



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Diagnóstico y propuestas de mejora para los procesos de  
agendamiento, preparación y realización de exámenes en el servicio  
de Resonancia Magnética del Hospital Pablo Tobón Uribe de  
Medellín**

Autor

Andrea Milena Arbeláez Pabón

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería

Industrial

Medellín, Colombia

2021



DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA LOS PROCESOS DE  
AGENDAMIENTO, PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE EXÁMENES EN EL SERVICIO  
DE RESONANCIA MAGNÉTICA DEL HOSPITAL PABLO TOBÓN URIBE DE MEDELLÍN

Andrea Milena Arbeláez Pabón

Informe de práctica académica como requisito para optar al título de:  
Ingeniera Industrial

Asesor interno: José Iván Quiroz Higueta  
Docente Facultad de Ingeniería  
Magister en Sistemas Integrados de Gestión

Asesor Externo: Edison Campo Pérez  
Ingeniero de Procesos  
División de Operaciones Hospital Pablo Tobón Uribe  
Ingeniero de Instrumentación y Control

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial  
Medellín, Colombia  
2021

## INDICE GENERAL

1. PRESENTACIÓN.....	7
2. INTRODUCCIÓN.....	9
3. OBJETIVOS.....	10
3.1. Objetivo General.....	10
3.2. Objetivos Específicos.....	10
4. MARCO TEÓRICO.....	10
4.1. Terminología utilizada.....	11
4.2. Gestión por Procesos.....	12
4.3. Ciclo PHVA.....	13
4.4. Mudadas.....	17
5. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	17
5.1. Descripción.....	17
5.2. Elementos del direccionamiento Estratégico.....	18
5.3. Esquema de Procesos.....	20
6. METODOLOGÍA.....	21
6.1. Evaluación del estado actual del sistema de gestión de mejoramiento.....	22
6.2. Caracterización del proceso.....	22
6.3. Identificación de mudadas.....	22
6.4. Planteamiento de alternativas de mejora.....	23
6.5. Generación de informe final del trabajo.....	23
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	23
7.1. Revisión de literatura.....	23
7.2. Caracterización del proceso.....	30
7.3. Capacidad del proceso.....	30

7.4.	Flujo del proceso .....	31
7.5.	Volúmenes del proceso.....	46
8.	IDENTIFICACIÓN DE MUDAS .....	51
8.1.	Agendamiento .....	51
8.2.	Presentación del paciente.....	52
8.3.	Preparación de examen .....	53
8.4.	Examen .....	53
9.	PROPUESTAS DE MEJORA.....	54
9.1.	Capacitación del personal .....	54
9.2.	Mejoramiento y estandarización del modelo de agendamiento .....	54
9.3.	Mejoramiento del <i>Layout</i> del Servicio .....	57
10.	CONCLUSIONES.....	59
11.	REFERENCIAS .....	61
12.	ANEXOS .....	63

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Comparación duración de exámenes HPTU con otros centros médicos. Fuente: (Siemens Healthcare, 2019).....	11
Ilustración 2. Ejemplo de esquema de procesos en servicios hospitalarios. Fuente: (Afanador, 2012) .....	13
Ilustración 3.Ciclo PHVA. Fuente: (SURA, 2015).....	14
Ilustración 4. Actividades etapa de planeación en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018) .....	15
Ilustración 5. Actividades etapa de ejecución en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018) .....	15
Ilustración 6. Actividades etapa de despliegue en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018) .....	16

Ilustración 7. Actividades etapa de implementación en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018). .....	16
Ilustración 8. Áreas estratégicas HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021) .....	20
Ilustración 9. Mapa de procesos (misionales) HPTU. Fuente: (HPTU, 2021).....	21
Ilustración 10. Mapa de procesos (de apoyo) HPTU. Fuente: (HPTU, 2021) .....	21
Ilustración 11. Representación gráfica de las métricas de desempeño. Fuente: (Broman, 2020) .25	
Ilustración 12. Estrategias de mejora según métricas de desempeño. Fuente: Elaboración propia a partir de (Broman, 2020) .....	27
Ilustración 13. Flujo de proceso de Resonancia Magnética y estancia del paciente. Fuente: (Kevin Beker, 2017).....	28
Ilustración 14. Plano de departamento de Resonancia magnética con implementación de mejoras. Fuente: (Recht, 2019).....	29
Ilustración 15. Histograma tiempo de acceso a exámenes de Resonancia Magnética HPTU. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021) .....	33
Ilustración 16. Histograma tiempo de espera para ser atendido por secretarias HPTU: Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021) .....	34
Ilustración 17. Histograma tiempo de atención secretarias HPTU. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021). .....	35
Ilustración 18. Gráfico de cajas y bigotes tiempo de traslado de paciente hospitalario. Fuente: Elaboración propia .....	36
Ilustración 19. Duración de examen por familia. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021) .....	40
Ilustración 20. Flujo de proceso alto nivel Resonancia Magnética. Fuente: Elaboración propia ..	41
Ilustración 21. Número de exámenes realizados por día de la semana. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021) .....	46
Ilustración 22. Número de exámenes realizador por día por hora del día. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021) .....	47
Ilustración 23. Número de exámenes realizados por día por tipo de paciente. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021) .....	47
Ilustración 24. Pareto de cantidad de exámenes realizador por familia. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).....	48

Ilustración 25. Porcentaje de utilización de resonadores por día de la semana y familia de examen. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).....	48
Ilustración 26. Histograma cumplimiento de la cita. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).....	49
Ilustración 27. Cumplimiento de la cita con enfoque en el paciente hospitalario. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).....	50
Ilustración 28. Cumplimiento de la cita con enfoque en el paciente ambulatorio. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).....	51
Ilustración 29. Contraflujos por el layout actual. Fuente: fotografía propia.....	53
Ilustración 30. Propuesta cambio ubicación sala de espera. Fuente: área de Ingeniería y Mantenimiento HPTU.....	58
Ilustración 31. Metodología de Intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018).....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados mediciones del proceso. Fuente: elaboración propia a partir de (Kevin Beker, 2017).....	28
Tabla 2. Resultados prueba piloto nueva sala de Resonancia. Fuente: elaboración propia a partir de (Recht, 2019).....	30
Tabla 3. Mediciones tiempo de acceso HPTU. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).....	33
Tabla 4. Mediciones Confirmación cita y presentación del paciente: Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).....	36
Tabla 5. Mediciones preparación del examen HPTU: Fuente: Elaboración propia.....	38
Tabla 6. Mediciones Realización de examen HPTU. Fuente: Elaboración propia.....	39
Tabla 7. Mediciones Recuperación HPTU. Fuente: Elaboración propia.....	41
Tabla 8. Mediciones Administración de medicamentos. Fuente: Elaboración propia.....	43
Tabla 9. Mediciones Reversión del efecto de medicamentos. Fuente: Elaboración propia.....	44
Tabla 10. Mediciones Recuperación fuera del resonador. Fuente: elaboración propia.....	45
Tabla 11. Resumen de aumento de tiempo por anestesia o sedación. Fuente: elaboración propia.....	45

Tabla 12. Propuesta de agendamiento flexible. Fuente. elaboración propia .....	55
Tabla 13. Utilización de resonador con exámenes bajo anestesia continuos. Fuente: elaboración propia.....	55
Tabla 14. Utilización de resonador con exámenes bajo anestesia alternados. Fuente: elaboración propia.....	55
Tabla 15. Utilización de resonador con exámenes bajo anestesia continuos con diferente anesestesiólogo. Fuente: elaboración propia .....	56
Tabla 16. Mejoras proyectadas con la nueva sala de espera .....	58
Tabla 17. Familias de exámenes .....	63

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama. 1. Flujo de proceso de Resonancia Magnética HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler .....	31
Diagrama. 2. Flujo de proceso de Agendamiento y programación de citas HPTU: Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler.....	32
Diagrama. 3. Flujo del proceso de confirmación y presentación del paciente. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler .....	34
Diagrama. 4. Flujo del proceso de preparación del examen HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler .....	37
Diagrama. 5. Flujo proceso realización de examen HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler .....	39
Diagrama. 6. Flujo del proceso de Recuperación HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler .....	40
Diagrama. 7. Flujo de proceso y mediciones exámenes bajo anestesia o sedación. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler.....	42
Diagrama. 8. Flujo de proceso administración de medicamentos. Fuente: elaboración propia en Bizagi Modeler .....	43
Diagrama. 9. Flujo de proceso Reversión del efecto de medicamentos. Fuente: Elaboración propia.....	44
Diagrama. 10. Flujo de proceso Recuperación fuera del resonador. Fuente: elaboración propia ..	45

# **DIAGNÓSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORA PARA LOS PROCESOS DE AGENDAMIENTO, PREPARACIÓN Y REALIZACIÓN DE EXÁMENES EN EL SERVICIO DE RESONANCIA MAGNÉTICA DEL HOSPITAL PABLO TOBÓN URIBE DE MEDELLÍN**

## **1. PRESENTACIÓN**

El Hospital Pablo Tobón Uribe (HPTU) es una institución privada del sector salud, ubicado en la ciudad de Medellín. Al ser un hospital de alta complejidad ofrece una amplia variedad de servicios médicos soportados por diversas unidades de apoyo. Dentro de los servicios que se ofrecen se encuentra el área de Radiología, que incluye los servicios de Tomografía Computarizada, Terapias asistidas por imágenes, Imagen molecular, Ecografía y resonancia magnética; siendo este último el proceso objeto del proyecto.

Actualmente, el servicio de resonancia magnética cuenta con dos resonadores de la marca Siemens y ofrece atención continua 24 horas entre semana, y 12 horas al día durante los fines de semana, atendiendo a pacientes tanto ambulatorios como hospitalarios en todas las subespecialidades radiológicas.

A partir de un estudio realizado por la empresa Siemens, en el que reflejaba el bajo rendimiento de los resonadores del hospital respecto a otros centros médicos y de la percepción del personal asistencial y administrativo del servicio, quienes expresaban continuamente las falencias logísticas del proceso, se hizo evidente la necesidad de realizar una intervención de procesos con la intención de incrementar la eficiencia del servicio.

Inicialmente, se hizo una revisión del estado actual del sistema de gestión de mejoramiento, con lo que se buscaba entender la gestión estratégica del Hospital y la forma en que el Departamento de Radiología y en especial el servicio de Resonancia Magnética aportaba al cumplimiento de los objetivos estratégicos. Posteriormente se realizó una revisión de literatura cuyo principal objetivo fue la identificación de estrategias de mejora implementadas en otros centros médicos para estos servicios. De forma paralela, se inició con la etapa de caracterización, en la que, a partir de entrevistas al personal y visitas de campo, se levantó el flujo detallado del proceso desde la etapa de agendamiento de la cita hasta la recuperación posterior al examen, incluyendo un estudio de

tiempos de cada una de las actividades relevantes. Adicionalmente, se analizaron datos históricos obtenidos de los sistemas de información del hospital y se trazó la línea base del estudio. A partir de lo anterior, fue posible identificar las Mudas presentes en cada etapa del proceso y, por consiguiente, plantear alternativas de mejora viables, las cuales se dividieron en tres frentes: capacitación del personal, mejoramiento y estandarización del modelo de agendamiento y mejoramiento del *layout* del servicio.

## 2. INTRODUCCIÓN

El Hospital Pablo Tobón Uribe es una organización privada sin ánimo de lucro del sector salud ubicado en la ciudad de Medellín. Es un hospital universitario de carácter general y de alto nivel de complejidad, el cual ofrece una amplia variedad de servicios médicos, siendo uno de ellos el de Resonancia Magnética.

Este servicio hace parte del Departamento de Radiología y cuenta con dos resonadores magnéticos: Magnetom Avanto (1.5 Teslas) y Magnetom Skyra (3 Teslas), diseñados para funcionar de forma continua, considerando únicamente el tiempo de limpieza entre pacientes. Sin embargo, se evidencia que para ambos resonadores se generan tiempos muertos, que se traducen en baja utilización de los equipos y por ende pérdidas económicas para el Hospital. Adicionalmente, la estancia del paciente en el Departamento se ve afectada por esperas prolongadas y reprocesos en las diferentes etapas del examen, por lo que se hace necesario la intervención del proceso.

Dado lo anterior, se busca con el proyecto realizar un diagnóstico completo del funcionamiento actual del proceso de Resonancia Magnética, específicamente en las etapas de agendamiento, preparación y realización del examen, con la intención de identificar los causantes de las ineficiencias y plantear alternativas o estrategias que permitan mejorar su gestión.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General**

Contribuir al Sistema de gestión de mejoramiento del Hospital Pablo Tobón Uribe mediante la Identificación y análisis de las oportunidades de mejora en las etapas de agendamiento, preparación y realización de exámenes en el proceso Resonancia Magnética, realizando un diagnóstico del funcionamiento actual.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el estado actual del Sistema de gestión de mejoramiento en relación con las etapas de agendamiento, preparación y realización de exámenes en el proceso Resonancia Magnética.
- Caracterizar las etapas de agendamiento, preparación y realización de exámenes en el proceso Resonancia Magnética
- Identificar las Mudas<sup>1</sup>, falencias o ineficiencias presentes en las etapas de agendamiento, preparación y realización de exámenes en el proceso de Resonancia Magnética.
- Plantear alternativas de mejora para las etapas de agendamiento, preparación y realización de exámenes en el proceso de Resonancia Magnética.
- Generar informe final del trabajo.

### **4. MARCO TEÓRICO**

El Hospital Pablo Tobón Uribe, en su misión de brindar la mejor atención en salud de alta complejidad, busca garantizar la eficiencia en cada uno de los procesos que se realizan en los niveles de la organización (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018).

En el año 2019, la marca Siemens, proveedor de los resonadores con los que cuenta el hospital, realizó un informe del funcionamiento de los equipos comparando su eficiencia con la de otros centros médicos que trabajan con el mismo tipo de resonadores. En este informe se evidenció que había oportunidad de mejorar la eficiencia del servicio, debido al desfase entre los tiempos de

---

<sup>1</sup>Consiste en todo aquello que excede la cantidad mínima de recursos necesarios para el funcionamiento de la empresa, y que por lo tanto son esfuerzos que no agregan valor en el proceso (Pérez Rave, y otros, 2011).

duración de los exámenes del Hospital respecto a los centros médicos incluidos en el grupo de comparación como se observa en la ilustración 1.

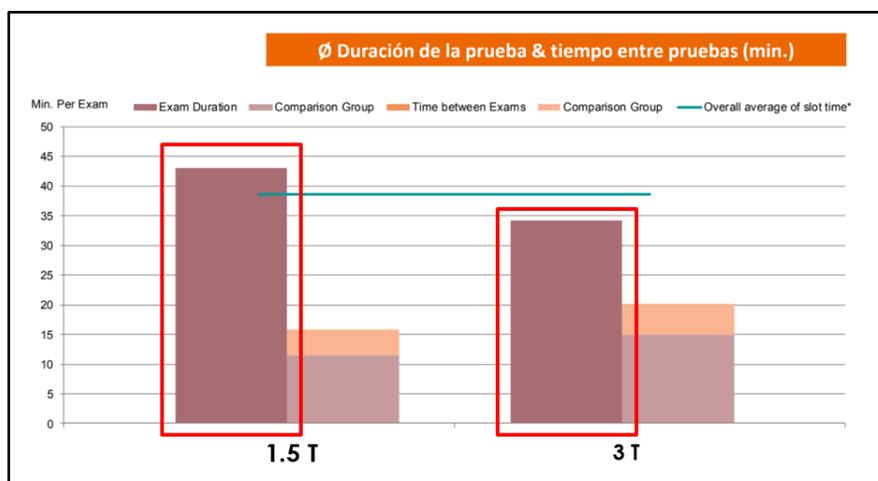


Ilustración 1. Comparación duración de exámenes HPTU con otros centros médicos. Fuente: (Siemens Healthcare, 2019)

De igual forma, los colaboradores asistenciales y administrativos del Servicio manifestaron la existencia de diversas ineficiencias en el proceso, por lo que surgió la necesidad de la intervención.

#### 4.1. Terminología utilizada

Durante el desarrollo del trabajo se mencionan continuamente algunos conceptos relevantes para el proyecto, por lo que se considera pertinente contemplar las siguientes definiciones para la comprensión de este:

**Eficiencia:** Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados (ISO, 2015).

**Eficiencia Operacional:** Garantizar la sostenibilidad financiera, el crecimiento y la mejor utilización de los recursos (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).

**Intervención:** Aunque este término puede interpretarse de diversas formas según el contexto en que se use, en este caso particular hace referencia a la evaluación de la situación actual de un proceso para identificar e implementar oportunidades de mejora que aporten al aumento de su eficiencia operacional.

**Radiología:** Es la especialidad médica que utiliza imágenes obtenidas de la implementación de radiaciones ionizantes, ultrasonidos o electromagnetismos para hacer diagnósticos de padecimientos e incluso tratarlos de manera mínimamente invasiva (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).

**Resonancia Magnética:** Es una prueba diagnóstica indolora con la que se obtienen imágenes del interior del cuerpo. Se basa en el procesamiento de ondas de radio que pasan por el paciente, el cual es sometido a un potente campo magnético. Permite obtener imágenes muy detalladas del cuerpo en dos y tres dimensiones y desde cualquier perspectiva (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).

**Resonador:** Son máquinas que utilizan imanes en forma de tubo y generan un campo magnético fuerte al hacer pasar corriente eléctrica a través de asas de alambre ubicadas en el interior de la carcasa protectora del imán (Mayo clinic, 2021).

**Medio de contraste:** Los materiales de contraste, también llamados agentes de contraste o medios de contraste son usados para mejorar fotografías del interior del cuerpo producidas por resonancia magnética nuclear (RMN) y otros métodos de radiología. Estos materiales permiten diagnosticar condiciones médicas ya que mejoran la visibilidad de órganos específicos, vasos sanguíneos o tejidos y pueden ser administrados vía oral, por enema o vía intravenosa (American College of Radiology, 2018).

Además, el presente trabajo se sustenta teóricamente en los siguientes conceptos: Gestión Por procesos, Ciclo PHVA y Mudas. A continuación se define cada uno de ellos:

#### **4.2. Gestión por Procesos**

De acuerdo con la ISO 9001:2015<sup>2</sup>, el término “proceso” se refiere al conjunto de actividades mutuamente relacionadas que utilizan entradas para proporcionar un resultado previsto. Como se ejemplifica en la ilustración 2, para el caso de las instituciones sanitarias, los procesos principales se enfocan en la atención de los pacientes, quienes toman el rol de entrada y a quienes se les “añade valor” a medida que se presta el servicio solicitado (Lorenzo, Mira, & Moracho, 2005). Por ende, lo que busca la gestión por procesos en este tipo de organizaciones es reducir la variabilidad en la prestación de los servicios y mitigar las ineficiencias asociadas con la utilización de los recursos disponibles.

---

<sup>2</sup> Estándar internacional de carácter certificable que regula los Sistemas de Gestión de la Calidad, mediante el cumplimiento de requisitos definidos.

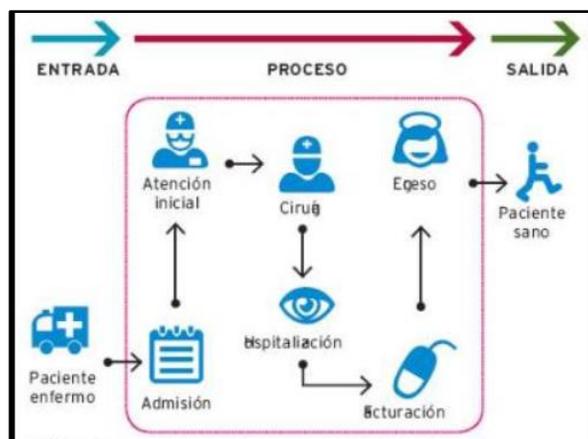


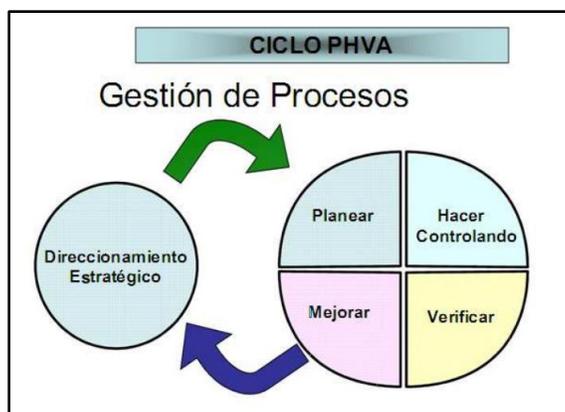
Ilustración 2. Ejemplo de esquema de procesos en servicios hospitalarios. Fuente: (Afanador, 2012)

Actualmente el Hospital Pablo Tobón Uribe orienta su gestión siguiendo un mapa procesos compuesto por dos (2) Macroprocesos estratégicos, dieciséis (16) Macroprocesos misionales (14 asistenciales y 2 no asistenciales) y treinta (30) Macroprocesos de apoyo que se integran con miras al logro de los elementos de su marco estratégico.

### 4.3. Ciclo PHVA

El ciclo PHVA, también conocido como el ciclo Deming por el apellido de su autor, Edward Deming<sup>3</sup>, es una estrategia que se enfoca en la solución de problemas y el mejoramiento continuo de los procesos (Castillo, 2019). Este ciclo lo componen cuatro etapas: planear, hacer, verificar y actuar como se muestra en la ilustración 3.

<sup>3</sup> Edwar Deming introdujo la estrategia del PHVA en Japón en la década de 1950, basándose en las ideas de Walter A. Shewhart. Debido al impacto que generó, los estadounidenses y posteriormente el resto del mundo, adoptó la metodología para buscar el mejoramiento en los diferentes sectores productivos (Castillo, 2019).

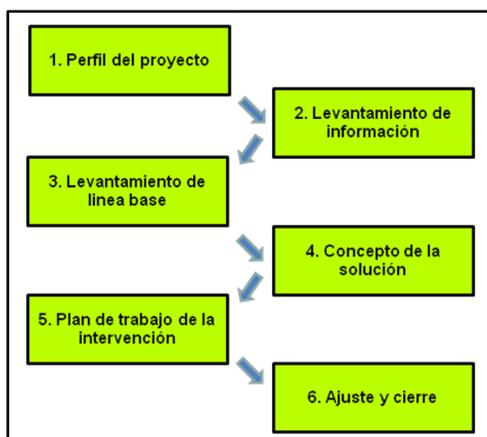


*Ilustración 3. Ciclo PHVA. Fuente: (SURA, 2015)*

El Hospital Pablo Tobón, cuenta con una metodología definida para la intervención de procesos (Anexo 1), la cual se conforma por cuatro etapas homologables con las del ciclo PHVA: planeación, ejecución, despliegue e implementación; y cuya explicación se incluirá a continuación:

**Planear:** Consiste en plantear los objetivos, establecer los recursos necesarios, identificar los riesgos y definir la estrategia que se va a emplear para alcanzar dichos objetivos a través de un diagnóstico de la situación actual. Cabe mencionar que, tanto las necesidades como los objetivos planteados para el proceso a mejorar, deben estar alineados con el direccionamiento estratégico de la organización y contribuir al cumplimiento de la misión de esta.

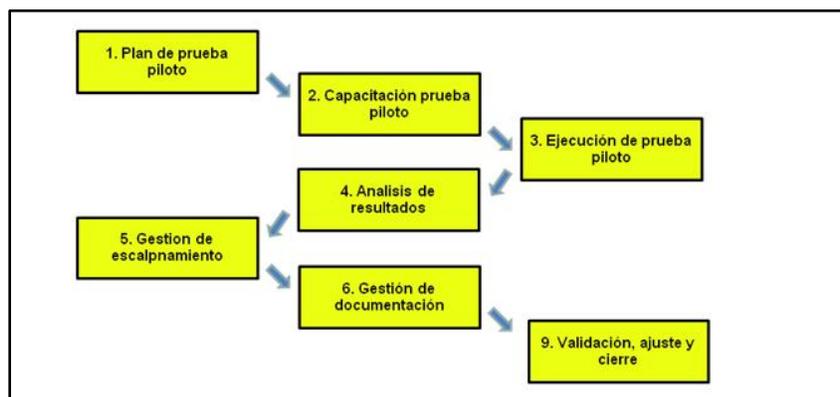
Para el caso del Hospital, la etapa de planeación consta de seis actividades como se evidencia en la ilustración 4. La actividad denominada “perfil del proyecto” busca un primer acercamiento con las personas que harán parte de la intervención para identificar el problema u oportunidad, definir los objetivos, establecer el equipo de trabajo y delimitar el alcance de la intervención. Luego, en la actividad de levantamiento de información, se tiene como propósito caracterizar el proceso de interés e identificar, mediante revisión de literatura, buenas prácticas relacionadas con el tema del proyecto. Posteriormente, el levantamiento de la línea base busca proporcionar información sobre el estado actual del proceso, esto se hace (según aplique) a través de toma de tiempos, identificación de volúmenes del proceso, costos, etc. A partir del diagnóstico se plantean posibles soluciones que satisfacen las necesidades identificadas anteriormente. Luego, se plantea un cronograma de trabajo determinando las tareas necesarias para la intervención y asignando responsables a cada una de ellas. Por último, se comparten tanto los conceptos de solución como el cronograma con el equipo de trabajo y se hacen los ajustes pertinentes.



*Ilustración 4. Actividades etapa de planeación en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018)*

**Hacer:** Se refiere a llevar a cabo o implementar de forma controlada lo planeado en la etapa anterior, de tal forma que se logre evidenciar el impacto que cada uno de los conceptos de solución puestos a prueba tiene sobre las variables medidas en la etapa de diagnóstico del proceso.

Equiparando esta etapa con la metodología del Hospital, denominada “ejecución”, se tienen las actividades relacionadas en la ilustración 5.

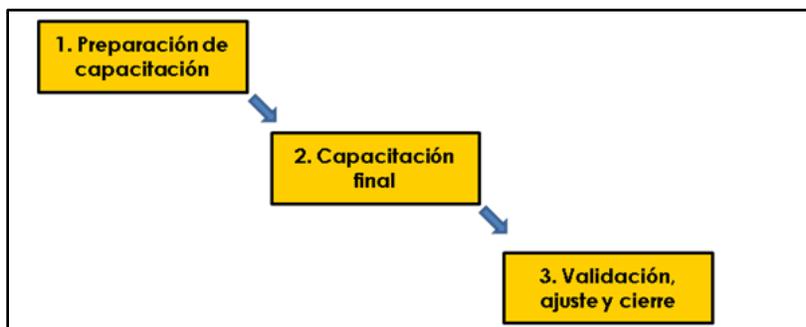


*Ilustración 5. Actividades etapa de ejecución en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018)*

**Verificar:** Consiste en realizar seguimiento a los resultados obtenidos hasta el momento con la implementación de la estrategia planeada, es decir, se trata de evaluar en qué medida se están cumpliendo los objetivos que se plantearon en la primera etapa y en caso de no tener el nivel de

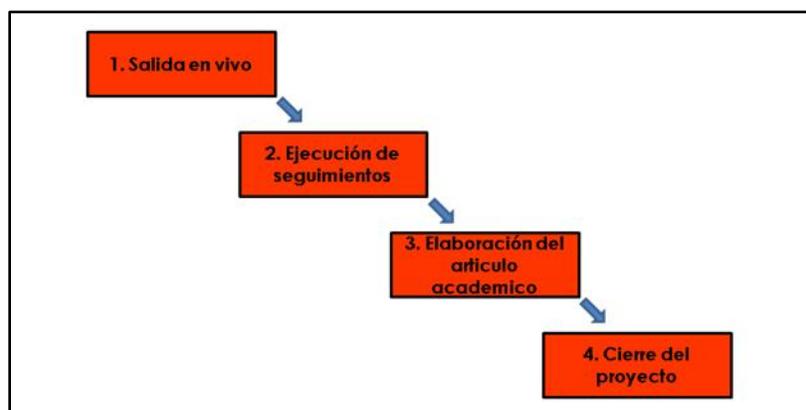
desempeño esperado, se procede a definir los ajustes requeridos.

En este caso, la etapa que se propone en el Hospital se denomina “despliegue” y consta de las actividades que se observan en la ilustración 6.



*Ilustración 6. Actividades etapa de despliegue en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018)*

**Actuar:** Hace referencia a la implementación de acciones de mejora basadas en las oportunidades identificadas en la etapa anterior, es decir, consiste en implementar los ajustes necesarios al plan inicial con la intención de mejorar los resultados obtenidos en la segunda etapa del ciclo. De forma similar, para el Hospital se tiene la etapa de “implementación”, compuesta por las actividades expuestas en la ilustración 7.



*Ilustración 7. Actividades etapa de implementación en metodología de intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018).*

#### 4.4. Mudas

Hace referencia a la palabra japonesa Muda, la cual significa “desperdicio” y consiste en un esfuerzo realizado en una empresa o proceso que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio ofrecido (Socconini, L, 2019). De acuerdo con (Pérez Rave, y otros, 2011), las mudas se clasifican en 7 tipos: sobreproducción, inventarios, transporte, movimientos innecesarios, tiempos de espera, procesos innecesarios y defectos; los cuales se definen a continuación:

**Sobreproducción:** Consiste en emplear los recursos de forma excesiva sin que sea requerido para la satisfacción del cliente, esto es, producir más de lo necesario o antes de lo necesario.

**Inventarios:** Consiste en el exceso de material o productos que no están siendo procesados. En este caso particular hace referencia a las colas de pacientes generadas en cada etapa del proceso.

**Transporte:** Se refiere a traslados o desplazamientos innecesarios de personas, materiales o herramientas durante el proceso, que no contribuyen a la generación de valor para el cliente.

**Movimientos innecesarios:** hace referencia a los movimientos forzados que el personal se ve obligado a realizar para la ejecución de sus labores y que son usualmente causados por diseños poco efectivos de los puestos de trabajo.

**Tiempos de espera:** Esta muda se presenta cuando aquellos recursos programados para estar en funcionamiento de forma continua en momentos determinados se ven forzados detenerse debido a fallas o errores de programación en el flujo de trabajo.

**Procesos innecesarios:** Son aquellas actividades que se deben realizar como resultado de diseño de procesos poco eficientes o por la necesidad de corregir errores generados en procesos previos.

**Defectos:** Consiste en aceptar o realizar productos que no cumplen con las especificaciones del cliente. En el contexto del proyecto, se consideran defectos aquellos casos en que no se identifica con suficiente anterioridad alguna condición del paciente que contraindique la realización del examen, por lo que al ingresar a la sala de resonancia y efectuar la encuesta de seguridad, se debe cancelar el procedimiento.

## 5. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

### 5.1. Descripción

El Hospital Pablo Tobón Uribe es una fundación privada sin ánimo de lucro, que presta servicios de salud a la comunidad (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2020). Es un hospital universitario

certificado bajo la norma ISO 14001:2015 y como Empresa Familiarmente Responsable (EFR) de acuerdo con la certificación de Fundación Másfamilia efr 1000-1 edición 4. Además, cuenta con la acreditación internacional de la Joint Commission International (JCI) y con acreditación nacional del Sistema Único de Acreditación en Salud (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021). Para finales del 2020, el Hospital cuenta con 2.628 colaboradores, 569 proveedores y dispone de un total de 476 camas habilitadas.

## **5.2. Elementos del direccionamiento Estratégico**

Conforme al alcance del proyecto de intervención, se consideró para el trabajo los elementos del direccionamiento estratégicos que se mencionarán a continuación, no obstante, el Hospital cuenta con otros lineamientos y políticas definidos en su direccionamiento y planeación estratégica.

- **Misión**

Brindar la mejor atención en salud de alta complejidad y contribuir a la generación y transmisión de conocimiento en el marco del humanismo cristiano.

- **Visión**

Ser Hospital universitario líder, referente, centrado en el ser humano, coordinado con otros agentes, comprometido con la comunidad y trascendiendo el mundo.

- **Política de Calidad**

Garantizar a cada paciente de manera oportuna, con “alto tacto” y con el mínimo riesgo, la atención específicamente indicada de acuerdo con su enfermedad, con su medio familiar y social y con los avances de las ciencias de la salud, a la luz de la filosofía del Hospital. Igualmente hacer uso apropiado de los recursos, proteger el medio ambiente, respetar el marco legal vigente y obtener la máxima satisfacción tanto del paciente como de todas las personas o entidades que participan en el proceso de atención. Esta política implica la adhesión y compromiso con nuestro sistema de gestión para el mejoramiento FUTURO.

- **Principios Filosóficos (FUTURO)**

**Fe en Dios:** Procurar la adquisición y el crecimiento de la fe católica para iluminar el mundo a través de nuestro testimonio en el servicio.

**Unidos hacia la excelencia:** Desarrollar entre todos los miembros de la familia Hospital Pablo Tobón Uribe, acciones concretas que mejoren constantemente el nivel de satisfacción de los pacientes y de las personas y entidades que participan en el proceso de atención.

**Tecnología al servicio del paciente:** Garantizar el uso idóneo de la tecnología con el fin de que ella sea un medio eficaz, eficiente y seguro para beneficio del paciente, el responsable económico y la comunidad en general, en concordancia con la moral católica.

**Un compromiso social:** Lograr que las acciones del Hospital y de cada uno de sus miembros trasciendan y ayuden a construir un mundo mejor, teniendo al ser humano como su razón de ser; para contribuir a la construcción de una sociedad incluyente, ambientalmente sustentable y económicamente sostenible.

**Respeto por la comunidad humana:** Lograr que el respeto por la dignidad humana inspire y se refleje en todas nuestras actividades.

**Orientación a la participación:** Lograr que el mejoramiento se construya con la participación activa de todos los integrantes de la familia Hospital Pablo Tobón Uribe.

- **Áreas Estratégicas**

El Hospital, para garantizar el cumplimiento de su misión y el alcance de su visión, cuenta con cinco áreas estratégicas:

**Excelencia Asistencial:** diseñada como una de las prioridades estratégicas, tiene como principal fin garantizar la integralidad de la atención de cada uno de los actores de interés para el hospital, es decir, pacientes, familias, colaboradores y comunidad; esto lo hace a partir del cumplimiento de las diferentes políticas establecidas, como lo son: política de calidad, seguridad, comunicación, educación y política de derechos humanos, entre otras.

**Conocimiento e Innovación:** por su carácter universitario, el hospital está comprometido, con la creación constante de conocimiento e innovación, brindando oportunidad a personas de diferentes universidades de hacer su residencia médica, generando así una integración entre la formación académica y el ejercicio práctico en pro del mejoramiento en la atención de los pacientes.

**Eficiencia Operacional:** su principal objetivo es gestionar los procesos tanto administrativos como asistenciales y la relación con los grupos de interés, de tal manera que se garantice la sostenibilidad financiera y la calidad en la prestación de los servicios.

**Cultura con Alma:** el Hospital, certificado como Empresa Familiarmente Responsable, reconoce a cada uno de sus colaboradores como parte fundamental para el desarrollo y funcionamiento de sus servicios, por lo que cuenta con estrategias que incentivan un balance entre la parte laboral, personal y familiar.

**Compromiso Social y Legitimidad:** el Hospital no busca únicamente ser reconocido por su excelencia asistencial sino también por el impacto social y ambiental, buscando ser un referente para el mundo.

Cada una de las áreas estratégicas mencionadas tiene asociado un objetivo estratégico, como se observa en la ilustración 8.



*Ilustración 8. Áreas estratégicas HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)*

### 5.3. Esquema de Procesos.

Como se observa en la ilustración 9, el Hospital Pablo Tobón Uribe ofrece una amplia variedad de servicios que se dividen en procesos misionales asistenciales enfocados en la atención del paciente y procesos misionales no asistenciales que corresponden a la educación e investigación en concordancia con el título de hospital universitario.

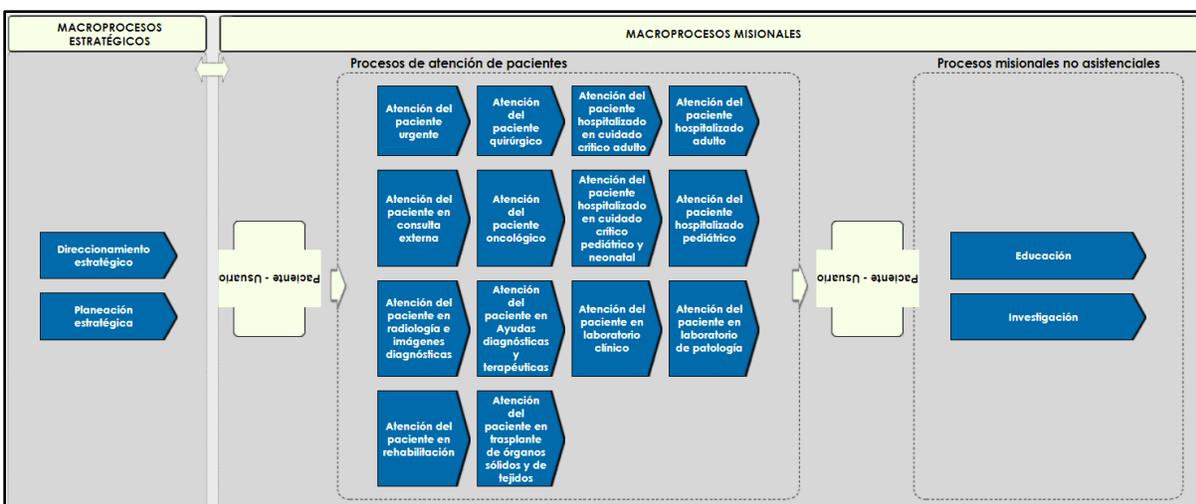


Ilustración 9. Mapa de procesos (misionales) HPTU. Fuente: (HPTU, 2021)

Así mismo, como se muestra en la ilustración 10, los servicios misionales son soportados por 30 macroprocesos de apoyo, que buscan complementar y mejorar la atención a los pacientes.



Ilustración 10. Mapa de procesos (de apoyo) HPTU. Fuente: (HPTU, 2021)

## 6. METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta los objetivos planteados para el proyecto y considerando las actividades de la etapa de planeación de la metodología de intervención de procesos proporcionada por el HPTU,

el ciclo PHVA, la gestión por procesos y las definiciones de Mudas conceptualizadas en el marco teórico, se estructuró la siguiente metodología para el desarrollo del proyecto:

### **6.1. Evaluación del estado actual del sistema de gestión de mejoramiento**

Con la intención de comprender las generalidades correspondientes a la gestión estratégica del Hospital y tener una visión preliminar del funcionamiento de los procesos a abordar en el proyecto, se realizaron las siguientes actividades:

- Inducción general a los empleados del Hospital
- Revisión y análisis de información disponible sobre Resonancia Magnética
- Elaboración del plan de trabajo
- Análisis de referentes

### **6.2. Caracterización del proceso**

Inicialmente se realizó una revisión de literatura con la intención de conocer las alternativas que se han planteado en otros hospitales o departamentos de Radiología y de tener una visión más amplia respecto al funcionamiento del proceso de Resonancia Magnética. Posteriormente se hizo un levantamiento de información para conocer el flujo del proceso en el Hospital Pablo Tobón Uribe, desde la etapa de agendamiento del examen hasta que el paciente abandona la sala. Lo anterior se realizó a través de visitas a las áreas y se profundizó con ayuda de herramientas como diagramación del flujo del proceso, toma de tiempos, análisis de datos históricos y entrevistas al personal asistencial y administrativo del servicio. Todo esto con el fin de identificar aspectos que caracterizan el proceso Resonancia Magnética tales como:

- Flujo del proceso: flujo de actividades, flujo de materiales, flujo de información, entre otros.
- Volumen del proceso: Capacidad del servicio, promesas de servicio, tiempo de ciclo, porcentaje de utilización de los resonadores, horas pico, personal necesario, entre otros.
- Métodos: número de colaboradores, puestos de trabajo, tiempos de las actividades, programas, entre otros.

### **6.3. Identificación de mudas**

A partir de la caracterización y análisis de los procesos, se identificaron las falencias, desperdicios o ineficiencias que se presentaban en cada una de las etapas del proceso.

#### **6.4. Planteamiento de alternativas de mejora**

Partiendo de las Mudanzas identificadas, se plantearon alternativas de solución o mejora que buscan generar un flujo continuo en el proceso y por ende aumentar la utilización de los equipos de resonancia, teniendo en cuenta criterios de viabilidad.

#### **6.5. Generación de informe final del trabajo**

Por último, se documentó todo lo realizado en las fases del PHVA mediante un documento que sintetiza el propósito, el marco teórico, la metodología, los resultados y las conclusiones de la intervención realizada.

### **7. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

#### **7.1. Revisión de literatura**

Con la intención de identificar estrategias utilizadas en otros centros de imágenes diagnósticas para mejorar la eficiencia en el proceso de Resonancia Magnética, se opta por realizar una revisión de literatura en las bases de datos American Journal of Roentgenology, SCOPUS, PUBMED, SCIENCE DIRECT, JAMA y MEDLINE. Para esta revisión se consideraron artículos de revistas especializadas, casos de estudio y proyectos de investigación en los idiomas inglés y español, realizados en el periodo de tiempo comprendido entre 2010 y 2021. Los términos empleados para la búsqueda inicial de documentos fueron: Optimized MRI Logistics, reduce MRI time y Optimized MRI Workflow. A partir de la búsqueda, se seleccionaron tres artículos como referencia para el proyecto:

#### **Model for Process Time Analysis in Magnetic Resonance Imaging: Workflow Optimization to Reduce Access Time <sup>4</sup>**

Inicialmente, se analiza este proyecto publicado en el año 2020, el cual fue realizado en el KTH Royal Institute of Technology de Estocolmo- Suecia, una de las universidades técnicas más prestigiosas de Europa, específicamente en la escuela de ciencias de la ingeniería en química, biotecnología y salud.

---

<sup>4</sup> Proyecto en Ingeniería Médica realizado en colaboración con el área de Transformación de Servicios de la empresa Philips, tomado de (Broman, 2020)

El primer objetivo de este informe fue evaluar los tiempos de acceso a la resonancia magnética para los departamentos de radiología en Suecia, con el fin de determinar si existe potencial para la optimización del flujo de trabajo. Cabe aclarar que el tiempo de acceso hace referencia al tiempo que transcurre desde el día en que se solicita la cita, hasta el día de realización del examen. A partir de esta evaluación se encontró una variación significativa en los tiempos de acceso entre departamentos, los cuales oscilaban entre 21 y 130 días, lo que indica oportunidad de mejora para aquellos con tiempos de acceso más altos.

Posteriormente, se estructura una guía para mejorar y medir la eficiencia de los procesos de Resonancia Magnética. La guía se basa en ocho pasos, que son fácilmente equiparables con el ciclo PHVA y se describen a continuación:

- Crear objetivo: consiste en identificar las necesidades de las partes interesadas, que en este caso son los pacientes y el personal asistencial de Radiología.
- Crear un equipo: consiste en la conformación de un equipo que incluya personal con amplio y detallado conocimiento acerca de los procesos a mejorar.
- Elección de métricas y fuentes de datos: consiste en la definición de indicadores de rendimiento que representen de forma clara el comportamiento del proceso y que además sean reproducibles para posibilitar la comparación entre la línea base (mediciones iniciales) y el proceso mejorado (mediciones después de la implementación de cambios). Los indicadores propuestos por este artículo son:

- Número de exámenes: corresponde al número de exámenes realizados en un periodo de tiempo determinado (día, semana, mes, año):

$$Number\ of\ examinations = \sum examinations \quad (1)$$

- Tiempo de examen: es el tiempo que dura la toma de imágenes de un paciente:

$$Examination\ time = Time_{Sequences\ end\ patient\ 1} - Time_{Sequences\ start\ patient\ 1} \quad (2)$$

- Tiempo de rotación: hace referencia al tiempo que transcurre entre la finalización del examen de un paciente y el inicio del examen del siguiente:

$$\text{Turnover time} = \text{Time}_{\text{Sequences start patient 2}} - \text{Time}_{\text{Sequences end patient 1}} \quad (3)$$

- % de utilización del resonador: corresponde al tiempo que el resonador está siendo utilizado respecto al total del tiempo disponible en un periodo de tiempo:

$$\text{Scanner utility} = \frac{\sum \text{examinations time}}{\sum \text{time available for scanning}} \quad (4)$$

- Coherencia de la programación: hace referencia a que tanto coinciden las horas en las que se programó el examen con las horas en que realmente se realizó dicho examen. Esta métrica se compone de dos indicadores, uno para la hora inicial del examen y otro para la hora final:

$$\text{Schedule consistency start} = \text{Time}_{\text{Scheduled start}} - \text{Time}_{\text{Examination start}} \quad (5)$$

$$\text{Schedule consistency end} = \text{Time}_{\text{Scheduled end}} - \text{Time}_{\text{Examination end}} \quad (6)$$

En la ilustración 11 se puede observar de forma gráfica lo que representan las métricas mencionadas.

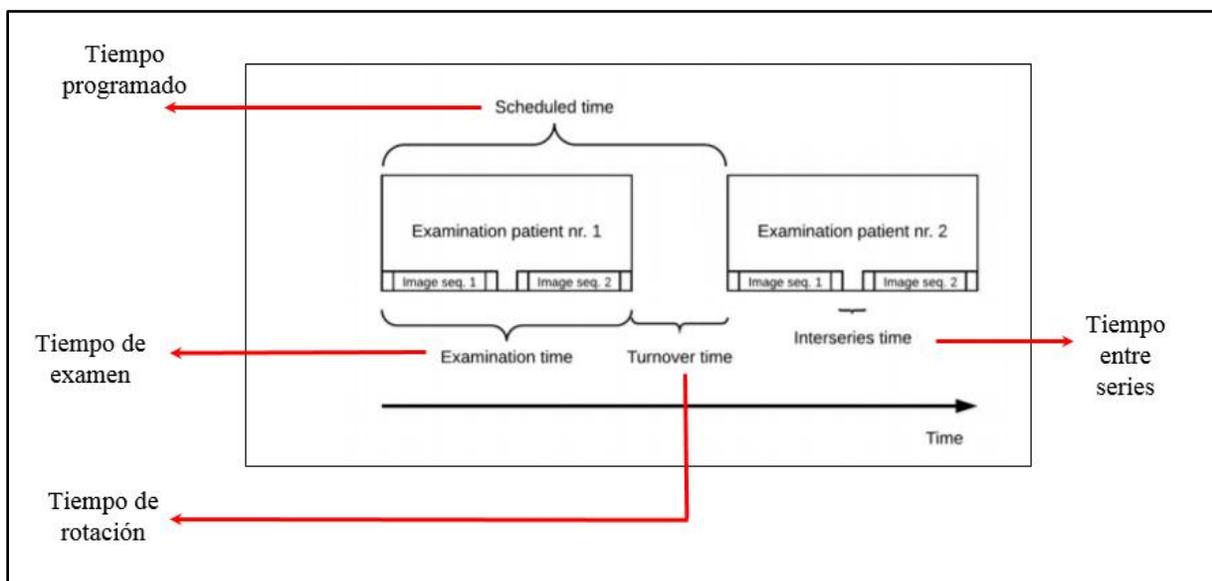


Ilustración 11. Representación gráfica de las métricas de desempeño. Fuente: (Broman, 2020)

- Recopilación de datos: hace referencia a la medición de la línea base, es decir, la evaluación del estado inicial del proceso.

- Análisis del proceso: a través de las mediciones y caracterización del proceso, identificar las actividades o etapas críticas del proceso y las posibles oportunidades y estrategias de mejora.
- Creación del plan de implementación: después de identificar las actividades críticas del proceso y generar las oportunidades de mejora, se debe definir un cronograma de trabajo que incluya los responsables de la ejecución de cada tarea, los recursos necesarios y las fechas límite para su cumplimiento.
- Implementación de cambios: consiste básicamente en ejecutar de manera controlada el cronograma de trabajo diseñado, de tal forma que se puedan identificar efectos no deseados para hacer los ajustes pertinentes.
- Repetir pasos anteriores: los pasos anteriores deben ser replicados hasta que se cumplan todos los objetivos planteados al inicio del proyecto y los que fueron surgiendo durante el desarrollo de este.

Finalmente, de acuerdo con lo analizado a lo largo del documento, se proponen estrategias que buscan mejorar los indicadores o métricas mencionadas anteriormente como se observa en la ilustración 12. Inicialmente, el tiempo de duración del examen está determinado principalmente por el protocolo, es decir, por la secuencia de imágenes solicitadas por los radiólogos para la evaluación del paciente. En muchas ocasiones, con el paso del tiempo se le va añadiendo complejidad innecesaria a los protocolos de los exámenes, generando la adquisición de imágenes adicionales que no tienen un impacto significativo en el diagnóstico de los pacientes. Por esta razón, optimizar y estandarizar los protocolos permitiría reducir el tiempo de examen. Así mismo, es posible reducir el tiempo de rotación analizando y mejorando el proceso de preparación de los pacientes y los exámenes y haciendo cambios en la arquitectura que permita mejorar el flujo de los pacientes en la sala de Resonancia.

Al mejorar estos dos primeros indicadores, se contribuye directamente al aumento del número de exámenes y al incremento del porcentaje de utilización del resonador.

Por otra parte, el modelo de programación o agendamiento de los exámenes influye significativamente en eficiencia del proceso. Este artículo propone como alternativa un modelo de programación flexible, el cual consiste en agendar para cada tipo de examen un tiempo

proporcional a la duración del protocolo correspondiente y a las demás características específicas del examen y el paciente.

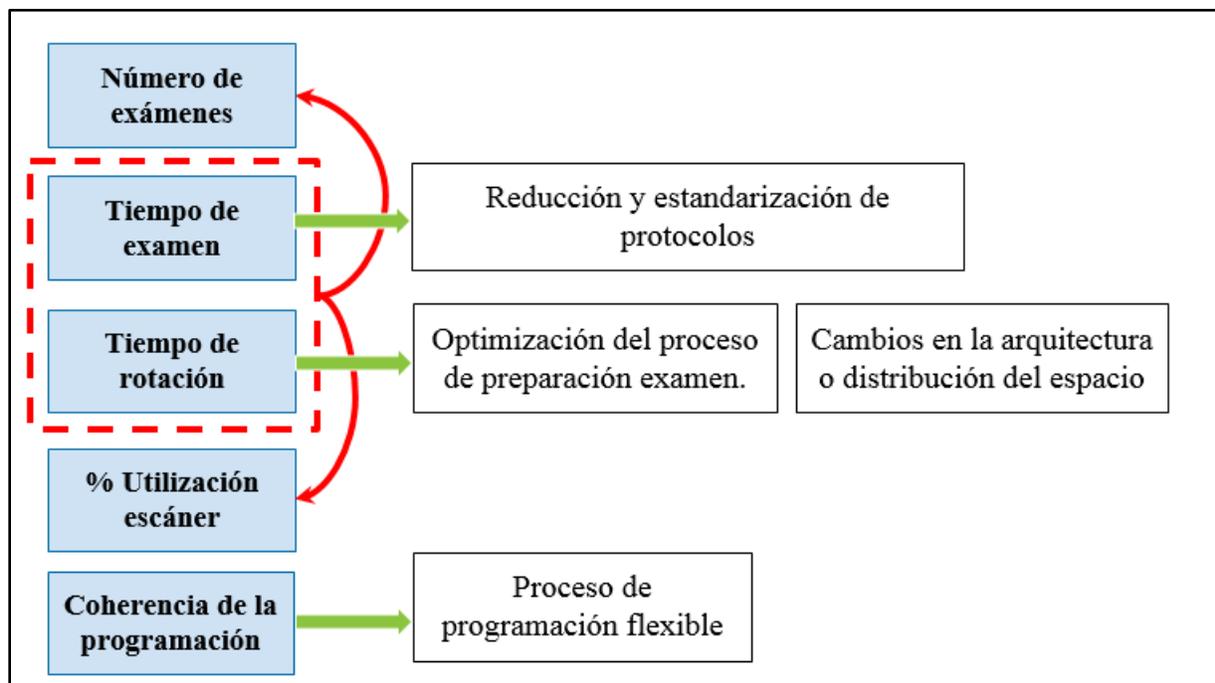


Ilustración 12. Estrategias de mejora según métricas de desempeño. Fuente: Elaboración propia a partir de (Broman, 2020)

### Optimizing MRI Logistics: Prospective Analysis of Performance, Efficiency, and Patient <sup>5</sup>

Este artículo publicado en American Journal of Roentgenology corresponde a un estudio realizado en el departamento de Resonancia Magnética del Beth Israel Deaconess Medical Center, un centro académico de atención terciaria que hace parte de la escuela de medicina de Harvard, ubicado en Boston, Estados Unidos. El objetivo del estudio fue optimizar el funcionamiento del servicio mediante el análisis del flujo del trabajo del proceso y de la estadía del paciente en el departamento, como se observa en la ilustración 13.

<sup>5</sup> Estudio realizado para dos escáneres o resonadores del centro médico enfocado en la atención de pacientes ambulatorios. Tomado de (Kevin Beker, 2017)

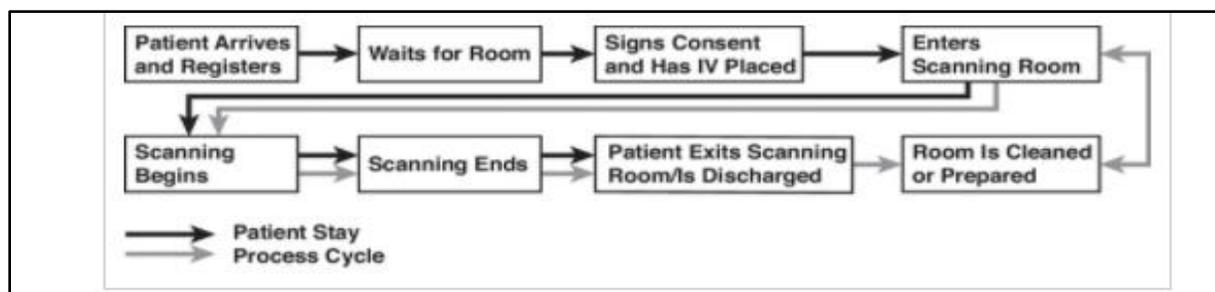


Ilustración 13. Flujo de proceso de Resonancia Magnética y estancia del paciente. Fuente: (Kevin Beker, 2017)

A partir de la diagramación del flujo y de la medición de los indicadores del proceso, se obtuvieron los datos presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados mediciones del proceso. Fuente: elaboración propia a partir de (Kevin Beker, 2017).

Indicador	Valor
Tiempo medio de duración del examen (minutos)	50,97 ± 24,4
Tiempo medio de NO valor agregado en el examen (minutos)	13,21 ± 18,77 (25,87% del tiempo total del ciclo del proceso)
Tiempo medio de estancia de paciente (minutos)	83,51 ± 33,63
Tiempo medio de NO valor agregado en estancia del paciente (minutos)	24,33 ± 24,84 minutos (29,14% de la estancia total del paciente)

De lo anterior se puede observar que, del total de tiempo de estancia del paciente en el departamento de resonancia magnética, aproximadamente el 25% del tiempo no se está generando valor. Por lo que se hace necesario identificar los causantes de las ineficiencias del proceso e implementar alternativas de mejora.

### Optimization of MRI Turnaround Times Through the Use of Dockable Tables and Innovative Architectural Design Strategies <sup>6</sup>

En tercer lugar, se seleccionó este artículo, cuyo objetivo es también mejorar el flujo del trabajo del departamento de resonancia magnética, pero empleando una estrategia de reingeniería a través

<sup>6</sup> Estudio publicado en el año 2019 en el que se compara el desempeño de un centro de resonancia establecido con uno recién diseñado teniendo en cuenta reingeniería del flujo de trabajo. Obtenido de (Recht, 2019)

de cambios en el *layout* del servicio. Las alternativas que se implementaron en este estudio fueron: (a) construcción de una sala de preparación adyacente al resonador para evitar actividades diferentes a la toma de imágenes dentro del escáner; (b) adecuación de dos puertas para cada sala de resonancia, una de ellas para el ingreso del paciente, la cual está conectada a la sala de preparación ya mencionada, y la otra adecuada para la salida del paciente, conectada a la salida del departamento; (c) colocación de los resonadores en un ángulo pertinente para el ingreso del paciente en camilla; (d) ubicación a poca distancia entre el resonador y la zona de almacenamiento de las antenas y (e) utilización de mesas acoplables. En la ilustración 14, se puede evidenciar la aplicación de las alternativas mencionadas:

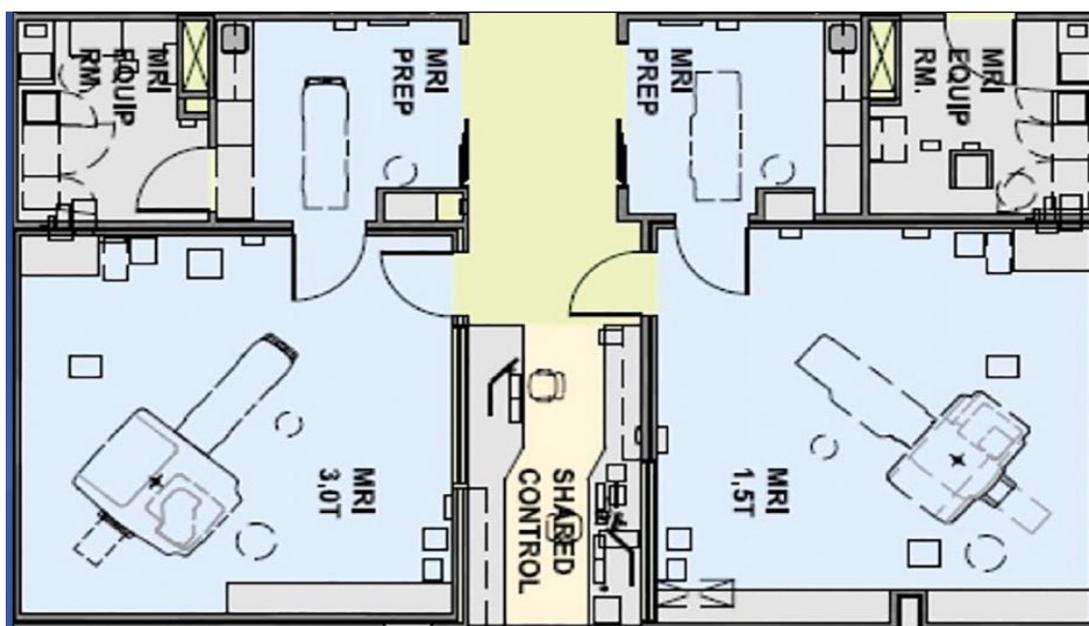


Ilustración 14. Plano de departamento de Resonancia magnética con implementación de mejoras. Fuente: (Recht, 2019)

La prueba piloto se llevó a cabo en un nuevo centro con dos resonadores y al hacer la comparación en cuanto al desempeño de este nuevo centro respecto al centro anterior de seis resonadores se obtuvieron los resultados presentados en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados prueba piloto nueva sala de Resonancia. Fuente: elaboración propia a partir de (Recht, 2019)

Evento	Centro antiguo (6 resonadores)		Centro nuevo (2 resonadores)	
	Media	Mediana	Media	Mediana
Cuando el paciente estaba listo	430 segundos (IC del 95%, 424-434 segundos)	460 ± 156 segundos (IC del 95%, 455-465 segundos)	115 segundos (IC del 95%, 113-117 segundos)	132 ± 72 segundos (IC del 95%, 129-135 segundos)
Todos los pacientes analizados	481 segundos (IC del 95%, 474-486 segundos)	537 ± 219 segundos (95% CI, 532-543 segundos)	141 segundos (IC del 95%, 137-146 segundos)	272 ± 270 segundos (IC del 95%, 263-282 segundos)

Como se evidencia en la tabla anterior, en los casos en que el paciente estaba listo para su examen en el momento en que el paciente inmediatamente anterior finalizó, se logró una disminución de más del 70% en el tiempo de rotación entre pacientes, pasando de 460 segundos a 132 segundos en mediana. De igual forma, para todos los casos analizados, sin distinguir entre los pacientes que estaban preparados y los que no lo estaban, se logró una reducción de aproximadamente el 50%, pasando de 537 a 272 segundos en mediana.

### 7.2. Caracterización del proceso

En el Servicio de Resonancia Magnética del Hospital se realiza una amplia gama de procedimientos los cuales se pueden categorizar por familias de exámenes (Anexo 2), por tipo de examen (simple o con medio de contraste) y si requieren o no uso de anestesia. La duración de cada procedimiento varía según la cantidad de imágenes (protocolo) y según la disposición del paciente para tolerar la posición estática requerida.

### 7.3. Capacidad del proceso

La disponibilidad del servicio es de 24 horas de lunes a viernes y 12 horas los fines de semana y días festivo. En los turnos del día se cuenta con dos tecnólogos en Radiología, dos auxiliares de enfermería y una enfermera, mientras que en la noche se dispone de un tecnólogo y una auxiliar de enfermería. Se cuenta además con una secretaria de agendamiento para pacientes hospitalarios, una secretaria de agendamiento para pacientes ambulatorios y se apoya el proceso de

agendamiento ambulatorio a través de un *Call Center*. En el punto de servicio de Radiología se tienen tres secretarías y no se cuenta con un anestesiólogo enfocado en resonancia magnética, sino que se dispone de tres anestesiólogos de lunes a viernes de 7:00 am a 7:00 pm compartidos con los servicios de Gastroenterología, Broncoscopia, Láser vascular, Intervencionismo, Cardiología y Radioterapia.

#### 7.4. Flujo del proceso

El proceso Resonancia Magnética en el Hospital está compuesto por cinco macro pasos: el agendamiento o programación de citas, la confirmación de la cita y presentación del paciente, la preparación del examen, la realización del examen y la recuperación. En este proceso participan siete actores principales que son: la secretaria de agendamiento hospitalario, la secretaria de agendamiento ambulatorio, el Call Center, las secretarías del punto de servicio de Radiología, el personal de enfermería (enfermeros y auxiliares de enfermería), el tecnólogo y el anestesiólogo. En el diagrama 1 se puede observar de forma general la distribución del flujo. Sin embargo, cada fase se explicará con más detalle a continuación.

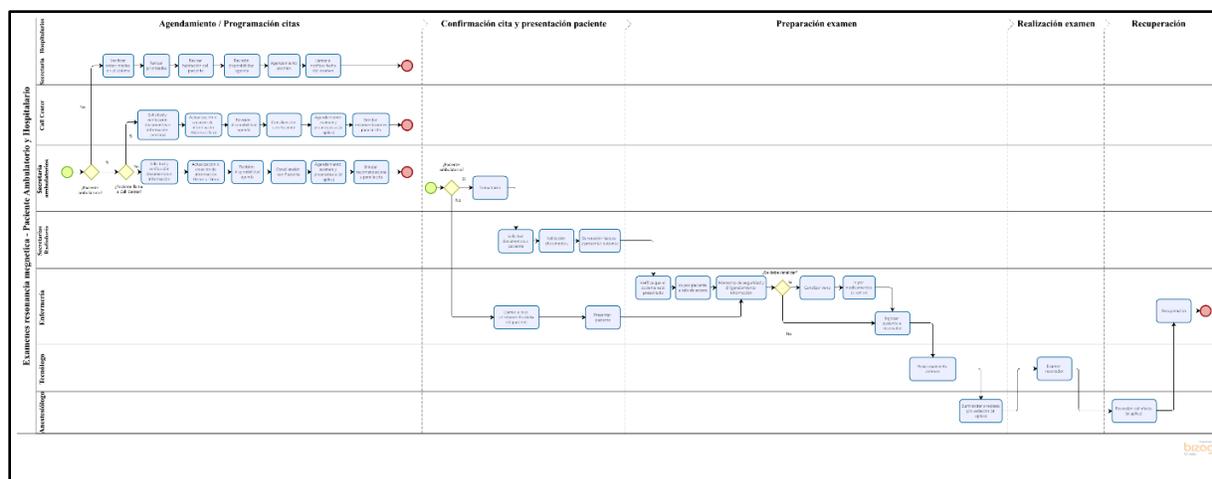


Diagrama. 1. Flujo de proceso de Resonancia Magnética HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler

Inicialmente se tiene la etapa de agendamiento o programación de citas, cuyo proceso varía según el tipo de paciente como se observa en el Diagrama 2. Para el caso de los pacientes ambulatorios, la cita puede ser solicitada por el paciente a través de un *Call Center* o de forma presencial mediante la secretaria de agendamiento ambulatorio. En ambos puntos de atención se ejecutan las mismas actividades, a excepción de que en el punto de servicio físico no se hace la actualización

de la información del paciente en la historia clínica de forma obligatoria. Por otro lado, para el caso del paciente hospitalario el proceso de programación de cita inicia cuando la secretaria de agendamiento hospitalario verifica en el sistema de información las órdenes médicas autorizadas para resonancia magnética y agenda la cita, para luego comunicarse con el personal asistencial encargado del paciente e informar la fecha agendada y las recomendaciones para el examen. Es preciso señalar que en caso de que el examen esté ordenado bajo anestesia, se debe reservar la agenda tanto del resonador como del anestesiólogo.

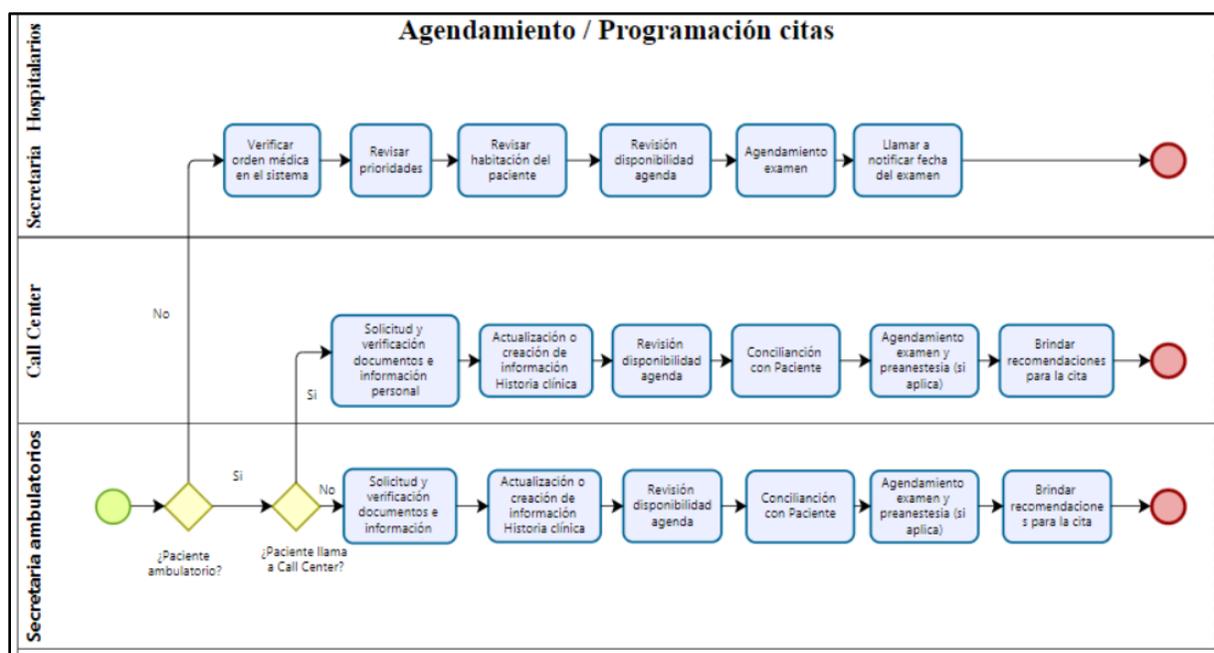


Diagrama. 2. Flujo de proceso de Agendamiento y programación de citas HPTU: Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler

En esta etapa, la métrica o indicador que se empleó para evaluar el rendimiento del proceso fue el tiempo de acceso, correspondiente al tiempo que transcurre desde que el paciente ambulatorio solicita la cita o desde que al paciente hospitalario se le autoriza la orden médica hasta la fecha de realización del examen. Sin embargo, para el caso del paciente ambulatorio no fue posible obtener la información requerida debido a que a pesar de que el sistema de información la arrojaba, los datos no fueron confiables. De acuerdo con lo anterior, se generó la información únicamente para los pacientes hospitalarios, que como se observa en la ilustración 15, al 85% se les programa cita para dentro de 3600 minutos o menos, es decir dos días y medio o menos.

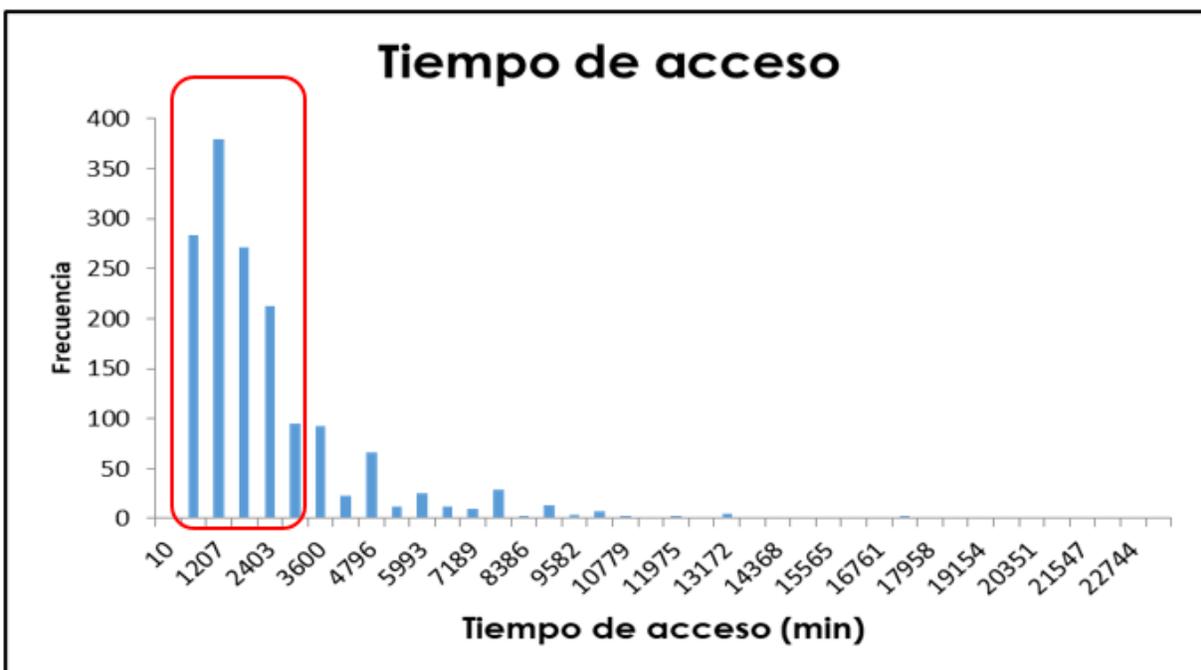


Ilustración 15. Histograma tiempo de acceso a exámenes de Resonancia Magnética HPTU. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

De igual forma, en la tabla 3 se muestra la cantidad de observaciones consideradas para el análisis, la mediana de los datos y los percentiles 25 y 75.

Tabla 3. Mediciones tiempo de acceso HPTU. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Tipo de paciente	Tamaño de muestra	Percentil 25	Mediana	Percentil 75
Hospitalario	1588	757 minutos (12.6 horas)	1471 minutos (24.5 horas)	2508 minutos (41.8 horas)
Ambulatorio	No fue posible medirlo debido a la falta de calidad del dato en la base de datos disponible			

Posteriormente se tiene el macro paso de confirmación de cita y presentación del paciente, el cual difiere según el tipo de paciente como se ilustra en el diagrama 3.

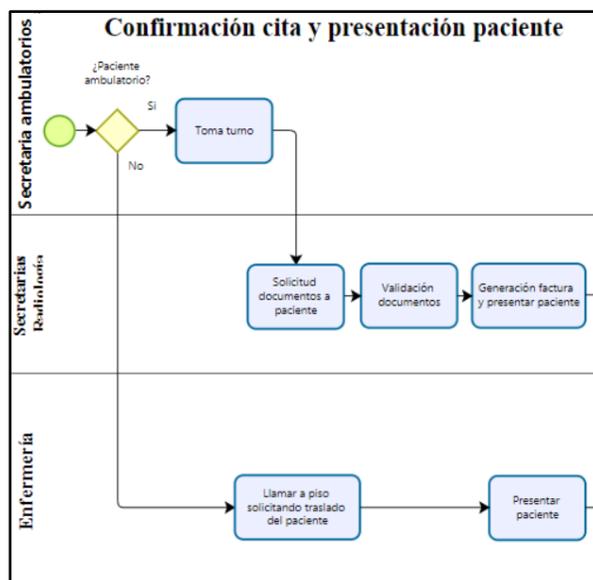


Diagrama. 3. Flujo del proceso de confirmación y presentación del paciente. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler

Para el paciente ambulatorio, el proceso inicia al tomar el turno (ficho) en el punto de servicio de Radiología, que de acuerdo con el histograma presentado en la ilustración 16, el 85% de los pacientes esperan hasta 14.5 minutos para ser atendidos

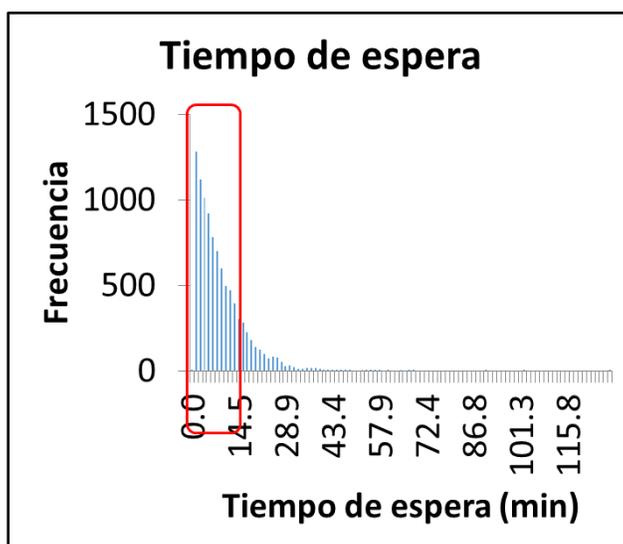
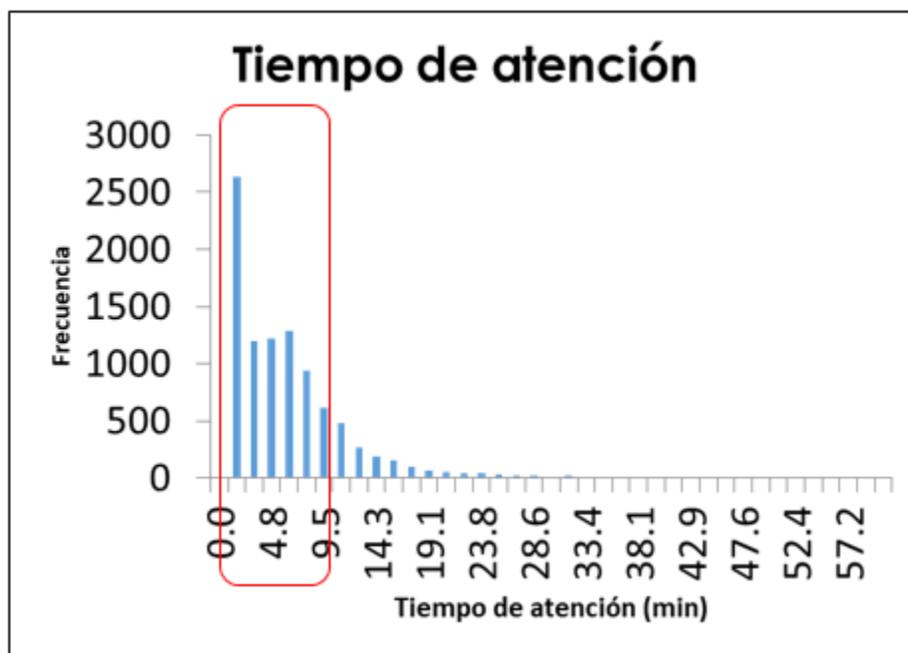


Ilustración 16. Histograma tiempo de espera para ser atendido por secretarías HPTU: Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Luego, el paciente pasa a ser atendido por una de las tres secretarías del punto de servicio de Radiología, donde le solicitan y validan los documentos (orden médica, autorización de la orden, documentos personales). Como se muestra en la ilustración 17, para el 85% de los pacientes, el

tiempo de atención en el punto de servicio tiene una duración de 9.5 minutos o menos. Finalmente, se presenta al paciente, es decir, se indica en el sistema que el paciente llegó a la cita, para que, desde el servicio de Resonancia, las auxiliares de enfermería se percaten y lo llamen para ser atendido.



*Ilustración 17. Histograma tiempo de atención secretarías HPTU. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021).*

Por otro lado, para los pacientes hospitalarios este macro paso consiste en que las auxiliares de enfermería se comunican con el área asistencial dónde se encuentra el paciente para solicitar el traslado al servicio de resonancia y luego presentan al paciente en el sistema. Como se puede ver en la ilustración 18, el tiempo de desplazamiento, correspondiente al tiempo que transcurre desde que se solicita al paciente hasta que el paciente llega a resonancia está entre 13 y 28,5 minutos.



Ilustración 18. Gráfico de cajas y bigotes tiempo de traslado de paciente hospitalario. Fuente: Elaboración propia

Sintetizando, en la tabla 4 se presentan los tamaños de muestra considerados para cada medición de la etapa de confirmación de cita y presentación del paciente y la mediana y los percentiles 25 y 75 de cada conjunto de datos analizados.

Tabla 4. Mediciones Confirmación cita y presentación del paciente: Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Actividad	Tamaño muestra	Percentil 25 (minutos)	Mediana (minutos)	Percentil 75 (minutos)
Espera para ser atendido (ambulatorio)	9607	2.6	6	11.3 minutos
Atención secretaría (ambulatorio)	9546	1.3	4.4	7.7
Tiempo de traslado de habitación a resonancia (hospitalario)	39	13	19	28.5

En tercer lugar, se tiene el macro paso correspondiente a la preparación del examen. Para el caso del paciente ambulatorio, como se ilustra en el diagrama 4, las auxiliares de enfermería revisan en el sistema si el paciente está presentado, y de ser así se desplazan hasta el punto de servicio para

recoger al paciente y llevarlo a la sala de resonancia. A partir de este punto, el flujo de proceso para pacientes ambulatorios y hospitalarios es el mismo. Cuando el paciente ingresa al servicio de resonancia se le realiza el momento de seguridad que incluye encuestas para descartar posibles razones que impidan ingresar al resonador (marcapasos, materiales de metal dentro del cuerpo, brackets, etc.), cambio de ropa (si aplica) y firma de consentimientos informados en caso de que el examen a realizar requiera medio e contraste o anestesia (este requerimiento lo define el médico tratante). Si alguno de estos requerimientos se presenta, las auxiliares de enfermería deben canalizar la vena del paciente, de lo contrario se pasa directamente al resonador. A continuación, el tecnólogo encargado posiciona las antenas o bobinas según el tipo de examen y se administra los medicamentos en caso de ser con anestesia.

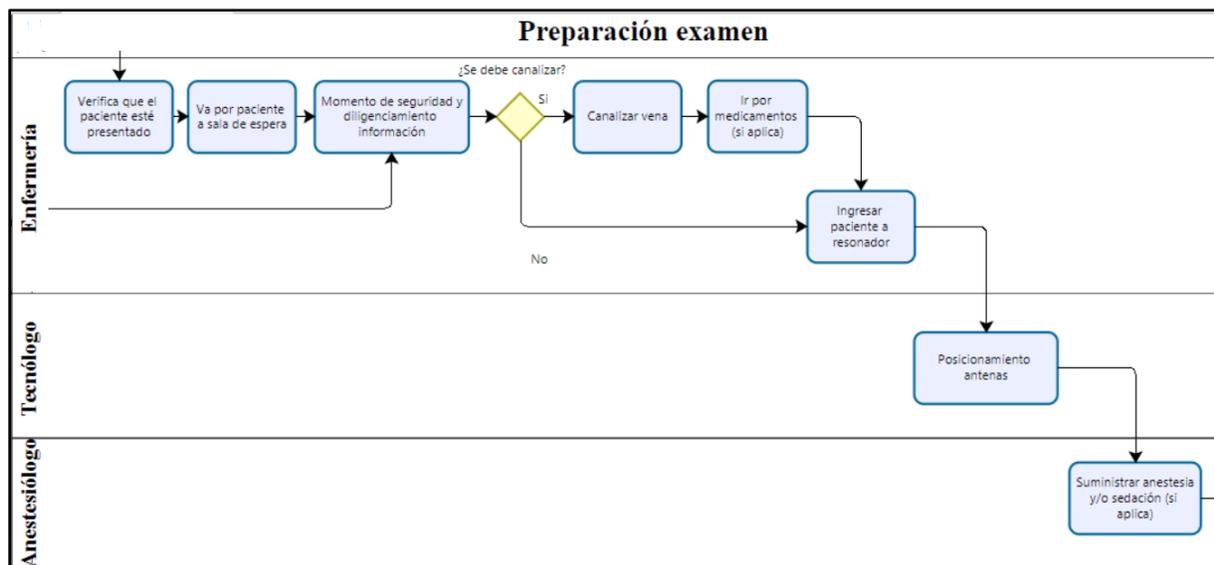


Diagrama. 4. Flujo del proceso de preparación del examen HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler

En la tabla 5 se presentan las mediciones realizadas a partir de la toma de tiempos, en las que se incluye tamaño de muestra, mediana y percentiles 25 y 75 para cada una de las actividades de la etapa de preparación del examen.

Tabla 5. Mediciones preparación del examen HPTU: Fuente: Elaboración propia

<b>Actividad</b>	<b>Tamaño muestra</b>	<b>Percentil 25 (minutos)</b>	<b>Mediana (minutos)</b>	<b>Percentil 75 (minutos)</b>
<b>Ir por el paciente (ambulatorio)</b>	39	1.6	2.3	3.4
<b>Momento de seguridad (ambulatorio)</b>	39	6.7	8.3	12.5
<b>Momento de seguridad (hospitalario)</b>	39	5.7	9	12.1
<b>Canalizar vena</b>	39	4.1	5.9	6.5
<b>Espera a resonador (hospitalario)</b>	39	8.3	11.3	15.1
<b>Espera a resonador (ambulatorio)</b>	39	2.4	4.1	14.5
<b>Preparación dentro del resonador (hospitalario)</b>	39	4.8	5.3	10.8
<b>Preparación dentro del resonador (ambulatorio)</b>	39	3.3	4.5	5.4

El cuarto macro paso, como se muestra en el diagrama 5, consiste únicamente en la realización del examen, es decir, la toma de imágenes como tal. Es preciso mencionar que la decisión del tipo de examen que se realiza al paciente y sus requerimientos en cuanto a anestesia o medio de contraste dependen únicamente de criterio médico, por lo que no se hará mayor énfasis en dicho aspecto.

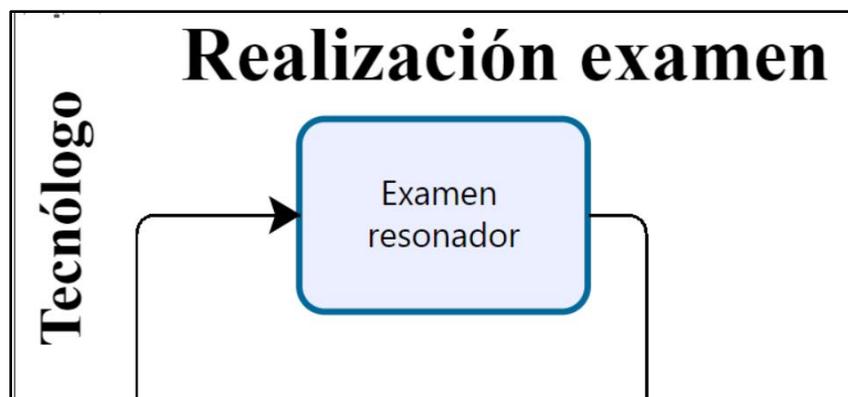


Diagrama. 5. Flujo proceso realización de examen HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler

En la tabla 6, se presenta la mediana de duración de los exámenes de acuerdo con el tipo de paciente, incluyendo el tamaño de muestra tenido en cuenta en cada medición y los percentiles 25 y 75.

Tabla 6. Mediciones Realización de examen HPTU. Fuente: Elaboración propia

Tipo de paciente	Tamaño de muestra	Percentil 25 (minutos)	Mediana (minutos)	Percentil 75 (minutos)
Hospitalario	39	53	73	109
Ambulatorio	39	38	59	93

Los exámenes de resonancia magnética difieren significativamente entre ellos en cuanto a duración, afectado por la cantidad de imágenes necesarias para el diagnóstico y por la disposición y capacidad del paciente para tolerar el tiempo del examen. Los exámenes se categorizan en 22 familias según la parte del cuerpo (Anexo 2) y de acuerdo con la ilustración 19, la familia de exámenes con menor duración es la de articulaciones inferiores, mientras que la de mayor duración es Espectroscopia por resonancia.

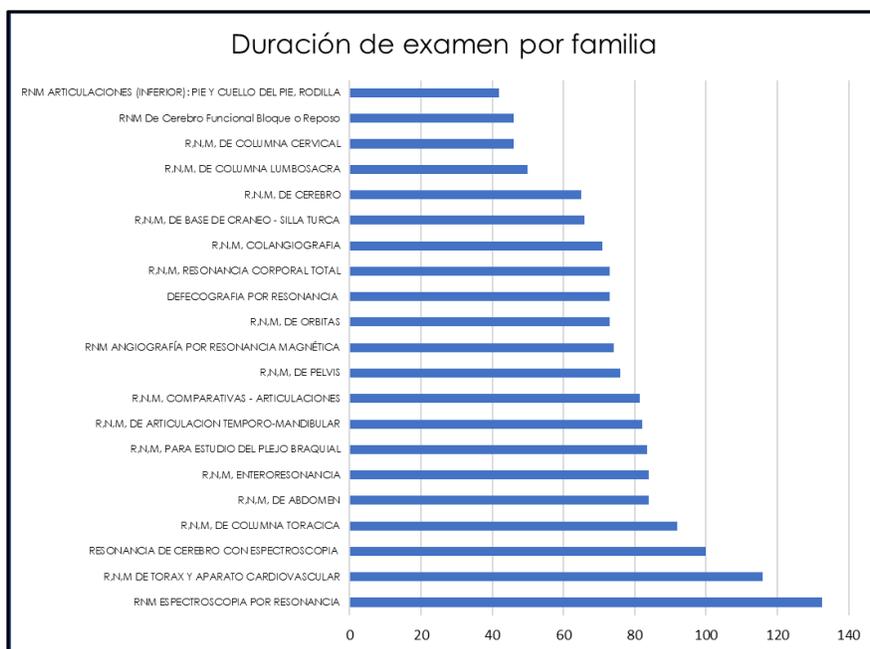


Ilustración 19. Duración de examen por familia. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Finalmente, se tiene la etapa de recuperación o fin del examen, que como se muestra en el diagrama 6, internamente incluye la reversión del efecto (en caso de que el procedimiento se haya realizado con anestesia o sedación), recomendaciones finales al paciente y cambio de ropa (si aplica).

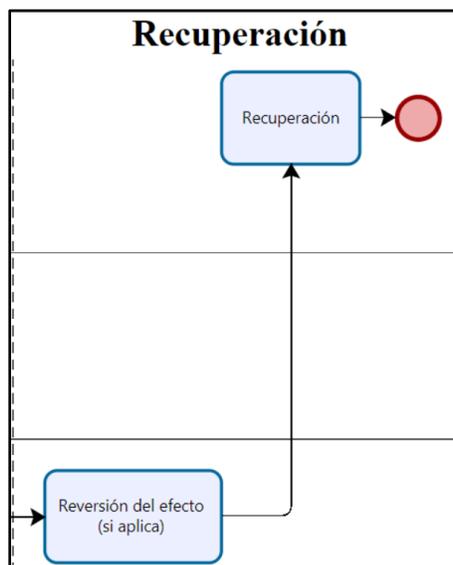


Diagrama. 6. Flujo del proceso de Recuperación HPTU. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler

En la tabla 7 se presentan las mediciones realizadas a esta etapa de recuperación obtenidas a través de toma de tiempos.

Tabla 7. Mediciones Recuperación HPTU. Fuente: Elaboración propia

Tipo de paciente	Tamaño de muestra	Percentil 25 (minutos)	Mediana (minutos)	Percentil 75 (minutos)
Hospitalario	39	0.7	7.5	12
Ambulatorio	39	4.5	6.2	9.7

A modo de resumen y con la intención de visualizar el tiempo de ciclo del proceso completo, se presenta la ilustración 20, donde los recuadros verdes representan los tiempos en mediana de los pacientes ambulatorios y los azules los tiempos en mediana de los pacientes hospitalarios, de donde se puede calcular que el tiempo de ciclo respectivo es de 100.7 minutos (1 hora y 42 minutos) y 125.1 minutos (2 horas y 5 minutos).

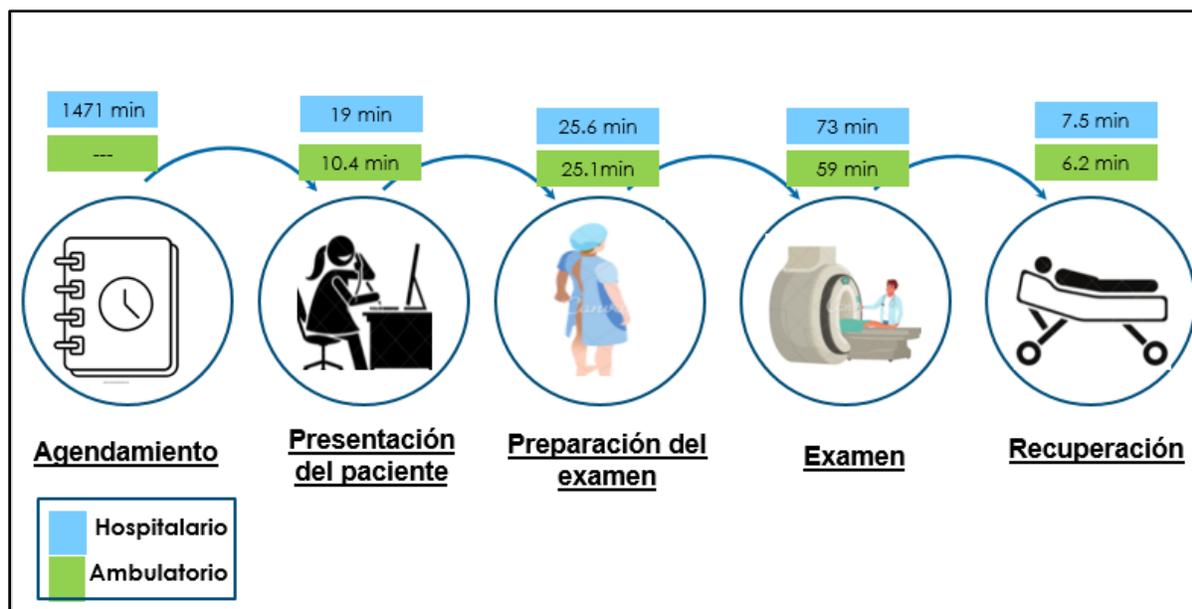


Ilustración 20. Flujo de proceso alto nivel Resonancia Magnética. Fuente: Elaboración propia

Al analizar el proceso, se evidenció que los exámenes bajo anestesia o sedación eran una parte crítica debido a la necesidad de un recurso adicional, el anestesiólogo, y a los tiempos adicionales

de recuperación que se generaban. Por tal motivo, se decidió hacer otro estudio enfocado en este tipo de exámenes.

La primera diferencia que se observó es que, debido a que los tres anestesiólogos realizan procedimientos en otras áreas del hospital, es común que lleguen retrasados al Servicio como se evidencia en el diagrama 8. En segundo lugar, todo procedimiento anestésico requiere de una evaluación pre-anestésica al menos 24 horas antes del procedimiento, en la que se determina si la administración de medicamentos anestésicos está o no contraindicada para el paciente y la cual debe ser agendada en el primer macro paso del proceso (agendamiento o programación de citas). No obstante, en ocasiones por falta de disponibilidad de anestesiólogo o por olvido del personal de agendamiento, esta tarea no se lleva a cabo, ocasionando retrasos en la agenda de hasta 30 minutos por paciente. La tercera variación se presenta a la hora de realizar la pre-inducción anestésica, la cual consiste en una última revisión del estado del paciente antes de iniciar el examen.

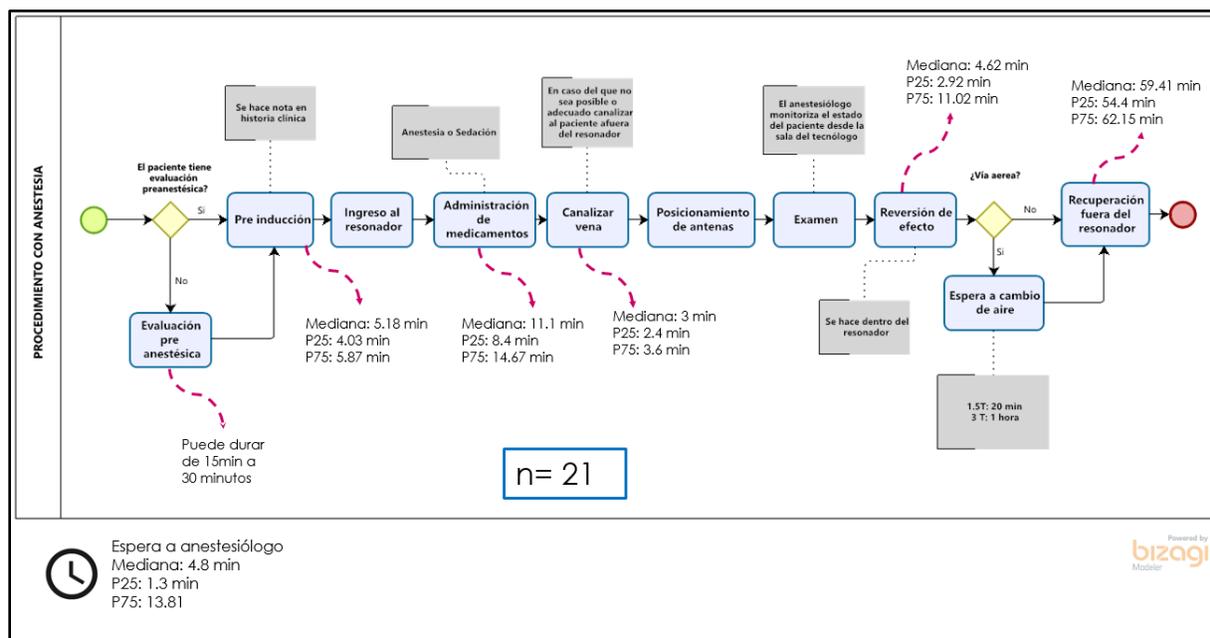


Diagrama. 7. Flujo de proceso y mediciones exámenes bajo anestesia o sedación. Fuente: Elaboración propia en Bizagi Modeler

Los tiempos de algunas de las actividades del procedimiento bajo anestesia o sedación varían dependiendo de la profundidad del procedimiento anestésico, el cual se divide en 3 categorías: sedación superficial, sedación moderada profunda y anestesia general. Cabe mencionar que la

aplicación de cualquiera de las categorías está dada únicamente por criterio médico del anestesiólogo encargado. Las variaciones de los tiempos se presentan a continuación:

**Administración de medicamentos:** esta actividad hace referencia, como su nombre lo indica, al momento en que el anestesiólogo administra los medicamentos anestésicos al paciente para que éste permanezca dormido durante el procedimiento.



Diagrama. 8. Flujo de proceso administración de medicamentos. Fuente: elaboración propia en Bizagi Modeler

En la tabla 8 se presentan los tiempos requeridos para esta actividad según el nivel de profundidad del procedimiento anestésico

Tabla 8. Mediciones Administración de medicamentos. Fuente: Elaboración propia

Tipo	Percentil 25 (minutos)	Mediana (minutos)	Percentil 75 (minutos)
Sedación superficial	6.62	6.94	8.46
Sedación moderada-profunda	8.5	10.4	12.7
Anestesia general	10.14	12.72	15.76

**Reversión del efecto:** esta actividad realizada por el anestesiólogo e ilustrada en el diagrama 9, consiste en aplicar técnicas propias de su oficio para detener los efectos de la anestesia o sedación y despertar al paciente después de haber finalizado la toma de imágenes.

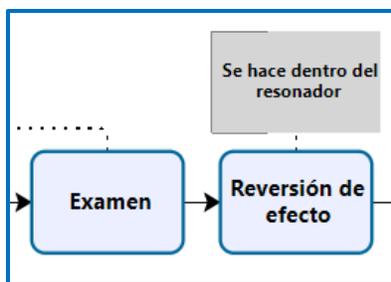


Diagrama. 9. Flujo de proceso Reversión del efecto de medicamentos. Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, la duración de esta actividad depende del tipo de procedimiento anestésico y la variación de los tiempos se puede evidenciar en la tabla 9.

Tabla 9. Mediciones Reversión del efecto de medicamentos. Fuente: Elaboración propia

Tipo	Percentil 25 (minutos)	Mediana (minutos)	Percentil 75 (minutos)
Sedación superficial	2.84	2.92	3.06
Sedación moderada-profunda	2.49	3.02	3.7
Anestesia general	10.02	11.05	14.11

**Recuperación:** en último lugar, se tiene la recuperación fuera del resonador, la cual se hace en un área adecuada para tal motivo. El objetivo de esta actividad es asegurarse de que el paciente no presente ningún efecto adverso debido a la anestesia aplicada, es deber ético del anesthesiologo permanecer cuidando a su paciente alrededor de 15 minutos o hasta que éste haya despertado por completo y se pueda garantizar ausencia de complicaciones asociadas al procedimiento. Después de este tiempo, el paciente permanece al cuidado de las auxiliares de enfermería hasta que esté en condiciones de abandonar la sala.

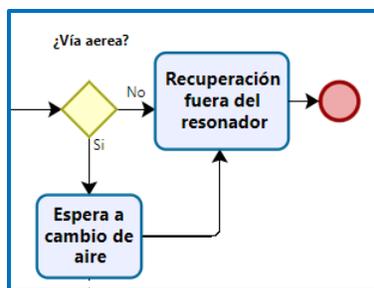


Diagrama. 10. Flujo de proceso Recuperación fuera del resonador. Fuente: elaboración propia

Los tiempos asociados a esta actividad, dependiendo del tipo de procedimiento anestésico se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Mediciones Recuperación fuera del resonador. Fuente: elaboración propia

Tipo	Percentil 25 (minutos)	Mediana (minutos)	Percentil 75 (minutos)
Sedación superficial	50.76	53.38	59.1
Sedación moderada-profunda	55.29	58.87	60.11
Anestesia general	59	62.26	66.48

A modo de resumen, las implicaciones que la utilización de anestesia o sedación tienen sobre el tiempo de ciclo de los pacientes dentro y fuera del resonador se presentan en la tabla 11:

Tabla 11. Resumen de aumento de tiempo por anestesia o sedación. Fuente: elaboración propia

Fuera del resonador		Dentro del resonador	
Pre-inducción	5.18 minutos	Administración de medicamentos	11.1 minutos
		Canalizar vena	3 minutos
Recuperación	59.41 minutos	Reversión del efecto	4.62 minutos
		Recambio de aire	20 minutos (1.5 T), 1 hora (3T)
Total	64.59 minutos	Total	18.72 minutos + tiempo recambio de aire

### 7.5. Volúmenes del proceso

Con el fin de conocer el proceso con mayor detalle, se realiza un análisis de datos históricos de los informes generados por el hospital para identificar los volúmenes del proceso. Se tomaron datos del año 2019 y del periodo comprendido entre enero y marzo del 2021. El año 2020 no fue considerado para las mediciones debido a que, por causa de la pandemia, el comportamiento del servicio fue atípico.

Al analizar los datos, como se muestra en la ilustración 21, el día de la semana en que mayor número de exámenes se realiza es el miércoles, mientras que el domingo es el día con menor número de exámenes realizados.

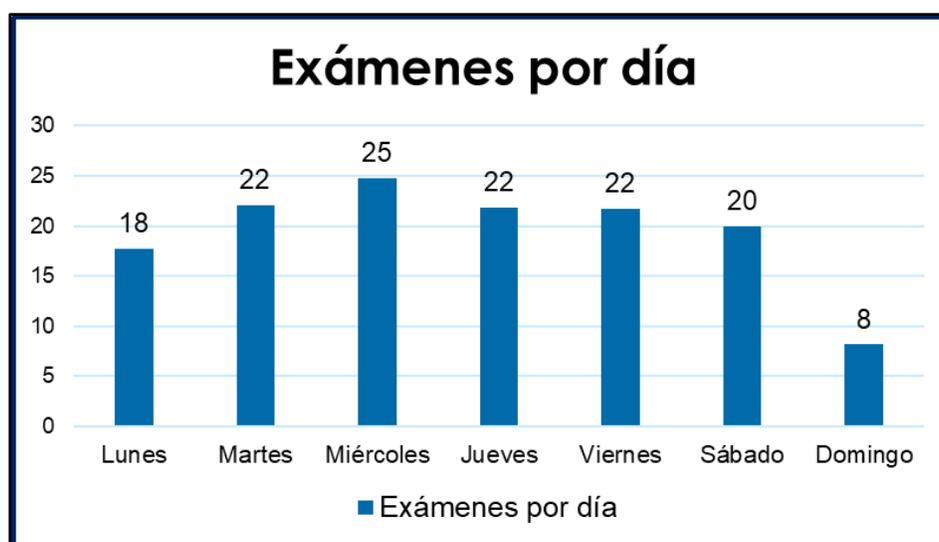


Ilustración 21. Número de exámenes realizados por día de la semana. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

De forma similar, se puede observar en la ilustración 22 que, durante el día, se presentan dos picos en la cantidad de exámenes, los cuales se dan en los horarios comprendidos entre las 7:00am y las 11:00 am y entre las 2:00pm y 5:00pm.

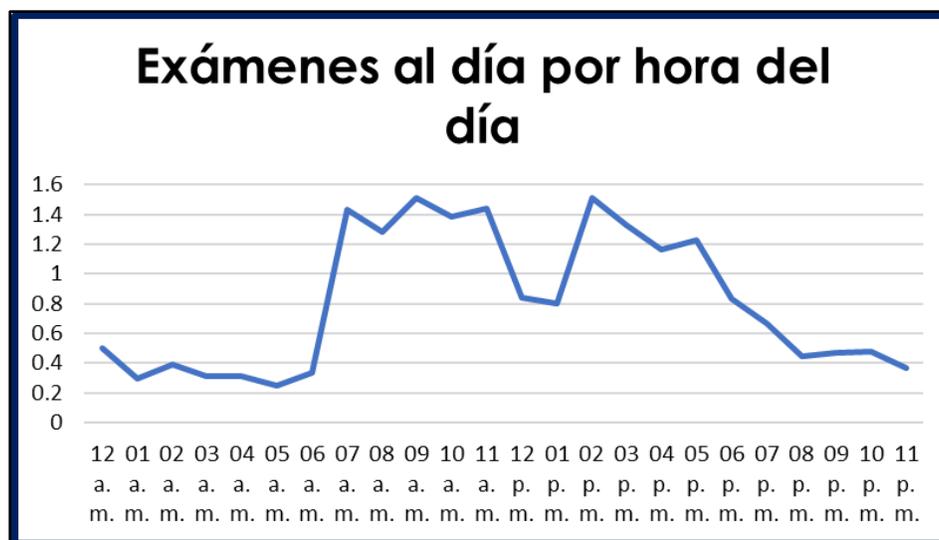


Ilustración 22. Número de exámenes realizador por día por hora del día. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Así mismo, se quiso determinar la proporción de exámenes realizados según el tipo de paciente, lo cual se observa en la ilustración 23, donde se evidencia que durante todos los días de la semana la cantidad de pacientes ambulatorios supera la de pacientes hospitalarios.

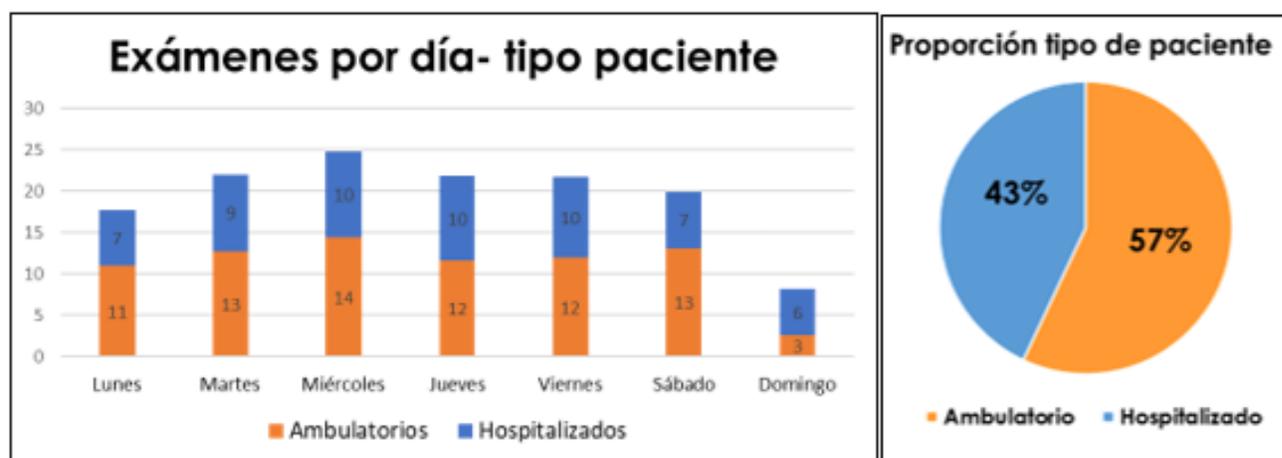


Ilustración 23. Número de exámenes realizados por día por tipo de paciente. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Al analizar la cantidad de exámenes realizados de acuerdo con la parte del cuerpo o la familia de exámenes, se evidenció, como se muestra en la ilustración 24, que el 60% de los exámenes realizados pertenecen a las familias resonancia de cerebro, articulaciones inferiores y abdomen.

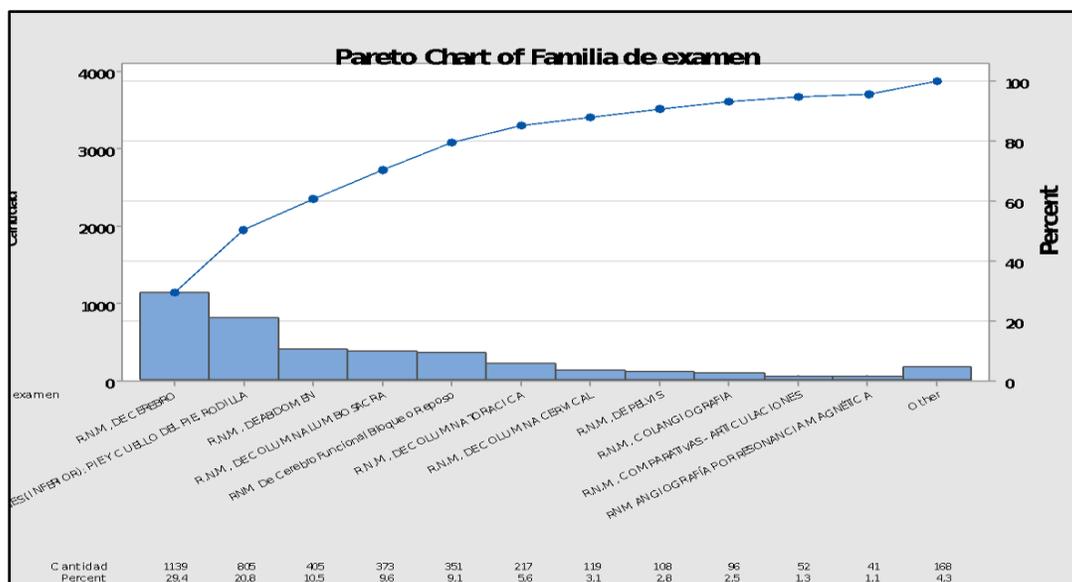


Ilustración 24. Pareto de cantidad de exámenes realizador por familia. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Adicionalmente se calculó el porcentaje de utilización por día de la semana de los resonadores respecto a su disponibilidad, teniendo en cuenta la proporción perteneciente a cada familia. Como se evidencia en la ilustración 25, el mayor porcentaje de utilización alcanzado es de aproximadamente el 50% los miércoles.

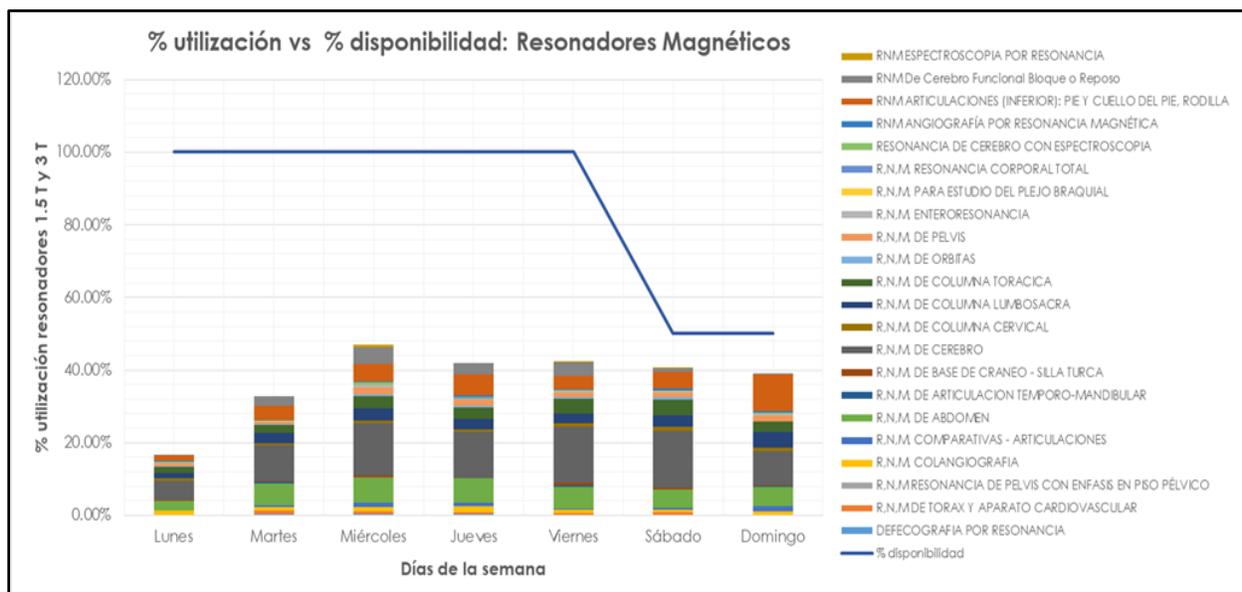


Ilustración 25. Porcentaje de utilización de resonadores por día de la semana y familia de examen. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Finalmente, se quiso considerar el cumplimiento de cita o coherencia de la programación como un indicador a tener en cuenta en la línea base del proyecto. Como se observa en la ilustración 26, el 90% de los pacientes inician el examen entre 58,6 minutos antes de lo programado y 130,7 minutos después de lo programado, es decir, 2 horas y 11 minutos después de lo programado. Cabe mencionar que tanto el retraso como la antelación se considera como una Muda de acuerdo con lo indicado en el marco teórico.

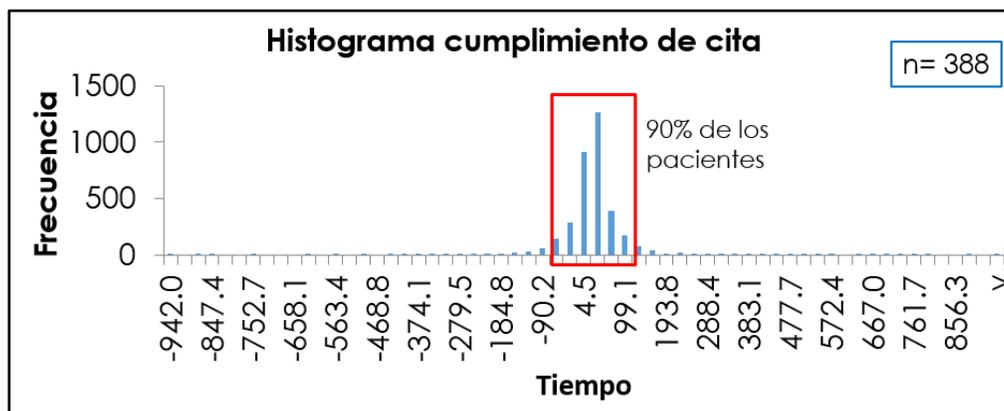


Ilustración 26. Histograma cumplimiento de la cita. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Para detallar a mayor nivel el comportamiento de los datos, se calculan las proporciones de inicio del examen antes de la cita, después de la cita y a tiempo para los pacientes hospitalarios y ambulatorios. Se consideró “A tiempo” cuando el examen empezó justo a la hora de la cita o hasta 5 minutos antes de lo programado.

Como se evidencia en la ilustración 27, para el caso de los pacientes hospitalarios, el 39.49% que corresponde a los pacientes que comienzan el examen antes de la cita se divide de la siguiente manera: el 36% empieza el examen entre 5 minutos y una hora antes de lo estipulado, el 42% lo empieza entre una y 3 horas antes y el 22% lo comienza más de 3 horas antes de lo programado. Por otro lado, se observa que, de los hospitalarios, el 55,18% de los pacientes comienzan el examen después de lo que se tenía programado, este porcentaje se divide así: el 57% empieza hasta una hora y media después, el 28% comienza entre una hora y media y tres horas después de lo programado y el 15% empieza con un retraso de más de 3 horas.

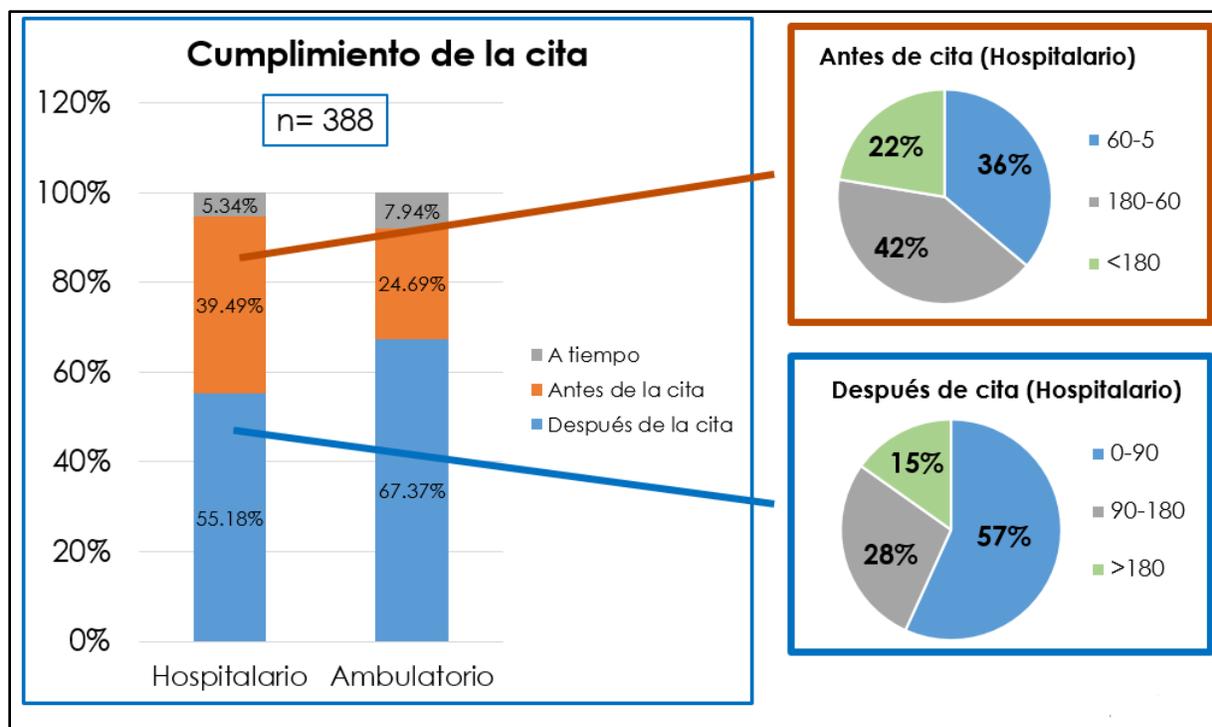


Ilustración 27. Cumplimiento de la cita con enfoque en el paciente hospitalario. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

Mientras que, para los pacientes ambulatorios, como se muestra en la ilustración 28, se observa que solamente el 7.94% empieza el examen en la hora programada, el 4.69% lo empieza antes de la hora programada, dividido de la siguiente manera: el 39% entre 5 minutos y una hora antes, el 42% entre una y 3 horas antes y el 19% lo inicia más de 3 horas antes de lo programado.

Se evidencia también que el 67.37% de los pacientes ambulatorios inician el examen después de la hora programada. Este 67.37% se divide así: el 60% empieza con un retraso de hasta una hora y media, el 21% con un retraso de entre una hora y media y 3 horas y el 19% con un retraso superior a las 3 horas.

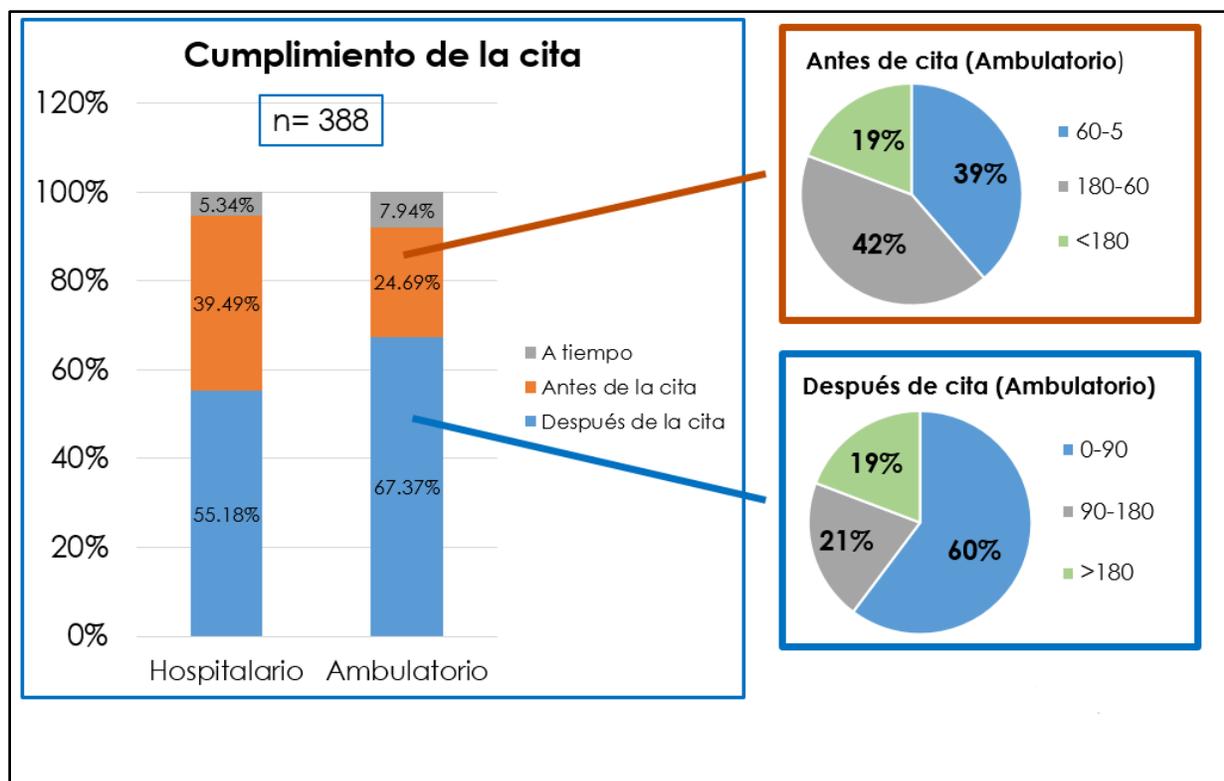


Ilustración 28. Cumplimiento de la cita con enfoque en el paciente ambulatorio. Fuente: Elaboración propia a partir de (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2021)

## 8. IDENTIFICACIÓN DE MUDAS

Una vez realizado el diagnóstico detallado del proceso Resonancia Magnética, se identificaron las Mudras que se presentan en cada una de sus etapas como se describe a continuación:

### 8.1. Agendamiento

- Se observa que no se tiene una parametrización de los tiempos por examen para realizar el proceso de programación de citas, generando agendamientos con tiempos más altos o cortos de lo necesario. Las Mudras generadas por esta situación son, en primer lugar, la sobreproducción por destinar más tiempo del necesario del resonador al paciente y en el caso contrario se ocasionan inventarios debido a las colas de pacientes pendientes por atender a causa del retraso en la agenda.
- Se evidencia en ocasiones que, exámenes ordenados con anestesia no la requieren y viceversa, ocasionando así reprogramación de la cita o la no utilización de un recurso ya programado como lo es el anestesiólogo. Las Mudras presentes en este caso son:

sobreproducción cuando se le asigna el recurso de anestesia a un paciente que no lo requiere, y defectos cuando se debe reprogramar una cita debido a que las condiciones del paciente precisaban anestesia y el examen no le fue ordenado de tal manera.

- Se evidencia que mientras que el *Call Center* crea y actualiza la información de la Historia clínica a la hora de agendar un examen (correo, número de celular, etc.), la secretaria de agendamiento ambulatorio no hace la actualización de datos de forma rigurosa, impactando negativamente el envío de información al paciente. La Muda ocasionada debido a esta situación es “defectos”, pues en estos casos el paciente no recibe la información necesaria con relación al examen y su respectiva preparación, por lo que al llegar a la sala de resonancia se presenta incumplimiento de requisitos como el ayuno o la realización de exámenes previos, provocando a su vez la necesidad de cancelar o reprogramar la cita.

## **8.2. Presentación del paciente**

- Tanto los pacientes hospitalarios como ambulatorios tienen un alto porcentaje de retrasos en el inicio de exámenes, 55.18 y 66.37 minutos respectivamente. Una de las principales causas es que a la hora de agendar no se tiene en cuenta el tiempo que se requiere para las etapas previas a la toma de imágenes. Por tal motivo se generan tiempos de espera o tiempos muertos en el resonador.
- Aunque no fue posible identificar el volumen de inasistencias en el servicio por falta de información histórica al respecto, se evidenció el impacto que una inasistencia generaba en el Servicio. Dado que los exámenes de Resonancia Magnética son relativamente largos, una sola inasistencia puede provocar un tiempo de espera o tiempos muertos del resonador de hasta tres horas del día según el tipo de examen que estaba programado, esto es hasta un 12.5% del tiempo diario disponible.
- Se evidenció, que alrededor del 10% de las ocasiones, las secretarias del punto de servicio de Radiología olvidan presentar al paciente en el sistema, ocasionando que las auxiliares de Resonancia no se percaten del arribo del paciente y por tanto no se dirijan a recoger el paciente oportunamente.
- Se observó que las Auxiliares de enfermería deben recorrer 80 metros en total por paciente para ir a recogerlos en el punto de servicio. Considerando que diariamente se atienden hasta 14 pacientes ambulatorios, se estaría recorriendo hasta 1120 metros diarios

correspondiente a más de 30 minutos. Así pues, se presenta en esta situación la Muda de transporte.

### 8.3. Preparación de examen

- Se evidencia ingreso de pacientes con incumplimiento de alguno de los requerimientos de preparación del examen, por lo que el servicio se ve en la obligación de cancelar o reprogramar el examen. En estas situaciones, el personal de agendamiento trata de programar otro paciente para ocupar la franja horaria, sin embargo resulta complejo y aún más cuando el examen cancelado estaba programado con anestesia, pues en este caso se genera no sólo tiempos muertos para el resonador sino también para el anesthesiólogo.
- Si bien el proceso tiene etapas definidas, la distribución interna obstaculiza el flujo continuo del paciente como se observa en la ilustración 29. Ocasionando de esta manera que el personal deba hacer movimientos innecesarios constantemente para acomodar sillas, camillas u otros elementos para dar paso a los pacientes.



Ilustración 29. Contraflujos por el layout actual. Fuente: fotografía propia

### 8.4. Examen

Aunque los protocolos están documentados, se evidencia oportunidad de homologación de métodos entre tecnólogos para estandarizar los tiempos de duración de exámenes.

## 9. PROPUESTAS DE MEJORA

Se proponen tres frentes de acción que abarcan la mayoría de los hallazgos presentados a partir del diagnóstico.

### 9.1. Capacitación del personal

- **Garantizar el ingreso oportuno del paciente al resonador:**

De acuerdo con la toma de tiempos realizada, se propone definir los siguientes lineamientos a través de un instructivo de trabajo: pedir el paciente hospitalario 35 minutos antes de la hora programada para el examen y dar la indicación al paciente ambulatorio de llegar 30 minutos antes de la hora de su cita para la preparación del examen y los trámites administrativos. Esto busca disminuir los retrasos y por lo tanto mejorar el indicador de coherencia de la programación.

- **Incrementar la confiabilidad de la información:**

Se propone capacitar y concientizar al personal en cuanto a la actualización del registro de los pacientes en cada etapa del proceso de resonancia magnética (presentación del paciente, inicio y finalización de la toma de imágenes, etc.), debido a que, si bien esto no aporta directamente a la mejora de indicadores, si permite hacer un seguimiento y por consiguiente, es de utilidad para el control del proceso y la toma de decisiones en pro del mejoramiento continuo. Además, se propone generar un lineamiento obligatorio para actualizar la información del paciente (correo electrónico, número de celular, etc.), lo cual busca garantizar que la información de los exámenes llegue de forma oportuna a los pacientes.

### 9.2. Mejoramiento y estandarización del modelo de agendamiento

- **Generar lineamientos para el proceso de agendamiento**

Se propone actualizar los criterios de programación de citas según las características de los exámenes para permitir el agendamiento flexible como se muestra en la tabla 12, donde se indica el tiempo que se debe agendar según la duración del examen (bajo, medio, alto) y en los casos de que se requiera utilización del medio de contraste y/o anestesia.

Nota: Se consideró tiempo bajo los exámenes con duración inferior a 45 minutos, tiempo medio a los exámenes entre 45 y 90 minutos y tiempo alto superiores a 90 minutos.

Tabla 12. Propuesta de agendamiento flexible. Fuente. elaboración propia

Agendamiento flexible				
Tiempo de examen	Simple	Simple con anestesia	Contrastado	Contrastado con anestesia
Bajo	30 min	60 min	60 min	90 min
Medio	60 min	90 min	90 min	120 min
Alto	120 min	150 min	150 min	180 min

Adicionalmente, se propone establecer la política de no agendar anestésicos de forma consecutiva a menos que se haga con diferentes anestesiólogos, con la intención de contribuir a la utilización continua de los resonadores, pues mediante simulación manual se evidenció lo siguiente:

Inicialmente, el Servicio consideraba adecuado programar exámenes bajo anestesia o sedación de forma secuencial o continua con un mismo anestesiólogo con la idea de que si éste permanecía en la sala de resonancia, se generarían menos retrasos. Sin embargo, considerando que el anestesiólogo debe realizar actividades antes (pre-inducción anestésica) y después del examen (atención en parte de recuperación al paciente), se generarían tiempos muertos en el resonador como se evidencia en tabla 13:

Tabla 13. Utilización de resonador con exámenes bajo anestesia continuos. Fuente: elaboración propia

Anestésicos continuos																							
Resonador			Examen 1								Examen 2								Examen 3				
Anestesiólogo		Anestesia 1							Anestesia 2							Anestesia 3							
Hora	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45	

Por lo tanto, se proponen dos alternativas, la primera consiste en programar los exámenes bajo anestesia de forma alternada, es decir, agendar un examen sin anestesia entre dos con anestesia, de tal forma que los resonadores funcionen de forma continua como se ilustra en la tabla 14

Tabla 14. Utilización de resonador con exámenes bajo anestesia alternados. Fuente: elaboración propia

Anestésicos alternados																										
Resonador			Examen 1							Examen 2							Examen 3					Examen 4				
Anestesiólogo		Anestesia 1									Anestesia 2															
Hora	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45				

La segunda alternativa, se basa en que, si se presenta alta demanda de exámenes bajo anestesia o sedación, se pueden programar de forma continua siempre y cuando se haga con diferentes anestesiólogos, como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Utilización de resonador con exámenes bajo anestesia continuos con diferente anestesiólogo. Fuente: elaboración propia

Anestias seguidas con diferente anestesiólogo																						
Resonador			Examen 1				Examen 2				Examen 3				Examen 4							
Anestesiólogo 1		Anestesiólogo 1						Anestesiólogo 1														
Anestesiólogo 2						Anestesiólogo 2								Anestesiólogo 2								
Hora	12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45

- **Evaluar alternativas que contribuyan a la reducción del porcentaje de exámenes bajo anestesia o sedación:**

Como se evidenció en la propuesta anterior, los exámenes bajo anestesia representan un punto crítico para el proceso Resonancia Magnética, no sólo por los retrasos que implican sino por los riesgos mismos que la medicación de agentes anestésicos representan para un paciente. En diversos artículos médicos se estudian alternativas para evitar la utilización de anestesia o sedación en este tipo de exámenes, por lo que se propone programar grupos de estudio con los médicos, anestesiólogos y personal de Resonancia Magnética para analizar estrategias como terapia de juego, manipulación del sueño, adecuación del entorno, entre otras; para disminuir el uso de anestesia en los exámenes de resonancia magnética.

- **Generar canales de difusión de información y confirmación de citas de pacientes:**

Se propone diseñar y gestionar un método que permita explicar el proceso de resonancia antes de la cita a través de videos explicativos e instrucciones claras y didácticas a través de correo electrónico para evitar retrasos en el servicio por falta de comprensión del proceso o incumplimiento de algún requerimiento por desconocimiento. Adicionalmente, se propone implementar un método híbrido de confirmación de citas para pacientes ambulatorios, en el que se envíen mensajes de texto y correos electrónicos automáticos para confirmar y recordar la cita, el cual se complementa con un método manual, en el que se hacen llamadas telefónicas para recordar la cita a aquellos pacientes que representen un mayor riesgo para la programación en caso de inasistencia, estos son los exámenes bajo anestesia o sedación, ya que implican desperdicio del uso del resonador y tiempo de anestesiólogo.

- **Confirmación de cumplimiento de requisitos para paciente hospitalario**

Se propone dar el lineamiento a las auxiliares de enfermería de confirmar con anterioridad que el paciente hospitalario cumpla con los requerimientos del examen (ayuno, resultado de exámenes requeridos, vena canalizada, evaluación preanestésica, etc.) antes de ser ingresado a la sala de resonancia, con la intención de tener mayor flexibilidad para agendar a otro paciente en caso de que el anterior no pueda asistir.

### 9.3. Mejoramiento del *Layout* del Servicio

- **Disminuir el contraflujo y la dificultad de movimiento**

Como se observó en la ilustración 29, se genera un contraflujo en el servicio de resonancia magnética, ocasionando retrasos, incomodidad a los pacientes y posibles accidentes. Por lo que se propone inicialmente adecuar un espacio para ubicar al paciente hospitalario que llega en camilla mientras se le realiza el momento de seguridad, así mismo adecuar espacio para momento de seguridad y canalizar vena del paciente ambulatorio.

- **Adecuar sala de espera particular para Resonancia magnética:**

Con la intención de disminuir el desplazamiento del personal que va por el paciente hasta el punto de servicio y considerando la disponibilidad del espacio, se propone adecuar una sala de espera ubicada cerca del área de resonancia donde además permita adelantar trámites antes del examen del paciente. El área roja presentada en la ilustración 30 corresponde al servicio de Resonancia magnética, el área amarilla número 1 es el punto de servicio y la línea azul es el trayecto que debe recorrer el personal para ir por el paciente. Con la propuesta, la nueva sala de espera se ubicaría en el área amarilla número 2 cerca de resonancia y el trayecto se visualiza con la línea verde.



Ilustración 30. Propuesta cambio ubicación sala de espera. Fuente: área de Ingeniería y Mantenimiento HPTU

De esta manera se proyectan las mejoras de más del 70% como se presenta en la tabla 16.

Tabla 16. Mejoras proyectadas con la nueva sala de espera

Indicador	Línea base	Mejoras proyectadas
Distancia recorrida por paciente (metros)	80	21
Distancia recorrida por día (metros)	1120	294
Tiempo por desplazamiento (minutos)	2.3	0.6
Tiempo diario (minutos)	32.2	8.4

## 10. CONCLUSIONES

Al hacer el primer acercamiento al proceso, se percibió que tanto el personal de Resonancia Magnética, como el área de Intervención de procesos eran conscientes de la situación que se estaba presentando en relación con las ineficiencias en el Servicio. Adicionalmente, la empresa proveedora de los resonadores disponibles, Siemens, había comprobado este hecho a través de un informe comparativo en el que demostraba los tiempos elevados de los exámenes en el HPTU respecto a los otros centros incluidos en el estudio.

Posteriormente, al realizar la revisión de literatura con miras a la identificación de alternativas de solución aplicadas en otros departamentos de Resonancia Magnética, fue posible evidenciar los diferentes enfoques, igualmente válidos, que tienen las estrategias de mejoramiento halladas. Entre las estrategias identificadas se encontraron: la disminución y estandarización de protocolos, análisis y optimización del flujo de trabajo, optimización enfocada en la etapa de preparación del examen, mejoramiento de la arquitectura o distribución del área de resonancia y la intervención del modelo de agendamiento (agendamiento flexible).

De igual forma, en la fase del proyecto orientada a la caracterización de Resonancia Magnética, se evidenció en primer lugar que el flujo del proceso difería dependiendo de si el paciente era hospitalario o ambulatorio, por lo que el análisis se realizó de forma independiente. Una vez realizada la secuenciación de actividades y la toma de tiempos de cada una de ellas, se obtuvo que el tiempo de ciclo es de 1 hora y 42 minutos para los pacientes ambulatorios y de 2 horas y 5 minutos para los pacientes hospitalarios en los casos en que no se requería anestesia. A partir de esta primera caracterización, fue evidente que los exámenes bajo anestesia o sedación tienen un comportamiento diferente y representan un punto crítico para el Servicio, pues no sólo implican un incremento en los tiempos de preparación y recuperación, sino que también requieren de la gestión de un recurso humano adicional que es el anestesiólogo. Por tal motivo se consideró necesario realizar un estudio enfocado en este tipo de exámenes, de donde se obtuvo como resultado que, en mediana, se genera un incremento en el tiempo de ciclo de 18.72 minutos dentro del resonador y 64.59 minutos fuera de él.

Por otra parte, al hacer el diagnóstico, se identificó que los miércoles son los días en que mayor número de exámenes se realiza y las horas pico se dan entre las 7:00am y las 11:00 am y entre las 2:00pm y 5:00pm. Así mismo se pudo observar que sin importar el día de la semana, el volumen de pacientes ambulatorios es superior que el de hospitalarios y que el porcentaje de utilización de los resonadores es, en la mayoría del tiempo, inferior al 50% respecto a su capacidad.

A partir del diagnóstico ejecutado, fue posible identificar las ineficiencias o Mudas presentes en cada etapa del proceso, entre las que se destacan la falta de un modelo de agendamiento estandarizado, un porcentaje de retrasos en las citas superior al 55%, distancias recorridas por el personal de hasta de 1120 metros diarios, incumplimiento de requisitos por parte de los pacientes y contraflujos generados por la distribución o diseño actual del área de resonancia.

Teniendo en cuenta lo anterior, se proponen ocho conceptos de solución viables divididos en tres frentes de trabajo principales: capacitación del personal, mejoramiento y estandarización del modelo de agendamiento y mejoramiento del *Layout* del servicio, diseñadas acorde al comportamiento y características propias del Hospital.

## 11. REFERENCIAS

- Afanador, G. F. (2012). ATENCIÓN SEGURA Y DE CALIDAD A TRAVÉS DEL MANEJO DE LA OPERACIÓN HOSPITALARIA. *El Hospital*, 4.
- American College of Radiology. (23 de Julio de 2018). *Materiales de Contraste*. Obtenido de Radiologyinfo.org: <https://www.radiologyinfo.org/es/info/safety-contrast>
- Broman, E. (2020). *Model for Process Time Analysis in Magnetic Resonance Imaging: Workflow Optimization to Reduce Access Time*.
- Castillo, L. (2019). *El modelo Deming (PHVA) como estrategia competitiva para realzar el potencial administrativo*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10654/34875>.
- Hospital Pablo Tobón Uribe. (20 de Abril de 2018). *Manual de intervención de procesos*. Obtenido de Intranet hptu: <http://isolucion/isolucion/FrameSetGeneral.asp?Pagina=ListadoMaestroDocumentos3.asp>
- Hospital Pablo Tobón Uribe. (2020). *Memoria de Sostenibilidad*. Medellín.
- Hospital Pablo Tobón Uribe. (2021). *Direccionamiento y planeación estratégica*. Obtenido de Isolución hptu: intranet hptu
- Hospital Pablo Tobón Uribe. (2021). *Radiología*. Obtenido de hptu.org: <https://www.hptu.org.co/radiolog%C3%ADa.html>
- Hospital Pablo Tobón Uribe. (2021). *Reporte DM&R Relación órdenes vs Facturación*. Medellín.
- Hospital Pablo Tobón Uribe. (2021). *Reporte turnímetro*. Medellín.
- HPTU. (2021). *Mapa de procesos*. Obtenido de Isolución: Intranet HPTU
- ISO. (2015). *NTC ISO 9000*. Obtenido de [www.iso.org](http://www.iso.org): <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Kevin Beker, A. G.-D.-G. (2017). Optimizing MRI Logistics: Prospective Analysis of Performance, Efficiency, and Patient Throughput. *American Journal of Roentgenology*, 836-844.
- Lorenzo, S., Mira, J., & Moracho, O. (2005). *La gestión por procesos en instituciones sanitarias*.
- Mayo clinic. (2021). *Resonancia Magnética*. Obtenido de [mayoclinic.org](http://mayoclinic.org): <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/mri/about/pac-20384768>

- Pérez Rave, J., La Rotta , D., Sánchez , K., Madera , Y., Restrepo, G., Rodríguez, m., . . . Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 396-408.
- Recht, M. P. (2019). Optimization of MRI Turnaround Times Through the Use of Dockable Tables and Innovative Architectural Design Strategies. *American Journal of Roentgenology*.
- Siemens Healthcare. (2019). *MR Utilization Data Overview*.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso a Paso*. MARGE BOOKS.
- SURA. (2015). *Planeación estratégica en salud ocupacional desde el ciclo PHVA*. Obtenido de arlsura.com: [https://www.arlsura.com/files/videochat\\_planeacion.pdf](https://www.arlsura.com/files/videochat_planeacion.pdf)

## 12. ANEXOS

- Metodología de intervención de procesos HPTU



Ilustración 31. Metodología de Intervención de procesos HPTU. Fuente: (Hospital Pablo Tobón Uribe, 2018)

- Familia de exámenes

Tabla 17. Familias de exámenes

#	Familia de exámenes
1	Defecografía por resonancia
2	Resonancia Magnética de tórax y aparato cardiovascular
3	Resonancia Magnética de pelvis con énfasis en piso pélvico
4	Resonancia Magnética colangiografía
5	Resonancia Magnética comparativas - articulaciones
6	Resonancia Magnética de abdomen
7	Resonancia Magnética de articulación temporo-mandibular
8	Resonancia Magnética de base de cráneo - silla turca
9	Resonancia Magnética de cerebro
10	Resonancia Magnética de columna cervical
11	Resonancia Magnética de columna lumbosacra
12	Resonancia Magnética de columna torácica

13	Resonancia Magnética de orbitas
14	Resonancia Magnética de pelvis
15	Resonancia Magnética entero resonancia
16	Resonancia Magnética para estudio del plexo braquial
17	Resonancia Magnética resonancia corporal total
18	Resonancia de cerebro con espectroscopia
19	Resonancia Magnética angiografía por resonancia magnética
20	Resonancia Magnética articulaciones (inferior): pie y cuello del pie, rodilla
21	Resonancia Magnética de cerebro funcional bloque o reposo
22	Resonancia Magnética espectroscopia por resonancia