



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

**APLICACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS
TIEMPOS DE ATENCIÓN EN UN CENTRO MÉDICO DE URGENCIAS**

ALEXANDRA POLANÍA CADENA

**DIRECTOR
NICOLÁS RINCÓN GARCÍA Ph.D.**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
MAESTRÍA INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2017**

AGRADECIMIENTOS

Primero debo agradecer a Dios por permitirme vivir esta experiencia de aprendizaje y superación.

A mi familia y amigos, quienes con su apoyo incondicional me dieron la fortaleza para lograr este objetivo que me planteé en mi vida.

Al ingeniero Nicolás Rincón García, por su guía, apoyo y enseñanzas en cada una de las etapas de desarrollo de este proyecto.

Por último a la EPS Sanitas, al Dr. Juan Pablo Mogollón, Dra. Lilibian Blanco y a todo el equipo de la central de urgencias, por su apoyo y colaboración en el suministro de la información y conocimiento de la operación, con lo cual hicieron posible el desarrollo de este trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	6
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	10
4. OBJETIVOS.....	10
4.1 Objetivo general.....	10
4.2 Objetivos específicos.....	10
5. TRABAJOS ANTERIORES	10
6. DESARROLLO DEL PROYECTO	12
6.1 Análisis del proceso.....	13
6.1.1 Alcance del proceso	14
6.1.2 Flujo del proceso	14
6.1.3 Análisis de brechas en los indicadores.....	17
6.1.4 Análisis cuantitativo del proceso.....	18
6.2 Minería de procesos.....	24
6.2.1 Preparación de los datos.....	24
6.2.2 Descubrimiento el modelo real del proceso	27
6.2.3 Verificación de cumplimiento	29
6.2.4 Análisis de desempeño	31
6.2.5 Análisis de la red social	33
6.2.6 Análisis de hallazgos / problemas	34
6.3 Rediseño del proceso	36
6.3.1 Determinación de alternativas de mejora	36
6.3.2 Evaluación de alternativas.....	36
6.3.3 Propuesta de plan de implementación de las alternativas de mejora.....	42
7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	43
8. REFERENCIAS	44
9. ANEXOS.....	46
ANEXO A.	46
ANEXO B.	56
ANEXO C.	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de pacientes promedio por día y hora de llegada periodo mayo 2016 a mayo 2017	19
Tabla 2. Proporción de pacientes por clasificación de triage.....	20
Tabla 3. Tiempos de espera por actividad.....	20
Tabla 4. Áreas y actividades o servicios de urgencias.....	24
Tabla 5. Cantidad de casos incluidos en el estudio	26
Tabla 6. Preparación y transformación de datos para el aplicativo de minería de procesos	27
Tabla 7. Datos proceso descubierto por clasificación de triage.....	29
Tabla 8. Tiempos promedio de llamado a triage por hora de llegada.....	31
Tabla 9. Tiempos promedio de definición de conducta por día y por hora de llegada para triage 3.	32
Tabla 10. Tiempos promedio de llamado a consulta por hora de llegada para triage 2	33
Tabla 11. Servicios, capacidad instalada y recurso humano requerido	34
Tabla 12. Hallazgos y causas identificados.....	35
Tabla 13. Distribuciones de probabilidad para los tiempos de atención de cada una las actividades del proceso.....	38
Tabla 14. Cantidad promedio de Auxiliares de admisiones por día y hora	38
Tabla 15. Cantidad promedio de Médicos por día y por hora.....	38
Tabla 16. Cantidad promedio de Enfermeras por día y por hora.....	39
Tabla 17. Resultados de la comparación de corridas.....	41
Tabla 18. Cálculo relación beneficio - costo.....	42
Tabla 19. Proporción de la secuencia de actividades para triage 1.	56
Tabla 20. Proporción de la secuencia de actividades para triage 2.	57
Tabla 21. Proporción de la secuencia de actividades para triage 3.	58
Tabla 22. Proporción de la secuencia de actividades para triage 4.	59
Tabla 23. Proporción de la secuencia de actividades para triage 5.	60
Tabla 24. Tabla empírica para Admisión.....	61
Tabla 25. Tabla empírica para Triage	62
Tabla 26. Tabla empírica para Box Adulto	63
Tabla 27. Tabla empírica para Zona de transición	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. % casos con llamado a Triage en menos de 15 minutos.	7
Figura 2. Tiempo promedio para la llamada a Triage.....	7
Figura 3. % casos de pacientes clasificados como prioridad 3 con definición de conducta en menos de 2 horas y 30 minutos.....	8
Figura 4. Promedio de tiempo total de definición de conducta (Desde llegada hasta definición de conducta) casos clasificados como prioridad 3.....	8
Figura 5. % casos de pacientes clasificados como prioridad 2 con definición de conducta en menos de 30 minutos.	8
Figura 6. Promedio de tiempo total definición conducta (desde llegada hasta definición de conducta) casos clasificados como prioridad 2.....	8
Figura 7. Metodología para la aplicación de minería de procesos.	13
Figura 8. Alcance del proceso de atención de urgencias	14
Figura 9. Flujo del proceso de atención de urgencias definido por la compañía.....	15
Figura 10. Análisis de brechas	18
Figura 11. Cantidad de casos por mes	18
Figura 12. Participación de cantidad de casos por día de la semana.....	18
Figura 13. Casos por hora del día	19
Figura 14. Modelo del proceso para la simulación realizado en AnyLogic.	40
Figura 15. Análisis de brechas actualizado.....	41
Figura 16. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 1.....	46
Figura 17. Tiempos promedio del proceso en triage 1	47
Figura 18. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 2.....	48
Figura 19. Tiempos promedio del proceso en triage 2	49
Figura 20. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 3.....	50
Figura 21. Tiempos promedio del proceso en triage 3	51
Figura 22. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 4.....	52
Figura 23. Tiempos promedio del proceso en triage 4	53
Figura 24. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 5.....	54
Figura 25. Tiempos promedio del proceso en triage 5	55

1. RESUMEN

En los últimos años se ha presentado en el país, un incremento de la demanda de atención en servicios de urgencias, esto se debe, a que los usuarios pueden acceder de manera más rápida al sistema de salud si lo hacen a través de estos servicios, aun si los motivos de consulta no corresponden a necesidades de urgencias; por esta razón, el Gobierno colombiano busca agilizar y mejorar la calidad de la atención en centros de urgencias, y en sus últimas disposiciones ha establecido criterios para asegurar la valoración rápida y ordenada de los pacientes, realizar la priorización de acuerdo a la gravedad y disminuir los riesgos de muerte, complicaciones y discapacidad (Resolución 5596 de 2015 del Ministerio de Salud y la Protección Social).

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante para los centros médicos de urgencias, ajustar sus procesos de atención con el fin de cumplir con los tiempos de espera establecidos, con eficiencia que permita la sostenibilidad financiera, entendida como, la obtención de los mayores y mejores resultados, empleando la menor cantidad posible de recursos (Ministerio de la Protección Social, 2005).

En este proyecto se aplicaron las metodologías de BPM, minería de procesos y simulación con el cual se determinó la cantidad de recurso humano mínimo necesario para mejorar los indicadores de desempeño del proceso de atención de urgencias en un nuevo centro médico de urgencias en Bogotá.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de los problemas en los servicios de urgencias identificados en el Análisis de la Situación de Salud en Colombia 2002-2007, están los siguientes: i) La mala utilización de los servicios de urgencias por parte de los usuarios, lo que congestiona y retrasa la atención de los casos más graves (por desconocimiento de los deberes como usuarios, por falta de oportunidad de atención de los otros servicios de salud, o por la débil capacidad resolutoria de los servicios ambulatorios); ii) Los tiempos para el inicio de la atención de los pacientes, luego de llegar a los servicios de urgencias, son mayores que los establecidos por los estándares de calidad. Situación relacionada con una deficiente capacidad resolutoria de la red de atención de urgencias, que pone en riesgo la integralidad y la vida de las personas; iii) Los tiempos de permanencia de los pacientes en los servicios de urgencias distan de los establecidos por los estándares de calidad y la normativa vigente, y reflejan serios problemas en la capacidad resolutoria de las redes de prestación de servicios de salud; iv) Los tiempos requeridos por la población para acceder a los servicios de urgencias no se explican solo por las dificultades inherentes a las barreras geográficas propias de las áreas rurales, se deben también a la insuficiencia en la red de los servicios de salud de las áreas urbanas; v) Las urgencias por motivos obstétricos requieren más tiempo para su acceso, esta situación puede relacionarse con una débil capacidad institucional para resolver este tipo de emergencias; vi) Las deficiencias en algunos requisitos mínimos de infraestructura en una proporción considerable de instituciones (condiciones de salas de espera, de los servicios sanitarios, de las sillas y los espacios donde se brinda atención) muestra la distancia que aún falta por recorrer para alcanzar los estándares únicos del Sistema único de habilitación en los prestadores del país. (Ministerio de Salud y Protección Social, Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública, 2010)

Con el fin de mejorar el acceso de los pacientes a la atención primaria y apoyar la descongestión de los servicios de urgencias de las clínicas y hospitales de alta complejidad en Bogotá, desde abril de 2016, la EPS Sanitas inició la operación de un nuevo centro médico de urgencias en el sector de Puente Aranda en

Bogotá con el que se estima atender a 300.000 pacientes al año. En este centro médico se implementó un nuevo modelo de atención de urgencias, con el cual se esperaba reducir a la mitad los tiempos finalización de consulta de las personas y brindar un servicio humano y seguro que supere los estándares de calidad y expectativas de los usuarios. Durante el mes de enero de 2017 se atendieron 15.000 pacientes, que corresponde al 60% de los usuarios esperados y a pesar de la implementación del nuevo modelo de atención y los ajustes realizados en el proceso, no se han logrado alcanzar las metas establecidas para los tiempos de atención.

Entre las novedades implementadas en el nuevo modelo de atención de urgencias, está el denominado triage avanzado, que consiste en una primera valoración realizada por un médico, quien tiene la responsabilidad de priorizar la atención de los pacientes severamente enfermos e iniciar la ejecución de procedimientos de apoyo terapéutico y diagnóstico con lo que se espera reducir los tiempos de atención. Otra novedad son los denominados boxes, que consisten en áreas destinadas para la realización de actividades de apoyo terapéutico y diagnóstico, y que están ubicadas en el mismo lugar donde se hace el examen clínico y entrevista, esto garantiza la privacidad de la atención y evita desplazamientos innecesarios del paciente.

A continuación, se muestran los resultados de tres indicadores relacionados con los tiempos de atención del Centro médico de urgencias:

Indicador 1:

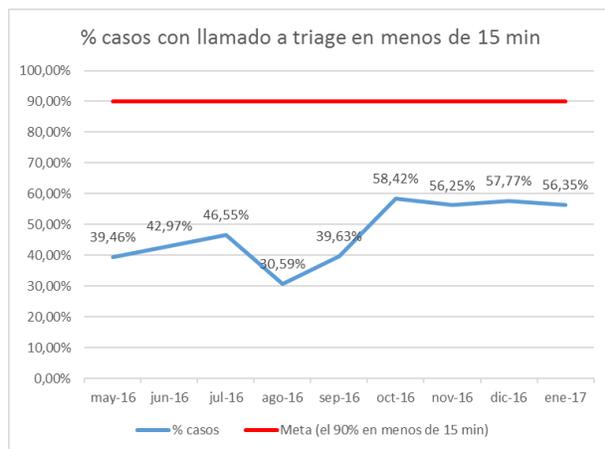


Figura 1. % casos con llamado a Triage en menos de 15 minutos.

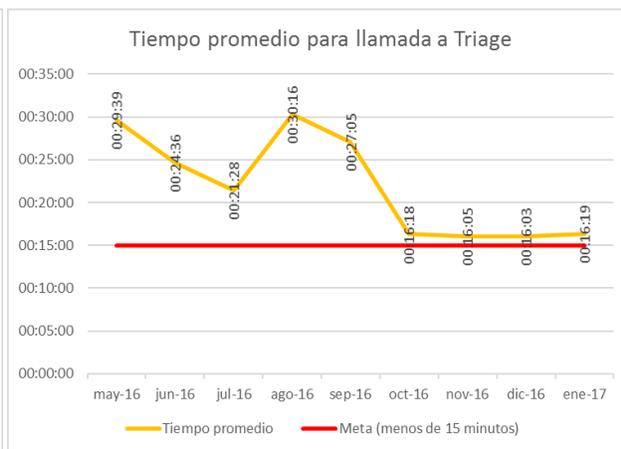


Figura 2. Tiempo promedio para la llamada a Triage.

Triage: Se refiere a la selección y clasificación de los pacientes en el servicio de urgencias para determinar la prioridad con la cual se atenderán de acuerdo a sus necesidades terapéuticas y recursos disponibles en el centro médico (Resolución 5596 de 2015).

Indicador 2:

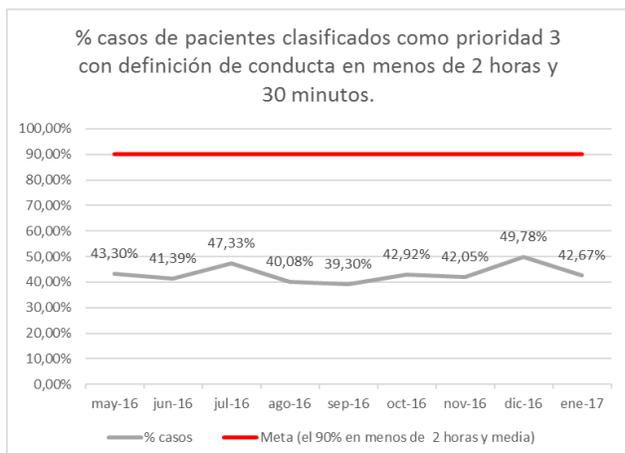


Figura 3. % casos de pacientes clasificados como prioridad 3 con definición de conducta en menos de 2 horas y 30 minutos.

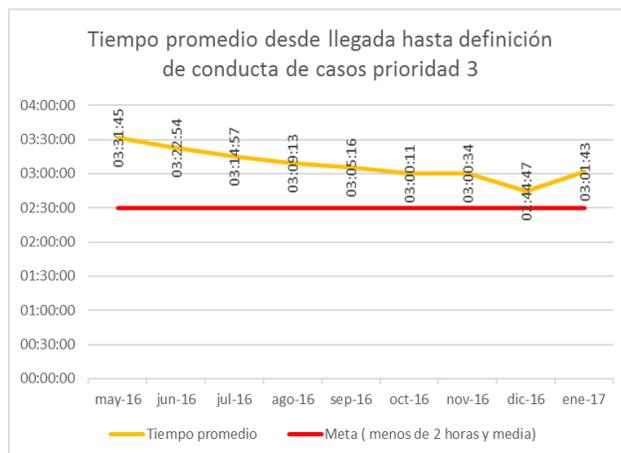


Figura 4. Promedio de tiempo total de definición de conducta (Desde llegada hasta definición de conducta) casos clasificados como prioridad 3.

Definición de conducta se refiere a la definición del destino del paciente después de la realización de la consulta de urgencias: Egreso para su casa, remisión a una institución de mayor complejidad, a las salas de observación o a la Sala de paz.

Indicador 3:

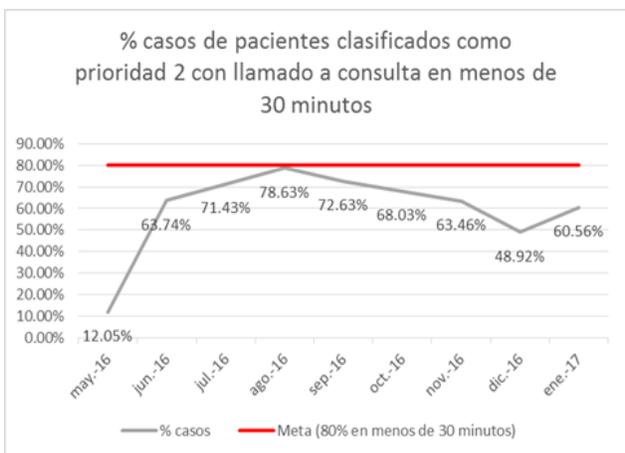


Figura 5. % casos de pacientes clasificados como prioridad 2 con definición de conducta en menos de 30 minutos.

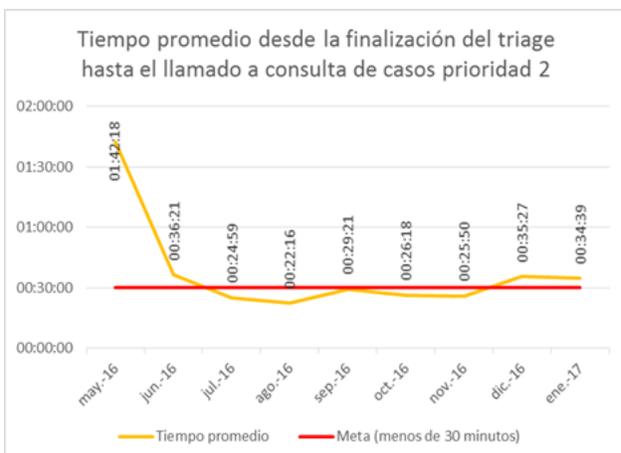


Figura 6. Promedio de tiempo total definición conducta (desde llegada hasta definición de conducta) casos clasificados como prioridad 2.

Para los casos con prioridad 2 la consulta se puede atender en Consulta o en Box 2 (adulto y pediátrico).

De los resultados de los indicadores para el periodo de mayo de 2016 a enero de 2017 se puede observar:

- Para el indicador 1 Porcentaje de casos con llamado a triage en menos de 15 minutos se no se logró alcanzar la meta establecida del 90%, se inició en mayo de 2016 con 39,46%, en el mes de octubre presentó el valor más alto con 58,42% y finalizó en enero 2017 con 56,35%; en la

figura 2 se muestra el tiempo promedio de llamada a triage durante el mismo periodo, inició en mayo 2016 con 29 minutos y presentó una mejoría a partir de octubre de 2016 hasta alcanzar en promedio de 16 minutos.

- En el indicador 2: Porcentaje de pacientes clasificados como prioridad 3 y con definición de conducta en menos de 2 horas y 30 minutos, tiene una meta establecida de 90%, se observa en el figura 3 que durante el periodo de mayo 2016 a enero 2017 no se logró alcanzar la meta, en diciembre de 2016 se presentó el valor más alto con 49.78% y finalizó en enero con 42,67%; en el figura 4 se observa que el tiempo promedio de definición de conducta se inició con 3 horas y 31 minutos, en diciembre 2016 presentó el valor más cercano con 2 horas y 44 minutos y para enero de 2017 fue de 3 horas y 1 minuto.
- El indicador 3: Porcentaje de casos de pacientes clasificados como prioridad 2 y con llamada a consulta en menos de 30 minutos, en la figura 5 se observa que durante el periodo analizado no se obtuvieron valores cercanos a la meta de 80% establecida, el valor más alto alcanzado fue en el mes de agosto de 2016 con 78,63%; en la figura 6 el tiempo promedio ha disminuyó de 1 hora y 42 minutos en mayo de 2016 a 34 minutos en enero de 2017, pero sin alcanzar la meta de 30 minutos.

En la revisión de diferentes casos de estudio dirigidos al mejoramiento del desempeño de departamentos de emergencia, se encuentra que la aplicación de modelos de simulación de eventos discretos es el método más utilizado, dado que estos permiten validar diferentes escenarios de cambio en los procesos con los que se logran disminuir tanto los tiempos de espera como los tiempos de atención de pacientes y mejorar la tasa de utilización de los recursos, también se encuentra que los modelos de simulación de eventos discretos integrados junto con otras herramientas de mejora permiten crear sistemas de apoyo para la toma de decisiones en departamentos de urgencias (Ruohonen, Neittaanmäki y Teittinen, 2006; Wang, 2009; Ismail, Abo-Hamad y Arisha, 2010; Wong, Tsui, Chin y Xu, 2011; Gul y Guneri, 2012; Wang, Jingshan, Tussey y Ross, 2012; Chemweno, Thijs, Pintelon y Van Horenbeek, 2014; Al-Ajeel, Al-Thuwaini, Al-Faraj, Al-Muzayan y Joumaa, 2015).

Sin embargo, dentro de los casos de estudio revisados se encontraron pocos donde se integren las metodologías de minería de procesos y simulación para el mejoramiento de los procesos, con lo cual se presenta la oportunidad de conocer los beneficios que puede traer la integración de estas metodologías. En el trabajo de Rozinat, Mans, Song y van der Aalst (2009), la minería de procesos se utiliza para construir un modelo de eventos discretos, sin embargo, el objetivo de su trabajo es demostrar que se pueden descubrir diferentes perspectivas de un proceso de negocio existente mediante la minería de procesos y que puede ser integrado con modelo de simulación. Y el trabajo de Mans, Reijers, Wismeijer, y van Genuchten (2013) se propone una metodología para evaluar el impacto de la implementación de una nueva tecnología de información en un proceso de negocio, en esta metodología se integra la minería de procesos y la simulación de eventos discretos, la minería de procesos para descubrir cómo se desarrolla el proceso realmente y la simulación de eventos discretos para simular el proceso descubierto y usarlo para explorar y evaluar varios rediseños del mismo proceso.

Dentro de los casos revisados, se encuentran pocos estudios relacionados con la integración entre BPM y simulación de eventos discretos, dentro de los estudios encontrados están el de Fu, Glower y April (2005) donde se realiza una revisión descriptiva de los enfoques para llevar a cabo la optimización de la simulación y muestra algunas novedades teóricas y algorítmicas, se resalta que en el contexto de la gestión de procesos de negocio y la mejora, la simulación puede ser pensada como una manera de entender y comunicar la incertidumbre relacionada con hacer los cambios, mientras que la optimización proporciona la manera de manejar la incertidumbre. Y el trabajo de April, Better, Glover, Kelly y Laguna (2006) se

explora cómo los nuevos enfoques han ampliado significativamente el poder de la simulación para la administración de procesos de negocios.

Con este trabajo final de Maestría en Ingeniería Industrial se aplican las metodologías de BPM, minería de procesos y simulación con el fin de identificar las causas por las cuales no se cumplieron los objetivos propuestos en el proceso de atención de urgencias de la EPS Sanitas en Bogotá y proponer un rediseño con el que se pudiesen alcanzar las metas establecidas en cuanto a los tiempos de atención de los pacientes.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo se pueden reducir los tiempos de atención a los pacientes en el centro médico de urgencias de la EPS Sanitas ubicado en Puente Aranda Bogotá?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Proponer un nuevo diseño del proceso de atención para el centro médico de urgencias de la EPS Sanitas en Puente Aranda Bogotá con el que se pudiesen disminuir los tiempos de atención de los pacientes.

4.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la ejecución del proceso actual mediante la realización del análisis de desempeño y la verificación de la conformidad con lo planeado inicialmente por las directivas del centro médico.
2. Identificar las oportunidades de mejora del proceso de atención de los pacientes.
3. Plantear el rediseño del proceso que permita la disminución de los tiempos de atención.
4. Evaluar las soluciones planteadas con la aplicación de técnicas y herramientas de simulación para establecer el impacto en el desempeño del proceso.
5. Proponer un plan de implementación de las alternativas de solución.

5. TRABAJOS ANTERIORES

Algunos de los artículos que muestran la aplicación de modelos de simulación en centrales de emergencias, como herramientas efectivas para evaluar y diseñar procesos, probar varios escenarios de cambio y estudiar el impacto e investigar las relaciones entre las variables de los sistemas, se muestran a continuación:

En el trabajo presentado por Ruohonen et al. (2006) se presenta un modelo de simulación que describe las operaciones de un departamento de emergencias en un hospital de Finlandia, este modelo se usa para probar diferentes escenarios de asignación de recursos y para realizar un análisis de costos basados en actividades, con lo que finalmente se demuestra que un nuevo método operacional llamado Método de equipo de triage, puede mejorar el tiempo de todo el proceso en más de 25% si se implementan apropiadamente todas las tareas propuestas.

En el trabajo de Wang (2009) se presenta una simulación que modela varias fases del flujo de proceso de un departamento de emergencias: triage, enfermería, examen del residente, realización de exámenes, laboratorios o radiologías y disposición final. Los propósitos de este estudio fueron desarrollar una simulación basada en agentes para explorar el desempeño del departamento en varias configuraciones del proceso de triage y del proceso de radiología. Se demuestra que la simulación basada en agentes puede ser usada por los administradores de departamentos de emergencia para encontrar cuellos de botella, estudiar las relaciones entre las diferentes fases del proceso y planear las modificaciones o ajustes en el proceso.

Ismail, Abo-Hamad y Arisha (2010), presentan una metodología que integra el Balance Scorecard y los modelos de simulación, para el mejoramiento del desempeño de un departamento de emergencias en un hospital de Dublín. En este estudio se evalúan tres escenarios y se analiza el impacto en los tiempos de espera, tiempo de ciclo del paciente, utilización de los recursos y las medidas de productividad del departamento. Como resultado, los análisis de los tiempos de espera muestran cuellos de botella en el área de triage (53% del tiempo de espera total), y en cuanto a la tasa de utilización de los doctores y las enfermeras se encuentra que está entre el 59% y el 76,3% respectivamente.

Virtue et al. (2011) presentan un trabajo donde se evalúan principalmente dos puntos: i) los tiempos de estancia en los diferentes caminos del proceso calculados con la simulación y comparados con los tiempos reales tuvieron un nivel de confianza 95%, con lo que se demuestra que el tiempo de proceso promedio obtenido con la simulación puede ser tomado como un estimador del tiempo de la estancia real, y ii) los modelos simplificados pueden ser usados para ayudar a reconfigurar los modelos de servicios de emergencias, lo cual permite a las directivas apreciar las interacciones en los diferentes caminos del proceso.

En el estudio de Wong et al. (2011) que pretende mejorar la calidad del servicio en cuanto a los tiempos de espera de un departamento de accidentes y emergencias de Hong Kong, se comprueba el valor de la simulación para: evaluar cuantitativamente la capacidad de los centros médicos para afrontar próximos brotes de enfermedades, identificar cuellos de botella y procesos críticos, conocer las limitaciones y la utilización de recursos, y desarrollar estrategias y planes eficaces para la preparación de emergencias.

Con el fin de reducir el tiempo promedio de estancia y de mejorar el rendimiento de los pacientes a través del proceso, la utilización de las locaciones y de los recursos humanos (doctores, pacientes, recepcionistas), Gul y Guneri (2012) realizaron un modelo de simulación donde probaron varios escenarios modificando la cantidad de profesionales y los horarios con el fin de determinar el nivel de personal óptimo, estos cambios generaron mejoras en un 30% del tiempo de estancia promedio, logrando la minimización de los tiempos de espera y la maximización de la cantidad de pacientes por unidad de tiempo (mejora de 12.5%), basados en las restricciones de recursos humanos permitidas por la dirección del departamento de emergencias.

En el trabajo presentado por Wang et al. (2012) se desarrolló un modelo de simulación de un departamento de emergencias de un hospital comunitario, con el modelo se logró emular con precisión el flujo de pacientes en el servicio de urgencias y se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para determinar el proceso más crítico en términos de tiempos de estancia, además se realizó un análisis What-if para investigar el posible cambio de las políticas de operación y su impacto, se proponen cambios como: incluir una enfermera flotante (reducción de 32.82% del tiempo de estancia), combinar el registro con el triage (reducción del 5% del tiempo de estancia) y vista obligatoria del médico dentro de los 30 minutos (7,43%

de reducción de tiempo de estancia).

El estudio de Chemweno et al. (2014) se enfoca en la parte del diagnóstico de los pacientes con accidente cerebro vascular en un hospital universitario, con la ayuda de la simulación de eventos discretos se analiza el flujo de estos pacientes y el impacto de cambios potenciales en la capacidad de los recursos de pruebas, obteniendo como resultado la disminución en los tiempos de espera al incluir modificaciones en el proceso como: incluir tres tiempos extra por servicio por semana, cambiar la realización de los exámenes de un equipo de diagnóstico a otro y aplicar una distribución de intervalos de tiempo equilibrada durante los días de semana.

Al-Ajeel et al. (2015) presentan un caso de estudio de un modelo de simulación de eventos discretos de un departamento de emergencias de un hospital gubernamental en Kuwait, donde se evaluaron varios escenarios para determinar el nivel mínimo de personal requerido durante una tormenta de arena. Estos escenarios mostraron que las mayores reducciones en los tiempos de espera pueden ser obtenidos con cambios mínimos en el número de recursos. Estos cambios redujeron el tiempo de espera en un 29% en la sala de observación de mujeres, un 62% en la sala de observación de hombres, un 15% en la sala de primer examen y un 23% en la sala de segundo examen.

Y finalmente, en el trabajo de Gul y Guneri (2015) se realiza un modelo de simulación de eventos discretos de una red de departamentos de emergencias de 5 hospitales localizados en una zona de terremotos en Estambul, se evalúan varios escenarios de terremoto y su esperado incremento de usuarios para valorar los cambios en algunos indicadores claves de rendimiento, el estudio muestra que el incremento de la cantidad de pacientes afecta todos los departamentos de emergencias en la red en donde se incrementan la longitud de las colas, sin embargo, en algunos departamentos esto causa una disminución inusual en los tiempos estancia, y la evaluación de los escenarios muestra que la cantidad de recurso humanos actual no es suficiente para la atención de los pacientes, con lo que se sugiere que el personal médico sea compartido entre los departamentos con el fin de disminuir los tiempos de estancia y la longitud de las colas.

En cuanto a la aplicación de la Minería de procesos y simulación, el trabajo presentado por (Mărușter & van Beest, 2009) presenta una metodología que llaman “de abajo a arriba” (bottom-up) para la aplicación de minería de procesos y simulación con el fin de rediseñar procesos de negocios. La metodología propuesta se implementó en tres casos de estudio y se concluye que la comparación del flujo de trabajo real con el modelo prescrito puede proporcionar una base muy útil para el rediseño de procesos, y al comparar los criterios de desempeño de las dos situaciones (AS-IS y del TO-BE) en la simulación que consistió en modelar distribuciones para los tiempos de procesos y replicar los cuellos de botella, se observan diferencias sustanciales y se destacan las posibles ganancias con los procesos rediseñados.

También se encuentra el libro de (Aguirre Mayorga, 2016), donde se propone una metodología para facilitar a las organizaciones la aplicación de minería de procesos con el objetivo de descubrir, analizar y mejorar sus procesos de negocio, donde se integra con la simulación para la probar las alternativas de mejora y evaluar su impacto previa a su implementación.

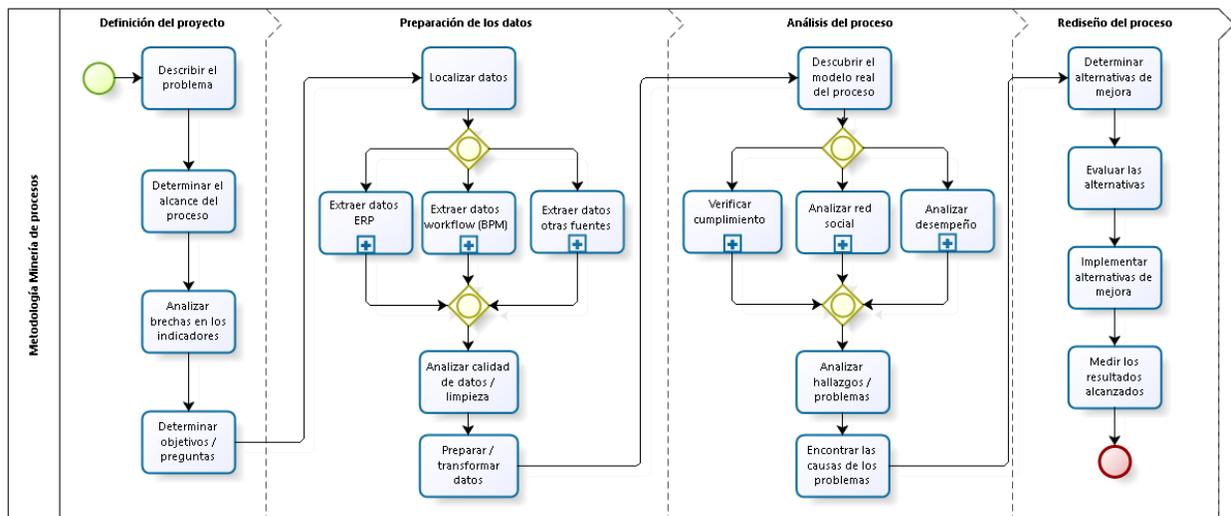
6. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo de este caso de estudio se utilizó la metodología de análisis y mejoramiento de procesos de Business Process Management BPM integrado con las metodologías de Minería de procesos y de

simulación. Se seleccionaron estas metodologías dado que, según la literatura:

- BPM permite entender y documentar tanto los procesos como los proyectos de mejora y alinearlos con la estrategia de la organización, y sus herramientas de análisis del flujo del proceso y sistemas de información permiten identificar la información necesaria para ser analizada. Al tener un enfoque cualitativo la literatura recomienda complementarlo con herramientas cuantitativas para entender el desempeño de los procesos e identificar y cuantificar las oportunidades de mejora. (Rincón García, Aguirre Mayorga y Caballero Villalobos, 2014).
- La minería de procesos ha sido aplicada en procesos del cuidado de la salud, con esto se ha obtenido conocimiento significativo sobre las rutas seguidas por los pacientes en estos procesos tan dinámicos y complejos y se ha demostrado la aplicabilidad para proveer puntos de vista que facilitan la mejora de los procesos (Mans, Schonenberg, van der Aalst y Bakker, 2008).
- La simulación de eventos discretos, ha sido usada ampliamente para modelar procesos de departamentos de emergencias, la naturaleza estocástica de los arribos de pacientes permite la modelación basada en simulación ya que debido a la complejidad de estos procesos se requiere de herramientas de simulación asistida por computador (K. Ghanes, 2014).

Adicionalmente, se aplicó la aproximación metodológica propuesta por (Aguirre Mayorga, 2016) para el desarrollo de proyectos de mejoramiento de datos mediante la aplicación de las técnicas de minería de procesos que se muestra en la figura 7:



Fuente: Aguirre Mayorga, 2016. Minería de procesos: Fundamentos y metodología de aplicación.

Figura 7. Metodología para la aplicación de minería de procesos.

6.1 Análisis del proceso

La realización del análisis cualitativo del proceso bajo la metodología BPM, se llevó a cabo mediante la revisión de la documentación existente sobre la compañía y el proceso, entrevistas con los responsables, visitas al centro médico de urgencias y la revisión de los manuales del sistema de los sistemas de información que soportan el proceso, este análisis se realizó con el fin de identificar el alcance y el flujo del proceso y plantear las oportunidades de mejora.

El proceso de atención médica de urgencias se encuentra dentro de la cadena de valor de la compañía como parte del proceso de atención integral del servicio de salud, en la cual la gerencia de salud es responsable de gestionar este centro de urgencias con el fin de brindar un servicio humano, seguro y con calidad, que supere las expectativas de los usuarios, mediante la implementación de un modelo de atención que permita reducir los tiempos de atención, de donde se desprenden los indicadores mencionados en el numeral 2 Planteamiento del problema.

Desde el inicio del funcionamiento del centro médico se incluyó la utilización del sistema de gestión de turnos como soporte para el direccionamiento de los pacientes hacia cada una de las actividades del proceso.

6.1.1 Alcance del proceso

Con el fin de delimitar el flujo del proceso a analizar, en la siguiente figura se muestran las entradas, salidas, reglas de negocio y los recursos del proceso de atención de urgencias:

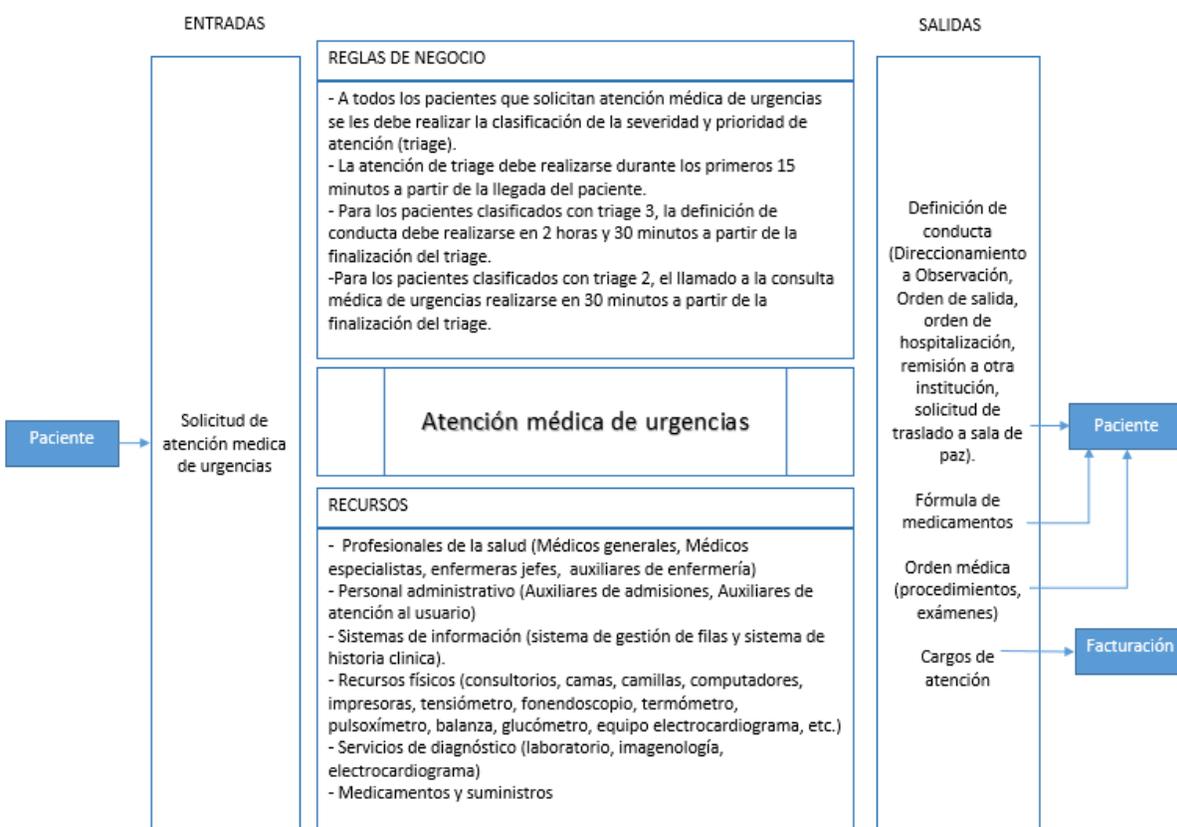


Figura 8. Alcance del proceso de atención de urgencias

6.1.2 Flujo del proceso

El proceso de atención de urgencias definido por los responsables del proceso se muestra en el siguiente diagrama en la figura 9.

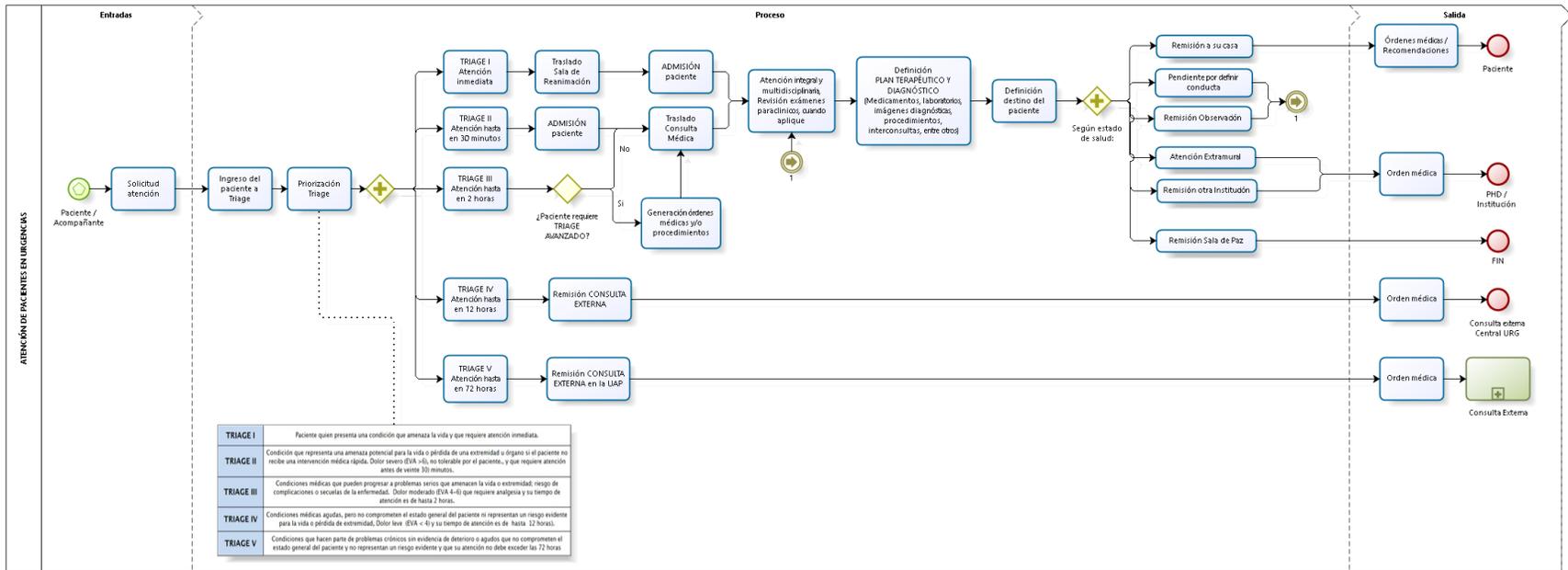


Figura 9. Flujo del proceso de atención de urgencias definido por la compañía

La primera actividad es el ingreso del paciente a triage que corresponde al registro del tipo y número de documento de identificación del paciente en el sistema de gestión de turnos y la selección del tipo de paciente (adulto mayor, embarazada, menor de 1 año, discapacitado y general), esta actividad la realiza el mismo paciente o acompañante en el quiosco ubicado en la entrada del centro de atención de urgencias. El gestor de turnos le da al paciente un turno de acuerdo al tipo de paciente seleccionado.

La admisión del paciente que consiste en el registro de información adicional en el sistema de historia clínica, esta información es suministrada por el mismo paciente o por el acompañante, y la debe realizar el auxiliar de admisiones durante los tiempos de espera para la atención de triage o la atención integral de urgencias.

La siguiente actividad es la priorización triage, realizada en los consultorios de triage y por médicos de turno en donde se clasifica la prioridad de atención del paciente de acuerdo a la severidad de su condición, los cinco niveles de clasificación se describen a continuación:

- Triage I: Condición que amenaza la vida y que requiere atención inmediata.
- Triage II: Condición que representa una amenaza potencial para la vida o pérdida de una extremidad u órgano si el paciente no recibe una intervención médica rápida. Dolor severo (EVA >6), no tolerable por el paciente, y que requiere atención antes de 30 minutos.
- Triage III: Condiciones médicas que pueden progresar a problemas serios que amenacen la vida o extremidad; riesgo de complicaciones o secuelas de la enfermedad. Dolor moderado (EVA 4-6) que requiere analgesia y su tiempo de atención debe ser de hasta 2 horas.
- Triage IV: Condiciones médicas agudas, pero no comprometen el estado general del paciente y no representan un riesgo evidente para la vida o pérdida de extremidad. Dolor leve (EVA < 4) y su atención debe ser de hasta 12 horas.
- Triage V: Condiciones que hacen parte de problemas crónicos sin evidencia de deterioro o agudos que no comprometen el estado general del paciente y no representan un riesgo evidente y que su atención no debe exceder las 72 horas.

Durante la atención en triage el médico define si se debe activar el triage avanzado que consta del suministro de medicación (analgesia, antiinflamatorios, antieméticos, sales de rehidratación oral, oxígeno) y/o de la realización de pruebas diagnósticas complementarias (radiografía simple, sedimento urinario, analíticas) y/o técnicas propias de enfermería (curaciones, aseo nasal, revisión o cambio de sondas, medios térmicos, entre otras). La realización de las actividades ordenadas en el triage avanzado están a cargo y supervisión de una enfermera en las áreas definidas para tal fin.

Luego de la realización del triage se direcciona al paciente al área designada según la clasificación del triage:

- Los pacientes clasificados como triage I se direccionan inmediatamente a la sala de reanimación.
- Los pacientes con clasificación II se direccionan al Box.
- Los pacientes clasificados con triage III se direccionan a la sala de espera para luego ser atendidos en consultorio médico, mientras que los que requieren medicación, pruebas complementarias y/o imágenes diagnósticas son direccionados a los cubículos correspondientes para hacer efectivas las órdenes médicas y posteriormente ser llamados a consulta médica.
- Los usuarios clasificados con triage IV o V deberán ser atendidos en consulta externa previa asignación de cita.

La atención integral de urgencias corresponde a todas aquellas acciones realizadas a una persona con patología de urgencia con el fin de estabilizarla en sus signos vitales, realizar un diagnóstico de impresión y definirle el destino inmediato (Numeral 2 artículo 3 Decreto 412 de 1992), esta atención se realiza en la sala de reanimación para los clasificados como triage I, para el caso de los pacientes clasificados como triage II en el área denominada Box y para los clasificados como triage III en los consultorios médicos. Para la realización del diagnóstico de impresión se revisan tanto los resultados de los exámenes de diagnóstico como la respuesta a la medicación suministrada en el caso de que éstos hayan sido solicitados en triage avanzado, se interroga al paciente, se realiza examen físico. En esta actividad se define la conducta a tomar con el paciente:

- Si se puede ir para su casa, se informa al paciente sobre la patología actual y el plan de manejo (medicamentos, terapias, etc.) y se entrega la documentación ambulatoria (formulas médicas, solicitudes de exámenes de diagnóstico, recomendaciones, incapacidad, controles requeridos).
- Si se deben esperar resultados de exámenes de diagnóstico complementarios para la definición de la conducta, el paciente es dirigido a la zona de transición.
- Si la medicación formulada requiere que se suministren de forma intrahospitalaria se dirige al paciente al área de Box u observación para su aplicación.
- Si se requiere atención en otra institución de mayor complejidad o si requiere atención extramural, se genera una orden de remisión.
- O si el paciente ha fallecido, se traslada a la Sala de paz.

Durante el proceso se realizan registros en dos sistemas de información, el primero es el sistema de gestión de turnos en donde los pacientes mediante el registro de sus datos de identificación hacen la solicitud de atención de triage, en este sistema también se registran los llamados para atención en cada uno de los servicios y las transferencias a otros servicios; el segundo sistema de información es el de historia clínica donde se registran los datos de identificación del paciente, la clasificación otorgada en el triage y los datos correspondientes a la consulta de urgencias, como son: síntomas, signos vitales, diagnósticos, evolución del estado, medicamentos, destino del paciente, entre otros.

6.1.3 Análisis de brechas en los indicadores

En el análisis de brechas de la figura 10 se muestra el desempeño actual de los tres indicadores principales del proceso, estos son: Porcentaje de casos con llamado a triage en menos de 15 minutos, Porcentaje de casos de pacientes clasificados como prioridad 3 con definición de conducta en menos de 2 horas y 30 minutos, y Porcentaje de pacientes clasificados como prioridad 2 con llamado a consulta en menos de 30 minutos, para el primer indicador que tiene una meta de 90%, el desempeño en el mes de enero de 2017 fue de 56,35%; para el segundo indicador el desempeño es de 42,67% y la meta es de 90% y en el tercer indicador con una meta de 80%, el desempeño es de 60,56%.

Los responsables del proceso consideran que hay varios factores en el proceso que afectan los tiempos de atención y no permiten alcanzar las metas planteadas.

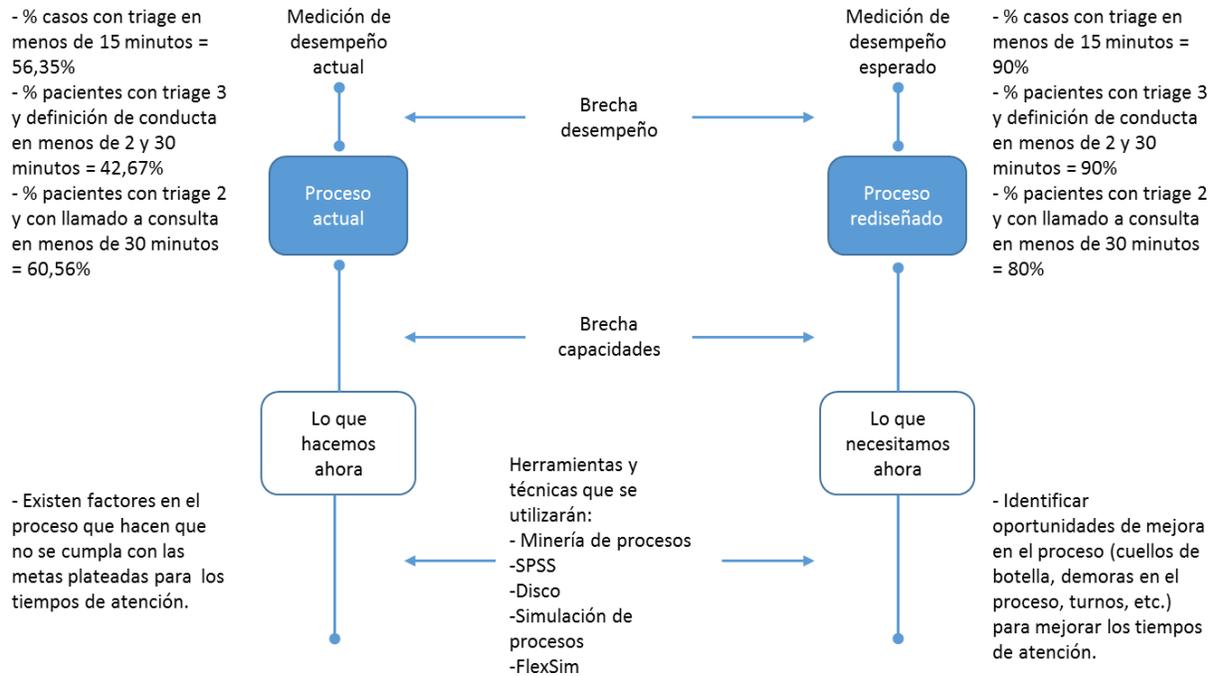


Figura 10. Análisis de brechas

6.1.4 Análisis cuantitativo del proceso

a) Volumen de casos



Figura 11. Cantidad de casos por mes

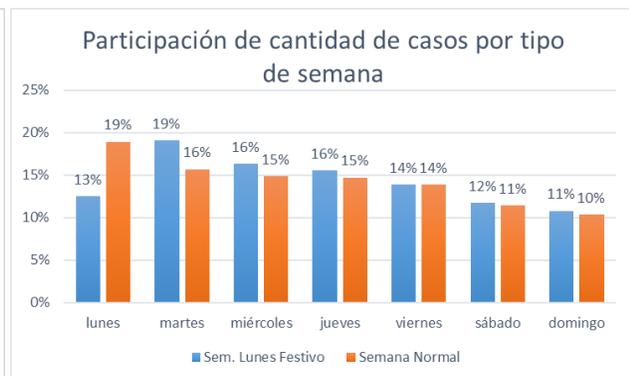


Figura 12. Participación de cantidad de casos por día de la semana

Como primer análisis del volumen de casos, en la figura 11 se puede observar que en el periodo de mayo de 2016 a mayo de 2017 la cantidad de casos se ha incrementado, aunque presentó una leve disminución en el mes de abril de 2017, el crecimiento de la cantidad de casos ha sido del 82,16%. Teniendo en cuenta el incremento presentado, se espera que a diciembre de 2017 se presenten 20.300 casos en el mes.

Al realizar el análisis de volúmenes por día de la semana, en la figura 12 se compara la proporción de casos según el tipo de semana: semana con festivo y semana normal o sin festivo. En este gráfico se observa que en la semana sin festivo, los días lunes se presenta mayor proporción de casos de la semana con 19% y va disminuyendo la proporción hasta llegar el domingo con 10%, y en los casos en que la semana tiene el

lunes festivo, se observa que el día de mayor frecuencia de casos es el martes también con el 19% y durante la semana el volumen de pacientes baja hasta el domingo con 11%.

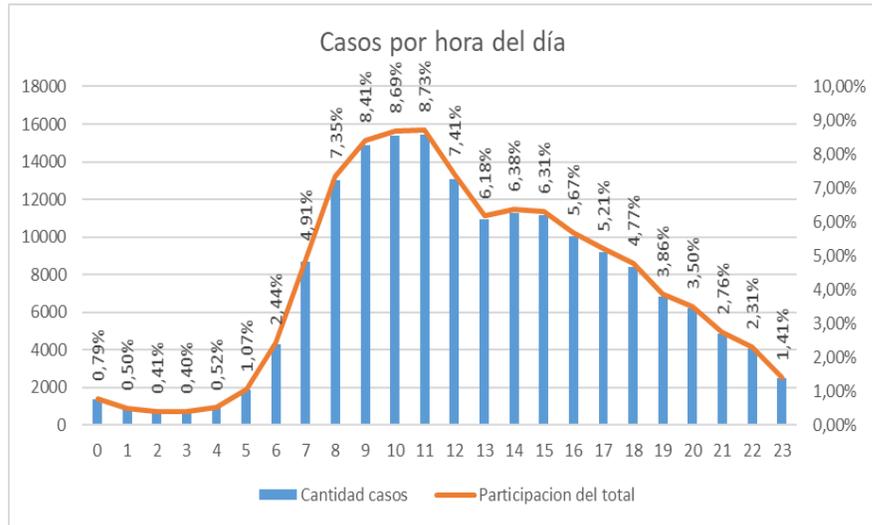


Figura 13. Casos por hora del día

En el análisis de proporción de casos por hora del día, se observa en la figura 13 cómo se va incrementando los casos a medida que avanzan las horas del día desde las 5 de la mañana hasta llegar al punto más alto entre 9 y 11 de la mañana, para luego disminuir hasta el final del día.

Cantidad de pacientes por día y hora de llegada

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0	3	4	3	3	3	5	3
1	2	2	2	2	2	2	2
2	2	1	2	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2	2
4	2	2	3	2	2	2	2
5	5	6	5	5	5	5	3
6	13	14	12	12	12	8	5
7	28	26	25	24	23	17	12
8	43	42	37	35	33	22	16
9	49	46	44	42	36	25	21
10	51	46	43	40	36	29	27
11	49	46	40	40	37	30	31
12	42	36	33	34	30	29	28
13	35	31	29	27	25	24	23
14	35	32	30	30	26	24	22
15	36	31	30	30	28	23	20
16	31	29	25	25	25	22	20
17	30	25	24	24	23	20	18
18	26	25	23	22	20	17	17
19	20	19	18	18	18	13	14
20	18	17	17	17	16	12	12
21	14	14	13	12	13	10	11
22	11	11	11	11	11	9	9
23	7	7	7	6	7	6	5
Total día	553	514	474	464	433	359	325

Tabla 1. Cantidad de pacientes promedio por día y hora de llegada periodo mayo 2016 a mayo 2017

La tabla 1 Cantidad de pacientes promedio por día y hora de llegada al servicio de urgencias, muestra en color rojo las horas con mayor cantidad de pacientes y en color verde las horas con menor cantidad de pacientes. La cantidad de pacientes que llegan al centro de urgencias se empieza a incrementar a partir de las 6 a.m. hasta llegar a la mayor cantidad de pacientes entre 8 a.m. y 12 p.m., especialmente los primeros días de la semana empezando por el lunes.

Clasificación	Participación
Triage 1	0,08%
Triage 2	2,66%
Triage 3	54,61%
Triage 4	40,93%
Triage 5	1,72%
Total	100,00%

Tabla 2. Proporción de pacientes por clasificación de triage.

En el análisis por clasificación de priorización triage, se observa en la tabla 2 que la mayor proporción corresponde a pacientes clasificados con triage 3 con el 54,61% de participación, seguido por la clasificación triage 4 que representa el 40,93%, en menor proporción están el triage 2 con 2,66%, triage 5 con el 1,71% y el triage 1 con el 0,08%.

b) Tiempos de espera

Se analizan los tiempos de espera para cada una de las actividades del proceso que afectan los indicadores mencionados anteriormente.

Actividad	Tiempo de espera			
	Promedio general	Promedio Lunes	Hora del día con espera más alta	Espera más alta
Admisiones	0:03:14	0:03:52	10:00 a.m. y 3 p.m.	0:04:41
Triage	0:18:12	0:21:30	10:00 p. m.	0:28:25
Consulta	1:43:17	1:53:05	9:00 p. m.	2:02:40
Box enfermería	0:07:20	0:07:32	1 y 2 p.m.	0:09:55
Box adulto	0:13:31	0:12:18	2:00 a.m.	1:03:00
Box pediátrico	0:19:28	0:18:33	9:00 p.m.	2:03:00
Laboratorio	0:00:07	0:00:04	4:00 a.m.	0:00:42
Rayos X	0:01:13	0:00:58	6:00 p.m.	0:02:44
Ultrasonido	0:02:22	0:00:25	5 a.m. y 6 p.m.	0:16:46
Sala rehidratación	0:00:21	0:00:22	2 p.m.	0:00:31
Sala ERA	0:01:02	0:00:46	9 a.m.	0:02:04
Zona de transición	0:07:02	0:05:53	3 p.m.	0:09:48

Tabla 3. Tiempos de espera por actividad.

Admisiones:

El tiempo promedio de espera para atención en Admisiones, a nivel general es de 3 minutos con 14 segundos. En el análisis por días de la semana, los tiempos de espera más altos se presentan los lunes con 3 minutos con 52 segundos, seguidos de los sábados con 3 minutos 35 segundos, a partir del lunes los tiempos de espera van disminuyendo hasta llegar al tiempo más bajo el viernes con 2 minutos con 34 segundos.

En el análisis por hora del día los menores tiempos de espera se presentan antes de las 7 a.m. con 1 minuto 24 segundos en promedio, desde las 7 a.m. se incrementan los tiempos de espera hasta alcanzar los valores más altos de la mañana a las 10 a.m. con 4 minutos 41 segundos, luego disminuyen hasta que a la 1 p.m. el tiempo de espera promedio es de 2 minutos 9 segundos y se vuelven a incrementar hasta que a las 3 p.m. se presenta el tiempo más alto de la tarde con 4 minutos con 45 segundos y luego comienzan nuevamente a disminuir hasta el final del día.

Triage:

El tiempo promedio de espera para atención en Triage es de 18 minutos 12 segundos. En el análisis por día de la semana, se encuentra que los lunes se presentan el mayor tiempo de espera con un promedio de 21 minutos 30 segundos, y el menor tiempo de espera se presenta los viernes con 14 minutos 45 segundos en promedio.

En el análisis por hora del día, se observa que antes de las 7 a.m. se presentan los tiempos de espera más bajos con un promedio de 11 minutos 34 segundos, luego se empiezan a incrementar hasta llegar a las 12 p.m. con 21 minutos 32 segundos, luego continúa hasta las 8 p.m. con un comportamiento uniforme con tiempos entre 17 minutos 44 segundos y 20 minutos 27 segundos, para luego presentar los tiempos más altos a las 9 p.m. y 10 p.m. con 27 minutos 11 segundos y 28 minutos 25 segundos respectivamente.

Consulta:

El tiempo promedio de espera para atención en Consulta de urgencias es de 1 hora 43 minutos 17 segundos. Los días de mayor tiempo de espera son los lunes con 1 hora 53 minutos, este tiempo va disminuyendo durante los días de la semana hasta llegar el viernes al tiempo más bajo con 1 hora 26 minutos.

El tiempo de espera promedio para la atención en consulta durante las horas del día se comporta de forma estable entre las 2 p.m. hasta las 2 a.m., se presenta una disminución del tiempo desde las 3 a.m. hasta llegar al punto más bajo a las 8 a.m. con 49 minutos 35 segundos y luego vuelve a incrementarse hasta la 1 p.m.

En el análisis por clasificación de triage se observa el mayor tiempo promedio en el triage 3 que representa el 96% de los casos con 1 hora 44 minutos.

Box enfermería:

El tiempo promedio de espera para atención en Box enfermería es de 7 minutos 20 segundos. Se observa que el mayor tiempo de espera se presenta los miércoles con 8 minutos 8 segundos, seguidos de los lunes y sábados con 7 minutos 32 segundos y 7 minutos 31 segundos respectivamente.

En el análisis por hora del día, los menores tiempos de espera para atención en el Box enfermería se presentan hasta las 10 a.m. con tiempos en promedio de 4 minutos 59 segundos, luego empieza a incrementarse hasta llegar a los tiempos más altos a la 1 y 2 p.m. con 9 minutos 55 segundos, y luego

disminuye al final del día para presentar un tiempo promedio de 8 minutos 12 segundos.

En el análisis de los tiempos de espera por clasificación de triage, los mayores tiempos se presentan para el triage 3 que representan el 94% de los casos atendidos con 7 minutos 29 segundos, y como se espera los tiempos más bajos se presentan en los casos clasificados en triage 1 y 2 por la prioridad de atención que estos pacientes requieren.

Box Adulto:

El tiempo promedio de espera para atención en Box Adulto es de 13 minutos 31 segundos. En el análisis por día de la semana se observa que el martes se presenta el mayor tiempo de espera con 15 minutos 55 segundos, los demás días entre la semana se presenta un tiempo promedio de 12 minutos 37 segundos y el fin de semana se presenta un tiempo promedio de 14 minutos 14 segundos.

En el análisis por hora del día los mayores tiempos de espera se presentan entre las 9 p.m. y las 2 a.m. con 1 hora 3 minutos de espera y los menores tiempos se presentan entre 4 a.m. y 4 p.m. con un promedio de 8 minutos 41 segundos.

Aunque se ha definido que el direccionamiento para atención en el Box se realice principalmente para los pacientes clasificados con triage 2, se encuentran atenciones a casos con otras clasificaciones, el 63% de los casos direccionados al Box corresponde a pacientes clasificados con triage 2, el 36% al triage 3 y el 1% son pacientes clasificados con triage 1, 4 y 5.

En el análisis de los tiempos de espera según la clasificación de triage, se observa que para el triage 2 se presenta el tiempo promedio más alto con 14 minutos 2 segundos, los menores tiempos se presentan para los pacientes en triage 4 y 5.

Box Pediátrico:

El tiempo promedio de espera para atención en Box Pediátrico, a nivel general es de 19 minutos 28 segundos. El tiempo promedio de espera más alto por día de la semana se presenta los martes con 24 minutos 46 segundos y el menor tiempo promedio se presenta los sábados con 14 minutos 47 segundos.

En el análisis por hora del día se observa que los tiempos más altos se dan al final del día y al inicio de la mañana, a las 9 p.m. se presenta la espera más alta con 2 horas 3 minutos. Los tiempos más bajos se presentan entre las 7 a.m. y las 6 p.m. con tiempo promedio de 9 minutos 52 segundos.

Al igual que en el Box adulto, se espera que la atención en Box pediátrico se realice en casos clasificados en triage 2, sin embargo, se presenta alguna proporción en casos de otras clasificaciones. (67% triage 2, 30% triage 3, y el 3 % en triage 1, 4 y 5), en el triage 3 se presenta el mayor tiempo de espera con 26 minutos 40 segundos.

Laboratorio:

El tiempo promedio de espera para atención en Laboratorio, a nivel general es de 7 segundos, este tiempo corto se debe a que las tomas de muestras para laboratorio se realizan en los boxes por alguna de las auxiliares de enfermería y la muestra es enviada inmediatamente al laboratorio. Estos tiempos de espera no tienen gran variación en el análisis por día de la semana ni en el análisis por hora del día.

Rayos X:

El tiempo promedio para atención en el servicio de rayos X es de 1 minuto 13 segundos, en el análisis por

días de la semana no se presenten mayores diferencias. Los tiempos más altos se presentan entre la 1 p.m. y las 6 p.m. con un tiempo de 2 minutos 44 segundos.

Ultrasonido:

El tiempo promedio de espera para atención en Ultrasonido es de 2 minutos y 22 segundos. El tiempo más alto se presenta los domingos con un promedio de 3 horas 28 minutos, y en el análisis por hora del día los tiempos más altos se presentan a partir de las 7 p.m. hasta las 7 a.m.

Debido a que este servicio de ultrasonido es muy poco requerido, solo el 3 % del total de los casos, en el centro de urgencias está disponible solamente de lunes a viernes en el horario de 7 a.m. a 7 p.m., lo cual explica lo encontrado en el análisis de los tiempos de espera.

Sala de rehidratación:

El tiempo promedio de espera para la sala de rehidratación es de 21 segundos, más alto los domingos con tiempo promedio de 26 segundos y en el análisis por hora del día, los tiempos se van incrementando a partir de las 8 a.m. y el tiempo más alto se presenta a las 2 p.m. con 31 segundos.

Sala ERA:

Tiempo de espera promedio para la sala ERA es de 1 minuto 2 segundos, por día de la semana el tiempo más alto se presenta el viernes con 1 minuto 9 segundos y por hora del día, los tiempos más altos se presentan en las horas de la mañana, y a las 9 a.m. el mayor tiempo con 2 minutos 4 segundos.

Zona de transición:

El tiempo de espera para la zona de transición es de 7 minutos con 2 segundos en promedio, el día con mayor tiempo de espera es el viernes con 8 minutos, en el análisis por horas se encuentra que durante el día los tiempos se van incrementando hasta llegar a los puntos más altos desde las 2 p.m. a las 8 p.m., a las 3 p.m. el tiempo promedio es de 9 minutos con 48 segundos.

c) Diagnósticos de egreso

Se realiza un análisis de los diagnósticos de egreso, que corresponden a los diagnósticos confirmados por los médicos en la realización de consulta.

Triage 1:

Corresponden principalmente a abuso sexual, enfermedades mentales, dolores musculares, infartos, hemorragia gastrointestinal, envenenamiento, entre otros.

Triage 2:

Corresponden principalmente a heridas, contusiones, traumatismos y fracturas en diversas partes del cuerpo, asma, bronquiolitis, EPOC, neumonía, dolor pecho, epistaxis, dolores abdominales, cefalea, hipertensión arterial, infarto, insuficiencia cardíaca, infecciones urinarias, entre otros.

Triage 3:

Los diagnósticos más frecuentes corresponden principalmente a resfriado común, amigdalitis, bronquitis, cefalea, migraña, dolores abdominales y pélvicos, infecciones urinarias, gastroenteritis, dolores musculares, entre otros.

Triage 4:

Los diagnósticos de egreso más frecuentes, solamente de los casos clasificados como triage 4 y que fueron atendidos en el Centro de urgencias corresponden a resfriado común, amigdalitis, bronquitis, diarrea o gastroenteritis, cefalea, dolores musculares, entre otros.

Triage 5:

Los diagnósticos de egreso más frecuentes, solamente de los casos clasificados como triage 5 y que fueron atendidos en el Centro de urgencias, corresponden principalmente a dolores musculares, dolores de cabeza, infecciones urinarias, resfriado común, varicela, entre otros.

6.2 Minería de procesos

6.2.1 Preparación de los datos

a) Localización y extracción de los datos

Los datos necesarios para realizar el análisis con minería de procesos se encuentran en dos sistemas de información: en el sistema de gestión de turnos y en el sistema de historia clínica, que tiene datos complementarios para el análisis.

En el módulo de reportes del sistema de gestión de turnos se permite generar archivos con los datos de cada una de las actividades o servicios por los cuales ha pasado un paciente, los datos son los siguientes:

- Unidad origen: Corresponde al área donde se realizan o prestan los servicios, en este caso las unidades son: Admisión, Triage, Consulta, Box, Imágenes diagnósticas, Laboratorio y Observación.
- Servicio origen: Corresponde al servicio prestado en cada unidad, en este caso son:

UNIDAD ORIGEN	SERVICIO ORIGEN	UNIDAD ORIGEN	SERVICIO ORIGEN
ADMISION	Admisión	IMÁGENES DIAGNOSTICAS	Rayos X
	Citas NP		Ultra Sonido
	Citas UAP	LABORATORIO	Laboratorio Urgencias
	Facturación		OBSERVACIÓN
TRIAGE	Triage		Sala de Rehidratación Triage 3
BOX	BOX 2 Adulto		Sala ERA
	BOX 2 Pediátrico		Sala Observación Hombre
	BOX Enfermería		Sala Observación Mujer
CONSULTA	Consulta Urgencias		Sala Observación Pediátrico
			Zona de transición

Tabla 4. Áreas y actividades o servicios de urgencias.

- Caso: Corresponde a la numeración única de cada suceso o solicitud de atención en el centro de urgencias.
- Ticket: Corresponde al código del turno entregado al paciente.
- Fecha de llegada: Corresponde a la fecha (dd/mm/aaaa) y hora (hh:mm:ss) de llegada el paciente para atención en cada servicio, lo que corresponde también a la fecha y hora en que el pacientes

- es transferido a determinado servicio.
- Tiempo de espera: Corresponde al tiempo en hh:mm:ss que el paciente estuvo esperando para ser atendido en el servicio.
- Tiempo de servicio: Corresponde al tiempo en hh:mm:ss de duración del servicio prestado.
- Personal ID: Corresponde al número de identificación del paciente.
- Cliente: Corresponde al nombre completo del paciente.
- Nivel del cliente: Corresponde a la fila por la que el paciente toma el turno en el quiosco, dentro de los que están: Adulto mayor, Embarazada y General.
- Estado: Corresponde al estado final del caso, Cerrado o activo.
- Estado del servicio: Corresponde a la forma en que llega el paciente al servicio: Admisión directa, encolado y transferencia, la admisión directa se da cuando se crea el caso en la recepción y no en el quiosco, encolado se refiere a que se encola por el quiosco, y transferido es que llega desde otro servicio.
- Estado de la transferencia: Estado final de las transferencias realizadas, si fueron atendidas o fueron abandonadas por los pacientes (si el realiza el abandono en alguno de los servicios, el sistema lo toma como abandono en todos los servicios por donde el paciente ha pasado).
- Usuario: Se refiere al profesional que presta el servicio.

Dado que los objetivos y preguntas planteadas en este proyecto tienen que ver con la clasificación del triage asignado a los pacientes, los datos se complementan con los obtenidos de un reporte de información del sistema de historia clínica:

- Tipo y número de documento del paciente: para hacer la correlación con los datos del sistema de información del sistema de gestión de turnos.
- Nombre completo del paciente.
- Clasificación del triage: corresponde a la prioridad para la atención otorgada por el médico en la consulta de triage.
- Código y descripción del diagnóstico de egreso.

En cuanto al grado de madurez de los registros de eventos, de acuerdo con las definiciones en el manifiesto de minería de procesos (IEEE Task Force on Process Mining, 2011) , se considera que este proceso cuenta con un nivel 3 de madurez, teniendo en cuenta que los eventos registrados corresponden a la realidad del proceso, sin embargo, para poder realizar el análisis del proceso teniendo en cuenta la clasificación del triage y los diagnósticos relacionados a cada caso, se requiere complementar la información del sistema de gestión de turnos con datos registrados en el sistema de historia clínica, este cruce de información se realiza mediante los identificadores que son el número de documento de identificación, y validaciones con el nombre completo del paciente y la hora de llegada.

Para la extracción de los datos de los dos sistemas de información se define que el intervalo de fechas sea de mayo de 2016 a mayo de 2017, lo que se considera que es un intervalo suficiente teniendo en cuenta que el 96% de los casos del proceso tienen una duración total de menos de 9 horas y media.

b) Análisis de la calidad de los datos

Debido a que de la calidad de los datos depende la calidad del análisis con la minería de procesos (Aguirre Mayorga, 2016), se revisa cada una de las siguientes causas posibles de la baja calidad los datos para la posterior limpieza:

- **Datos incompletos.**

- Casos con el registro de solamente de la actividad Admisión, seguida de otro caso asociado al mismo paciente con atención en varias actividades, estos casos se presentan por que la persona que realiza el registro en el quiosco del gestor de turnos lo realiza más de una vez y la atención del paciente se relaciona solamente a uno de los números de identificación de caso creados.
- Casos Abandonados, son casos que realizaron solamente el registro en el quiosco de gestión de turnos y luego los pacientes abandonaron las instalaciones del centro de urgencias.
- Casos sin clasificación triage asignada al paciente, esto debido a que el médico puede haber decidido no realizar este registro del triage en la historia clínica de específica de triage, sino registrar los datos en la historia clínica de la consulta médica.

	Cantidad de Casos	% del total
Total de casos registrados en el periodo (mayo 2016-mayo 2017)	198.439	100%
- Casos con un solo registro	7.948	4,0%
- Casos abandonados	13.561	6,8%
- Casos sin identificación del triage	8.944	4,5%
Total de casos no incluidos	30.453	15,3%
Total de casos incluidos en el estudio	167.986	84,7%

Tabla 5. Cantidad de casos incluidos en el estudio

- **Datos atípicos.**

Los datos atípicos no solo se identifican por los tiempos de duración y de espera de las actividades, sino por la secuencia de las mismas:

- Casos en los que no presentan como primera actividad ni admisión ni triage y que no terminan con actividades de facturación, citas UAP o citas NP. Al revisar la causa con los ejecutantes del proceso, se identifica que se presentan en cualquier parte del proceso cuando se quiere registrar alguna observación en el sistema de gestión de turnos y por error se selecciona la opción de admisión directa, la cual permite ingresar un paciente a un servicio sin ser direccionado por un servicio anterior.
- Casos con tiempos de espera o de servicio muy altos para la actividades finales del proceso: Facturación y asignación de citas, al realizar el cruce de información del sistema de gestión de turnos con el sistema de historia clínica donde también se registra la fecha y hora de egreso del paciente, se encuentran diferencias en casos donde los tiempos de finalización de la actividad son un poco más lejanos en el sistema de gestión de turnos que los registrados en la historia clínica, esto se debe a que las personas encargadas de realizar la actividad no registran el cierre del caso en sistema de forma inmediata sino luego de varias horas o días.
- Casos con clasificación triage 1 que solo tienen atención en admisión, triage y citas no programada, se encuentra que estos fueron mal clasificados en el triage y que corresponden a triage 4, por tanto, se hace la asignación de estos valores en cuanto a la clasificación de triage.
- Casos con clasificación triage 1 que solo tienen atención en las actividades admisión y triage, se encuentra que corresponden a pacientes con diagnóstico varicela, que para evitar la contaminación de otras áreas del centro de urgencias, se hace la atención en el mismo consultorio de triage, para luego proceder a la desinfección del área, por tanto, se hace la asignación de

clasificación de triage a 3.

- Casos en los que no se realiza el registro de una de las instancias o actividades del proceso. La mayoría de estos datos son posibles de imputar con los datos registrados en el sistema de información de historia clínica, pero requiere de un esfuerzo considerable para identificarlos y asignarlos, por tanto, estos casos no se tienen en cuenta.

- **Datos incorrectos.**

Se encuentran algunos casos, especialmente de pacientes menores de 5 años en los que hay diferencia en los datos de identificación de pacientes en los dos sistemas de información, con lo cual se realizó el cruce de información para obtener los datos de clasificación de triage y diagnósticos, estos casos fueron identificados y se unificaron en las dos bases.

c) Limpieza de los datos

Con el fin de mejorar la calidad de los registros de eventos, se realiza la siguiente limpieza de los datos:

- Por cambios realizados en la parametrización de los campos Unidad de origen y Servicio de origen realizados en mayo de 2016, se realiza el ajuste en los datos de estas variables para unificar.
- No se tienen en cuenta los casos incompletos.
- No se tienen en cuenta los casos abandonados por el paciente.
- No se tienen en cuenta los casos creados por error de selección de opciones en el sistema de gestión de turnos.
- Se realiza la imputación de datos a las fechas de facturación y citas, y a los casos con asignación incorrecta en la clasificación del triage.
- Al observar junto con los responsables del proceso la duración de las actividades y de los tiempos de espera de triage de acuerdo con lo que se muestra en el sistema de minería de procesos, se realiza el análisis de datos atípicos con SPSS para encontrar los casos que están por fuera de los tiempos para excluirlos del análisis con tal de que no afecten los tiempos promedios que se aplicarán en la simulación.

d) Preparación y transformación de los datos

Para realizar el análisis de los datos en el aplicativo de minería de procesos Disco, se realizó la transformación de los datos en el formato requerido dejando una fila por cada actividad, identificando las siguientes columnas:

Configuración en Disco	Columna de la base de datos
ID Caso	Caso
Actividad	Servicio origen
Recurso	Unidad origen y Usuario.
Marcas de tiempo	Fecha Fin de espera y Fecha Fin de actividad (con formato dd/MM/yy HH:mm:ss)
Otros atributos	Edad, sexo, Diagnostico de egreso, Clasificación triage, día de la semana, mes y año.

Tabla 6. Preparación y transformación de datos para el aplicativo de minería de procesos

6.2.2 Descubrimiento el modelo real del proceso

El descubrimiento del proceso en minería de procesos se realiza mediante la aplicación de algoritmos

como fuzzy, heurístico y genético. (Aguirre Mayorga, 2016).

Para realizar el análisis del proceso se utilizó el aplicativo Disco de Fluxicom donde se cargaron los datos consolidados del periodo mayo de 2016 a mayo de 2017. Los datos de este periodo constan de 1.303.351 registros o eventos donde se identificaron 176.668 casos.

Para descubrir el modelo real del proceso de atención de urgencias, se realizaron filtros de la información para descubrir el proceso según la clasificación del triage asignado a los pacientes, los diagramas de flujo con las frecuencias de los casos y los tiempos medios de espera y actividad se muestran en el Anexo A. En estos diagramas se pueden observar las actividades más frecuentes las cuales se identifican en color azul oscuro y las flechas con línea de mayor grosor.

Adicionalmente, se descubren las variantes del proceso que corresponden a la secuencia de actividades que siguen los pacientes durante el proceso de atención, en las tablas del Anexo B se muestran las probabilidades de secuencia de actividades para cada clasificación de triage.

Triage	Cantidad de casos	% participación	Cantidad de variantes del proceso	Tiempo promedio de atención total	Actividades con mayor tiempo de espera (*)
1	87	0.05%	74	16,7 horas	Triage (por la fila de paciente general): 19.2 minutos. Box pediátrico: 65 minutos. De box enfermería a consulta de urgencias: 45.8 minutos. De ultrasonido a consulta de urgencias: 2.4 horas.
2	4.472	2.53%	2.475	10,8 horas	De admisión a triage: 21 minutos en paciente general, de triage a Box adulto 23.7 minutos en adulto mayor, 23.5 a box pediátrico, de box adulto a box enfermería 27.4 minutos, de box a ultrasonido 26 minutos, de los servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico (laboratorio, rayos x, ultrasonido, sala ERA, rehidratación oral) hacia consulta con tiempos mayores a 19.8 minutos.
3	91.682	51.90%	19.728	5,1 horas	De admisión a triage con 20.9 minutos, desde los servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico hacia consulta con tiempos mayores a 20.9 minutos, desde consulta hacia el box adulto con 33.6 minutos.
4	68.700	38.89%	932	44.3 minutos	De admisión a triage de paciente general 21.7 minutos, de triage a box pediátrico 16.4 minutos y hacia box adulto con 14 minutos, desde los servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico hacia

Triage	Cantidad de casos	% participación	Cantidad de variantes del proceso	Tiempo promedio de atención total	Actividades con mayor tiempo de espera (*)
					consulta con tiempos mayores de 24 minutos.
5	2.862	1.62%	164	55 minutos	De admisión a triage para paciente general con 23.7 minutos, de citas UAP a consulta de urgencias con 14.2 minutos, de consulta a zona de transición con 70.1 minutos, de consulta a box de enfermería con 48.9 minutos, desde los servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico hacia consulta con tiempos mayores a 28.7 minutos.
Sin clasificación	8.865	5.02%			Para estos casos no se logró identificar la clasificación triage asignada al paciente.
Total casos	176.668	100%			

(*) Por el alcance definido en este proyecto, se analiza antes de las actividades de observación, citas NP (no programada) y citas UAP.

Tabla 7. Datos proceso descubierto por clasificación de triage.

Al realizar el análisis de los tiempos de espera del proceso completo incluyendo todas las clasificaciones de triage, se pueden identificar los puntos críticos del proceso en donde se encuentran los tiempos de espera promedio más altos.

- En el paso de admisión a triage, los mayores tiempos de espera están en la parte del paciente del tipo de cola General con promedio de 21,6 minutos, en las demás colas (adulto mayor, menor de un año, embarazado y discapacitado) el tiempo de espera promedio es menor a 11 minutos.
- Del triage al box adulto con 23.9 minutos y del triage al box pediátrico con 24.8 minutos.
- De los servicios de apoyo diagnóstico y terapéutico hacia consulta, el tiempo de espera los tiempos de espera mayores a 28.8 minutos.
- También se presenta un promedio de espera alto para pasar del servicio de Box enfermería a consulta con 58,3 minutos.

6.2.3 Verificación de cumplimiento

Con el fin de verificar que la ejecución del proceso real está de acuerdo al proceso establecido por los responsables del proceso, se realizan diferentes filtros por clasificación de triage en el sistema de Minería de procesos Disco.

a) Triage 1

Según el proceso planteado por los responsables del proceso, los casos con triage 1 deben ser atendidos primero en la sala de reanimación, luego realizar la admisión del paciente y continuar con la atención

integral y multidisciplinaria, revisión de paraclínicos para luego definir el plan terapéutico y diagnóstico y finalmente definir el destino del paciente.

En el proceso descubierto con minería de procesos, se evidencia para los pacientes clasificados con triage 1, inician con la admisión, seguida por la atención en triage, luego la mayoría continúan con atención en el Box de enfermería para la posterior realización de paraclínicos y la consulta de urgencias; algunos otros pacientes van del triage al box adulto o pediátrico, en estos dos casos luego se continua con la definición del destino del paciente, es decir, continúan con observación, facturación o citas no programadas. Solo 3 de los 87 casos identificados con triage 1, pasan del triage a la sala de reanimación, estos casos tienen diagnósticos de infarto agudo de miocardio, violencia física e infección de vías urinarias complicada. Los casos que no tienen atención en la sala de reanimación corresponden a los diagnósticos relacionados con trastornos mentales, hemorragias gástricas, agresiones sexuales, envenenamiento, entre otros que no requieren de atención en la sala de reanimación.

Dentro de las posibles causas del no cumplimiento del proceso planteado para esta clasificación de triage, los responsables del proceso consideran que la asignación de la clasificación triage 1 se puede presentar en casos que aunque no sean condiciones que amenacen la vida de los pacientes, por su condición (como situaciones de violencia sexual, entre otros) o su diagnóstico (como enfermedades virales muy contagiosas ej. Varicela), se aplica a casos en los que es necesario que el paciente no salga a las salas de espera para su posterior atención médica.

b) Triage 2

En el proceso definido para triage 2, se establece que los pacientes deben pasar del triage a admisión y luego a consulta médica antes de 30 minutos que se puede dar en el Box pediátrico o adulto o en los consultorios, para luego continuar con la atención integral y multidisciplinaria, la revisión de exámenes y paraclínicos, seguido de la definición del plan terapéutico y diagnóstico y la definición del destino del paciente.

En el proceso descubierto se observa que el 82.23% de los casos clasificados con triage 2 incluyen el box pediátrico, box adulto o la consulta médica de acuerdo con el proceso definido, y solamente el 3.62% de los casos van directamente de triage a Facturación y a Citas no programadas.

c) Triage 3

El proceso propuesto para los casos clasificados con triage 3, se contempla que se realiza la admisión, luego el triage, donde se define si el paciente pasa directamente a consulta o si requiere del triage avanzado mediante la creación de órdenes para exámenes para clínicos o medicación, para luego realizar la definición del plan terapéutico y diagnóstico y finalmente definir el destino del paciente.

En la ejecución real del proceso para triage 3, se observa que solamente el 0.06% de los casos que llegan a admisión se dirigen directamente al Box de enfermería y el 99.94% de los casos se dirigen a triage, luego del triage el 84.30% de los casos son dirigidos al Box enfermería, lo que indica que requirieron triage avanzado para el suministro de medicamentos o para la realización de paraclínicos antes de la consulta médica. El 12.17% de los casos se dirigieron directamente a consulta, lo que indica que no requirieron de triage avanzado.

El 2.74% de los casos fueron dirigidos del triage a las citas para consulta no programa, para citas UAP o Facturación, con lo cual se puede deducir que estos casos no debían haber sido clasificados con triage 3,

sino triage 4 o 5.

d) Triage 4

Según la definición del proceso, para esta clasificación de triage se espera que el proceso tenga la siguiente secuencia de actividades: Admisión, triage y asignación de cita para consulta no programa.

En el proceso descubierto con minería de procesos, aunque el 98.76% de los casos siguen la secuencia definida, se encuentran otros casos que tienen otras actividades como son: las actividades de atención medica como box enfermería, consulta, box adulto y pediátrico, sala ERA, sala de rehidratación, observación y las actividades de apoyo diagnostico como laboratorio, ultrasonido, y rayos X.

Esto se puede ocasionar por una clasificación errónea en estos pacientes, debieron clasificarse como triage 3 en lugar de triage 4 o porque se decide dar atención a los pacientes antes de direccionarlos a servicios fuera del centro de urgencias.

e) Triage 5

Para esta clasificación de triage, se espera que el proceso tenga la siguiente secuencia: Registro en el gestor de turnos, admisión, triage y finalmente asignación de cita para consulta UAP o facturación.

En este caso también se observa que, aunque el 63.09% de los casos presentan la secuencia definida, el 18.47% pasan directamente del triage a facturación, el resto de los casos presenta atenciones en otras áreas como son: box enfermería, servicios de apoyo diagnóstico, sala era, zona de transición, sala de rehidratación, consulta y sala de observación.

Al igual que en el análisis de triage 4, los casos que no cumplen con el proceso definido se puede ocasionar por una clasificación errónea en estos pacientes, eran triage 3 en lugar de triage 5 o porque se decide dar atención a los pacientes antes de direccionarlos a servicios fuera del centro de urgencias.

6.2.4 Análisis de desempeño

a) Indicador 1: % de casos con llamado a triage en menos de 15 minutos. Meta: 90%

Hora de llegada	Tiempo promedio para llamado a triage	Cantidad de casos	% casos
<= 1,0	0:18:42	2.280	1%
(1,0, 4,0]	0:15:18	2.360	1%
(4,0, 6,0]	0:14:20	6.195	4%
(6,0, 9,0]	0:18:04	36.534	21%
(9,0, 11,0]	0:23:53	30.765	17%
(11,0, 13,0]	0:25:56	24.015	14%
(13,0, 16,0]	0:25:52	32.442	18%
(16,0, 18,0]	0:24:57	17.624	10%
(18,0, 21,0]	0:28:14	17.875	10%
> 21,0	0:29:46	6.564	4%
	0:22:24	176.654	

Tabla 8. Tiempos promedio de llamado a triage por hora de llegada

Se analiza con un árbol de decisión los tiempos promedio de llamado para atención en triage, el resultado

se muestra en la tabla 8, encontrando que solamente se cumple en el periodo de 4 a.m. a 6 a.m., es decir, solamente el 4 % de los casos. A partir de ese momento se empiezan a incrementar los tiempos hasta llegar al final de día con casi 30 minutos en promedio entre la hora de llegada y la hora de llamada para atención en el triage.

b) Indicador 2: % de casos de pacientes clasificados como prioridad 3 con definición de conducta en menos de 2 horas y 30 minutos. Meta: 90%

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0	01:34:06	02:33:00	02:09:34	02:46:20	01:33:40	02:39:30	00:57:36
1	01:56:26	02:31:36	01:56:40	01:33:00	01:34:00	02:37:00	01:29:24
2	01:49:00	02:33:00	01:43:45	00:36:00	01:25:48	01:17:00	03:20:30
3	01:38:00	02:45:20	01:26:00	01:41:30	04:21:30	01:31:15	00:32:00
4	01:19:40	02:26:00	02:09:24	08:06:00	00:30:00	02:53:20	01:13:45
5	02:03:30	02:09:20	08:04:51	01:44:15	01:52:00	01:48:30	01:30:51
6	01:57:00	02:29:19	02:19:49	02:49:54	03:00:22	02:14:21	02:48:12
7	02:32:10	02:01:24	02:22:08	02:29:29	02:50:28	02:29:52	01:43:10
8	02:40:30	02:55:31	02:34:29	02:33:39	02:11:19	02:10:29	01:56:10
9	03:14:04	03:19:29	02:56:23	03:21:50	02:38:05	02:15:57	02:09:09
10	03:32:27	03:54:31	03:39:57	04:19:01	02:34:23	01:57:18	01:49:51
11	03:43:24	03:42:30	04:22:13	04:02:03	02:57:27	02:24:41	02:14:40
12	03:35:06	03:51:05	03:47:36	04:14:27	03:10:32	03:36:35	02:23:08
13	03:40:08	03:52:17	03:20:14	03:40:28	03:11:32	03:06:08	02:17:25
14	03:56:01	03:57:50	03:21:13	04:05:25	04:25:12	03:13:47	02:40:58
15	03:24:50	03:50:16	03:04:55	03:44:03	02:53:58	02:38:27	02:37:04
16	03:12:20	03:45:02	02:47:05	03:57:29	02:47:55	02:57:13	02:23:45
17	02:47:46	03:19:09	02:34:44	03:10:28	02:32:49	02:24:39	15:28:10
18	04:11:00	02:44:11	02:28:12	03:32:21	02:26:45	02:32:58	02:15:05
19	02:58:08	03:04:35	02:00:19	03:12:10	01:58:05	02:35:09	02:13:03
20	02:29:28	02:34:19	02:07:40	02:38:52	01:44:42	04:19:25	02:21:52
21	02:27:44	03:01:14	02:13:24	02:59:15	02:46:33	02:15:41	02:54:47
22	03:20:12	02:35:47	01:58:17	02:49:10	15:36:56	02:14:00	02:25:23
23	02:37:43	01:36:53	02:00:40	02:13:30	01:50:47	02:58:30	02:12:04

Tabla 9. Tiempos promedio de definición de conducta por día y por hora de llegada para triage 3.

En el análisis de cumplimiento del indicador 2 por día y por hora, se observa que el indicador no cumple la meta en diferentes horas y días de la semana, sin embargo, se observa incumplimiento especialmente los días entre semana a partir de las 7 a.m. hasta las 10 p.m., los sábados ocurre a partir de las 12 p.m. y los domingos desde las 3 p.m. hasta las 5 p.m.; todos estos debido a la mayor cantidad de pacientes que llegan en estas horas del día.

c) Indicador 3: % casos de pacientes clasificados como prioridad 2 con llamado a consulta en menos de 30 minutos. Meta: 80%

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0			00:06:26				
1		01:42:18					
2				01:19:55			
3		03:09:35					01:47:48
4							01:21:06
5				01:25:28			
6	01:04:27				00:40:51	00:04:24	
7	00:07:33			00:13:10	00:17:44	00:07:08	00:04:14
8	00:10:34	00:37:59	00:18:53	00:19:00	00:20:15	00:21:56	00:20:33
9	00:21:46	00:30:02	00:17:24	00:35:44	00:20:07	00:08:21	00:11:26
10	00:23:19	00:18:04	00:12:18	00:37:35	00:27:32	00:15:31	00:23:50
11	00:29:36	00:16:30	00:28:31	00:47:51	00:20:55	00:14:46	00:48:01
12	00:33:25	00:20:52	00:24:18		00:26:09	00:09:18	00:15:01
13	00:32:08	00:18:06	00:16:43	00:26:14	00:33:28	00:21:11	00:37:35
14	00:15:21	00:18:29	00:27:59	00:21:47	00:23:21	00:59:29	00:37:58
15	00:27:03	00:19:45	00:29:01	00:15:22	00:37:00	00:06:59	00:17:08
16	00:14:32	00:20:00	00:52:41	00:35:19	00:23:51	00:22:12	00:33:34
17	00:33:46	01:50:09	00:23:51	00:30:36	00:24:44	00:17:26	00:31:14
18	00:23:34	00:30:57	00:25:45	00:40:04	00:33:44		00:29:04
19	00:32:56	00:36:51	00:14:39	00:24:07	00:45:16		00:29:45
20	01:23:30	00:43:34	00:49:52	01:10:59		00:09:13	
21	00:17:04		01:35:01	01:34:43			01:57:02
22	00:14:34	01:33:21			00:53:14	01:30:36	
23	00:13:45				00:14:24		

Tabla 10. Tiempos promedio de llamado a consulta por hora de llegada para triage 2

En el análisis de cumplimiento de meta para el indicador 3 que se muestra en la tabla 10, no se observa un patrón de un día o un rango de horas específicas donde se incumple el indicador. Lo anterior puede deberse a que la poca cantidad de casos en esta clasificación no permite observar una tendencia.

6.2.5 Análisis de la red social

El análisis de la red social se realiza en minería de procesos servicios con el fin de descubrir la interacción entre las personas, encontrar los bucles que demoran la ejecución del proceso y determinar las diferencias en la productividad y las cargas de trabajo. (Aguirre, Parra, & Alvarado, 2013)

En este proyecto no se realizó este análisis ya que, las funciones que desempeña el recurso humano del centro de urgencias dependen de las áreas asignadas, así como también se debe considerar que el direccionamiento de los pacientes no se hace hacia un profesional de la salud específico sino hacia las actividades, y que estos son administrados por el sistema de gestión de turnos, así que las interacciones entre los diferentes profesionales se determinan por las mismas actividades que se muestran en el flujo de proceso descubierto.

En la tabla 11, se muestra para cada uno de los servicios la capacidad instalada en el centro de urgencias, el recurso humano mínimo requerido para la atención y la capacidad de atención simultánea por cada

servicio.

SERVICIO ORIGEN	CAPACIDAD INSTALADA	RECURSO HUMANO REQUERIDO	CAPACIDAD DE ATENCION SIMULTANEA
Admisión Citas Facturación	4 puestos	Un auxiliar de admisiones por puesto	1 Paciente por cada auxiliar
Triage	8 consultorios de triage	Un médico por consultorio	1 paciente por cada médico y consultorio
Consulta	4 consultorios de consulta	Un médico por cada consultorio	1 paciente por cada médico y consultorio
Box adulto y pediátrico	4 para adulto 4 para pediátrico	Un médico y una auxiliar de enfermería para las 8 camas	1 paciente por cada cama.
Box enfermería	2 camas	Auxiliar de enfermería	1 paciente por cada camilla
Zona de transición	6 sillas	Un médico para las 6 sillas	1 paciente por cada silla
Sala Reanimación	1 salas	Médico, jefe de enfermería y auxiliar de enfermería (de observación)	1 paciente por cada sala
Rehidratación oral	6 sillas	Un auxiliar de enfermería	1 paciente por cada silla
Observación (mujer, hombre y pediátrico)	20 camas (7 para mujer, 7 para hombre y 6 pediátricos), un médico para todas las camas	Medico Jefe enfermería Auxiliar de enfermería	1 paciente por cada cama.
Laboratorio	1 punto	Personal externo	No establecida
Sala ERA	8 sillas	Personal externo	1 paciente por cada silla
Rayos X	2 sala	Personal externo	1 paciente por cada sala
Ultrasonido	1 sala	Personal externo	1 paciente por sala

Tabla 11. Servicios, capacidad instalada y recurso humano requerido

6.2.6 Análisis de hallazgos / problemas

A continuación, se realiza el análisis de causas de los hallazgos encontrados en el análisis del proceso.

TIPO DE HALLAZGO	HALLAZGOS	CATEGORIA CAUSA	CAUSA
<u>Desviaciones en la ejecución del proceso:</u>	Casos de pacientes clasificados con triage 4 y 5 a quienes se les realiza atenciones en actividades que no están de acuerdo con lo definido por los responsables del proceso.	Entrenamiento Proceso	Pacientes con una clasificación diferente a la requerida. Los profesionales de la salud deciden direccionar y dar atención a estos pacientes.
<u>Cumplimiento de indicadores de desempeño:</u>	Indicador 1: No se cumple la meta del 90% de los casos con llamado a triage en menos de 15 minutos.	Capacidad instalada	Durante el transcurso del día se presenta incremento en la cantidad de pacientes que solicitan atención en el centro de urgencias, como se observa en la tabla 3 Tiempos de espera por actividad y en la tabla 8 Tiempos promedio de

TIPO DE HALLAZGO	HALLAZGOS	CATEGORIA CAUSA	CAUSA
			llamado triage por hora de llegada, el cumplimiento de este indicador se ve afectado por la capacidad de atención en triage debido a medida que transcurren las horas del día, los tiempos de espera se van incrementando, especialmente los lunes que tienen las tasas de llegada más altas, llegando al final del día a un tiempo promedio de 29 minutos.
	Indicador 2: No se cumple la meta del 90% para el % casos de pacientes clasificados como prioridad 3 con definición de conducta en menos de 2 horas y 30 minutos.	Capacidad instalada	<p>Este indicador no se cumple principalmente a partir de las 7 a.m. lo que corresponde al inicio del incremento de llegadas de los pacientes en los días entre semana.</p> <p>De acuerdo con el proceso descubierto para triage 3, las actividades donde se realiza la definición de conducta son consulta y box adulto o pediátrico, las cuales son posteriores a las actividades: admisión, triage, box enfermería, las actividades de ayudas diagnósticas (laboratorio, rayos X, ultrasonido) y las actividades que permiten la recuperación del paciente (sala de rehidratación, sala ERA y zona de transición); por tanto, el desempeño del centro de urgencias medido con el indicador 2 depende de la duración y los tiempos de espera de todas estas actividades, donde las que mayor tiempo de espera se presenta en triage, consulta y box que son atendidas por los médicos, así como el Box de enfermería de donde se direcciona hacia los servicios de ayudas diagnósticas y recuperación de pacientes, actividades que proporcionan a los médicos la información necesaria para la toma de decisiones.</p>
	Indicador 3: No se cumple con la meta de 80% para el % casos de pacientes clasificados como prioridad 2 con llamado a consulta en menos de 30 minutos.	Capacidad instalada	De acuerdo con el proceso descubierto para triage 2, el llamado a consulta por parte de los médicos depende de los tiempos de espera y atención en la misma actividad y de las actividades precedentes que corresponden a admisión, triage y box de enfermería, actividades de apoyo diagnóstico (laboratorio, rayos X, ultrasonido) y actividades de apoyo terapéutico (Sala ERA, sala de rehidratación). No se observa ningún patrón específico en cuanto a las horas y días en los que no se cumple el indicador.
	Triage Avanzado: Se requiere que el médico finalice la historia clínica de triage y abra una historia clínica de consulta para realizar las órdenes.	Herramientas	La historia clínica de triage no cuenta con la opción para realizar ordenes de ninguna clase (medicamentos, procedimientos, laboratorios, rayos X, etc.)

Tabla 12. Hallazgos y causas identificados.

Para los tres indicadores analizados, se concluye que el incumplimiento de se debe a la falta en la capacidad del equipo de trabajo para la anticipación de la capacidad necesaria para la atención del volumen de pacientes que demandan los servicios en el centro de urgencias.

6.3 Rediseño del proceso

6.3.1 Determinación de alternativas de mejora

Dentro de las alternativas de mejora al proceso de atención de urgencias discutidas con los responsables del servicio de urgencias son:

- **Turnos de los médicos, enfermeras y auxiliares de admisiones:**

Teniendo en cuenta el análisis de desempeño de los indicadores, se propone como alternativa de mejora la asignación de una mayor cantidad de auxiliares de admisiones, médicos y enfermeras durante el día para la atención de los pacientes en las actividades que tienen algún efecto en los indicadores y que son en las que estos profesionales son requeridos como son: admisiones, triage, consulta, box adulto y pediátrico, y box enfermería.

- **Triage Avanzado:**

Teniendo en cuenta que el 40% de los casos atendidos en triage son derivados a servicios ordenados por el triage avanzado, la alternativa de mejora consiste en realizar un ajuste en el sistema de historia clínica con el fin que la historia clínica de triage permita realizar el ordenamiento requerido, con esto se espera reducir el tiempo de triage.

- **Cumplimiento del proceso por clasificación de Triage:**

Debido a que los tiempos de atención de los indicadores 2 y 3 están siendo afectados por las atenciones que se realizan a pacientes que tienen clasificación 4 y 5 que tienen una baja prioridad de atención y se espera que sean atendidos por servicios fuera del centro de urgencias, se plantea como alternativa de mejora la realización de actividades de educación a los profesionales del centro de urgencias sobre los procesos definidos para cada una de las clasificaciones de triage, con el fin de que de acuerdo con los diagnósticos y la clasificación de triage se dirija a los pacientes según cada uno de los procesos establecidos.

6.3.2 Evaluación de alternativas

Para la evaluación de las alternativas de mejora se realiza un modelo de simulación con base en la información recolectada en el presente estudio y el proceso descubierto con minería de procesos.

a) Modelo de simulación

A continuación, se describen los parámetros que se incluyeron en el modelo:

- **Unidades de medida del modelo:**

- Tiempo: Segundos

- Tiempo de inicio del modelo: 0:00:00 horas de día lunes.

- **Tiempo entre arribos:**

Los tiempos entre arribos de los pacientes al centro de atención de urgencias se definen como variables aleatorias que siguen distribuciones de probabilidad exponenciales cuyo parámetro λ corresponde a la cantidad de pacientes por cada día y hora que se muestra en la tabla 1.

Para la distribución de los pacientes por cada uno de las clasificaciones triage, se toma la proporción de pacientes según la tabla 2.

- **Tiempos de atención o de servicio:**

La distribución de probabilidad para los tiempos de atención de cada una de las actividades del proceso se determinó mediante el uso de la herramienta ExperFit con los datos obtenidos del sistema de gestión de turnos, identificando las distribuciones con mejor ajuste a los datos históricos.

Actividad	Distribución de probabilidad		
Admisión	Se utiliza la tabla empírica con la distribución de valores y proporciones generada por ExperFit. Tabla 24 del Anexo C.		
Triage	Se utiliza la tabla empírica con la distribución de valores y proporciones generada por ExperFit. Tabla 25 del Anexo C.		
Box Adulto	Se utiliza la tabla empírica con la distribución de valores y proporciones generada por ExperFit. Tabla 26 del Anexo C.		
Zona de transición	Se utiliza la tabla empírica con la distribución de valores y proporciones generada por ExperFit. Tabla 27 del Anexo C.		
Box enfermería	Beta	Lower endpoint	0
		Upper endpoint	239.39823
		Shape #1	0.95466
		Shape #2	10.47850
Box Pediátrico	Weibull	Location	0.02936
		Scale	10.47854
		Shape	0.62809
Consulta	Log Logistic	Lower endpoint	1.03431
		Scale	10.82644
		Shape	2.92609
Laboratorio	Log Logistic	Lower endpoint	0
		Scale	69.60602
		Shape	3.52792
Rayos X	Weibull	Location	0
		Scale	44.74320
		Shape	1.23100
Ultrasonido	Erlang	Location	0.03087
		Scale	32.3431
		Shape	2
Sala de rehidratación	Gamma	Location	0
		Scale	1110.97
		Shape	3.63642

Actividad	Distribución de probabilidad		
Sala de reanimación	Gamma	Location	7.98649
		Scale	10031.65150
		Shape	0.35850
Sala ERA	Gamma	Location	1747.57286
		Scale	2322.56618
		Shape	1.56571

Tabla 13. Distribuciones de probabilidad para los tiempos de atención de cada una las actividades del proceso

- **Capacidad de atención en cada actividad:**

La capacidad de atención simultánea en cada actividad se determinó de acuerdo a la capacidad actual instalada en el centro de urgencias que se muestra en la tabla 11.

- **Turnos profesionales de atención:**

Con la información suministrada por cada uno de los responsables del proceso que coordinan los turnos de los auxiliares de admisiones, de los médicos y de las enfermeras, se identificó la cantidad promedio de profesionales por hora y día de la semana. La información se muestra en las tablas 14, 15 y 16.

hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0	2	2	2	2	2	2	1
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1
5	2	2	2	2	2	2	1
6	2	2	2	2	2	2	2
7	3	3	2	3	3	2	2
8	3	3	3	3	3	2	2
9	3	3	3	3	3	2	2
10	3	3	3	3	3	2	2
11	4	5	5	4	4	2	2
12	4	4	4	4	4	2	2
13	4	4	4	4	4	2	2
14	4	4	4	4	3	2	2
15	3	3	3	3	2	2	2
16	3	3	3	3	2	2	2
17	2	2	2	2	2	2	2
18	4	3	3	3	3	3	3
19	2	2	2	2	2	2	2
20	2	2	2	2	2	2	2
21	2	2	2	2	2	2	2
22	2	2	2	2	2	2	2
23	2	2	2	2	2	2	2

Tabla 14. Cantidad promedio de Auxiliares de admisiones por día y hora

hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0	4	4	4	4	4	4	4
1	4	4	4	4	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	4	4	4	4
4	4	4	4	4	4	4	4
5	4	4	4	4	4	4	4
6	8	7	7	7	7	4	4
7	6	6	6	6	7	1	3
8	13	14	12	14	13	5	5
9	16	18	18	16	18	8	7
10	18	19	18	18	18	8	7
11	18	19	18	18	18	8	7
12	20	21	21	20	21	8	7
13	22	23	23	23	22	9	6
14	24	24	25	23	23	10	9
15	21	21	20	21	21	10	8
16	14	14	14	14	14	9	8
17	13	13	13	13	13	9	8
18	17	18	17	17	17	9	8
19	21	20	20	19	20	12	11
20	16	18	15	16	16	9	9
21	11	10	10	9	10	6	5
22	8	9	8	8	8	6	5
23	8	9	8	8	8	6	5

Tabla 15. Cantidad promedio de Médicos por día y por hora.

Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
0	2	1	1	1	1	1	2
1	2	1	1	1	1	1	2
2	2	1	1	1	1	1	2
3	2	1	1	1	1	1	2
4	2	1	1	1	1	1	2
5	2	1	1	1	1	1	2
6	2	1	1	1	1	1	2
7	4	3	2	2	2	2	2
8	5	4	3	3	3	3	3
9	5	4	4	4	4	4	4
10	5	4	4	4	4	4	4
11	5	4	4	4	4	4	4
12	4	4	4	4	4	4	4
13	8	7	7	7	7	7	7
14	5	5	5	5	6	5	5
15	8	7	7	7	8	7	7
16	7	6	6	6	7	6	6
17	5	5	5	5	6	5	5
18	5	5	5	5	6	5	5
19	6	6	6	6	6	6	6
20	4	4	4	4	4	4	4
21	4	4	4	4	4	4	4
22	4	4	4	4	4	4	4
23	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 16. Cantidad promedio de Enfermeras por día y por hora.

- **Probabilidades de ruta de actividades:**

Para las probabilidades de cada una de las rutas de actividades por cada clasificación de triage, se toma la información de las variantes del proceso identificadas con minería de procesos que muestran en el anexo B.

- **Medidas de desempeño:**

Las medidas de desempeño definidas para el modelo de simulación del proceso son los indicadores 1, 2 y 3, que fueron explicados en el planteamiento del problema.

- **Supuestos:**

De acuerdo con la información suministrada por los responsables del proceso sobre las políticas y funcionamiento del proceso, se incluyen en el modelo las siguientes suposiciones:

- Los pacientes mantienen la prioridad de atención durante todo el proceso de acuerdo con la clasificación asignada por el médico en el triage.
- Los médicos y las enfermeras se dirigen a las diferentes actividades requeridas según la demanda de los pacientes definidos por las probabilidades de las rutas de actividades.
- De acuerdo con la política de la compañía, los pacientes no pueden permanecer en el servicio de urgencias más de 6 horas, dado ese tiempo pasan a observación o se remiten a otra institución de mayor nivel de atención.

En la figura 14 se muestra el modelo de atención en urgencias realizado en el software AnyLogic, donde se pueden ver la entrada de los pacientes, cada una de las actividades, las posibles rutas, el personal disponible y las variables para el cálculo de los indicadores del proceso; en la salida se direccionan los casos que van para las actividades de observación, citas UAP, citas NP y facturación, debido a que estas actividades no hacen parte del alcance de este análisis.

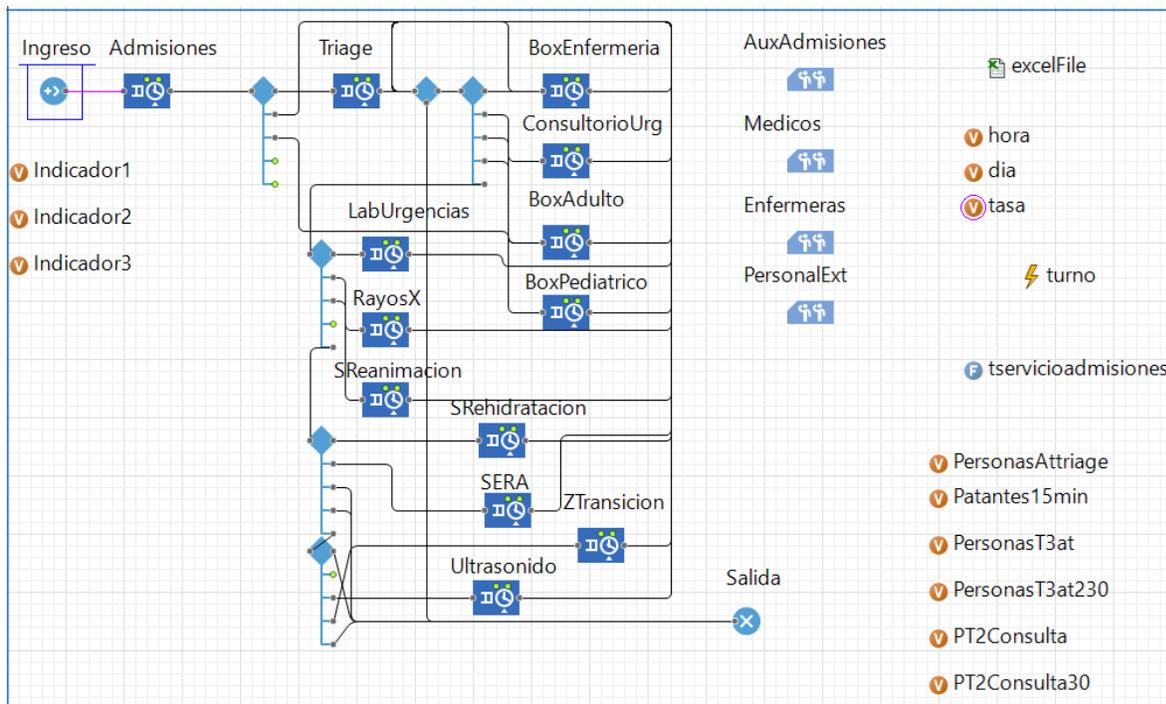


Figura 14. Modelo del proceso para la simulación realizado en AnyLogic.

b) Verificación y validación del modelo

Con el fin de asegurar que el modelo se ejecuta según lo previsto para el proceso, se realizó la verificación mediante la animación del modelo de simulación para detectar y corregir las fallas en el diseño de las lógicas del modelo.

Y para asegurar que el modelo se desempeña como se realizaría en la vida real, se realizó la validación mediante la verificación de las medidas de desempeño definidas.

c) Evaluación de las alternativas con simulación

Una vez el modelo de simulación ha sido desarrollado para representar el proceso, se requiere encontrar la configuración en la cantidad de profesionales que realizan la atención de los pacientes con los que se mejoren las medidas de desempeño. Se realizó mediante la comparación de diferentes corridas en donde se modificaron los parámetros de la cantidad de médicos, enfermeras y auxiliares de admisiones que debe estar disponible para la atención y comparar los resultados de las medidas de desempeño para los diferentes días de la semana en las condiciones actuales tiempos de atención y cantidad promedio de pacientes.

Los objetivos de la evaluación de alternativas son:

- Alcanzar la meta del 90% de los casos con triage en menos de 15 minutos.
- Alcanzar la meta del 90% de los casos con clasificación triage 3 y definición de conducta en menos de 2 horas y 30 minutos (se da salida o se remite a observación).
- Alcanzar la meta del 80% de los casos con triage 2 y llamado a consulta en menos de 30 minutos.

Los resultados de las corridas con mejor resultado en los indicadores son los que se muestran en la tabla

17 Resultados de la comparación de corridas.

	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo	
	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta
Pacientes día	553		514		474		464		433		359		325	
Auxiliares admisiones	2,53	4	2,52	5	2,47	5	2,42	5	2,30	4	2,01	4	1,90	5
Enfermeras	4,13	14	3,50	10	3,42	9	3,42	10	3,63	10	3,42	10	3,71	10
Médicos	12,09	28	11,88	24	11,09	25	10,88	23	10,40	25	8,53	25	8,16	25
Indicador 1	55,91	89,4	49,65	73,4	55,27	94,1	60,36	67,9	61,46	78,9	52,65	86,3	62,09	91,2
Indicador 2	43,94	89,4	34,97	76,2	43,85	79,2	45,69	75,7	45,61	71,3	40,43	76	46,25	84,8
Indicador 3	44,3	100	53,6	100	59,5	100	66,7	100	71,1	100	58,8	87,5	86,7	100

Tabla 17. Resultados de la comparación de corridas.

En el análisis de brechas actualizado de la figura 15, se muestran los factores del proceso actual que afectan el desempeño del proceso identificados en el presente estudio, las propuestas de mejora y la comparación del desempeño actual del proceso medido con los 3 indicadores y el desempeño esperado al realizar los cambios recomendados en este estudio.

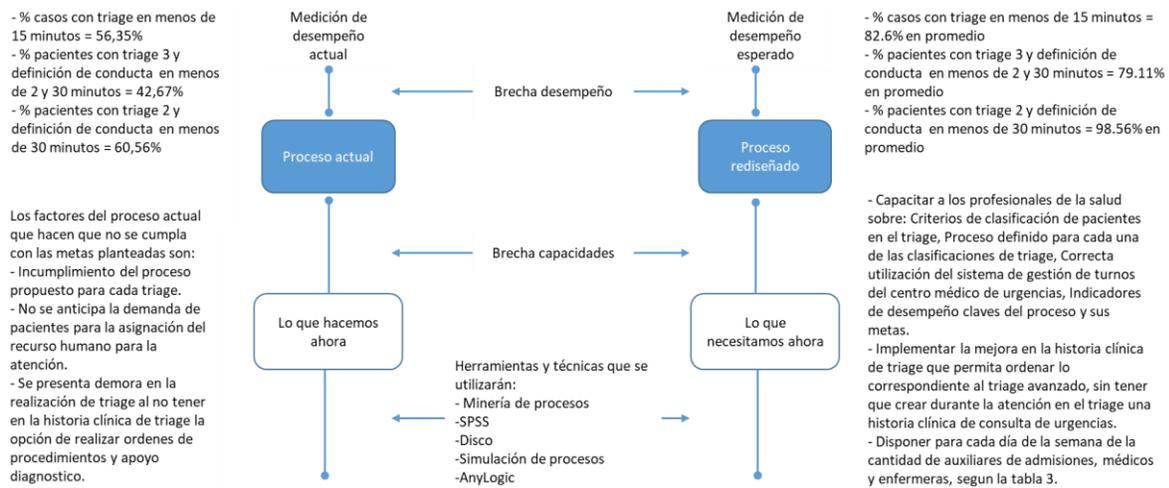


Figura 15. Análisis de brechas actualizado

d) Evaluación económica de las alternativas

Con el fin de evaluar la viabilidad económica de las propuestas, se realiza el cálculo de los ahorros o ingresos y de los costos anuales de cada una de las alternativas.

CONCEPTO	AHORRO ANUAL
Ahorro por ajuste historia clínica vs. construcción consultorios adicionales	81.000.000
Eliminación de multas o sanciones por parte de las entidades regulatorias	1.475.434.000
Cumplimiento del proceso para triage 5	2.742.666
Cumplimiento del proceso para triage 4	3.326.376
TOTAL AHORRO	1.562.503.042

CONCEPTO	COSTO ANUAL
Ajuste en historia clínica de triage para disminución de tiempos en triage avanzado	60.000.000
Auxiliares de admisiones adicionales	92.901.034
Enfermeras adicionales	311.039.864
Médicos generales adicionales	587.050.164
Material de capacitación	101.000
TOTAL COSTOS	1.051.092.063

RELACION BENEFICIO - COSTO	1,487
----------------------------	-------

Tabla 18. Cálculo relación beneficio - costo

En el análisis beneficio – costo se debe tener en cuenta que si el resultado es menor que 1, indica que los costos son mayores a los beneficios y por tanto no se deberían tener en cuenta las propuestas de mejora, si es igual a cero, los beneficios son iguales a los costos y si el resultado es mayor que 1 indica que los beneficios superan los costos y por lo tanto, las propuestas de mejora pueden ser consideradas.

Debido a que el resultado de la relación beneficio-costo calculado y cuyo resultados se muestra en la tabla 18 es mayor que 1, es viable que los responsables del centro médico de urgencias tengan en cuenta las propuestas de mejora planteadas.

6.3.3 Propuesta de plan de implementación de las alternativas de mejora

Para la implementación de las alternativas de mejora se propone realizar la educación o refuerzo de conocimientos, a los profesionales que realizan la atención de los pacientes en el centro de urgencias en los siguientes temas:

- Criterios de clasificación de pacientes en el triage.
- Proceso definido para cada una de las clasificaciones de triage.
- Correcta utilización del sistema de gestión de turnos del centro médico de urgencias.
- Indicadores de desempeño claves del proceso y sus metas.

Implementar la mejora en la historia clínica de triage que permite a los médicos que permitiría la disminución de los tiempos de atención en triage al permitir a los médicos ordenar los exámenes de apoyo diagnóstico y las actividades terapéuticas correspondientes al triage avanzado, sin tener que crear durante la atención en el triage una historia clínica de consulta de urgencias.

Adicionalmente, se propone incrementar la cantidad diaria de los médicos y enfermeras disponibles para la atención de pacientes según la tabla 17, teniendo en cuenta para los días de mayor afluencia de pacientes desde las primeras horas (7 a.m.) para evitar que se incrementen los tiempos de espera en cada una de las actividades donde intervienen los médicos y las enfermeras, tales como triage, box adulto y pediátrico, box enfermería, consulta médica de urgencias y zona de transición.

7. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La metodología propuesta en el libro de (Aguirre Mayorga, 2016), facilitó la organización de las actividades desarrolladas para la aplicación de las técnicas de minería de procesos, que dado además de proponer el orden de ejecución de las actividades y de las herramientas a utilizar, se expone el objetivo que se espera de cada una de las fases a desarrollar.

Dada la calidad de los datos obtenidos se presentó gran dificultad en la realización de la limpieza de los datos para el análisis de información y la aplicación de las técnicas de minería de procesos, lo que requirió de una inversión de tiempo considerable del tiempo propuesto para este proyecto.

El descubrimiento del proceso con minería de procesos, facilitó la construcción del modelo de simulación con lo que posteriormente se realizó la evaluación de las alternativas de mejora que permitieron determinar la cantidad de profesionales requeridos para la atención de los pacientes y la mejora en las medidas de desempeño del proceso.

La aplicación de las técnicas de la minería de procesos permitió comprobar la hipótesis de que en centro médico de urgencias no se está siguiendo las rutas que deben seguir los pacientes según el proceso definido para cada clasificación de triage.

A pesar que la herramienta utilizada para minería de procesos facilitó la identificación visual de las rutas de actividades más frecuentes por cada una de las clasificaciones de triage, se requirió de un tiempo considerable para la elaboración de las tablas con el cálculo de las probabilidades de las mismas para la inclusión dentro de los parámetros del modelo de simulación.

En cuanto a la mejora de las medidas de desempeño del proceso, en las condiciones actuales de tiempos de servicio de las actividades y cantidad de pacientes, se concluye que no se requiere del incremento de la cantidad de auxiliares de admisiones, pero si deberían incrementarse la cantidad de médicos y enfermeras disponibles para la atención de los pacientes.

En la revisión y análisis de los resultados del estudio con el responsable del proceso se comprueba que las causas por las cuales no se han alcanzado las metas propuestas en cuanto a los tiempos de atención son: el equipo de trabajo no ha logrado anticipar la demanda de los pacientes que solicitan el servicio de urgencias, la productividad del servicio no es la que se espera, la no adherencia de los médicos a los protocolos establecidos y la no ejecución del proceso de acuerdo con el planteado inicialmente.

Con las mejoras propuestas se espera un incremento de 26 puntos porcentuales en el indicador 1, 36 puntos porcentuales en el indicador 2 y 38 puntos porcentuales en el indicador 3, acercándose más a las metas propuestas para cada uno de los indicadores del proceso.

8. REFERENCIAS

- Aguirre Mayorga, H. S. (2016). *Minería de procesos: Fundamentos y metodología de aplicación*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Aguirre, S., Parra, C., & Alvarado, J. (2013). Combination of Process Mining and Simulation Techniques for Business Process Redesign: A Methodological Approach. *International Symposium on Data-Driven Process Discovery and Analysis. SIMPDA 2012: Data-Driven Process Discovery and Analysis* (págs. 24-43). Berlin: Springer.
- Al-Ajeel, F., Al-Thuwaini, L., Al-Faraj, M., Al-Muzayan, S., & Joumaa, C. (2015). Deciding the minimum staffing level in an emergency medical center during sandstorms. *Proceedings of the 2015 IEEE IEEM*, (págs. 711-716).
- April, J., Better, M., Glover, F., Kelly, J., & Laguna, M. (2006). Enhancing Business Process Management with Simulation Optimization. *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, (págs. 642-649).
- Chemweno, P., Thijs, V., Pintelon, L., & Van Horenbeek, A. (2014). Discrete event simulation case study: Diagnostic path for stroke patients in a stroke unit. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 45-57.
- Fu, M., Glower, F., & April, J. (2005). Simulation optimization: A review, new developments, and applications. *Proceeding WSC '05 Proceedings of the 37th conference on Winter Simulation*, (págs. 83-95).
- Gul, M., & Guneri, A. F. (2012). A computer simulation model to reduce patient length of stay and to improve resource utilization rate in an emergency department service system. *International Journal of Industrial Engineering*, 221-231.
- Gul, M., & Guneri, A. F. (2015). A discrete event simulation model of an emergency department network for earthquake conditions. *Modeling, Simulation, and Applied Optimization (ICMSAO)*, (págs. 1-6).
- IEEE Task Force on Process Mining. (2011). Manifiesto sobre minería de procesos. *BPM 2011 Workshops proceedings, Lecture Notes in Business Information Processing*. Springer-Verlag.
- Ismail, K., Abo-Hamad, W., & Arisha, A. (2010). Integrating Balanced Scorecard and Simulation Modeling to improve emergency department performance in Irish hospitals. *Proceedings of the 2010 Winter Simulation Conference*, (págs. 2340-2351).
- K. Ghanes, O. J. (2014). A comprehensive simulation modeling of an emergency department: a case study for simulation optimization of staffing levels. *Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference* (págs. 1421-1432). IEEE Press.
- Mans, R. S., Schonenberg, H. M., M. S., van der Aalst, W. M., & Bakker, P. J. (2008). Application of Process Mining in Healthcare – A Case Study in a Dutch Hospital. En *Biomedical Engineering Systems and Technologies* (Vol. 25, págs. 425-438).
- Mans, R., Reijers, H., Wismeijer, D., & van Genuchten, M. (2013). A process-oriented methodology for evaluating the impact of IT: A proposal and an application in healthcare. *Information Systems*, 1097-1115.
- Mărușter, L., & van Beest, N. R. (2009). Redesigning business processes: A methodology based on simulation and process mining techniques. *Knowledge and Information Systems*, 21(3), 267-297.
- Ministerio de la Protección Social. (noviembre de 2005). Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud. Bogotá.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (Noviembre 2016). *Análisis de Situación de Salud (ASIS) Colombia, 2016*. Bogotá.
- Ministerio de Salud y Protección Social, Universidad de Antioquia, Facultad Nacional de Salud Pública. (Diciembre 2010). *Análisis de la Situación de Salud en Colombia 2002-2007*. Bogotá.
- Rincón García, N., Aguirre Mayorga, H. S., & Caballero Villalobos, J. P. (2014). Business Process Management y Seis Sigma en el análisis de procesos: caso de estudio. *Revista venezolana de gerencia*, 477-498.
- Rozinat, A., Mans, R., Song, M., & van der Aalst, W. (2009). Discovering Simulation Models. *Journal Information Systems*, 34.
- Ruohonen, T., Neittaanmäki, P., & Teittinen, J. (2006). Simulation model for improving the operation of the emergency department of special healthcare. *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, (págs. 453-458).
- Van der Aalst, W. (2011). *Process Mining: Discovery, conformance and enhancement of business process*. Berlin: Springer.
- Virtue, A., Kelly, J., & Chausalet, T. (2011). Using simplified discrete-event simulation models for health care applications. *Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference*, (págs. 1154-1165).
- Wang, J., Jingshan, L., Tussey, K., & Ross, K. (2012). Reducing Length of Stay in Emergency Department: A Simulation Study at a Community Hospital. En *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART A: SYSTEMS AND HUMANS*, (Vol. 46).

- Wang, I. (2009). An agent-based simulation for workflow in emergency department. *Proceedings of the 2009 IEEE Systems and Information Engineering design symposium*, (págs. 19-23).
- Wong, S., Tsui, K., Chin, K., & Xu, M. (2011). A simulation study to achieve healthcare service quality improvement in accident and emergency department (AED). *Proceedings of the 2011 IEEE ICQR*, (págs. 219-263).

9. ANEXOS

ANEXO A.

Diagramas de proceso descubierto por clasificación de triage

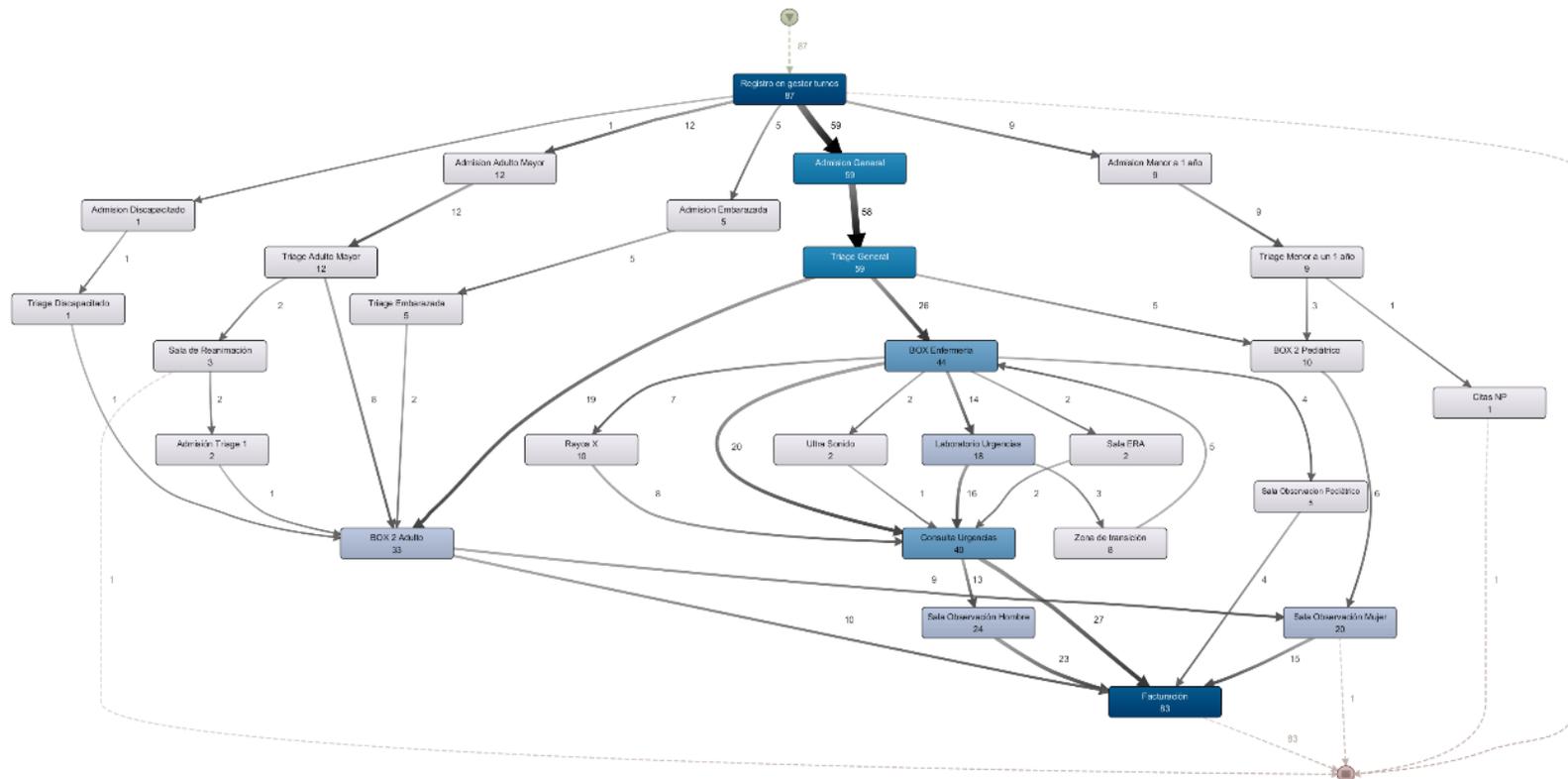


Figura 16. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 1

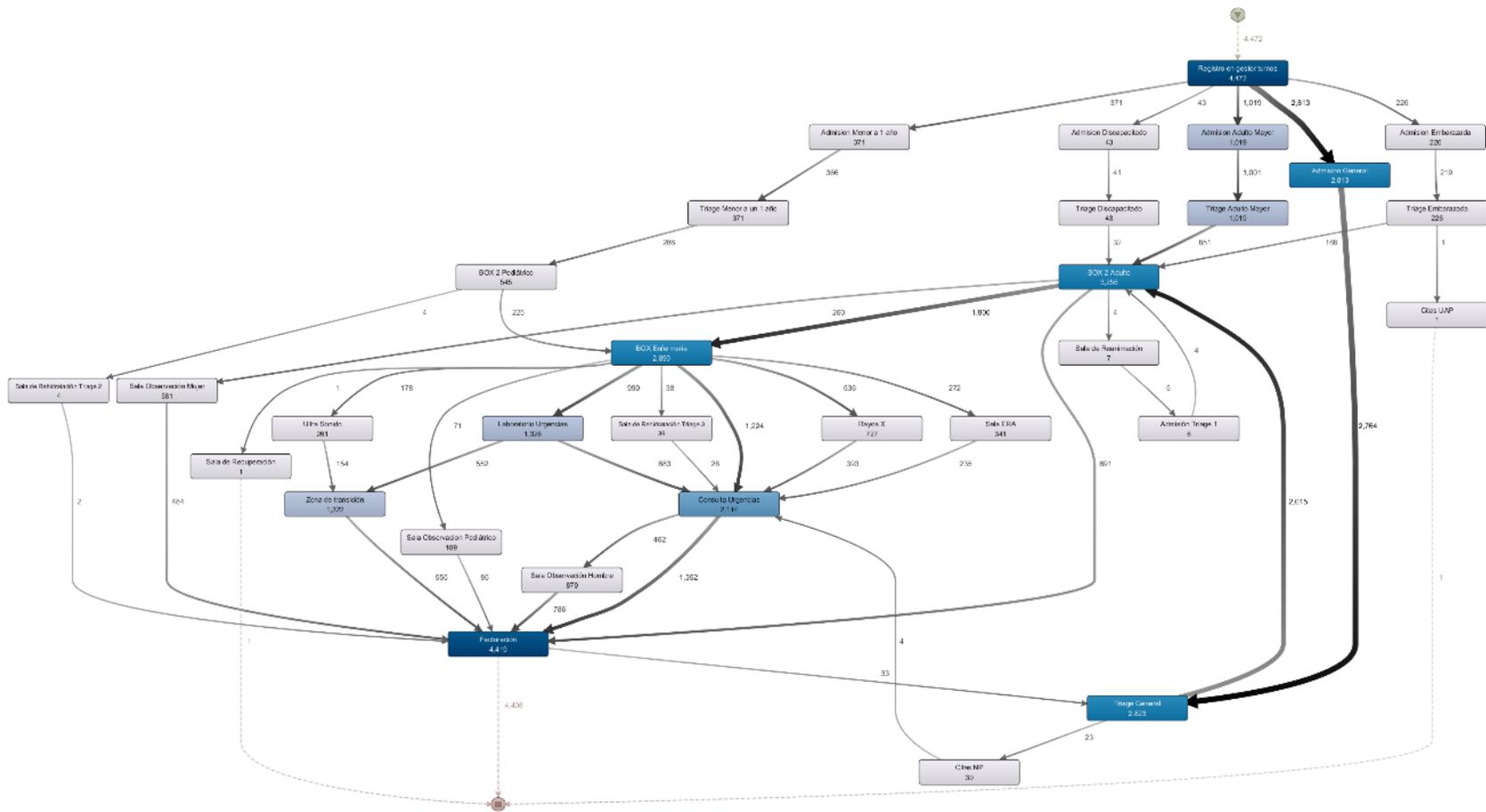


Figura 18. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 2

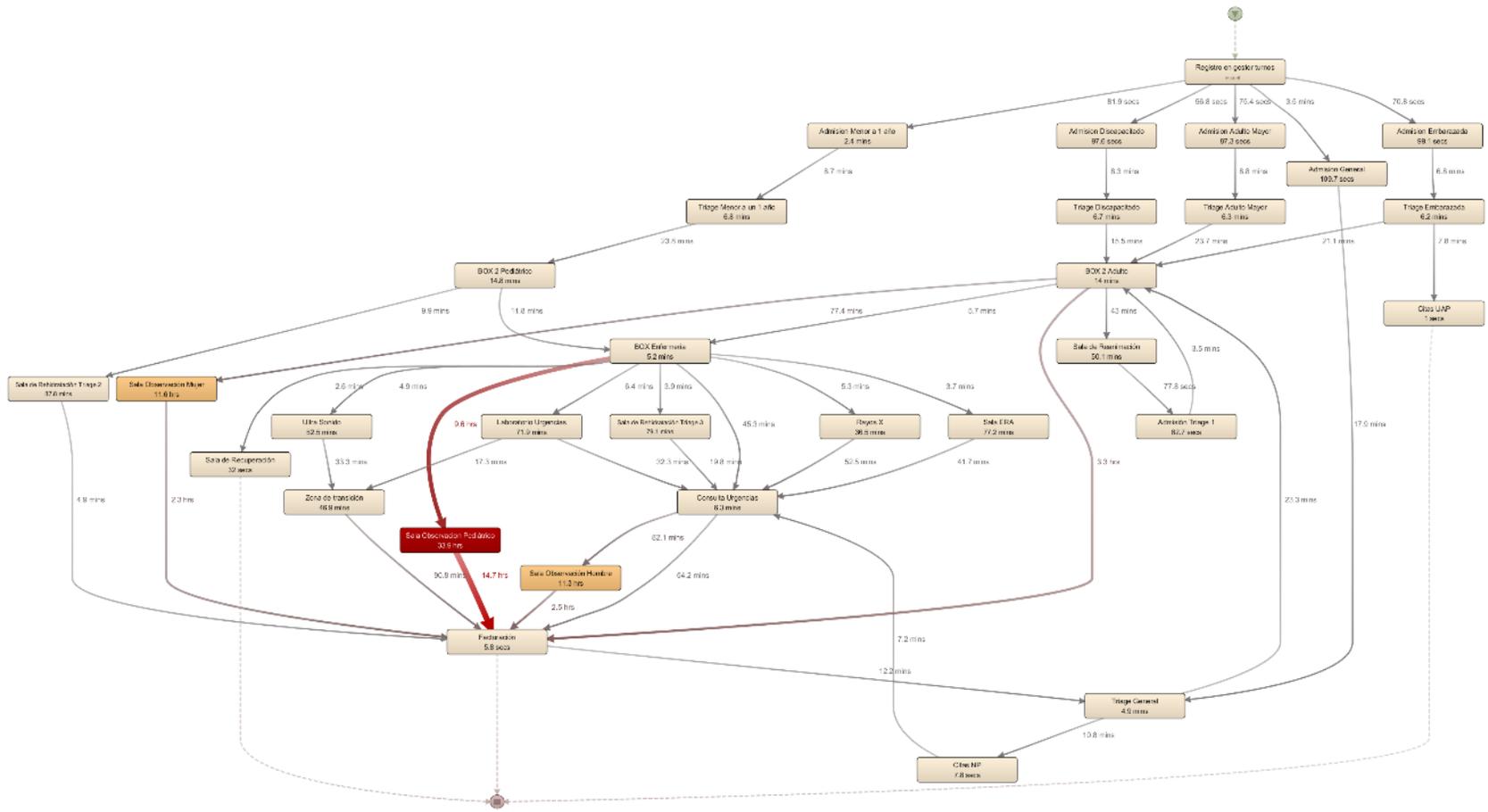


Figura 19. Tiempos promedio del proceso en triage 2

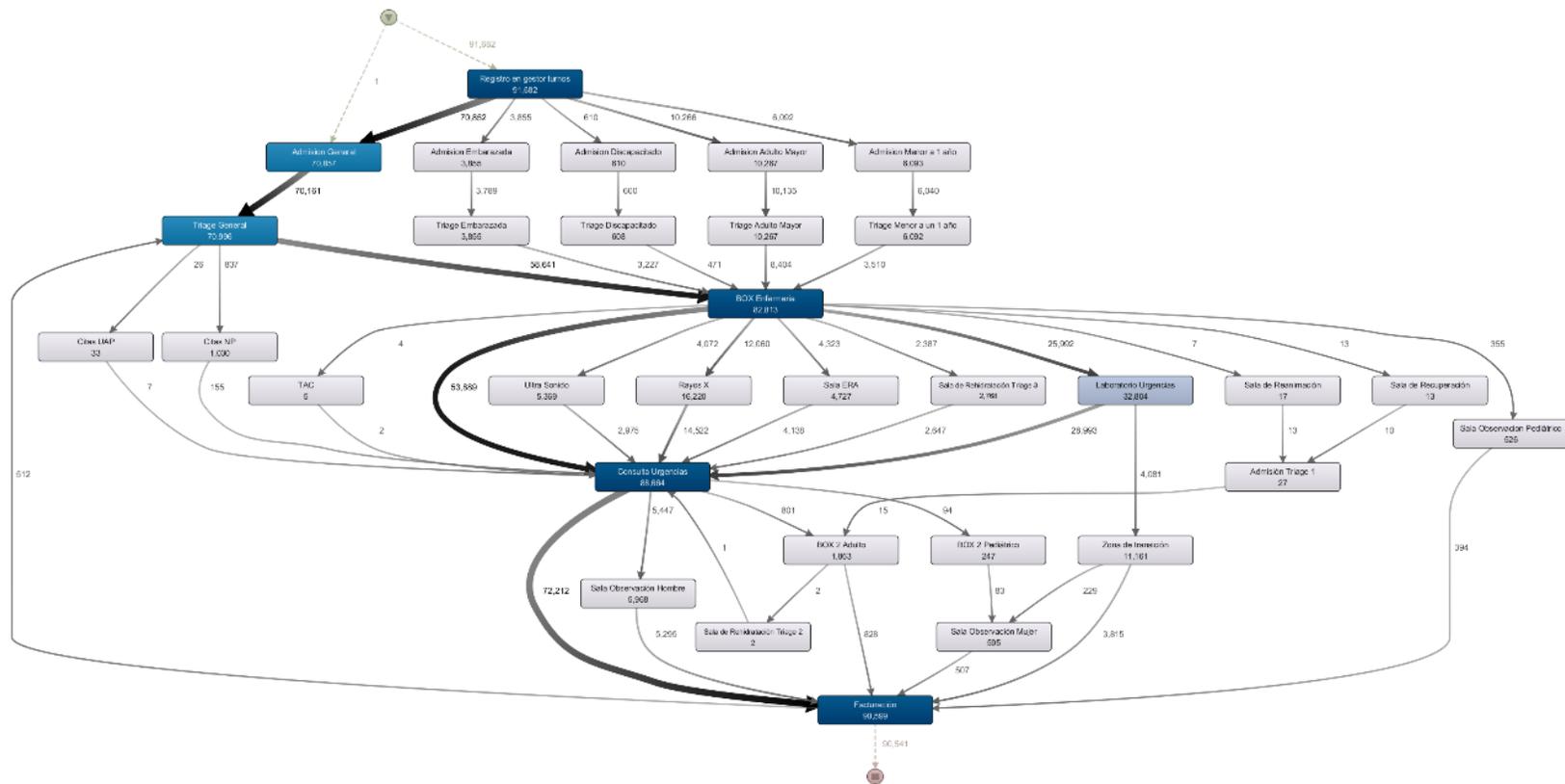


Figura 20. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 3

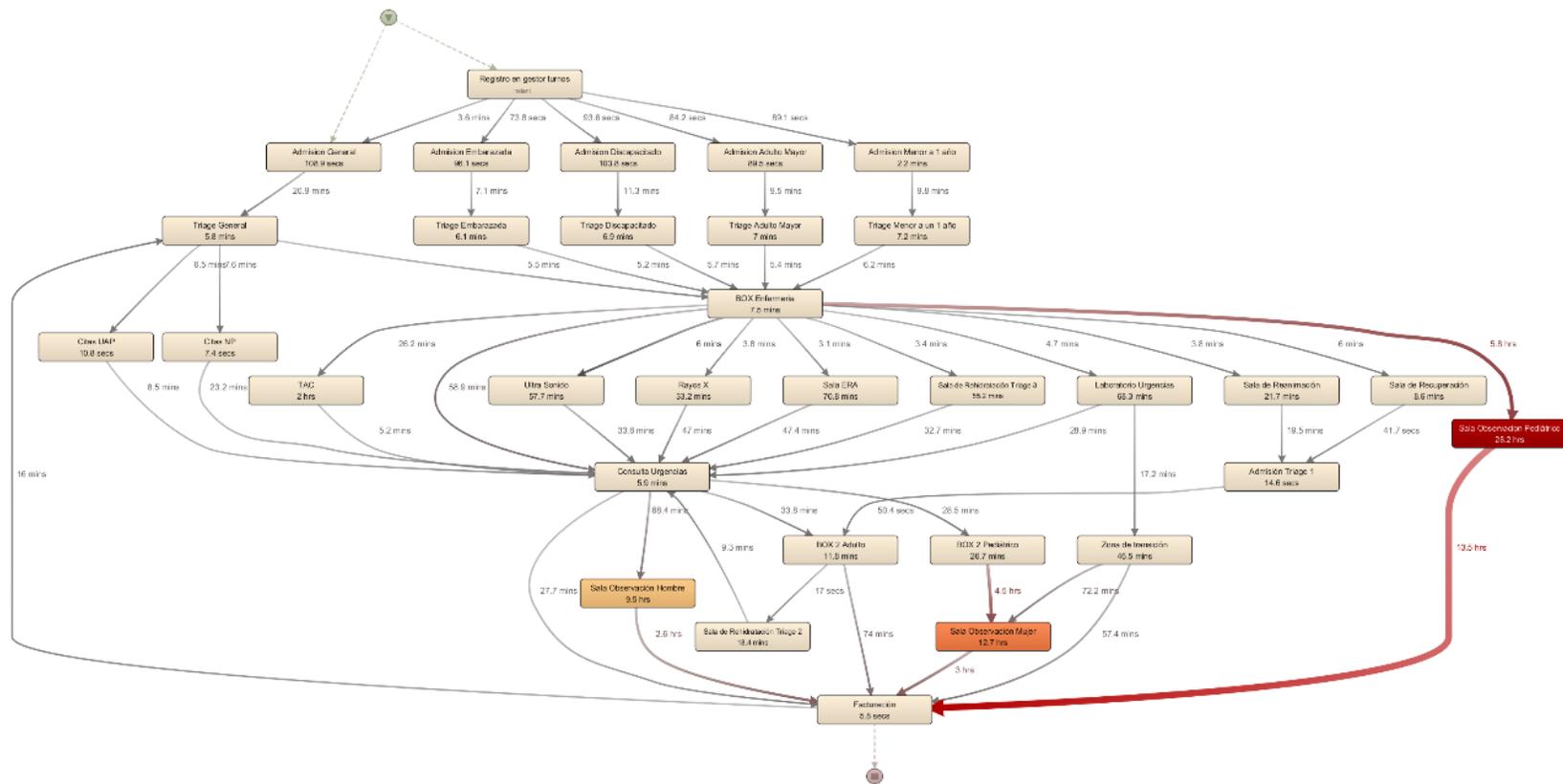


Figura 21. Tiempos promedio del proceso en triage 3

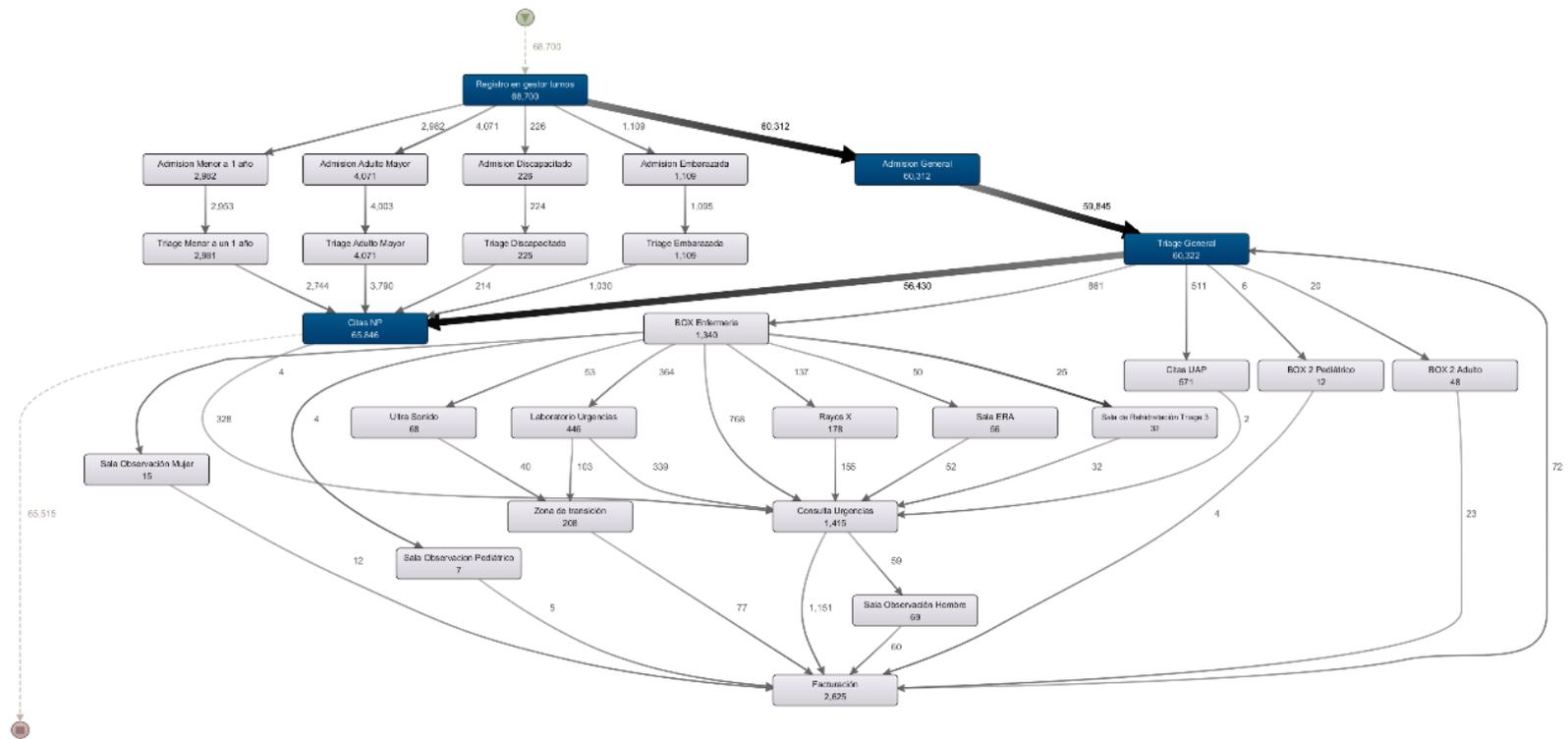


Figura 22. Descubrimiento del proceso de urgencias para triage 4

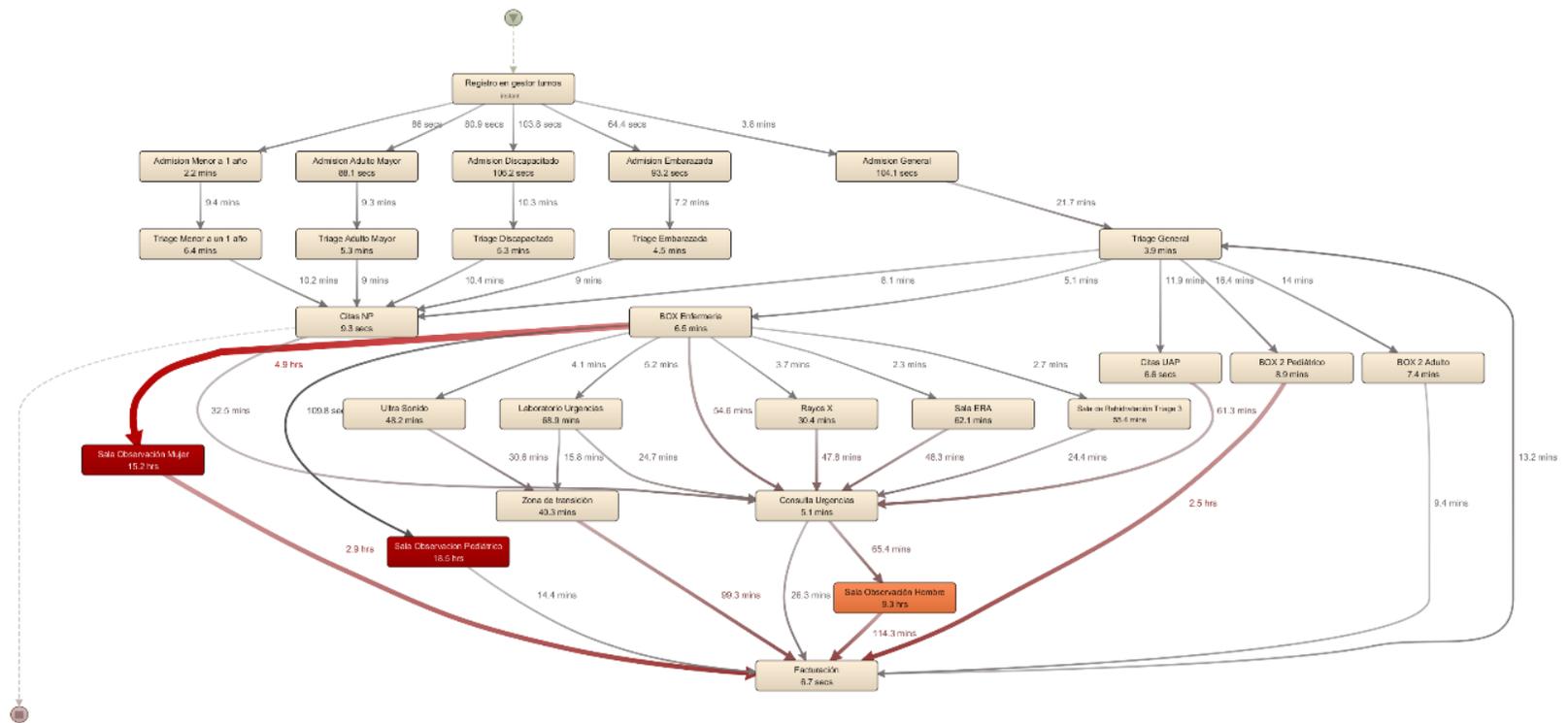


Figura 23. Tiempos promedio del proceso en triage 4

ANEXO B.

Proporciones en la secuencia de actividades en el proceso descubierto por clasificación de triage

En la primera columna llamada Actividad y en la fila de títulos de las tablas sombreados en azul, se muestran cada una de las actividades del proceso. En cada una de las filas se muestra la proporción de casos que son dirigidos a la actividad de la respectiva columna. Por ejemplo:

- Para triage 1, en la primera fila: para la actividad Registro en gestor de turnos, el 100% de los casos son direccionados a la actividad Admisión.
- Para la actividad Admisión en la segunda fila, el 97,56% de los casos son direccionados a Triage y el 2,44% para Box Adulto, con lo que se suman 100% de los casos en admisión.

TRIAGE 1																						
Actividad	Registro en gestor turnos	Admision	Triage	BOX Enfermeria	Consulta Urgencias	BOX 2 Adulto	BOX 2 Pediatrico	Laboratorio Urgencias	Rayos X	Sala de Reanimacion	Sala de Rehidratacion	Sala ERA	Sala Observacion Hombre	Sala Observacion Mujer	Sala Observacion Pediatrico	Ultra Sonido	Zona de transicion	Citas NP	Citas UAP	Facturacion	Salida	Total
Registro en gestor turnos		100,00%																				100,00%
Admision			97,56%			2,44%																100,00%
Triage				38,89%		44,44%	5,56%			8,33%								2,78%				100,00%
BOX Enfermeria					35,71%			28,57%	21,43%			14,29%										100,00%
Consulta Urgencias																					100,00%	100,00%
BOX 2 Adulto													17,65%	41,18%							41,18%	100,00%
BOX 2 Pediatrico																					100,00%	100,00%
Laboratorio Urgencias					100,00%																	100,00%
Rayos X					100,00%																	100,00%
Sala de Reanimacion		100,00%																				100,00%
Sala de Recuperacion																						0,00%
Sala de Rehidratacion																						0,00%
Sala ERA					100,00%																	100,00%
Sala Observacion Hombre																					100,00%	100,00%
Sala Observacion Mujer																					100,00%	100,00%
Sala Observacion Pediatrico																						0,00%
TAC																						0,00%
Ultra Sonido																						0,00%
Zona de transicion																						0,00%
Citas NP																						100,00%
Citas UAP																						0,00%
Facturacion																						100,00%

Tabla 19. Proporción de la secuencia de actividades para triage 1.

TRIAGE 2

Actividad	Registro en gestor turnos	Admision	Triage	BOX Enfermeria	Consulta Urgencias	BOX 2 Adulto	BOX 2 Pediatrico	Laboratorio Urgencias	Rayos X	Sala de Reanimacion	Sala de Rehidratacion	Sala ERA	Sala Observacion Hombre	Sala Observacion Mujer	Sala Observacion Pediatrico	Ultra Sonido	Zona de transicion	Citas NP	Citas UAP	Facturacion	Salida	Total
Registro en gestor turnos		100,00%																				100,00%
Admision			100,00%																			100,00%
Triage				12,15%	6,18%	69,44%	8,61%												1,74%		1,88%	100,00%
BOX Enfermeria					20,62%			15,11%	4,56%			2,64%			0,48%	0,24%	10,07%				46,28%	100,00%
Consulta Urgencias				8,77%		0,35%							8,42%								82,46%	100,00%
BOX 2 Adulto				21,50%	2,50%					0,20%			15,10%	16,40%							44,30%	100,00%
BOX 2 Pediatrico				1,61%							3,23%			45,97%	0,81%						48,39%	100,00%
Laboratorio Urgencias				3,13%	95,31%				1,56%													100,00%
Rayos X					90,00%			5,00%				5,00%										100,00%
Sala de Reanimacion		100,00%																				100,00%
Sala de Rehidratacion					25,00%												25,00%				50,00%	100,00%
Sala ERA					100,00%																	100,00%
Sala Observacion Hombre																					100,00%	100,00%
Sala Observacion Mujer																					100,00%	100,00%
Sala Observacion Pediatrico																					100,00%	100,00%
Ultra Sonido					100,00%																	100,00%
Zona de transicion				2,33%																	97,67%	100,00%
Citas NP																						100,00%
Citas UAP																						0,00%
Facturacion																						100,00%
																						100,00%

Tabla 20. Proporción de la secuencia de actividades para triage 2.

TRIAGE 3

Actividad	Registro en gestor turnos	Admision	Triage	BOX Enfermeria	Consulta Urgencias	BOX 2 Adulto	BOX 2 Pediatrico	Laboratorio Urgencias	Rayos X	Sala de Reanimacion	Sala de Rehidratacion	Sala ERA	Sala Observacion Hombre	Sala Observacion Mujer	Sala Observacion Pediatrico	Ultra Sonido	Zona de transicion	Citas NP	Citas UAP	Facturacion	Salida	Total
Registro en gestor turnos	100,00%																					100,00%
Admision			99,94%	0,06%																		100,00%
Triage				84,30%	12,17%	0,46%	0,03%	0,18%	0,11%	0,00%									1,49%	0,04%	1,21%	100,00%
BOX Enfermeria					48,66%			27,52%	14,70%	0,00%	2,18%	2,16%				0,51%	0,17%				4,10%	100,00%
Consulta Urgencias				5,89%		0,16%		0,00%		0,00%			1,49%		0,00%						92,44%	100,00%
BOX 2 Adulto												100,00%										100,00%
BOX 2 Pediatrico														38,89%							61,11%	100,00%
Laboratorio Urgencias				1,89%	95,70%				1,00%		0,41%	0,01%				0,67%	0,32%					100,00%
Rayos X				0,79%	94,55%			2,76%			1,90%											100,00%
Sala de Reanimacion	100,00%																					100,00%
Sala de Rehidratacion				0,09%	99,83%												0,09%					100,00%
Sala ERA					100,00%																	100,00%
Sala Observacion Hombre																					100,00%	100,00%
Sala Observacion Mujer																					100,00%	100,00%
Sala Observacion Pediatrico																					100,00%	100,00%
Ultra Sonido					100,00%																	100,00%
Zona de transicion																					100,00%	100,00%
Citas NP																						100,00%
Citas UAP																						100,00%
Facturacion																						100,00%

Tabla 21. Proporción de la secuencia de actividades para triage 3.

TRIAGE 4

Actividad	Registro en gestor turnos	Admision	Triage	BOX Enfermeria	Consulta Urgencias	BOX 2 Adulto	BOX 2 Pediatrico	Laboratorio Urgencias	Rayos X	Sala de Reanimacion	Sala de Rehidratacion	Sala ERA	Sala Observacion Hombre	Sala Observacion Mujer	Sala Observacion Pediatrico	Ultra Sonido	Zona de transicion	Citas NP	Citas UAP	Facturacion	Salida	Total	
Registro en gestor turnos		100,00%																				100,00%	
Admision			100,00%																				100,00%
Triage				1,01%	0,20%	0,03%	0,00%	0,00%										96,50%	0,81%	1,45%			100,00%
BOX Enfermeria					46,73%			18,61%	9,94%		1,99%	2,27%					0,14%				20,31%		100,00%
Consulta Urgencias				6,53%									1,28%									92,19%	100,00%
BOX 2 Adulto				17,65%										5,88%								76,47%	100,00%
BOX 2 Pediatrico																						100,00%	100,00%
Laboratorio Urgencias					93,57%	0,71%			2,14%		0,71%						1,43%	1,43%					100,00%
Rayos X					97,14%			1,43%				1,43%											100,00%
Sala de Reanimacion																							0,00%
Sala de Rehidratacion					100,00%																		100,00%
Sala ERA					100,00%																		100,00%
Sala Observacion Hombre																							100,00%
Sala Observacion Mujer																							100,00%
Sala Observacion Pediatrico																							0,00%
Ultra Sonido					100,00%																		100,00%
Zona de transicion				80,00%																			100,00%
Citas NP																							100,00%
Citas UAP																							100,00%
Facturacion																							100,00%

Tabla 22. Proporción de la secuencia de actividades para triage 4.

TRIAGE 5

Actividad	Registro en gestor turnos	Admision	Triage	BOX Enfermeria	Consulta Urgencias	BOX 2 Adulto	BOX 2 Pediatrico	Laboratorio Urgencias	Rayos X	Sala de Reanimacion	Sala de Rehidratacion	Sala ERA	Sala Observacion Hombre	Sala Observacion Mujer	Sala Observacion Pediatrico	Ultra Sonido	Zona de transicion	Citas NP	Citas UAP	Facturacion	Salida	Total	
Registro en gestor turnos		100,00%																				100,00%	
Admision			100,00%																				100,00%
Triage				2,86%	0,56%			0,04%										14,97%	63,09%	18,47%			100,00%
BOX Enfermeria					50,00%			27,63%	11,84%		1,32%	1,32%								7,89%			100,00%
Consulta Urgencias																				100,00%			100,00%
BOX 2 Adulto																							0,00%
BOX 2 Pediatrico																							0,00%
Laboratorio Urgencias				100,00%																			100,00%
Rayos X					100,00%																		100,00%
Sala de Reanimacion																							0,00%
Sala de Rehidratacion					100,00%																		100,00%
Sala ERA					100,00%																		100,00%
Sala Observacion Hombre																							0,00%
Sala Observacion Mujer																							0,00%
Sala Observacion Pediatrico																							0,00%
Ultra Sonido																							0,00%
Zona de transicion																							0,00%
Citas NP																						100,00%	100,00%
Citas UAP																						100,00%	100,00%
Facturacion																						100,00%	100,00%

Tabla 23. Proporción de la secuencia de actividades para triage 5.

ANEXO C.

Distribución de tiempos para las actividades

%	X valor
0	0.27
4.204	0.7625
13.914	1.255
18.619	1.7475
19.119	2.24
14.314	2.7325
9.309	3.225
6.807	3.7175
4.805	4.21
2.402	4.7025
2.102	5.195
1.101	5.6875
0.4	6.18
0.4	6.6725
0.3	7.165
0.501	7.6575
0.601	8.15
0.4	8.6425
0.4	9.135
0.1	9.6275
0.2	10.12

Tabla 24. Tabla empírica para Admisión

