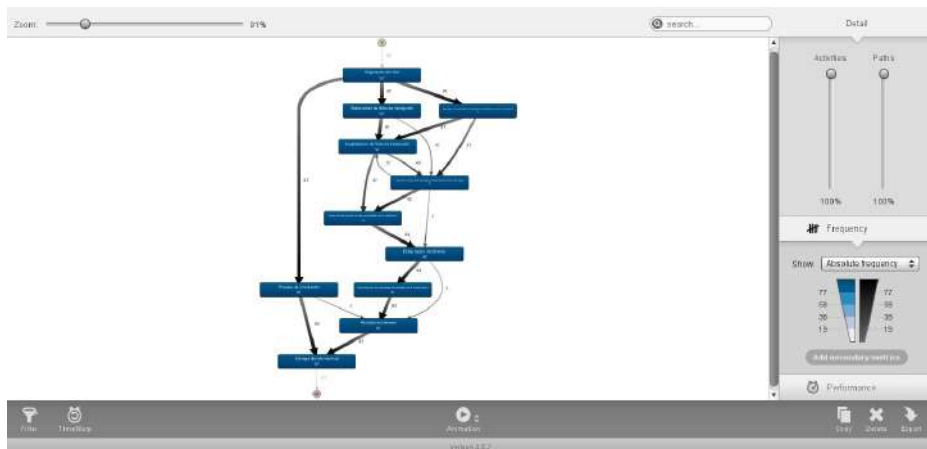
Figura 84. Modelo real del proceso con el 100% de sus actividades.



Fuente: Obtenido desde DISCO.

- Analizar desempeño

Figura 85. Modelo real del proceso con el 100% de sus actividades y caminos



Fuente: Obtenido desde DISCO.

En la primera actividad que corresponde a la asignación de tutor se registró el paso de 97 casos correspondientes al 100% del total de casos registrados.

Una vez superada la actividad de asignación de tutor comienza el proceso de vinculación como tal, dando paso a la segunda actividad que es la elaboración de la ficha de inscripción que tiene una duración de hasta 5 días después de haber iniciado el proceso de vinculación, en el modelo descubierto esta actividad tiene una media de duración de 3 días, en esta actividad también se registró el paso del (100%) de casos. Dentro de este lapso de tiempo también se desarrolla la actividad de entrevista con el/la responsable de la institución destinada al proceso de vinculación, la cual, tiene una duración de un día hábil, en esta actividad también se registró el paso del (100%) de casos.

Después de la actividad de entrevista con el/la responsable de la institución destinada al proceso de vinculación comienza un proceso desorganizado donde hubo un porcentaje de estudiantes (10,3%) que se reunieron con su tutor asignado antes de que culminara el proceso de legalización de sus fichas de inscripción, por otro lado, un gran porcentaje de estudiantes (48,45%) completó las dos actividades de forma simultánea en los primeros días, y otro

porcentaje (41,23%) lo hizo de igual manera, pero, en los días próximos a culminar con el plazo promedio de realización de estas actividades.

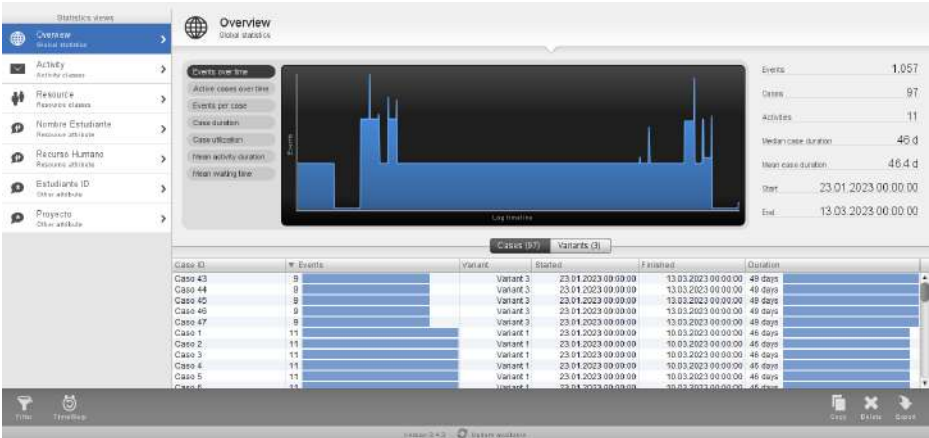
Una vez culminadas estas dos actividades se sigue el proceso de prácticas de vinculación con total normalidad hasta llegar a la primera socialización de actividades, la cual fue realizada por la gran mayoría de estudiantes (94,84%) del total registrado, mientras que, un grupo muy reducido de estudiantes (5,15%) omitieron esta actividad en su proceso de vinculación generando así, un retraso en el cumplimiento de la siguiente actividad que corresponde a la elaboración del informe.

La actividad de elaboración del informe la realizaron de igual manera el (94,84%) de estudiantes de manera oportuna, pasando así a la siguiente actividad que corresponde a la segunda socialización de actividades y posterior a eso a la respectiva revisión del informe, mientras que los casos aislados (5,15%) comenzaron con retraso la elaboración del informe, no cumplieron con la segunda socialización de actividades, y culminaron la elaboración del informe de manera simultánea con su respectiva revisión, dando así por finalizado el proceso de vinculación mediante la entrega del informe final.

- Analizar red social

Ya culminada la explicación de los caminos del modelo descubierto, se hace oportuno el análisis de la parte estadística de este descubrimiento, en la Figura 8 se muestra un KPI del paso de los eventos a lo largo del tiempo donde se puede confirmar ciertos datos del descubrimiento en el camino de actividades, por ejemplo, los casos aislados que no cumplieron el total de actividades del proceso de vinculación, el tiempo promedio que les llevó la culminación del proceso, entre otros.

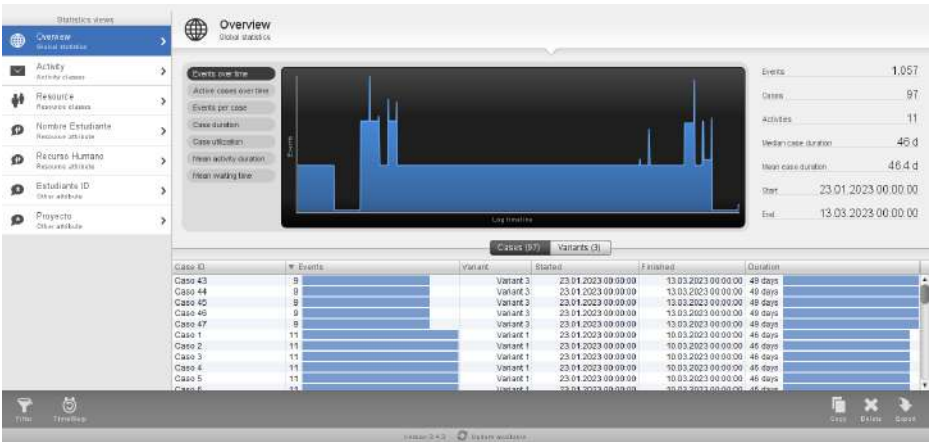
Figura 86. KPI del paso de los eventos a lo largo del tiempo.



Fuente: Obtenido desde DISCO.

La Figura muestra 3 variantes de cumplimiento del proceso de vinculación, la primera de ellas indica que 82 casos cumplieron 11 actividades y el tiempo promedio del proceso de vinculación duró 46 días, por otro lado, 10 casos cumplieron las 11 de actividades de igual manera pero, el tiempo promedio de duración se extendió a los 48 días, por último, 5 casos que solo registraron el cumplimiento de 9 actividades y sin embargo, su tiempo promedio de cumplimiento del proceso de vinculación les llevó 49 días.

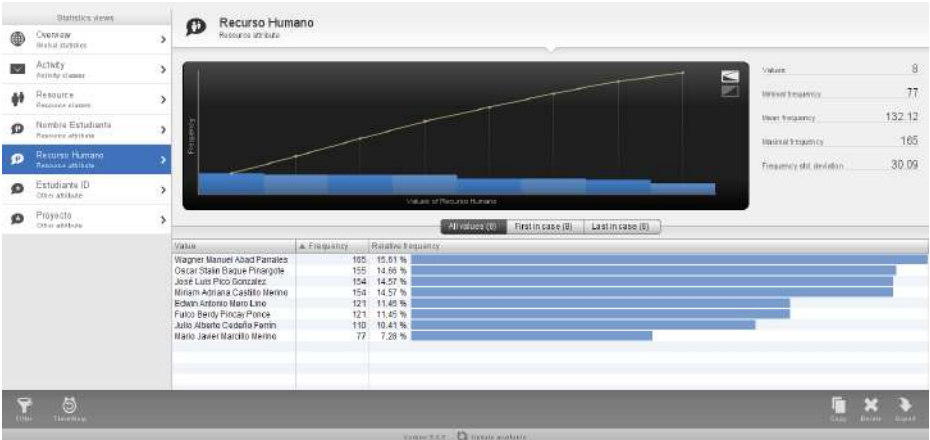
Figura 87. Variantes de cumplimiento del proceso de vinculación.



Fuente: Obtenido desde DISCO.

Otro punto a tratar es la utilización del recurso humano mostrada en la Figura, en este caso, los docentes a cargo de las tutorías de los estudiantes. Se descubrió una sobrecarga de horaria sobre algunos docentes, lo cual denota una irregularidad en la cantidad de horas de trabajo de los docentes, hecho que debería ser regulado para que la sobrecarga horaria sea igual para todos los docentes.

Figura 88. Utilización del recurso humano.

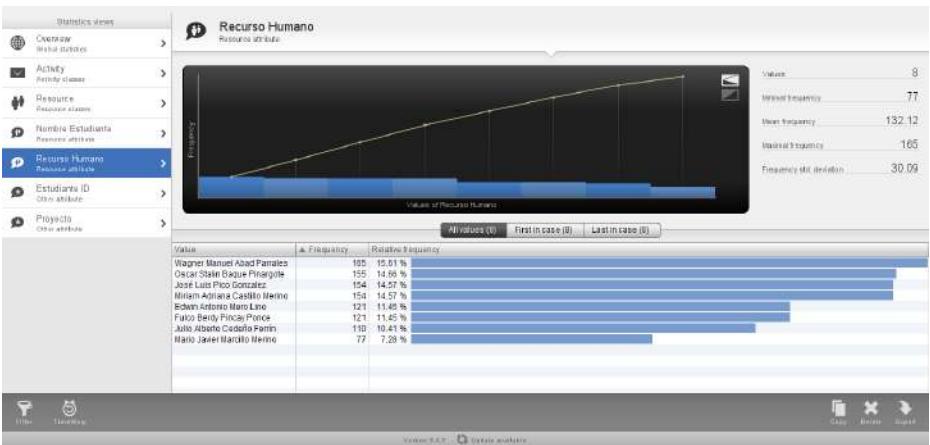


Fuente: Obtenido desde DISCO.

- Analizar allazgos / problemas

Otro factor crítico descubierto mediante la aplicación de la minería de procesos sobre la data de las actividades de vinculación con la sociedad de la carrera de Tecnologías de la Información fue la inconsistencia en el proceso de registro de estudiantes previo al inicio del proceso de vinculación como se puede notar en la Figura, se descubrió la redundancia de datos presentes en la data, en este caso, la repetición de un documento de identidad en dos diferentes casos, lo cual, podría conllevar al entorpecimiento de futuros procesos en los que se tenga que tomar en cuenta la información presente en la data.

Figura 89. Redundancia de datos presentes en la data.



Fuente: Obtenido desde DISCO.

Propuesta para la generación automática de flujo de proceso de vinculación con la sociedad de la carrera de tecnologías de la información de la universidad estatal del sur de Manabí aplicando técnicas de minería de procesos.

La investigación se basa en seudonimización de datos, se delimita a reducir la vinculación de los documentos personales con la identidad, mantiene la precisión estadísticas y confidencialidad.

Mediante la seudonimización, se considera que las empresas han tomado las medidas adecuadas para la protección de datos sensibles, quedando fuera del alcance de personas no autorizadas. En el caso de las pruebas de

software, los algoritmos de disociación deben ser no deterministas, y distintas aplicaciones, con ciclos de desarrollo diferentes, exigiendo datos coherentes pero disociados en momentos temporales distintos.

La ley anima a las empresas a poner en marcha procesos de seudonimización cuando sea la vía adecuada para la protección de datos y acceder a la ventaja competitiva de contar con una base de datos segura.

PROPUESTA

Análisis Situacional

Las compañías atuneras se adaptan a las necesidades de los consumidores, mediante la comercialización de los productos de acuerdo a los requerimientos de sus clientes. Cada uno de los procesos de producción comprende las fases necesarias para obtener los mejores alimentos para el país y el mundo, hechos de manera responsable, acorde a las necesidades del mercado.

Por otro lado, en la actualidad se registran gastos con base a los recursos de servicios básicos y mano de obra, tales consumos evidencian cambios en la línea de proceso que se reducen de manera significativa, por ende, se evita caer en gastos innecesario que aportará de manera económica y productiva al desarrollo del proceso del enlatado de atún en esta área muy importante de la empresa.

Diagnóstico

La producción de conservas de pescado en lata, conservas de pescado en pouch, lomos precocidos congelados y pelágicos en lata constituyen los principales productos que se elaboran dentro de la planta atunera. El 95% de estos productos se venden a nivel internacional, tanto en retail como en brokers del sector alimenticio.

La matriz Foda permitió descubrir cuál es la situación de la empresa en estudio, con base al análisis de los factores internos y externos basándose en el diagnóstico y a su vez para la respectiva toma de decisiones acordes con los objetivos y políticas formuladas.

Factibilidad

Con base al estudio realizado mediante el proyecto de investigación, cuyo tema es la aplicación de minería de procesos para el descubrimiento

de cuellos de botella en la fabricación de conservas de atún, para ello fue necesario la aplicación y desarrollo de entrevista direccionada a las personas encargadas de la minería de procesos para así dar viabilidad al desarrollo de este proyecto.

Factibilidad Operativa

En el desarrollo de este proyecto, se realizaron investigaciones que fueron de gran ayuda para el respectivo análisis que permitió detectar los cuellos de botellas que perjudican el desarrollo de la minería de procesos y de la misma manera tener un funcionamiento estable de los diferentes procesos sin fallo alguno, es necesario contar con el personal adecuado para dar una solución que ayude a mejorar la calidad del servicio que ofrece la empresa por lo que este proyecto es factible operativamente.

Los conocimientos adquiridos son parte importante para realizar el estudio y para así dar solución a los problemas que se presentan, siendo así que las personas a cargo de este proyecto están sumamente capacitadas para poder brindar lo aprendido al personal que va a utilizarlo y no tengan ningún inconveniente en su manipulación.

Para utilizar de una manera correcta el software empresarial Celonis se debe estudiar el manejo de la herramienta, ya que es un software con diversas opciones, para esto se tomó en cuenta una curva de aprendizaje en efecto se puede deducir que duró tres meses para tener los conocimientos básicos.

Factibilidad Tecnológica

Se dispone de los conocimientos y habilidades en el manejo de métodos, procedimientos y funciones requeridas para el desarrollo e implantación del proyecto tecnológico dentro de la empresa atunera. Además, se cuenta con los equipos y herramientas para llevarlo a cabo, de no ser así, si existe la posibilidad de generarlos o crearlos en el tiempo requerido por el proyecto.

Se realizó el respectivo análisis al software dando como resultado su correcto funcionamiento la empresa cuenta con las capacidades técnicas requeridas por cada alternativa del diseño que se esté considerando.

Factibilidad Económica

Para el desarrollo del proyecto investigativo su financiamiento es de manera propia con base al presupuesto de las actividades realizadas y viáticos adicionales que permiten llevar a cabo el desarrollo del mismo, con relación al costo del proyecto es de manera ahorrativa ya que presentan solo estudios de investigación, para luego deducir que sus beneficios son superiores a los costos, Los estudios que se hicieron de factibilidad económica en este caso de costos y beneficios estuvieron asociados con cada alternativa del proyecto y así pudimos concluir con lo ya antes mencionado.

Ejecución del Modelo Fase de Extracción

Esta fase del modelo fue desarrollada por parte de los encargados en la empresa, ellos fueron los que extrajeron la información de los datos de evento y nos brindaron un archivo que contenía dicha información. El formato de salida que ellos escogieron, para esta fase, fue un archivo xlsx.

Fase de Procesamiento de Eventos

Tomando en cuenta la información proporcionada, se eliminaron las trazas que no estaban completas y se procedió a elaborar el registro de eventos correspondiente, principalmente, 3 atributos, los cuales son Encuentro (Identificador de Traza), Actividad (Nombre de la Actividad) e Inicio de Actividad (Fecha y hora de la actividad).

Fase de Minería de Procesos

Para la presente fase se utilizó la herramienta Celonis, previamente mencionada (Descubrimiento de Procesos), aquí se realiza una interacción con la fase de Evaluación de Resultados, puesto que el especialista o experto del proceso, debe seleccionar qué nodos y arcos se tomará del proceso descubierto.

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos

Referencias



- Aballay, J. (2021). Minería de Procesos: una práctica en pleno crecimiento. IEEC (Instituto de Estudios para la Excelencia Competitiva). Obtenido de <https://ieec.edu.ar/mineria-de-procesos-una-practica-en-pleno-crecimiento/>
- Aguirre Mayorga, H., & Ricón García, N. (2015). Minería de procesos: desarrollo, aplicaciones y factores críticos. Cuadernos de Administración, 28(50), 137-157. Obtenido de https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/view/14233
- Aitor, G. D. (2016).
- Aitor, S. (2021). Claves para mejorar el rendimiento de la empresa con Process Mining. Obtenido de <https://blog.powerdata.es/>
- Amazon Web Services (AWS). (2020). Amazon Web Services, Inc. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/data-mining/>
- Aragundi, R. S. (2022). Library. Obtenido de <https://1library.co/document/zwv2mr3l-descubrimiento-proceso-workflow-titulaci%C3%B3n-aplicando-t%C3%A9cnicas-miner%C3%ADa-procesos.html>
- Arias, F. D. (2016). Análisis y aplicación de diferentes técnicas de Minería de Procesos en el Sistema de Gestión de Información de la UPM. Obtenido de https://oa.upm.es/43904/1/TFG_FELIX_DIEZ_ARIAS.pdf
- Automation Anywhere. (2022). Automation Anywhere. Obtenido de <https://www.automationanywhere.com/resources>
- Barroso, N. d. (2014). Process Mining para Análise do Desempenho de Processos de Negócio: Proposta de um Modelo de Análise. Obtenido de <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/2264>
- Company, McKinsey. (2020). Los imperativos para el éxito de la automatización. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-imperatives-for-automation-success/es-ES>
- Contreras, A., González Pérez, L., & Sepóveda, P. (2016). Minería de Proceso en entorno de Big Data. Revista Ingeniería Industrial, 269-281.
- Eisner, M. (20 de Diciembre de 2020). Processmaker. Obtenido de <https://www.processmaker.com/es/blog/what-is-process-mining/>
- Equipo Decide4AI. (29 de Octubre de 2021). Obtenido de <https://decidesoluciones.es/process-mining-que-es-capacidades-y-beneficios/>

- Evangelista Pescorán , M., & Coronado Torres, A. (2020). Modelo para la evaluación de variables en el Sector. Repositorio Académico UPC. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653132/Evangelista_PM.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- González González, A., Leal Rodríguez, L., Martínez Caballer, D., & Morales Fonte, D. (2019). Herramientas para la gestión por procesos. Cuadernos Latinoamericanos de Administración, Vol. XV, Núm. 28. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4096/409659500003/>
- Grisales, E., Quintero , H., & Monroy, M. (2018). Analysis of a planar manipulator operated by impulsion forces. TecnoLógicas(43), 245-260. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052016000100004
- Martínez Gómez, J., & Pin García, L. (2024). GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE FLUJO DE PROCESO DE VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ APLICANDO TÉCNICAS DE MINERÍA DE DATOS. Unesum Repositorio. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6364/1/Martinez%20Gomez%20Jefferson%20Joel.pdf>
- Martínez Prieto, M. A., & González Pères , A. (2021). Proceso y minería de procesos en el ámbito público. En Estudios sobre la transformación digital de las Administraciones Públicas (págs. 107-124).
- Michelle, R. S. (2023). Minería de procesos aplicada para auditoria automática de registros HACCP en empresas atuneras. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 5(5), 158-173. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5498/1/RODR%C3%8DGUEZ%20SINISTERRA%20GENESIS%20MICHELLE.pdf>
- Orellana Garcia, A., Larrera Armenteros, O., & Pérez, D. (2015). Generador de Registros de Eventos para el Análisis de procesos en el Sistema de Información Hospitalaria XAVIA HIS. Convención Internacional de Salud. La Habana. Obtenido de 282000093_Generador_de_Registros_de_Eventos_para_el_analisis_de_procesos_en_el_Sistema_de_Informacion_Hospitalaria_xavia_HIS
- Parashar, N. (2020). PROCESS MINING BASED DIGITAL TRANSFORMATION. ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/339238147_PROCESS_MINING_BASED_DIGITAL_

TRANSFORMATION

- Pin García, L. J. (08 de Agosto de 2023). Aplicación de Minería de Procesos para el Descubrimiento automático del Workflow de la gestión de titulación. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS, 89-106. Obtenido de <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/718>
- Raykenler, Y. H. (2013). Minería de proceso como herramienta para la auditoría. Ciencias de la Información, 44(2), 25-32. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Cienciasdelainformacion/2013/vol44/no2/4.pdf>
- Solana, P., Alonso, M., & Pérez, D. (24 de enero de 2018). Análisis y modelación con redes workflow del proceso de tratamiento de experiencias operativas [Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. Dialnet. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1637/13/UPS-CT002179.pdf>
- TIBCO . (2022). Process Mining Buyers Guide (O TIBCO, si usa Documento de sitio web). Obtenido de https://assets.ctfassets.net/zmr1fup12q3/1sH1bjJb63BQ01yF3jYQZF/1f88520f1dea2e0e2c887613f957daeb/2022_Process_Mining_Buyers_Guide.pdf
- Van der Aalst, W. M. (2011). Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer. Obtenido de <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-19345-3>
- Van der Aalst, W. M. (2016 (2ª Edición)). Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes. Springer. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49851-4>
- Velásquez, P. (2017). Propuesta para la aplicación de Minería de Procesos a un proceso clave del negocio de una entidad bancaria para la generación de un modelo de proceso As Is. UNMSM Repositorio de Colecciones Especiales. Obtenido de <https://repositorio.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/8315>
- Velazquez Solis, P. E., Flores Rios, B., Astorga Vargas, M. A., Ibarra Esquer, J. E., González Navarro, F. F., & Pino, F. J. (2016). Evidencia Empírica de la Minería de Procesos en la Implantación de CMMI-DEV. ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5122/512253114010/html/>

- Yosa Tumbaco, A., & Pin Garcia, J. (Noviembre de 2023). ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS DE MINERÍA DE PROCESOS SOBRE LOS DATOS DE LA PRODUCCIÓN DE CONSERVAS DE ATÚN EN LA EMPRESA EUROFISH S.A. UNESUM Repositorio. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5948/1/YOSA%20TUBAY%20ALLISON%20GABRIELA.pdf>
- Yzquierdo Herrera, R. (2013). Minería de proceso como herramienta para la auditoria. *Ciencias de la Información*, 44(2), 25–32. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1814/181430077003.pdf>
- Zambrano Zambrano, M., & Pin Garcia, L. (2023). Aplicación de Minería de Procesos para el Descubrimiento automático del Workflow de la gestión de titulación. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.718>.

MINERÍA DE PROCESOS

hacia la eficiencia empresarial a través del análisis de datos



Publicado en Ecuador
Marzo 2026

Edición realizada desde el mes de enero del 2026 hasta
marzo del año 2026, en los talleres Editoriales de MAWIL
publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito.

Quito – Ecuador

Tiraje 30, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman.
Portada: Collage de figuras representadas y citadas en el libro.