



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

BÚSQUEDA DE INDICADORES MÉDICOS MEDIANTE EL ANÁLISIS DE DATOS Y MEJORA DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS EXISTENTES APLICADOS A VÍAS CLÍNICAS

Autor

Miguel Novellón Yeste

Directores

Cristian Mahulea
Jorge Albareda Albareda

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Grado en Ingeniería Electrónica y Automática
2018

Búsqueda de indicadores médicos mediante el análisis de datos y mejora de los modelos matemáticos existentes aplicados a vías clínicas

Resumen

Este trabajo parte de la creciente necesidad de optimizar la gestión de recursos en todos los ámbitos de la sociedad. Uno de los campos en los que esta optimización se hace fundamental es el campo médico dada su importancia.

Dentro del espectro médico nos vamos a centrar en el servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza. Para mejorar este servicio vamos a plantear una serie de modelos en lenguaje UML que representen los procedimientos establecidos en las vías clínicas.

Los modelos UML están pensados para ser usados día a día por el personal sanitario en el control de la evolución de los pacientes. Para que dichos modelos sean efectivos han de ajustarse lo máximo posible a la realidad. Para ello vamos a analizar su funcionamiento con datos reales.

Por último, presentaremos una propuesta de modelo a partir de los datos obtenidos del análisis del comportamiento de los pacientes dentro de la herramienta “Heat”. Junto con esta propuesta de modelo, se adjuntan un ejemplo de modelo matemático aplicado a uno de los días de la vía clínica y una serie de mejoras a aplicar.



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

TRABAJOS DE FIN DE GRADO / FIN DE MÁSTER

D./D^a. Miguel Novellón Yeste,

con nº de DNI 18067691H en aplicación de lo dispuesto en el art.

14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo

de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la

Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
Grado _____, (Título del Trabajo)

Búsqueda de indicadores médicos mediante el análisis de datos y mejora de
los modelos matemáticos existentes aplicados a vías clínicas

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada
debidamente.

Zaragoza, 19 de Noviembre de 2018

Fdo: Miguel Novellón Yeste

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 Elección del tema	4
1.2 Estado de la cuestión	4
1.3 Objetivos del trabajo	5
1.4 Metodología empleada en la realización de este TFG	6
2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	8
2.1 Vías clínicas	8
2.2 Redes de Petri.....	9
2.3 HEAT –Healthcare Efficiency and Effectiveness Analysis Tool–.....	11
3 OBTENCIÓN DEL MODELO	14
3.1 Consideraciones generales para el modelo UML.....	14
3.2 Modelo UML de la artroplastia primaria de cadera	17
3.2.1 Día 0	17
3.2.2 Día 1	18
3.2.3 Día 2	19
3.2.4 Día 3	19
3.2.5 Día 4	20
3.2.6 Día 5	21
3.2.7 Día 6	21
3.3 Modelo UML de la artroplastia de rodilla.....	21
3.3.1 Día 0	21
3.3.2 Día 1	21
3.3.3 Día 2	21
3.3.4 Día 3	22
3.3.5 Día 4	23

3.3.6	Día 5	23
3.3.7	Día 6	23
4	INTRODUCCIÓN DE PACIENTES Y ANÁLISIS DE DATOS	24
4.1	Introducción de pacientes.....	24
4.2	Análisis de los datos.....	26
5	MODELOS MATEMÁTICOS FORMALES	33
6	POSIBLES MEJORAS.....	36
6.1	Mejoras aplicables al modelo UML.....	36
6.2	Mejoras aplicables a la herramienta HEAT	37
7	CONCLUSIONES	39
8	BIBLIOGRAFÍA	40
8.1	Libros.....	40
8.2	Artículos.....	40
8.3	Webgrafía.....	40
8.4	Otras fuentes bibliográficas.....	41
ANEXO I	Vías clínicas	42
Artroplastia	primaria de cadera	42
Artroplastia	de rodilla	46
ANEXO II	Modelo UML desarrollado por J. García Barreto.....	50
Artroplastia	primaria de cadera	50
Artroplastia	de Rodilla.....	57
ANEXO III	Modelo UML con el que se ha trabajado	64
Artroplastia	primaria de cadera	64
Artroplastia	de rodilla	72
ANEXO IV	Red de Petri coloreada en detalle	80
ANEXO V	Modelo UML propuesto	82

Artroplastia primaria de cadera	82
Artroplastia de rodilla	89

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Elección del tema

La realización de este Trabajo Fin de Grado (a partir de ahora TFG) partió de mi interés por los modelos formales (matemáticos), especialmente, las denominadas Redes de Petri.

Al igual que aumentaban mis conocimientos sobre el tema, lo iba haciendo mi interés por él y, sustancialmente, al contemplar las enormes posibilidades de este y sus variadas aplicaciones desde un punto de vista interdisciplinar.

Una vez decidido el tema general sobre el que habría de versar mi TFG, me puse en contacto con el profesor Dr. Cristian Mahulea, quien ha trabajado especialmente en esta área de conocimiento. Él fue quien me sugirió la posibilidad de desarrollar un trabajo con el que optimizar las vías clínicas a partir de la mejora de unos modelos matemáticos ya existentes.

Para ello era necesario incorporar la presencia en la dirección del trabajo de un especialista médico. Fue así como se planteó que este TFG se hiciera bajo una codirección, la formada por el Dr. Mahulea, ya mencionado y el Dr. Jorge Albareda Albareda, jefe del servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” de Zaragoza (a partir de ahora HCU).

Este trabajo se enmarca en el proyecto¹ “*Models and formal methods for Healthcare systems management (M2H)*” de la Universidad de Zaragoza.

1.2 Estado de la cuestión

Este trabajo surge como continuación de dos trabajos de fin de grado realizados respectivamente por José Benigno García Barreto² e Ismael Moreno Varea³. En el primero de ellos, García Barreto planteó una serie de modelos en lenguaje unificado de modelado

¹ <https://webdiis.unizar.es/GISED/projects/M2H/index.html> (Última consulta: 18/09/2018).

Remitimos a esta página ya que en ella se puede obtener información acerca del proyecto, la propia herramienta HEAT, los modelos UML así como la red de Petri coloreada.

² García Barreto, J., *Gestión hospitalaria utilizando el modelado, análisis y optimización de las vías y guías clínicas*, Trabajo de fin de grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales (Cristian Mahulea y Jorge Albareda Albareda dirs.), Zaragoza 2016 [Publicado en Zeguan].

³ Moreno Varea, I., *Modelado y análisis de sistemas de salud basado en vías clínicas*, Trabajo de fin de grado en Ingeniería Eléctrica (Cristian Mahulea y Jorge Albareda Albareda dirs.), Zaragoza 2017 [Publicado en Zeguan].

(UML por sus siglas en inglés), uno por cada vía clínica. Posteriormente transformó estos en modelos formales, redes de Petri, para poder analizar y optimizar los recursos hospitalarios necesarios para gestionar el servicio.

En el segundo de ellos, Moreno Varea se encargó de analizar en profundidad las redes de Petri obtenidas a partir del modelo UML anterior, mediante una serie de aplicaciones software para determinar el número estimado de personas que han de componer cada equipo para conseguir unos resultados óptimos.

Por lo tanto, para el presente trabajo vamos a partir de los modelos UML diseñados por García Barreto y los combinaremos con los datos de personal proporcionados por Moreno Varea. Tras lo cual, analizaremos los resultados obtenidos para poder mejorarlos a partir del perfeccionamiento del modelo.

1.3 Objetivos del trabajo

El principal objetivo de este trabajo es plantear un modelo UML funcional que se ajuste de la manera más precisa posible a la realidad del trabajo médico diario del servicio de cirugía ortopédica y traumatología del HCU. Una vez cumplido este objetivo, dicho servicio será capaz de trabajar de una manera coordinada mediante la utilización de la herramienta informática HEAT. El uso de esta sencilla herramienta supone un avance en el acceso a la información ya que proporciona datos tales como:

- Número de pacientes que se encuentran hospitalizados.
- Número de pacientes por cada tipo de vía clínica.
- Qué pacientes se encuentran en cada fase de la vía clínica (Día 0, Día 1, Día 2, Día 3, etc.)
- Comprobar cuantos de los pacientes que han recibido el alta médica, han seguido la vía clínica.
- Saber en qué franja horaria ha sido realizada la intervención quirúrgica para, de este modo, analizar su posible influencia en la eficacia de cada equipo.
- Controlar los puntos críticos de cada una de las vías clínicas, para poder eliminarlos o, en su defecto, poder paliar sus consecuencias.
- Obtener las probabilidades de fallo y/o acierto de una determinada vía clínica a partir de las condiciones particulares de cada paciente.
- Analizar qué tipo de prótesis ha proporcionado un mejor resultado.

- Realizar un seguimiento pormenorizado de cada uno de los pacientes hospitalizados.
- Disponer de una base de datos completa con el historial médico de todos los pacientes que han pasado por el servicio de cirugía ortopédica y traumatología desde que se implemente la herramienta.

A su vez, esta herramienta permite agilizar el proceso médico de cada paciente, ya que la comunicación de ordenes entre el personal para transmitir acciones se realiza a través de la herramienta. También, dado que es el propio personal el que se encarga de consultar las actividades a realizar mediante esta aplicación y marcar las actividades como realizadas, es más probable que la vía clínica se siga correctamente.

Así pues, este trabajo pretende, como ya se ha indicado con anterioridad, mejorar el modelo actual planteando uno nuevo, siguiendo las recomendaciones médicas y a partir de los datos obtenidos de la introducción de pacientes dentro de la herramienta.

Este trabajo no pretende diseñar una nueva vía clínica, ya que, como se indica más adelante, estos documentos han de ser elaborados por miembros del hospital. Sin embargo, nos intentaremos aproximar en lo máximo posible a lo que sería el modelo UML de una futura vía clínica.

Así mismo, vamos a plantear una serie de mejoras para que la aplicación sea más útil y más fácil de manejar para el personal del hospital. Dichas mejoras deberán ser desarrolladas por otra persona con unos conocimientos más avanzados en programación.

1.4 Metodología empleada en la realización de este TFG

Una vez determinado el tema de este TFG, procedimos a sistematizar las distintas partes que habrían de componerlo.

Tras la perceptiva introducción al TFG, desarrollamos una serie de fundamentos teóricos que nos van a ayudar a entender mejor algunos de los conceptos sobre los que versa este trabajo. Para ello, se ha llevado a cabo la recopilación, revisión y lectura crítica de la bibliografía existente sobre el tema.

A continuación, planteamos un nuevo modelo en lenguaje UML siguiendo las recomendaciones del equipo médico del hospital. Después, introducimos una serie de pacientes en la herramienta HEAT para poder analizar los datos y plantear un modelo final que pueda ser usado en el día a día del hospital. Por último, extraemos una serie de

conclusiones en las que sistematizamos las características básicas del nuevo modelo que mejora el actual y que sirven como punto de partida para la obtención de nuevas vías clínicas.

En la actualidad, en el día a día de la gestión hospitalaria, tanto el control de la realización de tareas, como la asignación de recursos, se hacen de forma manual, esto conlleva una pérdida de tiempo y una baja optimización de medios. Mediante este trabajo se pretende estandarizar el tratamiento que reciben los pacientes y poder tener así una posición global del conjunto de los pacientes, de tal manera que la asignación de recursos se haga de forma automática.

Todos los datos médicos han sido facilitados por el personal sanitario del HCU. A su vez, el análisis final para adaptar las vías clínicas actuales a un nuevo modelo a partir de los datos recogidos en este trabajo, le corresponde hacerlo a los responsables del mencionado hospital.

Una vez introducidos en el modelo una serie de pacientes nos será posible obtener datos estadísticos de cada una de las vías clínicas, de tal manera que podremos valorar y comparar procedimientos quirúrgicos y médicos para determinar cuál de los existentes ofrece un mejor resultado. Una vez que hayamos introducido todos los datos, podremos saber cuáles son los factores más influyentes en el tratamiento que reciben los pacientes. Así mismo, podremos determinar si alguna de las etapas que recoge la vía clínica es innecesaria y debe ser eliminada para reducir costes y tiempo. A su vez, a la finalización de este trabajo habremos dejado establecido un modelo encaminado hacia la elaboración de una nueva vía clínica por parte del personal del hospital.

En la realización de este trabajo hemos seguido la Ley 41/2002, de 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica. Jefatura del Estado «BOE» núm. 274, de 15 de noviembre de 2002 Referencia: BOE-A-2002-22188

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Vías clínicas

Las vías o guías clínicas son los documentos elaborados conjuntamente entre el equipo médico y la dirección del hospital, que definen de forma detallada el tratamiento que ha de seguir el conjunto de los pacientes tratados por la misma dolencia. El principal objetivo de estas vías es estandarizar el tratamiento que reciben los pacientes, de tal manera que se empleen los mismos recursos para cada paciente. Así mismo, sirven como protección para el personal médico frente a posibles demandas por mala praxis e, igualmente, permiten dar información más detallada a los pacientes de los tratamientos que van a seguir y los progresos que está previsto que tengan.

El proceso de elaboración de una vía clínica es bastante complejo, ya que, a la hora de modelarlas, cada hospital ha de tener en cuenta el periodo de tiempo que estas han de cubrir y las condiciones específicas de su zona de actuación. Las vías clínicas abarcan un periodo de tiempo que va desde el ingreso hasta que el paciente recibe el alta, contemplándose también en ellas, el tratamiento que habrá de seguir una vez abandonado el centro hospitalario. En el caso particular del HCU, se debe tener en cuenta que un gran número de pacientes procede de zonas rurales más o menos alejadas de la ciudad de Zaragoza. Esta circunstancia conlleva que la duración de estas vías sea ligeramente superior a la que se da en otros hospitales para los mismos procedimientos, dado que es necesario poder cerciorarse de que no se presenta ningún tipo de complicación derivada de la intervención. Este aumento del plazo fijado para la vía evita posibles traslados sucesivos del paciente, ya que, de presentarse complicaciones, este puede tener que someterse a un segundo ingreso a pesar de haber sido dado inicialmente de alta.

El primer paso para obtener una vía clínica útil es escoger una patología sencilla y de casuística no demasiado variable, es decir, que, para la práctica totalidad de los pacientes, el tratamiento a aplicar sea similar. En nuestro caso, las vías que vamos a modelar y analizar corresponden a **artroplastia de rodilla y artroplastia primaria de cadera**. En estos casos, es fácil entender que todos los pacientes han de ser sometidos a una misma intervención quirúrgica y que, en ausencia de complicaciones posteriores, tendrán una evolución y recuperación similar, lo que las hace idóneas para formar parte de sendas vías clínicas.

Las vías clínicas, a su vez, recogen los tiempos y recursos que hay que dedicar para cada etapa del proceso, por lo que nos ayudan a reducir el coste por paciente al aplicar una herramienta de gestión apropiada. Dicha herramienta -HEAT- no está actualmente implantada en la gestión del servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología del HCU, pero en este trabajo introduciremos los modelos matemáticos necesarios para poder utilizar de manera sistemática dicha herramienta.

En resumen, una vía clínica es el proceso paso a paso que debe seguir un determinado paciente para ser tratado de una determinada patología, de forma que asegure hacer todo lo que hay que hacer y nada más que lo que hay que hacer, evitando olvidos en el tratamiento y evitando igualmente hacer más cosas que las debidas, optimizando el gasto del proceso y homogeneizando el tratamiento a todos los pacientes que presentan una misma patología y se les realiza el mismo tratamiento, tratando de llegar a unos objetivos predeterminados en cuanto a resultados médicos y de gestión sanitaria.

2.2 Redes de Petri

Las Redes de Petri son herramientas matemáticas para modelar los sistemas de eventos discretos. Matemáticamente se pueden definir como una tupla:

$$N = (P, T, F, W)$$

Donde,

P = es un conjunto finito de lugares o variables de estado, representados con círculos. Cada lugar puede contener marcas que representan el valor de dichas variables, lo que indica el estado del sistema.

T = es un conjunto finito de transiciones representadas con líneas o rectángulos.

F = es un conjunto finito de arcos orientados.

W = es una función de ponderación de cada arco.

Así mismo, para definir un sistema también necesitamos conocer el estado inicial del mismo, lo cual podemos lograr mediante un vector \mathbf{m}_0 que representa el estado inicial del sistema, es decir, el número de marcas en cada lugar de la red de Petri.

El estado (el marcado) de una red de Petri cambia por el disparo de una transición sensibilizada. Para que una transición esté sensibilizada, es preciso que haya un número de marcas en todos los lugares de entrada en la transición, igual o superior al peso de los

arcos que une dichos lugares con la transición correspondiente y que todas las condiciones adicionales de la transición se cumplan. Dichas condiciones pueden ser muy diversas y van desde una condición temporal (pausa, tiempo de espera, etc.) a una señal externa (acción motora, señal de un sensor, etc.). Una transición puede tener más de un lugar de salida y por el disparo de la transición se crean en cada lugar de salida un número de marcas igual al peso del arco que conecta la transición con el lugar.

Las Redes de Petri coloreadas son extensiones de las redes de Petri y se caracterizan por el hecho de que cada marca tiene un “color” diferente, es decir, cada marca es única y se puede distinguir entre las marcas que se encuentran en un mismo lugar. Este tipo de redes nos permite diferenciar, entre otras cosas, entre distintos médicos, pacientes, enfermeras, etc.

La particularidad de las redes de Petri coloreadas y por lo que nos son tan útiles se encuentra en la regla de disparo de transiciones. Por el disparo de una transición, se transforma uno o varios de los atributos (colores) de las marcas. Para que una transición esté sensibilizada es necesario que haya un número de marcas en los lugares de origen igual o superior a los que nos indique los pesos de los arcos que los conecta con la transición y que la función asignada a la transición este evaluada al valor lógico ‘True’. En los lugares de salida de la transición se generará marcas de color asignado al lugar, el número de marcas siendo dado por el peso del arco que conecta la transición con el lugar.

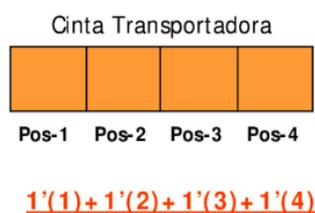


Figura 1: Ejemplo de modelo discreto

En la figura 1⁴ podemos observar un ejemplo de sistema discreto. En este caso, y a modo de ejemplo, vamos a modelar el comportamiento de una cinta transportadora. La red de Petri

coloreada (Figura 2) consta de dos lugares capaces de almacenar marcas de tipo puesto (slot). Dichas marcas pueden tomar 4 valores (o colores) de tipo de entero (1, 2, 3 y 4). El primero de los lugares, *Empty slots*, modela las zonas de la cinta transportadora que se encuentran libres. El segundo de los lugares, *Busy slots*, modela las zonas ocupadas de la

⁴ <https://www.docsity.com/es/tema-2-3-redes-de-petri-coloreadas/2822908/> (Fecha de la última consulta: 16/10/2018)

cinta transportadora. Inicialmente la cinta transportadora se encuentra vacía y dado que cada hueco de la cinta solo admite una pieza, el marcado inicial sería el siguiente:

- *Empty slots*: $1^1, 1^2, 1^3, 1^4$ (una marca de tipo 1, una marca de tipo 2, una marca de tipo 3 y una marca de tipo 4)
- *Busy slots*: Vacío.

La primera de las transiciones llamada *Start* se asemeja con introducir una nueva pieza en la posición 1 de la cinta. La segunda de las transiciones representa el avance de la pieza una posición dentro de la cinta. La tercera de las transiciones llamada *End* representa la salida de una pieza de la cinta.

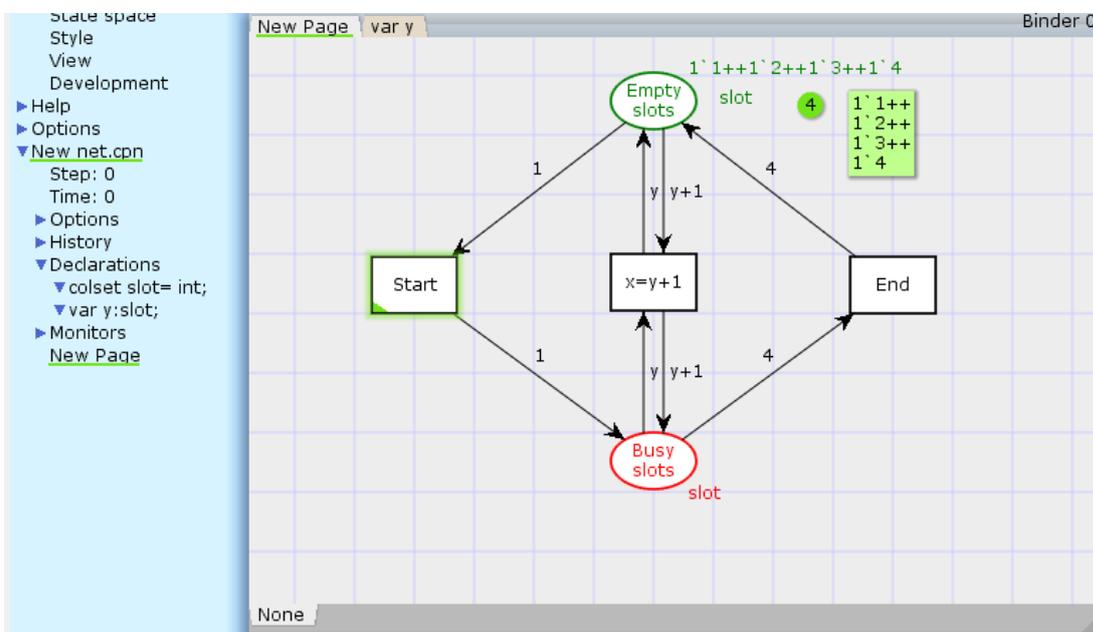


Figura 2: Red de Petri coloreada de una cinta transportadora

2.3 HEAT –Healthcare Efficiency and Effectiveness Analysis Tool–

HEAT es una herramienta informática desarrollada en el Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza que permite, por una parte, introducir cada una de las vías clínicas en lenguaje UML, lo que facilita establecer de una forma muy intuitiva por el personal médico, los recursos materiales y humanos necesarios en cada etapa del proceso y determinar qué registros médicos son necesarios consignar. Por otra parte, esta herramienta nos permite monitorizar y actualizar el estado de los pacientes, tanto el de los que se encuentran ingresados como el de los que ya han recibido el alta.

Dentro de la herramienta disponemos de cuatro elementos básicos correspondiente a un diagrama de actividades en UML. En la figura 1 tenemos un modelo UML muy sencillo en cual aparecen todos los nodos implementados en HEAT.

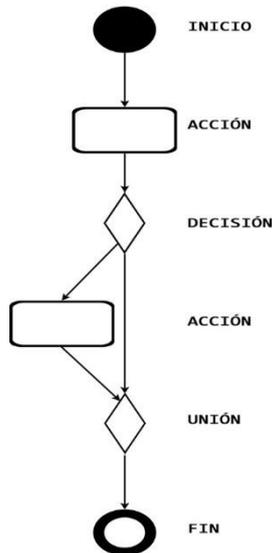


Figura 3: Modelo básico en lenguaje UML

a) El primero de ellos es el nodo **Inicio/Fin** (representados con círculos), este elemento nos indica el final de día y el principio de otro, así como el final de la vía, ya sea por no seguirse esta correctamente o porque el paciente está listo para recibir el alta.

b) El segundo de ellos es el nodo acción/actividad (representado por un rectángulo), dicho elemento es fundamental puesto que representa cada uno de los tratamientos y cuidados que se le han realizado al paciente, actuaciones que van desde una operación a una simple comprobación de datos.

c) El tercero, es el nodo decisión (representado por un rombo), constituye las preguntas que se realizan acerca del tratamiento a seguir por el paciente, nos permite comprobar los registros generados por el sistema y/o evitar duplicidades. La posibilidad de tomar distintas decisiones dentro de un mismo modelo hace que estos abarquen el mayor número de casos posible, siempre y cuando su adhesión no suponga una salida de la vía clínica.

d) El cuarto y último nodo (también representado por un rombo) supone un punto en donde dos caminos vuelven a unirse.

Una de las características más valiosas que nos ofrece esta herramienta informática es poder trabajar con los registros médicos, los cuales compendian variables propias de cada paciente en cuanto a su tratamiento. Estas variables nos permiten tomar decisiones en función del historial médico de cada paciente. Para considerar los registros médicos, se ha definido un perfil UML. Los perfiles son extensiones de los modelos UML que nos permiten adaptar el modelo al sistema que se quiere modelar. En nuestro caso, se han utilizado valores etiquetados asociados al diagrama de actividades de la vía clínica, es decir, nodos de actividad y arcos para especificar los recursos, los registros médicos y la carga de trabajo.

Un claro ejemplo de la utilidad de dichos registros permitiría saber si se le ha prescrito un tipo de medicación o no a un paciente. Siguiendo el método tradicional, habría que comprobar si dicha medicación había sido prescrita por el médico mirando la historia clínica. Por el contrario, utilizando esta nueva herramienta, el personal médico, a la hora del ingreso, decide si será necesario que el paciente sea tratado con un medicamento determinado y en caso de que así sea, será la herramienta la que se sitúe en el nodo Acción correspondiente a dicho tratamiento para que sea el personal de enfermería el que lo suministre. Esto reduce tiempos, agilizando el trabajo de todo el personal implicado, así mismo, permite que la información sea conocida por todo el personal y esté siempre disponible.

Esta nueva herramienta informática también tiene en cuenta los recursos de los que se dispone, de tal manera, que tan solo asignará una acción al personal correspondiente, cuando, tanto el personal, como el resto de los recursos del hospital, estén disponibles. Esta gestión de recursos se podría ampliar a todos los elementos materiales y humanos del centro hospitalario (camas, bastones ingleses, dosis de medicación, médicos...).

3 OBTENCIÓN DEL MODELO

3.1 Consideraciones generales para el modelo UML

Partiendo del diagrama UML diseñado por José Benigno García Barreto en su ya mencionado Trabajo de Fin de Grado⁵ y adaptándolo al momento actual, pudimos obtener el diagrama que se va a implementar en HEAT. En su trabajo, García Barreto, definió unos modelos en lenguaje UML a partir de las vías clínicas establecidas por el hospital y realizó un estudio acerca del número de personas que han de componer el personal para efectuar un buen servicio. Las vías clínicas elaboradas por el hospital se encuentran en el anexo I y los modelos UML de García Barreto en el anexo II.

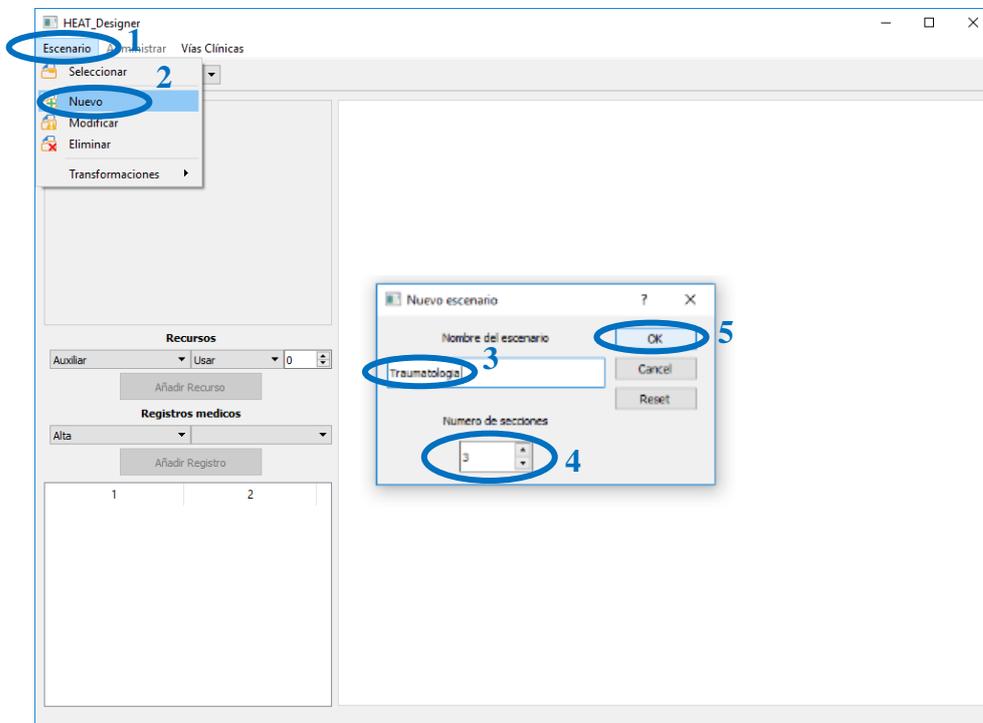


Figura 4: Pasos para generar un nuevo escenario en “Heat designer”

El primero de los pasos es generar un nuevo escenario, en nuestro caso, lo hemos denominado “Traumatología”⁶ y le hemos asignado tres secciones. Los pasos que seguir para generar un nuevo escenario se pueden ver en la figura 3. Cada una de las secciones se corresponde con dos de las seis franjas establecidas a lo largo del día para la utilización del quirófano. La sección uno se corresponde con la primera de la mañana y la primera

⁵ Vid. Nota 1.

⁶ Los términos que corresponden a esta herramienta informática se transcriben en este trabajo con la grafía propia de dicha herramienta, esto es, sin tildes y sustituyendo la “ñ” por “ny”.

de la tarde, la segunda sección con la segunda de la mañana y la segunda de la tarde y la tercera sección con la tercera de la mañana y tercera de la tarde.

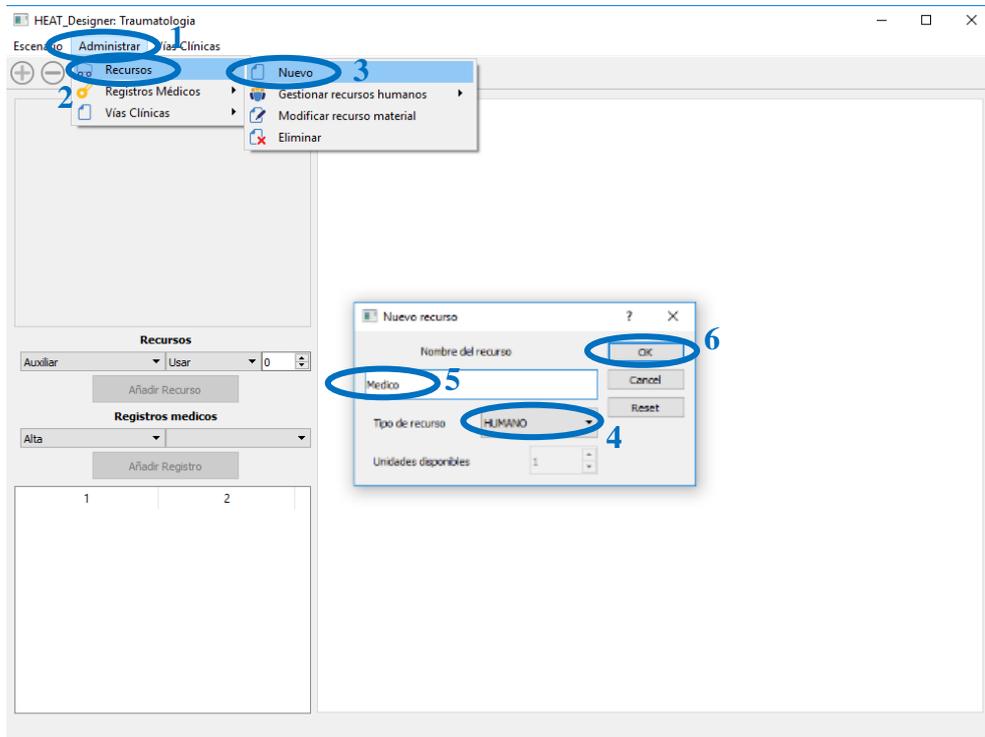


Figura 5: Pasos para introducir un nuevo recurso

El siguiente paso es definir el personal del que se dispone (Figura 4), en nuestro caso, nueve miembros del personal médico, dos miembros del personal de enfermería y dos miembros del personal auxiliar. Dado que el personal va variando a lo largo de la jornada, en lugar de asignarles un nombre concreto se les han asignado nombres genéricos como “Medico 1”, “Medico 2”, “Medico 3”, etc. Así mismo podríamos añadir otros recursos materiales para tener un control más exhaustivo de lo que se necesita.

Por último, tenemos que introducir en la herramienta los registros médicos (Figura 5) con los que esta va a trabajar y que posteriormente se manipularan dentro del modelo. Estos registros son: Autotransfusión, VENOFER, alta médica, operación navegada y radiografía comprobada.

El primero de ellos nos indica que el paciente, en caso de que haya que realizarle una transfusión, ha depositado en el banco de sangre una cantidad suficiente de su propia sangre con anterioridad. Este tipo de transfusión se emplea principalmente en pacientes con algún tipo de alergia.

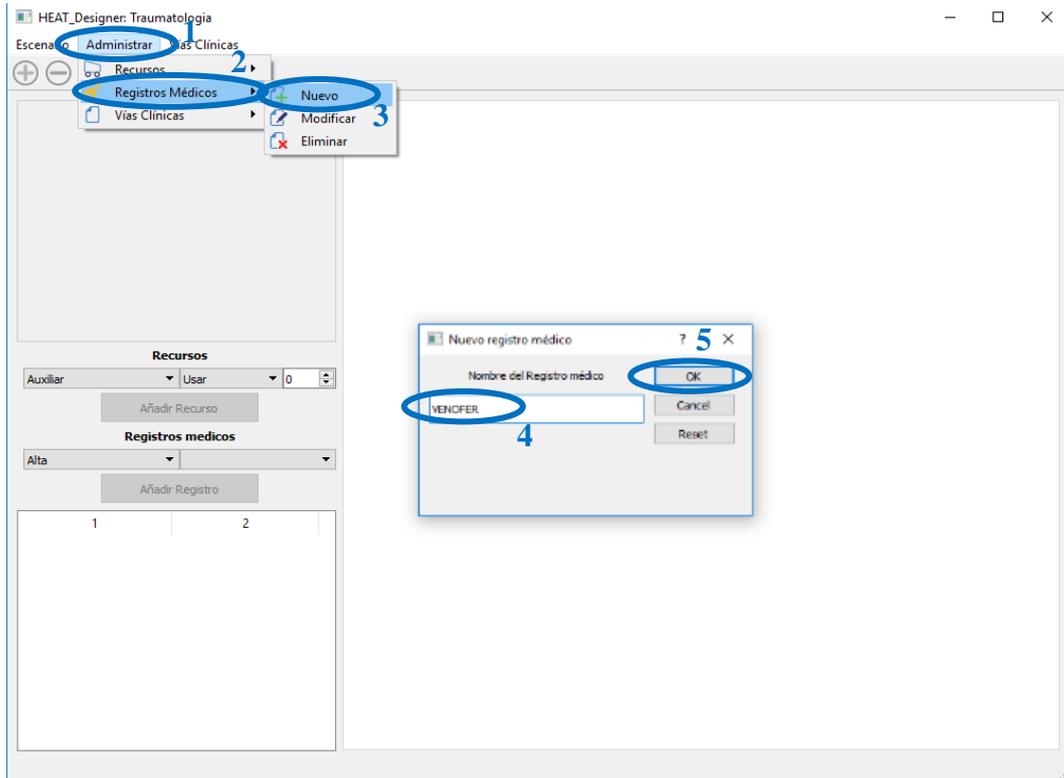


Figura 6: Pasos a seguir para crear un registro médico

El segundo de los registros, VENOFER, nos indica que el paciente ha de tomar por prescripción médica un medicamento denominado VENOFER. Este medicamento era muy útil hace unos años cuando las operaciones eran más sangrientas ya que es un aporte extra de hierro. Actualmente, se usa en contadas ocasiones, por lo que en este trabajo analizaremos si debe formar parte de la vía clínica o su uso resulta tan esporádico que no debe formar parte de ella.

El registro médico denominado alta médica, como su propio nombre indica, se activa cuando el paciente está listo para recibir el alta y por tanto puede llegar al final de la red y la vía.

Uno de los datos que vamos a medir es la influencia de las operaciones navegadas en la evolución de los pacientes, de ahí el cuarto registro, operación navegada. Una operación navegada es aquella en la que un sistema informático ayuda al cirujano a determinar cuáles son los pasos óptimos para obtener el mejor resultado posible dentro de las limitaciones del propio paciente. Durante la intervención el cirujano dispone de un control permanente de la cirugía realizada mediante emisión-recepción de rayos infrarrojos emitidos y recibidos por un dispositivo informático. Actualmente en el HCU

únicamente el doctor Jorge Albareda realiza este tipo de intervenciones en la artroplastia de rodilla.

El último de los indicadores, radiografía comprobada, se va a activar cuando el personal médico haya comprobado que la radiografía de control realizada tras la intervención quirúrgica es correcta.

Dadas las dimensiones del modelo completo, hemos decidido que, para facilitar su visibilidad, es conveniente dividirlo por días. El primero de los días es el de preoperatorio, en él se hacen las comprobaciones previas y se prepara al paciente para la operación. Tanto para la artroplastia de rodilla como para la artroplastia primaria de cadera, este primer día es igual. En este primer día no ha sido necesario realizar numerosos cambios con respecto al modelo existente.

3.2 Modelo UML de la artroplastia primaria de cadera⁷

3.2.1 Día 0

Este modelo comienza en el denominado “día 0”, en este día, lo primero que se hace es una serie de comprobaciones para asegurarse de que el paciente llega correctamente a la intervención quirúrgica. La primera de las comprobaciones pasa por asegurarse de que disponemos de la historia clínica completa. Posteriormente y siguiendo las pautas del anestesista el personal médico decidirá si es necesario adaptar la medicación del paciente para que no se produzcan problemas. El siguiente paso que seguir es comprobar si el paciente ha firmado el consentimiento médico, en caso de que este aún no haya sido firmado, será el propio médico el encargado de dar la información suficiente al paciente para que lo firme.

Las siguientes dos comprobaciones son vitales y no han de saltarse bajo ningún concepto ya que de ellas depende el que una intervención se pueda realizar o no. La primera consiste en evaluar si el paciente ha padecido algún problema patológico mientras se encontraba en la lista de espera quirúrgica. En el supuesto de que dichos problemas interfieran con la intervención programada se procedería a cancelar la intervención. La segunda comprobación consiste en cerciorarse que el paciente no presenta una infección o que en el caso de que hubiera tenido una en las 4-6 semanas previas esta no afectará a

⁷ El modelo UML completo se presenta en el Anexo III.

la intervención. En el caso de que la infección persistiese deberíamos de tratarla previamente por lo que la intervención quedaría cancelada.

En el caso de que se prevea que la intervención quirúrgica va a ser más -hemorrágica de lo habitual o que la persona en cuestión presenta algún tipo de problemas de circulación, el personal médico decidirá si es necesario suministrarle un medicamento denominado “VENOFER” o si precisa una autotransfusión. De ser necesaria la aplicación del medicamento un miembro del personal de enfermería sería el encargado de realizar dicha tarea.

Las últimas acciones para este primer día que ha de realizar el personal médico son: suministrar al banco de sangre las unidades que crea que van a ser convenientes en función del estado del paciente, pautar la profilaxis antibiótica para prevenir posibles infecciones derivadas de la intervención, pautar la profilaxis de heparina de bajo peso molecular para evitar los coágulos y decidir si es necesario marcar el lado a intervenir y marcarlo.

Por último, un miembro del personal auxiliar es el encargado de asegurarse de que el paciente se ducha seis horas antes de la intervención.

3.2.2 Día 1

Este día se corresponde con el día de la intervención y el personal encargado de realizar las acciones descritas en los nodos acción no es el personal de planta si no el personal quirófono. El primero de los pasos es asegurarse de que el paciente baja con la historia clínica completa. En el caso de que no se de esta situación habría que volver a por ella de tal manera que el paciente siempre vaya junto con la historia. Después, se procede a una preparación de la zona a operar por parte del personal de enfermería en el de caso de que dicha preparación no se haya realizado aún. Verificamos que se le ha administrado la dosis correspondiente de antibióticos y la correcta identificación del paciente antes de la intervención quirúrgica.

Tres miembros del personal médico son los encargados de llevar a cabo la intervención y cuando esta ha finalizado es uno de ellos el que se encarga controlar que el nivel de analgésicos es el correcto y la analítica también. El personal de enfermería a su vez se encarga de controlar la correcta colocación de los drenajes, de la diuresis y el trofismo distal al igual que se asegura de que el paciente lleva oxígeno en las gafas nasales. Por último, un miembro del personal médico es el encargado de pedir una

radiografía de control que nos va a servir para comprobar la correcta colocación de la prótesis.

En este segundo día los cambios con respecto al modelo anterior son mínimos y consisten en la adición de dos nodos acción, el primero de ellos es la comprobación de la correcta identificación del paciente y el segundo es la petición de la radiografía de control.

3.2.3 Día 2

Es el primero de los días de postoperatorio. El primer paso es verificar los controles analíticos para lo que es necesario que un miembro del personal de enfermería extraiga la muestra de sangre y un miembro del personal médico que analice los resultados. A continuación, precedemos a retirar la sonda urinaria y los drenajes.

Tras 24 horas con oxígeno en las gafas nasales y una vez comprobado el correcto cumplimiento del protocolo de quimioprofilaxis es el momento de aplicar una segunda dosis de VENOFER o hacer una nueva transfusión en el caso que sea necesario.

Por último, en el caso de que la radiografía esté un miembro del personal médico ha de comprobarla y decidir si el paciente puede levantarse de la cama para sentarse en una silla alta como última actividad del día. En el caso de que la radiografía presente anomalías consideraremos que el paciente no ha seguido la vía clínica. Si el paciente no debe levantarse aún por prescripción médica o la radiografía no está disponible daríamos por finalizado el segundo día.

En este segundo día los cambios son más significativos con respecto al modelo anterior. En el nuevo modelo ya no es obligatorio aplicar una segunda dosis de VENOFER o una nueva transfusión, contemplado así la posibilidad de no aplicar nada. Así mismo tenemos en cuenta que puede que la radiografía aún no esté disponible y por lo tanto vamos a esperar a levantar al paciente de la cama.

3.2.4 Día 3

Durante el segundo día de postoperatorio es cuando un miembro del personal de enfermería retira la vía venosa y realiza la cura de la herida de la operación. En el caso de la herida presente complicaciones y siguiendo criterios puramente médicos se considera que el paciente no ha seguido correctamente la vía clínica y por lo tanto no sigue a lo largo de los días.

A continuación, se comprueba automáticamente si el personal médico ya ha revisado la radiografía. En caso afirmativo el equipo médico procede a comprobar si el paciente se ha levantado. En caso negativo comprobamos si la radiografía se ha realizado. Si la radiografía aún no está se vuelve a reclamar a los responsables de rayos. Si ya está la radiografía esta ha de ser comprobada por un miembro del personal médico. Una vez comprobada la radiografía si está correcta creamos el registro médico radiografía comprobada para que quede constancia en futuras comprobaciones. Si, por el contrario, la radiografía presenta complicaciones el paciente tendría que volver a ser intervenido y por lo tanto excluido de la vía clínica.

El siguiente paso depende de si el paciente ya se ha podido levantar de la cama. Si ya lo ha hecho puede comenzar a caminar ayudado de bastones ingleses (comúnmente conocidos como muletas). En caso de que aún no se haya levantado, es decisión del cuerpo médico si se puede levantar o no.

Por último, se le recuerda al paciente que ha de poseer un suplemento para el inodoro de su casa para cuando reciba el alta médica.

Los cambios en este día con respecto al modelo anterior son mayúsculos, en primer lugar, hemos considerado que si la herida la presenta complicaciones el paciente no puede seguir en la vía. Hemos considerado que es posible que la radiografía aún no haya sido revisada o incluso que aún no se haya realizado. Esto hace plantear nuevos caminos dentro del mismo día.

3.2.5 Día 4

En este tercer día de postoperatorio el modelo actual ya no tiene nada que ver con el modelo que se había planteado con anterioridad. En primer lugar, un miembro del personal médico será el encargado de decidir si la evolución del paciente es lo suficientemente buena como para recibir el alta médica. Antes de darle el alta médica se comprueba la herida por una última vez y si presenta un estado correcto se le da el alta.

En el caso de que aún no esté preparado para recibir el alta la vía clínica continua de una manera muy similar al día anterior con la diferencia de que en el caso de que la radiografía no esté lista o que esta sea correcta pero el paciente aún no se haya levantado consideraremos que el paciente no ha seguido la vía clínica.

3.2.6 Día 5

Durante el cuarto día de postoperatorio los pasos de la vía clínica se reducen muchísimo. Lo primero que hacemos es comprobar si ya se le ha dado el alta y por tanto no se realiza ninguna acción. En el caso de que no haya recibido el alta se evalúa si está preparado para recibirla. Antes de darle el alta médica se comprueba la herida por una última vez y si presenta un estado correcto se le da el alta. Si todavía no está preparado debe continuar deambulando con bastones ingleses.

3.2.7 Día 6

Éste es el último día de la vía y básicamente si el paciente no recibe el alta tanto si no está listo para recibirla como si la herida presenta complicaciones consideraremos que no ha seguido la vía correctamente.

3.3 Modelo UML de la artroplastia de rodilla⁸

3.3.1 Día 0

Para este primer día los procedimientos médicos son exactamente iguales que para el modelo de la artroplastia primaria de cadera, por lo que no la vamos a volver a desarrollar en profundidad.

3.3.2 Día 1

El día de la intervención también es muy similar al modelo planteado para la artroplastia primaria de cadera con la salvedad de la acción correspondiente a la intervención quirúrgica.

Para este modelo, antes de la intervención hemos de comprobar si la operación va a ser navegada o no. En el caso de que se opte por una operación navegada, el equipo médico, necesitara de la colaboración de un técnico que se encargue de controlar el sistema. Dicho técnico se encuentra modelado como un recurso humano.

3.3.3 Día 2

Es el primero de los días de postoperatorio. El primer paso es verificar los controles analíticos para lo que es necesario que un miembro del personal de enfermería extraiga la

⁸ El modelo UML completo se presenta en el Anexo III.

muestra de sangre y un miembro del personal médico que analice los resultados. A continuación, precedemos a retirar la sonda urinaria y los drenajes.

Tras 24 horas con oxígeno en las gafas nasales y una vez comprobado el correcto cumplimiento del protocolo de quimioprofilaxis es el momento de aplicar una segunda dosis de VENOFER o hacer una nueva transfusión en el caso que sea necesario.

En el caso de que la radiografía esté disponible se procederá a su comprobación y si ésta presenta complicaciones el paciente no habrá seguido la vía. En el caso de que aún no esté la radiografía la volveremos a solicitar a rayos.

Por último, en el caso de que el paciente se encuentre en condiciones de flexionar la rodilla un ángulo superior a sesenta grados un miembro del personal de enfermería junto con un miembro del personal médico serán los encargados de levantar al paciente de la cama.

3.3.4 Día 3

Durante el segundo día de postoperatorio es cuando un miembro del personal de enfermería retira la vía venosa y realiza la cura de la herida de la operación. En el caso de la herida presente complicaciones y siguiendo criterios puramente médicos se considera que el paciente no ha seguido correctamente la vía clínica y por lo tanto no sigue a lo largo de los días.

A continuación, se comprueba automáticamente si el personal médico ya ha revisado la radiografía. En caso de que no haya sido comprobada un miembro del personal médico la revisará si está disponible. En el supuesto de que no esté disponible volveremos a solicitarla. Si se detecta algún problema en la radiografía se consideraría que el paciente no ha seguido la vía.

Posteriormente hemos de comprobar si está autorizado a andar. En el caso de que pueda andar debe deambular con bastones ingleses. La última acción de la vía para este día 3 consiste en aplicar artromotor progresivo si el equipo médico lo considera necesario. En caso de tener que aplicarlo será un miembro del personal de enfermería el encargado de realizar esta tarea.

3.3.5 Día 4

El tercer día de postoperatorio comienza comprobando la radiografía en el caso de que ésta no haya sido comprobada. Si la radiografía no presenta complicaciones el paciente puede continuar el tratamiento siguiendo la vía clínica.

Posteriormente es el momento de que el paciente continúe deambulando con la ayuda de bastones ingleses en el caso de que tenga autorización por parte del equipo médico. Si todavía no se encuentra preparado para caminar consideraremos que el paciente no está siguiendo la recuperación esperada y que su caso se sale de la vía clínica.

Junto con la deambulación también será necesario aplicarle artromotor progresivo en el caso de que el personal médico considere que es preciso. Por último, en el caso de que vaya a precisar rehabilitación a su salida del hospital se le dará cita.

3.3.6 Día 5

En este cuarto día de postoperatorio el paciente ya puede recibir el alta siempre y cuando el personal médico lo considere oportuno y la herida no presente complicaciones. En el caso de que la herida presente complicaciones, éstas habrían de ser tratadas específicamente y por tanto el paciente no habría seguido la vía clínica.

Si su evolución no es lo suficientemente buena como para recibir el alta debe continuar con los ejercicios habituales, deambular con bastones ingleses, aplicación de artromotor progresivo y ejercicios de flexión y extensión de rodilla.

3.3.7 Día 6

Este día es exactamente igual que el anterior con la diferencia de que si el paciente después del quinto día de postoperatorio aún no está listo para recibir el alta se considera que ha excedido el tiempo de recuperación máximo y no ha seguido correctamente la vía clínica.

4 INTRODUCCIÓN DE PACIENTES Y ANÁLISIS DE DATOS

4.1 Introducción de pacientes

Dada la confidencialidad de las historias médicas, en este trabajo no se han recogido ni nombres, ni direcciones, ni números de historia, nos hemos limitado a recoger los datos generales y algunas cuestiones relacionadas con las vías clínicas. A los pacientes se les han dado nombres genéricos: Paciente 1, Paciente 2, Paciente 3, etc., para garantizar de este modo su anonimato.

Para este estudio, el doctor Jorge Albareda ha elegido 15 pacientes del último mes, a 8 de ellos se les ha realizado una artroplastia de rodilla y a 7 una artroplastia primaria de cadera. Todos ellos presentan casuísticas diversas que describen aquellas que pueden presentar un mayor número de pacientes.

Aparte del recorrido seguido dentro del modelo, recogimos algunos datos estadísticos generales como la procedencia del paciente –Zaragoza (ciudad) y Fuera de la ciudad de Zaragoza–, el sexo –Hombre y Mujer– o la edad en años.

Dentro de los datos médicos hemos recogido información acerca del tiempo de hospitalización, incluyendo el día de preoperatorio y el día de la intervención quirúrgica; el día en que se entregaron los datos de radiología para su comprobación por parte del equipo médico; y, finalmente, si fue necesario suministrar VENOFER o realizar una autotransfusión. A su vez hemos incluido una breve explicación acerca de cómo algunos pacientes se han salido de la vía clínica.

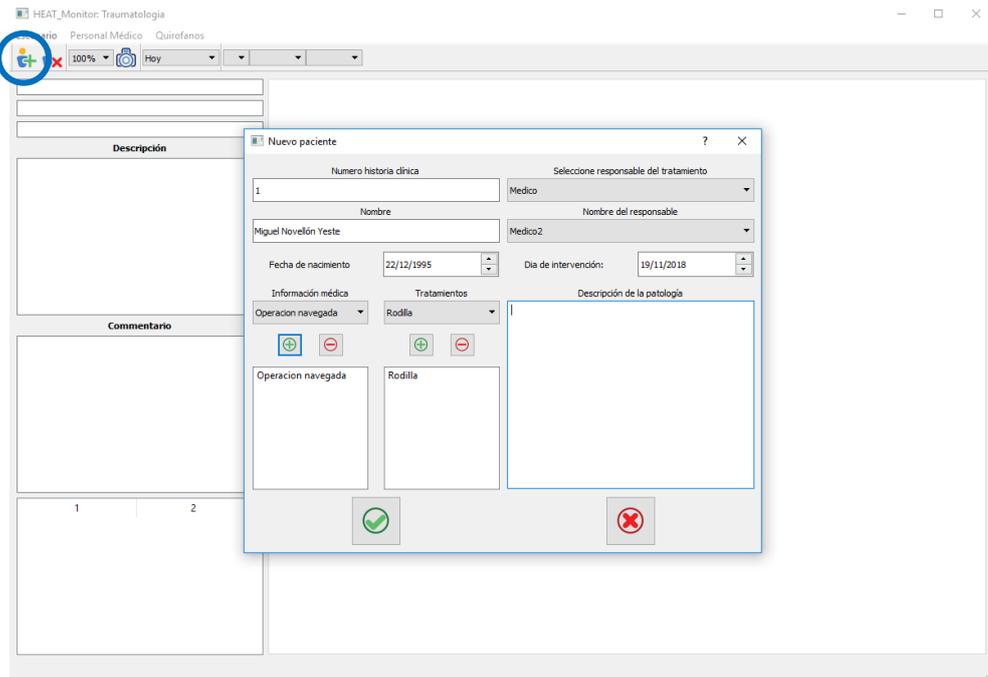


Figura 7: Introducción de un paciente a "Heat monitor"

Dentro de la herramienta HEAT los pacientes se introducen en la aplicación “Heat monitor” tal y como se indica en la figura 6. Antes de introducir un nuevo paciente, tenemos que reservar un hueco en el quirófano para programar la intervención. Posteriormente, la propia aplicación nos indica el día que ha de ingresar el paciente. Al introducir los datos personales del paciente, podemos indicar ya si va a ser necesario suministrarle VENOFER o autotransfundirle sangre en función de las condiciones de este. Todos estos datos quedan automáticamente introducidos en la herramienta y vinculados directamente al paciente en la sección de: “Historial”, de esta manera, cuando el paciente llega al hospital para su ingreso, este ya está programado y los datos del paciente nos aparecen en las secciones de: “Hoy” y “Hospitalizados” (Figura 7). Durante el periodo en el que el paciente está hospitalizado, sus datos se actualizan constantemente. Una vez que el paciente recibe el alta o sale de la vía clínica, estos datos pasan a la sección de: “Historial”.

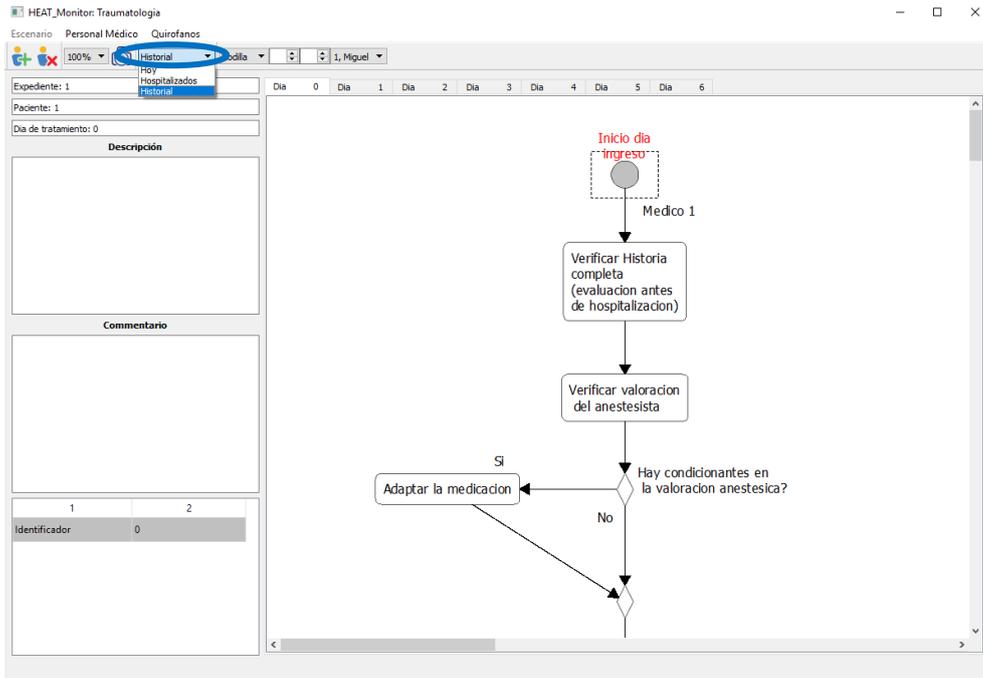


Figura 8: Búsqueda de pacientes según su estado

4.2 Análisis de los datos

Para realizar este estudio hemos partido de una muestra representativa de quince pacientes intervenidos de artroplastia primaria de cadera y artroplastia de rodilla. El análisis de estos datos se ha realizado de manera individualizada y conjunta.

Tabla 1: Distribución de los pacientes por sexo, edad, procedencia y clase de intervención

Paciente	Sexo	Edad	Procedencia	Intervención	Lado
Paciente 1	Hombre	61	Fuera	Cadera	Izquierda
Paciente 2	Hombre	48	Zaragoza	Cadera	Derecha
Paciente 3	Hombre	56	Fuera	Cadera	Derecha
Paciente 4	Hombre	56	Zaragoza	Cadera	Izquierda
Paciente 5	Hombre	61	Zaragoza	Cadera	Derecha
Paciente 6	Mujer	70	Zaragoza	Cadera	Izquierda
Paciente 7	Hombre	36	Fuera	Cadera	Izquierda
Paciente 8	Hombre	76	Zaragoza	Rodilla	Izquierda
Paciente 9	Hombre	78	Fuera	Rodilla	Derecha
Paciente 10	Mujer	62	Zaragoza	Rodilla	Izquierda
Paciente 11	Mujer	70	Zaragoza	Rodilla	Derecha
Paciente 12	Hombre	64	Zaragoza	Rodilla	Derecha
Paciente 13	Mujer	73	Zaragoza	Rodilla	Derecha
Paciente 14	Mujer	65	Fuera	Rodilla	Derecha
Paciente 15	Hombre	64	Zaragoza	Rodilla	Izquierda

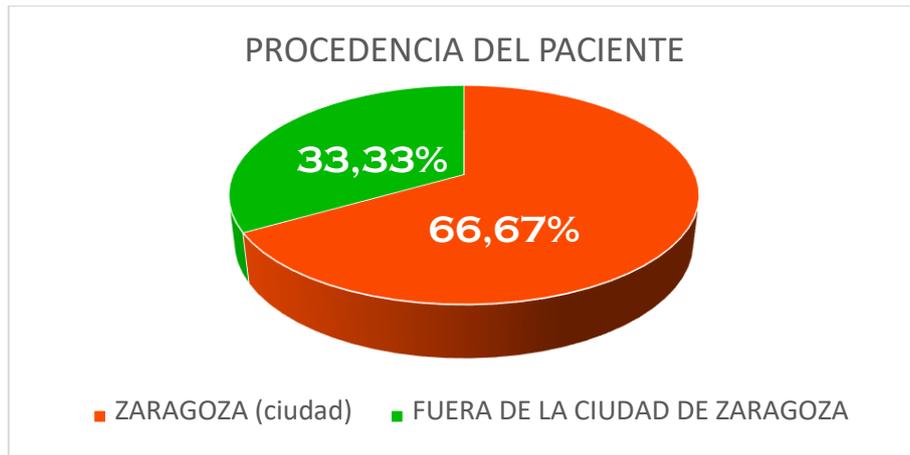


Gráfico 1: *Procedencia de los pacientes.*

El HCU corresponde al Sector Sanitario de Zaragoza III y forma parte del Área de Salud III junto con el Sector de Calatayud. Tiene una población de 267.525 habitantes e incluye 22 zonas de salud⁹. Del total de la población que compone este Sector, 123.222 habitantes (46,06% del total) corresponden a la ciudad Zaragoza y 144.303 (53,94%) al resto del Sector.

En el gráfico 1 observamos la relación existente entre los pacientes sometidos a operaciones de cadera y rodilla y su lugar de procedencia, pudiendo constatar que en este caso se invierte el porcentaje, esto es, mientras que la población de Zaragoza ciudad que corresponde al HCU es inferior al 50%, en el caso de la muestra que nos ocupa, la población procedente de la ciudad de Zaragoza duplica a la procedente de otros lugares.



Gráfico 2: *Distribución de pacientes por sexo.*

⁹ Mapa Sanitario. Comunidad Autónoma de Aragón, (García Encabo, M. y Bárcena Guallar, J. de la), Zaragoza, Gobierno de Aragón, Departamento de Sanidad y Consumo, 2004, pp. 59-60.

En el Sector Sanitario de Zaragoza III, el 51'67% son hombres y el 48,33% restante, mujeres, esto es, prácticamente, la proporción es paritaria, no obstante, en la muestra representativa que compone este trabajo, el porcentaje de varones duplica al de mujeres, lo cual no resulta así para las operaciones de rodilla en las que los porcentajes resultan muy próximos a los del sector, mientras que la diferencia por sexos se dispara en favor de los varones en los casos de intervenciones de cadera (Gráfico 2).

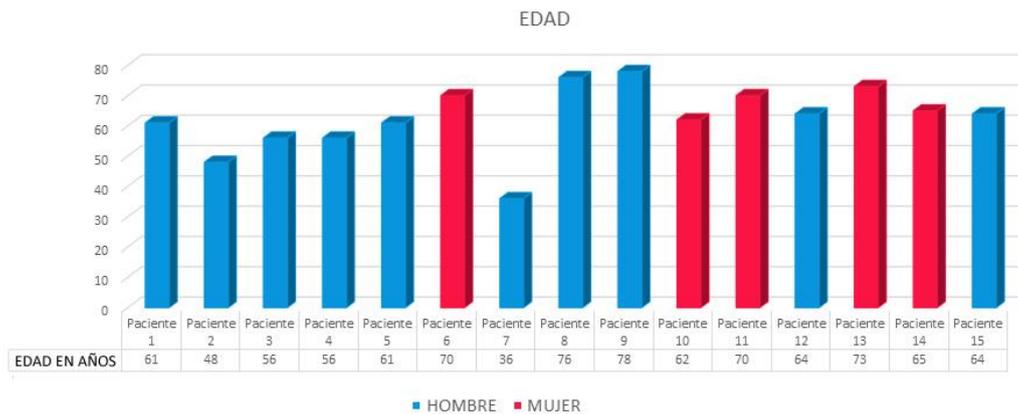


Gráfico 3: Distribución de los pacientes por edades y sexo.

Si contemplamos la distribución por sexo y edad de los pacientes de la muestra, constatamos que la edad media de los mismos es de 62,67 años, lógico si tenemos en cuenta que este tipo de operaciones corresponde en la mayoría de los casos a procesos de desgaste de las articulaciones que vienen generalmente vinculadas a la edad. Además, cuando evaluamos los datos de una muestra, debemos considerar el descartar aquellos cuyo valor puede sesgar la distribución del modelo, esto es, los valores atípicos (outliers). Y así podemos comprobar cómo, dentro de la muestra, sorprende el valor correspondiente al Paciente 7: 36 años, una edad demasiado temprana para someterse a este tipo de operaciones¹⁰, lo que nos lleva a desechar dicho valor por constituir este un ejemplo atípico dentro de los parámetros habituales. Al eliminar este dato, la edad media pasa a ser de 64,57 y los valores extremos del intervalo 48 y 78.

Si estos mismos promedios se establecen por sexos, tendríamos una media en los hombres de 60 años (62,67 sin contabilizar el Paciente 7) y de 68 años en las mujeres.

¹⁰ El carácter público de este trabajo y la confidencialidad de los historiales clínicos que se han tomado como muestra para el mismo, nos impide dar más datos con respecto al paciente en cuestión.

Tabla 2: Distribución de los pacientes por sexo, edad, procedencia y clase de intervención

Paciente	Intervención	Tipo de prótesis	ON	Tiempo hospital	Día de alta	Vía seguida☛	Día de comprobación RX	Día que comenzó a caminar	VENOFER	Autotransfusión
Paciente 1	Cadera	Ecofit-Evolution	—	7	5° ddp	Si	1° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 2	Cadera	Ecofit-Epore	—	6	4° ddp	Si	2° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 3	Cadera	Epore	—	6	4° ddp	Si	2° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 4	Cadera	Ecofit-Evolution	—	7	5° ddp	Si	1° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 5	Cadera	Evolution-Epore	—	6	4° ddp	No*	4° ddp	3° ddp	No	No
Paciente 6	Cadera	Exeter-Trident Cementada	—	6	4° ddp	Si	2° ddp	3° ddp	No	No
Paciente 7	Cadera	Ecofit-Evolution Sin cementar	—	6	4° ddp	Si	2° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 8	Rodilla	Apex Cementada	No	6	4° ddp	Si	2° ddp	3° ddp	No	No
Paciente 9	Rodilla	Apex Cementada	Si	6	4° ddp	Si	2° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 10	Rodilla	Apex Cementada	No	6	4° ddp	Si	2° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 11	Rodilla	Apex Cementada	No	8	6° ddp	No [Ⓢ]	2° ddp	4° ddp	No	No
Paciente 12	Rodilla	Apex Cementada	No	6	4° ddp	Si	3° ddp	3° ddp	No	No
Paciente 13	Rodilla	Apex Cementada	No	8	6° ddp	No ^{Ⓢ*}	5° ddp	4° ddp	No	No
Paciente 14	Rodilla	Apex Cementada	No	6	4° ddp	Si	2° ddp	2° ddp	No	No
Paciente 15	Rodilla	Apex Cementada	Si	8	6° ddp	No [Ⓢ]	3° ddp	4° ddp	No	No

Vía seguida ☛ (explicar motivos si la respuesta es no):

* RX demasiado tarde

Ⓢ No camina en el día 3°

ON: Operación Navegada

ddp: día de postoperatorio



Gráfico 4: Tipos de prótesis utilizadas en las intervenciones de artroplastia primaria de cadera y días de hospitalización según el tipo de prótesis utilizada

EDAD DEL PACIENTE Y DÍAS DE HOSPITALIZACIÓN

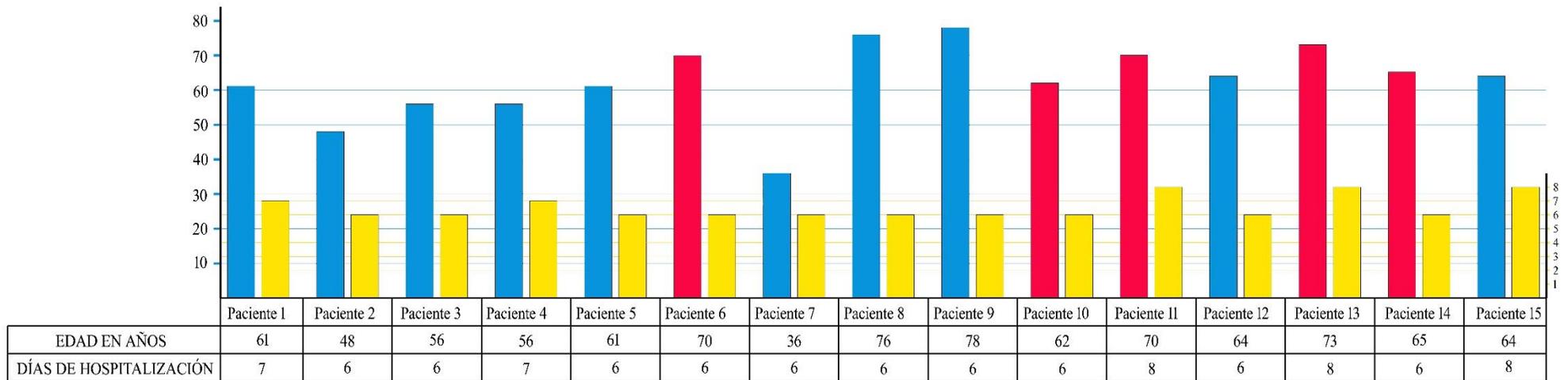


Gráfico 5: Distribución de los pacientes por edades y sexo en relación con los días de hospitalización.

Si tomamos en consideración los datos aportados en cuanto al tipo de prótesis (solo en el caso de las intervenciones de artroplastia primaria de cadera, dado que en las artroplastias de rodilla se utiliza en todos los casos el mismo tipo de prótesis) y los días de hospitalización, podemos constatar, en primer lugar, la gran variedad de posibilidades de utilización de una prótesis u otra; tan solo la Ecofit-Evolution se repite y, en este caso, vemos como es la que arroja un tiempo de hospitalización más largo, aunque esto, es posible, se deba no tanto a la utilización de la prótesis en sí, sino a las características del paciente o, dicho de otra manera, sus condiciones previas.

Lo que quizá si llame la atención es el hecho de que no parece existir una relación directa entre el tiempo de hospitalización (este sí, en función directa al día que el haber paciente comenzó a caminar) y la edad y/o sexo del paciente, dándose el caso de que aquellos que han permanecido un mayor tiempo en el hospital no son los pacientes de más edad, ni tampoco son los más jóvenes los que menos tiempo han pasado hospitalizados. Esto es así dado que el éxito de la intervención de rodilla es de origen multifactorial, desempeñando para ello un importante papel tanto factores preoperatorios, como intraoperatorios y postoperatorios.

Resulta evidente también que son las artroplastias de rodilla las que pueden requerir de una mayor permanencia del paciente hospitalizado, por lo que puede contemplarse como una constante de la vía a seguir la necesidad de prolongar, por lo general, en un día la hospitalización del paciente.

Dentro de este mismo tipo de intervención, tampoco parece haber una correspondencia directa entre el hecho de que una operación haya sido navegada o no y la duración de la hospitalización del paciente, dado que los valores extremos del intervalo de estancia [6, 8] coinciden con los dos ejemplos de operación navegada que presenta la muestra. No obstante, un mayor control en la alineación de las prótesis de rodilla permite una rehabilitación precoz con unos mejores resultados clínico-funcionales que se traducen en una estancia hospitalaria inferior en duración a la que recoge la muestra.

Por último, hay algo que resulta evidente a simple vista, la inexistente utilización de un fármaco como VENOFER y de la autotransfusión, lo cual nos indica un mayor control en cuanto a la pérdida de sangre por parte del paciente y la posibilidad de eliminar estos dos campos de la vía propuesta.

5 MODELOS MATEMÁTICOS FORMALES

El empleo de modelos matemáticos formales nos abre un gran abanico de posibilidades a la hora de analizar los sistemas discretos. Por ejemplo, estos son de enorme utilidad a la hora de determinar los efectos de cambiar la cantidad de unidades disponibles de un tipo de recurso. En trabajos anteriores ya se han utilizado las redes de Petri para evaluar y optimizar el número de miembros de cada uno de los tres tipos de personal sanitario que componen el equipo. A su vez, añadiendo tiempos de ejecución conseguimos evaluar las prestaciones del sistema.

Cuando utilizamos los modelos matemáticos formales en el análisis y mejora de otro tipo de modelos (modelos UML en nuestro caso) las posibilidades son casi infinitas. Dando prioridad a unas transiciones frente a otras conseguimos poder alcanzar casi todos los casos que se pueden dar en la vida real pudiendo determinar los fallos del modelo ante situaciones límite.

En este trabajo, se intentó exportar todos los modelos UML a modelos formales (Redes de Petri coloreadas) pero la herramienta de transformación automática que integra "HEAT" no fue capaz de trabajar con todos los datos de nuestro modelo. A su vez, se intentó la transformación a otros modelos formales también sin éxito.

Por todo esto se decidió plantear un modelo formal como ejemplo, realizando el mismo de forma manual. Hemos elegido el segundo día de postoperatorio del modelo correspondiente a la vía clínica de la artroplastia de rodilla.

Dado que este día no se precisa de ningún auxiliar para la realización de las labores recogidas en el modelo UML solo nos quedan dos recursos compartidos, el personal médico y el personal de enfermería.

La Red de Petri diseñada consta de 16 transiciones y 16 lugares. Todos los nodos de tipo acción del modelo UML tienen su reflejo en el modelo formal al igual que las decisiones que también se encuentran reflejadas mediante una construcción de tipo elección. El modelo completo se encuentra en la figura 7 y con más detalle en el Anexo IV. La descripción de los lugares y transiciones se encuentra en la tabla 3.

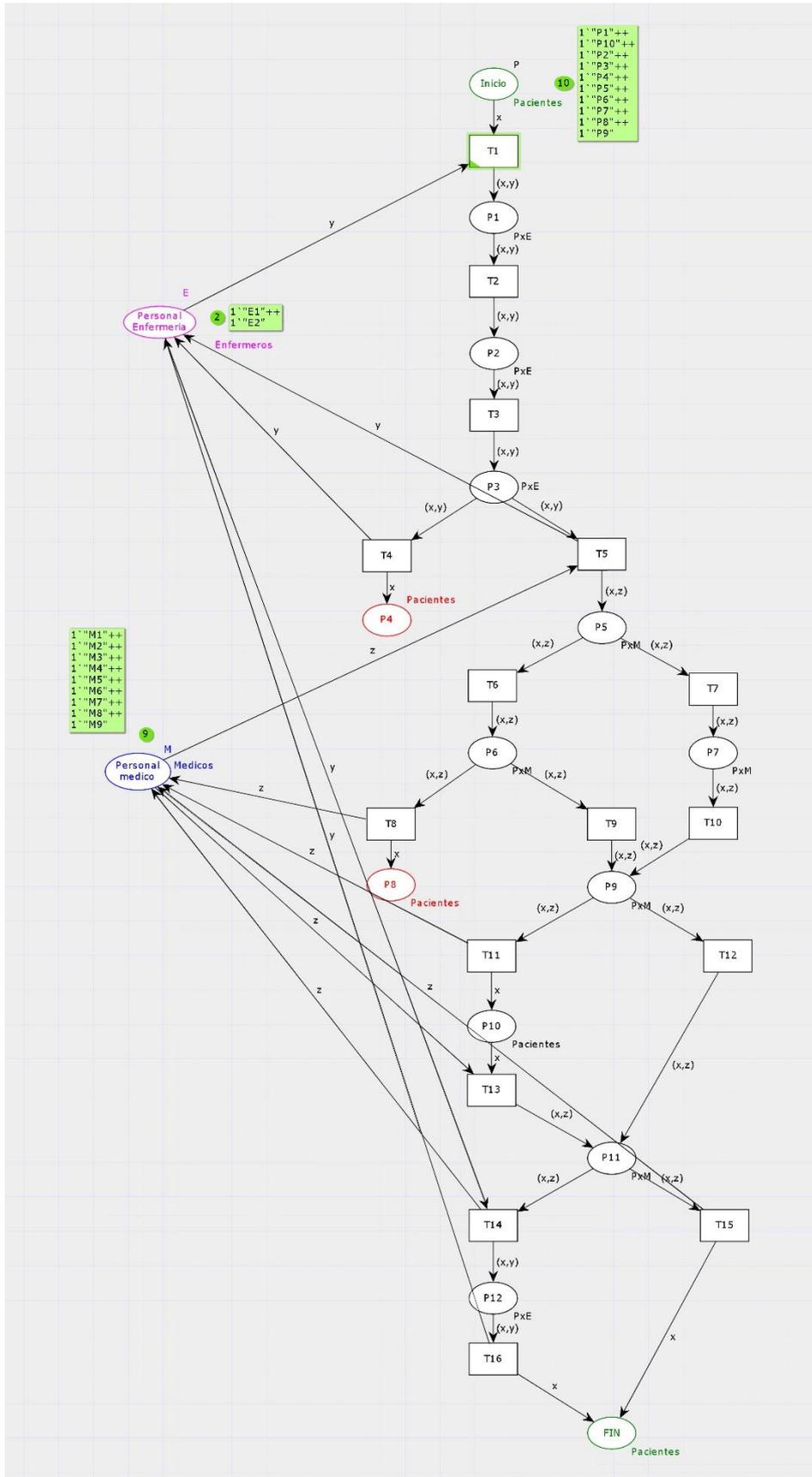


Figura 9: Red de Petri, 2º día de postoperatorio

Tabla 3: Descripción de lugares y transiciones

Lugar	Descripción	Transición	Descripción
P1	Retirar drenajes	T1	Inicio de las actividades
P2	Retirada de la vía venosa y la sonda vesical	T2	Drenajes retirados
P3	Cura de la herida y comprobación del estado	T3	Vía venosa y sonda vesical retiradas
P4	La herida presenta complicaciones. Vía no seguida	T4	Herida con complicaciones
P5	Comprobación de si la radiografía ha sido revisada	T5	Herida sin complicaciones
P6	Comprobar si la radiografía presenta anomalías	T6	Radiografía disponible
P7	Solicitar la radiografía a RX	T7	Radiografía no disponible
P8	La radiografía presenta complicaciones. Vía no seguida	T8	Radiografía con complicaciones
P9	Comprobar si el paciente está autorizado a andar	T9	Radiografía sin complicaciones
P10	Deambular con bastones ingleses	T10	Radiografía solicitada
P11	Comprobar si el paciente precisa artromotor progresivo	T11	Paciente autorizado a andar
P12	Aplicar artromotor progresivo	T12	Paciente no autorizado a andar
Inicio	Lugar inicial	T13	El paciente ha andado
Personal enfermería	Recurso compartido	T14	Paciente precisa artromotor progresivo
Personal médico	Recurso compartido	T15	Paciente no precisa artromotor progresivo
Fin	Final del segundo día	T16	Artromotor aplicado

6 POSIBLES MEJORAS

Tras realizar un análisis exhaustivo del modelo, emplear la herramienta “Heat”, tanto en su versión “Heat designer” como “Heat monitor” para introducir pacientes y tras intentar, sin éxito dadas las limitaciones computacionales de la herramienta, pasar los modelos a redes de Petri de forma automática, hemos de plantear una serie de mejoras.

6.1 Mejoras aplicables al modelo UML

A partir de los datos recogidos y de los comentarios realizados por el personal médico del HCU parece que nuestro modelo sigue sin ajustarse de una manera detallada a los procedimientos habituales en el tratamiento de los pacientes.

En primer lugar, y dado que ninguno de los pacientes de este estudio lo requirió, parece que incluir el suministro de VENOFER o realizar una autotransfusión de sangre no es una práctica estandarizada ni generalizada. A su vez, al comentar este dato con el personal médico, todos coincidieron en que la reducción de la pérdida de sangre en el tipo de intervenciones que se contemplan en sendas vías clínicas hace que estas acciones que antes se consideraban indispensables ahora resulten anecdóticas. Por todo esto hemos decidido sacarlas de nuestro modelo UML final (Anexo V). Así mismo, los registros médicos asociados a dichos tratamientos han sido borrados de la herramienta.

Otro de los elementos que se aleja de la realidad es el plazo establecido para la comprobación de las radiografías. En un principio, en la vía clínica se establece que han de ser comprobadas en el tercer o cuarto día de postoperatorio. En el primer modelo UML desarrollado en este trabajo, dicha comprobación se adelantaba al primer día de postoperatorio y se establecía un plazo máximo que finalizaba el tercer día de postoperatorio. Tras varias conversaciones con el personal médico, el cual nos indicó que se trataba de una mera radiografía de control y que su valor era mínimo, ya que únicamente nos sirve para comparar esta primera radiografía con futuras radiografías realizadas en años posteriores y observar posibles variaciones tanto en la posición de la prótesis como en las características del hueso receptor. Por ello se ha decidido que no ha de ser un factor excluyente a la hora de seguir ningún tratamiento.

Esto influye especialmente en el modelo UML de la vía clínica de la artroplastia primaria de cadera, ya que en el primer modelo no se contemplaba que el paciente pudiera levantarse hasta que no se hubiera comprobado la radiografía. En el modelo propuesto la

comprobación de la radiografía y la posibilidad de levantarse son independientes. En el modelo de artroplastia primaria de cadera se ha mejorado la funcionalidad del recurso médico “radiografía comprobada”. En el primer modelo propuesto se comprueba el estado del recurso y, posteriormente, en el caso de que la comprobación dé un resultado negativo, se insta al personal sanitario correspondiente a que compruebe si ya se encuentra disponible y verificar, en el caso de que lo esté, si esta presenta algún tipo de anomalía o es correcta.

Otra de las modificaciones surge de la discrepancia en el día en el que se ha de retirar el drenaje en la artroplastia primaria de cadera. Siguiendo las indicaciones de la vía clínica, dicha acción se debería de llevar a cabo el primer día de postoperatorio, por lo que en nuestro primer modelo así se plasmó. Tras analizar las historias médicas de los pacientes, nos dimos cuenta de que, a la mayoría de ellos, se les retiró el segundo día de postoperatorio. Siguiendo estos parámetros, en el modelo propuesto, dicha acción puede ser llevada a cabo el primer día de postoperatorio o el segundo, siendo el personal médico el encargado de decidir cuándo debe realizarse.

Por último, en el modelo propuesto para la artroplastia de rodilla, hemos aumentado de 3 a 4 días el plazo para que el paciente empiece progresivamente a deambular ayudado de bastones ingleses. A su vez, también hemos planteado la posibilidad de aumentar en un día la duración de la vía clínica dedicando el séptimo día exclusivamente a dar el alta al paciente.

Una vez planteado este nuevo modelo, queda en manos de los responsables de la elaboración de las vías clínicas tenerlo en cuenta o no para futuras modificaciones de la vía. A tenor de los resultados obtenidos parece ser que no hay ningún condicionante que nos permita estimar de forma precisa el resultado que va a tener un paciente después de someterse a una intervención.

6.2 Mejoras aplicables a la herramienta HEAT

En primer lugar, cabe destacar que ha sido imposible utilizar para la realización de este trabajo una de las utilidades más valiosas de esta herramienta, la transformación automática de modelos UML a modelos matemáticos formales. La herramienta no es capaz de gestionar, por el momento, modelos muy largos. Cuando se intenta transformar cualquiera de los dos modelos planteados en este trabajo llega un punto en el que la herramienta detiene la tarea que está realizando y se cierra.

De igual manera, cuando intentamos añadir un día muy largo a la vía, la herramienta no es capaz de cargar el modelo completo y sólo representa una parte de este.

A su vez, sería una función muy útil el hecho de que se pudiera consultar la medicación que tomaba antes de ser ingresado, datos acerca de alérgenos, el tipo de prótesis que se ha empleado en la intervención y los números de serie.

Otra de las funciones que se podrían añadir es un motor de búsqueda que nos permitiera buscar a un determinado paciente dentro de la base de datos (la herramienta utiliza una base de datos en MySQL). Dicho motor de búsqueda debería de permitir buscar mediante varios criterios como, por ejemplo: nombre del paciente, fecha de ingreso, tipo de operación, etc.

7 CONCLUSIONES

En un mundo cada vez más global y enfocado hacia la idea de obtener información de manera instantánea se hace imprescindible contar con herramientas informáticas que nos ayuden a organizar, gestionar y facilitar el manejo de grandes volúmenes de datos.

En el ámbito hospitalario, la transición entre el papel y la denominada era digital parece que transcurre más lentamente que en otros ámbitos. Sin embargo, al ser este uno de los terrenos donde más datos de carácter vital se manejan, debería de ser uno de los más interesados en dar ese paso.

Gracias a trabajos como este y herramientas como HEAT, se ve un claro avance hacia la era digital y el *big data*. Al aplicar estas nuevas fórmulas de gestión, tanto de recursos como de datos, conseguimos optimizar la calidad del servicio ofrecido a los pacientes y mejorar su percepción del mismo, dar seguridad a los médicos frente a posibles reclamaciones derivadas de su actuación y mejorar la conservación de datos.

El objetivo final de todos estos proyectos que se han ido realizando en colaboración con el HCU debería de ser la interconexión de todos los recursos de los que dispone el hospital. Aplicando una completa gestión informatizada de los mismos, se podría mejorar la eficiencia de todos ellos, suponiendo esto un ahorro económico importante sin perder calidad en el servicio.

8 BIBLIOGRAFÍA

8.1 Libros

- ✦ DEBRAUWER, L. y HEYDE, F. van der, *UML2. Iniciación, ejemplos y ejercicios corregidos*, Barcelona, Ed. Eni, Colección “Recursos Informáticos”.
- ✦ Mapa Sanitario. Comunidad Autónoma de Aragón, (GARCÍA ENCABO, M. y BÁRCENA GUALLAR, J. de la), Zaragoza, Gobierno de Aragón, Departamento de Sanidad y Consumo, 2004

8.2 Artículos

- ▲ BERNARDI, S., ALBAREDA, J. y MAHULEA, C., “Toward a decision support system for the clinical guidelines assesment”, Zaragoza, technical report, Universidad de Zaragoza, 2016.
- ▲ Parrilla, L., García, J., Albareda, J., Mahulea C., y Silva, M., "HEAT: A Tool to Develop, Analyze and Monitor Clinical Guidelines". 2nd International Workshop on Models and Methods for healthcare systems management and planning (M2H'2016), held in conjunction with ETFA'2016: 21st IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation.
- ▲ Santana Robles, F., Granillo Macías, R., González Hernández, I. J. y Simón Marmolejo, I., “Redes de Petri coloreadas jerárquicas para el modelado de procesos de negocio de una cadena de suministro textil” en *Ingenio y Conciencia*, Hidalgo, Boletín Científico de la Escuela Superior de CD. Sahagún, Volumen 4, N°. 7, 2017.

8.3 Webgrafía

http://ima.udg.edu/~sellares/EINF-ES2/uml2_diagrams.pdf

(Última consulta 21/09/2018)

https://www.researchgate.net/publication/224101623_UML_2_A_model-driven_development_tool

(Última consulta 22/09/2018)

<http://www.chospab.es/calidad/archivos/Vias/elaboracionviasclinicas.pdf>

(Última consulta 1/10/2018)

<http://www.ics-aragon.com/cursos/cbesgc/4/modulo-iv-lectura-6.pdf>

(Última consulta 2/10/2018)

<https://www.docsity.com/es/tema-2-3-redes-de-petri-coloreadas/2822908/>

(Última consulta: 16/10/2018)

8.4 Otras fuentes bibliográficas

★García Barreto, J., Gestión hospitalaria utilizando el modelado, análisis y optimización de las vías y guías clínicas, Trabajo de fin de grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales (Cristian Mahulea y Jorge Albareda Albareda dirs.), Zaragoza 2016 [Publicado en Zagan].

★Moreno Varea, I., Modelado y análisis de sistemas de salud basado en vías clínicas, Trabajo de fin de grado en Ingeniería Eléctrica (Cristian Mahulea y Jorge Albareda Albareda dirs.), Zaragoza 2017 [Publicado en Zagan].

ANEXO I Vías clínicas

Artroplastia primaria de cadera

	PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología	"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESAS" Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA
---	--	---

PROTOCOLO-GUIA DE PRACTICA CLINICA ARTROPLASTIA PRIMARIA DE CADERA

Elaborado	Elaborado	Aprobado
Fecha: Octubre 2013	Fecha: Octubre 2013	Fecha: Diciembre 2013
Jefe de Servicio	Responsable de Calidad	Comisión de Dirección del Servicio
Jorge Albareda Albareda	Jose M. Lasierra Sanromán	

Revisión :	A
-------------------	---

	<p>PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD</p> <p>Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología</p>	<p>"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESA" Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA</p>
---	---	---

DIAS PREVIOS AL INGRESO

- ✓ Verificar documentación completa procedente de la consulta
- ✓ Verificar que ha sido valorado por Anestesia y posibles incidencias
- ✓ Verificar si tiene firmado el Consentimiento Informado

DIA DEL INGRESO

- ✓ Verificar documentación completa procedente de la consulta
- ✓ Verificar que ha sido valorado por Anestesia
- ✓ Verificar si tiene firmado el Consentimiento Informado
- ✓ Valorar la existencia de procesos patológicos intercurrentes durante su periodo de LEQ (incluidas nuevas alergias)
- ✓ Atención especial ante infecciones urinarias en las 4-6 semanas previas
- ✓ Realizar en su caso el estudio preoperatorio urgente
- ✓ Verificar si está incluido en programa de Autotransfusión
- ✓ *En caso de no autotransfusión iniciar VENOFER 200 mg IV (que se repetirá a las 48 horas)*

DIA DEL INGRESO

- ✓ Solicitar las Unidades establecidas al Banco de Sangre
- ✓ Pautar Profilaxis Antibiótica
- ✓ Pautar Profilaxis con Heparina de BPM
- ✓ Señalar-Marcar el lado que se va a intervenir (rotulador indeleble)
- ✓ El paciente se duchará un mínimo de 6 horas antes de la IQ

	PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología	"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESA" Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA
---	--	--

DIA DE LA INTERVENCIÓN

- ✓ Comprobar que el paciente baje a quirófano con la Hª Clínica Completa
- ✓ Comprobar preparación por Enfermería antes de bajar a quirófano
- ✓ Verificar que se acompaña la dosis correspondiente de Profilaxis AB
- ✓ Comprobar la correcta identificación del paciente
 - Postcirugía
 - Control de Analgesia
 - Control de Analítica
 - Vigilancia de drenajes/diuresis/trofismo distal
 - Asegurarse de que lleva oxígeno en gafas nasales

1º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Verificar controles analíticos
- ✓ Retirar Sonda Urinaria y Drenaje/s
- ✓ Comprobar cumplimiento de protocolo de Quimioprofilaxis
- ✓ Mantener 24 horas la oxigenoterapia en gafas nasales
- ✓ Levantar de la cama y sentar en silla alta (no sillón)
- ✓ Solicitar Rx de control
- ✓ 2ª dosis de VENOFRER 200 IV

2º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Retirada de vía venosa
- ✓ Realizar revisión-cura de la herida
- ✓ Autorizar "primeros pasos" con bastones ingleses / andador
- ✓ Comprobar disponibilidad de suplemento para WC

	<p>PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD</p> <p>Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología</p>	<p>"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESÁ"</p> <p>Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA</p>
---	---	--

3º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Deambulación progresiva con bastones ingleses
- ✓ Comprobar / Reclamar Rx de control

4º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Además de lo correspondiente al día 3º
- ✓ Ver Rx de control
- ✓ Valorar si cumple criterios para alta en 24 horas

5º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Revisión herida quirúrgica
- ✓ Alta en Hospital (salvo contraindicación)
- ✓ Cita para retirar agrafes de sutura en las consultas externas / Centro de Salud
- ✓ Citación para revisión en consultas externas en el plazo de 4-6 semanas.

Artroplastia de rodilla

	PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología	"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESAS" Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA
---	--	---

PROTOCOLO- GUIA DE PRACTICA CLINICA ARTROPLASTIA DE RODILLA

Elaborado	Elaborado	Aprobado
Fecha: Octubre 2013	Fecha: Octubre 2013	Fecha: Diciembre 2013
Jefe de Servicio	Responsable de Calidad	Comisión de Dirección del Servicio
Jorge Albareda Albareda	Jose M. Lasierra Sanromán	
Revisión :	A	

	PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología	"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESÁ" Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA
---	--	--

DÍAs PREVIOS AL INGRESO

- ✓ Verificar documentación completa procedente de la consulta
- ✓ Verificar que ha sido valorado por Anestesia y posibles incidencias
- ✓ Verificar si tiene firmado el Consentimiento Informado

DÍA DEL INGRESO

- ✓ Verificar documentación completa procedente de la consulta
- ✓ Verificar que ha sido valorado por Anestesia
- ✓ Verificar si tiene firmado el Consentimiento Informado
- ✓ Valorar la existencia de procesos patológicos intercurrentes durante su periodo de LEQ (incluidas nuevas alergias)
- ✓ Atención especial ante infecciones urinarias en las 4-6 semanas previas
- ✓ Realizar en su caso el estudio preoperatorio urgente
- ✓ Verificar si está incluido en programa de Autotransfusión
- ✓ *En caso de no autotransfusión iniciar VENOFER 200 mg IV (que se repetirá a las 48 horas)*

DÍA DEL INGRESO

- ✓ Solicitar las Unidades establecidas al Banco de Sangre
- ✓ Pautar Profilaxis Antibiótica
- ✓ Pautar Profilaxis con Heparina de BPM
- ✓ Señalar-Marcar el lado que se va a intervenir (rotulador indeleble)
- ✓ El paciente se duchará un mínimo de 6 horas antes de la IQ

	<p>PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD</p> <p>Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología</p>	<p>"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESAS" Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA</p>
---	---	--

DIA DE LA INTERVENCIÓN

- ✓ Comprobar que el paciente baje a quirófano con la Hª Clínica Completa
- ✓ Comprobar preparación por Enfermería antes de bajar a quirófano
- ✓ Verificar que se acompaña la dosis correspondiente de Profilaxis AB
- ✓ Comprobar la correcta identificación del paciente
 - Postcirugía
 - Control de Analgesia
 - Control de Analítica
 - Vigilancia de drenajes/diuresis/trofismo distal
- ✓ Asegurarse de que lleva oxígeno en gafas nasales

1º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Verificar drenajes y controles analíticos
- ✓ Comprobar cumplimiento de protocolo de Quimioprofilaxis
- ✓ Mantener 24 horas la oxigenoterapia en gafas nasales
- ✓ Levantar de la cama
- ✓ Solicitar Rx de control

2º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Retirar drenajes
- ✓ Retirada de vía venosa
- ✓ Realizar revisión-cura de la herida
- ✓ Iniciar tratamiento fisioterápico con Artromotor
- ✓ Autorizar deambulación con bastones ingleses

	<p>PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD</p> <p>Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología</p>	<p>"HOSPITAL CLINICO UNIVERSITARIO "LOZANO BLESÁ"</p> <p>Avda. San Juan Bosco, 15 50009-ZARAGOZA</p>
---	---	--

3º DIA POSTOPERATORIO

- ✓ Deambular con Bastones
- ✓ Artromotor progresivo
- ✓ Comprobar / Reclamar Rx de control
- ✓ Valorar si precisa colaboración a RHB

4º DIA POSTOPERATORIO

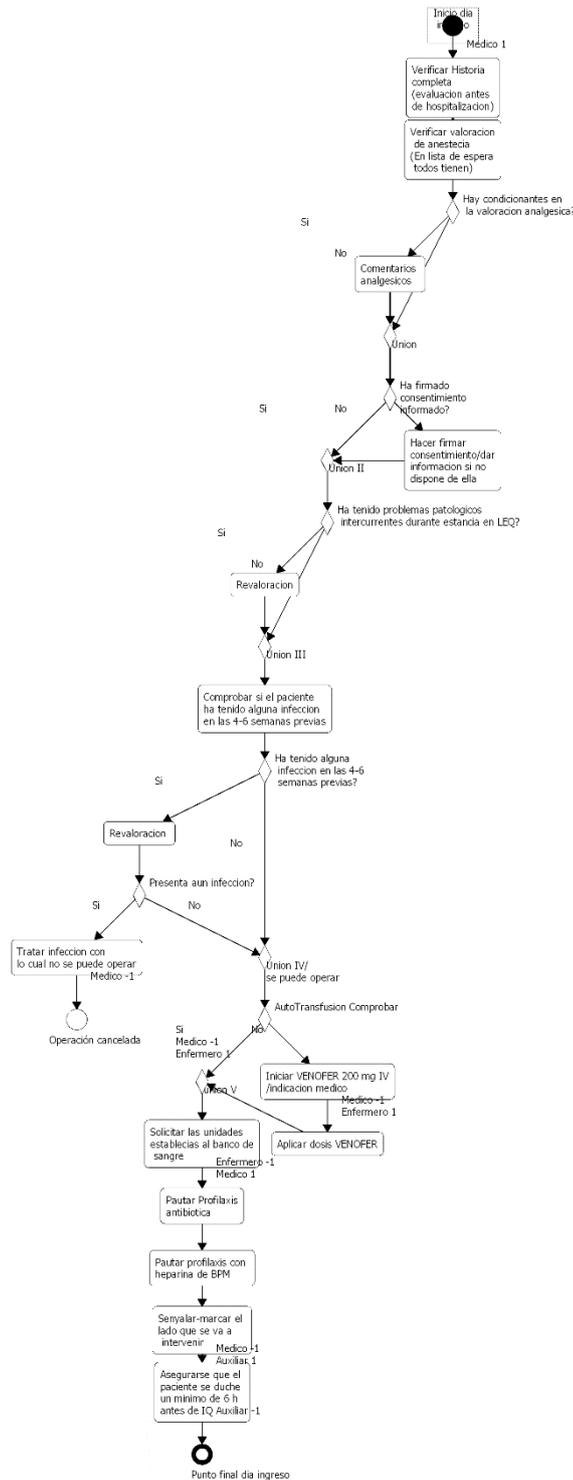
- ✓ Además de lo correspondiente al día 3º
- ✓ Ver Rx de control
- ✓ Valorar si cumple criterios para alta en 24 horas

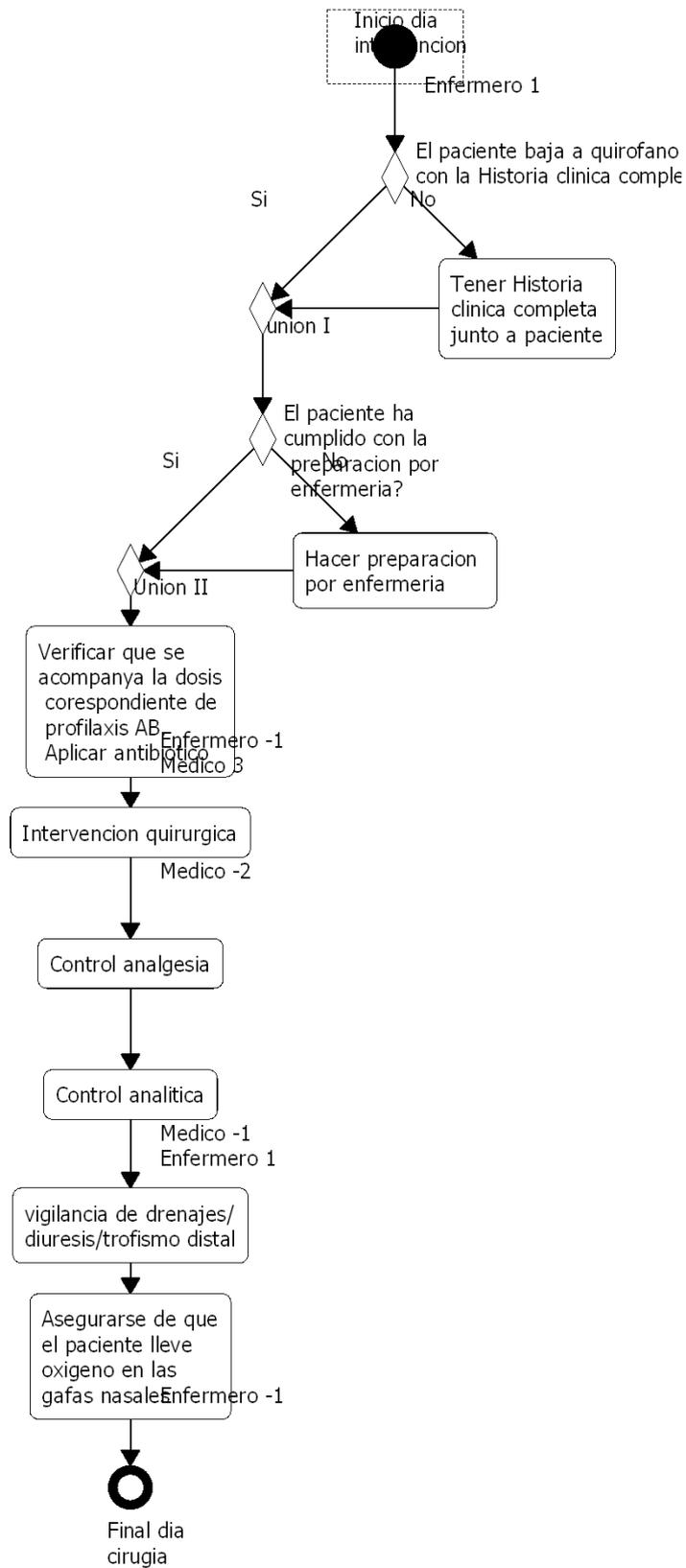
5º DIA POSTOPERATORIO

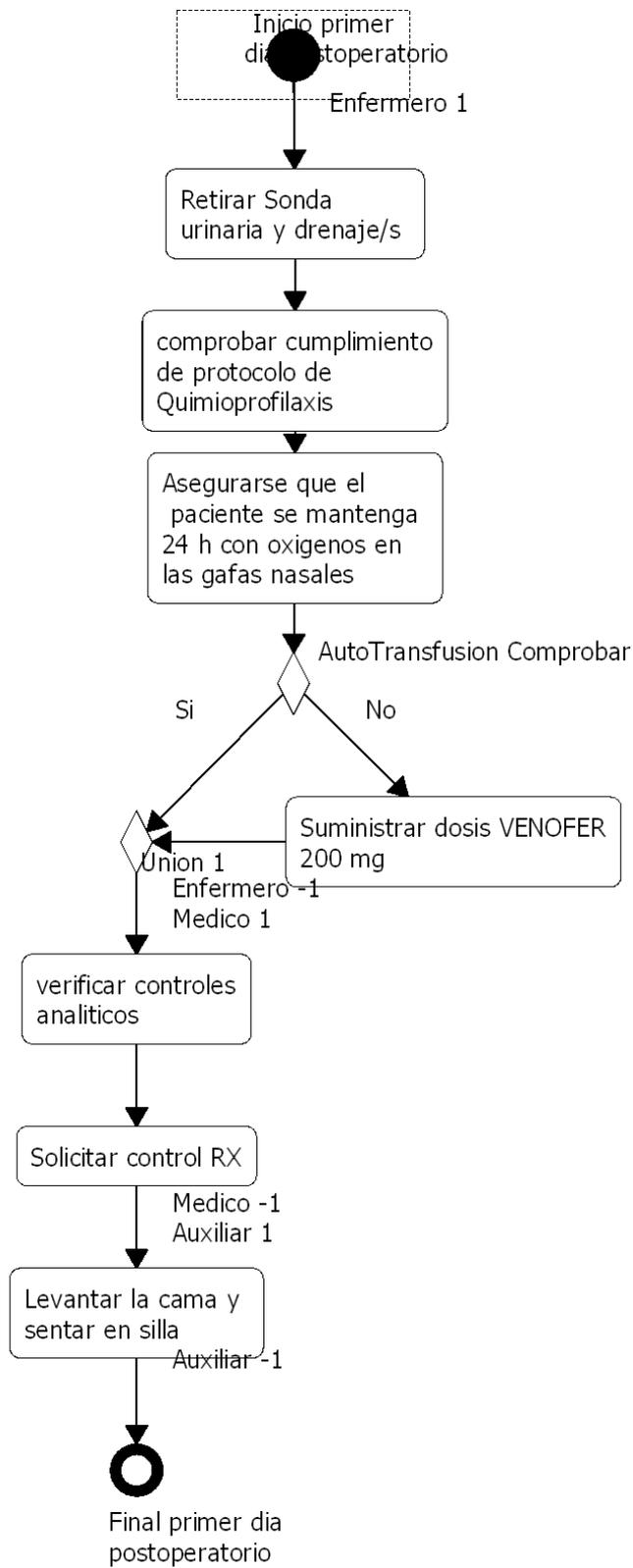
- ✓ Revisión herida quirúrgica
- ✓ Alta en Hospital (salvo contraindicación)
- ✓ Cita para retirar agrafes de sutura en las consultas externas /Centro de Salud
- ✓ Citación para revisión en consultas externas en el plazo de 4-6 semanas.

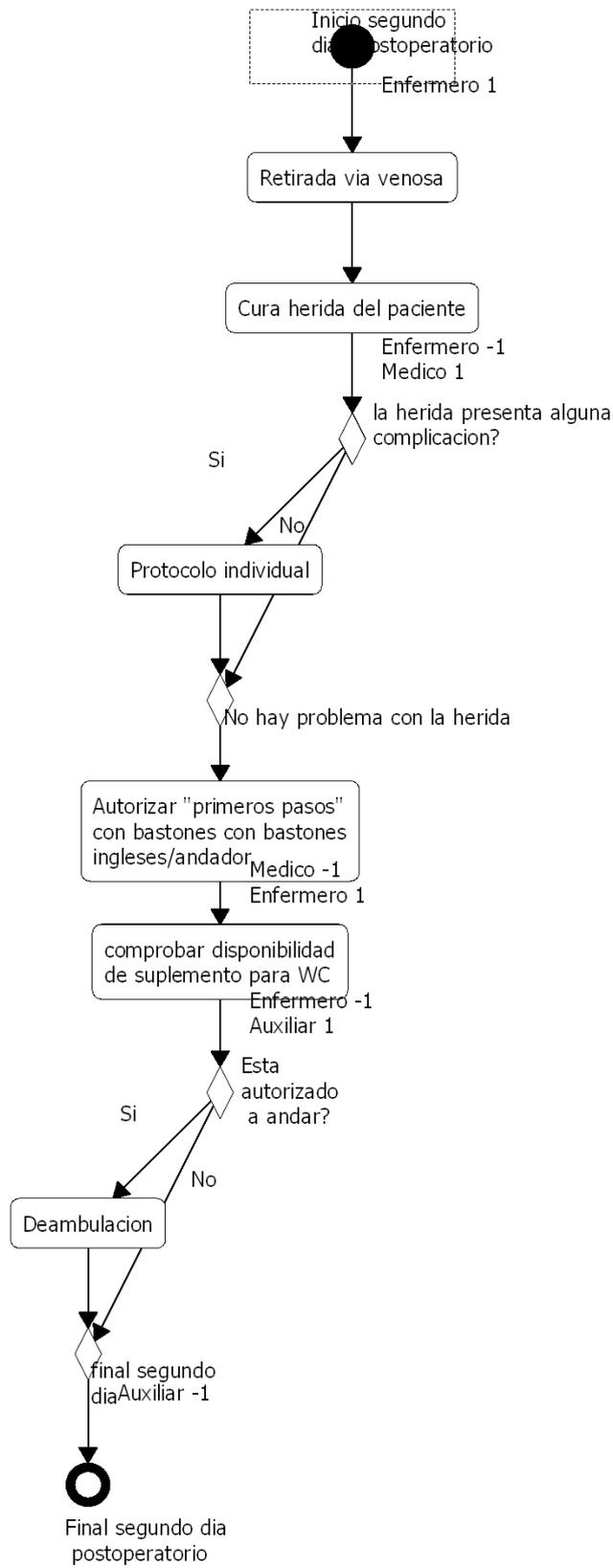
ANEXO II Modelo UML desarrollado por J. García Barreto

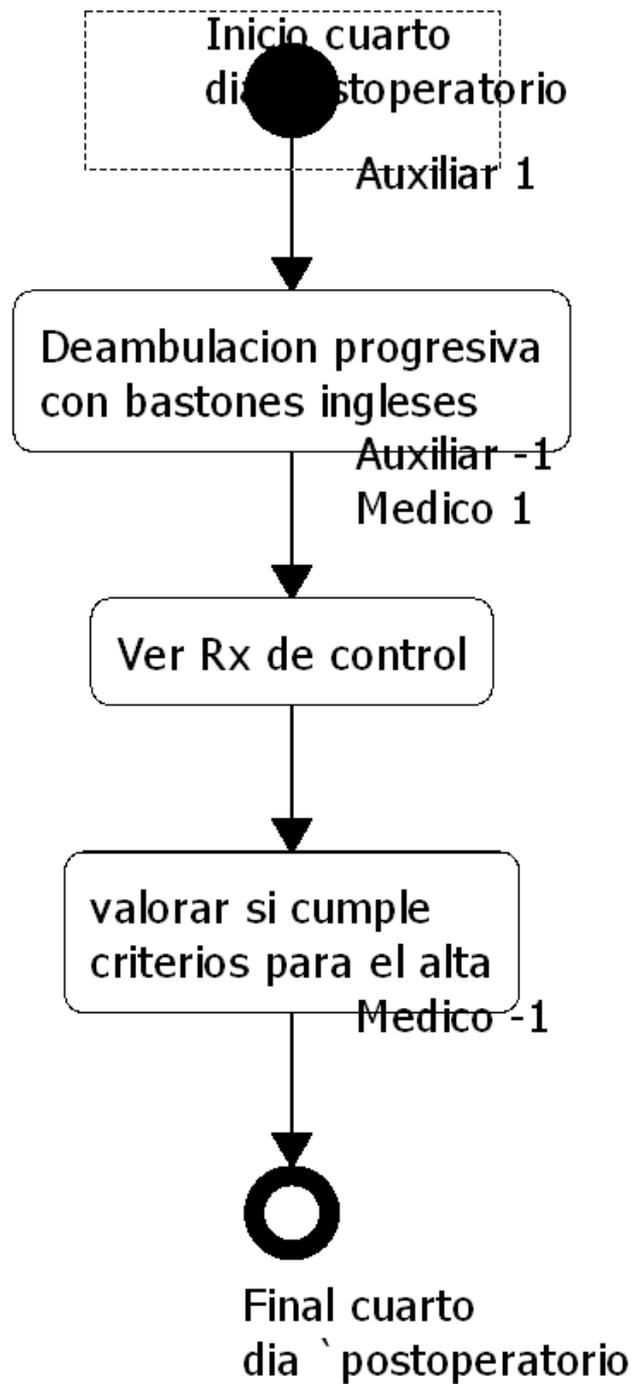
Artroplastia primaria de cadera

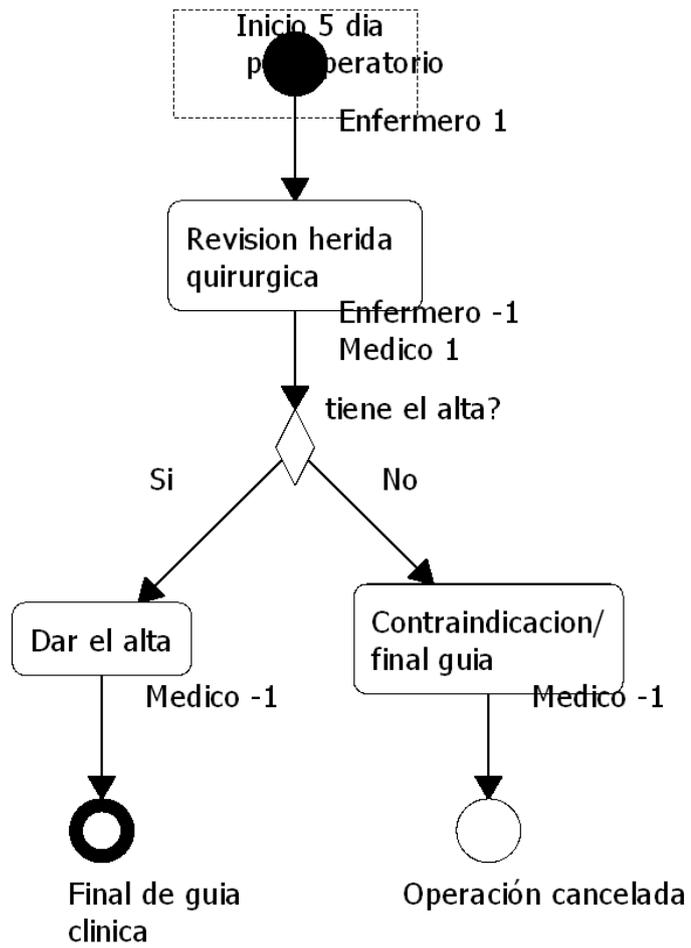




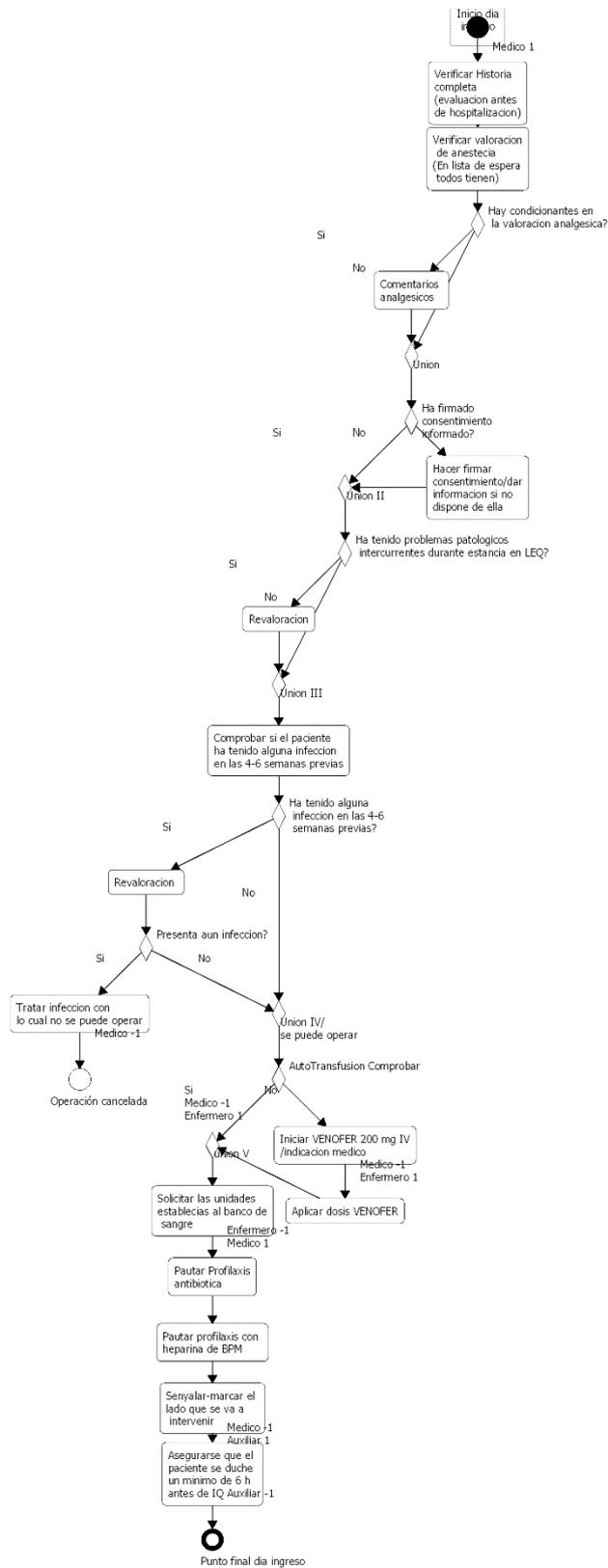


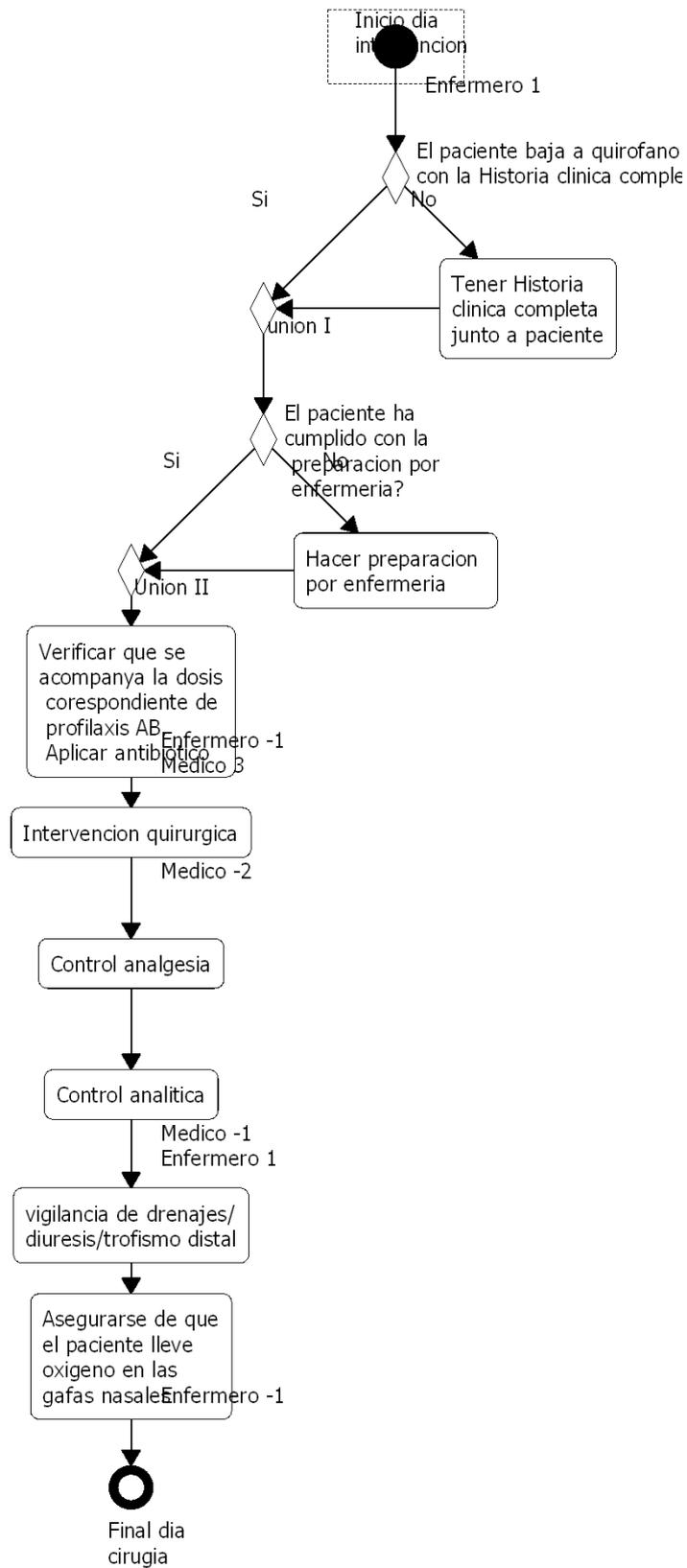


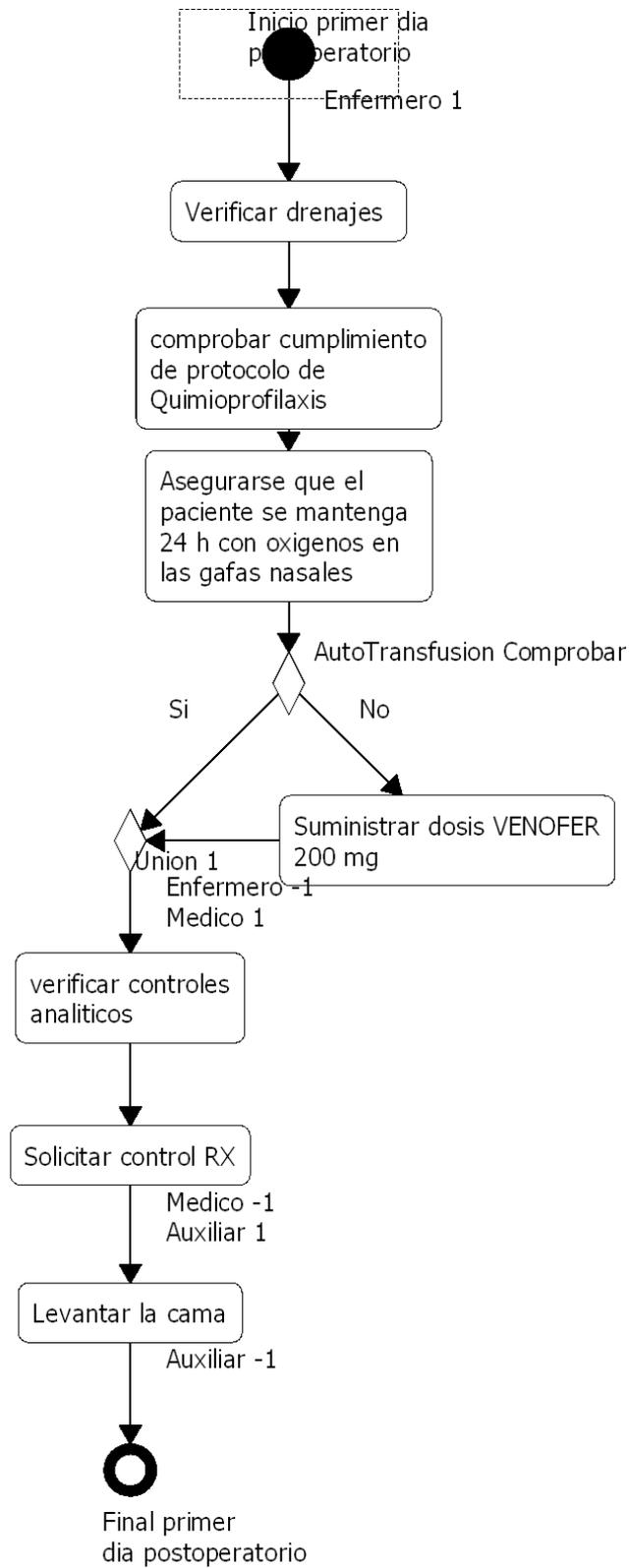


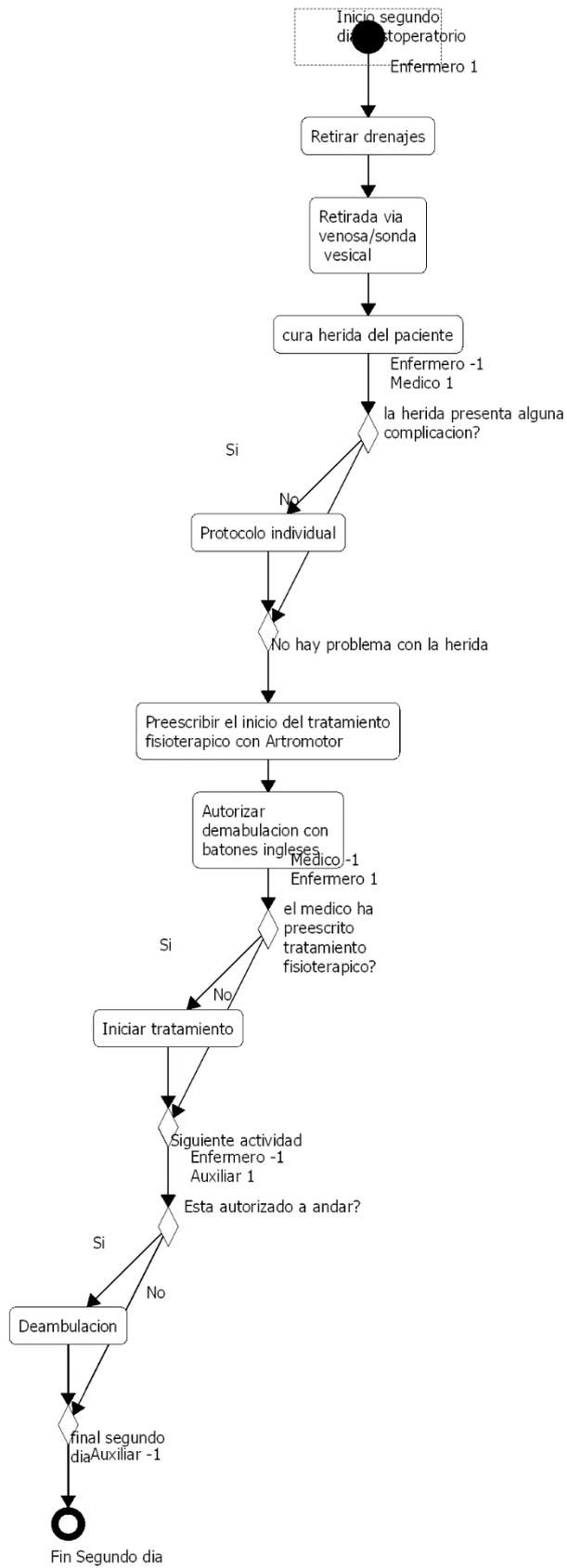


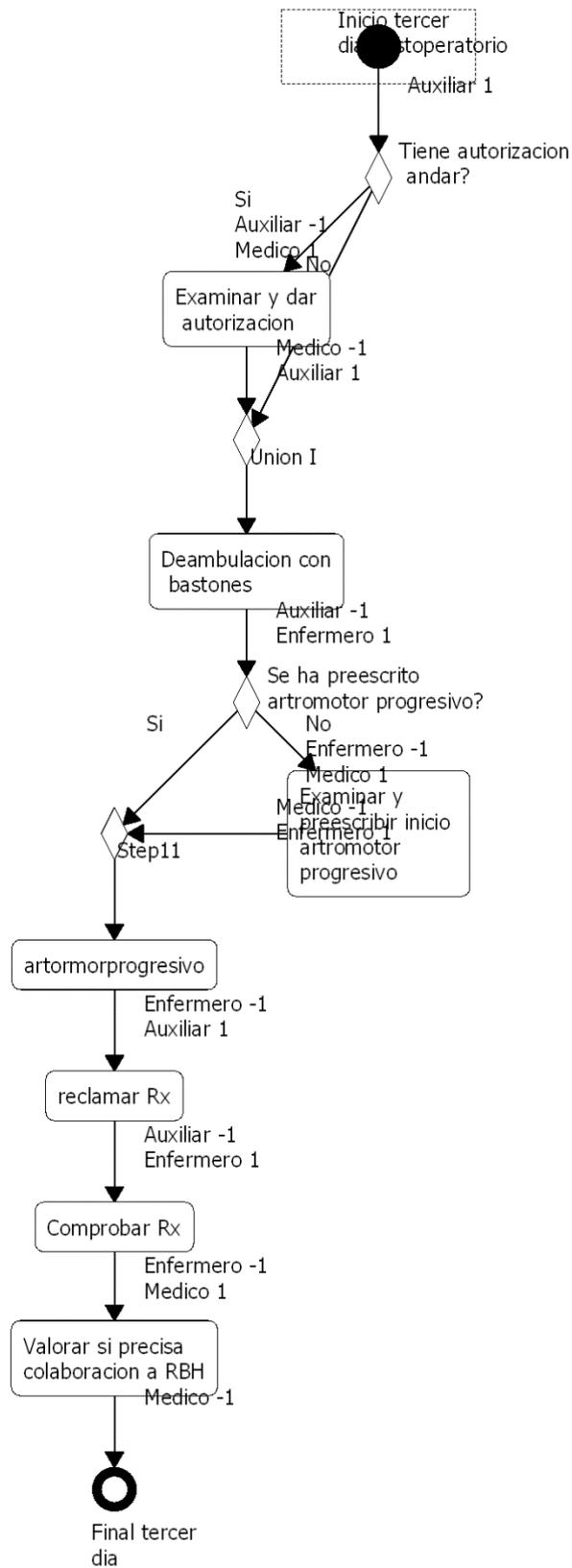
Artroplastia de Rodilla

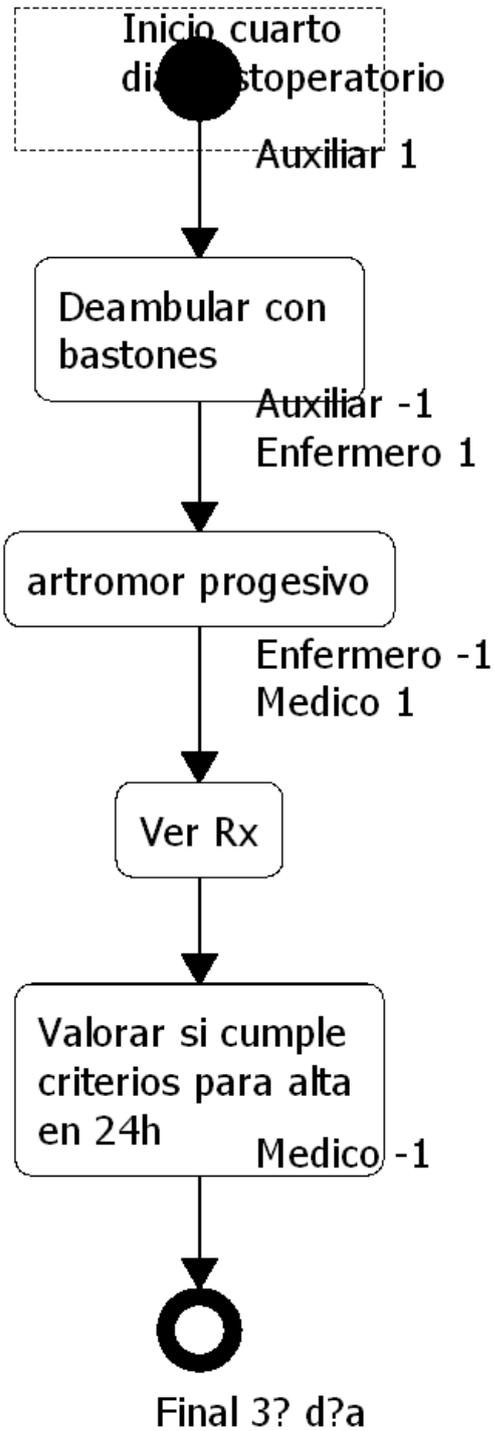


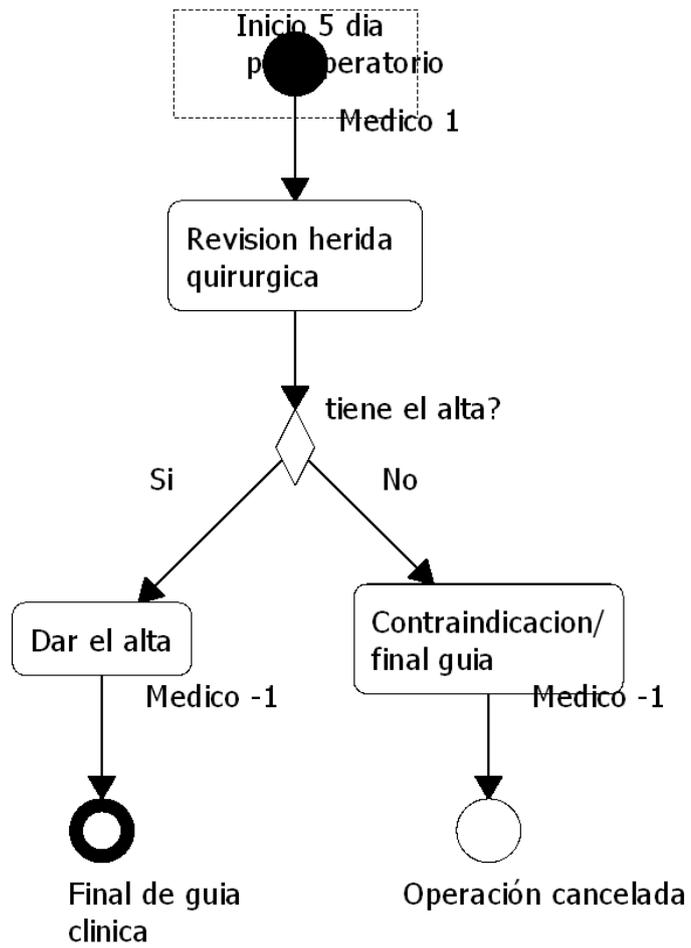






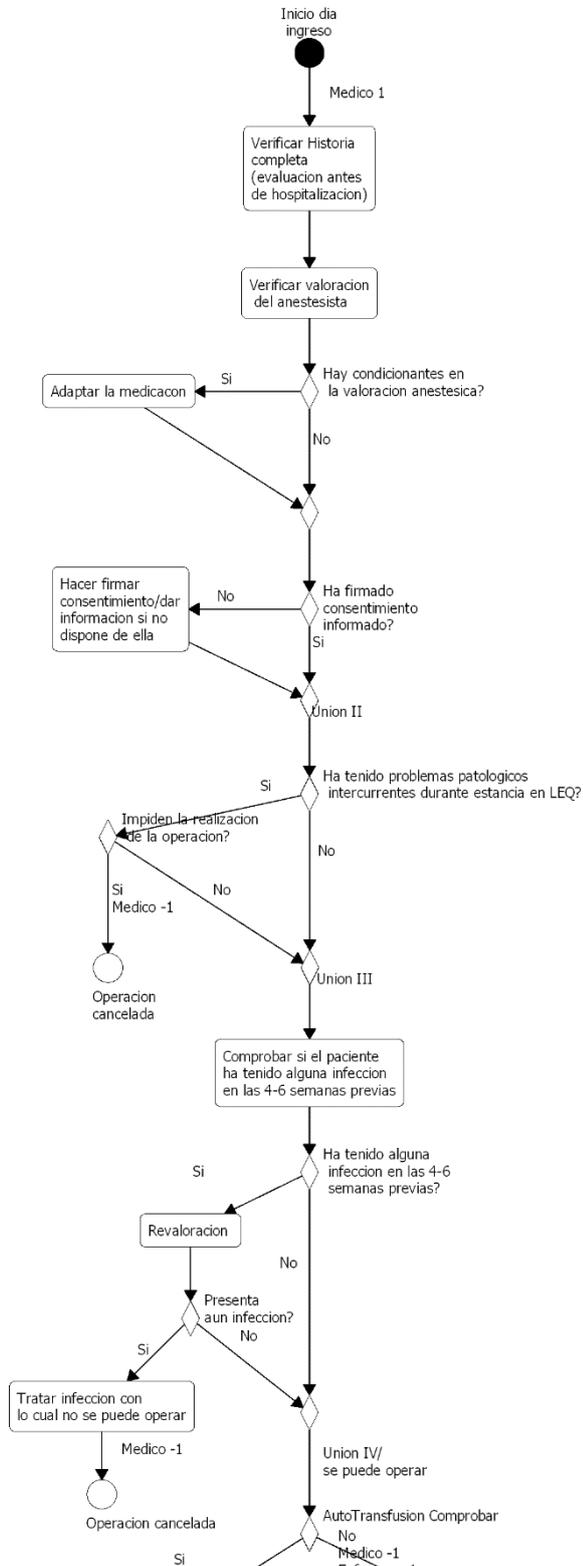


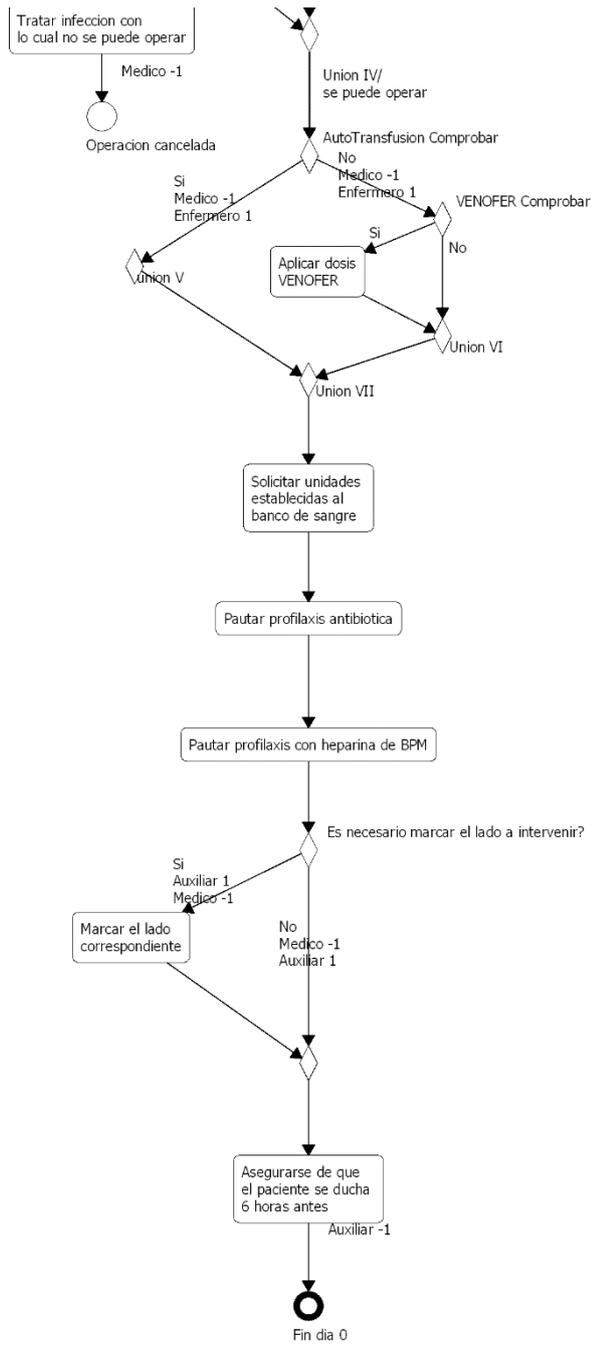


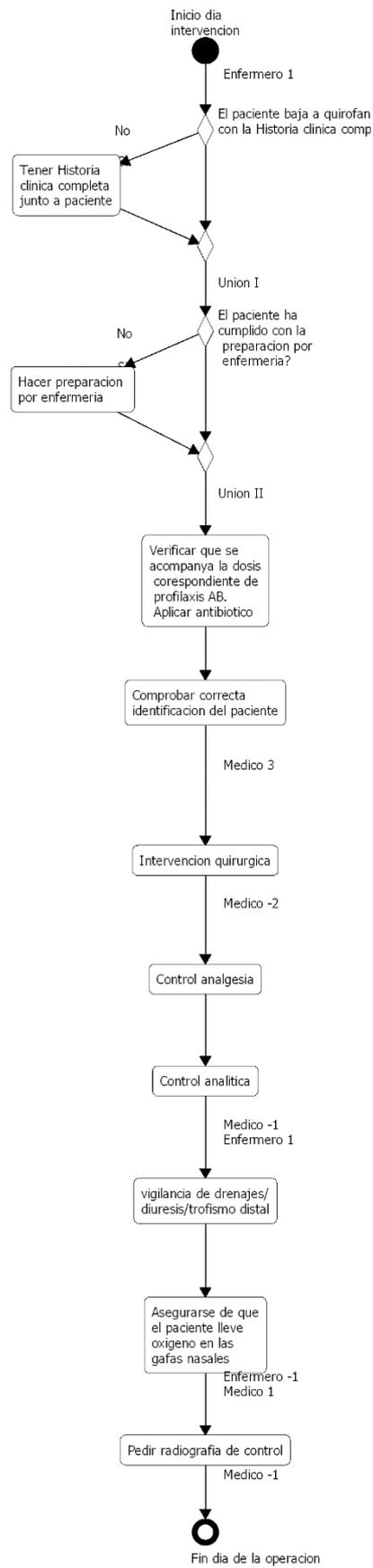


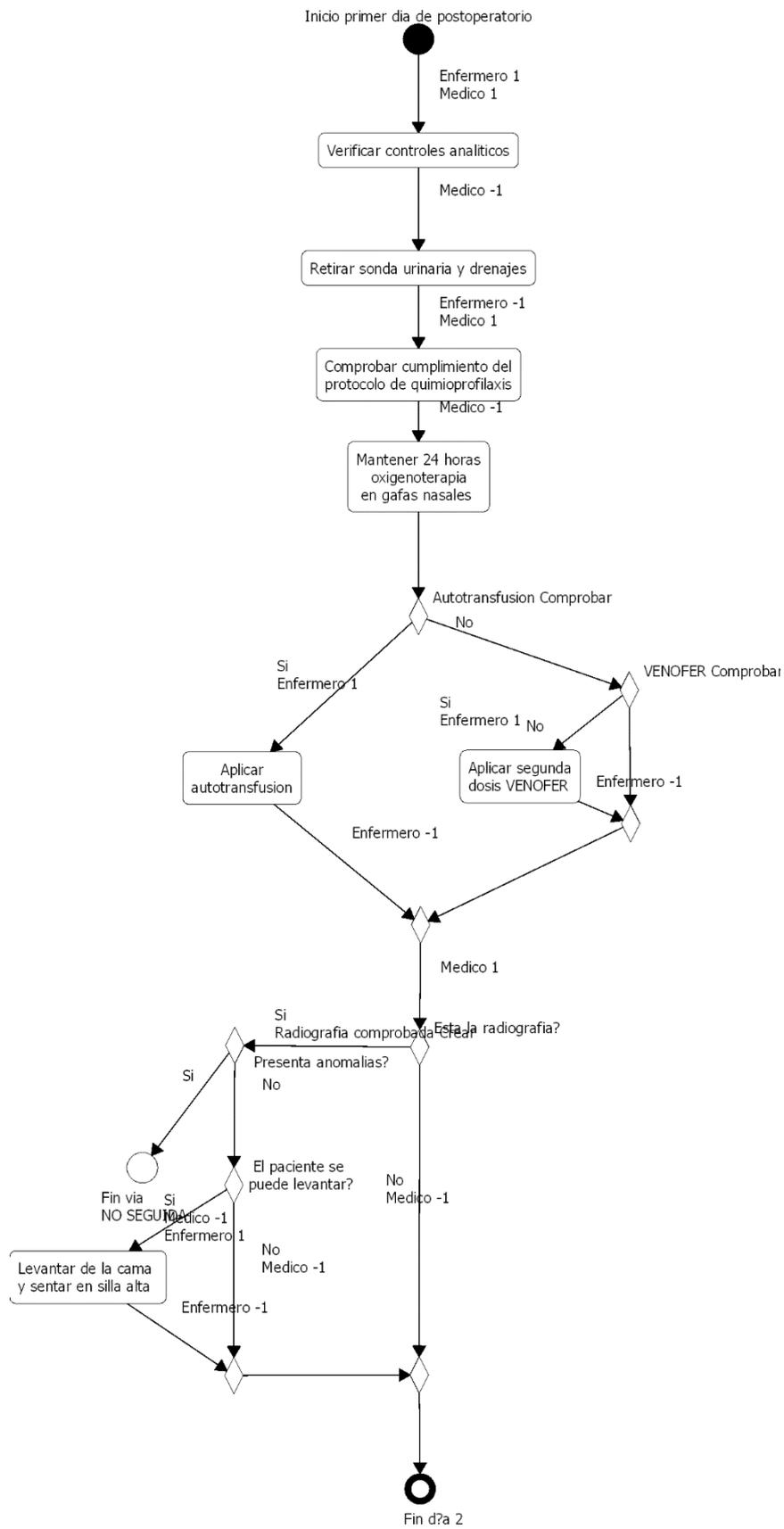
ANEXO III Modelo UML con el que se ha trabajado

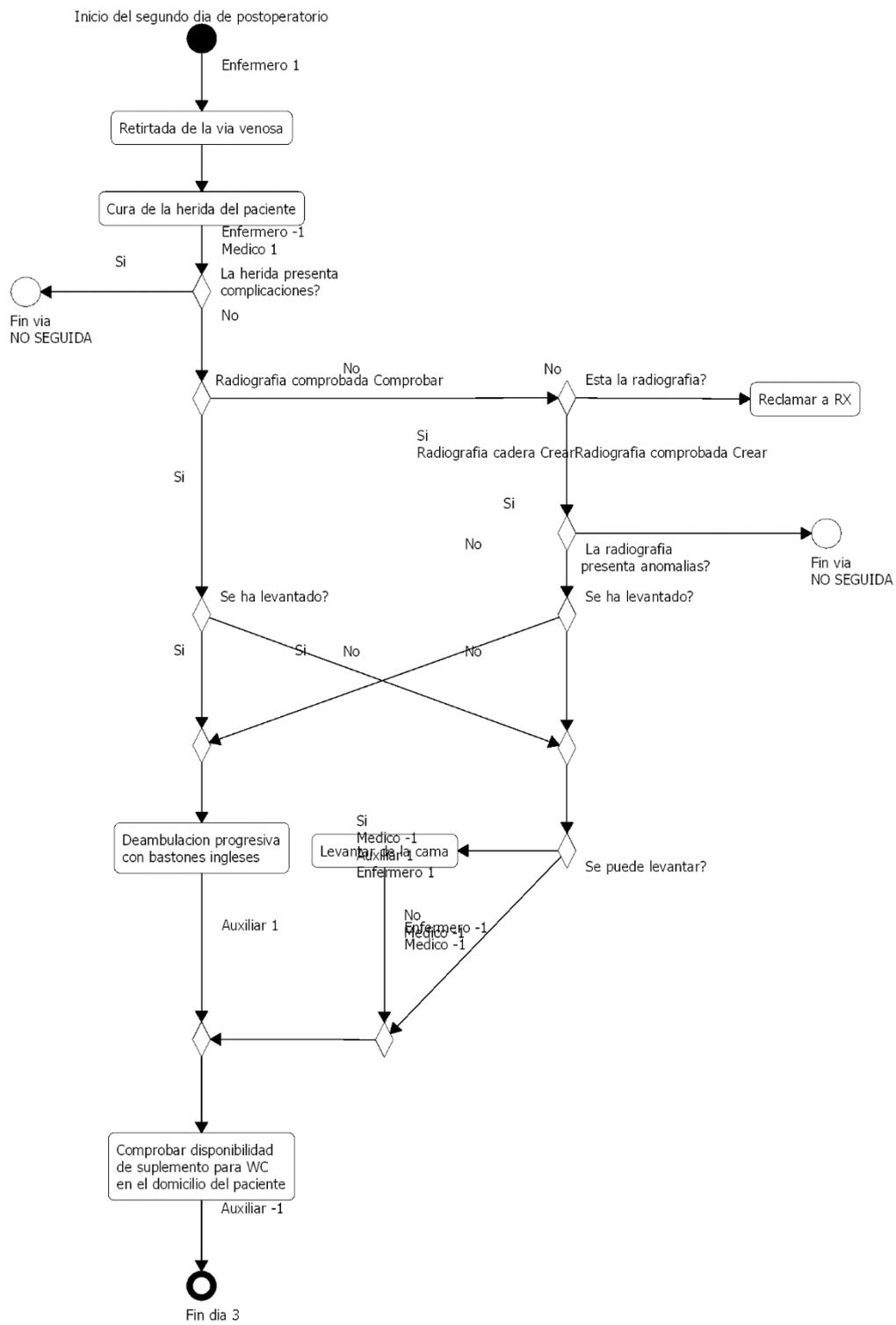
Artroplastia primaria de cadera

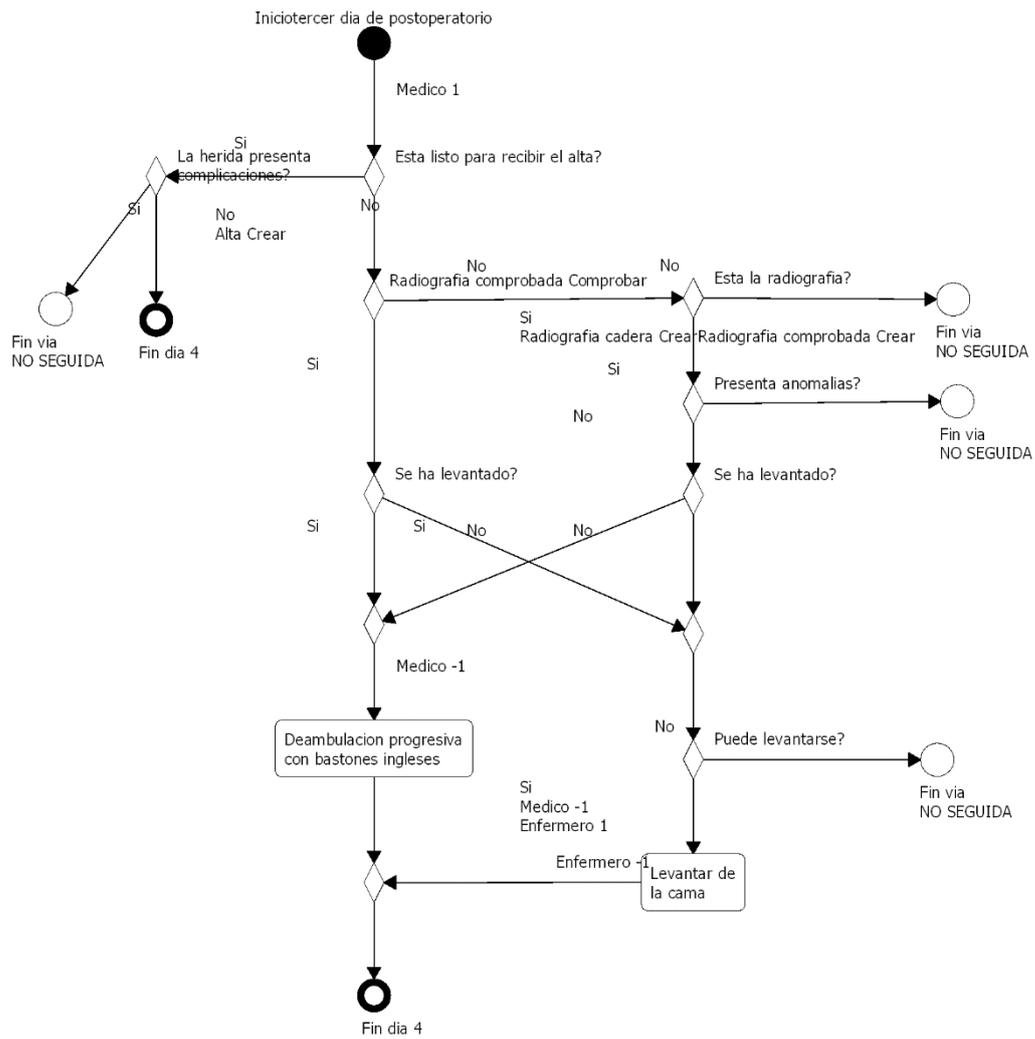


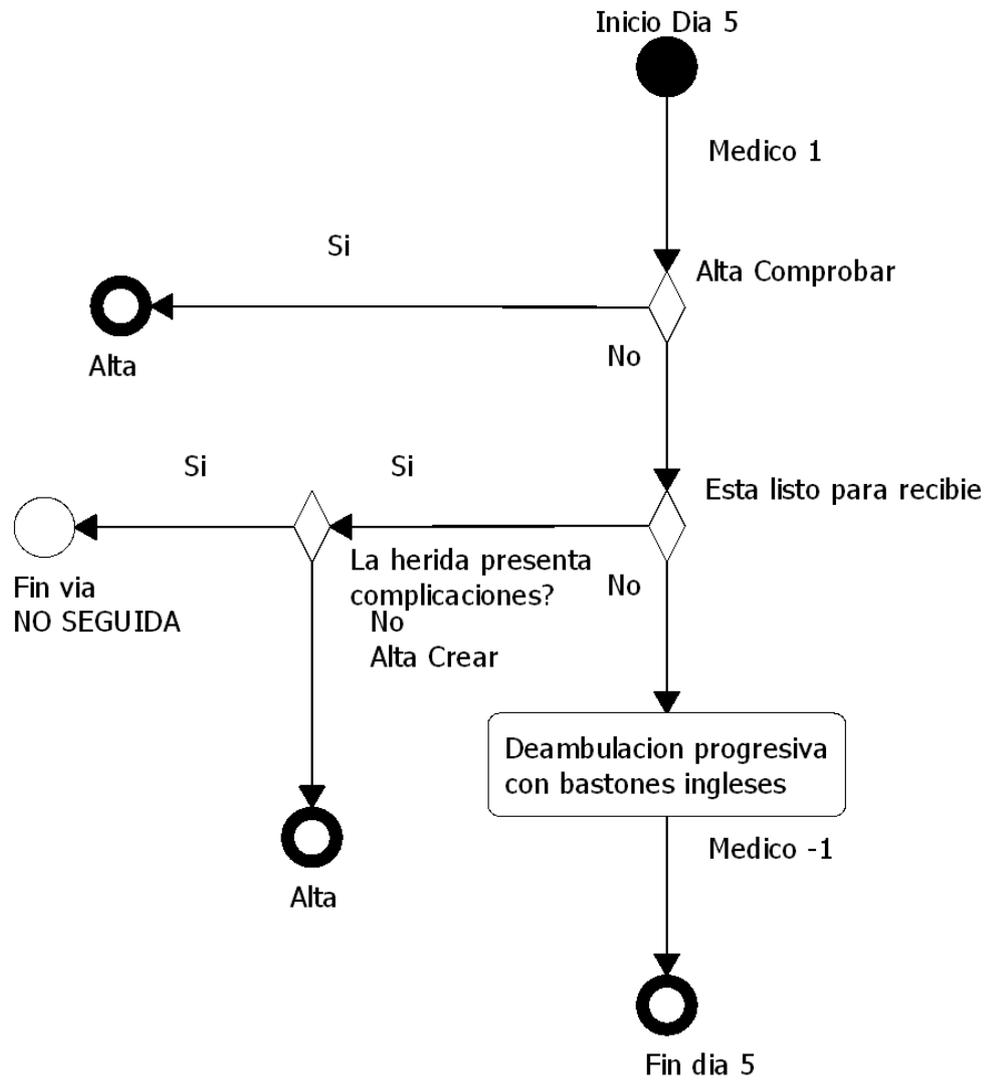


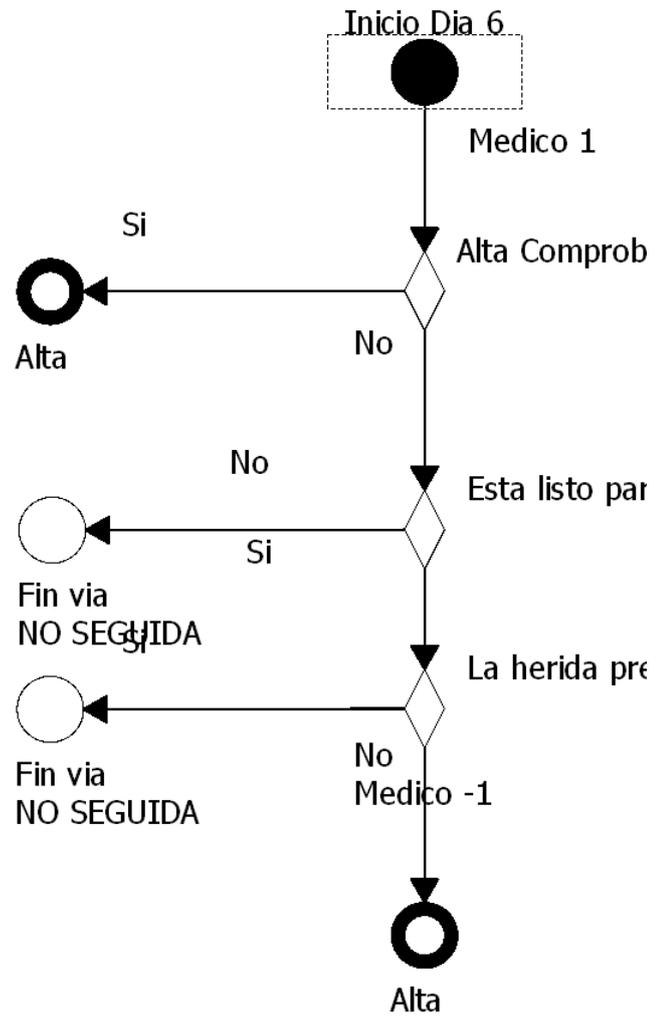




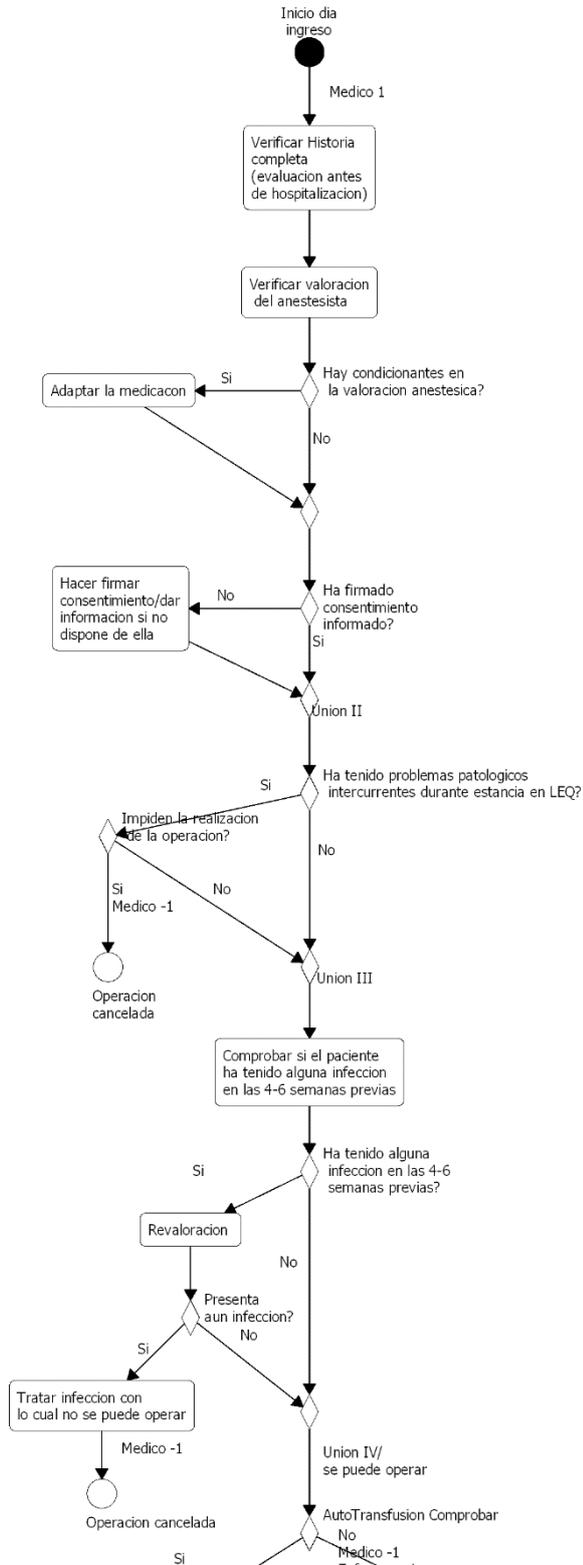


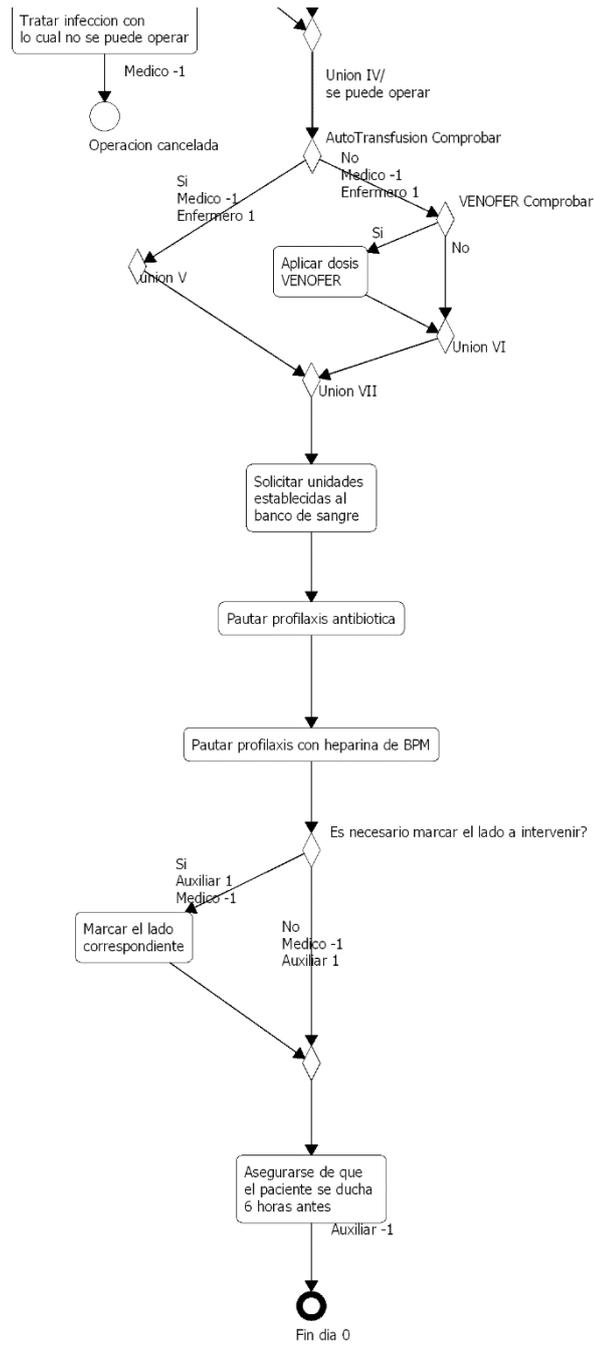


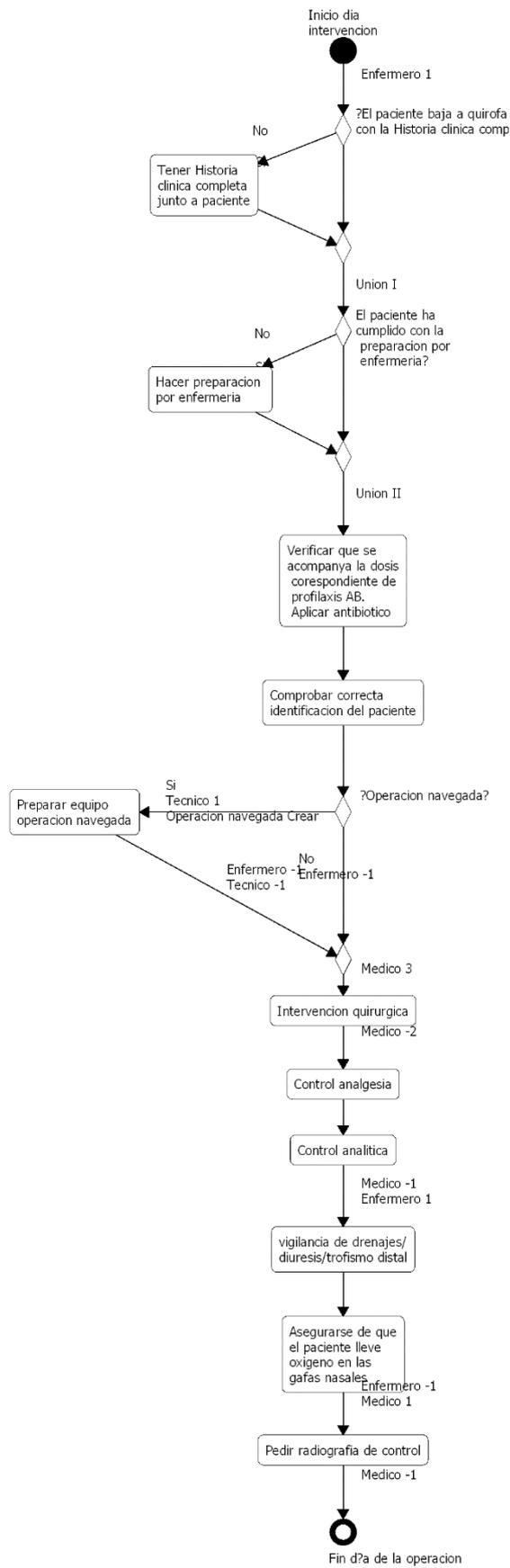


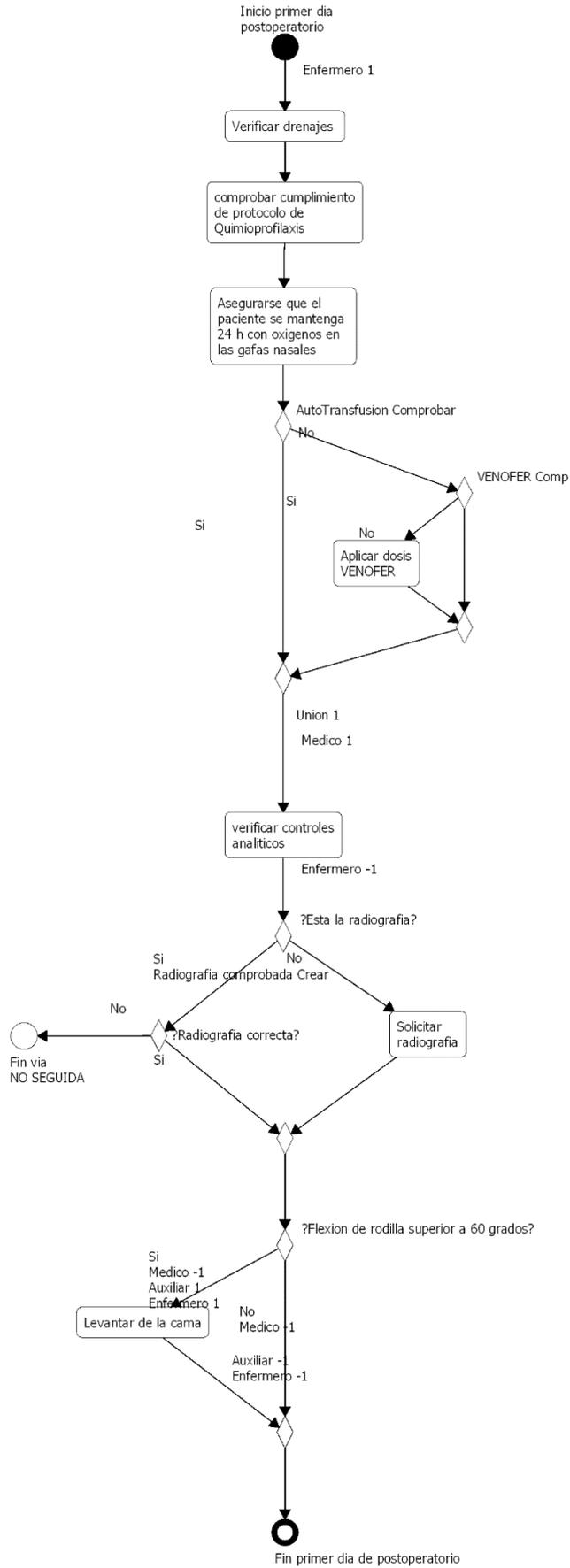


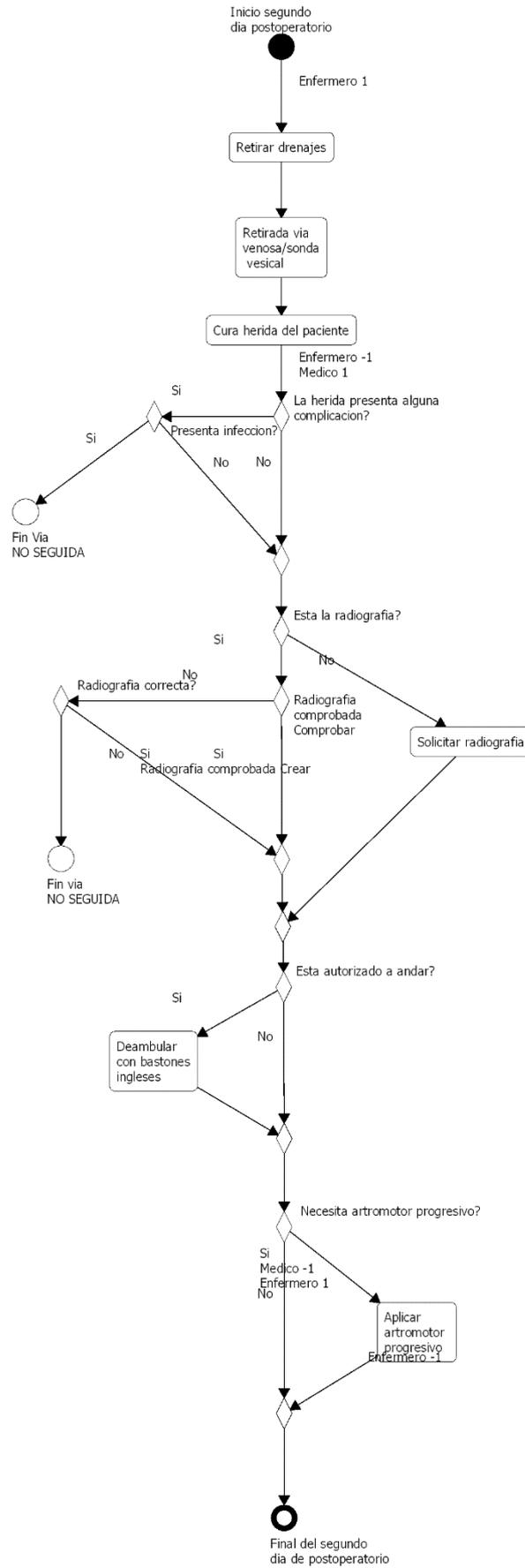
Artroplastia de rodilla

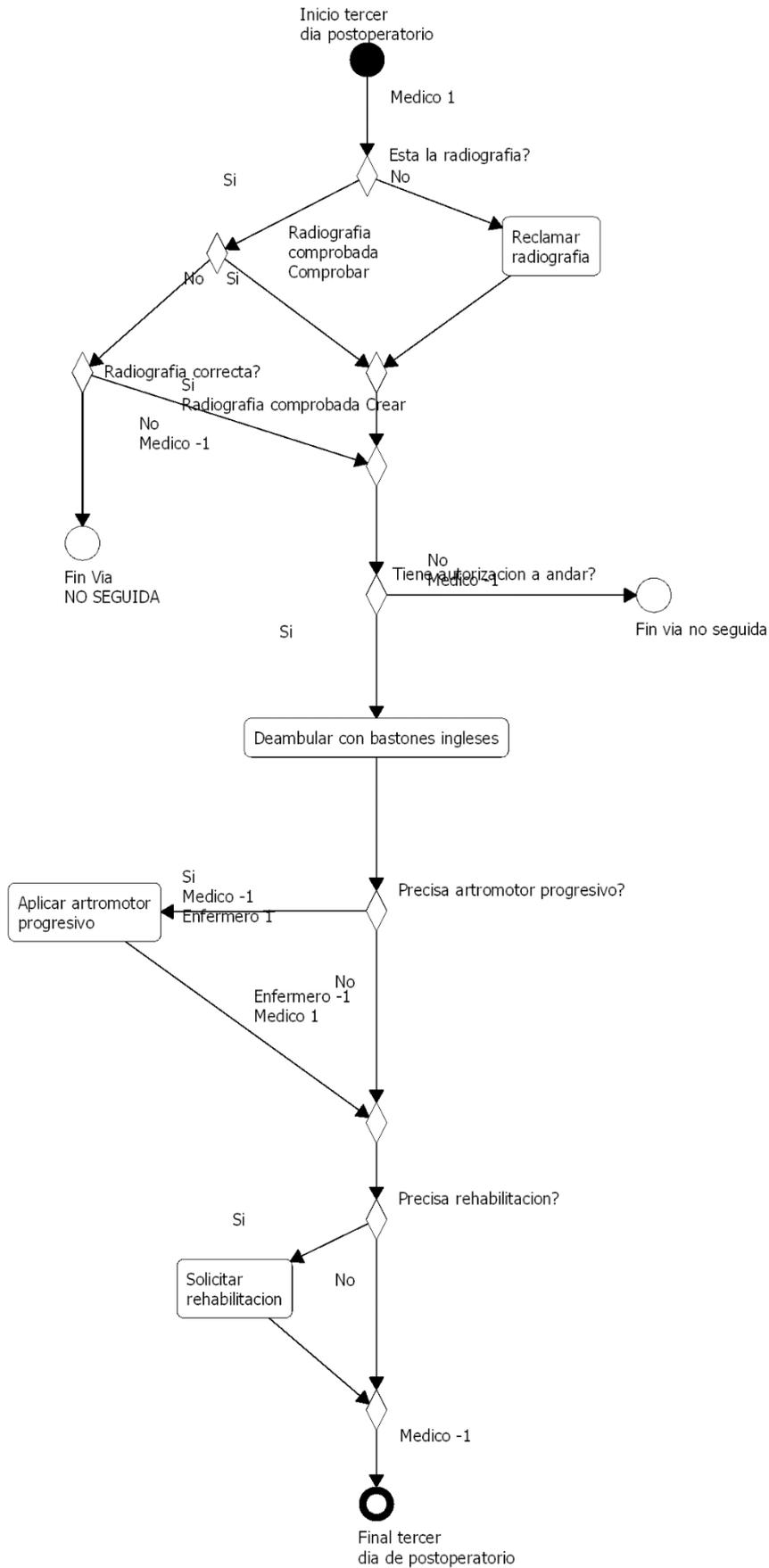


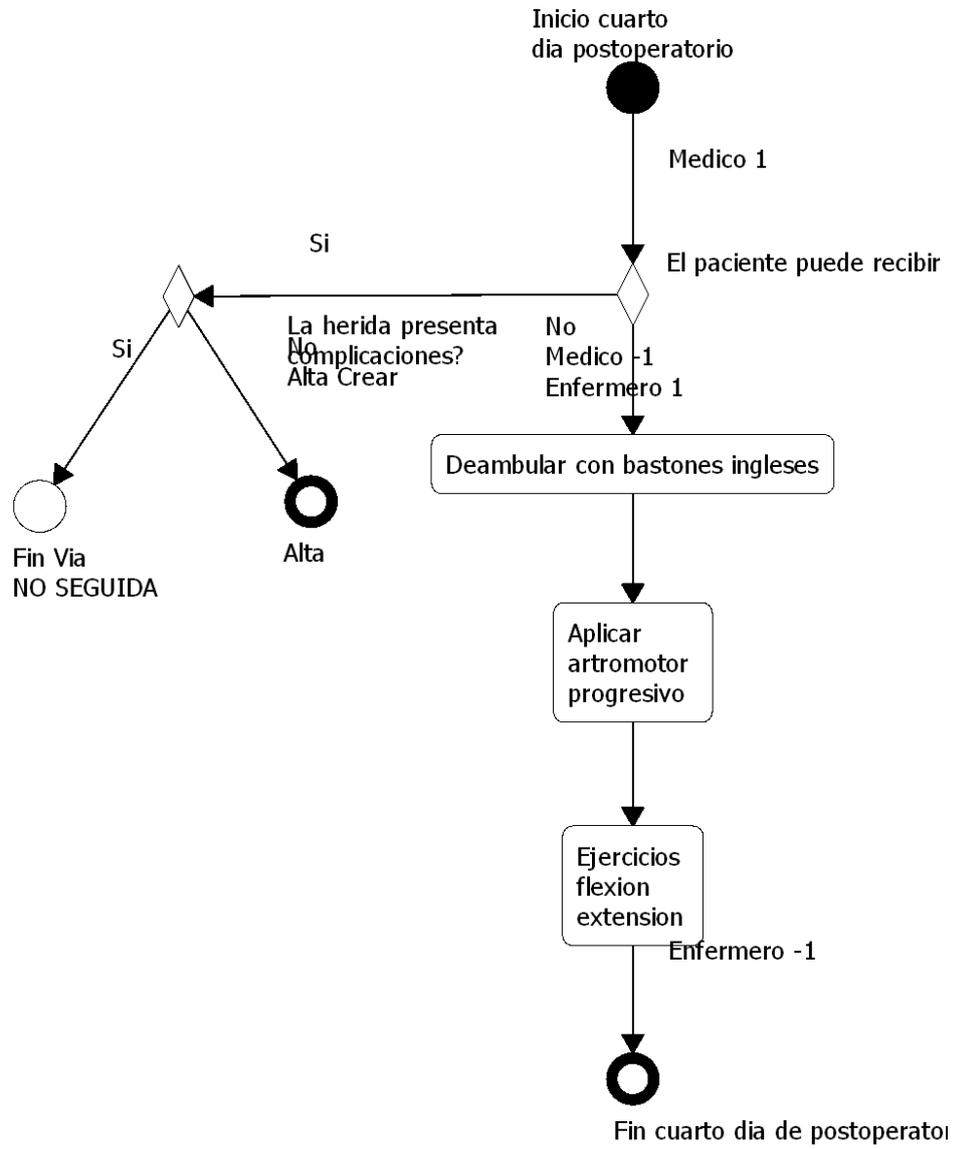


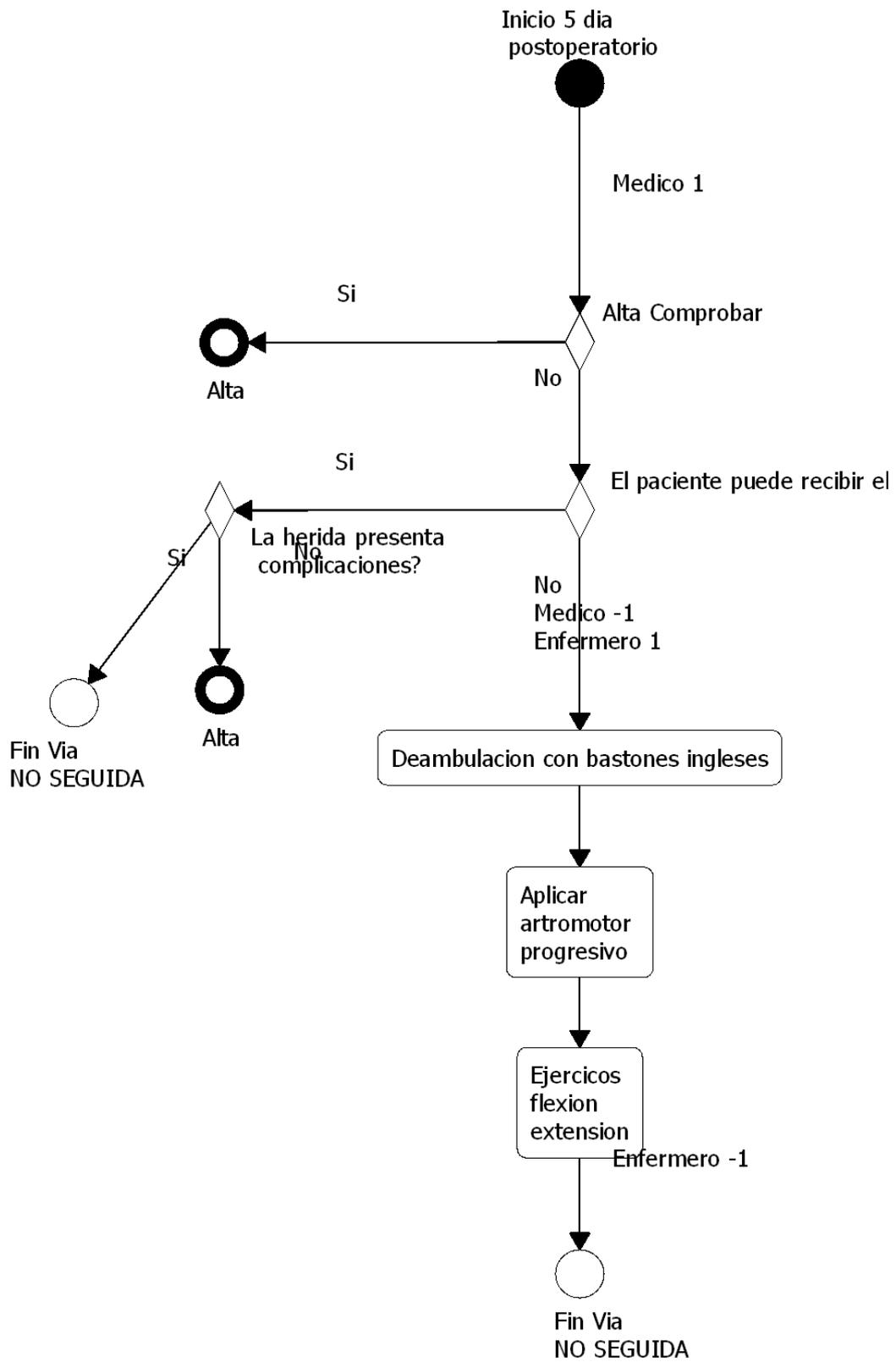




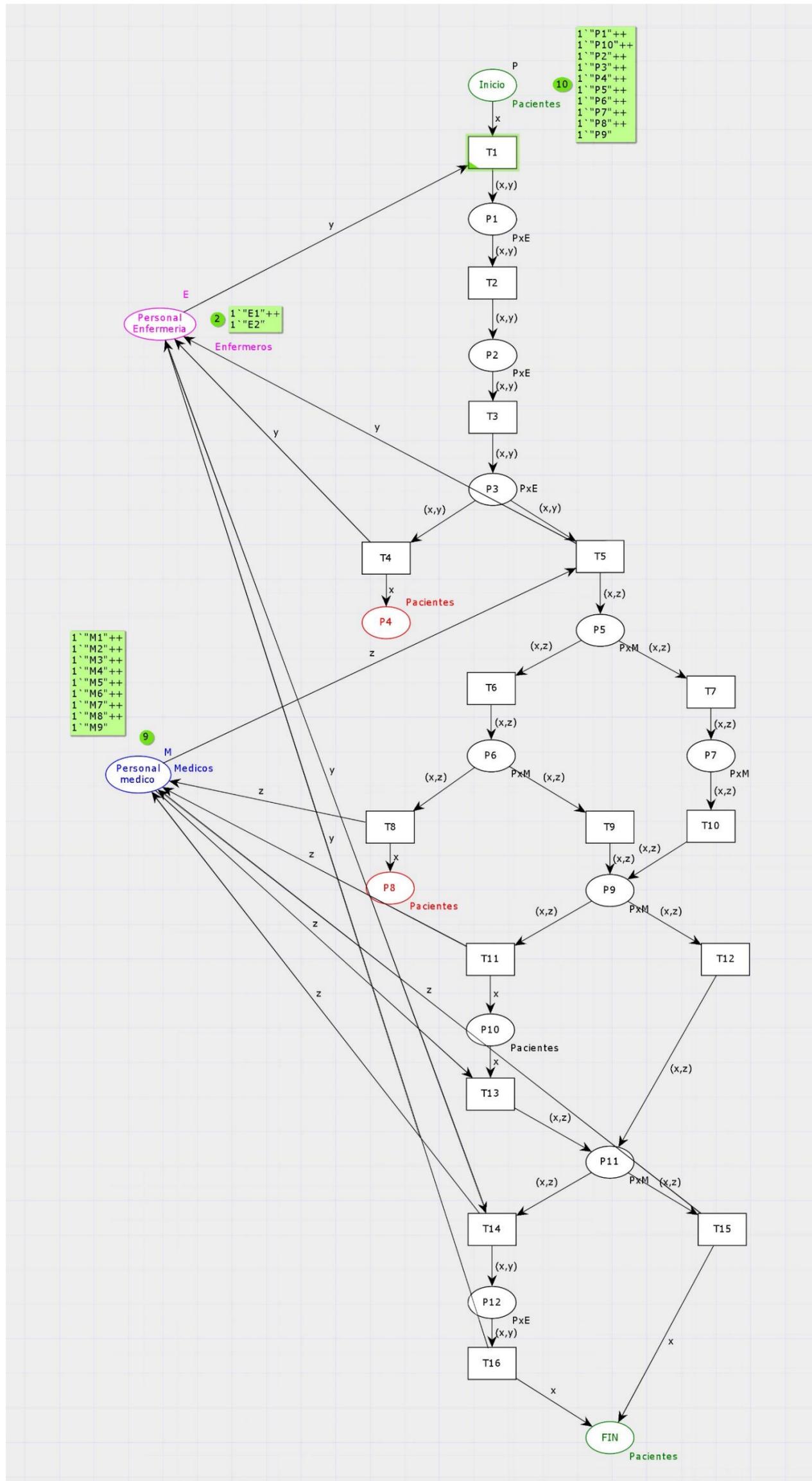








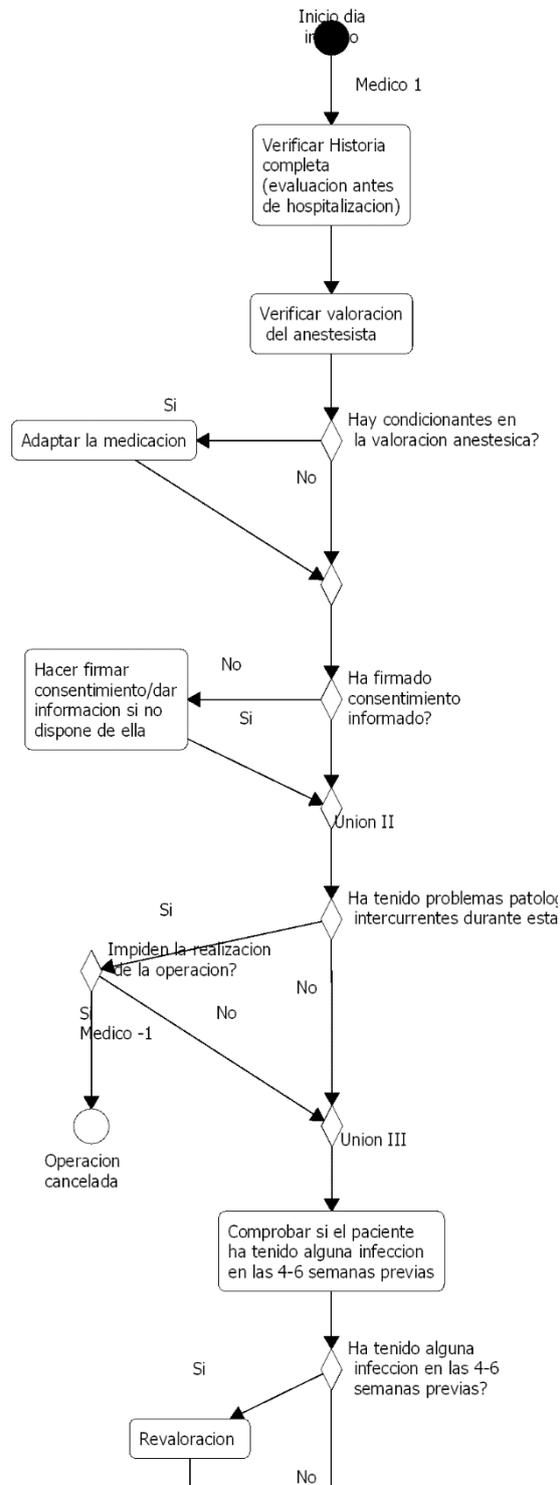
ANEXO IV Red de Petri coloreada en detalle

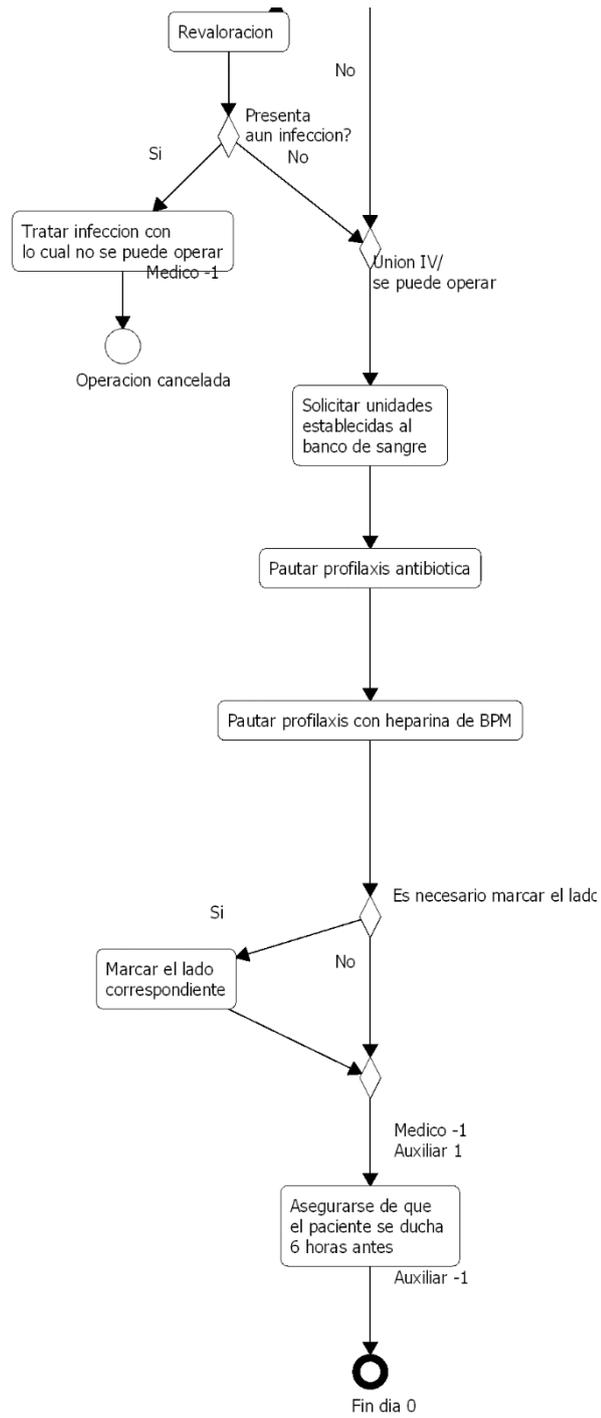


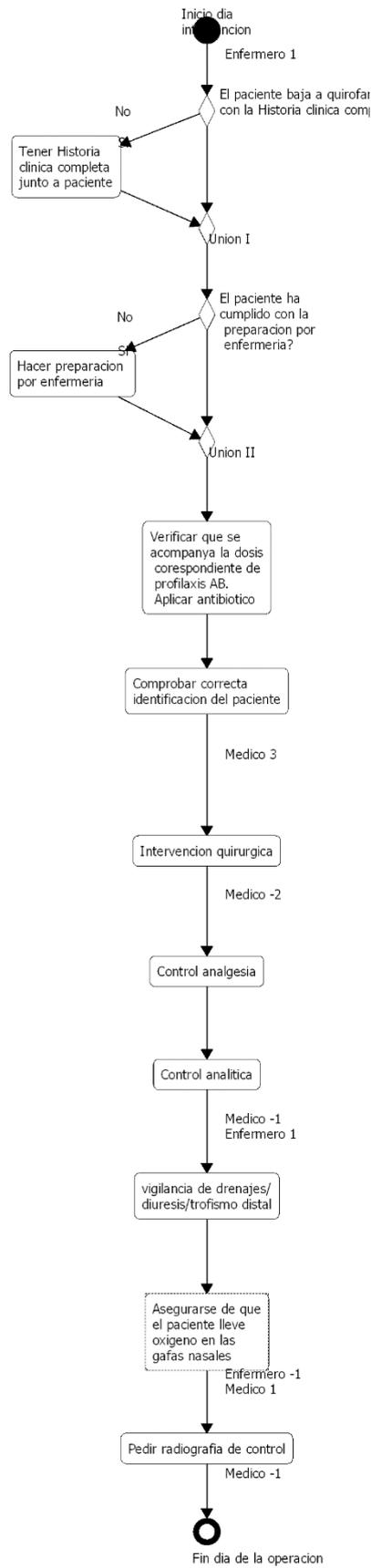
```
▼ Declarations
  ▼ colset Pacientes = string;
  ▼ colset Enfermeros =string;
  ▼ colset Medicos = string;
  ▼ val P =
    1`"P1"++
    1`"P2"++
    1`"P3"++
    1`"P4"++
    1`"P5"++
    1`"P6"++
    1`"P7"++
    1`"P8"++
    1`"P9"++
    1`"P10";
  ▼ val E =
    1`"E1"++
    1`"E2";
  ▼ val M =
    1`"M1"++
    1`"M2"++
    1`"M3"++
    1`"M4"++
    1`"M5"++
    1`"M6"++
    1`"M7"++
    1`"M8"++
    1`"M9";
  ▼ colset PxE =
    product Enfermeros *
    Pacientes;
  ▼ colset PxM =
    product Medicos *
    Pacientes;
  ▼ var x:Pacientes;
  ▼ var y:Enfermeros;
  ▼ var z:Medicos;
```

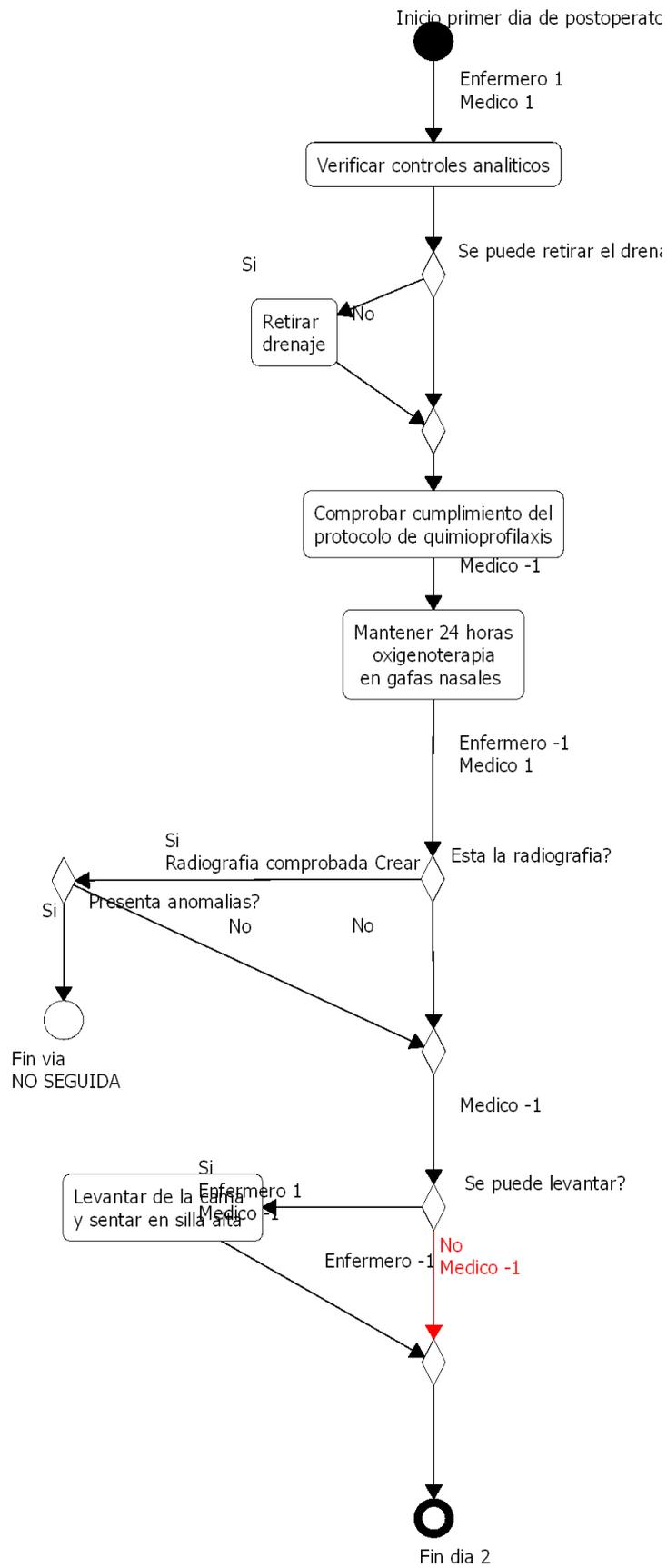
ANEXO V Modelo UML propuesto

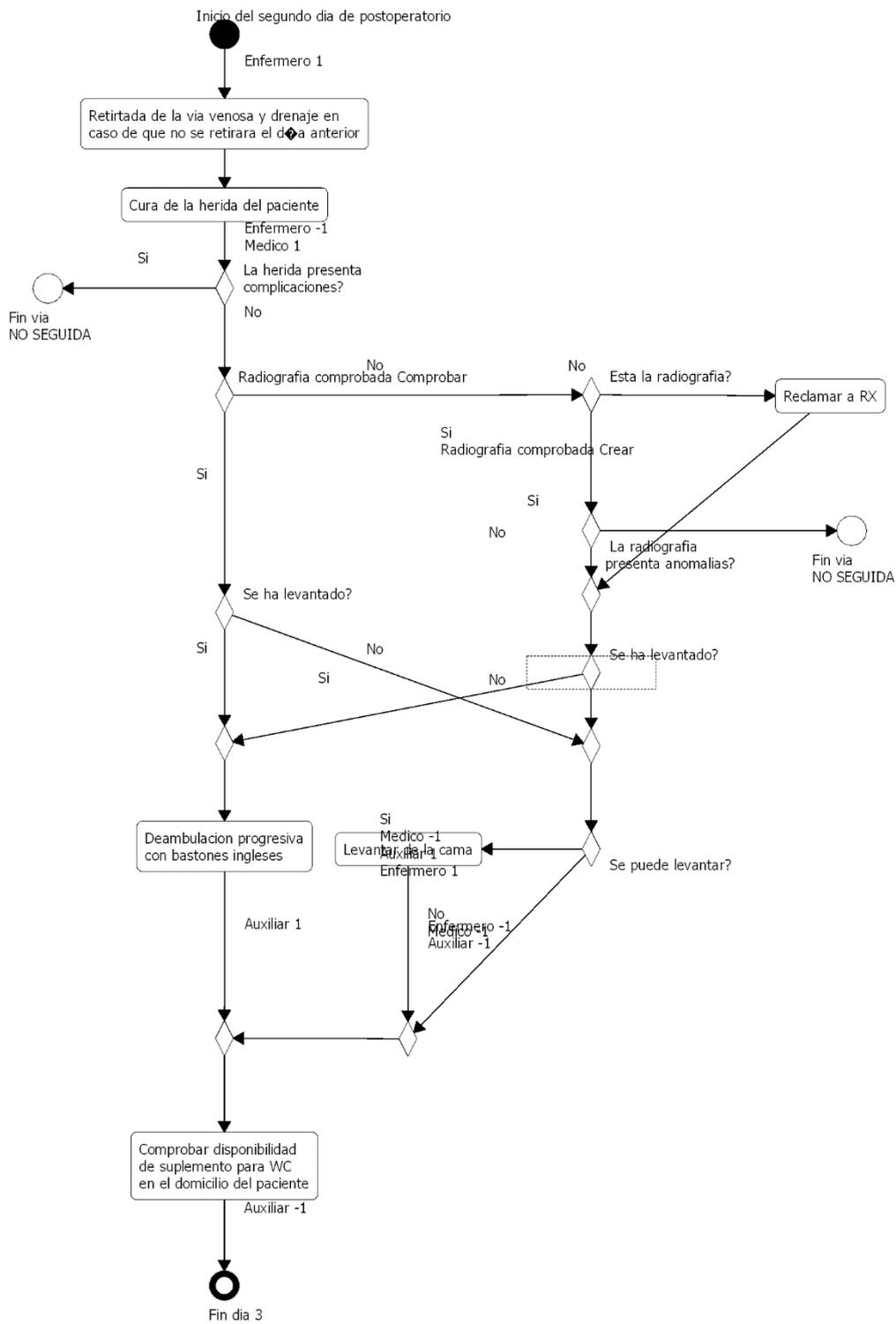
Artroplastia primaria de cadera

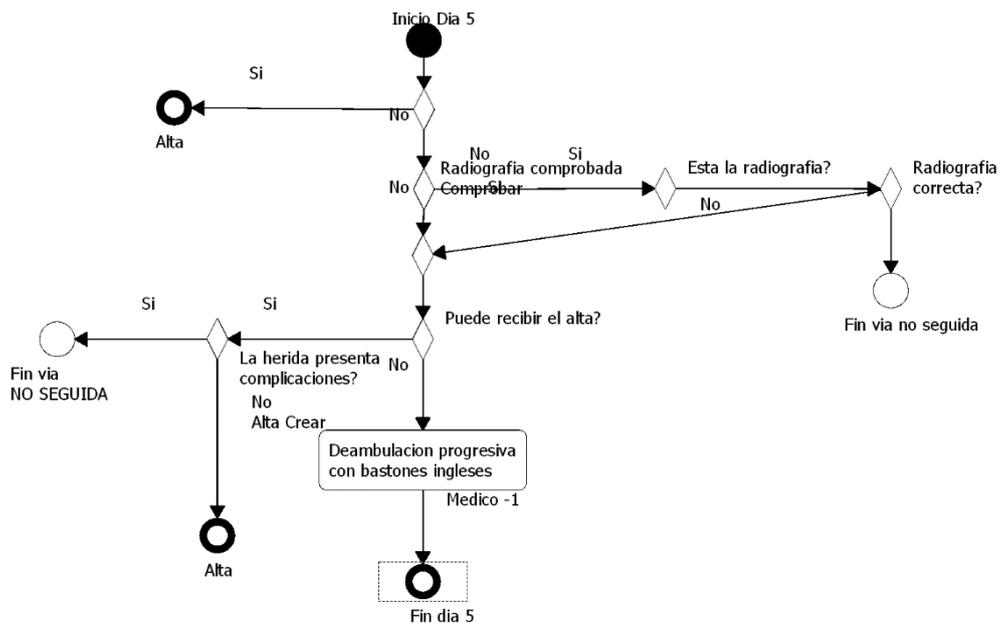
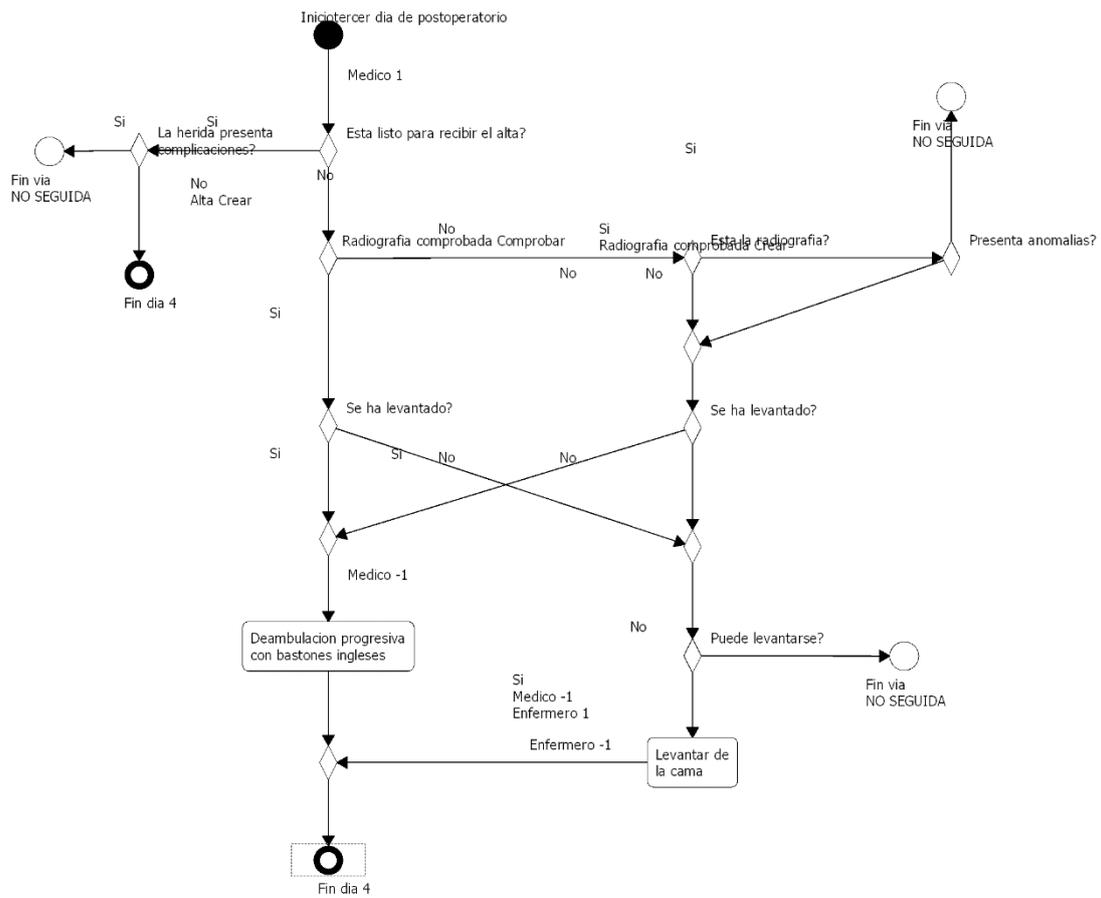


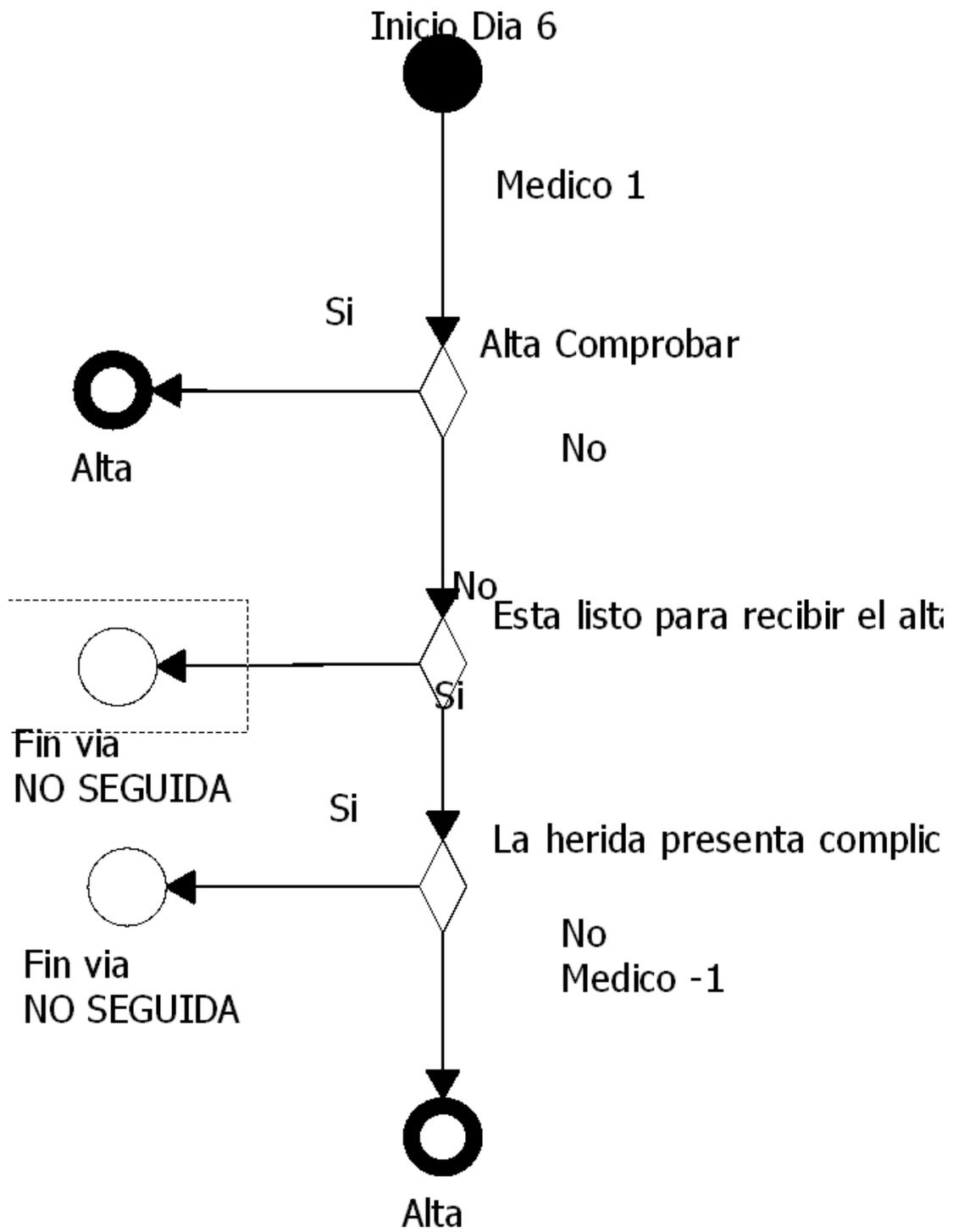












Artroplastia de rodilla

