



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

**ANÁLISIS DEL FLUJO DE PACIENTES CON
ICTUS EN EL SERVICIO DE URGENCIAS
DEL HOSPITAL GENERAL DE VALENCIA
MEDIANTE EL USO DE TECNOLOGÍAS DE
MINERÍA DE PROCESOS**

AUTOR: Antonio Fuster Chisvert

TUTOR: Vicente Traver Salcedo

Curso Académico: 2017-18

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado durante la realización de este trabajo, a todo el equipo de SABIEN-ITACA, pero en especial a Lucia y a Carlos, por haber estado siempre resolviéndome todas las dudas que he podido tener, proporcionándome los datos necesarios, motivándome cuando no tenía claro que rumbo debía tomar el trabajo, y estar el rato que hiciese falta para explicarme todo lo necesario para la correcta comprensión y desarrollo de este Trabajo Fin de Grado. Agradecer también al CHGUV por haber proporcionado toda la información que se ha requerido para llevar a cabo los estudios del presente trabajo. Por último, pero no menos importante, agradecer sobre todo a mi familia el apoyo que siempre he tenido, incluyendo a mi perrita Jana por haberme hecho compañía durante tantísimas horas de estudio, y a todos los amigos y compañeros que me han acompañado durante estos cuatro años.

Resumen

La sanidad como servicio universal, eficiente y de calidad, pasa por una gestión pública, en la cual, el médico tenga un carácter fiduciario dentro del sistema del bienestar, y no se deje la atención sanitaria de la población en manos de intereses económicos, tal y como propone el capitalismo liberal. Técnicas como la minería de procesos ofrecen herramientas muy útiles para analizar lo que realmente ocurre en la práctica diaria de un servicio, existen guías clínicas que explican cuáles son los pasos a seguir en determinadas condiciones, analizando las alteraciones que se puedan generar en base a estas guías clínicas se pueden detectar deficiencias en un servicio y tomar medidas para tratar de solucionarlas, cumpliendo así con las medidas políticas y técnicas que cada vez más exigen optimizar los recursos públicos. Para poder utilizar estas herramientas de minería de procesos, primero hace falta seguir una metodología específica, familiarizarse con la base de datos y adquirir práctica con la utilización de estas herramientas, por tanto, es necesario introducir en los equipos gestores personal especializado en este tipo de tecnologías, en el presente trabajo se explica cuál sería la involucración del experto en la mejora de las guías clínicas, repercutiendo así en el largo plazo en la estandarización de los protocolos de la práctica diaria.

Además de haber hecho un análisis detallado de la base de datos, sobre todo de los registros temporales, se han obtenido resultados relevantes en cuanto a la aplicación del Código Ictus, cambios a lo largo del tiempo, diferencias entre distintos diagnósticos clínicos y con respecto a los pacientes que tienen el inicio de los síntomas por la noche.

Palabras Clave: minería de procesos, calidad de datos, PALIA, gestión hospitalaria, eficiencia, calidad asistencial, ictus, urgencias.

Resum

La sanitat com a servei universal, eficient i de qualitat, passa per una gestió pública, en la qual, el metge tinga un caràcter fiduciari dins del sistema del benestar, i no es deixi l'atenció sanitària de la població en mans d'interessos econòmics, tal com proposa el capitalisme liberal. Tècniques com la mineria de processos ofereixen eines molt útils per a analitzar el que realment ocorre en la pràctica diària d'un servei, existeixen guies clíniques que expliquen quins són els passos a seguir en determinades condicions, analitzant les alteracions que es puguin generar sobre la base d'aquestes guies clíniques es poden detectar deficiències en un servei i prendre mesures per a tractar de solucionar-les, complint així amb les mesures polítiques i tècniques que cada vegada més exigeixen optimitzar els recursos públics. Per a poder utilitzar aquestes eines de mineria de processos, primer fa falta seguir una metodologia específica, familiaritzar-se amb la base de dades i adquirir practica amb la utilització d'aquestes eines, per tant, és necessari introduir en els equips gestors personal especialitzat en aquest tipus de tecnologies, en el present treball s'explica quina seria la involucració de l'expert en la millora de les guies clíniques, repercutint així en el llarg termini en l'estandardització dels protocols de la pràctica diària.

A més d'haver fet una anàlisi detallada de la base de dades, sobretot dels registres temporals, s'han obtingut resultats rellevants quant a l'aplicació del Codi Ictus, canvis al llarg del temps, diferències entre diferents diagnòstics clínics i pel que fa als pacients que tenen l'inici dels símptomes a la nit.

Paraules Clau: mineria de processos, qualitat de dades, PAL·LIA, gestió hospitalària, eficiència, qualitat assistencial, ictus, urgències.

Abstract

Health as a universal, efficient and quality service, goes through a public management, in which, the doctor has a fiduciary character within the welfare system, and not the health care of the population in the hands of economic interests, such as liberal capitalism proposes. Techniques such as process mining offer very useful tools to analyze what really happens in the daily practice of a service, there are clinical guides that explain what are the steps to follow in certain conditions, analyzing the alterations that can be generated based on these Clinical guidelines can detect deficiencies in a service and take measures to try to solve them, thus fulfilling the political and technical measures that increasingly require optimizing public resources. To be able to use these process mining tools, it is first necessary to follow a specific methodology, become familiar with the database and acquire practice with the use of these tools, therefore, it is necessary to introduce specialized personnel into this type of management team. This paper explains what the expert's involvement would be in improving the clinical guidelines, thus having an impact on the long-term standardization of the protocols of daily practice.

In addition to having made a detailed analysis of the database, especially the temporary records, relevant results have been obtained regarding the application of the Stroke Code, changes over time, differences between different clinical diagnoses and with respect to Patients who have the onset of symptoms at night.

Key Words: process mining, data quality, PALIA, hospital management, efficiency, quality of care, stroke, emergencies.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

MEMORIA

**ANÁLISIS DEL FLUJO DE PACIENTES CON ICTUS
EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL
GENERAL DE VALENCIA MEDIANTE EL USO DE
TECNOLOGÍAS DE MINERÍA DE PROCESOS**

Antonio Fuster Chisvert



CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA

Índice

1.	INTRODUCCIÓN.....	8
2.	OBJETIVOS.....	11
2.1.	Objetivo principal	11
2.2.	Objetivos secundarios	11
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1	Protocolo Unidad de Ictus	12
3.2	PALIA Web	13
3.3	Interfaz gráfica de la herramienta.....	13
4.	METODOLOGIA	18
5.1	Reconocimiento Interactivo de Patrones.....	19
5.2	Minería de procesos en Reconocimiento Interactivo de Patrones	21
5.3	Metodología basada en preguntas.....	21
6	ICTUS.....	29
6.1	Impacto del ictus.....	29
6.2	Detección del ictus	30
6.3	Factores de riesgo	31
7	RESULTADOS.....	32
7.1	Resultados - Análisis del corpus de datos.....	32
7.1.1	Análisis corpus de datos.....	33
7.1.2	Análisis temporal.....	37
7.2	Resultados – Creación del registro de eventos.....	42
7.3	Resultados - Filtrado	45
7.4	Resultados – Minería de procesos	48
7.4.1	Análisis topológico.....	51
7.4.2	Código ictus.....	54
7.4.3	Análisis temporal del Código Ictus	60
7.4.4	Diagnóstico clínico.....	62
7.4.5	Ictus despertar	70
8	DISCUSION.....	74
9	CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	75
10.	REFERENCIAS	78

1. INTRODUCCIÓN

El Estado del Bienestar surgió a finales del siglo XIX, pero hoy en día su sostenibilidad se encuentra en entredicho, estamos ante un escenario de grandes cambios e incertidumbres y sin modelos alternativos por los que apostar. El desmantelamiento del Estado del Bienestar y la imposición del Capitalismo Liberal se presenta como la mejor solución frente al fracaso del sistema de economía centralizada [1], la desaparición del comunismo práctico y el cuestionamiento que se hace por parte de los neoliberales del Estado de Bienestar y su viabilidad. Nuestra sociedad acepta las máximas de que el Estado da peor servicio y más caro que la iniciativa privada, de que es imposible garantizar por parte del Estado la prestación de los servicios que tenía asumidos. Así se han generalizado las privatizaciones, se ha revisado la función del Estado, dejando la economía únicamente en manos del mercado y el bienestar de los ciudadanos en manos de las libres fuerzas del mercado.

Por tanto, se apuesta cada vez más por eliminar el Estado de Bienestar, ya que se considera al Estado un mal administrador, así su función se limita al equilibrio presupuestario y la estabilidad económica. Hoy el Estado de Bienestar sufre una fuerte presión, internamente por los partidarios del nuevo orden y externamente por el mercado globalizado. Hay diferentes tipos de capitalismo y en todos ellos en mayor o menor medida el poder de los gobiernos es limitado, el mundo de la economía escapa al control político. Sin embargo, es importante destacar que el mercado jamás podrá hacerse cargo de la sanidad de forma completa. Numerosos estudiosos de los sistemas del bienestar [2] han señalado como la provisión de la sanidad se halla plagada de fallos de mercado de difícil solución. Por un lado, la complejidad y variabilidad de los numerosos procedimientos y condiciones médicas y la urgencia que puede llegar a tener en muchos casos, ponen de manifiesto que no existe información perfecta para el consumidor, un rasgo necesario para el mercado. Por ello, es necesaria la figura del médico que por esta asimetría de información tiene que tener necesariamente un carácter fiduciario de cara al paciente que sólo puede proporcionar mediante regulaciones, colegios profesionales sometidos al derecho público o su empleo directo por parte de un sistema nacional de salud [29].

Si a esto se le une los enormes costes de entrada y salida que eliminan la competencia perfecta o las externalidades negativas que pueden tener, por ejemplo, una epidemia de gripe mal controlada, economistas y científicos sociales manifiestan la dificultad de que el mercado provea por sí mismo la sanidad demandada y necesaria en el siglo XXI. Sobre todo, sus partes menos lucrativas o deficitarias. Ahora bien, esto no quiere decir que el sector público tenga carta blanca a la hora de gestionar la sanidad y que pueda estar libre de toda crítica. Al contrario, en una sociedad de cambio acelerado y con nuevas técnicas médicas y de gestión que podrían mejorar el sistema sanitario, la gestión pública debe cuestionarse sus métodos y mejorarlos constantemente.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

El objetivo está, sobre todo, en la reducción de los costes sanitarios sin perder la calidad del sistema. No basta con reducir el gasto, sino que es necesario optimizarlo. Para ello es de gran ayuda nuevas tecnologías como la minería de procesos para conocer cómo se desarrollan realmente las guías clínicas en la práctica diaria, sobre todo atendiendo al problema de la variabilidad clínica, el cual representa el principal problema para los gestores. Para conseguir que la atención a todos los pacientes sea de la misma calidad y no dependa de ningún factor externo, a pesar de existir muchos y muy diferentes casos médicos, es necesario establecer guías clínicas que establezcan cuales deben ser los requisitos/pasos frente un determinado diagnóstico/tratamiento, esto permite que se estandarice el servicio prestado y a su vez, permite mejorar la optimización del tiempo y los espacios. La queja principal de la población se centra en los tiempos de espera o los retrasos. Este trabajo se centrará en analizar los tiempos de espera más importantes y el tiempo de llegada a urgencias de los pacientes que llegan a urgencias con ictus al CHGUV. Estos retrasos pueden llegar a generar estrés psicológico y emocional, además, realizar una consulta, prueba u operación puede resultar incluso en la muerte. Por tanto, analizar estos tiempos de espera y encontrar formas de mejorarlo se presenta como una prioridad.

El Hospital General de Valencia, cuyos datos de la Unidad de Ictus se han utilizado en la elaboración de este trabajo, dispone de una base de datos de 2302 registros, recogidos desde el año 2009 hasta la actualidad [7]. En este trabajo se ha analizado el tiempo que tardan los pacientes desde el inicio de los síntomas hasta la llegada a urgencias, el tiempo de espera para la realización del TAC, el tiempo de espera para la consulta con el neurólogo, el tiempo de espera para el ingreso y finalmente el ingreso. Estas duraciones son un indicador importante de la calidad del sistema y una reducción de los mismos implicaría una mejora en la calidad de vida de los pacientes. La minería de procesos engloba otras tecnologías, como por ejemplo la minería de datos, en este trabajo se va a realizar una prueba de uso en entornos sanitarios, en concreto para el servicio de urgencias. Este tipo de tecnologías pioneras tienen el objetivo de llevar a la sanidad actual al nivel de optimización que se le exige, ya que de esta forma se puede aprovechar la enorme cantidad de datos que un hospital puede llegar a generar, analizándolos y obteniendo conclusiones útiles para el personal gestor del hospital. En este trabajo se va a mostrar el enorme potencial de estas nuevas tecnologías.

Con la llegada de Internet, la globalización de la salud y el aumento de nuevas oportunidades para mejorar el proceso de atención mediante el intercambio de conocimientos, debe replantearse el paradigma de cómo los médicos deben afrontar su trabajo diario. En la actualidad, no solo crece el número de pacientes que buscan información sobre su enfermedad en Internet [3,4], sino que incluso los médicos comienzan a basar sus decisiones de diagnóstico y tratamiento en la información recopilada en Internet [5]. De esta forma, el uso de Internet para difundir el conocimiento relacionado con la salud de una manera más completa y efectiva se está convirtiendo en una realidad. La minería de procesos puede proporcionar infinidad de resultados, es fundamental filtrarlos y analizar solo aquellos que aporten beneficios a la calidad del servicio.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

El paradigma clásico en el que el médico se considera un elemento aislado que confía en su propia experiencia para diagnosticar y aplicar tratamientos adecuados a un paciente ahora está cambiando a otro que utiliza el conocimiento científico conocido como la base para proporcionar mejores y más efectivos tratamientos. Estos hechos están obligando a los médicos a adaptar su práctica diaria con nuevos métodos y tecnologías, pasando de la experiencia a la medicina basada en la evidencia (MBE) [6] para abordar este problema. La MBE promueve la integración de la mejor evidencia biomédica a la práctica clínica diaria de los médicos, para ello requiere que los médicos estén activos y complementen continuamente su experiencia con la información disponible en grandes bibliotecas de casos clínicos. Con la llegada de la era digital, la posibilidad de encontrar información sobre el diagnóstico y tratamiento de enfermedades en Internet aumenta exponencialmente. Esa oportunidad puede ser aprovechada por los médicos, lo que les permite aplicar estudios médicos científicos muy recientes a sus pacientes actuales en muy poco tiempo después de su publicación.

Con el objetivo de entender la necesidad que tiene la sanidad hoy en día de introducir a personal capaz de aplicar estas nuevas tecnologías para la gestión de procesos y además también este en disposición de discernir que información es importante de estas grandes bibliotecas y saber integrarla en un metodología que permita la mejora de las actuales guías clínicas, vamos a explicar el marco que permite introducir a este tipo de profesional en los procesos de asistencia y control diario de la gestión hospitalaria.

2. OBJETIVOS

Se diferencian a continuación el objetivo principal de este proyecto y los objetivos secundarios que se marcan en el camino hacia cumplir el primero.

2.1. Objetivo principal

El principal objetivo de este trabajo es analizar los procesos de los pacientes con ictus en el servicio de Urgencias del Hospital General de Valencia, para poder detectar variaciones con respecto al proceso habitual, y que los expertos a partir de esta información, puedan sugerir cambios que mejoren la gestión de dicho servicio. Sus gestores establecen unos protocolos o guías clínicas y marcan un orden, pero no saben realmente lo que está sucediendo en la práctica, sobre todo se debe a que hay muchas variantes que influyen en cada paciente. Los gestores recogen los datos, y para poder ver dónde se encuentran los fallos más significativos, se hará una prueba de uso de las herramientas de minería de procesos y se valorará si puede obtener información nueva de los datos, que ayude a los gestores a mejorar el servicio ofrecido a los pacientes con ictus.

2.2. Objetivos secundarios

En el camino hacia alcanzar el objetivo principal, aparecen nuevos retos:

- Conocer que es un ictus y todos los conceptos que influyen en su clasificación y posibles consecuencias.
- Adquirir práctica en el manejo de herramientas de minería de procesos, también, conocer cuáles pueden ser sus limitaciones y encontrarles solución.
- Estructurar a priori el orden de los distintos análisis que se llevan a cabo en este trabajo, el orden es importante de cara a una mejor representación de la variabilidad entre los subgrupos de pacientes.
- Debido a la gran cantidad de datos generados y su heterogeneidad, es primordial para su análisis entenderlos y familiarizarse con la base de datos, para ello es importante elegir adecuadamente el formato de presentación de los mismos y a partir de esta deducir cuales pueden ser los resultados más interesantes.
- Detectar cuales pueden ser las limitaciones más importantes de los datos, y si se puede, arreglar dichos problemas. (Sobre todo con respecto a fechas y horas)
- La herramienta de minería de procesos PALIA, al ser una herramienta todavía en etapa de investigación, se quiere probar su comportamiento en entornos reales y conocer su utilidad en el manejo de procesos asistenciales. Adaptando la herramienta a este tipo de datos, podremos mejorarla de cara a futuras aplicaciones en el sector salud.
- Conseguir resultados de relevancia, esto quiere decir, encontrar subgrupos de pacientes que sigan un flujo distinto al que sigue la mayoría. Por tanto, también va a ser necesario detectar cual es este flujo mayoritario.
- Para realizar el preprocesado de los datos van a ser necesarios otros programas complementarios, por ello, es necesario saber identificarlos y aprender a usarlos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En este apartado se muestra la organización de las actividades principales realizadas en la Unidad de Ictus, la explicación de la herramienta de minería de procesos que se va a utilizar en este trabajo (PALIA) y todas las funcionalidades que ofrece, de cara a entender algunos conceptos del apartado “Resultados” hay que explicar en detalle cuales son las ventajas de algunas de estas funcionalidades. También se va a mostrar la información que incluye el corpus de datos y destacar cuales van a ser los campos que van a ser de interés para el modelado de los resultados.

3.1 Protocolo Unidad de Ictus

El estudio se centra únicamente en la Sala de Emergencias y los servicios de la Unidad de Ictus del Hospital General Universitario de Valencia (España). El Hospital General Universitario es uno de los cuatro hospitales de referencia de la capital valenciana y el entorno clínico de referencia de su Departamento de Salud, un distrito geográfico que cubre una población de alrededor de 350 000 habitantes. Este departamento de salud representa a más de 3,700 profesionales de la salud, 503 camas, 27 quirófanos, más de 130,000 cuidados de emergencia y más de 21,800 ingresos hospitalarios por año [7]. El personal del servicio de emergencias registra a cada paciente en cada etapa del proceso de visita. La información recopilada por el sistema es:

- Hora de inicio (Ini). Cuando comienzan los síntomas.
- Hora de llegada (Lleg). Cuando el paciente llega a la sala de emergencias.
- Realización del TAC (TAC). Cuando se realiza la tomografía computarizada.
- Realización consulta con el neurólogo (Neu). Cuando el médico o guardia evalúa el estado del paciente.
- Hora de hospitalización de UI (Ing). Cuando el paciente está hospitalizado en la Unidad de Ictus.
- Hora de salida de UI (Sal). Cuando el paciente sale de la Unidad de Ictus.

La Unidad de Ictus del Hospital General fue pionera en la Comunidad Valenciana, ya que inició su andadura en marzo de 2004 y rápidamente se apostó por plantear la extensión del Código Ictus a toda el área de referencia. Para ello, se trabajó en un estudio para reducir el tiempo de llegada de estos pacientes al hospital, conseguir un diagnóstico y tratamiento más precoz y potenciar la colaboración entre niveles: Atención Primaria, especialistas de los centros de salud y urgencias extra-hospitalarias.

3.2 PALIA Web

Para que PALIA pueda leer un archivo debe estar en formato .csv, de tal forma que en la primera línea se encuentre la cabecera y a continuación se encuentren los eventos agrupados por los identificadores y ordenados temporalmente dentro de cada uno de estos identificadores, por tanto, cada paciente puede tener un número diferente de registros en función de sus necesidades. A la hora de cargar el archivo en PALIA también hay que especificar el tipo de elemento que representa cada cabecera del archivo. Dichos elementos son los siguientes [29]:

- ID: Identificador de la muestra.
- ACTIVITY: Referido a la actividad asociada al evento.
- START: Indica el día, mes, año, hora, minutos y segundos de inicio del evento.
- END: Indica el día, mes, año, hora, minutos y segundos de finalización del evento.
- SAMPLE: Es una característica que se atribuye a un identificador.
- EXCLUDE: Se coloca cuando se quiere que esa columna no sea cargada.

Mostramos un ejemplo de cómo se cargaría un caso con un único nodo en PALIA:

ID	ACTIVITY	START	END	SAMPLE	EXCLUDE
2	PreNeuro	04-Apr-2014 21:06:00	04-Apr-2014 22:10:00	No (Código ictus)	No (Ictus despertar)

Tabla 1. Ejemplo de entrada para la herramienta PALIA

3.3 Interfaz gráfica de la herramienta

La interfaz gráfica de la herramienta se divide en cinco áreas [10]:

- 1. Menú principal:** permite acceder a las funciones comunes de la aplicación, como cargar los datos o guardar los resultados.
- 2. Área de filtrado:** permite seleccionar y filtrar los datos del corpus inicial que se utilizará en la extracción.
- 3. Área de minería de datos:** una vez que se realiza la minería, permite trabajar con la inferencia obtenida aplicando diferentes tipos de visualización o filtrado.
- 4. Área de representación gráfica del flujo de trabajo:** para visualizar la inferencia o inferencias obtenidas como resultado de la aplicación del algoritmo de minería de datos.
- 5. Área de información:** muestra información adicional relacionada con el estado de las tareas aplicadas en las diferentes secciones.

En la siguiente imagen vemos la distribución de las funcionalidades anteriores

Antonio Fuster Chisvert

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

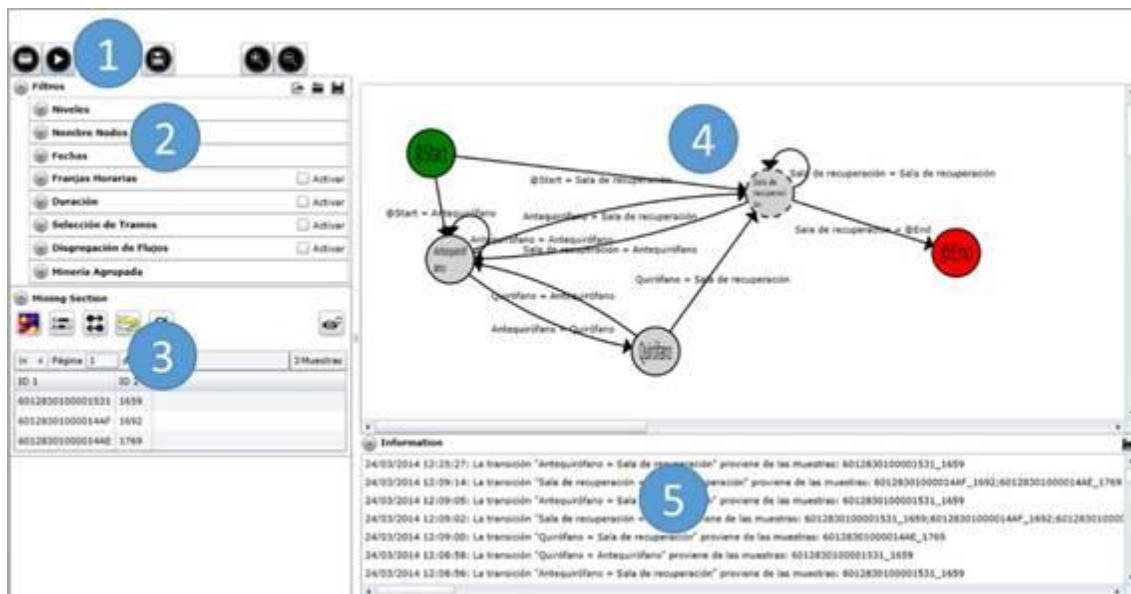


Figura 1. Interfaz gráfica de PALIA

1. Menú principal



Permite el acceso a las funciones comunes de la aplicación:

1. Botón Cargar: permite buscar el archivo que contiene los datos del corpus.
2. Inicie el botón de minería de datos: inicia la minería de datos. Previamente, se debe haber seleccionado un corpus de datos y las opciones de filtrado deseadas.
3. Botón Guardar: permite guardar el flujo de trabajo inferido.
4. Botón de zoom: para ampliar el flujo de trabajo inferido representado

2. Área de filtrado

Los filtros ayudan a adaptar los datos del corpus de entrada al formato del módulo de minería de datos. En esta área se pueden encontrar los diferentes filtros para modificar y seleccionar qué datos del corpus inicial se procesarán en el motor de minería. De acuerdo con el corpus elegido, solo se cargarán los filtros aplicables.



Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- Niveles

Las diferentes actividades detectadas por el sistema "Sphera" se agrupan en diferentes niveles. Hay niveles que contienen las áreas detectables más pequeñas y los niveles que agrupan diferentes áreas que generan zonas de ubicación global. Por ejemplo, en un solo nivel se pueden encontrar las áreas "Sala de operaciones 1", "Sala de operaciones 2", etc. y en otro nivel, estas áreas se agrupan dentro del área "Salas de operaciones".



- Nombre nodos

Este filtro presenta los nombres de los nodos o áreas de ubicación del sistema. Estos nombres dependen, como ya se ha explicado, de los seleccionados en el filtro de nivel. Este filtro permite indicar qué áreas o nodos se desean incluir en la extracción, eliminando la marca de casilla de verificación de las áreas que se desean excluir del corpus de datos. Este filtro también permite cambiar el nombre del área de ubicación, y así poder asignar un nuevo nombre a un área o incluso agrupar dos áreas dándoles el mismo nombre.

- Fechas

Ofrece la posibilidad de limitar los datos del corpus en un rango de fechas específicas, por lo que, si se trata de un corpus de todo un año, se pueden analizar los datos de un mes o semana específicos.



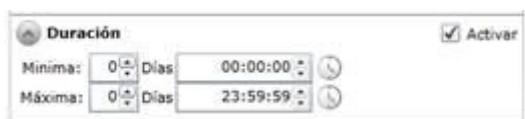
- Franjas horarias

Con este filtro, las actividades/ubicaciones que estaban activas en un período de tiempo específico se seleccionan del corpus, es decir, solo se seleccionan los datos de ubicación incluidos o que se cruzan en ese período de tiempo.



- Duración

Permite seleccionar las actividades o ubicaciones que duran una duración mínima y máxima específica.



Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- Selección de tramos

Este filtro permite seleccionar solo las muestras/rutas que cruzan un "nodo de origen" o que cruzan un "nodo de origen" y luego un nodo de destino. También es posible filtrar la cantidad de nodos/ubicaciones antes de que se visualice la fuente y después del destino. Las muestras/rutas restantes se descartan.



- Disgregación de flujos

Con este filtro, el corpus se divide/disgrega en varios corpus que agrupan las muestras por su porcentaje de similitud. Todos los nuevos corpus cuyo número de muestras no exceda el porcentaje se unifican en un mismo corpus. Al aplicar este filtro, el corpus inicial se transformará en varios corpus.



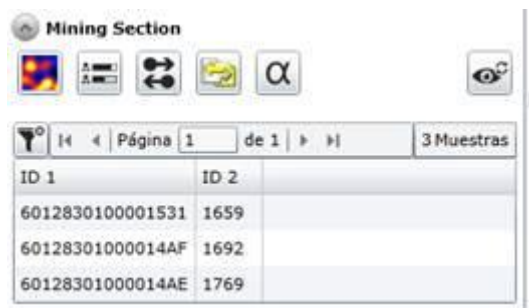
- Minería agrupada

La activación de este filtro significa que después de realizar la extracción de datos, aquellos nodos con el mismo nombre, pero separados en el flujo de trabajo se unirán en uno artificialmente. Esto es útil en algunas actividades, como cuando se ubica a personas, porque la misma ubicación no puede existir en dos lugares a la vez, pero en otros corpus esto puede significar una realidad distorsionada.



3. Área de minería de datos

Después de haber realizado la extracción de datos, esta área permite interactuar con la inferencia obtenida. En la parte superior hay un conjunto de filtros para cambiar la visualización de los datos y obtener vistas con datos adicionales. En la parte inferior, es la lista de muestras de corpus y se pueden seleccionar para visualizarlas.



ID 1	ID 2
6012830100001531	1659
60128301000014AF	1692
60128301000014AE	1769

Los diferentes botones en la parte superior permiten cambiar cómo se muestra el flujo de trabajo inferido o mostrar datos adicionales sobre la visualización.

Antonio Fuster Chisvert

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos



1. Mapa de frecuencia: muestra el flujo de trabajo en formato de mapa de color que indica qué elementos se producen con mayor frecuencia o durante más tiempo.
2. Mapa de ocupación: muestra el flujo de trabajo en formato de mapa de color que indica qué nodos/ubicaciones están más ocupados en un momento específico.
3. Buscador de saltos: destaca en el flujo de trabajo los pasos de ida y vuelta (saltos).
4. Compara la inferencia con un patrón guardado
5. Valor de transparencia alfa: permite cambiar el valor de transparencia de los objetos que se vuelven transparentes en algunas de las visualizaciones anteriores.
6. Restaurar: Restaura la pantalla a su estado original.

4. Área de representación gráfica del flujo de trabajo

En esta área se dibujan las inferencias obtenidas como resultado de aplicar el algoritmo de minería de datos al corpus obtenido del filtrado. Las actividades de una muestra se representan como un nodo. Los nodos tienen una forma circular y contienen el nombre dentro. Hay dos nodos especiales agregados a todas las muestras: el nodo @Start indica el inicio de cualquier muestra/ruta y el nodo @End recogerá todas las terminaciones de muestra/ruta. Si no se aplica ninguna modificación, aparecerán en verde y rojo, respectivamente. Los nodos normales aparecen en gris y aquellos que son el final de una muestra/ruta se dibujan con un borde de líneas discontinuas. La posición de los nodos de flujo de trabajo se puede cambiar haciendo clic con el mouse y arrastrando a la posición deseada.

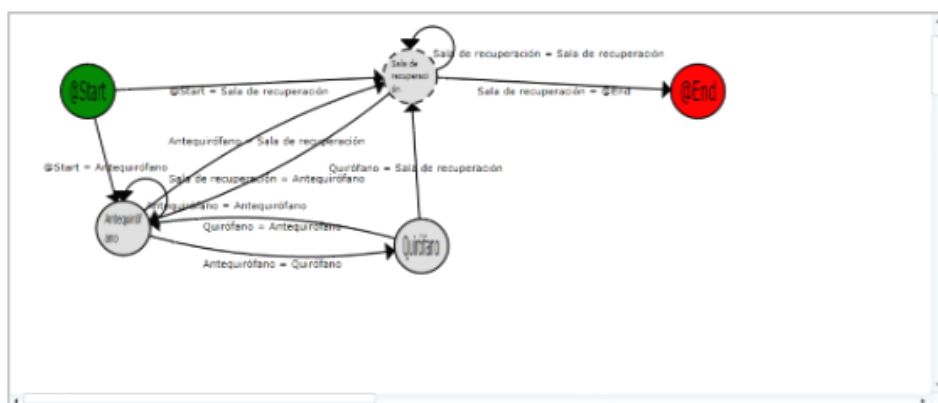


Figura 1. Ejemplo de flujo de pacientes en PALIA

4. METODOLOGIA

Para que los resultados obtenidos en este trabajo sean útiles y puedan ser utilizados por el personal gestor de la Unidad, hay que introducir el marco en el que se desarrolla nuestra metodología basada en preguntas, la cual permite el aprovechamiento de estos resultados para la mejora o creación de nuevas guías clínicas con el objetivo de mejorar la efectividad de los procesos hospitalarios, así como la mejora en el servicio prestado al paciente. Este marco es el de Reconocimiento Interactivo de Patrones, el cual ha sido desarrollada por el Instituto Universitario de Investigación de Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones Avanzadas (ITACA) y el Instituto Tecnológico de Informática (ITI) [20], se basa en los principios de la medicina basada en la evidencia (MBE). De acuerdo con Sacket y otros. [21], la medicina basada en evidencia es el uso consciente, explícito y justificado de la mejor evidencia actual al tomar decisiones sobre la atención de pacientes individuales. En resumen, la MBE promueve:

- Uso intensivo de la literatura biomédica: Las decisiones de los médicos deben basarse en evidencia estadística.
- Lectura crítica de la literatura basada en la experiencia personal: La alta variabilidad del comportamiento humano y los pacientes multipatológicos llevan a diferentes respuestas frente a un mismo tratamiento.
- Atención centrada en el paciente: El empoderamiento de los pacientes y de los cuidadores informales permitirá un autocuidado más eficaz, y una mejor comprensión de su enfermedad por parte de los pacientes.

También es importante entender que es una guía clínica, se define como las declaraciones desarrolladas sistemáticamente para ayudar a los médicos y guiar en las decisiones del paciente sobre la atención sanitaria adecuada para unas circunstancias específicas. Estos documentos suponen una prevención, un diagnóstico, un pronóstico y tratamientos actualizados que actualmente han demostrado evidencia de su efectividad en enfermedades específicas. Las guías clínicas han demostrado sus ventajas [22,23], respaldando a los profesionales de la salud en la mejora continua de los resultados clínicos, reduciendo la variabilidad en la práctica clínica, forzando a los expertos a unificar criterios y proporcionar una mayor rentabilidad en la práctica diaria.

Por otra parte, el concepto de reconocimiento de patrones surge ya que el número de guías clínicas y directrices disponibles en Internet para su uso por parte de médicos y equipos médicos aumenta exponencialmente y mejora continuamente. Sin embargo, la gran cantidad de información disponible hace que sea prácticamente imposible que los médicos se actualicen adecuadamente. El paradigma de reconocimiento de patrones (PR) [24] puede ser una solución para apoyar a los médicos en su práctica diaria. PR proporciona un marco formal que permite el desarrollo de mecanismos para la supervisión e inferencia de los protocolos más precisos.

5.1 Reconocimiento Interactivo de Patrones

El control continuo de la enfermedad involucra al paciente y al médico en un flujo muy acoplado, dinámico e iterativo en el que las decisiones de los médicos y las respuestas de los pacientes son tan importantes como los datos biomédicos recopilados en el proceso de atención. En los documentos que existen actualmente sobre la creación de los modelos probabilísticos que ayuden a entender estos procesos, la mayoría no tienen en cuenta un aspecto fundamental: La integración de la práctica diaria. Dicha incorporación permite una mejor adaptación del proceso de reconocimiento interactivo de patrones según los principios de la MBE y, luego, obtener mejores resultados para la mejora de las guías clínicas.

En la imagen, se muestra una descripción gráfica del modelo presentado. De acuerdo con la filosofía MBE, se ha separado el problema en dos etapas diferentes: el ciclo de protocolo de cuidado diario y el ciclo de mejora de protocolo interactivo.

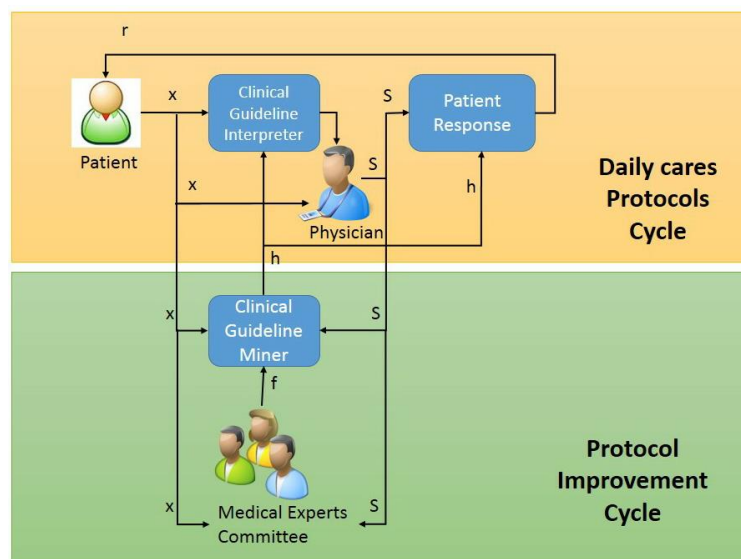


Figura 3. Sistema dual interactivo propuesto

El ciclo de protocolo de atención diaria representa la ruta habitual seguida por el paciente en un proceso de atención siguiendo una guía clínica. En este ciclo, el paciente está en contacto con su médico. Dependiendo de la pauta clínica más adecuada, h , y de los múltiples signos y síntomas del paciente, x , se sugiere un estado diferente, s , asociado con el tratamiento o el método de diagnóstico apropiado. Un paciente puede responder de manera diferente al tratamiento según sus patologías o características personales, lo que puede afectar los resultados del tratamiento. Estos resultados se convertirán en nuevas entradas, r , en la siguiente iteración del ciclo. Este modelo se puede ver como un sistema de diálogo clásico, donde el tratamiento es la respuesta a los signos y síntomas del

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

paciente. En cada iteración del proceso diario, el médico analiza los datos, x , el estado, s , y la guía clínica actual, h , para corregir el estado del paciente dentro de las pautas clínicas. Si se considera necesario, el médico puede modificar el estado del paciente. Eso implica la aplicación de un tratamiento diferente o método de diagnóstico que no ha sido sugerido directamente por las guías clínicas. Por ejemplo, si de acuerdo con los datos recopilados la hipótesis actual (guía clínica) es que la gravedad del paciente es alta, pero el médico considera que no es correcto, puede cambiar el estado a una gravedad baja, aplicando los tratamientos propuestos para este caso por las guías clínicas.

Cada estado tiene tratamientos asociados y métodos de diagnóstico que causan una respuesta, r , en el paciente. Esta respuesta se usará en la siguiente iteración de cuidado como datos recopilados nuevos, x . En esta línea, el médico puede corregir el estado en cada iteración, seleccionando diferentes tratamientos y métodos de diagnóstico. Sin embargo, de acuerdo con el modelo, el médico no puede cambiar la estructura de la hipótesis, lo que significa que el médico no puede cambiar la guía clínica. Si de acuerdo con la experiencia del médico, el paciente necesita un tratamiento diferente no incluido en la hipótesis, entonces el paciente debe salir de la guía clínica, comenzando un proceso clásico de atención.

El médico no puede modificar la estructura de la guía clínica actual, h . La mejora de las pautas clínicas tiene lugar en el ciclo de mejora del protocolo interactivo. En esta etapa, un grupo de expertos independientes en salud participa en el proceso de aprendizaje interactivo para ofrecer pautas clínicas nuevas y optimizadas a los médicos para la práctica diaria. Los tratamientos y métodos de diagnóstico utilizados por los médicos en la atención diaria, así como las respuestas de los pacientes, pueden utilizarse para inferir nuevas guías clínicas, mejor adaptadas y optimizadas para la práctica diaria, utilizando metodologías interactivas de reconocimiento de patrones. El segundo ciclo expuesto en la Figura representa la mejora continua de las guías clínicas. En esta etapa, los signos y síntomas del paciente, x , y los métodos y tratamientos de diagnóstico, se usarán para inferir una nueva guía clínica mejorada, h . Además, esta mejora continua también depende de las decisiones del comité de expertos médicos, f , que aplican el conocimiento humano a la guía clínica, así como la guía clínica previa utilizada, H , debido a la estrecha relación entre el tratamiento seguido y los datos de entrada. Para este modelo, suponemos que los nuevos avances y la evidencia científica se incluyen en la función f , y se filtran y aplican de acuerdo con las decisiones del comité de expertos médicos.

En definitiva, la metodología presentada en este trabajo consiste en dos partes/ciclos distintos los cuales se complementan, para aplicar el reconocimiento de patrones basándonos en los principios de la MBE. En el primer ciclo, el cuidado diario del paciente está formalizado por la guía clínica y supervisado por la experiencia del médico en la interacción con el paciente. En el segundo ciclo, las guías clínicas, utilizadas por los médicos en la práctica diaria, se construyen y optimizan en base a la evidencia clínica de los resultados obtenidos en estudios realizados por investigadores biomédicos.

5.2 Minería de procesos en Reconocimiento Interactivo de Patrones

Tal y como se ha dicho, el ciclo de cuidado diario es supervisado por médicos, y en el segundo ciclo de mejora del protocolo, son necesarios habitualmente procesos interactivos de minería de datos, en este trabajo vamos a utilizar tecnología de minería de procesos con el objetivo de obtener información de interés para el personal experto. Los algoritmos de minería de procesos se pueden usar para inferir flujos de trabajo que pueden ser supervisados, optimizados y corregidos por expertos en salud para lograr mejores pautas clínicas formales en la próxima iteración del proceso. Para permitir un sistema completamente interactivo, necesitamos modelos de representación que sean fáciles de comprender por parte de los médicos. Esto se debe a que, cuanto más fácil se entienda, más fácil será la supervisión y optimización. Para conseguir estos resultados vamos a seguir la siguiente metodología, la cual es específica para técnicas de minería de procesos.

5.3 Metodología basada en preguntas

Para poder llevar a cabo un análisis de los datos con cierto rigor necesitamos seguir una metodología que nos permita estandarizar este proceso, una vez presentada la teoría sobre la que se sustenta la metodología llevada a cabo en el presente trabajo, pasamos a explicar en detalle los pasos que integran esta metodología. Se va a proceder a la explicación combinándola con aspectos prácticos relevantes que se han tenido que realizar en este trabajo. Aunque primero hay que explicar algunas características especiales que muestra el servicio de urgencias.

El servicio de urgencias se ha convertido en uno de los puntos más importantes en el sistema de atención médica [25], se debe de diagnosticar y ofrecer atención a los pacientes de manera efectiva, por tanto, es importante averiguar cuál es la mejor manera de optimizar este servicio, además, los procesos en urgencias son intrínsecamente flexibles, ya que deben adaptarse a las características particulares de cada paciente. Es posible proporcionar respuestas a una serie de preguntas frecuentes planteadas por expertos en el campo, sobre todo aprovechando las ventajas de la minería de procesos. Los ejemplos de preguntas frecuentes en Urgencias incluyen: ¿Qué es exactamente lo que genera los cuellos de botella que conducen a un aumento de los tiempos de espera? ¿Qué tienen en común los casos en los que los pacientes deben soportar largos tiempos de espera? ¿Los pacientes son atendidos de acuerdo con los protocolos establecidos? ¿Por qué hay retrasos en la hospitalización de los pacientes?

La metodología basada en preguntas utiliza tanto la minería de procesos como las técnicas de análisis de datos para proporcionar respuestas a las preguntas que frecuentemente plantean los expertos, utilizando los datos almacenados en un modelo de referencia orientado al proceso. Antes de explicar la metodología y los modelos de referencia de

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

datos antes mencionados, es necesario identificar el tipo de preguntas formuladas por los expertos en urgencias. Se pueden identificar dos tipos de preguntas (Figura 8): preguntas generales que se establecen de forma genérica para el proceso ejecutado, y preguntas orientadas a episodios que se basan en características específicas.

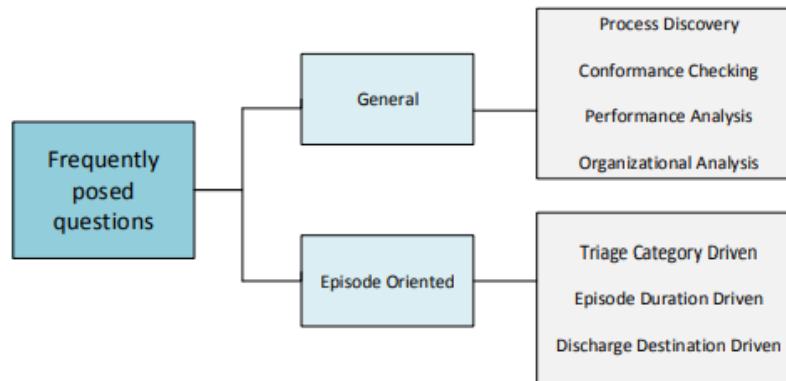


Figura 4. Tipos de preguntas en Urgencias

Las preguntas generales implican comprender cómo se atiende a los pacientes, qué actividades se ejecutan, cuánto tiempo lleva atender a los pacientes en función de la gravedad de sus necesidades particulares, por ejemplo: ¿Cuál es el proceso (o cómo se ejecutan las actividades) para tratar pacientes con diferentes diagnósticos, por ejemplo, pacientes con apendicitis o neumonía? Las preguntas orientadas a episodios se basan en ciertas características clínicas o datos obtenidos al ejecutar las actividades de un proceso específico de urgencias, por ejemplo, el triage o el destino del alta de un paciente.

El primer paso del trabajo, se ha centrado en conocer y entender el funcionamiento de la Unidad de Ictus en el CHGUV, estudiar el circuito que siguen los pacientes, visualizar la distribución de los espacios, la cantidad de personas que se mueven en el hospital, cómo utiliza el médico el programa de llamada de pacientes y cómo es la adquisición de los datos a analizar, entre otras cosas. Sobre todo, es importante tener en cuenta las recomendaciones de los gestores a la hora de investigar posibles anomalías, además de conocer cuáles son sus necesidades a la hora de gestionar la Unidad. Por otra parte, es necesario tener práctica en el entorno de PALIA (herramienta de minería de procesos), ya que las habilidades adquiridas a lo largo del tiempo a través de distintos corpus de datos son de gran utilidad para poder enfrentarse a cualquier tipo de análisis, ya que las posibilidades a investigar son extremadamente amplias. En este trabajo, la parte a la cual más tiempo se le ha dedicado a sido precisamente a esta familiarización con los datos y con PALIA.

La metodología consiste en seis etapas (como se muestra en la Figura 3), como sigue: (1) extracción de los datos del HIS; (2) crear un registro de eventos (los inputs para cualquier técnica de minería de procesos); (3) filtrar los registros para cualquier contexto clínico; (4) aplicar el análisis de los datos; (5) aplicar técnicas de minería de procesos; y (6) analizar los resultados con los expertos. Cada una de las etapas se explica a continuación:

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

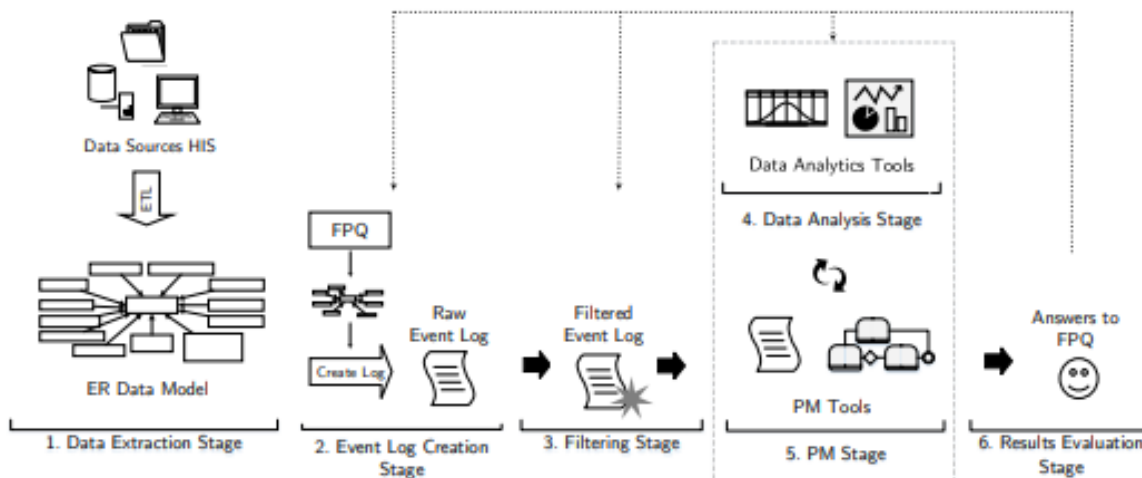


Figura 5. Esquema de la Metodología Basada en Preguntas.

1. Extracción de datos

La primera etapa consiste en identificar los datos, extraerlos de las fuentes (HIS), crear un modelo de referencia para los datos, nombrar los eventos o actividades, crear campos específicos y verificar la calidad de los datos extraídos. En este punto es importante tener en cuenta una serie de premisas al construir el modelo de referencia de datos, ya que la calidad de los datos no suele ser óptima:

- Garantizar que cada evento tiene registrado el momento de su realización.
- Decidir el nombre que se va a utilizar para identificar cada una de las actividades incluidas en el registro de eventos.
- Crear campos específicos en función de las necesidades requeridas.
- Verificar la calidad de los datos (horas o fechas de realización de un evento incorrectas, formato incorrecto, eventos o actividades sin registrar, eventos repetidos y otros).

Es importante solucionar estos problemas en la primera etapa, ya que se facilitará la extracción de datos y los procesos de filtrado para la etapa posterior a la creación del registro de eventos.

Al poder analizar multitud de parámetros es necesario conocer en detalle la distribución y características de cada uno de ellos, en el apartado resultados vamos a presentar todos estos datos. Caracterizar el corpus, conocer los campos y su formato, los valores posibles dentro de cada uno, qué parte del proceso representan, reconocer el número de pacientes y las características que pueden tener cada uno de ellos, etc., Todo lo necesario para

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

aprovechar lo que los datos puedan ofrecer. Dentro de las clasificaciones que tenemos de cada paciente ya tenemos una buena fuente de información de cara a detectar subconjuntos, pero dada la importancia de analizar las distribuciones temporales y topológicas de los procesos vamos a realizar un proceso de investigación a partir del cual vamos a obtener resultados interesantes. Los datos se encuentran almacenados en un archivo .xlsx a partir del cual trabajamos con ellos mediante el programa Matlab, a continuación, explicamos en que ha consistido dicho trabajo.

2. Creación del registro de eventos

A partir de las cuestiones más frecuentes realizadas por los expertos, se crea el registro de eventos, es necesario emprender el proceso con la debida precaución para incluir toda la información necesaria. Si falta esa precaución, los resultados pueden ser inexactos e incorrectos, con lo cual habría que repetir posteriormente esta etapa para incluir todos los datos faltantes, consta de los siguientes pasos:

- Identificar los datos requeridos para realizar el análisis específico:
- Crear el registro de eventos (entrada para todas las técnicas de minería de procesos).
- Incluir características específicas para cada evento o actividad de acuerdo a un análisis específico

De cara a preparar un corpus de datos listo para poder ser cargado en la aplicación PALIA tenemos que tener en cuenta que en el corpus original no disponemos de las duraciones entre eventos, sino que se nos proporciona la fecha y hora de realización de algunos de los eventos, también hay otras dificultades como por ejemplo, que no disponemos de la fecha de realización del TAC ni de la consulta con el neurólogo, o que el formato de los datos preprocesados tiene que ser uno en concreto (en el ANEXO se explica en detalle el código y como se han solucionado algunos problemas prácticos que se han en la creación del registro de los eventos). Para pasar de eventos a nodos vamos a necesitar aplicar un preprocesado, la información que realmente nos interesa desde el punto de vista temporal es el tiempo que transcurre entre la realización de cada evento, y para obtener dichos registros nos hace falta disponer de:

- Fecha y hora de inicio del nodo. (Inicio)
- Fecha y hora de fin del nodo. (Fin)
- Tipo de nodo (duración que representa). (Estado)
- Variable de clasificación. (Tipo)
- Identificadores necesarios. (ID)

Los programas utilizados en esta fase han sido: “Excel” para visualizar y modificar el archivo .xlsx original para acoplar formatos y ajustar el código a las características de los datos, también para pasar el formato de los datos preprocesados de .xlsx a .csv, para poder cargarlo en la herramienta de minería de procesos. Principalmente el programa más utilizado ha sido Matlab, ya que todo el proceso de adaptación y la eliminación de los outliers ha sido con este programa. El resultado final son ya las duraciones entre eventos para cada uno de los pacientes, cada nodo representará una duración, y el paso entre estos nodos resultará en el flujo particular de cada paciente. A partir de esta información puede ser interesante analizar cuantos pacientes tienen pocos nodos, por ejemplo, un solo nodo a priori puede parecer que no aporta mucha información, y por tanto no se pueden extraer conclusiones a partir de él, si hay dos nodos probablemente también introduzcan ruido, con lo cual va a ser necesario analizar con PALIA que flujo siguen este tipo de pacientes en la sección de resultados y determinar si realmente son ruido o no.

3. Filtrado

La etapa de filtrado consiste en generar un registro de eventos específico para cada pregunta en función de la capacidad de filtrado de las diferentes herramientas. Incluye hacer un análisis de los filtros deseados y la ejecución de los mismos, un ejemplo de este filtrado puede ser el establecimiento de intervalos de horas o días, la realización de este tipo de filtrado es importante ya que reduce la cantidad de episodios en el registro de eventos. Se describen tres tipos de filtrado: filtrado básico, filtrado de dominio clínico y filtrado basado en preguntas.

- Filtrado básico: Se refiere a filtros que se pueden aplicar a cualquier característica de los datos, por ejemplo, filtrado por fecha u hora, filtrado por ubicación o filtrado por recursos específicos, entre otros.
- Filtrado clínico: Se basa en el conocimiento experto, en función de características clínicas de los datos y que ayudan a especificar los datos, por ejemplo, filtrar por tipo de diagnóstico o por tipo de medicamento.
- Filtrado basado en preguntas: Se relaciona con el filtrado de datos según las características de la pregunta que se esté resolviendo. Por ejemplo, si la pregunta se refiere a un grupo de pacientes con un triage, diagnóstico y tipo de alta determinada, los datos deben filtrarse de acuerdo con esos valores particulares.

Una vez cargado el corpus de datos en la herramienta PALIA, es clave elegir los filtros que originen las vistas que aporten mayor información y que puedan responder a las preguntas planteadas por los expertos. Si PALIA alerta de algún error en los datos, como el solapamiento en el tiempo de eventos de un paciente, hay que volver atrás y preparar los datos de nuevo o asumir que esas muestras no se tendrán en cuenta en la inferencia, porque PALIA las elimina. Una vez obtenida la vista deseada, se pasa a analizar el flujo de pacientes con las funcionalidades que ofrece PALIA o volviendo al corpus de datos para tener más detalle de muestras concretas. Se puede estudiar si se cumple el modelo

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

del proceso diseñado por los gestores, cuántos lo cumplen y cuántos no, en qué condiciones ocurre, qué relación existe entre los eventos del proceso, cómo es la interacción entre los pacientes que comparten la misma clasificación, todos los aspectos del proceso que surjan a partir de la visualización del flujo de pacientes y que con el análisis en Excel no se podían percibir. Mas allá de la clasificación visual (diferencias en los colores de los flujos) es necesario extraer ciertos parámetros estadísticos, por una parte, habrá que extraer de PALIA aquellos parámetros que nos ayuden a explicar la variabilidad entre subgrupos, por otra parte, será necesario obtener parámetros estadísticos que nos permitan distinguir diferencias en las duraciones de los nodos entre subgrupos, para ello vamos a obtener la media, desviación estándar y la mediana. La media tiene la desventaja de ser muy influenciada por valores separados que son mucho más altos o bajos que el resto de los valores. Por esa razón, la mediana es una métrica de punto medio mejor para los casos en los que un número pequeño de valores atípicos podrían sesgar drásticamente la media, en este caso hay duraciones en todos los nodos que se van mucho en comparación a la media.

4. Análisis de los datos

La etapa de análisis de datos consiste en analizar cómo se ha llevado a cabo el proceso, incluye la selección de las técnicas de análisis de datos, las herramientas correspondientes, la aplicación del análisis estadístico y la extracción de datos correspondientes.

- Seleccionar las técnicas de análisis de datos: Incluye dos tipos posibles de análisis: análisis estadístico y análisis de minería de datos.
- Análisis estadístico: Se utiliza para caracterizar un registro de eventos, identificando la frecuencia de las actividades, la distribución de los casos a lo largo del tiempo y las variantes de ejecución del proceso, entre otros.
- Análisis de minería de datos: Se relaciona con el proceso de descubrimiento de diferentes patrones, existen múltiples técnicas, por ejemplo, técnicas de visualización, aprendizaje automático, algoritmos de clasificación y agrupamiento, entre otros.

5. Minería de procesos

El objetivo principal de la minería de procesos es extraer conocimiento a partir de los registros de eventos, la etapa de minería de procesos incluye todos los pasos relacionados con la aplicación de técnicas y algoritmos de minería de procesos, incluida la selección de la herramienta adecuada y la identificación y aplicación de los métodos adecuados.

- Identificación de la herramienta apropiada: Existe una amplia gama de algoritmos y técnicas de minería de procesos disponibles, y herramientas comerciales y no comerciales con las cuales implementarlas: Disco (fluxicon.com/disco), ProM (promtools.org), CoBeFra (processmining.be/)

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- cobefra), PALIA (www.sabien.upv.es/proyectos/investigacion/automatizaciony-mineria-de-procesos), CELONIS (my.celonis.de) y LANA (lana-labs.com).
- Descubrimiento de procesos: Tiene como objetivo descubrir un modelo de proceso basado en un registro de eventos, en el que el modelo resultante incluye las actividades y rutas tomadas en diferentes casos.
 - Análisis de conformidad: Se centra en verificar la similitud entre un modelo ideal dado y la ejecución real que está almacenada en el registro de eventos, es capaz de detectar si el proceso se está ejecutando según lo esperado por el modelo.
 - Análisis de rendimiento: Es un análisis realizado desde la perspectiva del tiempo, duración de las actividades y los tiempos de espera entre actividades.
 - Análisis organizativo: Se enfoca en la perspectiva de los recursos y cómo se comportan las personas durante la ejecución de las actividades del proceso.
 - Análisis con respecto a cada tipo de pregunta: Tal y como se ha explicado anteriormente, existe una clasificación de los tipos de preguntas que pueden surgir en urgencias, para cada uno de estas preguntas, se pueden aplicar uno o varios tipos de técnicas.
 - Análisis de datos y ciclo de minería de procesos: Para obtener los resultados necesarios para responder a ciertas preguntas, se requiere una iteración continua para refinar los datos y los resultados hasta que se obtengan las respuestas deseadas.

6.Evaluación de resultados

Independientemente de la técnica utilizada, es extremadamente importante recabar la opinión de los expertos en urgencias, no solo sobre las respuestas proporcionadas, sino también sobre el impacto clínico de los datos y modelos obtenidos. En la etapa de evaluación de resultados, los resultados se muestran a los expertos para saber si proporcionan la información, los datos y los modelos para responder a sus preguntas.

- Identificar expertos en urgencias: El primer paso es identificar quiénes son los expertos, aquellos que tienen el conocimiento sobre el proceso completo y que son capaces de identificar y explicar cada tarea realizada.
- Definir los instrumentos de retroalimentación: Los ejemplos comunes que podrían considerarse de retroalimentación incluyen: cuestionarios o entrevistas.
- Obtener la retroalimentación: Finalmente, los resultados deben mostrarse a los expertos para recabar sus comentarios. No es necesariamente malo que los expertos concluyan que los resultados obtenidos no son suficientes, no son relevantes o no son los esperados. Esto es parte del proceso e implicará volver atrás y verificar las etapas previas.

Una vez llegados a esta fase, habiendo estudiado los datos y su calidad, y las vistas que son capaces de generar en la herramienta de PM, se pueden hacer sugerencias sobre varios aspectos: los modelos del proceso, los tipos y cantidad de datos y la adquisición de los mismos. Recomendaciones para aumentar la calidad de los datos y así poder obtener

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

visualizaciones cada vez más útiles que permitan mejorar los procesos. Por último, se valorará la capacidad de la herramienta para participar en el análisis diario de la Unidad. Esta fase es la última dentro de la metodología basada en preguntas, por tanto, el trabajo realizado en ella también involucra al personal experto del ciclo interactivo de mejora del protocolo (el segundo ciclo), en este caso, el objetivo del presente trabajo se centra en analizar cualitativa y cuantitativamente aspectos relevantes en cuanto a la variabilidad dentro de los flujos de los pacientes. Una vez presentadas las anomalías por nuestra parte será trabajo de los expertos y gestores del hospital encontrar sus causas y las posibles soluciones.

6 ICTUS

El ictus son un conjunto de enfermedades que afectan a los vasos sanguíneos que suministran la sangre al cerebro. Este grupo de patologías, conocidas popularmente como embolias, también se denominan accidentes cerebrovasculares (ACV) y se manifiestan súbitamente. El ictus es el equivalente a un infarto de corazón, pero en el cerebro, se estima que uno de cada seis españoles va a sufrir un ictus a lo largo de su vida [26].

Existen dos tipos principales de ictus. Los ictus hemorrágicos o hemorragias cerebrales, que se producen cuando un vaso sanguíneo (vena o arteria) se rompe, normalmente se debe a aneurisma o a malformación arteriovenosa, y los ictus isquémicos o infartos cerebrales, que ocurren cuando una arteria se obstruye por la presencia de un coágulo de sangre. A menudo, este trombo se origina en el corazón y se desplaza hasta el cerebro, donde interrumpe el flujo sanguíneo (embolismo), el coagulo también se puede desarrollar en el mismo vaso sanguíneo cerebral (trombosis). Cuando se sufre un ictus, el daño cerebral adquirido puede ser irreparable y dejar secuelas graves, que repercutan de forma notable en la calidad de vida de los afectados. Después de un ictus, sólo un tercio de los pacientes se recupera totalmente, otro tercio queda con secuelas y otro tercio fallece. Además, el 25% de las personas que padecen un ictus mueren durante los 30 días siguientes.

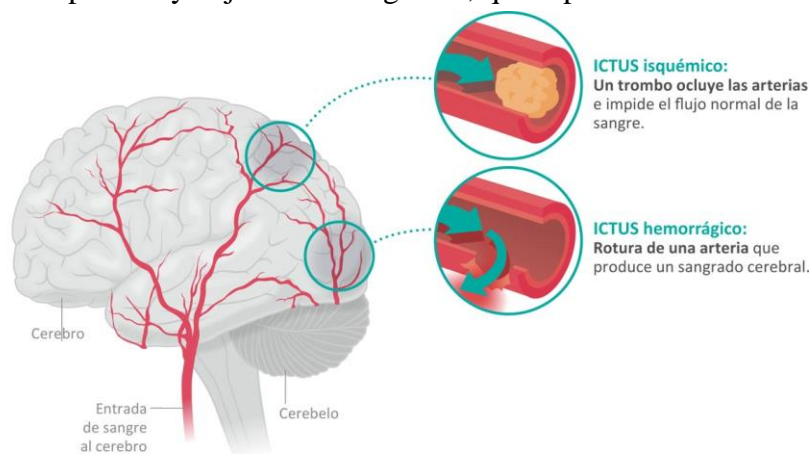


Figura 6. Tipos de ictus

6.1 Impacto del ictus

El ictus es un problema de salud más frecuente e importante de lo que buena parte de la población piensa, ya que puede resultar altamente incapacitante y mortal. En la actualidad, es la primera causa de discapacidad grave en el adulto (tanto física como intelectual); en los últimos años la mortalidad por ictus ha descendido, lo que conlleva que sea la primera causa de dependencia, es la segunda causa de muerte en España y la primera en la mujer española.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

En nuestro país, el ictus afecta cada año a unas 130.000 personas, de las cuales 80.000 fallecen o quedan con alguna discapacidad. Más de 300.000 españoles presentan alguna limitación en su capacidad funcional, tras haber sufrido un ictus. Y, desde el punto de vista económico, el ictus supone entre el 7% y el 10% del gasto sanitario. Actualmente, este trastorno es más común a edades más avanzadas. El 75% de los ictus ocurren en personas de más de 65 años. Se estima que, en el 2050, España tendrá una de las poblaciones más envejecidas del mundo, por lo que se prevé que el impacto demográfico, sanitario y social del ictus aumente en las próximas décadas. No obstante, el ictus no sólo afecta a los sectores más envejecidos de la población. Cada vez se registran más casos entre adultos jóvenes, debido a los hábitos de vida incorrectos e insanos que adoptan. Hoy, entre el 15% y el 20% de estos ACV afectan a individuos de menos de 45 años.

6.2 Detección del ictus

La detección precoz del ictus es fundamental para diagnosticar qué tipo de accidente cerebrovascular es y suministrar el tratamiento adecuado lo antes posible. De esta manera se puede reducir al máximo sus secuelas y la mortalidad de las personas afectadas.

Las seis señales de alarma del ictus son las siguientes:

- Pérdida de fuerza en la cara, brazo y/o pierna de un lado del cuerpo, de inicio brusco.
- Trastornos de la sensibilidad, sensación de “acorchamiento u hormigueo” de la cara, brazo y/o pierna de un lado del cuerpo, de inicio brusco.
- Pérdida súbita de la visión parcial o total, en uno o ambos ojos.
- Alteración repentina del habla, dificultad para expresarse, lenguaje que nos cuesta articular y ser entendido por quien lo escucha.
- Dolor de cabeza de inicio súbito, de intensidad inhabitual y sin causa aparente.
- Sensación de vértigo intenso, inestabilidad, desequilibrio o caídas bruscas inexplicadas, si se acompañan de cualquiera de los síntomas descritos con anterioridad.

Las primeras tres horas desde el inicio de los síntomas son claves: cuanto más rápido se actúe, más probabilidades tendrá el paciente de recuperarse y menos de quedar con secuelas o de morir. Además, el tratamiento actual para los infartos cerebrales sólo funciona durante las primeras tres horas desde la aparición de los primeros síntomas. Una vez transcurrido este intervalo de tiempo, el tratamiento deja de ser eficaz.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

En el hospital, el paciente identifica el origen del ictus y se procede a tratarlo en función de este. Los ictus hemorrágicos debidos a malformaciones congénitas de los vasos sanguíneos y aneurismas se tratan con embolización, que consiste en administrar sustancias que taponan las arterias que se han roto. En cambio, los ictus isquémicos o infartos cerebrales se tratan con un fármaco trombolítico o fibrinolítico (el rt-PA); este tratamiento destruye el trombo que causa la interrupción del flujo sanguíneo en el cerebro y permite restaurar la circulación. Pero sólo es eficaz durante las primeras tres horas en las que se administra, por lo que es fundamental actuar con rapidez.

Detectar y consultar

Para identificar si una persona acaba de sufrir un infarto cerebral, pídale que:

SEÑALES DE ALERTA

1
Sonría. La sonrisa debe ser simétrica.

2
Alce los brazos juntos con los ojos cerrados. Ambos deben subir.

3
Diga su nombre o pronuncie una frase simple, pero coherente.

Si la persona tiene problemas para ejecutar cualquiera de estas órdenes, acuda de inmediato al centro de urgencia más cercano.

4,5 horas desde el infarto cerebral es el plazo para aplicar una trombólisis.

Mueca asimétrica

No puede levantar un brazo

Le cuesta o no puede hablar

Fuente Sonipsyn, American Stroke Association

EL MERCURIO

Figura 7. Guía para detectar un ictus.

6.3 Factores de riesgo

Los ictus se pueden prevenir. Algunos de los factores de riesgo, como la edad, antecedentes familiares, sexo y raza, no se pueden modificar. Pero otros factores de riesgo sí son corregibles. Los factores de riesgo modificables más importantes son el tabaquismo, el consumo excesivo de alcohol, consumo de drogas, la hipertensión arterial, tener niveles de colesterol elevados en sangre, la diabetes, la obesidad, la vida sedentaria, las dietas ricas en sal y en grasas y enfermedades del corazón, como la fibrilación auricular. La prevención primaria del ictus se basa en la identificación y corrección de estos factores de riesgo para evitar este accidente cerebrovascular cuando aún no ha ocurrido.

7 RESULTADOS

En este apartado se exponen los resultados obtenidos tras aplicar la metodología basada en preguntas. Es importante el orden en el que se muestran los resultados, ya que se va a ir explicando primero las características que tienen los datos, luego las características de los datos generados por el código (encargado de generar los registros de eventos) y las mejoras que se han ido aplicando a partir de deducciones lógicas, principalmente se ha tratado de eliminar ruido, outliers y clasificar entre subgrupos de alta variabilidad para obtener a partir de ellos más variabilidad según otras clasificaciones.

7.1 Resultados - Análisis del corpus de datos

Se muestra de una forma gráfica e intuitiva los campos del corpus de datos que son de interés, en el apartado de “Minería de procesos” a modo de introducción hay una explicación de los aspectos más importantes de cada clasificación, así como su implicación en las clasificaciones anteriores que se hayan hecho, en función de si se considera que son dependientes los resultados obtenidos.

El corpus proporcionado por el CHGUV recoge, del sistema de información del hospital, todos los datos relativos a la Unidad de Ictus desde el año 2010 hasta la actualidad. El corpus original se compone de:

- 2303 pacientes registrados (filas)
- 55 campos (columnas)

Cada paciente tiene una serie de registros apuntados en la base de datos del hospital, hay dos motivos por los cuales puede no existir un registro: No existe un evento debido a un error del personal encargado de registrar todos estos datos, o bien, a que un paciente no necesite un servicio en función de sus circunstancias. Si algún evento o más de uno no existen debido a un error, el flujo que origine dicho paciente va a suponer ruido dentro de los flujos bien diseñados, con lo cual, vamos a tratar de detectarlos y eliminarlos, también es importante destacar que dichos errores no van a suponer cambios especialmente importantes en el análisis global, se eliminarán el 1% de pacientes con las duraciones más elevadas de cada nodo.

De las clasificaciones que se muestran a continuación hemos decidido que son interesantes de analizar los siguientes campos, la explicación a cada uno de ellos se hace en su correspondiente apartado:

- Ictus despertar
- Código ictus
- Diagnóstico clínico

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

7.1.1 Análisis corpus de datos

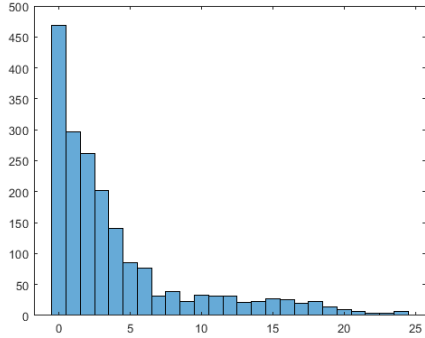
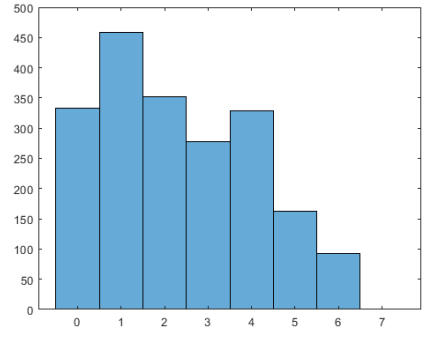
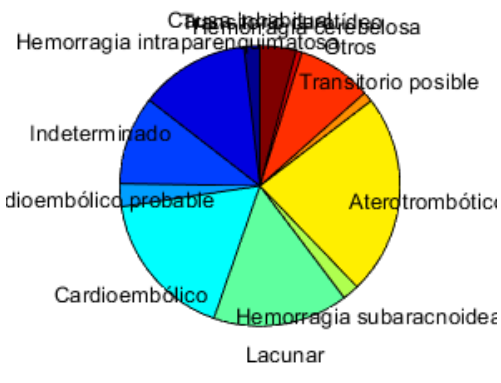
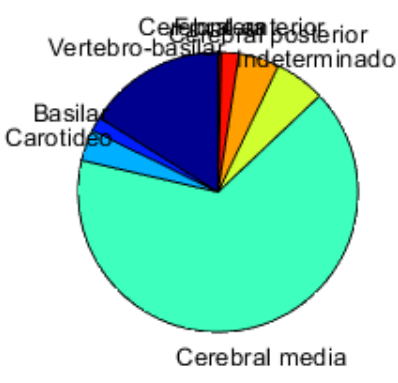
Nombre	No	Si		Nombre	No	Si	
Ictus despertar	1894	398		Hipertensión arterial	734	1559	
	82.6%	17.3%			32%	67.9%	
Código Ictus	1871	422		Cardiopatía	1570	721	
	81.5%	18.4%			68.5%	31.4%	
Alergias medicamentos	2076	219		Diabetes	1531	760	
	90.4%	9.5%			66.8%	33.1%	
Fumador	1855	440		Broncopatía	2028	263	
	80.8%	19.1%			88.5%	11.4%	
Alcohol	2104	191		ICTUS	1737	554	
	91.6%	8.3%			75.8%	24.1%	
Actividades de la vida diaria	1052	1243		Epilepsia	2247	44	
	45.8%	54.1%			98%	2%	
Ulcus	2226	68		Trombósis	2180	112	
	97%	2%			95.1%	4.8%	
Dislipemia	1253	1041		Claudicación intermitente	2209	82	
	54.6%	45.3%			96.4%	3.5%	

Se puede ver como los factores de riesgo más importantes son: la hipertensión arterial (HTA), la incapacidad de realizar actividades básicas de la vida diaria (ABVD), altos niveles de lípidos, colesterol alto, triglicéridos o ambos (Dislipemia), tener diabetes, cualquier cardiopatía, haber tenido otro ictus anteriormente o fumar. Generalmente estos diagnósticos son mucho mas frecuentes en personas de avanzada edad, también seria interesante analizar las edades de los pacientes registrados o clasificar según el sexo, en nuestro corpus no disponemos de dicha información.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Nombre	Descripción		Clasificación
Diagnóstico clínico	PACI	609	
	TACI	367	
	POCI	325	
	LACI	501	
	HEMO	298	
	HSA	36	
	OTROS	129	
Complicaciones cardiovasculares	Ninguna	1958	
	Arritmia cardíaca (FA)	92	
	Hipotensión	16	
	Otras complicaciones	13	
	Paro cardíaco	46	
	Arritmia cardíaca	19	
	Infarto de miocardio	3	
Complicaciones neurológicas	Ninguna	1867	
	Recurrencia	35	
	Trans. hem. Sintomática	15	
	Otras comp. Neurológicas	19	
	Edema cerebral	73	
	Crisis epiléptica focal	15	
	Extensión del hematoma	17	
	Otros	22	
	Vasoespasmos	5	
Complicaciones sistémicas	Ninguna	1702	
	ITU	114	
	Fiebre	137	
	Neumonía	43	
	Infec. de catéter venoso	10	
	Fiebre previa al ingreso	7	
	Sepsis	9	

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

NIHH al alta	Media	4.05	
	Desv. Estándar	5.074	
	Mediana	2	
Escala de Rankin al alta	Media	2.335	
	Desv. Estándar	1.747	
	Mediana	2	
Diagnóstico etiológico	Causa inusual	38	
	Hemorragia intraparenquimatosa	264	
	Indeterminado	213	
	Cardioembólico	360	
	Hemorragia subaracnoidea	40	
	Aterotrombótico	483	
	Transitorio posible	24	
	Otros	179	
	Hemorragia cerebelosa	14	
	Transitorio carotídeo	87	
	Cardioembólico probable	55	
	Causa inusual	38	
Diagnóstico topográfico	Vertebro-basilar	301	
	Basilar	31	
	Carotideo	68	
	Cerebral media	1230	
	Indeterminado	109	
	Cerebral posterior	88	
	Frontera	7	
	Cerebral anterior	38	

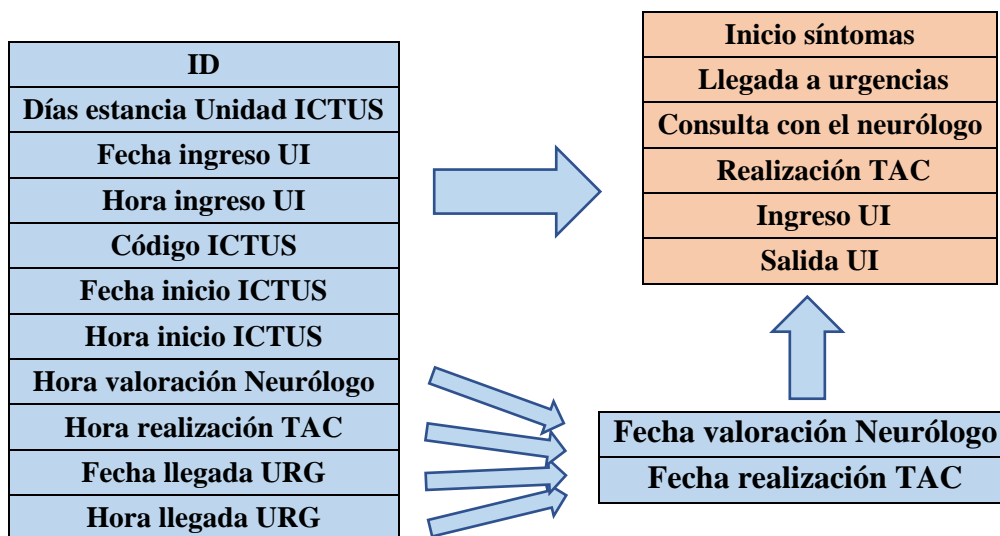
Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

NIHH	Media	6.639	
	Desv. Estándar	6.347	
	Mediana	4	
Escala de Rankin	Media	0.764	
	Desv. Estándar	1.095	
	Mediana	0	
Índice de Barthel	Media	97.914	
	Desv. Estándar	6.147	
	Mediana	100	
Días estancia Unidad Ictus	Media	3 días y 15 horas	
	Desv. Estándar	1 día y 10 horas	
	Mediana	3 días y 2 horas	

Como no disponemos de la fecha y hora exacta de salida de la Unidad de Ictus (solo tenemos los días de estancia), este es un parámetro muy poco exacto, por tanto, es mejor incluirlo dentro del análisis clasificatorio, en el posterior análisis temporal lo tendremos en cuenta bajo ciertas circunstancias.

7.1.2 Análisis temporal

Tal y como explicamos en el apartado “Metodología-Creación del registro de eventos”, disponemos de una serie de fechas y horas las cuales necesitamos preprocesar para construir un corpus adecuado para leer en PALIA. A partir de ahora todos aquellos registros que dispongan tanto de la fecha como de la hora, y además cumplan una serie de requisitos (en el Anexo junto con el código se detallan cuáles han sido estos requisitos) vamos a llamarlos eventos, dichos eventos pueden ser los siguientes (tabla roja) y se obtienen a partir del corpus original (tabla azul):



Ahora vamos a realizar un análisis exhaustivo de la realización de dichos eventos a lo largo del tiempo para tratar de descubrir anomalías en los flujos, posibles mejoras o simplemente distribuciones que nos van a aportar información valiosa de cara a encontrar variabilidad y tenerla en cuenta para posteriores subdivisiones del conjunto de pacientes en el apartado de minería de procesos. Primero vamos a presentar los resultados para el evento “Inicio síntomas”. También es importante destacar que tenemos datos desde diciembre del 2009 hasta junio de 2017, ambos años tenemos que eliminarlos para no falsear los resultados de distribución a lo largo de los años:

Los siguientes resultados pueden ser de una enorme utilidad para el personal experto y administrativo de la Unidad, por tanto, como el personal encargado en muchas ocasiones necesita la información lo más precisa y exacta posible, vamos a tratar de mostrar el máximo de información de la forma más intuitiva y fácil de entender. Para ello utilizaremos un histograma tridimensional con respecto a: Año-Mes, Mes-Días y Días-Horas, trataremos de explicar las posibles anomalías que observemos, aunque dicho trabajo corresponde al personal experto, tal y como hemos argumentado en la metodología. Para cada evento obtenemos las siguientes distribuciones:

- **Inicio síntomas**

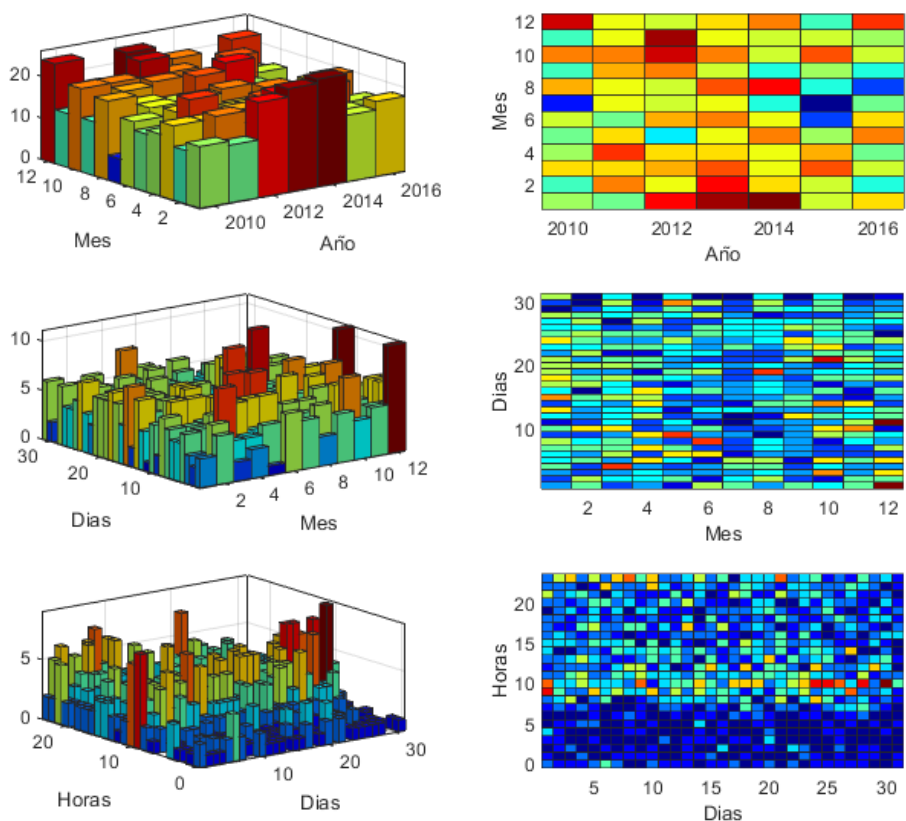


Figura 8. Histograma bidimensional, inicio síntomas: Meses-Años, Días-Meses, Horas-Días.

Con los resultados anteriores podemos obtener a simple vista varias conclusiones:

- **Año-Mes:** En los años 2012, 2013 y 2014 se produjo una gran cantidad de casos en comparación a años anteriores y posteriores, sobre todo en el mes de enero, por otra parte, podemos decir que el hospital cada vez registra menos inicios de síntomas.
- **Mes-Días:** No se aprecian variaciones excesivamente significativas, aunque analizando en detalle se puede ver que durante los meses de verano (junio, julio, agosto y septiembre) hay menos registros, esto puede ser debido a que los pacientes durante estos meses residen en otra vivienda distinta a la habitual durante el resto de año y van al hospital que se encuentre más cercano a ellos.
- **Días-Horas:** Podemos ver como por la noche no se registran inicios de síntomas, si están durmiendo no perciben los síntomas y al despertarse acuden al hospital, asignando como el inicio de los síntomas el momento de acostarse o el de despertarse, a partir de las 6:00 empiezan a llegar todos los pacientes que han tenido el ictus a lo largo de la noche y por la mañana, posteriormente por la tarde descende y aumenta otra vez a partir de las 22:00 de la noche hasta las 24:00.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Para ver más claras las observaciones anteriores, mostramos a continuación en un histograma bidimensional con respecto a: Años, Meses, Días y Horas.

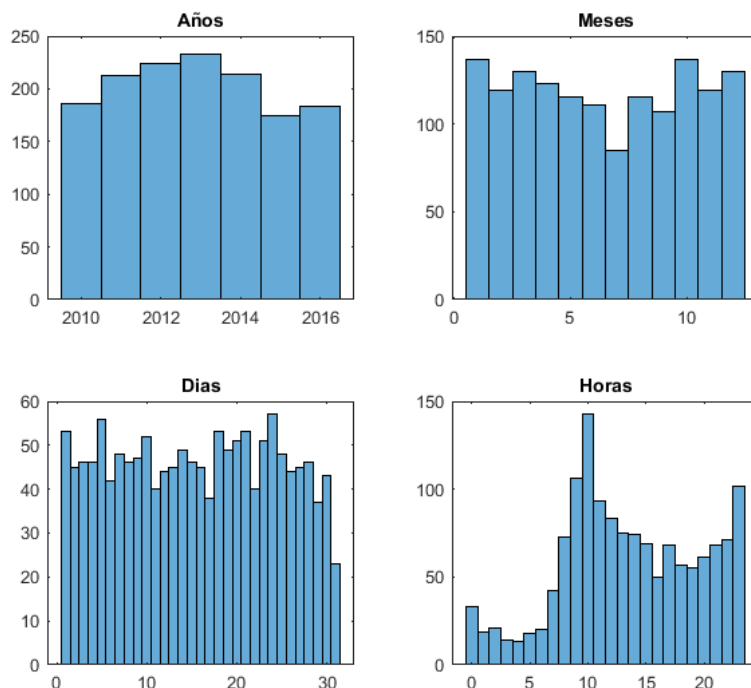


Figura 9. Histograma, inicio síntomas: Años, Meses, Días, Horas.

Podemos ver las mismas observaciones, se produjo un pico en el año 2013 para el registro de inicios de síntomas, en los meses de verano (sobre todo julio) desciende los registros y a lo largo del día se producen dos picos, unos sobre las 10:00 y el otro sobre las 24:00. Existen excesivas variables a tener en cuenta como para obtener las causas claras, es necesario que médicos y gestores se reúnan y analicen estos resultados para que saquen ellos sus conclusiones. (como es lógico, el día 31 tiene aproximadamente la mitad de registros que el resto de días porque aproximadamente la mitad de los meses en un año tienen el día 31)

Para analizar los eventos “Llegada a urgencias”, “Consulta con el neurólogo”, “Realización TAC”, “Ingreso UI” y “Salida UI”, vamos a mostrar solo aquellos resultados que hemos considerado relevantes. Al haber ligeras diferencias entre ellos, y dado que dichas diferencias van a ser las que nos interese analizar, al final comentamos los resultados de forma conjunta.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- Llegada a urgencias

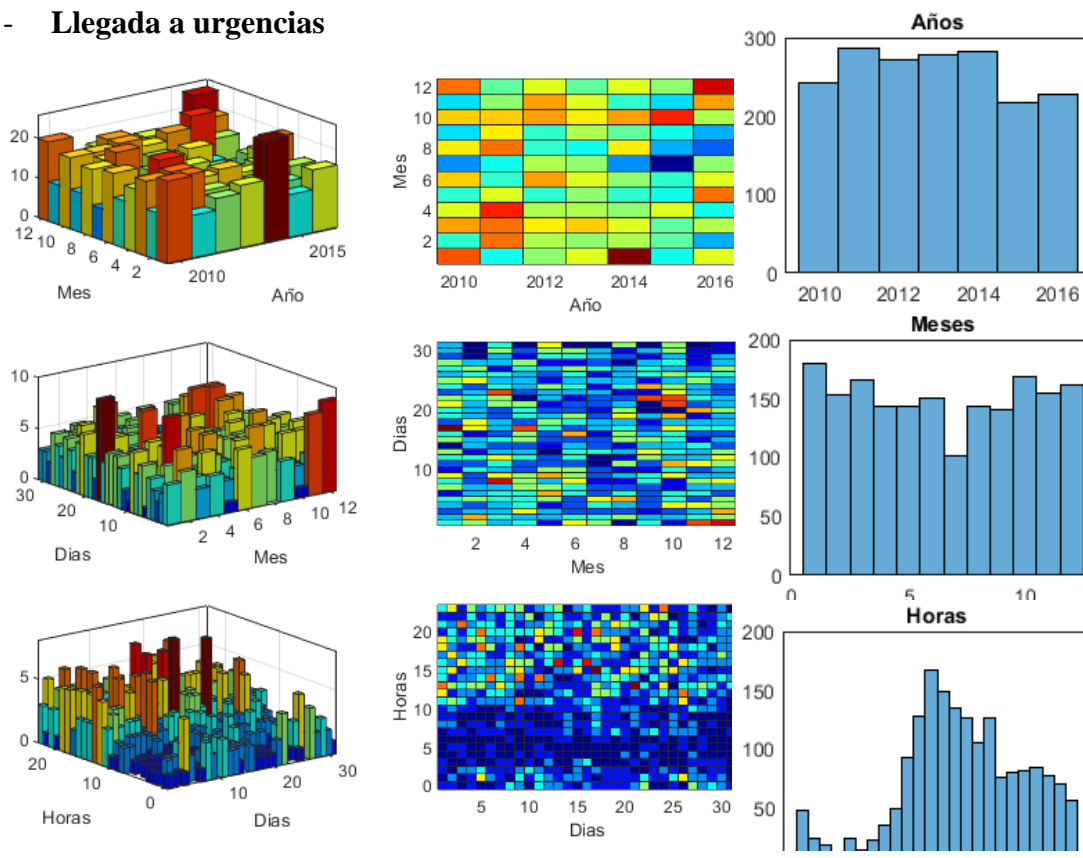


Figura 10. Histograma, llegada a urgencias.

Podemos ver cómo los últimos dos años también se han registrado menos llegadas a urgencias, durante los meses de verano hay igualmente menos registros y con respecto a las horas tiene una distribución similar a la de “Inicio de síntomas” pero desplazado hacia la derecha, esto se debe a que primero ocurren los síntomas y posteriormente llegan a urgencias (el pico ahora se produce a las 11:00).

- Consulta neurólogo

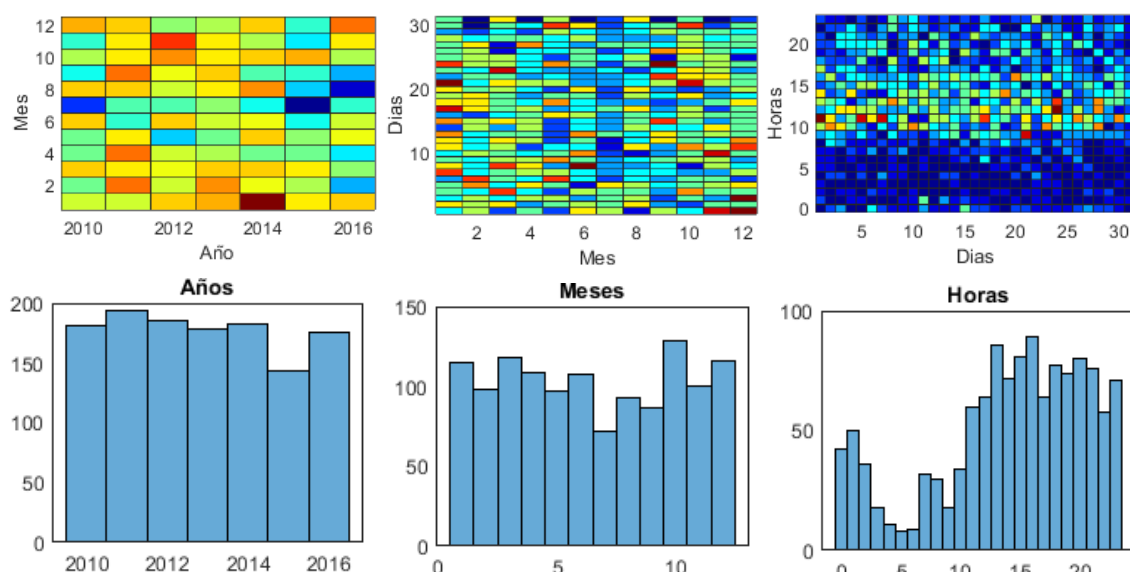


Figura 11. Histograma, consulta neurólogo.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- Realización TAC

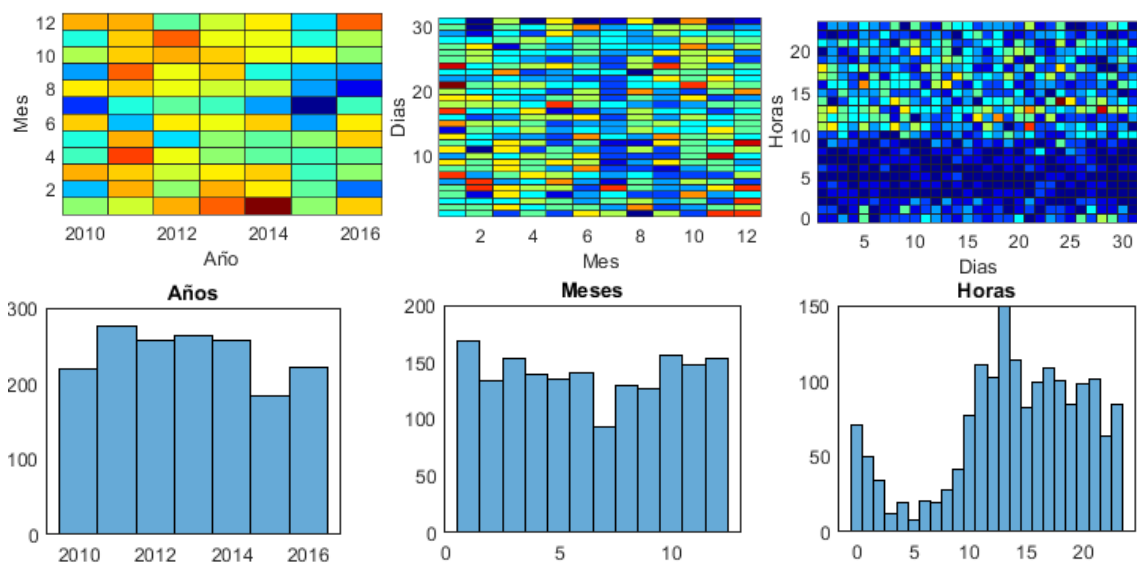


Figura 12. Histograma, realización TAC.

- Ingreso

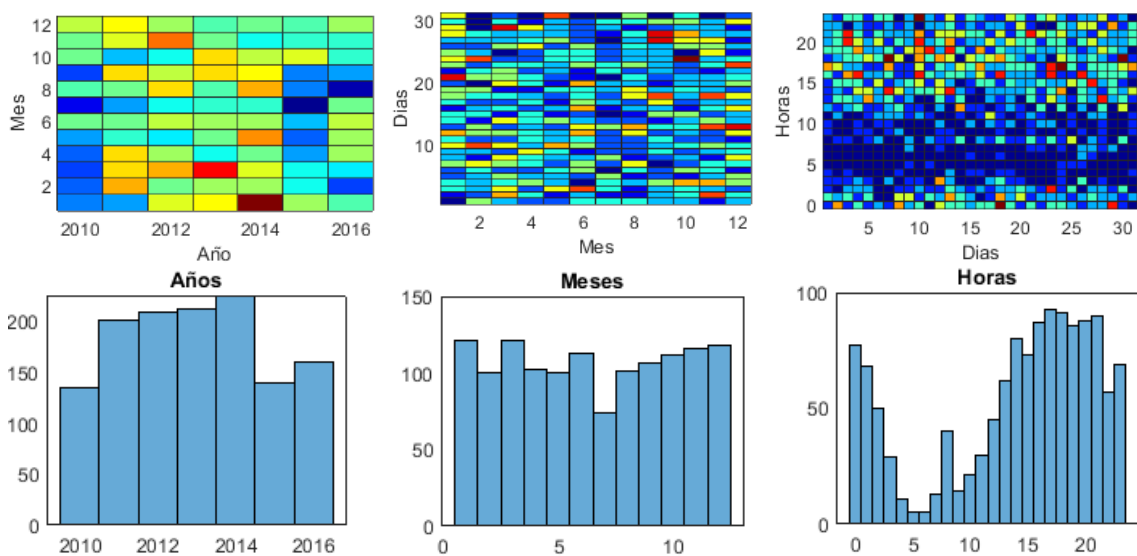
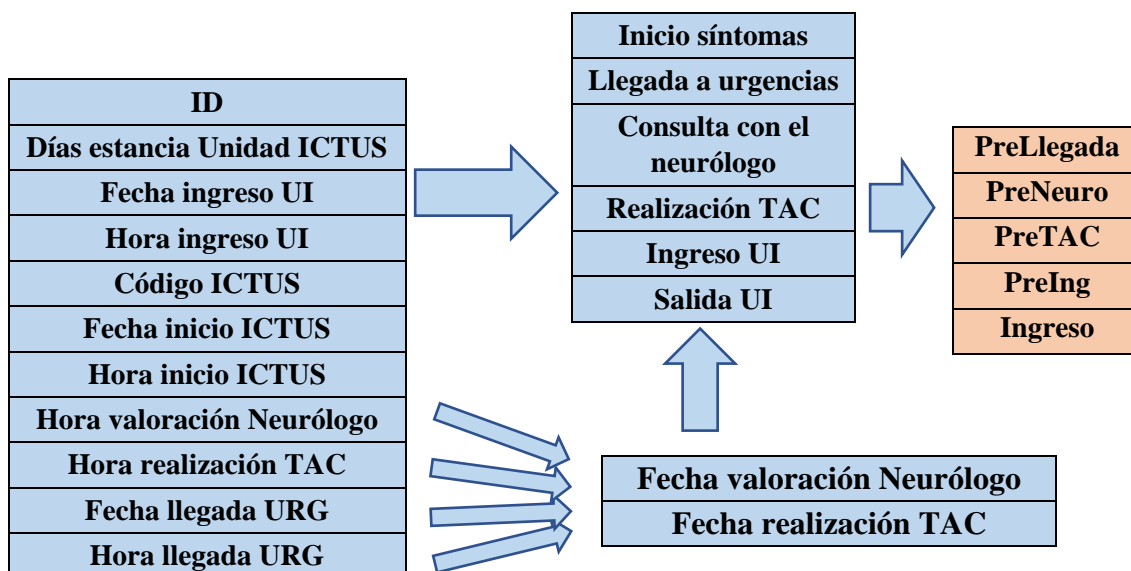


Figura 13. Histograma, ingreso.

Tal y como hemos dicho, para la salida de la Unidad no tenemos la hora exacta por tanto la distribución en las horas es errónea (al día de ingreso se le suman los días de estancia en la Unidad), las otras distribuciones (Años y Meses) son similares a las anteriores. Analizando en detalle estos resultados podemos observar un hecho curioso, por la noche (desde las 24:00 hasta las 4:00) no se producen inicios de los síntomas, pero si hay llegada a urgencias de todos aquellos pacientes que tienen los síntomas antes de irse a dormir. Como hay pacientes que llegan por la noche cabría esperar que se registrasen las mismas consultas con el neurólogo y se realizasen TACs, pero no es así, en cambio vemos que los ingresos por la noche son más frecuentes. Esto nos hace sospechar que dichos pacientes tienen tiempos de espera más grandes o incluso flujos distintos en cuanto al proceso. En el apartado de Minería de procesos analizaremos este aspecto en detalle.

7.2 Resultados – Creación del registro de eventos

En este apartado se aplica el código desarrollado con Matlab (ver Anexo para ver en detalle el desarrollo y la explicación de cada bloque que compone dicho programa). Tal y como vemos en el esquema siguiente, el resultado final son ya las duraciones entre los eventos, o lo que es lo mismo, los nodos (tabla roja).



A modo de ejemplo mostramos para tres pacientes distintos cual ha sido el resultado de aplicar el código anterior, primero tenemos los datos sin preparación (en crudo) y luego los preprocesados, cada vez que se quiera utilizar un “Tipo” distinto hay que ejecutar todo el código, en este caso está hecho para “Código Ictus”:

ID	Fecha inicio ICTUS	Hora inicio ICTUS	Fecha llegada URG	Hora llegada URG	Hora valoración Neurólogo
19	25/04/2014	---	25/04/2014	21:19	---
17	11/12/2014	14:45	11/12/2014	20:07	---
4	28/12/2013	22:00	29/12/2013	14:42	---

ID	Hora realización TAC	Código ICTUS	Fecha ingreso UI	Hora ingreso UI	Días estancia Unidad ICTUS
19	---	No	25/04/2014	22:02	4
17	23:40	No	12/12/2014	0:56	---
4	14:53	Si	29/12/2013	16:47	5



Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

ID2	Inicio	Fin	Estado	Tipo
19	25-Apr-2014 21:19:00	25-Apr-2014 22:02:00	PreIng	No
19	25-Apr-2014 22:02:00	29-Apr-2014 22:02:00	Ingreso	No
17	11-Dec-2014 14:45:00	11-Dec-2014 20:07:00	PreLlegada	No
17	11-Dec-2014 20:07:00	11-Dec-2014 23:40:00	PreTAC	No
17	11-Dec-2014 23:40:00	12-Dec-2014 00:56:00	PreIng	No
4	28-Dec-2013 22:00:00	29-Dec-2013 14:42:00	PreLlegada	Si
4	29-Dec-2013 14:42:00	29-Dec-2013 14:53:00	PreTAC	Si
4	29-Dec-2013 14:53:00	29-Dec-2013 16:47:00	PreIng	Si
4	29-Dec-2013 16:47:00	03-Jan-2014 16:47:00	Ingreso	Si

A partir de esta información puede ser interesante analizar cuantos pacientes tienen pocos nodos, por ejemplo, si solo tienen un nodo no se pueden extraer conclusiones a partir de él, y si hay dos nodos probablemente también introduzcan ruido, con lo cual va a ser necesario analizar con PALIA que flujo siguen este tipo de pacientes. Para los 2302 pacientes obtenemos los siguientes resultados:

Nº	Eventos		Nodos	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
0	311	13.5%	332	14.4%
1	21	1%	43	1.8%
2	44	2%	110	4.7%
3	105	4.5%	389	16.9%
4	375	16.3%	748	32.5%
5	743	32.2%	679	29.5%
6	703	30.5%		

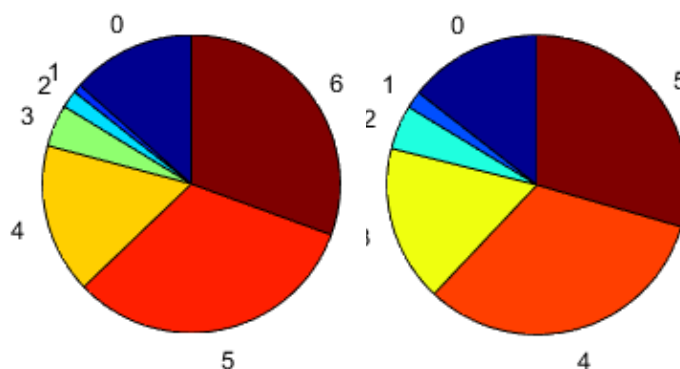


Figura 14. Clasificación de los pacientes en función del número de eventos y nodos registrados

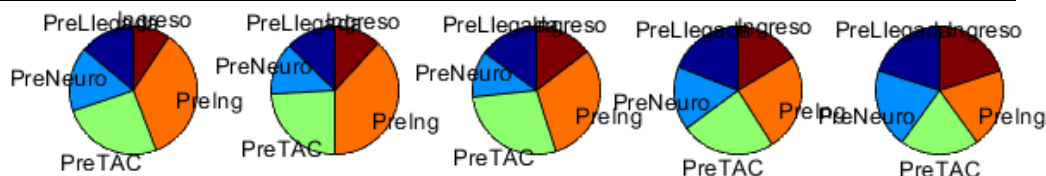
El porcentaje de pacientes con 1 y 2 nodos es mínimo, el análisis de los procesos en el apartado de minería de procesos servirá para decidir si estos pacientes son ruido o hay que tenerlos en cuenta en sucesivos análisis. Desglosado para cada subgrupo los tipos de nodos que hay:

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Eventos	1		2		3		4		5		6	
Inicio	10	47,6%	12	13,6%	41	13%	175	11,6%	578	15,6%	703	16,6%
Llegada	3	14,2%	28	31,8%	90	28,5%	367	24,4%	739	19,9%	703	16,6%
Neuro	3	14,2%	10	11,3%	28	8,8%	125	8,3%	469	12,6%	703	16,6%
TAC	3	14,2%	13	14,7%	51	16,1%	316	21,6%	706	19%	703	16,6%
Ingreso	2	9,5%	21	23,8%	81	25,7%	353	23,3%	741	20%	703	16,6%
Salida	0	0%	4	4,5%	24	7,6%	164	10,9%	472	12,7%	703	16,6%



Nodos	1		2		3		4		5	
PreLlegada	6	13,9%	28	12,7%	175	14,9%	568	19%	679	20%
PreNeuro	7	16,2%	29	13,1%	136	11,6%	480	16%	679	20%
PreTAC	11	25,5%	53	24%	330	28,2%	713	23,8%	679	20%
PreIng	15	34,8%	84	38,1%	356	30,5%	735	24,6%	679	20%
Ingreso	4	9,3%	26	11,8%	170	14,5%	488	16,3%	679	20%



No podemos sacar conclusiones claras a partir de estos resultados, al menos hasta que no observemos los procesos. Atendiendo a la variabilidad clínica inherente de cada tipo de paciente surgen distintas metodologías para su diagnóstico y posterior tratamiento, por ello, no todos los pacientes van a necesitar los mismos servicios, por ejemplo, puede haber pacientes que necesiten pasar por el neurólogo y el TAC o únicamente a uno de estos dos. En general podemos ver que la mayoría de pacientes tiene registros de todos o casi todos los eventos, el conjunto de los pacientes que tiene 4, 5 o 6 nodos representa el 79% del total de pacientes. Analizaremos si conviene quedarse solo con estos pacientes con casi todos los nodos o con todos en los siguientes apartados.

7.3 Resultados - Filtrado

Al igual que hemos hecho en el análisis de los eventos, ahora analizaremos las duraciones de todos los nodos en función de los años, meses, días y horas, analizaremos si nuestra suposición de que los pacientes que llegan por la noche tienen tiempos de espera más grandes o por el contrario se les ingresa más rápidamente es correcta. Los resultados que obtengamos también van a servir como muestra de la mejora del servicio por parte del Hospital, atendiendo al buen prestigio que tiene esta Unidad, la cual es referente en este ámbito, lo lógico sería ver como a lo largo de los años los tiempos de espera disminuyen.

- PreLlegada

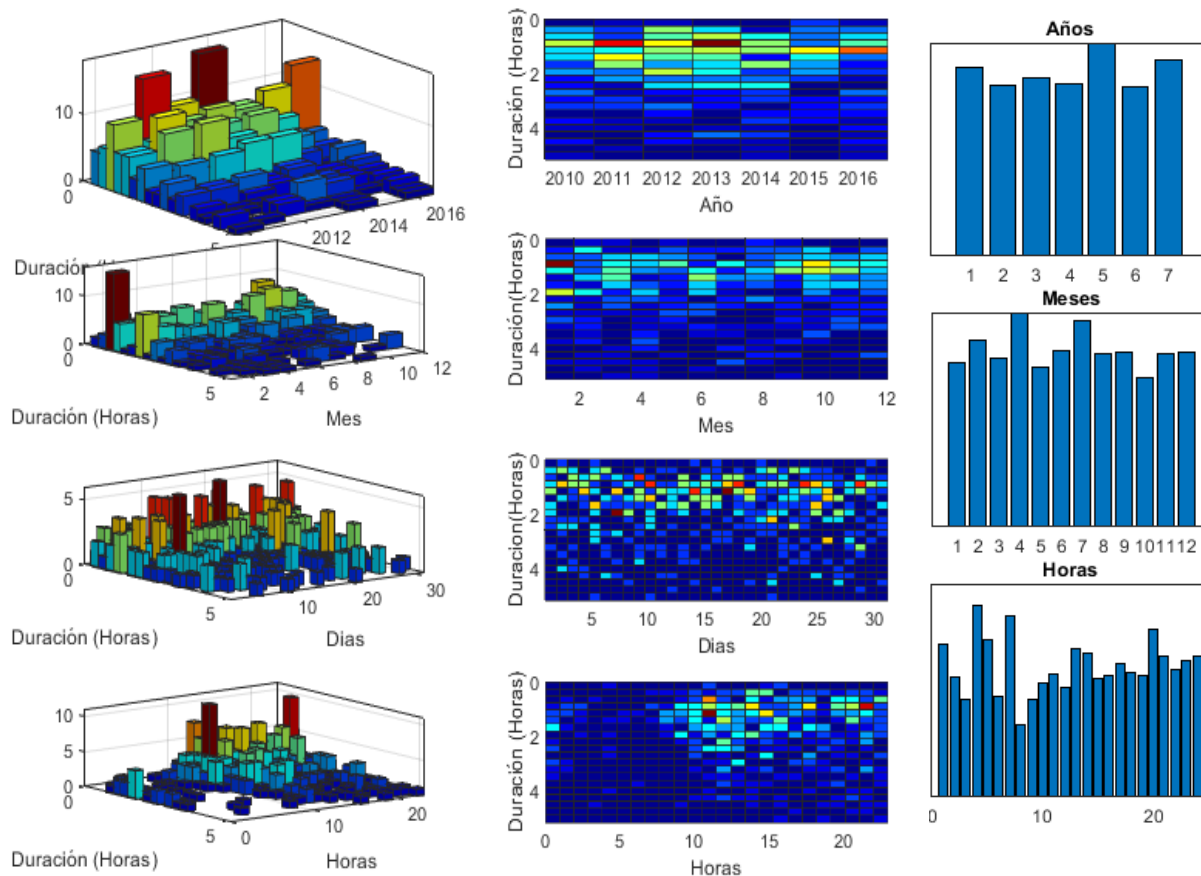


Figura 15. Histograma, Tiempo hasta la llegada a Urgencias.

- **Años:** Desde el punto de vista de la media no se observa una mejora a lo largo de los años, pero si analizamos el histograma vemos como la desviación de las duraciones ha ido disminuyendo, en los años 2015 y 2016 las duraciones de todos los pacientes han ido igualándose, en el año 2014 los pacientes tardaron aproximadamente una hora más que el resto de años.
- **Meses:** El tiempo que tardan en llegar es más o menos constante a lo largo de los meses, aunque en abril y julio tardan más, unas 2:15 h., el mes que menos se tarda es Octubre, con 1:30 h.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- **Horas:** Hay una gran variabilidad, a las 8:30 es cuando menos se tarda con mucha diferencia, aproximadamente 1:00 h, esto se debe probablemente a que los pacientes se despiertan y nada más darse cuenta de los síntomas acuden rápidamente al hospital, los altos valores de “PreLlegada” a lo largo de la noche se puede deber a que los pacientes se despiertan a media noche y al llegar al hospital asumen que los síntomas han empezado a la hora de irse a dormir, a lo largo de la mañana y de la tarde va aumentando muy progresivamente.

- PreNeuro

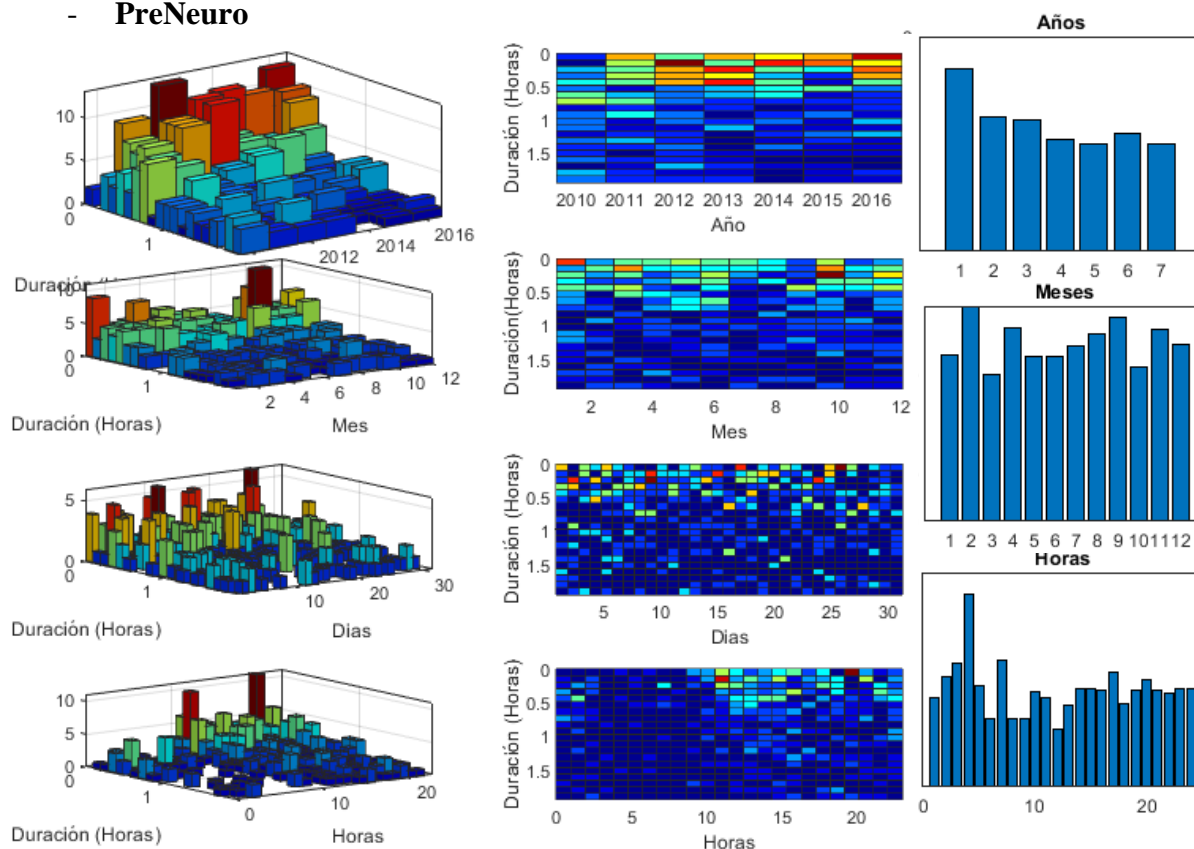
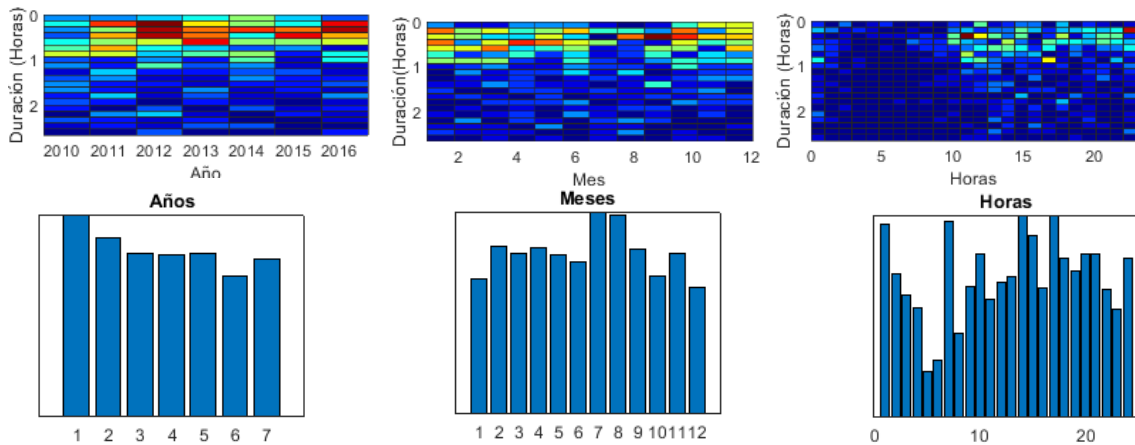


Figura 16. Histograma, Tiempo de espera para la consulta con el neurólogo.

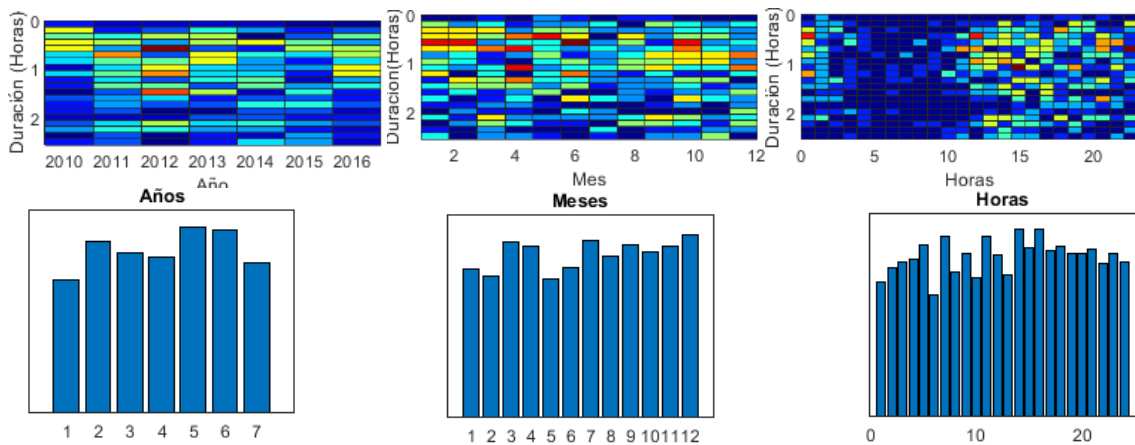
Comprobamos que se cumple la suposición que hacíamos en el análisis temporal de los eventos, a partir de las 24:00 hasta las 4:00 se produce un aumento muy significativo en el tiempo que tardan los pacientes en realizar la consulta con el neurólogo, esta diferencia es excesivamente alta. Por la mañana se tarda menos que por la tarde. Podríamos pensar que por la noche acuden pocos pacientes, pero desde que se tienen registros, de los 2302 pacientes, casi 250 han ido entre las 24:00 y las 6:00, esto es alrededor de un 10% del total de los datos. Por otra parte, podemos ver muy claramente como a lo largo de los años se ha optimizado este tiempo de espera, desde el año 2010 hasta la actualidad se ha reducido este tiempo de espera alrededor de media hora, esta progresión es un muy buen indicador de la calidad de esta Unidad de Ictus. Con respecto a los meses vemos también cambios significativos, pero no somos capaces de adivinar a que se deben, se presentarán al personal gestor del hospital para que los analice si lo consideran oportuno.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- PreTAC



- PreIng



- Ingreso

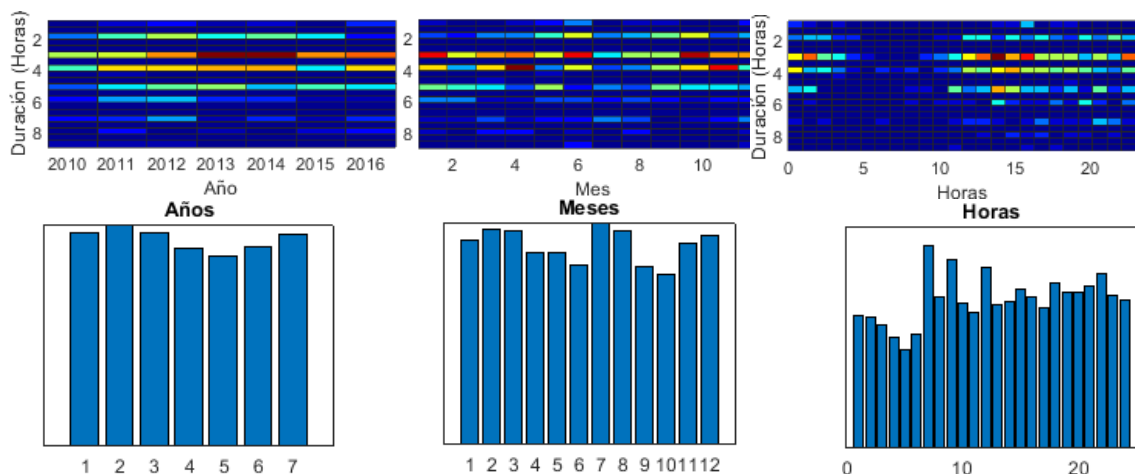


Figura 17. Histograma, Tiempo de espera para el TAC, tiempo de espera hasta el ingreso y duración del ingreso.

En cuanto al TAC ocurre una progresión muy similar a la del “PreNeuro” pero en este caso invertida, desde las 24:00 hasta las 4:00 cada vez se tarda mucho menos, la diferencia es muy grande, es necesario analizar este flujo nocturno y compararlo con el diurno, además

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

vemos como va creciendo hasta las 18:00 para luego ir disminuyendo otra vez. Este tiempo de espera también ha ido reduciéndose con el paso de los años, se aprecia la misma buena progresión que con el neurologo, hay una diferencia entre el año 2010 y la actualidad de aproximadamente media hora, en Julio y en Agosto se tarda 20 min. mas que en el resto de meses.

En el tiempo de espera hasta el ingreso no se observan progresiones claras, quizás un gestor del hospital sepa explicar a que se deben las variaciones, al igual que con el resto de duraciones. Los tiempos de ingreso vemos que se han mantenido más o menos constantes a lo largo de los años, el análisis de las horas no tiene sentido realizarlo, ya que no disponemos de la hora exacta de salida. Si observamos que en junio, septiembre y octubre los pacientes están menos tiempo ingresados.

7.4 Resultados – Minería de procesos

El primer paso para poder aplicar la minería de procesos implica descubrir cuales son los caminos más relevantes seguidos por los pacientes, para determinar dicha relevancia nos basamos en el número de pacientes que pasa por cada nodo, significancia clínica de cada posible variación en el flujo normal seguido por la mayoría de casos, también sirve para determinar que caminos suponen “ruido” a la hora de establecer caminos de relevancia topológica o estadística. Vamos a explicar paso a paso los procedimientos que hemos seguido para conseguir los flujos que nos interesan, lo primero que hicimos fue asignar los eventos como nodo, para ello simplemente asignamos el inicio en el propio momento de su realización y el fin se asignó un minuto más tarde. En este caso no tiene sentido analizar las duraciones de los nodos porque han sido asignado artificialmente, este paso se hizo para comprobar que los flujos tenían sentido y por tanto el código estaba bien hecho, se obtuvo el siguiente resultado:

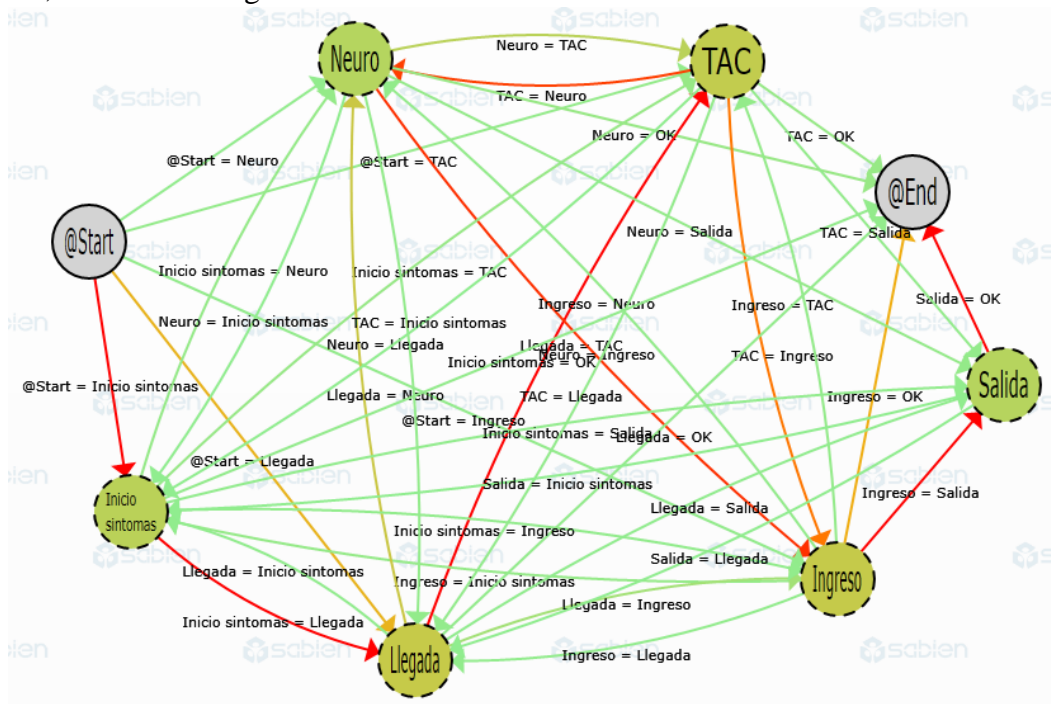


Figura 18. Flujo seguido por todos los pacientes en función de los eventos.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Como es lógico, se puede ver en la imagen como el primer paso que siguen la mayoría de los pacientes es el inicio de los síntomas y la llegada a urgencias, la mayoría van al TAC y luego al neurólogo, para posteriormente ser ingresados y finalmente salir del ingreso, todo ello teniendo en cuenta que existen alternativas a este camino principal, por ejemplo, aquellos pacientes que nada más llegar van al neurólogo sin pasar por el TAC o los que del TAC van directamente al ingreso sin pasar por el neurólogo, será necesario en posteriores cuestiones ir desgranando a que se deben estas variaciones a partir de los datos que disponemos. Mas allá de analizar este flujo vemos como hay flechas que no tienen sentido, por ejemplo:

- Pacientes que van desde “Neuro”, “TAC”, “Ingreso”, “Salida” y “Llegada” hasta “Inicio síntomas” o “Llegada”.

Todos aquellos pacientes que les falta el registro de algún evento debido a un error, podemos intuir algunos de estos casos:

- Desde “Ingreso” hasta el final directamente sin pasar por “Salida” se deben a que no se ha apuntado los días de ingreso, si han sido ingresados van a estar un periodo de tiempo ingresados.
- Directamente a “Llegada” sin pasar por “Inicio síntomas”, es evidente que la gente no va a Urgencias sin tener síntomas.

En los pasos posteriores vamos a solucionar parte de estos errores utilizando la información que hemos obtenido a partir del análisis de los datos, ahora vamos a obtener el flujo de los nodos aplicando el código que hemos explicado en apartados anteriores, en este caso ya no existe una relación directa entre la duración total de los nodos y el número de pacientes que pasa por cada uno de ellos, ya que ahora si va a ser el tiempo real que pasa entre la realización de eventos. Obtenemos el siguiente flujo:

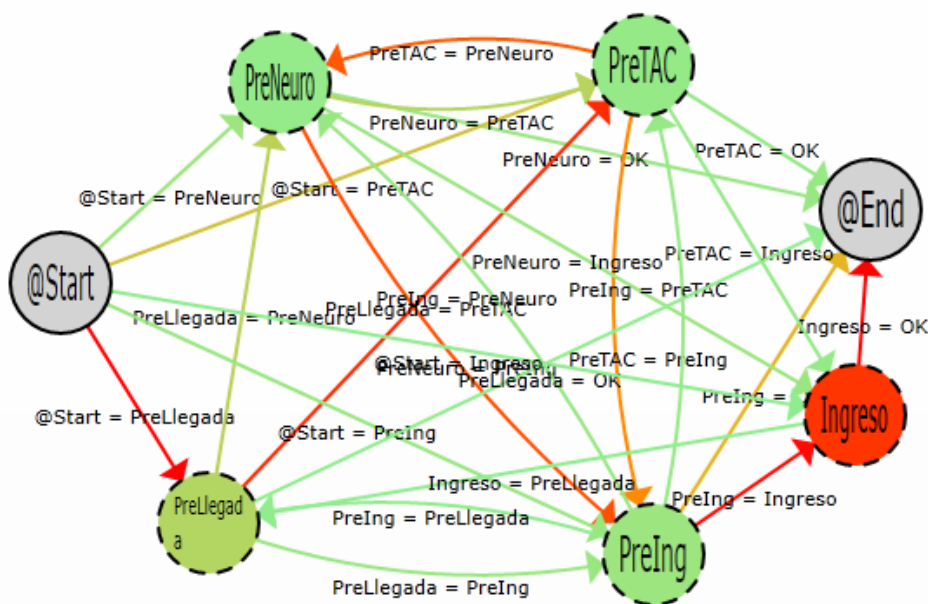


Figura 19. Flujo seguido por todos los pacientes en función de los nodos.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Tal y como hemos explicado en el apartado “Código”, hemos asumido que el inicio de cada nodo viene determinado por el fin del nodo anterior, y dicho fin por el momento exacto de la realización del evento, por ejemplo, “PreTAC” tiene como fin el momento de realización del TAC. Esta asunción presenta una serie de problemas de cara al análisis estadístico de las duraciones, todos los pacientes no tienen los mismos eventos apuntados, o lo que es lo mismo, la topología del proceso no es igual en todos ellos y pueden existir saltos entre nodos, por ejemplo, que no exista la hora de realización del TAC puede ser debido a un fallo a la hora de apuntarlo, y puede hacer que el tiempo de espera para el ingreso sea más grande de lo normal (suponiendo que luego es ingresado), para solucionar este problema vamos a aplicar un proceso de detección de outliers y posteriormente eliminarlos.

Podemos ver como hemos solucionado muchos flujos erróneos que se mostraban con los eventos, pero aun así sigue habiendo errores, los valores en rojo de la tabla muestran flujos que no tienen sentido, en naranja podemos ver aquellos que no tienen mucho sentido, pero atendiendo a la variabilidad inherente de cada paciente no vamos a tratar de eliminarlos, a pesar de que sabemos que son debidos a un error (probablemente de no haber registrado la realización de otros eventos), para analizar si esta suposición es cierta analizaremos las duraciones

Origen	Destino			Origen	Destino		
Start	PreLlegada	1444	73.3%	PreNeuro	PreTAC	220	16.5%
	PreNeuro	75	3.8%		PreIng	986	74.1%
	PreTAC	385	19.5%		Ingreso	70	5.2%
	PreIng	61	3.1%		End	55	4.1%
	Ingreso	4	0.2%		PreTAC	PreNeuro	948
PreLlegada	PreNeuro	254	17.4	PreIng		756	42.2
	PreTAC	1133	77.8	Ingreso		34	1.9
	PreIng	62	4.2%	End		42	2.3%
	End	7	0.5%	PreLlegada		9	0.5%
Ingreso	PreLlegada	3	0.2%	PreIng	PreNeuro	54	2.9%
	End	1366	99.7%		PreTAC	42	2.25
					Ingreso	1261	67.6%
					End	499	26.7

El flujo de los nodos sigue el mismo procedimiento que el obtenido para los eventos, ahora vemos como los nodos están pintados de distinto color, cuanto más rojizo quiere decir que la duración media en dicho nodo en comparación al resto de nodos es superior, el problema que tenemos en este análisis es que los ingresos son del orden de días, y el resto están en el rango de horas y minutos, por más que saturamos el flujo con la sección de minería de procesos no conseguimos obtener un flujo fácilmente interpretable, ya que las flechas también se saturan y no logramos distinguir las diferencias entre las flechas, posteriormente analizaremos correctamente las duraciones en cada nodo.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Una vez hemos explicado las características que tienen nuestros datos estamos en disposición de empezar a utilizar la herramienta de minería de procesos PALIA con cierto criterio, tal y como hemos dicho hasta ahora, vamos a empezar realizando un análisis comparatorio clasificando los pacientes en función del número de nodos que tienen, un flujo con un único nodo aporta muy poca información, es muy probable que las duraciones presenten una alta variabilidad, con lo cual puede ser interesante analizar este tipo de pacientes y en caso de presentar valores muy atípicos serán eliminados para posteriores análisis.

7.4.1 Análisis topológico

1 Nodo:

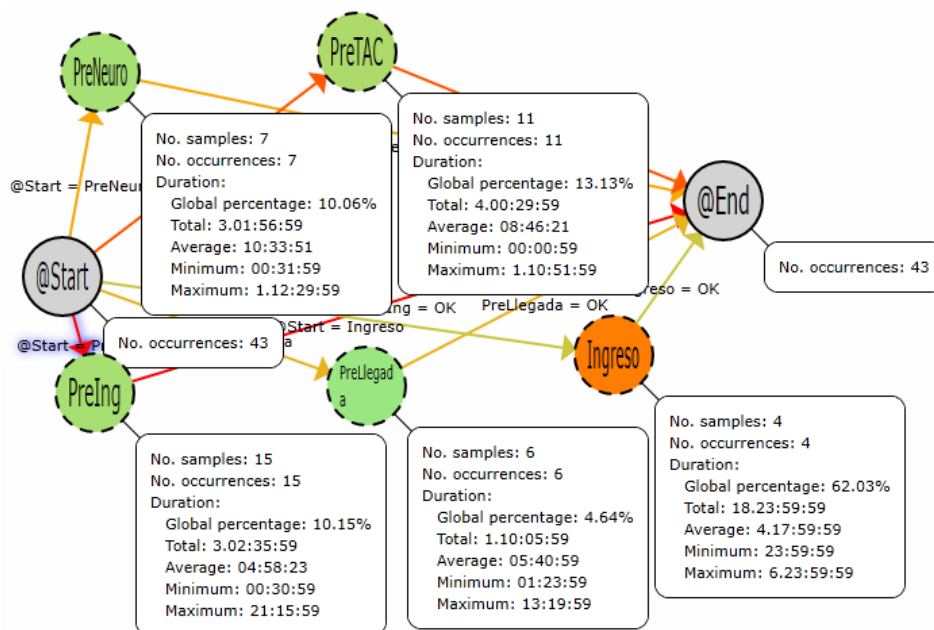


Figura 20. Flujo seguido por los pacientes con un único nodo.

Efectivamente hay una gran variabilidad, las diferencias entre el máximo y el mínimo son muy grandes, y la media presenta valores excesivamente altos en comparación a un flujo normal, teniendo en cuenta que un único nodo no aporta valor a la minería de procesos y además las duraciones son muy anómalas, a partir de ahora los 43 pacientes serán eliminados del estudio.

Con el objetivo de analizar si existe alguna correlación en función del número de nodos por paciente, vamos a representar los datos de la forma más visual posible y obtener los parámetros estadísticos temporales más adecuados. Primero hemos eliminado el 1% de datos más altos para todas las duraciones, el otro 99% son los que tienen una "x". Puede haber dos tipos de anomalías en las duraciones, aquellas que se deben a errores al confundir números al apuntar los registros y aquellas que implican no haber apuntado un evento el cual ha sido realizado, el aumento producido por la primera anomalía suele ser bastante grande (estos son los que eliminamos con el 1%), los segundos son más difíciles de detectar, para ello realizamos el siguiente análisis y obtenemos ciertas conclusiones interesantes. A partir de estos datos hemos obtenido los siguientes parámetros estadísticos.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

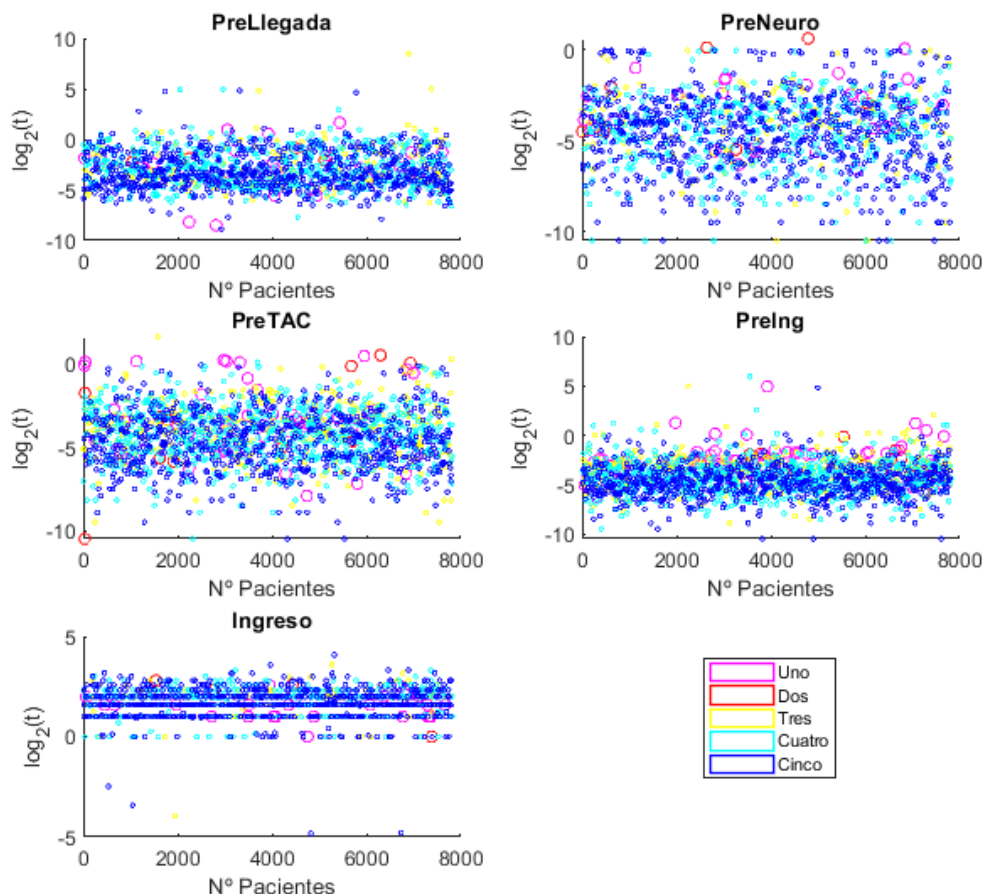


Figura 21. Distribución de las duraciones para todos los nodos en función del número de nodos

Nº nodos						
		PreLlegada	PreNeuro	PreTAC	PreIng	Ingreso
	N	1381	1230	1687	1803	1222
	Formato	hh:mm	hh:mm	hh:mm	hh:mm	dd:hh:mm
1	Media	05:41	02:18	01:50	03:48	03.00.01
	Desv.	04:19	02:10	02:20	02:15	02.19.01
	Mediana	05:30	01:04	00:51	03:50	03.00.01
2	Media	03:39	02:16	01:42	03:06	02.16.01
	Desv.	03:18	01:44	01:19	02:16	00.20.01
	Mediana	02:20	01:39	01:34	02:26	03.00.01
3	Media	05:13	02:02	02:05	02:18	03.07.01
	Desv.	05:44	01:50	01:51	01:42	01.01.01
	Mediana	02:23	01:28	01:32	02:06	03.00.01
4	Media	04:56	01:39	01:50	01:40	03.08.01
	Desv.	05:25	01:33	01:36	01:31	01.01.01
	Mediana	02:41	01:12	01:16	01:09	03.00.01
5	Media	04:13	01:28	01:30	01:16	03.03.01
	Desv.	04:53	01:29	01:35	01:20	01.02.01
	Mediana	02:01	00:55	00:55	00:50	03.00.01

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Con respecto a “PreLlegada” se observa una ligera correlación, a medida que aumenta el número de nodos disminuye el tiempo de llegada a urgencias, de antemano no cabría esperar ninguna correlación ya que entre la llegada a urgencias y el inicio de los síntomas no hay ningún nodo, por tanto, el hecho de tener menos nodos no debería de afectar mucho en este caso. Para “PreTAC” y “PreNeuro” se observa una correlación más clara tanto la media como la mediana van disminuyendo a medida que aumentan el número de nodos, además la progresión entre estas dos duraciones es bastante parecida. Según nuestra teoría la duración de “PreIng” tiene que ser la que más correlación se debe de notar, ya que tiene muchos nodos por delante y la probabilidad de que falle alguno de ellos es más alta, en este caso estamos en lo cierto ya que la correlación en este caso es muy marcada y progresiva, desde 3:48 h. con un nodo hasta 1:16 h. con los cinco nodos.

Con estos resultados tenemos que tomar una decisión, ya habíamos decidido eliminar las pacientes con un único nodo, pero ahora hay que decidir si eliminamos más grupos, podemos ver como hay diferencias bastante claras entre subgrupos y además nuestra suposición de que faltan nodos entre ellos debidos a errores por parte del personal encargado al realizar los registros oportunos es correcta, ante esta situación se ha decidido dejar todos los pacientes a excepción de los de un nodo, ya que a partir de ahora nuestro objetivo va a ser encontrar variabilidad en estos flujos en función de su clasificación.

Nº nodos	Nodos	
	Número	Porcentaje
0	332	14.4%
1	43	1.8%
2	110	4.7%
3	389	16.9%
4	748	32.5%
5	679	29.5%

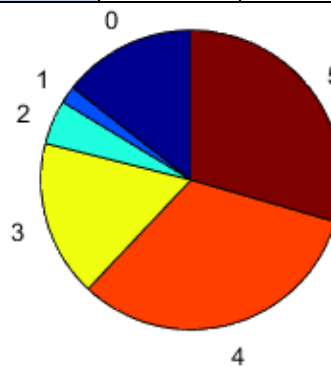


Figura 22. Clasificación de los pacientes en función del número de nodos

En el gráfico donde se muestra la dispersión de las duraciones de tiempos de espera para la consulta con el neurólogo se aprecia como hay un conjunto de pacientes que se agrupan en torno a unos valores muy altos, estos tienen unos tiempos de espera de unas 22 horas, en los siguientes análisis vamos a obtener algunas características especiales de estos pacientes, será trabajo de los expertos analizar a que se debe estos tiempos de espera tan grandes. A continuación, vamos a solucionar algunas cuestiones que nos han presentado dichos expertos de cara a conocer como es realmente el servicio prestado.

A partir de ahora vamos a ir resolviendo las preguntas que los expertos en salud del hospital nos han planteado, plantearon dos preguntas principales relacionadas con el rendimiento del proceso:

- **P1:** ¿Los pacientes con el código ictus activado y aquellos que no lo tienen activado siguen el mismo flujo?
- **P2:** ¿Hay diferencias significativas en las duraciones de los nodos si el código ictus esta activado?

Primero vamos a explicar en qué consiste el código ictus y cuáles pueden ser sus posibles consecuencias en el flujo para poder entender los resultados obtenidos

7.4.2 Código ictus

Durante muchas décadas la atención a los pacientes que sufrían un Ictus se limitó a proporcionarles unos cuidados básicos, esperando, en la fase aguda, la evolución natural del cuadro e intentando recuperar sus capacidades funcionales mediante actividades de rehabilitación. Desde 1990, la mortalidad del Ictus ha experimentado un descenso progresivo, tendencia similar a la registrada en otros países desarrollados, gracias a los avances en la atención clínica y a los progresos obtenidos en el diagnóstico y control de los factores de riesgo relacionados con el Ictus [7].

Este descenso en la mortalidad por Ictus se ha acompañado de un incremento de los ingresos hospitalarios por esta patología. Por otro lado, la cada vez mayor supervivencia a la fase aguda del Ictus se ha acompañado de un gran incremento en la carga asistencial y de El presente Plan de Atención al Ictus o también llamado “Código Ictus”, el cual pretende organizar los dispositivos asistenciales necesarios para garantizar que los ciudadanos de la Comunitat Valenciana dispongan de todos aquellos recursos que han demostrado disminuir la mortalidad y mejorar la calidad de vida en los pacientes que sufren un Ictus. En el Plan se recogen aspectos como:

- El control de los factores de riesgo relacionados con la enfermedad cerebrovascular, por ser en ellos dónde se pueden conseguir los mayores avances en el control de esta patología.
- La información sobre el reconocimiento de los síntomas de alarma al paciente, a los profesionales de atención primaria, a los servicios de urgencia extrahospitalarios, a las urgencias hospitalarias y a los servicios y secciones de neurología de los hospitales que atienden pacientes con Ictus.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

- Los sistemas de transporte urgente al hospital y el manejo en urgencias (código Ictus extra e intrahospitalario).
- Los diferentes niveles asistenciales hospitalarios: hospital con equipos de Ictus (EI), hospital con unidades de Ictus (UI) y hospital de referencia, en función de su cartera de servicios.

El resultado es una mejora en las comunicaciones y coordinación entre los diferentes niveles asistenciales, utiliza las TICs y contribuye a crear una mejor calidad asistencial tal y como vamos a ver en los siguientes resultados, atendiendo a la primera pregunta:

P1: ¿Los pacientes con el código ictus activado y aquellos que no lo tienen activado siguen el mismo flujo?

Para responder a esta pregunta, se presentan dos plantillas. La primera muestra el flujo de pacientes para los cuales no se ha activado el código ictus, descubrimos que los pacientes sin código ictus activado generalmente siguen el mismo flujo: Cuando comienza el ataque, van a la sala de emergencias (PreLlegada), esperan hasta que se pueda realizar un TAC (PreTAC), esperan hasta que un neurólogo pueda evaluarlos (PreNeuro), esperan hasta poder ser ingresados (PreIng) y finalmente la duración del ingreso (Ingreso).

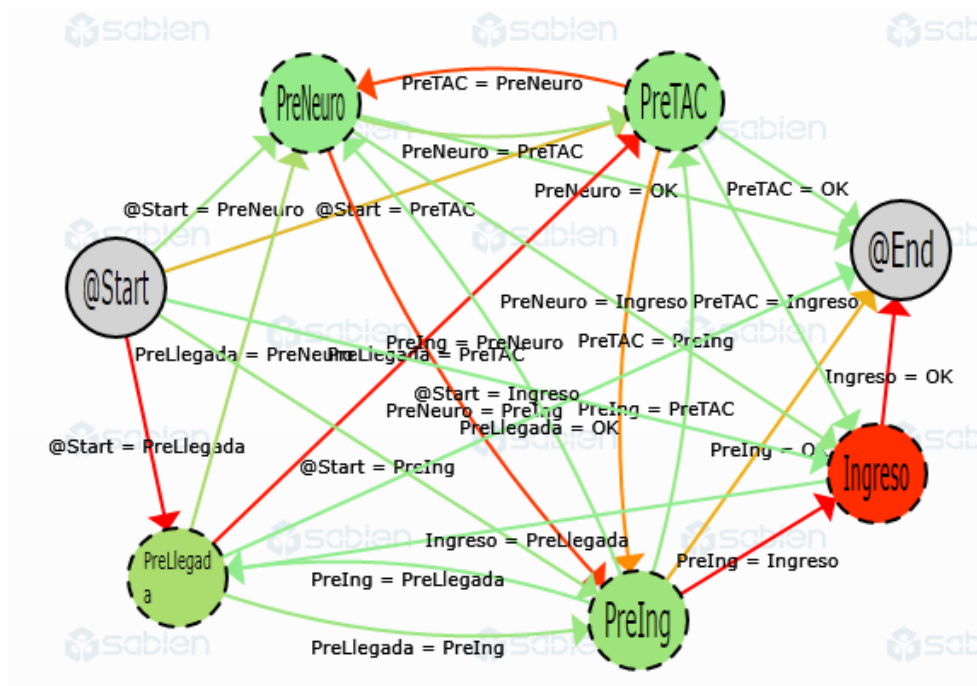


Figura 23. Flujo seguido por los pacientes con el código sin activar

La segunda figura muestra el flujo de pacientes para los cuales se activó el Código Ictus. Como era de esperar, estos pacientes no siempre siguen el mismo flujo en el servicio de urgencias. Desde el nodo "PreLlegada" se pueden clasificar dos caminos principales: algunos de ellos al estado "PreTAC" y otros a estado "PreNeuro", luego los pacientes en "PreTAC" van principalmente a "PreNeuro" y viceversa; de ambos estados, los pacientes pasan al estado "PreIng" y finalmente a "Ingreso". Por lo tanto, se han apreciado diferencias significativas entre este flujo y el anterior.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

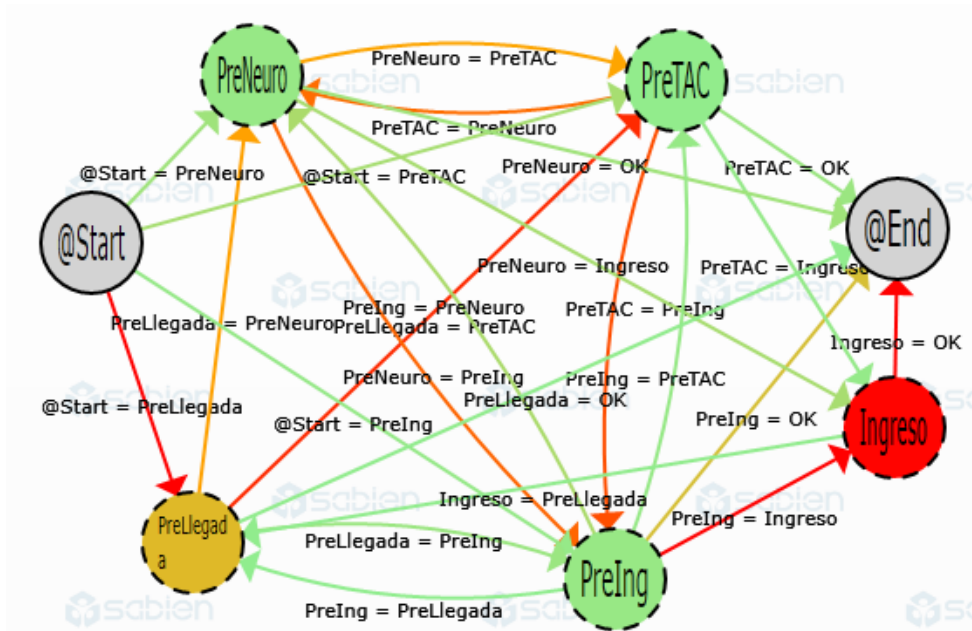


Figura 24. Flujo seguido por los pacientes con el código activado

Este es un ejemplo ilustrativo del potencial que tienen las técnicas de minería de procesos para dibujar de manera intuitiva y facilitar la comprensión de procesos clínicos.

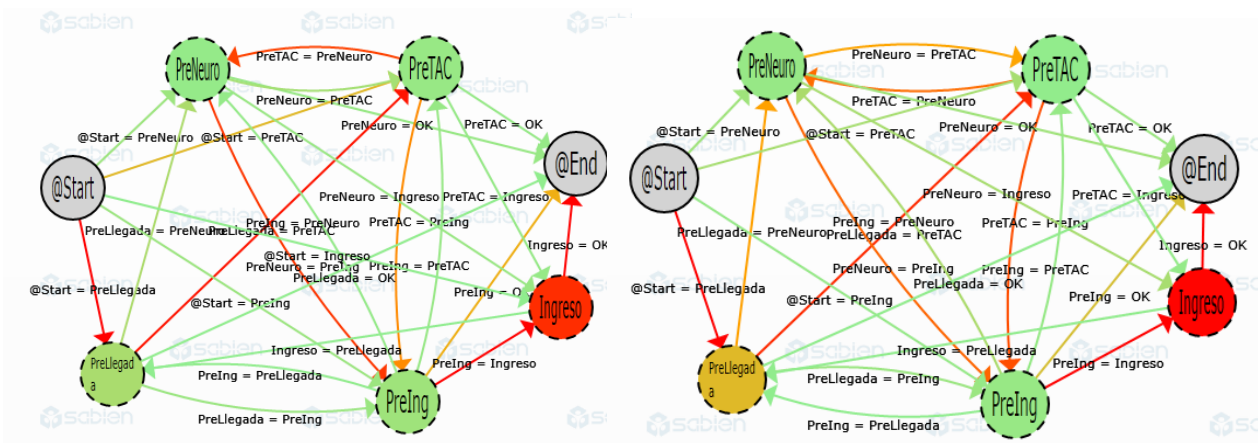


Figura 25. Flujo seguido por los pacientes con el código sin activar y activado

Una vez tenemos esta información es interesante analizar distintos parámetros estadísticos en relación a la duración de cada nodo, separando entre distintas clasificaciones como es en este caso para el Código ictus. La siguiente cuestión de la metodología basada en preguntas consiste en analizar dichos tiempos:

El nodo de “PreLlegada” del Código activado está amarillo porque hay un paciente con registros erróneos, según los datos tiene un tiempo desde el inicio de los síntomas hasta la llegada a Urgencias de 1 año, además son justo 365 días, con lo cual queda claro que al registrar el encargado de hacerlo la fecha de llegada se equivocó de año, o bien el error está al apuntar el inicio de los síntomas

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Origen	Destino				Origen	Destino					
Código		No	Si		Código	No	Si				
Start	Pre-Llegada	1076	70.9%	362	88.5%	Pre-Neuro	Pre-TAC	93	9.5%	127	36.5%
	Pre-Neuro	52	3.4%	16	3.9%		Pre-Ing	810	82.9%	176	50.5%
	Pre-TAC	350	23.1%	24	5.8%		Ingreso	42	4.3%	28	8.1%
	Pre-Ing	39	2.5%	7	1.7%		End	31	3.2%	17	4.8%
Pre-Llegada	Pre-Neuro	124	11.4%	130	35.6%	Pre-TAC	Pre-Neuro	778	56.1%	170	44.7%
	Pre-TAC	912	84.1%	221	60.5%		Pre-Ing	562	40.4%	194	51.1%
	Pre-Ing	49	4.5%	13	3.5%		Ingreso	28	2.1%	6	1.6%
Ingreso	Pre-Llegada	1	0.1%	2	0.6%	Pre-Ing	End	21	1.5%	10	2.6%
	End	1062	99.9%	300	99.3%		Pre-Llegada	8	0.5%	1	0.2%
							Pre-Neuro	2	1.5%	32	8.2%
							Pre-TAC	34	2.3%	8	2.1%
						End	403	27.6%	81	20.7%	

En la tabla seguimos el mismo criterio de colores que hemos seguido hasta ahora para los flujos anormales, pero ahora destacamos con color amarillo aquellas diferencias más destacables entre los pacientes con el código activado y los que no lo tienen activado. Las diferencias son bastante grandes, para empezar, podemos ver como los pacientes con el código ictus activado registran con más frecuencia la llegada a Urgencias, por el contrario, no van directamente al TAC como ocurre con el otro grupo, desde Urgencias la opción más habitual es el TAC, pero los del código activado van con mayor frecuencia al neurólogo, en cambio al otro grupo se le asigna más fácilmente realizar un TAC. Debido a estas diferencias los del código activado van desde el neurólogo hasta el TAC y los otros van o bien al neurólogo o directamente son ingresados, tras haber analizado estos datos intuimos que puede haber diferencias entre ambos grupos en cuanto a la realización de la consulta con el neurólogo y la realización del TAC. Para analizar este aspecto compararemos entre ambos grupos los porcentajes de tiempo que suponen con respecto al tiempo total del proceso en ambos nodos, para ello utilizaremos otra vez PALIA.

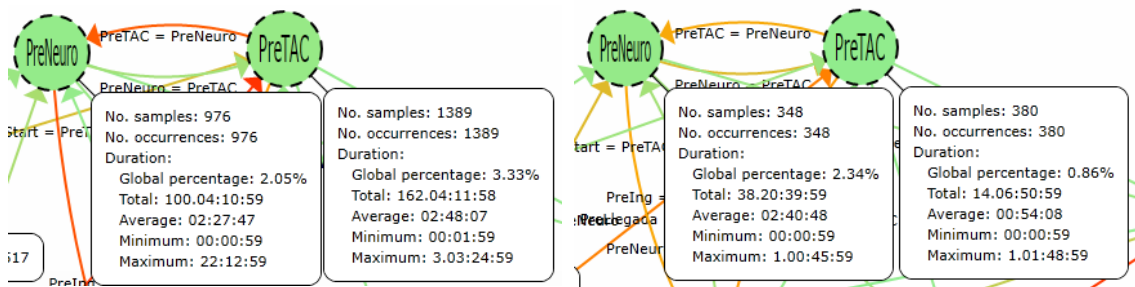


Figura 26. Porcentaje del tiempo total del proceso para PreNeuro y PreTAC.

Los del código activado están más tiempo en el neurólogo (2.34%) que los otros (2.05%), ocurre lo contrario para el TAC, los primeros van menos (0.86%) mientras que los que no tienen el código activado el TAC ocupa un porcentaje mayor del conjunto total del proceso (3.33%), la diferencia más a tener en cuenta es la del neurólogo, ya que como vamos a ver ahora a continuación, hay diferencias muy significativas en cuanto a los tiempos de espera para ambos nodos entre los dos grupos.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

P2: ¿Hay diferencias significativas en las duraciones de los nodos si el Código Ictus esta activado?

Con respecto al tiempo en cada servicio, se puede observar que el tiempo promedio antes de llegar a urgencias para los pacientes con el código ictus activado es de 1:59 h. mientras que los otros tardan un promedio de 5:22 h., esta diferencia tal y como podemos ver en el histograma es bastante significativa, la explicación a este resultado se debe a que los médicos no pueden aplicar el código a pacientes que tarden más de tres horas y media desde el inicio de los síntomas hasta la llegada a Urgencias. Para los tiempos de espera de TAC también se ven diferencias significativas, los de código ictus activado se esperan una media de 0:35 h. mientras que los otros esperan 1:58 h, lo mismo ocurre con la espera para la consulta del neurólogo, los pacientes de código ictus activado esperan una media de 0:30 h y los otros 1:47 h. Sin embargo, el tiempo de espera para la hospitalización es bastante similar entre los dos grupos, alrededor de 1:40 h, el tiempo de hospitalización también es muy parecido, alrededor de 3 días y unas horas. Se puede extraer conclusiones en relación a la buena eficacia del código ictus con respecto a la rapidez en los tiempos de espera, no resulta significativo en lo que respecta al tiempo de recuperación de los pacientes.

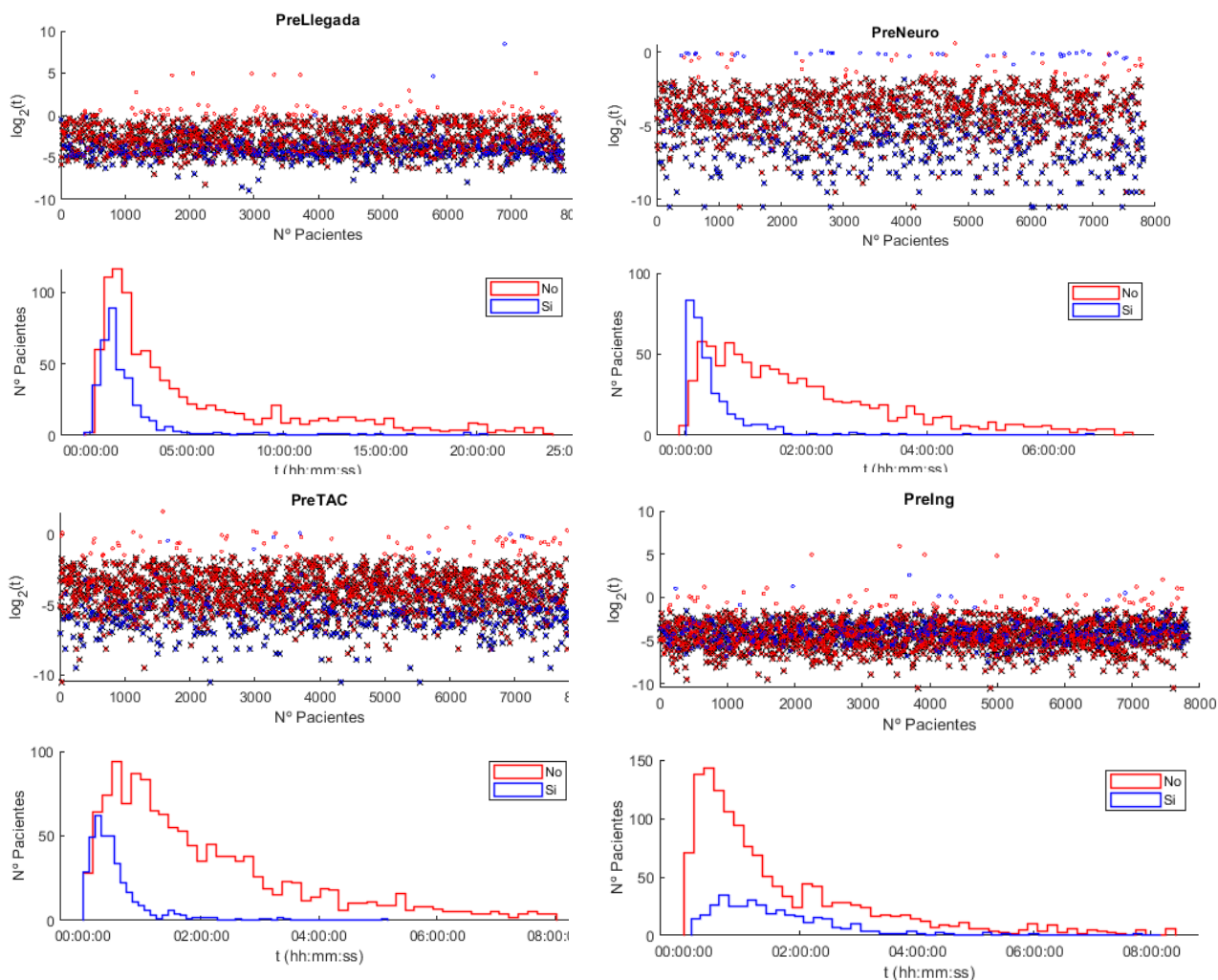
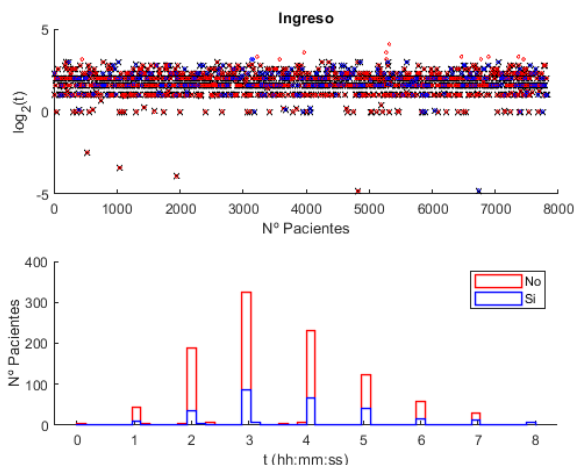


Figura 27. Distribución de las duraciones para todos los nodos en función del Código Ictus.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos



El conjunto de pacientes de “PreNeuro” que presentan unos tiempos de espera de alrededor de 1 día tienen la gran mayoría el Código activado, atendiendo a que solo un tercio de los pacientes totales tienen el código activado, este resultado es llamativo. En los siguientes apartados obtendremos más información de este subgrupo.

Código ictus						
		PreLlegada	PreNeuro	PreTAC	PreIng	Ingreso
	N	1381	1230	1687	1803	1222
	Formato	hh:mm	hh:mm	hh:mm	hh:mm	dd:hh:mm
Si	Media	02:03	00:29	00:34	01:44	03.18.01
	Desv.	02:45	02:45	00:34	01:24	01.12.01
	Mediana	01:12	00:18	00:25	01:22	03.12.01
No	Media	05:30	01:58	02:05	01:42	03.11.01
	Desv.	05:32	05:32	01:42	01:40	01.09.01
	Mediana	03:07	01:33	01:34	01:05	03.00.01

Si analizamos todas las conclusiones que hemos obtenido hasta ahora podemos ver como en realidad están relacionadas entre ellas, una vez conocemos los procedimientos y las diferencias que supone aplicar el Código Ictus sabemos que las diferencias topológicas mostradas en la plantilla se deban probablemente a la necesidad de una confirmación diagnóstica lo más rápidamente posible para aplicar el tratamiento rápidamente. Además, esto influye en los resultados obtenidos en las duraciones, tal y como hemos dicho anteriormente hay diferencias muy significativas en los tiempos de llegada y los tiempos de espera de realización del TAC y la consulta del neurólogo. Sin embargo, no se han encontrado diferencias en el tiempo de ingreso en ambos casos.

En futuros trabajos sería muy interesante analizar si los tiempos anteriores influye en el tiempo de recuperación. Además, la activación o no del código ictus se indica en un cuadro de valor binario. Para este estudio se ha utilizado esa casilla para determinar si el código se ha activado o no. Sin embargo, se ha observado que en algunos casos el personal no activa esta casilla, pero en la descripción de la sección de condición del paciente, se hace referencia a la activación del código de accidente cerebrovascular. Por lo tanto, para el trabajo futuro, los datos deben ser refinados para encontrar aquellos en los que el código haya sido activado, pero no se refleja en el cuadro correspondiente.

7.4.3 Análisis temporal del Código Ictus

Atendiendo a los resultados obtenidos con el análisis del Código Ictus y además sabiendo que los tiempos de espera tanto para la consulta con el neurólogo como para la realización del TAC se han ido reduciendo a lo largo de los años es interesante analizar cómo ha sido la evolución del flujo de los pacientes a lo largo de los años:

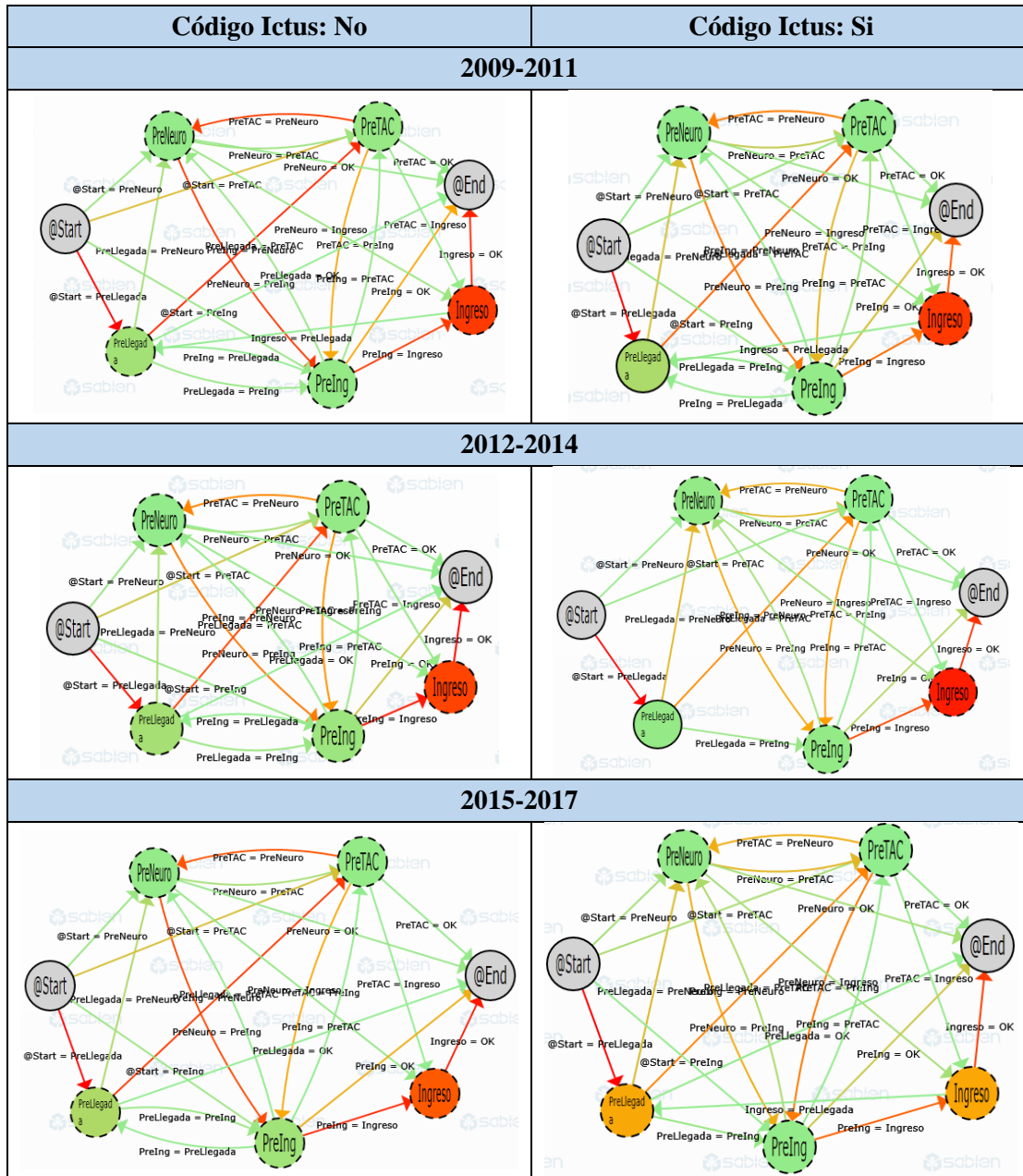


Figura 28. Flujos seguidos por los pacientes a lo largo del tiempo en función del Código Ictus..

Donde más diferencias se observan es en el Código Ictus activado, sobre todo en el flujo entre el neurólogo y el TAC y viceversa, también hay diferencias entre el neurólogo y el TAC con el ingreso. Pasamos a analizar cuantitativamente estas diferencias:

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Origen	Destino												
	Años	2009-2011				2012-2014				2015-2017			
Código Ictus	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	
Start	PreLlegada	322	69.5%	63	88.7%	468	72.7%	176	94.6%	291	70.4%	124	82.1%
	PreNeuro	15	3.2%	1	1.4%	22	3.4%	4	2.1%	14	3.4%	11	7.3%
	PreTAC	112	24.2%	4	5.6%	134	20.8%	6	3.2%	94	22.7%	14	9.3%
	PreIng	14	3%	3	4.2%	20	3.1%	-	-	14	3.4%	2	1.3%
	Ingreso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pre-Llegada	PreNeuro	29	8.9%	20	30.7%	54	11.5%	67	38.1%	41	13.9%	43	34.4%
	PreTAC	281	86.7%	44	67.7%	391	83%	102	58%	240	81.4%	75	60%
	PreIng	12	3.7%	1	1.5%	24	5.1%	7	4%	13	4.4%	5	4%
	End	2	0.6%	-	-	2	0.4%	-	-	1	0.4%	2	1.6%
Ingreso	PreLlegada	1	0.3%	1	2.1%	-	-	-	-	-	-	1	1%
	End	288	99.7%	46	97.8%	493	100%	150	100%	271	100%	102	99%
Pre-Neuro	PreTAC	19	6%	15	24.6%	44	11.7%	63	39.1%	29	10.5%	47	37.9%
	PreIng	269	85.4%	40	65.5%	312	83.2%	81	50.3%	227	82.5%	54	43.5%
	Ingreso	17	5.4%	3	4.9%	15	4%	13	8%	9	3.3%	12	9.7%
	End	10	3.2%	3	4.9%	4	1%	4	2.5%	10	3.6%	11	8.9%
Pre-TAC	PreNeuro	259	61.4%	39	58.2%	292	49.6%	76	44%	217	59.5%	54	39.1%
	PreIng	150	35.5%	24	35.8%	270	45.9%	92	53.2%	139	38.1%	78	56.5%
	Ingreso	6	1.4%	2	2.9%	17	2.9%	1	0.6%	3	0.8%	3	2.2%
	End	7	1.6%	2	2.9%	9	1.5%	4	2.3%	6	1.6%	3	2.2%
PreIng	PreLlegada	1	0.2%	1	1.5%	3	0.5%	-	-	4	1%	-	-
	PreNeuro	12	2.7%	1	1.5%	7	1.1%	14	7.7%	3	0.8%	16	11.5%
	PreTAC	10	2.2%	4	5.9%	19	3%	2	1.1%	2	0.5%	2	1.4%
	Ingreso	266	59.7%	42	61.7%	461	73.6%	136	75.5%	259	66%	88	63.3%
	End	156	35.1%	20	29.4%	136	21.7%	28	15.5%	125	31.8%	33	23.7%

Efectivamente, tal y como vemos en la tabla desde el inicio de la recogida de datos se han producido cambios significativos en cuanto al flujo entre el neurólogo, el TAC y el ingreso, primero vemos con el Código activado como desde el neurólogo cada vez se va mas al TAC y en cambio menos directamente al ingreso, por otra parte, desde el TAC van cada vez menos al neurólogo y más al ingreso. En resumen, el flujo que sigue la mayoría de pacientes consiste en: TAC-neurólogo-ingreso, pero cada vez más se está diferenciando una nueva ruta más específica para los pacientes con el código activado inversa a la habitual: neurólogo-TAC-ingreso. Es por esto que es importante realizar este tipo de análisis en “tiempo real” y no obtener resultados a partir de largos periodos de tiempo, la metodología explicada nos permitiría llevar a cabo este procedimiento interactivo. Como podemos ver estos cambios están teniendo resultados positivos en la reducción de los tiempos de espera.

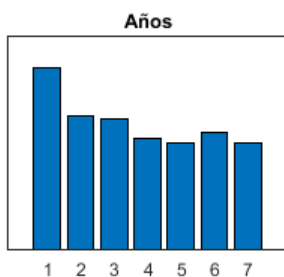


Figura 29. Tiempo de espera para el neurólogo (Años)

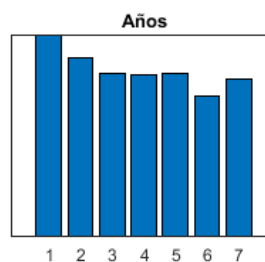


Figura 30. Tiempo de espera para el TAC (Años).

7.4.4 Diagnóstico clínico

Es necesario explicar primero cuales son estos diagnósticos y que tipos de diagnósticos hay, el ictus isquémico se puede clasificar en base a diversos parámetros, como lo son su localización y su etiología. Una clasificación sencilla y universalizada es la que según la extensión y localización del ictus isquémico los subdivide en: TACI (ictus completo de circulación anterior), PACI (ictus parcial de circulación anterior), LACI (ictus lacunar) y POCI (ictus de circulación posterior) [27].

- **TACI** implica un ictus cortical grande de arteria cerebral media (ACM) o arteria cerebral anterior (ACA)+ACM. Se deben de cumplir los tres siguientes criterios. Para los parciales (**PACI**) con dos es suficiente:

1. Disfunción cerebral superior o cortical (por ejemplo: Afasia, discalculia o alteraciones visoespaciales);
2. Hemianopsia homónima. (Falta de visión en un ojo).
3. Déficit motor y/o sensitivo homolateral implicando al menos 2 de brazo, pierna y cara.

- Ictus Circulación Posterior (**POCI**):

1. Afectación ipsilateral de pares craneales con déficit motor y/o sensitivo contralateral
2. Déficit motor y/o sensitivo bilateral
3. Patología oculomotora
4. Disfunción cerebelosa sin déficit de vías largas ipsilaterales (por ejemplo: Hemiparesia-ataxia)
5. Hemianopsia homónima aislada.

- Ictus lacunares (**LACI**):

1. Hemisíndrome motor puro.
2. Hemisíndrome sensitivo puro.
3. Hemisíndrome sensitivo motor.
4. Hemiparesia atáxica.
5. Disartria-mano torpe.

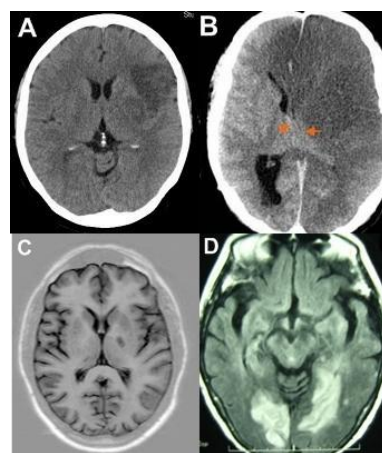


Figura 31. PACI (A), TACI (B), LACI (C) y POCI (D).

Existen otras manifestaciones clínicas de un ictus no isquémicas, dentro de las hemorrágicas **HSA** o Hemorragia Subaracnoidea Espontanea se caracteriza generalmente en forma de cefalea repentina e intensa, que puede asociar o no disminución del nivel de conciencia. Es el carácter abrupto, más que el grado de intensidad, lo más distintivo de la cefalea secundaria a una HSA. **HEMO** también hace referencia a ictus hemorrágico.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Recordando la clasificación de este tipo de diagnóstico del apartado de “Análisis de los datos” vemos como los distintos diagnósticos están repartidos con porcentajes bastante similares, esto es bueno ya que de cara a analizar los procesos vamos a tener bastantes pacientes como para obtener resultados fiables. Dada la enorme variabilidad que hemos descubierto con la aplicación del Código Ictus a partir de ahora vamos a seguir teniendo en cuenta esta clasificación.

Al tener en cuenta la activación del código y además el diagnóstico hay muchas subdivisiones de los datos, y además de cada subdivisión se puede extraer muchos resultados, con tal de mostrar el máximo de información lo más sintetizada posible vamos a mostrar todos los diagnósticos en un único flujo, para ello vamos a crear un nodo de “PreNeuro” y de “PreTAC” distinto para cada tipo, va a servir para comparar de forma muy gráfica las diferencias. Esta es otra de las grandes utilidades que tiene la minería de procesos, es posible sintetizar resultados y mostrarlos gráficamente para ser fácilmente interpretables.

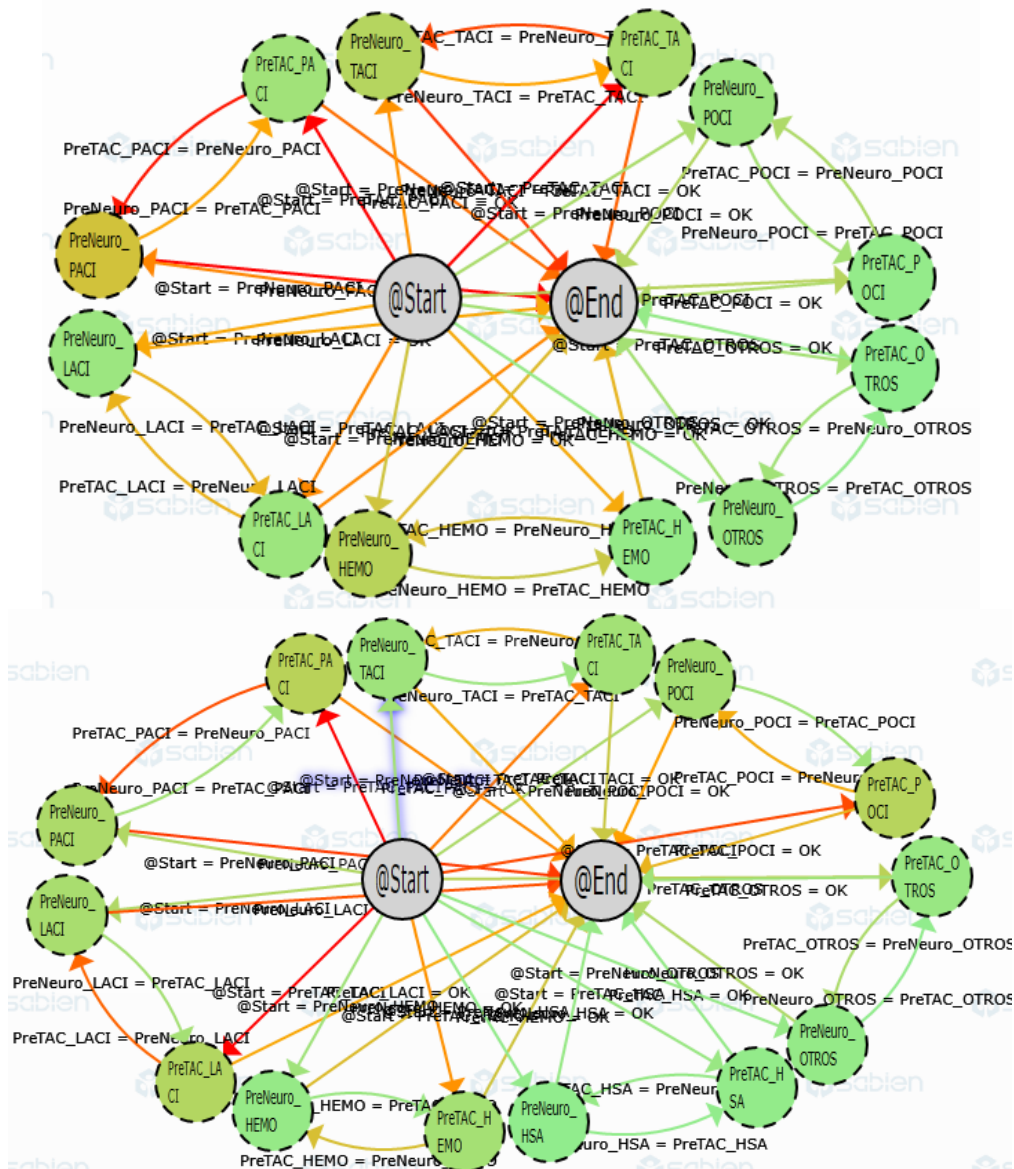


Figura 32. Flujo seguido por los pacientes entre el neurólogo y el TAC en función del diagnóstico clínico

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

De las representaciones anteriores tenemos que comparar las diferencias de tonalidad en el color de las flechas entre los mismos tipos de diagnóstico, comparar el flujo entre otros nodos no tiene sentido porque no hay el mismo número de casos de cada diagnóstico. Por tanto, nos sirve para analizar el flujo entre la realización del TAC y la consulta del neurólogo, entre estos dos nodos es donde más variabilidad puede haber.

Código	No				Si			
	Origen	Destino			Origen	Destino		
PACI	PreNeuro	PreTAC	23	8.8%	PreNeuro	PreTAC	35	30.9%
	PreTAC	PreNeuro	210	55.2%	PreTAC	PreNeuro	60	50.8%
TACI	PreNeuro	PreTAC	12	8.2%	PreNeuro	PreTAC	35	35.3%
	PreTAC	PreNeuro	118	60.5%	PreTAC	PreNeuro	50	45.4%
POCI	PreNeuro	PreTAC	19	11.4%	PreNeuro	PreTAC	7	36.8%
	PreTAC	PreNeuro	123	50.8%	PreTAC	PreNeuro	8	40%
LACI	PreNeuro	PreTAC	22	9.2%	PreNeuro	PreTAC	30	46.1%
	PreTAC	PreNeuro	194	58.4%	PreTAC	PreNeuro	29	39.7%
HEMO	PreNeuro	PreTAC	12	10.7%	PreNeuro	PreTAC	19	42.2%
	PreTAC	PreNeuro	91	52.9%	PreTAC	PreNeuro	16	30.2%
HSA	PreNeuro	PreTAC	2	16.6%	PreNeuro	PreTAC	0	-
	PreTAC	PreNeuro	7	46.6%	PreTAC	PreNeuro	0	-
OTROS	PreNeuro	PreTAC	2	4.5%	PreNeuro	PreTAC	1	12.5%
	PreTAC	PreNeuro	34	58.6%	PreTAC	PreNeuro	6	74%

PACI	609	26.9%
TACI	367	16.2%
POCI	325	14.3%
LACI	501	22.1%
HEMO	298	13.1%
HSA	36	1.5%
OTROS	129	5.6%

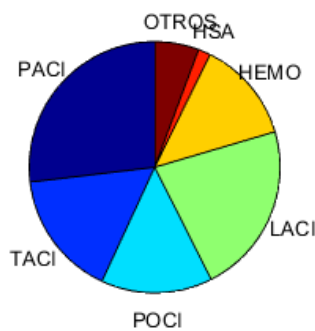
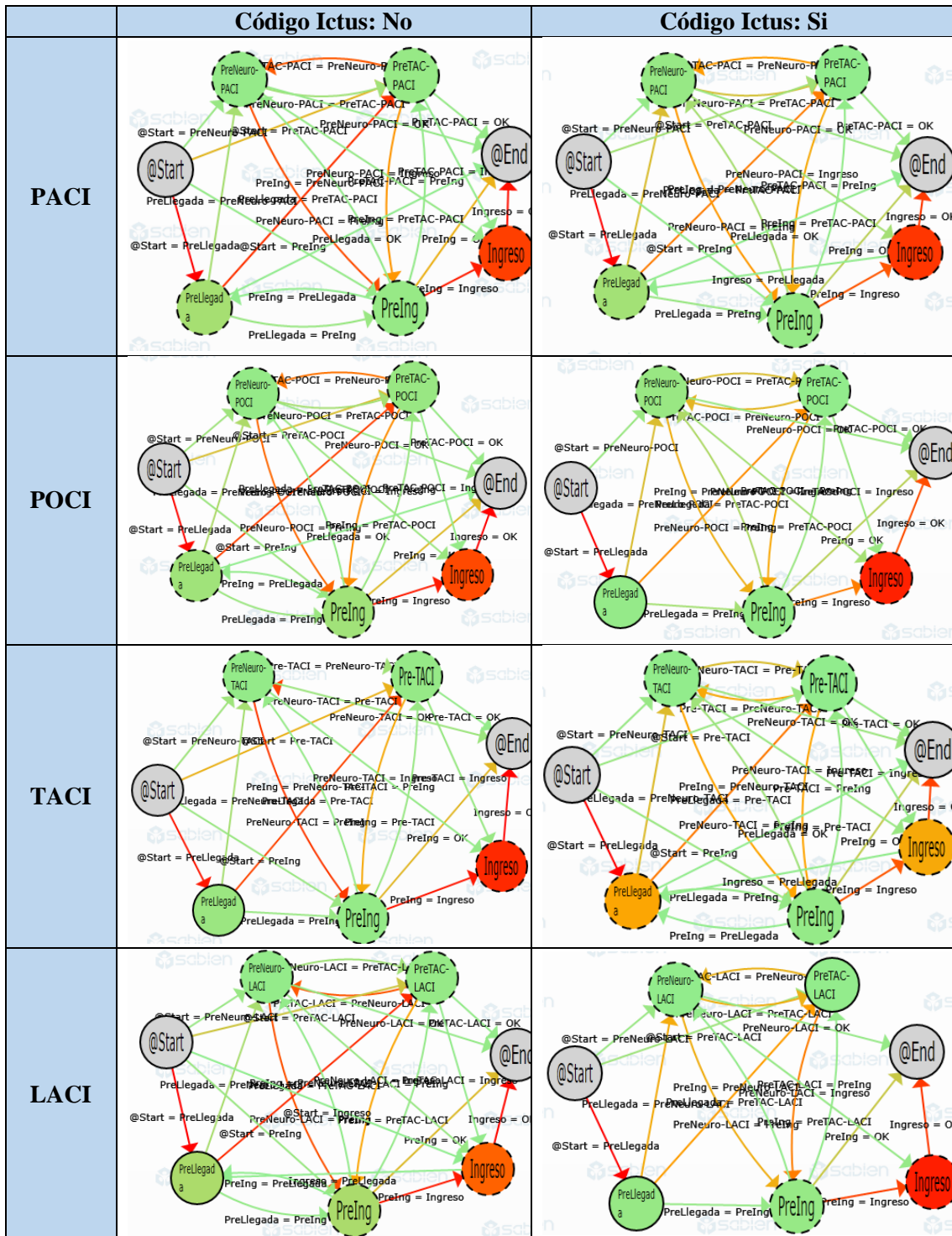


Figura 33. Clasificación de los pacientes en función del diagnóstico clínico

Con los resultados obtenidos entre las diferencias de los flujos en función del diagnóstico clínico vemos como hay diferencias significativas, por tanto, va a ser necesario realizar un análisis mas en detalle de los flujos para cada uno de estos diagnósticos

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos



Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

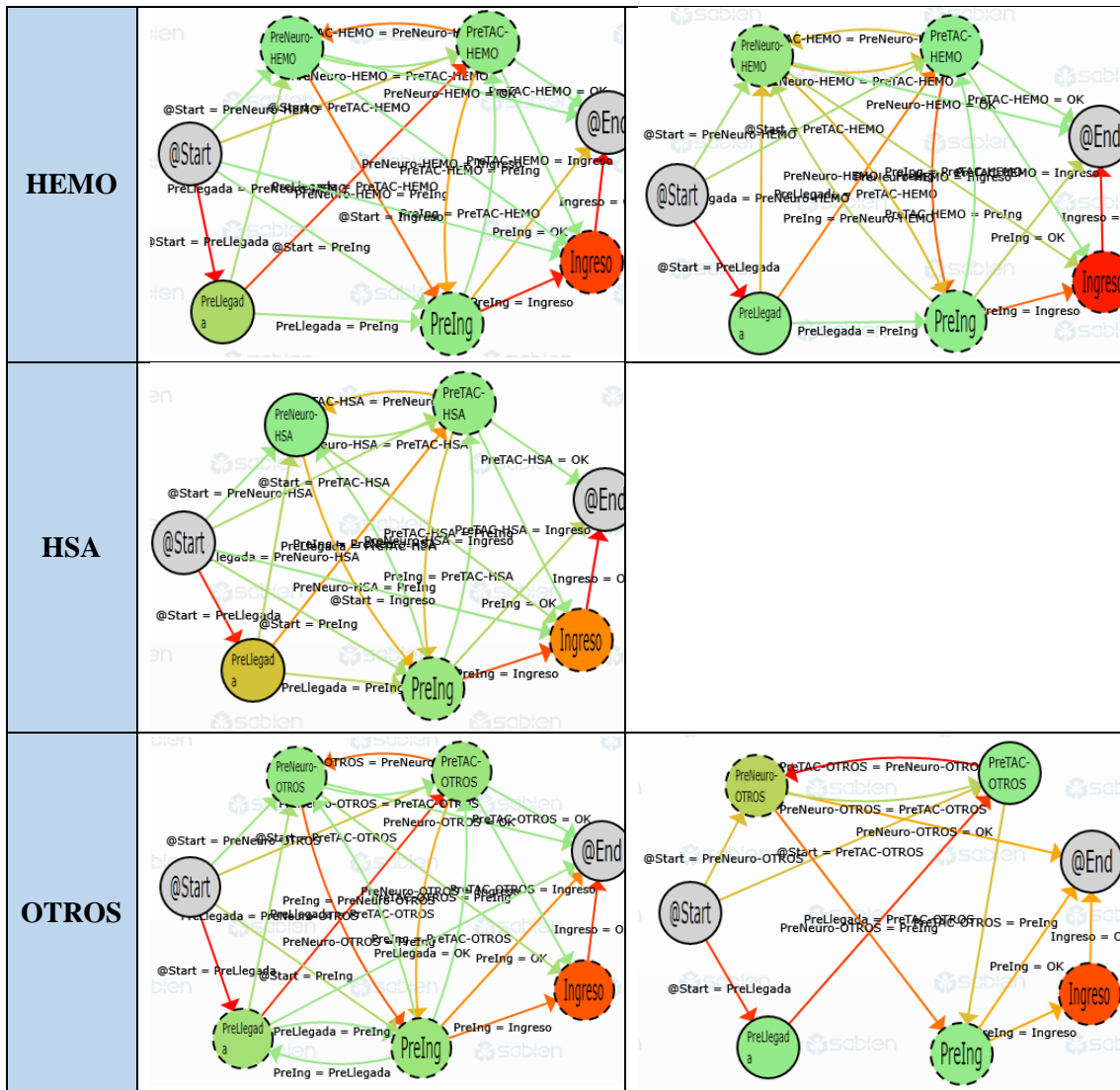


Figura 34. Flujo seguido por los pacientes en función del diagnóstico clínico

Comparando los valores de la tabla y los obtenidos con los flujos vemos los mismos resultados, el paso de TAC a Neuro para los “TACI” sin el código activado es mayor que para el resto, en cambio los de “HSA” son los que menos van del TAC al neurólogo. Con el código activado los que van con mayor frecuencia del neurólogo a TAC son los “LACI” también son los que menos realizan el trayecto contrario. Hay pocos pacientes con “HSA” y con “OTROS”, con lo cual no se puede considerar los resultados obtenidos con ellos de una elevada significancia estadística. Analizaremos las duraciones de cada subgrupo para ver si hay diferencias entre ellos, tendremos en cuenta la clasificación según la activación del código, por las diferencias que hay entre ambos grupos.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Diagnóstico clínico											
		PreLlegada		PreNeuro		PreTAC		PreIng		Ingreso	
	N	1381		1230		1687		1803		1222	
	Formato	hh:mm		hh:mm		hh:mm		hh:mm		dd:hh:mm	
	Código	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si
PACI	Media	05:02	01:43	01:58	02:12	02:00	00:35	01:47	01:42	03.11.01	03.14.01
	Desv.	05:36	01:31	01:29	05:38	01:35	00:26	01:44	01:12	01.08.01	01.10.01
	Mediana	02:42	01:13	01:37	00:24	01:31	00:27	01:10	01:23	03.00.01	03.01.01
TACI	Media	04:48	01:31	01:39	01:48	01:42	00:25	01:35	01:45	03.18.01	03.23.01
	Desv.	05:25	01:24	01:21	05:07	01:37	00:20	01:37	00:58	01.08.01	01.15.01
	Mediana	02:07	01:05	01:22	00:18	01:05	00:20	01:00	01:36	04.00.01	04.00.01
POCI	Media	05:27	01:54	02:08	02:39	02:38	00:24	01:52	01:41	03.10.01	03.20.01
	Desv.	05:41	01:13	01:36	06:29	02:01	00:16	01:46	01:05	01.09.01	01.10.01
	Mediana	03:18	01:50	01:50	00:17	02:09	00:20	01:13	01:18	03.00.01	04.00.01
LACI	Media	07:32	01:35	02:01	00:39	02:13	00:34	01:47	01:41	03.05.01	03.12.01
	Desv.	06:40	01:05	01:28	01:02	01:42	00:27	01:55	01:18	01.08.01	01.10.01
	Mediana	05:06	01:10	01:41	00:20	01:41	00:26	01:00	01:21	03.00.01	03.00.01
HEMO	Media	05:19	01:28	01:16	00:57	01:55	00:24	01:28	00:58	04.02.01	04.02.01
	Desv.	05:28	00:59	01:01	03:38	01:47	00:14	01:31	00:39	01.17.01	01.12.01
	Mediana	02:45	01:12	01:00	00:11	01:15	00:21	01:02	00:45	04.00.01	04.00.01
HSA	Media	04:49	-	02:19	-	01:45	-	01:25	-	03.21.01	-
	Desv.	04:25	-	01:38	-	02:12	-	01:54	-	02.00.01	-
	Mediana	02:24	-	01:23	-	01:03	-	00:32	-	03.05.01	-
OTROS	Media	05:21	01:14	01:55	00:17	02:31	00:33	02:15	01:04	02.19.01	03.00.01
	Desv.	04:54	00:30	01:26	00:09	02:12	00:15	01:54	00:48	01.08.01	01.00.01
	Mediana	03:10	01:10	01:35	00:18	02:01	00:31	01:48	00:52	02.23.01	03.00.01

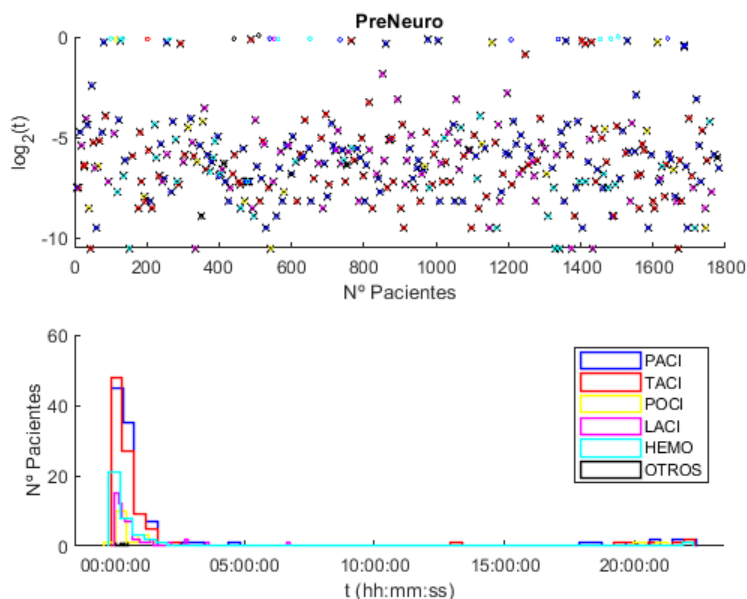
Podemos ver en amarillo todas las duraciones que presentan diferencias significativas con respecto al resto, por ejemplo, los pacientes con “LACI” sin el código activado tardan en llegar a Urgencias mucho más que el resto, de media 7:32 h. mientras que los demás tardan alrededor de 5:00 h., los que tienen el código activado tardan todos bastante menos (aproximadamente 1:30h., esto se debe a que si los pacientes tardan más de tres horas en llegar a Urgencias desde el inicio de los síntomas directamente no se puede aplicar el Código Ictus, por este motivo son todos tan bajos y parecidos. En el tiempo de espera de los pacientes con el código sin activar para la consulta con el neurólogo, lo más llamativo es el poco tiempo que tardan los pacientes con las lesiones hemorrágicas “HEMO”, tardan de media 1:16h., mientras que los otros unas 2:00h. Los que tienen el código activado tienen desviaciones muy grandes en los datos y una diferencia muy grande entre la media y la mediana, habrá que analizar más en detalle estos datos a continuación.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Lo más llamativo en el tiempo de espera para la realización del TAC es lo mucho que tardan los pacientes con “POCI” (2:38h.), en cambio en esta ocasión los pacientes con lesiones hemorrágicas también tardan menos, los de “HEMO” 1:55h. y los de “HSA” 1:45h. En el caso de los del código activado son todas las duraciones muy bajas (alrededor de 0:30h.) y muy parecidas. En el tiempo de espera para el ingreso destacar que tardan mucho los pacientes etiquetados como “OTROS” (2:15h.), para el código activado vemos que también tardan mucho menos en ser ingresado los pacientes con “HEMO”, estos tardan 0:58h., mientras que los demás unas 1:40h., también tardan muy poco los “OTROS” (1:04h.),

Para los tiempos de ingreso se aprecian también diferencias significativas, los pacientes que más tiempo están ingresados son con diferencia los de “HEMO”, de media unos 4 días y 2 horas, por otra parte, los que menos tiempo están ingresados son “OTROS” con una media de 2 días y 19 horas, se puede ver como no hay diferencias entre aquellos que tienen el código activado y los que no. Ahora vamos a analizar en detalle las cosas más llamativas que hemos visto hasta ahora. Vamos a analizar la enorme desviación que obteníamos en los tiempos de PreNeuro para el código activado.

En la sección del análisis de “Código Ictus” ya veíamos la distribución peculiar que tenían los datos de PreNeuro, y podíamos ver como el conjunto de pacientes que tenían estos tiempos tan elevados tenían curiosamente la mayoría el código activado. Al haber dividido ambos grupos y haber representado la distribución de cada uno por separado vemos como estos pacientes con las duraciones anómalas son bastantes y alteran los resultados de los parámetros estadísticos temporales, dichos pacientes no se ve que tengan una clasificación en función del diagnóstico, sospechamos que estos valores se deben a que son atendidos después de un día festivo ya que se agrupan alrededor de las 22 h.



Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Como el diagnóstico más peculiar ha sido el de “HEMO” (en general las lesiones hemorrágicas se aprecia como siguen pautas distintas a los isquémicos) vamos a mostrar algunos de estos resultados más significativos:

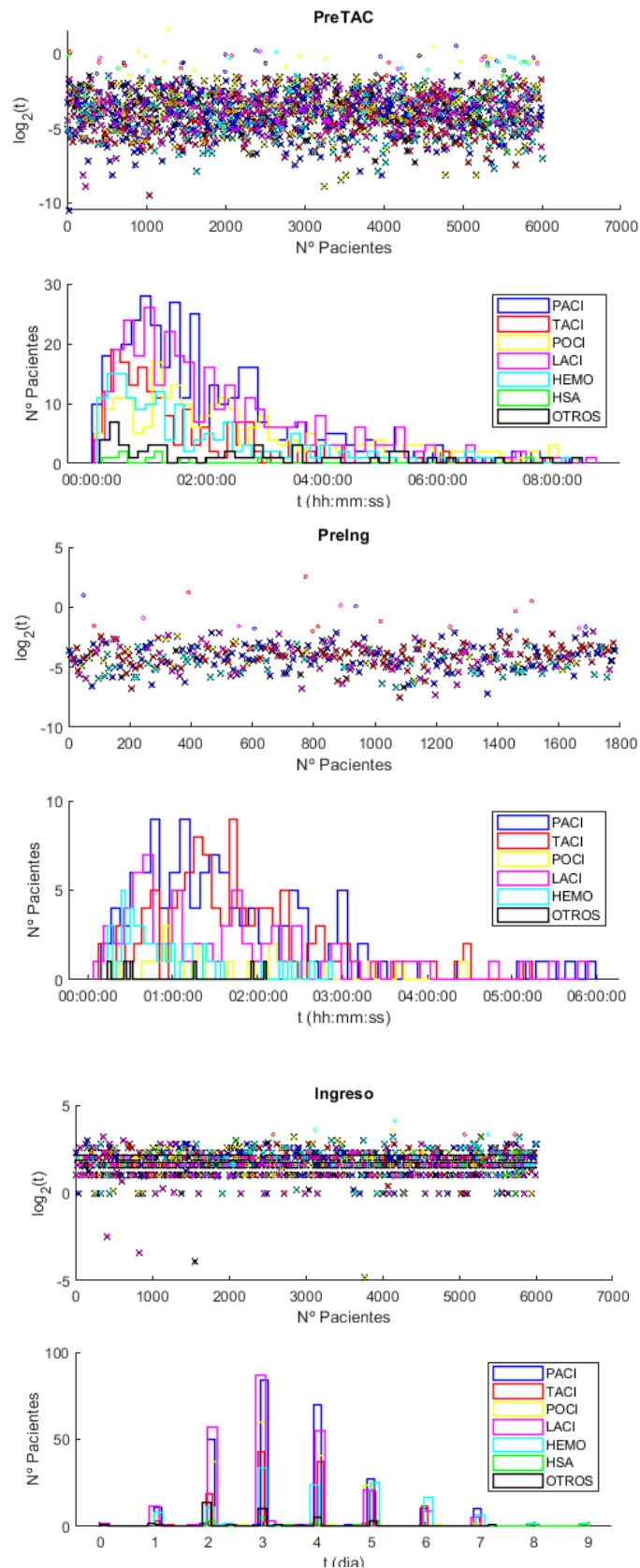


Figura 35. Distribución de los tiempos de espera en función del diagnóstico clínico

7.4.5 Ictus despertar

El 20% de los ictus ocurren mientras el paciente duerme. Este tipo especial se produce de forma abrupta. La persona se va a dormir y por la noche, sin que se dé cuenta, se le obstruye una arteria. La persona que sufre un ictus mientras duerme no suele recibir el tratamiento trombolítico, el cual ayuda a prevenir la discapacidad, como el paciente está durmiendo cuando una arteria se obstruye, no contamos con información básica de cuál es el momento exacto en el que ocurre. Ese dato es importante porque nos permite tratar al enfermo de acuerdo al tiempo transcurrido. El tratamiento trombolítico debe administrarse antes de las 4 y 5 horas del inicio de los síntomas. Este tipo de ictus es bastante difícil de tratar y manejar, afortunadamente, las imágenes permiten observar y estimar al tiempo exacto en que empezó el ACV para ver si se puede tratar o no. Lo más habitual es realizar una resonancia magnética, especialmente de alto campo, más sencillo y de respuesta más directa, y la tomografía computada especial, que se llama tomografía con perfusión, en la que se ve si entra o no la sangre a ese sector del cerebro. Esos son los dos estudios necesarios para trabajar el ictus del despertar.

Generalmente los síntomas que muestran este tipo de pacientes se caracterizan por, excitación al despertarse, confusión, le cuesta hablar o no entiende lo que se le dice. Tiene "signos de foco", como puede ser tener desviada la mitad de la cara o que le falte fuerza en la mitad del cuerpo o tiene adormecida la mitad del cuerpo. Esos son los síntomas más comunes. Si el enfermo puede hablar, es probable que no pueda ver de un ojo.

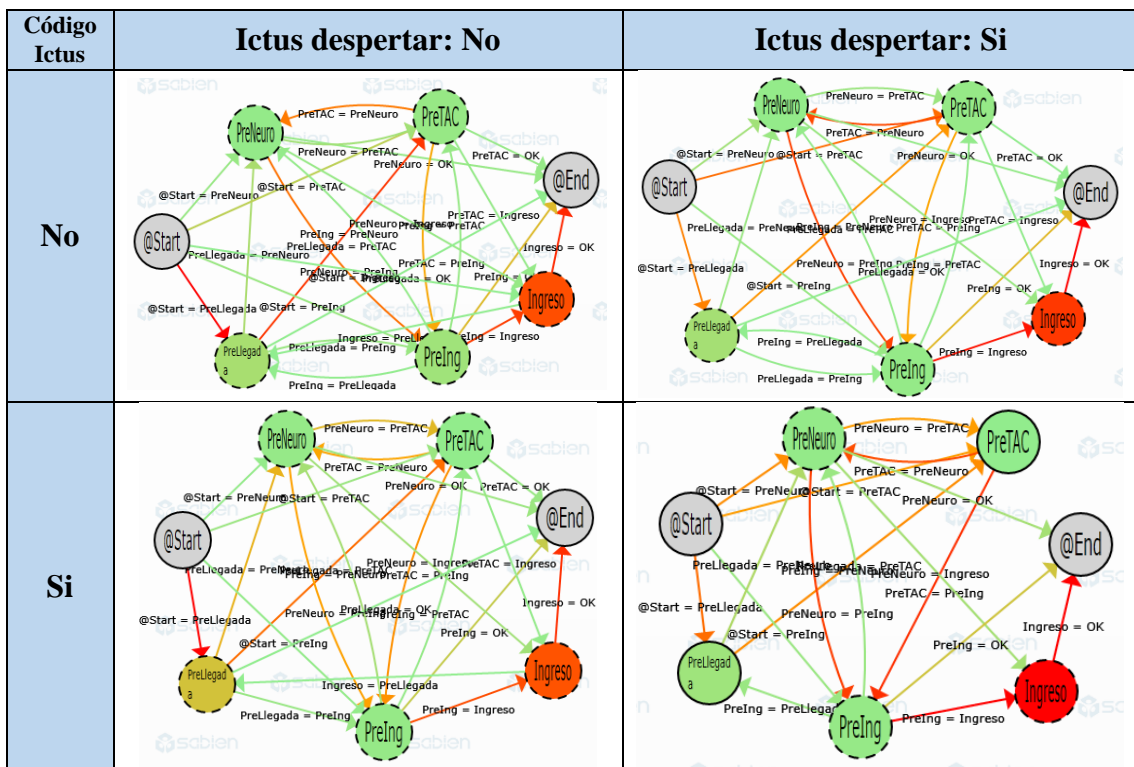


Figura 36. Flujo seguido por los pacientes en función de Ictus Despertar.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Código Ictus: No											
Origen		Destino				Origen		Destino			
Ict. Desp.		No		Si		Ict. Desp.		No		Si	
Start	Pre-Llegada	928	77.2%	153	43.3%	Pre-Neuro	Pre-TAC	79	10.5%	14	6%
	Pre-Neuro	36	2.9%	21	5.9%		Pre-Ing	609	81.4%	201	86.2%
	Pre-TAC	189	15.7%	169	47.8%		Ingreso	30	4%	12	5.1%
	Pre-Ing	44	3.6%	10	2.8%		End	30	4%	6	2.6%
Pre-Llegada	Pre-Neuro	112	11.9%	12	7.8%	Pre-TAC	Pre-Neuro	583	54.3%	195	60.2%
	Pre-TAC	775	82.8%	137	88.9%		Pre-Ing	438	40.8%	124	38.3%
	Pre-Ing	45	4.8%	4	2.6%		Ingreso	25	2.3%	3	0.9%
Ingreso	Pre-Llegada	1	0.1%	-	-		End	27	2.5%	2	0.6%
	End	814	99.8%	252	100%	Pre-Ing	Pre-Llegada	7	0.6%	1	0.3%
					Pre-Neuro		17	1.5%	5	1.5%	
					Pre-TAC		30	2.6%	4	1.17%	
					Ingreso		756	66.6%	237	69.9%	
					End		326	28.7%	92	27.2%	

Código Ictus: Si											
Origen		Destino				Origen		Destino			
Ict. Desp.		No		Si		Ict. Desp.		No		Si	
Start	Pre-Llegada	349	92.5%	14	36.8%	Pre-Neuro	Pre-TAC	116	36.5%	11	34.3%
	Pre-Neuro	6	1.6%	12	31.5%		Pre-Ing	159	50%	17	53.1%
	Pre-TAC	16	4.3%	11	28.9%		Ingreso	26	8.1%	2	6.2%
	Pre-Ing	6	1.6%	1	2.6%		End	17	5.3%	2	6.2%
Pre-Llegada	Pre-Neuro	127	36.2%	3	20%	Pre-TAC	Pre-Neuro	154	44.1%	16	47%
	Pre-TAC	209	59.5%	12	80%		Pre-Ing	176	50.4%	18	52.9%
	Pre-Ing	13	3.7%	-	-		Ingreso	6	1.7%	-	-
Ingreso	Pre-Llegada	2	0.7%	-	-		End	13	3.7%	-	-
	End	270	99.3%	30	100%	Pre-Ing	Pre-Llegada	-	-	1	2.7%
					Pre-Neuro		31	8.7%	1	2.7%	
					Pre-TAC		8	2.2%	-	-	
					Ingreso		240	67.8%	28	77.7%	
					End		75	21.2%	6	16.6%	

A partir de los resultados se obtienen conclusiones interesantes, atendiendo a las necesidades de los pacientes que tienen el ictus durante la noche sabemos que con el objetivo de conocer cuánto tiempo a transcurrido desde el inicio de los síntomas se realizan pruebas de imagen como el TAC, por tanto podemos ver como para estos pacientes directamente el flujo empieza con la realización del TAC, en cambio se registran muchas menos llegadas a Urgencias ya que no pasan por ahí (o al menos no se les registra). Si comparamos además entre los pacientes con el código ictus activado y los que no, vemos como los primeros aún se nota más la diferencia y el porcentaje que va directamente al TAC es aún mayor, aunque en este caso vemos también los resultados que obteníamos con el análisis del Código Ictus, los pacientes que lo tienen activado el porcentaje que va directamente al neurólogo es más alto, por el contrario los que registran la llegada es aún menor que para los del código no activado.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Para aquellos que si registran la llegada vemos que también van con más frecuencia al TAC los nocturnos, además observamos que estos pacientes tienen más probabilidades de ser ingresados que los diurnos. En definitiva, seguimos viendo como a los pacientes con el código activado se les da un trato más específico que a los otros, los pacientes a los cuales no se les aplica el código tienen un problema en cuanto a su tratamiento, es por ello que es de vital importancia acudir al centro hospitalario ante el más mínimo síntoma de accidente cerebrovascular y poder ser posible aplicar dicho código. Vamos a analizar ahora las duraciones de los nodos que más nos han llamado la atención atendiendo a las características mostradas con los flujos anteriores.

Ictus despertar											
		PreLlegada		PreNeuro		PreTAC		PreIng		Ingreso	
	N	1381		1230		1687		1803		1222	
	Formato	hh:mm		hh:mm		hh:mm		hh:mm		dd:hh:mm	
	Código	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si
No	Media	05:06	01:33	01:50	01:43	02:09	00:29	01:45	01:36	03.11.01	03.18.01
	Desv.	05:39	01:12	05:39	01:12	01:48	00:22	01:46	01:06	01.10.01	01.12.01
	Mediana	02:46	01:10	01:27	00:19	01:35	00:24	01:05	01:22	03.00.01	03.03.01
Si	Media	09:57	03:44	02:00	00:42	02:04	00:34	01:43	01:33	03.15.01	03.21.01
	Desv.	05:48	03:09	05:48	03:09	01:41	00:28	01:42	01:16	01.10.01	01.12.01
	Mediana	10:15	03:19	01:40	00:36	01:32	00:28	01:04	01:10	03.00.01	04.00.01

Como es lógico, los pacientes que tienen el ictus por la noche tardan mucho más en llegar a Urgencias desde el inicio de los síntomas, con el código ictus se hacen más pequeñas estas diferencias, podemos ver como estos pacientes están en el límite de aceptación para poder aplicar el código. No se observan diferencias entre los demás tiempos con respecto al ictus despertar, lo cual también se puede interpretar como resultado, ambos tipos de pacientes tienen el mismo trato. A continuación, mostramos algunos de los resultados más llamativos, hay que tener en cuenta el porcentaje que suponen cada grupo para tener en cuenta la significancia estadística de los mismos.



Código ictus	
No	Si
1894	398
82.6%	17.3%

Figura 37. Clasificación de los pacientes en función de Ictus Despertar.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

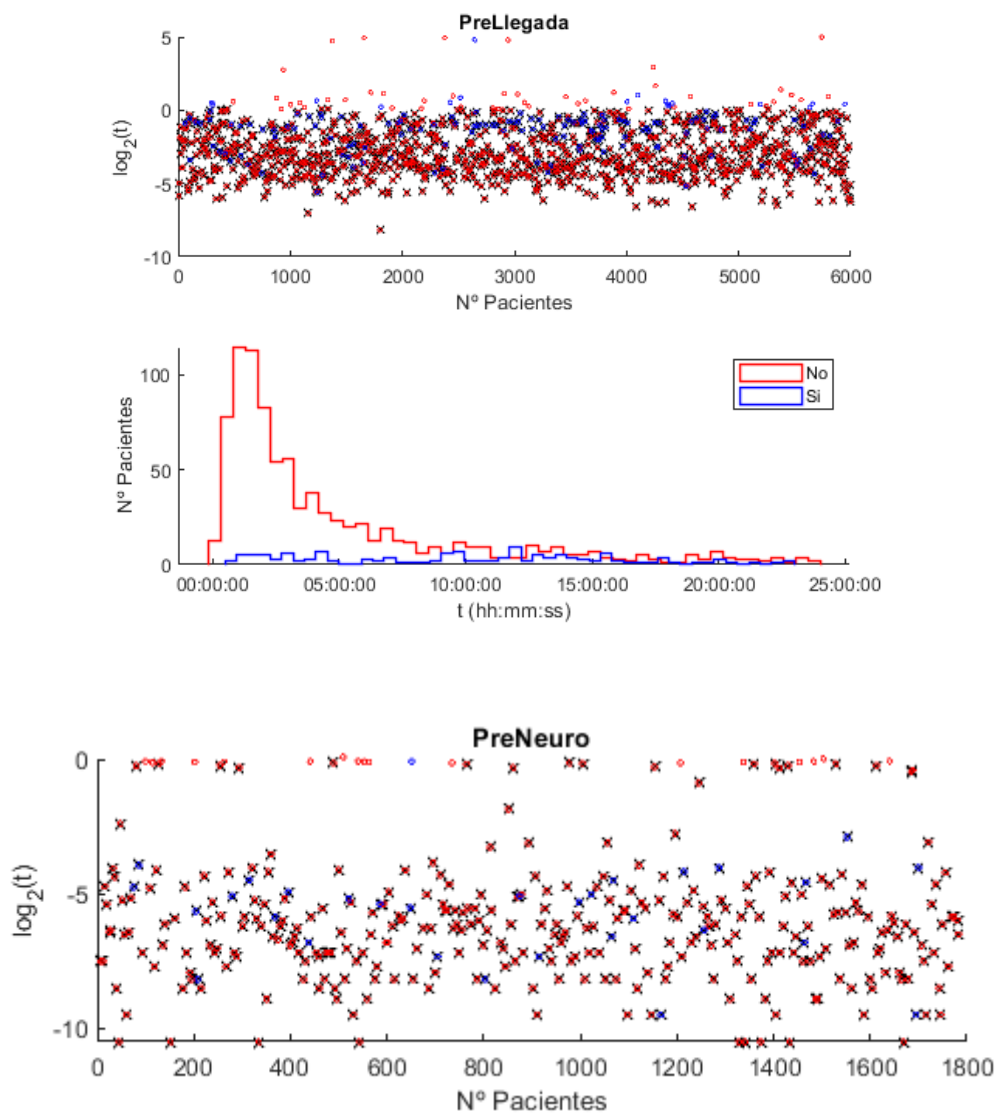


Figura 38. Distribución de los tiempos de espera más relevantes en función de Ictus Despertar.

Para la “PreLlegada” la mayoría de los casos que suceden con duraciones excesivamente largas (a partir de 9 horas) son la mayoría ictus nocturnos. Los pacientes que muestran valores elevados de tiempos de espera para la consulta con el neurólogo son casi todos ocurridos durante el día, ya sabemos que tienen el código activado y además que no suceden por la noche. Destacar que por una parte hemos obtenido los tiempos de PreLlegada mas bajos (Código ictus activado), y por otra parte, aquellos que son mas altos (ictus que ocurren por la noche), los campos elegidos para obtener los resultados no son elegidos al azar.

8 DISCUSION

Una de las ventajas que tiene la herramienta que hemos utilizado (PALIA) es el poder comparar rápidamente los colores entre los nodos y saber en un vistazo el porcentaje del tiempo total que supone cada nodo, en nuestro caso los tiempos de espera están en el rango de horas o minutos, pero el tiempo de ingreso son días, utilizando la opción de saturar los flujos para destacar las pequeñas variaciones las flechas también se saturaban y no nos permitían comparar los flujos entre subgrupos, frente a esta limitación se ha tenido que realizar un análisis de las duraciones. Dicho análisis se hubiera hecho de todas formas ya que hace falta un estudio cuantitativo para ver adecuadamente las diferencias, pero en el caso de tener muchos subgrupos como ocurría con el diagnóstico clínico, se hubiera mostrado cada subgrupo en un nodo diferente, y así poder detectar en un solo vistazo las diferencias más significativas.

Por otra parte tenemos la limitación de los registros erróneos, tal y como demostramos en el apartado “7.3.1 Análisis topológico” a medida que aumentan el número de nodos por paciente, los tiempos de espera van disminuyendo en intervalos muy similares, estas diferencias aún son más grandes en el caso del nodo “PreIng”, este es el que más nodos tiene por delante suyo, con lo cual, al haber una diferencia tan grande queda claro que hay eventos que no se han registrado, no podemos cuantificar que error supone introducir estos registros erróneos en el conjunto de análisis ya que no podemos identificar cuáles son dichos pacientes, pero al menos si hemos detectado que existen errores. Como es evidente, a pesar de realizar un preprocesado de los datos eliminando las duraciones exageradamente altas, tener en cuenta estos casos introduce ruido en los resultados. Además, hay muchos casos en los cuales se introduce la fecha, pero no la hora o viceversa, quedando totalmente inutilizable, ya que no es un resultado exacto si no se dispone de ambos valores, en este caso queda claro que si son errores de registro por parte del personal encargado.

Tal y como explicamos en el apartado “7.3.3 Análisis temporal del Código Ictus”, realizar un análisis teniendo en cuenta largos periodos de tiempo tiene desventajas, veíamos que a lo largo del tiempo los flujos han ido variando, obteniendo cada vez menores tiempos de espera, al haber obtenido los resultados de las distintas clasificaciones de un periodo de tiempo tan largo, no hemos obtenido los resultados exactos de lo que realmente hoy en día está ocurriendo, aunque igualmente se puede considerar como significativos los resultados obtenidos. De cara a poder aprovechar las herramientas utilizadas en este trabajo y mejorar los resultados obtenidos para la gestión de la Unidad de Ictus, sería necesario introducir en los equipos de gestión personal capaz de desarrollar, modelar e interpretar resultados a partir de datos actuales, tal y como se explica en la metodología de “Reconocimiento de patrones interactiva”, la mejora de las guías clínicas pasa por tener en cuenta tanto la literatura científica como los outputs de la práctica diaria.

9 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo se ha mostrado aquellos resultados más importantes, tratando de enfocarlo como un proceso de mejora continua, a modo de resumen se muestra cuáles han sido estas conclusiones:

En el análisis topológico se ha descubierto y demostrado cuantitativamente que hay errores en los datos, faltan registros, esto se debe a que a medida que aumentan el número de nodos por paciente los tiempos de espera disminuyen progresivamente, y en especial esta diferencia es más notable en el nodo “PreIng”, al tener este más nodos por delante de él que ningún otro nodo. Para no interferir en los resultados se ha decidido eliminar los pacientes con un único nodo de los análisis temporales de las duraciones (no del análisis de los flujos), de esta forma se elimina “ruido” de los siguientes resultados.

“Código Ictus” ha sido la variable que más variabilidad ha representado, en resumen, aquellos que tienen el Código activado tienen un flujo cuyo objetivo principal es tratar de diagnosticar cuanto antes al paciente y darle el tratamiento más adecuado lo más rápidamente posible, el flujo que sigue la mayoría de pacientes es: TAC-neurólogo-ingreso, mientras que los que tienen el código activado también van del neurólogo al TAC, además, tardan mucho menos en llegar a Urgencias desde el inicio de los síntomas, esto se debe a que si un paciente tarda más de 3:30 horas en llegar a Urgencias no se puede aplicar el Código, además tienen tiempos de espera mucho más pequeños, con respecto a los días de ingreso en la Unidad no se aprecian diferencias. A partir de ahora se van a tener en cuenta estas grandes diferencias para los sucesivos análisis.

En el análisis de los datos se ha observado como a lo largo de los años han ido bajando los tiempos de espera, analizando la evolución que han tenido los flujos de los pacientes en función de la activación del Código, se ha obtenido que efectivamente hay cambios significativos, sobre todo para los pacientes con el Código activado, desde la consulta con el neurólogo cada vez se va más directamente al TAC, por tanto, el camino contrario es cada vez menos frecuente. Por otra parte, posteriormente al neurólogo está disminuyendo el número de ingresos, aumentando así el número de ingresos tras haber realizado el TAC. En definitiva, se sigue observando como los pacientes con el Código activado siguen un flujo mucho más específico que los otros pacientes, al no haber detectado diferencias significativas en estos últimos a lo largo del tiempo.

En función del diagnóstico clínico se ha obtenido como el paso del TAC al neurólogo para los “TACI” sin el código activado es mayor que para el resto, en cambio los de “HSA” son los que menos van del TAC al neurólogo. Con el código activado los que van con mayor frecuencia del neurólogo a TAC son los “LACI” también son los que menos realizan el trayecto contrario. Con respecto a las duraciones, los pacientes con “LACI”

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

sin el código activado tardan en llegar a Urgencias mucho más que el resto, los que tienen el código activado tardan todos bastante menos tal y como se ha obtenido en apartados anteriores. En el tiempo de espera de los pacientes con el código sin activar para la consulta con el neurólogo, lo más llamativo es el poco tiempo que tardan los pacientes con las lesiones hemorrágicas “HEMO”. Lo más llamativo en el tiempo de espera para la realización del TAC es lo mucho que tardan los pacientes con “POCI”, en cambio en esta ocasión los pacientes con lesiones hemorrágicas también tardan menos. En el caso de los pacientes con el código activado son todas las duraciones muy bajas y muy parecidas. En el tiempo de espera para el ingreso destacar que tardan mucho los pacientes etiquetados como “OTROS”, para el código activado vemos que también tardan mucho menos en ser ingresados los pacientes con “HEMO”. Se observa que claramente entre los pacientes isquémicos y los hemorrágicos hay diferencias en cuanto a su diagnóstico y posibles tratamientos. Para los tiempos de ingreso se aprecian también diferencias significativas, los pacientes que más tiempo están ingresados son con diferencia los de “HEMO”, los que menos tiempo están ingresados son “OTROS”.

Con respecto a si el ictus se produce por la noche o por el día también se han obtenido diferencias importantes, atendiendo a las necesidades de los pacientes que tienen el ictus durante la noche, se sabe que con el objetivo de conocer cuánto tiempo a transcurrido desde el inicio de los síntomas se realizan pruebas de imagen como el TAC, por tanto se puede ver como para estos pacientes directamente el flujo empieza con la realización del TAC, en cambio se registran muchas menos llegadas a Urgencias ya que no pasan por ahí (o al menos no se les registra). Si comparamos además entre los pacientes con el código ictus activado y los que no, se ve como los primeros aún se nota más la diferencia y el porcentaje que va directamente al TAC es aún mayor, aunque en este caso vemos también los resultados que obteníamos con el análisis del Código Ictus, entre los pacientes que lo tienen activado, el porcentaje que va directamente al neurólogo es más alto, por el contrario los que registran la llegada es aún menor que para los del código sin activar. Para aquellos nocturnos que si registran la llegada vemos que también van con más frecuencia al TAC, además observamos que estos pacientes tienen más probabilidades de ser ingresados que los diurnos. En definitiva, seguimos viendo como a los pacientes con el código activado se les da un trato más específico que a los otros, los pacientes a los cuales no se les aplica el código tienen un problema en cuanto a su tratamiento, es por ello que es de vital importancia acudir al centro hospitalario ante el más mínimo síntoma de accidente cerebrovascular, y que se pueda aplicar dicho código. Como es lógico, los pacientes que tienen el ictus por la noche tardan mucho más en llegar a Urgencias desde el inicio de los síntomas, con el código ictus se hacen más pequeñas estas diferencias, podemos ver como estos pacientes están en el límite de aceptación para poder aplicar el código. No se observan diferencias entre los demás tiempos con respecto al ictus despertar, lo cual también se puede interpretar como resultado, ambos tipos de pacientes tienen el mismo trato. El conjunto de pacientes que tienen tiempos de “PreNeuro” alrededor de un día también hemos obtenido que casi todos se producen durante el día, por tanto, ya sabemos que tienen el código activado y además que no suceden por la noche.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

En este trabajo, hemos tratado de obtener información útil para la mejora en la gestión de la Unidad de Ictus del CHGUV, se han presentado solo algunas de las conclusiones más importantes obtenidas, ya que a partir de los datos se puede realizar multitud de análisis y extraer información realmente útil (a pesar de los problemas que esos datos tienen como se explica en el apartado anterior). Cada uno de los apartados que se ha mostrado en “7. Resultados” podría haber sido el inicio de un trabajo a parte, al poder analizarlo desde distintos puntos de vista, en cambio hemos decidido descubrir el máximo de variabilidad posible entre subgrupos y a partir de estos resultados que trabajos futuros traten de obtener conclusiones más precisas, este trabajo ha sido solo una de las partes de la metodología de Reconocimiento Interactivo de Patrones, seguir investigando a partir de los resultados obtenidos es fundamental para conseguir resultados reales en la creación de nuevas guías clínicas. Por ejemplo, no queda claro a que se deben el conjunto de pacientes que tienen un tiempo de “PreNeuro” de aproximadamente 1 día, a pesar de conocer que la mayoría tienen el Código activado y se producen durante el día. Tampoco se ha explicado por exceso de resultados como varia el flujo de pacientes por la noche, al haber detectado que por la noche los tiempos de espera la consulta con el neurólogo aumentan y los del TAC disminuyen. Realizar una comparación entre los flujos realizados los fines de semana y el resto de días también puede aportar resultados interesantes, todos estos análisis pueden formar parte de trabajos futuros.

Queda clara la necesidad de incorporar estas nuevas tecnologías, así como personal capaz de manejarlas en los equipos de gestión hospitalarios. La mejora en la efectividad y eficiencia de estos procesos pasa por incorporar equipos multidisciplinares capaces de poder comunicarse entre ellos y obtener de esta forma mejores resultados.

10. REFERENCIAS

- [1] Estado del Bienestar. Futuro y amenazas. [Internet]. Gazte Abertzaleak. 2018 [cited 28 August 2018]. Available from: <https://www.gazteabertzaleak.eus/es/estado-del-bienestar-futuro-y-amenazas>.
- [2] Pino, E., & Lara, M. (2013). *Los Estados De Bienestar En La Encrucijada*. Madrid Tecnos.
- [3] Kummervold, P.E.; Chronaki, C.E.; Lausen, B.; Prokosch, H.U.; Rasmussen, J.; Santana, S.; Staniszewski, A.; Wangberg, S.C. eHealth trends in Europe 2005–2007: A population-based survey. *J. Med. Int. Res.* 2008, 10, e42, doi:10.2196/jmir.1023.
- [4] Powell, J.; Inglis, N.; Ronnie, J.; Large, S. The characteristics and motivations of online health information seekers: Cross-sectional survey and qualitative interview study. *J. Med. Int. Res.* 2011, 13, e20, doi:10.2196/jmir.1600.
- [5] Hughes, B.; Joshi, I.; Lemonde, H.; Wareham, J. Junior physician's use of Web 2.0 for information seeking and medical education: A qualitative study. *Int. J. Med. Inf.* 2009, 78, 645–655.
- [6] Straus, S.E.; Richardson, W.S.; Glasziou, P.; Haynes, R.B. *Evidence-Based Medicine: How to Practice and Teach EBM*, 3rd ed.; Churchill Livingstone: London, UK, 2005.
- [7] Aparici-Tortajada, L., Traver, V., Carvalho, P., Bianchi, A., and Fernandez-Llatas C. (2018). Flow differences between patients with and without Stroke code activation with Process Mining discovery and enhancement.
- [8] Fernandez-Llatas, C., F. Pileggi, S., Traver, V., & Benedi, J. (2011). Timed Parallel Automaton: A Mathematical Tool for Defining Highly Expressive Formal Workflows. *Fifth Asia Modelling Symposium*.
- [9] Fernández-Llatas, C., & García-Gómez, J. (2015). *Data mining in clinical medicine*. Totowa, N.J.: Humana Press.
- [19] [Internet]. Paliasuite.webs.upv.es. 2018 [cited 28 August 2018]. Available from: <http://paliasuite.webs.upv.es/help.html>.
- [20] Fernández-Llatas, C., Meneu, T., Traver, V., and Benedi, J. (2013). Applying Evidence-Based Medicine in Telehealth: An Interactive Pattern Recognition Approximation.
- [21] Sackett, D.L.; Rosenberg, W.M.C.; Gray, M.J.A.; Haynes, B.R.; Richardson, S.W. Evidence based medicine: What it is and what it isn't. *BMJ* 1996, 312, 71–72.
- [22] Grol, R.; Grimshaw, J. From best evidence to best practice: Effective implementation of change in patients' care. *Lancet* 2003, 362, 1225–1230.
- [23] Cosby, J.L. Improving patient care: The implementation of change in clinical practice. *Qual. Saf. Health Care* 2006, 15, 447, doi:10.1136/qshc.2005.016824.
- [24] Duda, R.O.; Hart, P.E.; Stork, D.G. *Pattern Classification*, 2nd ed.; John Wiley and Sons: New York, NY, USA, 2001.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

[25] Rojas, E., Sepúlveda, M., Muñoz-Gama, J., Capurro D., Traver, V. and Fernandez-Llatas, C., (2017). Question-Driven Methodology for Analyzing Emergency Room Processes Using Process Mining.

[26] Press E. ¿Qué es un ictus? | Enfermedades neurológicas | Infosalus [Internet]. Infosalus.com. 2018 [cited 28 August 2018]. Available from: <http://www.infosalus.com/enfermedades/neurologia/ictus/que-es-ictus-29.html>.

[27] Clasificación de los ictus isquémicos | NeuroWikia [Internet]. Neurowikia.es. 2018 [cited 29 August 2018]. Available from: <http://www.neurowikia.es/content/clasificaci%C3%B3n-de-los-ictus-isqu%C3%A9micos>.

[28] TN.com.ar E. El ACV del despertar: ¿qué pasa cuando nos sorprende de noche? - TN.com.ar [Internet]. Todo Noticias. 2018 [cited 29 August 2018]. Available from: https://tn.com.ar/salud/actitud/el-acv-del-despertar-que-pasa-cuando-nos-sorprende-de-noche_645778

[29] Mares, Marta, 2017, APLICACIÓN EN UN HOSPITAL DEL ANÁLISIS DE PROCESOS SANITARIOS HACIENDO USO DE TECNOLOGÍAS DE MINERÍA DE PROCESOS.



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA**

ANEXO

**ANÁLISIS DEL FLUJO DE PACIENTES CON ICTUS
EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL
GENERAL DE VALENCIA MEDIANTE EL USO DE
TECNOLOGÍAS DE MINERÍA DE PROCESOS**

Antonio Fuster Chisvert



**CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA**

Antonio Fuster Chisvert

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Para pasar de eventos a nodos vamos a necesitar aplicar un preprocesado, la información que realmente nos interesa desde el punto de vista temporal es el tiempo que transcurre entre la realización de cada evento, el código que corresponde a dicho preprocesado se divide en diferentes módulos:

- Código

En primer lugar, cargamos los datos y creamos un evento comodín el cual únicamente nos va a servir como sustituto en caso de que un evento no exista, es necesario ya que, no vamos a poder almacenar en una matriz filas de distintos tamaños, también especificamos el número de la columna correspondiente a la clasificación que nos interese analizar, en este caso el “45” corresponde a la Escala de Rankin.

```
% Cargamos datos
[text , ~ , ~] = xlsread('Ingresos ICTUS 2010-2017_anon.csv');
[~ , text2 , ~] = xlsread('Ingresos ICTUS 2010-2017_anon.csv');

% Comodín
fecha = cellstr(text2(4,24));
hora = datestr(text(3,25), 'HH:MM');
moment = cellstr(strcat(fecha,{'T'},hora));
B = datetime(moment, 'InputFormat', 'dd/MM/yyyy' 'T' 'HH:mm');

% Clasificación de interés
label = 45;
```

Como solo disponemos de la hora de la consulta con el neurólogo y la de realización del TAC necesitamos obtener la fecha de ambas para poder aplicar correctamente la minería de procesos. Asumimos que ambos eventos se realizan el mismo día de llegada a urgencias o al día siguiente, si las horas del neurólogo y/o del TAC son menores que la hora de llegada a urgencias vamos a asignar el evento al día siguiente de la llegada, en cambio, si son superiores alguna de las dos horas habrán sido realizadas el mismo día de llegada.

```
n = 1;
for i = 2:length(text)

    % Fecha de consulta al neurólogo
    if ((-1)*(isempty(text(i-1,14))) + 1) & ((-1)*(isempty(text(i-1,17))) + 1)
        if text(i-1,17)>text(i-1,14)
            fechaneuro = cellstr(text2(i,13));
        else
            fechl = cellstr(text2(i,13));
            prov = datetime(fechl, 'InputFormat', 'dd/MM/yyyy');
            num_fech = datenum(prov) + 1;
            fechaneuro = cellstr(datestr(num_fech));
        end
    else
```

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

```
        fechaneuro = cellstr('');
    end

    % Fecha realización del TAC
    if ((-1)*(isempty(text(i-1,14))) + 1) & ((-1)*(isempty(text(i-
1,18)))) + 1)
        if text(i-1,18)>text(i-1,14)
            fechaTAC = cellstr(text2(i,13));
        else
            fech1 = cellstr(text2(i,13));
            prov = datetime(fech1,'InputFormat','dd/MM/yyyy');
            num_fech = datenum(prov) + 1;
            fechaTAC = cellstr(datestr(num_fech));
        end
    else
        fechaTAC = cellstr('');
    end
end
```

A continuación, en caso de tener todos los datos correctos vamos a construir los eventos, que sean correctos los datos viene condicionado por:

- Que exista la hora y fecha de realización
- Tanto en la hora como en la fecha no puede haber 'No' o 'Si' u otras variantes

En el caso de que no se cumpla alguna de las condiciones anteriores asignaremos el comodín (B) al evento, los eventos los obtenemos en su formato "fecha" pero también en el numérico para poder ordenarlos posteriormente. En el apartado del análisis de los datos nos centraremos en detectar y eliminar los posibles outliers

```
% Inicio sintomas
if text(i-1,25)>0 & ((-1)*(isempty(text2(i,24))) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(text2(i,24)),'No')) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(text2(i,24)),'Si')) + 1)

    fecha = cellstr(text2(i,24));
    hora = datestr(text(i-1,25),'HH:MM');
    moment = cellstr(strcat(fecha,{' '},hora));
    inicio = datetime(moment,'InputFormat','dd/MM/yyyy' 'HH:mm');
    num_inicio = datenum(inicio);
else num_inicio = 1;
    inicio = B;
end

% Llegada a urgencias
if text(i-1,14)>0 & ((-1)*(isempty(text2(i,13))) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(text2(i,13)),'No')) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(text2(i,13)),'Si')) + 1)

    fecha = cellstr(text2(i,13));
    hora = datestr(text(i-1,14),'HH:MM');
    moment = cellstr(strcat(fecha,{' '},hora));
    llegada = datetime(moment,'InputFormat','dd/MM/yyyy' 'HH:mm');
    num_llegada = datenum(llegada);
else num_llegada = 1;
    llegada = B;
end
```

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

```
% Consulta al neurólogo
if text(i-1,17)>0 & ((-1)*(isempty(char(fechaneuro))) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(fechaneuro), 'No')) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(fechaneuro), 'Si')) + 1)

    fecha = cellstr(fechaneuro);
    hora = datestr(text(i-1,17), 'HH:MM');
    moment = cellstr(strcat(fecha,{' '},hora));
    neuro = datetime(moment, 'InputFormat', 'dd/MM/yyyy' ' ' 'HH:mm');
    num_neuro = datenum(neuro);
else num_neuro = 1;
    neuro = B;
end

% Realización TAC
if text(i-1,18)>0 & ((-1)*(isempty(char(fechaTAC))) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(fechaTAC), 'No')) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(fechaTAC), 'Si')) + 1)

    fecha = cellstr(fechaTAC);
    hora = datestr(text(i-1,18), 'HH:MM');
    moment = cellstr(strcat(fecha,{' '},hora));
    TAC = datetime(moment, 'InputFormat', 'dd/MM/yyyy' ' ' 'HH:mm');
    num_TAC = datenum(TAC);
else num_TAC = 1;
    TAC = B;
end

% Ingreso
if text(i-1,16)>0 & ((-1)*(isempty(text2{i,15})) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(text2(i,15)), 'No')) + 1) &
((-1)*(strcmp(char(text2(i,15)), 'Si')) + 1)

    fecha = cellstr(text2(i,15));
    hora = datestr(text(i-1,16), 'HH:MM');
    moment = cellstr(strcat(fecha,{' '},hora));
    ing = datetime(moment, 'InputFormat', 'dd/MM/yyyy' ' ' 'HH:mm');
    num_ing = datenum(ing);
else num_ing = 1;
    ing = B;
end

% Salida del ingreso
if text(i-1,16)>0 & ((-1)*(isempty(text2{i,15})) + 1) & ((-
1)*(strcmp(char(text2(i,15)), 'No')) + 1) & ((-
1)*(strcmp(char(text2(i,15)), 'Si')) + 1) & text(i-1,3)>0

    fecha = cellstr(text2(i,15));
    hora = datestr(text(i-1,16), 'HH:MM');
    moment = cellstr(strcat(fecha,{' '},hora));
    prov = datetime(moment, 'InputFormat', 'dd/MM/yyyy' ' ' 'HH:mm');
    num_ingreso = datenum(prov) + text(i-1,3);
    ingreso = datestr(num_ingreso);
else num_ingreso = 1;
    ingreso = B;
end
```


Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

Agrupamos todos los eventos en ambos formatos, como la aplicación PALIA necesita presentarle los eventos ordenados temporalmente vamos a utilizar el formato numérico para obtener la posición que ocupa cada evento dentro de su posición original ordenadamente, además vamos a eliminar los comodines para tener finalmente las posiciones de interés (pos_int)

```
% Agrupamos eventos
momento = [inicio llegada neuro TAC ing ingreso];
num = [num_inicio num_llegada num_neuro num_TAC num_ing
num_ingreso];

% Ordenamos temporalmente
[orden,pos] = sort(num);

% Eliminamos los comodines
s = 1;
for j = 1:length(num)
    if orden(j) > 1.5
        pos_int(s) = pos(j);
        s = s + 1;
    else
        end
end
```

El gran interés de aplicar la minería de procesos está en analizar las duraciones entre los eventos y detectar diferencias en el flujo de pacientes entre dichas duraciones. Por tanto, a cada registro que vamos a crear vamos a asignarle: inicio, fin, estado (nombre del nodo), etiqueta (variable de clasificación a analizar) y un identificador único para las distintas duraciones de un mismo paciente. Para ello utilizaremos las posiciones de interés ordenadas (obtenidas anteriormente a partir de la agrupación de todos los eventos).

```
% Obtenemos duraciones
if s>1

    for p = 1:(length(pos_int)-1)
        ini(n) = cellstr(momento(pos_int(p)));

% PreLlegada

if pos_int(p+1) == 2

fin(n) = cellstr(momento(pos_int(p+1)));
ID(n) = i;
estado(n) = cellstr('PreLlegada');
tipo(n) = text2(i,label);
dur_PreLlegada(n) = num(pos_int(p+1)) - num(pos_int(p));
n = n + 1;
end

% PreNeuro

if pos_int(p+1) == 3
```

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

```
fin(n) = cellstr(momento(pos_int(p+1)));
ID(n) = i;
estado(n) = cellstr('PreNeuro');
tipo(n) = text2(i,label);
dur_PreNeuro(n) = num(pos_int(p+1)) - num(pos_int(p));
n = n + 1;
end

% PreTAC

if pos_int(p+1) == 4

fin(n) = cellstr(momento(pos_int(p+1)));
ID(n) = i;
estado(n) = cellstr('PreTAC');
tipo(n) = text2(i,label);
dur_PreTAC(n) = num(pos_int(p+1)) - num(pos_int(p));
n = n + 1;
end

% PreIng

if pos_int(p+1) == 5

fin(n) = cellstr(momento(pos_int(p+1)));
ID(n) = i;
estado(n) = cellstr('PreIng');
tipo(n) = text2(i,label);
dur_PreIng(n) = num(pos_int(p+1)) - num(pos_int(p));
n = n + 1;
end

% Ingreso

if pos_int(p+1) == 6

fin(n) = cellstr(momento(pos_int(p+1)));
ID(n) = i;
estado(n) = cellstr('Ingreso');
tipo(n) = text2(i,label);
dur_Ingreso(n) = num(pos_int(p+1)) - num(pos_int(p));
n = n + 1;
end
end
clearvars -except ini fin estado ID text text2 tipo n B label ...
dur_PreLlegada dur_PreNeuro dur_PreTAC dur_PreIng dur_Ingreso
end
```

Finalmente, obtenemos los identificadores necesarios y guardamos los resultados en un archivo Excel para poder pasarlo a .csv.

```
% Identificacion para PALIA
IDnuevo = zeros(length(ini),1);
ID = ID';
estado = estado';
```

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

```
% Guardamos los resultados
xlswrite('evolucion.xls', IDnuevo, 'A2:A7825')
xlswrite('evolucion.xls', ID, 'B2:B7825')
xlswrite('evolucion.xls', ID, 'C2:C7825')
xlswrite('evolucion.xls', ini, 'D2:D7825')
xlswrite('evolucion.xls', fin, 'E2:E7825')
xlswrite('evolucion.xls', estado, 'F2:F7825')
xlswrite('evolucion.xls', tipo, 'G2:G7825')

titulo = {'ID'; 'IDnuevo'; 'ID2'; 'inicio'; 'fin'; 'estado'; 'tipo'};
xlswrite('evolucion.xls', titulo, 'A1:G1')
```

El resultado final son ya las duraciones entre eventos para cada uno de los pacientes, o lo que es lo mismo, los nodos.



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



**ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA**

PRESUPUESTO

**ANÁLISIS DEL FLUJO DE PACIENTES CON ICTUS
EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL
GENERAL DE VALENCIA MEDIANTE EL USO DE
TECNOLOGÍAS DE MINERÍA DE PROCESOS**

Antonio Fuster Chisvert



**CONSORCI
HOSPITAL GENERAL
UNIVERSITARI
VALÈNCIA**

Antonio Fuster Chisvert

Índice

CUADRO DE PRECIOS DE MANO DE OBRA.....	4
CUADRO DE PRECIOS DE MAQUINARIA Y SOFTWARE.....	4
CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS	4
CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS	5
CUADRO DE PRESUPUESTOS PARCIALES	9
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	9

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

A la hora de exponer el presupuesto de este proyecto se ha optado por considerar cuatro unidades de obra:

1. Obtención de los datos
2. Análisis sobre el tratamiento del ictus en Urgencias
3. Preprocesado de los datos
4. Adquisición de experiencia en el uso de PALIA
5. Obtención, análisis y presentación de resultados

Las unidades de obra anteriores se exponen según el orden cronológico con el cual se han ido desarrollando. Consta de un primer paso en el cual el trabajo ha sido desarrollado principalmente por parte de los investigadores del grupo SABIEN-ITACA-UPV, pero como esta etapa forma parte de la metodología presentada en este trabajo, se incluye en los presupuestos los gastos correspondientes a esta etapa

A continuación, se detallan las unidades de obra junto con la mano de obra, los equipo y el software necesario para realizar el proyecto. Hay que tener en cuenta que los costes por hora de la mano de obra incluyen las tasas y la seguridad social.

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

CUADRO DE PRECIOS DE MANO DE OBRA						
Nº recurso	Código	Descripción del recurso	Unidad	Precio unitario (€)	Cantidad	Total (€)
1	MO01	Investigador (Tutor)	€/hora	35	40	1400
2	MO02	Investigadora (Colaboradora)	€/hora	35	40	1400
3	MO03	Gestor del hospital (Colaborador)	€/hora	30	30	900
4	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	€/hora	25	320	7625
Total						11325

CUADRO DE PRECIOS DE MAQUINARIA Y SOFTWARE						
Nº recurso	Código	Descripción del recurso	Unidad	Precio unitario (€)	Cantidad	Total (€)
1	MAQ01	Ordenador portátil	€	500	4	2000
2	MAQ02	Microsoft Office 365	€/año	69	4	276
3	MAQ03	Mathworks Matlab	€/año	2000	2	4000
4	MAQ04	PALIA ILS Suite Web Tool	€/año	4000	2	8000
Total						14276

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS			
N.º Actividad	Código	Descripción de las unidades de obra	Precio (€)
1	UO1	Obtención de los datos: identificar los objetivos del proyecto, determinar el área del hospital a analizar y conseguir los datos del mismo. DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA	2450
2	UO2	Análisis sobre el tratamiento del ictus en Urgencias: Conocer esta área hospitalaria, todos los datos registrados y la calidad de los mismos. TRES MIL DIEZ	3010

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

3	UO3	Preprocesado de los datos: Preprocesado de los datos para poder introducirlos en la herramienta y el correspondiente análisis para obtener nuevas preguntas para la obtención de resultados. ONCE MIL SETECIENTOS DIEZ	11710
4	UO4	Adquisición de experiencia en el uso de PALIA: Manejo de la herramienta para obtener vistas del proceso que puedan responder a las preguntas de los gestores. DIEZ MIL NOVECIENTOS DIECISEIS	10916
5	UO5	Obtención, análisis y presentación de resultados: Uso de distintas herramientas para obtener resultados en función de las preguntas que se trata de resolver y las cuestiones generadas a partir del análisis de los datos. SEIS MIL SEISCIENTOS DIEZ	6610
Total			25676

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS						
1.	Obtención de los datos					
N.º	Capítulo					
1.1	Reunión inicial de los investigadores con los gestores del hospital					
	Código recurso	Descripción del recurso	Precio unitario (€)	Unidad	Cantidad	Precio (€)
	MO01	Investigador (Tutor)	35	h	4	140
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	4	140
	MO03	Gestor del hospital (Colaborador)	30	h	4	120
	Subtotal					400
1.2	Traspaso de datos entre el hospital, los investigadores y el alumno					
	MO01	Investigadora (Colaboradora)	35	h	5	175

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

	MO03	Gestor del hospital (Colaborador)	30	h	5	150
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	5	125
	MAQ01	Ordenador portátil	500	h	4	2000
Subtotal						950
Total						2450
2.	Análisis sobre el tratamiento del ictus en Urgencias					
2.1	Reuniones del gestor y el alumno					
	MO03	Gestor del hospital (Colaborador)	30	h	2	60
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	2	50
Subtotal						110
2.2	Caracterización del corpus de datos					
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	15	525
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	95	2375
Subtotal						2900
Total						3010
3.	Preprocesado de los datos					
3.1	Reunión informativa con investigadores					
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	3	105
	MO03	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	200	5000
	MAQ03	Mathworks Matlab	2000	h	2	4000
Subtotal						9105

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

3.2	Análisis de los datos preprocesados					
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	3	105
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	100	2500
	Subtotal					2605
	Total					11710
4.	Adquisición de experiencia en el uso de PALIA					
4.1	Reuniones entre alumno e investigadores					
	MO03	Investigador (Tutor)	35	h	6	210
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	6	150
	Subtotal					360
4.2	Manejo de datos utilizados en otros trabajos como tutorial					
	MO01	Investigador (Tutor)	35	h	2	70
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	4	140
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	70	1750
	MAQ04	PALIA ILS Suite Web Tool	4000	h	2	8000
	Subtotal					9960
4.3	Aprendizaje de las ventajas de PALIA					
	MO01	Investigador (Tutor)	35	h	1	35
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	1	35
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	10	250
	MAQ02	Microsoft Office 365	69	h	4	276

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

	Subtotal					596
	Total					10916
5.	Obtención, análisis y presentación de resultados					
5.1	Obtención de resultados					
	MO03	Investigador (Tutor)	35	h	3	105
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	15	525
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	150	3750
	Subtotal					4380
5.2	Análisis de los resultados					
	MO03	Investigador (Tutor)	35	h	3	105
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	15	525
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	40	1000
	Subtotal					1630
5.3	Reunión para presentar resultados y preparar presentación					
	MO02	Investigadora (Colaboradora)	35	h	10	350
	MO04	Ingeniero biomédico (Alumno)	25	h	10	250
	Subtotal					600
	Total					6610
	TOTAL PRECIOS DESCOMPUESTOS					34696,00

Análisis del Flujo de Pacientes con Ictus en el Servicio de Urgencias del CHGUV Mediante el Uso de Tecnologías de Minería de Procesos

CUADRO DE PRESUPUESTOS PARCIALES					
N.º	Unidad de obra				
1.	Obtención de los datos				
	Unidad	Capítulo	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
1.1	h	Reunión inicial de los investigadores con los gestores del hospital	12	33,33	400
1.2	h	Traspaso de datos entre el hospital, los investigadores y el alumno	19	50,00	950
Subtotal					2450
2.	Análisis sobre el tratamiento del ictus en Urgencias				
2.1	h	Reuniones del gestor y el alumno	4	27,50	110
2.2	h	Caracterización del corpus de datos	110	26,36	2900
Subtotal					3010
3.	Preprocesado de los datos				
3.1	h	Reunión informativa con investigadores	205	44,41	9105
3.2	h	Análisis de los datos preprocesados	103	25,29	2605
Subtotal					11710
4.	Adquisición de experiencia en el uso de PALIA				
4.1	h	Reuniones entre alumno e investigadores	12	30,00	360
4.2	h	Manejo de datos utilizados en otros trabajos como tutorial	78	127,69	9960
4.3	h	Aprendizaje de las ventajas de PALIA	16	37,25	596
Subtotal					10916
5.	Obtención, análisis y presentación de resultados				
5.1	h	Obtención de resultados	168	26,07	4380
5.2	h	Análisis de los resultados	58	28,10	1630
5.3	h	Reunión para presentar resultados y preparar presentación	20	30,00	600
Subtotal					6610
TOTAL PRESUPUESTOS PARCIALES					34696

PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		
Código	Descripción de las unidades de obra	Importe (€)
UO1	Obtención de los datos	2450
UO2	Análisis sobre el tratamiento del ictus en Urgencias	3010
UO3	Preprocesado de los datos	11710
UO4	Adquisición de experiencia en el uso de PALIA	10916
UO5	Obtención, análisis y presentación de resultados	6610
Presupuesto de Ejecución Material		34696,00
Gastos generales (20%)		6939,20
Beneficio industrial (6%)		2081,76
Suma		43716,96
IVA (21%)		9180,56
Presupuesto de Ejecución por Contrata		52897,52