



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

FACULTAD DE MEDICINA

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA BIOMÉDICA

**Ingeniería de procesos usando metodología LEAN  
aplicada a procedimientos quirúrgicos para cirugías  
cardiacas**

Autor/a:

**D.<sup>a</sup> Ana Quintanilla Misas**

Tutor/a:

**Dr. Adolfo Arévalo Abascal**

**D. Eduardo Soudah Prieto**

**D. Fernando Rodríguez Cabezudo**

Valladolid, 30 de septiembre de 2024

AUTOR/A: **D.<sup>a</sup> Ana Quintanilla Misas**

TUTOR/A: **Dr. Adolfo Arévalo Abascal**  
**D. Eduardo Soudah Prieto**  
**D. Fernando Rodríguez Cabezudo**

DEPARTAMENTO: **Ciencia de los Materiales e Ingeniería Metalúrgica, Expresión Gráfica en la Ingeniería, Ingeniería Cartográfica Geodésica y Fotogrametría, Ingeniería Mecánica e Ingeniería de los Procesos de Fabricación (CCMM)**

**TRIBUNAL**

---

PRESIDENTE: **D. Eduardo Soudah Prieto**

SECRETARIO: **D. Alberto Mansilla Gallo**

VOCAL: **D. Francisco Castro Ruiz**

SUPLENTE 1: **D. Jesús Poza Crespo**

SUPLENTE 2: **D. José Benito Sierra Pallares**

---

FECHA: 30 de septiembre de 2024

CALIFICACIÓN:







# Agradecimientos

En primer lugar, quisiera expresar mi profundo agradecimiento a mis tutores académicos de TFG, Eduardo Soudah Prieto y Fernando Rodríguez Cabezudo, por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto, así como por su apoyo, paciencia y valiosos consejos durante estos meses.

Asimismo, extiendo mi agradecimiento al equipo de salud del servicio quirúrgico de cirugía cardíaca del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, en especial al Dr. Ramón Adolfo Arévalo Abascal, por permitirme realizar este trabajo en la unidad de cirugía cardíaca, facilitando el acceso a los quirófanos durante estos seis meses y compartiendo su conocimiento tanto clínico como tecnológico en el campo de las intervenciones quirúrgicas.

A mi familia, especialmente a mis padres y a mi hermana Inés, les agradezco su acompañamiento y apoyo constante durante estos años universitarios. Su confianza y sacrificios han sido fundamentales para alcanzar este logro, y por ello les estoy profundamente agradecida.

Finalmente, quiero agradecer a mis amigos, tanto de la universidad como del instituto y del colegio, por su apoyo incondicional a lo largo de estos años. Su confianza en mí y su compañía han sido pilares esenciales en este camino.

Muchas gracias, de todo corazón.



# Resumen

Este trabajo se centra en mejorar el rendimiento quirúrgico de un servicio específico del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, en concreto el de cirugía cardíaca. Para ello, se utiliza la filosofía Lean Healthcare, reconocida por su eficacia en la implementación de mejoras en el sector hospitalario. Dado el amplio abanico de herramientas que ofrece esta metodología, solo algunas de ellas serán útiles para optimizar el rendimiento de un hospital.

El primer paso para implementar mejoras consiste en analizar la situación actual. Para ello, se llevó a cabo una revisión bibliográfica de indicadores de rendimiento hospitalario, especialmente aquellos relacionados con la utilización efectiva de los quirófanos, la evolución de la lista de espera quirúrgica, las cancelaciones mensuales, entre otros. Tras este análisis, se aplicaron los indicadores a la base de datos proporcionada por el hospital, que incluía datos de 2022 y 2023, con el fin de determinar si el servicio funciona en condiciones consideradas óptimas.

El siguiente paso fue examinar la situación actual de los servicios, lo que permitió diseñar mapas de flujo de valor para varias intervenciones. En cirugía cardíaca, las principales operaciones incluyen cirugías valvulares, coronarias y trasplante cardíaco. Dado que los flujogramas de estos procesos son similares y no se pretende interferir en el trabajo del cirujano —ya que podría poner en riesgo al paciente—, el estudio se centró en una intervención específica: la cirugía valvular. A partir del mapa de flujo de valor general, se identificaron actividades que impactaban negativamente en la eficiencia quirúrgica y se propusieron mejoras para alcanzar los niveles de rendimiento óptimo.

## Palabras clave

Kaizen, muda, rendimiento, cirugía cardíaca, válvula, bypass, tiempo, flujograma, quirófano, bloque quirúrgico, cirugía valvular, cirugía coronaria.



# Abstract

This project focuses on improving the surgical performance of a specific department at the Hospital Clínico Universitario de Valladolid, specifically the cardiac surgery department. To achieve this, the Lean Healthcare philosophy is utilized, known for its effectiveness in implementing improvements in the hospital sector. Given the wide range of tools offered by this methodology, only a few of them will be useful for optimizing hospital performance.

The first step in implementing improvements is to analyze the current situation. To do this, a literature review of hospital performance indicators was conducted, particularly those related to the effective use of operating rooms, the evolution of the surgical waiting list, monthly cancellations, among others. After this analysis, the indicators were applied to the database provided by the hospital, which included data from 2022 and 2023, to determine whether the department operates under conditions considered optimal.

The next step involved examining the current situation of the services, which enabled the design of value stream maps for various interventions. In cardiac surgery, the main procedures include valvular surgeries, coronary surgeries, and heart transplants. Given the similarity in the process flowcharts and the intention not to interfere with the surgeon's work—since this could endanger the patient—the study focused on a specific intervention: valvular surgery. From the general value stream map, activities negatively impacting surgical efficiency were identified, and improvements were proposed to achieve optimal performance levels.

## Keywords

Kaizen, muda, performance, cardiac surgery, valve, bypass, time, flowchart, operating room, surgical block, valvular surgery, coronary surgery.



# Índice general

<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.2. Objetivos de la memoria .....	1
1.3. Motivaciones .....	2
1.4. Organización del TFG .....	3
<b>Capítulo 2. Lean Healthcare.....</b>	<b>6</b>
2.1. Filosofías de mejora de procesos .....	6
2.2. Lean Management .....	8
2.3. Lean Healthcare.....	9
<b>Capítulo 3. Bloque quirúrgico.....</b>	<b>24</b>
3.1. Marco teórico de la gestión del bloque quirúrgico .....	24
3.2. Mapa de procesos del bloque quirúrgico .....	25
3.3. Cirugía cardiovascular. La cirugía cardiaca.....	26
3.4. Indicadores del bloque quirúrgico.....	34
<b>Capítulo 4. Metodología .....</b>	<b>42</b>
4.1. Planteamiento del problema .....	42
4.2. Herramientas de Lean Healthcare .....	51
4.3. Intervención de estudio: La cirugía valvular .....	53
<b>Capítulo 5. Resultados y propuestas de mejora.....</b>	<b>58</b>
5.1. Resultados .....	58
5.2. Propuestas de mejora.....	61
<b>Capítulo 6. Discusión y limitaciones.....</b>	<b>67</b>
6.1. Discusión .....	67
6.2. Limitaciones .....	68
<b>Capítulo 7. Conclusión y líneas futuras.....</b>	<b>70</b>
7.1. Conclusión .....	70
7.2. Líneas futuras .....	72
<b>Capítulo 8. Bibliografía .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>79</b>





# Índice de figuras

Ilustración 1: Metodologías de mejoras de procesos. Adaptación de (Delisle, 2015) .....	8
Ilustración 2: Lean Healthcare: Una guía de cinco etapas para alcanzar la perfección. Adaptación de (Delisle, 2015).....	12
Ilustración 3: Etapas de la herramienta 5S (Santos, 2014).....	15
Ilustración 4: Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) (Silva et al., 2013). .....	19
Ilustración 5: Los 8 desperdicios de Lean Healthcare (Down Time) (Cunningham, 2020) .....	23
Ilustración 6: Flujograma de procesos en el bloque quirúrgico (Ministerio de Sanidad y Política Social, 2009).....	25
Ilustración 7: Válvula mecánica Starr-Edwards (Villar Inclán, 2010).....	28
Ilustración 8: Válvula biológica pericárdica bovina del Dr. Carpentier (Villar Inclán, 2010).....	28
Ilustración 9: Válvula biológica. Fuente: Propia.....	30
Ilustración 10: Válvula mecánica. Fuente: Propia.....	30
Ilustración 11: Homoinjerto arteria radial. Fuente: Propia.....	31
Ilustración 12: Homoinjerto vena safena. Fuente: Propia .....	32
Ilustración 13: Homoinjerto arteria mamaria interna. Fuente: Propia.....	32
Ilustración 14: Incrustación del homoinjerto en el corazón. Fuente: Propia.....	32
Ilustración 15: Resultado final cirugía coronaria. Fuente: Propia.....	33
Ilustración 16: Corazón donante sano empleado para hacer trasplante. Fuente: Propia	34
Ilustración 17: Índice neto en ocupación de quirófanos en 2022 .....	44
Ilustración 18: Índice neto de ocupación de quirófanos en 2023 .....	44
Ilustración 19: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2022.....	47
Ilustración 20: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2023.....	48
Ilustración 21: Mapa de flujo de valor de una intervención de cirugía valvular en el estado inicial. Fuente: Propia.....	55
Ilustración 22: Análisis del valor cambio de válvula (inicial). Fuente: Propia .....	59
Ilustración 23: Análisis del rendimiento quirúrgico cambio de válvulas (inicial. Fuente: Propia.....	60



Ilustración 24: Mejora de tiempos en actividades NVA. Fuente: Propia .....	62
Ilustración 25: Mapa de flujo de valor tras la implementación de mejoras. Fuente: Propia .....	63
Ilustración 26: Análisis del valor cambio de válvula (final). Fuente: Propia.....	65
Ilustración 27: Análisis del rendimiento quirúrgico cambio de válvulas (final. Fuente: Propia) .....	66
Ilustración 28: Datos cirugía cardíaca HCUV 2022.....	79
Ilustración 29: Datos cirugía cardíaca HCUV 2023. Fuente: HCUV .....	80



# Índice de tablas

Tabla 1: Estudios sobre Value Stream Mapping (VSM).....	14
Tabla 2: Estudios sobre las 5S.....	16
Tabla 3: Estudios sobre Kaizen .....	17
Tabla 4: Estudios sobre Kanban .....	18
Tabla 5: Estudios sobre PDCA (Plan-Do-Check-Act) .....	20
Tabla 6: Índice neto de ocupación de quirófanos en 2022 .....	43
Tabla 7: Índice neto de ocupación en quirófanos en 2023 .....	43
Tabla 8: Porcentaje de intervenciones canceladas en 2022.....	45
Tabla 9: Porcentaje de intervenciones canceladas en 2023.....	45
Tabla 10: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2022.....	47
Tabla 11: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2023.....	47
Tabla 12: Flujo diario de pacientes en 2022 (elaboración propia).....	49
Tabla 13: Flujo diario de pacientes en 2023 (elaboración propia).....	49
Tabla 14: Tiempo de tarea de intervenciones quirúrgicas en 2022 (elaboración propia). .....	50
Tabla 15: Tiempo de tarea de intervenciones quirúrgicas en 2023 (elaboración propia). .....	50
Tabla 16: Clasificación de las actividades llevadas a cabo en situaciones de válvulas en el estado inicial (elaboración propia) .....	56
Tabla 17: Clasificación de las actividades llevadas a cabo en situaciones de válvulas en el estado final tras la propuesta de mejora (elaboración propia).....	64



# Índice de Indicadores

- INOQ (Índice neto de ocupación de quirófanos)
- DOSC (Porcentaje de cancelación de cirugías)
- Diferencia de LEQ
- Pacientes acumulados al final del mes
- Flujo diario de pacientes
- Tiempo de tarea
- Tiempo de actividades VA
- Tiempo de actividades NVA
- Tiempo de actividades NVA-R
- Tiempo de ciclo
- Tiempo de ejecución
- FPYs
- Ratio de valor añadido



# Glosario

- FPY: First-Pass Yield
- HCUV: Hospital Clínico Universitario de Valladolid
- KPI: Indicadores clave de rendimiento
- NVA-R: Etapa que no aporta valor en un proceso pero que su presencia es esencial para garantizar regulaciones, seguridad o estándar de calidad.
- NVA: Etapa que no aporta valor en un proceso y que, por lo tanto, habrá que intentar reducirla o incluso eliminarla.
- UCI: Unidad de Cuidados Intensivos
- URPA: Unidad de Recuperación Postanestésica
- VA: Etapa que aporta valor dentro de un proceso.
- VSM: Mapeo del flujo de valor
- LEQ: Lista de Espera Quirúrgica
- TPS: Sistema de Producción Toyota
- JIT: Just In Time
- CEC: Máquina de Circulación Extracorpórea
- REA: Unidad de Reanimación y Cuidados Críticos Postquirúrgicos





# Capítulo 1. Introducción

## 1.1. Planteamiento del problema

La gestión del tiempo disponible en un servicio quirúrgico depende de varios factores, como el tipo de intervención, las condiciones fisiológicas y patológicas del paciente, el cirujano, el hospital, el equipo sanitario que conforma cualquier intervención o proceso clínico y los tiempos muertos acumulados por actividades no quirúrgicas. En el contexto del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, se han identificado ineficiencias que impactan negativamente en el rendimiento de las cirugías cardíacas, lo que se traduce en mayores tiempos de espera, cancelaciones de intervenciones y uso subóptimo de los recursos disponibles. La falta de una adecuada organización y gestión de estos factores afecta la calidad de la atención y la posterior recuperación del paciente, incrementa los costes operativos y disminuye la satisfacción tanto de los pacientes como del personal sanitario. Este trabajo plantea la necesidad de aplicar la metodología Lean Healthcare para optimizar estos procesos, eliminando actividades que no aportan valor, y mejorando así la eficiencia del bloque quirúrgico.

## 1.2. Objetivos de la memoria

Este trabajo se origina a partir de la necesidad de mejorar la eficiencia de los servicios quirúrgicos en el ámbito hospitalario, especialmente en áreas críticas como la cirugía cardíaca, donde la optimización de recursos y la calidad de atención son fundamentales. Las metodologías de mejora continua, como Lean Healthcare, han demostrado su eficacia en otros sectores y se sugiere que su aplicación en el entorno hospitalario podría transformar significativamente la gestión de los quirófanos. Mejorar estos procesos no



solo proporcionaría una experiencia más positiva para los pacientes, al reducir los tiempos de espera y minimizar las complicaciones, sino que también crearía un entorno de trabajo más seguro y satisfactorio para los profesionales de la salud.

En un hospital, la manera más eficaz de abordar los problemas de un servicio clínico es comenzar con un análisis del rendimiento previo. Para ello, este estudio buscó identificar indicadores de rendimiento relacionados con la efectividad del uso de los quirófanos, la evolución de la lista de espera quirúrgica, y las cancelaciones de intervenciones, entre otros. Una vez definidos estos indicadores, se procedió a aplicarlos a los datos obtenidos del servicio clínico durante los dos años anteriores, en este caso, el de cirugía cardíaca. Este análisis permite evaluar la evolución tanto pasada como presente del rendimiento del servicio. A continuación, se diseñaron mapas de flujo de valor para diferentes intervenciones, con el objetivo de proponer mejoras que favorezcan el rendimiento y resuelvan problemas como retrasos en el inicio y fin de las intervenciones, la imposibilidad de realizar intervenciones menores por falta de tiempo, y la cancelación de intervenciones debido a la falta de disponibilidad de quirófanos cuando surgen emergencias.

### **1.3. Motivaciones**

La principal motivación para realizar este trabajo se encuentra en la necesidad de mejorar la eficiencia de los servicios quirúrgicos dentro del entorno hospitalario, especialmente en áreas críticas como la cirugía cardíaca. Las metodologías de mejora continua, como Lean Healthcare, han demostrado ser efectivas en otros sectores y su implementación en el ámbito de la salud tiene el potencial de transformar de manera significativa la gestión de los quirófanos, ofreciendo una mejor experiencia para los pacientes y un entorno de trabajo más satisfactorio para los profesionales sanitarios. Además, la reducción de costes y la optimización de recursos en el sistema de salud son fundamentales para garantizar la sostenibilidad de una atención médica de calidad a largo plazo.

La elección de aplicar esta metodología específicamente en cirugía cardíaca, en lugar de otra especialidad, se debe a que en este tipo de intervenciones la gestión del tiempo es un factor crucial para el éxito de la operación. Durante estas cirugías, los pacientes





permanecen conectados a una máquina de circulación extracorpórea, lo que implica que cuanto más tiempo se necesite para desconectar y finalizar el uso de esta máquina, mayor es el riesgo de complicaciones como sangrado o tromboembolismos.

#### **1.4. Organización del TFG**

Este Trabajo de Fin de Grado se estructura en ocho capítulos, cada uno de los cuales aborda distintos aspectos relacionados con el análisis del rendimiento del servicio de cirugía cardíaca del Hospital Clínico Universitario de Valladolid (HCUV) y la aplicación de la metodología Lean Healthcare para su mejora.

En el **Capítulo 2 “Lean Healthcare”** se presenta la evolución del Lean Management y su aplicación en el sector sanitario, denominado Lean Healthcare. Se explica cómo esta filosofía se centra en optimizar los recursos y mejorar la calidad del cuidado al paciente, eliminando actividades que no aportan valor. Se destacan los principios fundamentales de Lean Healthcare, como definir el valor desde la perspectiva del paciente, mapear el flujo de valor, asegurar un flujo continuo y fomentar la mejora continua. Además, se presentan herramientas clave como el Value Stream Mapping (VSM), PDCA (Planificar-Hacer-Comprobar-Actuar) y Kaizen, que son esenciales para implementar mejoras en los procesos sanitarios. El capítulo también identifica los principales desperdicios en el sector salud, como defectos, sobreproducción, esperas innecesarias y movimientos redundantes, que se deben eliminar para mejorar la eficiencia operativa en los entornos quirúrgicos.

En el **Capítulo 3 “Bloque Quirúrgico”** se proporciona un marco teórico sobre la gestión del bloque quirúrgico, analizando en detalle los procesos, flujos de trabajo, tiempos de espera, y los indicadores de rendimiento, como el índice neto de ocupación de quirófanos y el porcentaje de cancelaciones de cirugías. Además, se describe la organización específica del servicio de cirugía cardíaca del HCUV, identificando las ineficiencias actuales y las oportunidades de mejora.



En el **Capítulo 4 “Metodología”** se explica el enfoque metodológico adoptado para este estudio. Se describe el proceso de recopilación de datos del servicio de cirugía cardíaca, la selección de los indicadores clave de rendimiento, y la aplicación de las herramientas de Lean Healthcare para analizar la situación actual y proponer mejoras. Este capítulo también incluye el diseño de mapas de flujo de valor para diferentes intervenciones quirúrgicas y la identificación de actividades que impactan negativamente en la eficiencia.

En el **Capítulo 5 “Resultados y propuestas de mejora”** se presentan los resultados obtenidos tras aplicar los indicadores de rendimiento al servicio quirúrgico, destacando las principales deficiencias identificadas, como los tiempos de espera excesivos, el alto porcentaje de cancelaciones, y la subutilización de los recursos disponibles. A partir de estos resultados, se proponen diversas estrategias de mejora basadas en la metodología Lean, como la optimización de los tiempos de transición entre cirugías, la mejora en la coordinación del personal, y la reorganización de los recursos del bloque quirúrgico.

En el **Capítulo 6 “Discusión y limitaciones”** se analizan en profundidad los resultados obtenidos, discutiendo su relación con otros estudios previos y evaluando la efectividad de las mejoras propuestas. También se exploran las limitaciones del estudio, tanto en términos de alcance como de la aplicabilidad de las herramientas Lean en diferentes contextos hospitalarios, y se sugieren posibles áreas para investigaciones futuras.

En el **Capítulo 7 “Conclusión y líneas futuras”** se ofrece un resumen de las conclusiones principales del trabajo, enfatizando la importancia de aplicar metodologías de mejora continua en los servicios quirúrgicos para optimizar la eficiencia y la calidad de la atención al paciente. Además, se proponen varias líneas de investigación futuras, como la integración de tecnologías emergentes, la ampliación del estudio a otros servicios hospitalarios, y la evaluación del impacto de estas mejoras en la satisfacción del personal sanitario y los pacientes.

Con esta estructura, el TFG proporciona una visión integral del uso de la metodología Lean Healthcare en la mejora del rendimiento del servicio quirúrgico del HCUV,



abordando tanto aspectos teóricos como prácticos para alcanzar una optimización efectiva de los recursos y procesos hospitalarios.



## Capítulo 2. Lean Healthcare

### 2.1. Filosofías de mejora de procesos

Existe una gran variedad de metodologías para llevar a cabo mejora de procesos (Ilustración 1). Sin embargo, la selección de la adecuada se realiza en función del problema que tenga lugar en el entorno de estudio y de los objetivos a seguir. En el libro de Delisle se distinguen las siguientes filosofías (Delisle, 2015):

- **Lean Thinking:** Metodología enfocada en el diseño de estrategias para mejorar entornos de trabajo caracterizados por procesos ineficientes, desorganización del espacio y bajo rendimiento. Su objetivo principal es reducir o eliminar todas las actividades que no aportan valor. Las mejoras se implementan directamente en la línea de trabajo, con soluciones diseñadas en un máximo de dos semanas e implementadas en un plazo de 30 días. Se fundamenta en la mejora continua mediante el uso de herramientas como el ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), el diseño de mapas de flujo de valor (VMS) y la filosofía *Kaizen*.
- **Six Sigma:** Sistemática que se enfoca en el análisis de procesos complejos con una amplia variación de resultados, con el objetivo de reducir dicha variabilidad. La resolución de estos problemas se lleva a cabo en un período de 3 a 9 meses. La herramienta principal utilizada en esta filosofía es el modelo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).



- **Rediseño de procesos empresariales (*Business Process Redesign*):** Enfoque empleado cuando, después de implementar un proceso de mejora, no se logran los objetivos esperados. En este contexto, se desarrolla una estrategia que replantea los procesos desde una perspectiva más radical. En este caso, no se considera el período de tiempo, ya que pueden ser proyectos de mejora integral que duren más de un año. Los profesionales que aplican esta filosofía se encargan de identificar, revisar y analizar los procesos actuales, para luego diseñar, probar y evaluar el proceso de mejora futuro.
- **Aseguramiento de la calidad (*Quality Assurance*):** Metodología que se aplica cuando se detectan incumplimientos de estándares o errores en los procesos. Su objetivo principal es garantizar que todos los servicios se realicen de manera adecuada en todo momento. Se basa en la medición y el monitoreo constante, sin establecer cronogramas específicos de implementación. El propósito final es asegurar que se cumplen todos los requisitos de calidad y que los procesos operen con un mínimo margen de error.
- **Gestión total de calidad (*Total Quality Management*):** Filosofía centrada en la mejora de procesos que, según estudios previos, han demostrado tener una calidad deficiente. Esta mejora abarca tanto productos como procesos. Todos los empleados involucrados en la ejecución del proceso participan, destacando que la responsabilidad del rendimiento recae en cada persona que forma parte de este.



Ilustración 1: Metodologías de mejoras de procesos. Adaptación de (Delisle, 2015)

## 2.2. Lean Management

Lean Management, también conocido como el Sistema de Producción Toyota (TPS), es una filosofía enfocada en la mejora continua para maximizar el valor del cliente mediante la identificación y eliminación de desperdicios, permitiendo así una constante adaptación a los cambios. Este enfoque se centra en identificar y realizar propuestas para alcanzar los procesos más eficientes (Vargas-Hernández et al., 2016).

En la década de 1890, Sakichi Toyoda, pionero del Lean Management, introdujo el concepto de “*Jidoka*” al crear un telar automatizado que se detenía cuando el hilo se rompía.

Posteriormente, en 1930, su hijo Kiichiro Toyoda desarrolló el sistema “Just-In-Time” (JIT) después de estudiar la producción en masa en Estados Unidos, enfocándose en reducir inventarios y producir solo lo necesario.

En 1950, Taiichi Ohno implementó la "producción de flujo tirado" (*pull-flow production*) y la herramienta "*Kanban*", para lograr una gestión eficiente de inventarios y operaciones.

En 1988, John Krafcik introdujo el término "*Lean*" para describir el eficiente sistema de producción de Toyota.

Además, desde finales del siglo XIX y principios del XX, los americanos Eli Whitney y Henry Ford contribuyeron en el Lean Management con sus conceptos de partes



intercambiables y producción en masa, aplicados en la fabricación de armas y automóviles, respectivamente, logrando una producción más eficiente y asequible (Dekier, 2012).

La combinación de las metodologías americanas, que lograron un crecimiento exponencial en la productividad y reducción de los costes, junto con las japonesas, enfocadas en la eliminación de desperdicios y optimización de recursos, permitieron que esta filosofía se expandiera a diversos sectores como la logística, la distribución, la construcción, la salud (Lean Healthcare) y los gobiernos, demostrando su versatilidad y eficacia (Dave, 2020).

## **2.3. Lean Healthcare**

### *2.3.1. Inicios de la filosofía Lean Healthcare*

La filosofía Lean Healthcare se centra en satisfacer las necesidades de los pacientes de manera eficiente, optimizando recursos y reduciendo desperdicios para aumentar el valor y la calidad del cuidado. No se trata de diseñar estrategias que lleven a cabo procesos que se realizan de forma rápida, sino que sean más eficientes y produzcan mejores resultados.

La metodología Lean Healthcare, cuya base reside en el éxito industrial, fue impulsada en 1997 a través de los artículos de Jacobs, Pelfrey y Whitson, publicados por la Agencia para la Modernización de la Sanidad Británica (NHS). Estos artículos resaltaban la importancia de agregar valor en procesos médicos y eliminar desperdicios, optimizando recursos y mejorando la satisfacción del paciente (Ruiz Ortega y Ortiz Pimiento, 2015). Ejemplos exitosos incluyen las metodologías <sup>1</sup>*ThedaCare Improvement System (TIS)* y <sup>2</sup>*Virginia Mason Production System (VMPS)*, que promovían una cultura de mejora continua centrada en el paciente (Rosa et al., 2021).

---

<sup>1</sup> Metodología de mejora continua que utiliza datos hospitalarios para analizar problemas y emplea herramientas de Lean Manufacturing para resolverlos de manera rápida y eficaz (Gruner, 2016).

<sup>2</sup> Filosofía basada en Lean Manufacturing cuyo objetivo es mejorar la calidad y seguridad del paciente, enfocándose en eliminar desperdicios (mudas) y optimizar la eficiencia de la atención sanitaria (About VMFH, s.f.).



### 2.3.2. Principios Fundamentales de Lean Healthcare

En los últimos años, el sector sanitario ha experimentado una transformación significativa debido a cambios en la demanda de servicios y la introducción de nuevas tecnologías como la inteligencia artificial, la robótica médica y los sistemas de información. Estas innovaciones requieren mejorar la calidad y eficiencia de los servicios. Sin embargo, la complejidad del entorno sanitario y la dificultad de implementar mejoras han impulsado la investigación sobre la aplicación de técnicas exitosas de otros sectores al ámbito sanitario (De Vries y Huijisman, 2011).

Spagnol et al. (2013) explican, de manera sencilla, los principios de Lean Healthcare (Ilustración 2):

1. Definir el valor (*define value*): El valor, considerado el principio más fundamental, se define desde la perspectiva del paciente. Los procesos sanitarios deben priorizar siempre las necesidades del paciente, asegurando así su bienestar. Para lograr esto, es esencial establecer una infraestructura adecuada, definir el valor desde la perspectiva del paciente y clasificar todos los pasos involucrados en un proceso en VA (aporta valor), NVA (no aporta valor) o NVA-R (no aporta valor, pero su presencia es esencial en el proceso para garantizar regulaciones, seguridad o estándares de calidad) (Delisle, 2015).

Esto implica prestar atención a los horarios establecidos, reducir las listas de espera en cirugías, evitar cancelaciones debidas a una mala gestión y mejorar los procedimientos clínicos para prevenir infecciones postquirúrgicas o reintervenciones. En el contexto de la cirugía cardíaca, hay que tener en cuenta la presencia de material esterilizado necesario en el momento de la intervención, verificar la identidad del paciente antes de la anestesia, tener toda la documentación clínica disponible, asegurar la disponibilidad de sangre en caso de desangrado y coordinar eficientemente a todos los profesionales en el quirófano para reducir el tiempo de intervención.

2. Mapear el flujo de valor (*Map de value stream o VSM*): Esta herramienta fundamental en los principios de Lean Healthcare examina todas las actividades del proceso, tanto





las que añaden valor como las que no, permitiendo así identificar oportunidades de mejora y eliminar desperdicios. Esto resulta en el diseño de procesos más efectivos y eficientes. Dentro del entorno de la cirugía cardíaca, el VSM se utiliza para trazar cada paso del procedimiento quirúrgico, desde la entrada del paciente en el bloque quirúrgico hasta su salida hacia la REA. Esta <sup>3</sup>trazabilidad permite identificar tiempos de espera innecesarios, fallos en la comunicación entre el personal, falta de disponibilidad de equipo médico y actividades que no aportan valor. Al analizar estos aspectos y los desperdicios mencionados, se puede reducir la duración total de la cirugía, aumentando la eficiencia del uso del quirófano y beneficiando al paciente.

3. Asegurar el flujo continuo del valor (*Stablish flow*): Los principios anteriores buscaban identificar interrupciones y desperdicios (mudas) para alcanzar un servicio óptimo. El siguiente paso consiste en eliminarlos mediante la reducción de esperas entre procesos, la simplificación y estandarización de procedimientos, y la organización eficaz de recursos y personal. En el contexto de cirugía cardíaca, esto implica tener el material listo y accesible cuando sea necesario, evitando movimientos innecesarios y tiempos muertos. Cada miembro del equipo debe conocer su rol y actuar en el momento preciso, lo que reduce el tiempo de la cirugía y mejora la seguridad y resultados del paciente, disminuyendo el riesgo de infección gracias a la reducción de duración de la intervención.
  
4. Sistema de arrastre (*Implement Pull*): Este método asegura que los recursos y servicios proporcionados al paciente satisfagan sus necesidades específicas. Para ello, es crucial controlar el exceso de inventario y asignar adecuadamente los recursos disponibles, evitando así cancelaciones debido a la falta de materiales. En el contexto de la cirugía cardíaca, se puede aplicar realizando un estudio detallado del material necesario para cada intervención, garantizando que todo lo requerido esté disponible y que no haya interrupciones durante la operación por falta de recursos o por análisis

---

<sup>3</sup> La trazabilidad aplicada al sistema sanitario se refiere a la capacidad de seguir y registrar cada etapa del proceso, asegurando la seguridad y calidad en la atención al paciente (Gil y Lagunas, 2016).



del funcionamiento de los equipos médicos. Estas medidas optimizan el uso de recursos y mejoran el rendimiento del quirófano.

5. Mejora continua para la perfección (*Strive for perfection*): Este enfoque garantiza que los recursos materiales y humanos, así como los servicios brindados al paciente, satisfacen sus necesidades al controlar el exceso de inventario y asignar los recursos de manera que se reduzcan las cancelaciones por falta de materiales. En cirugía cardíaca, esto implica un análisis exhaustivo del material sobrante en cada intervención y la sustitución de equipos o materiales para mejorar la calidad de la cirugía, considerando siempre las limitaciones económicas en la sanidad pública. Promover una cultura de mejora continua ayuda a eliminar las causas de los problemas, logrando procesos sin desperdicios y sin tiempos muertos que desaceleran la intervención. No obstante, esta mejora continua no significa realizar cambios diariamente, sino llevar a cabo revisiones periódicas y análisis estadísticos del quirófano para evaluar y mejorar la calidad y eficiencia de los procedimientos.

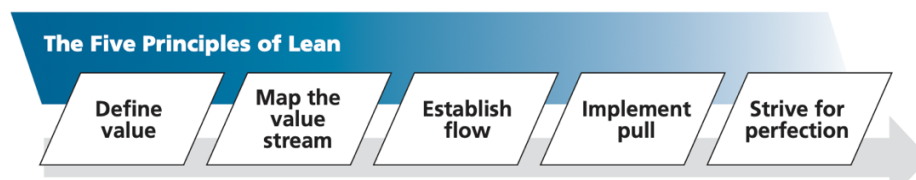


Ilustración 2: Lean Healthcare: Una guía de cinco etapas para alcanzar la perfección. Adaptación de (Delisle, 2015).

### 2.3.3. Herramientas y técnicas de Lean Healthcare

Las herramientas y técnicas implementadas por Lean Healthcare varían desde el análisis visual de desperdicios hasta el diseño de un mapeo de flujo de valor. Aunque el VSM se trató en la sección de principios de Lean Healthcare, también se considera una herramienta esencial. Además de esta, otras herramientas destacadas son:

- A) **Value Stream Mapping (VSM)**: Técnica utilizada para visualizar procesos, identificar y eliminar desperdicios (actividades o recursos que no aportan valor) y



planificar estrategias que promuevan servicios más eficientes y efectivos. Esta herramienta es fundamental en la gestión Lean y se aplica ampliamente en sectores como el sanitario. Consiste en trazar mapas que describen la secuencia de pasos desde el principio hasta el final del proceso, en el que se incluye información relacionada con los tiempos de espera, el flujo de trabajo empleado, etc. Para distinguir si las actividades involucradas en el trabajo aportan o no valor, resulta indispensable clasificarlas en colores: El verde corresponde a las VA, el rojo a las NVA y, finalmente, el naranja las NVA-R. Además, es importante saber si las actividades se realizan bien a la primera o hay que repetirlas, por lo que a cada etapa se le añade un porcentaje de probabilidad de ocurrencia correcta en el primer intento, el FPY. Según Marin-García et al. (2021) existen dos tipos de mapas esenciales a la hora de hacer un estudio Lean:

- Mapa del estado presente: El primer mapa muestra el estado actual en el que quedan reflejadas tanto las actividades que aportan valor como las que no lo hacen. Es fundamental que estas actividades sin valor queden identificadas, ya que no deben aparecer en los mapas de estado futuro.
- Mapa del estado mejorado: Una vez que se han identificado todos los NVA, el siguiente paso es crear un mapa que se base en el actual, mostrando cómo se verá el proceso después de implementar las medidas necesarias para alcanzar el objetivo.

Las oportunidades de mejora entre los mapas actuales y los futuros servirán como punto de partida para mejorar todas las actividades llevadas a cabo.

A continuación, en la Tabla 1 se muestran diversos estudios en los que se ha aplicado VSM en diferentes áreas de servicio hospitalarios, junto con el objetivo y los resultados alcanzados.



Tabla 1: Estudios sobre Value Stream Mapping (VSM)

Estudio	Área de estudio	Objetivo	Resultados
Cardoso (2020)	Servicios de emergencia	Elaboración de mapas de flujo para identificar <sup>4</sup> cuellos de botella y mudas.  Diseñar mapas de flujo futuros una vez eliminado todo aquello que no aporta valor.	Reducción del tiempo de espera en los servicios de emergencia en un promedio de 11.5 minutos. Reducción de la estancia hospitalaria de los pacientes en un 3.7%.
Tomashev et al. (2023)	Bloque quirúrgico	Elaboración de mapas de flujo de los procesos quirúrgicos para identificar posibles desperdicios o tiempos de inactividad.	Incremento en el inicio puntual de la primera cirugía, del 59% al 93%. Reducción en el tiempo promedio de espera en las listas de cirugía.

**B) 5S:** Herramienta utilizada para crear y mantener un entorno de trabajo ordenado, eficiente y seguro tanto para los pacientes como para el personal sanitario. Esto se logra a través de la implementación de cinco pasos cuyos nombres en japonés comienzan con la letra "S", conocido como "5S" (Ilustración 3). La aplicación de estos pasos ayuda a minimizar desperdicios, optimizar los procesos y mejorar la seguridad del entorno. Los pasos implementados son, según Eyitemi et al. (2021):

1. Seiri (clasificación): Para alcanzar el objetivo, primero se debe realizar una evaluación completa de todos los recursos materiales en el entorno de trabajo, identificando lo esencial y eliminando todo lo innecesario para simplificar las tareas planificadas.
2. Seiton (orden): Una vez seleccionados los materiales, el siguiente paso consiste en organizarlos en lugares específicos que garanticen un acceso rápido y seguro, evitando así pérdidas de tiempo debidas a su sustitución o a la falta de conocimiento sobre su ubicación.

<sup>4</sup> Los cuellos de botella corresponden a las fases del proceso de atención sanitaria donde la demanda de servicios supera la capacidad disponible se conoce como cuello de botella. Cardoso (2019) identificó que estos ocurren en etapas como la admisión, donde la capacidad del personal para atender a los pacientes es menor que el volumen de pacientes que llegan, resultando en acumulaciones en la sala de espera.



3. Seiso (limpieza): Este paso es crucial, ya que los quirófanos son áreas donde el orden y la limpieza son fundamentales para prevenir infecciones en los pacientes. Es necesario implementar planes de limpieza y mantenimiento adecuados para las herramientas y el equipo, así como establecer zonas restringidas que solo el personal desinfectado puede tocar o manipular (por ejemplo, las mesas de material quirúrgico).
4. Seiketsu (estandarización): Diseño de normas y procedimientos que detallen las acciones a realizar regularmente, con el fin de guiar la ejecución de las tareas a través de listas, gráficos o cronogramas.
5. Shitsuke (disciplina): El último paso, igualmente importante, se centra en fomentar la autodisciplina en los hábitos establecidos por la herramienta, asegurando su ejecución continua y promoviendo una cultura de mejora constante.



*Ilustración 3: Etapas de la herramienta 5S (Santos, 2014).*



A continuación, en la Tabla 2 se muestran diversos estudios en los que se ha aplicado 5S en diferentes áreas de servicio hospitalarios, junto con el objetivo y los resultados alcanzados.

Tabla 2: Estudios sobre las 5S

Estudio	Área de estudio	Objetivo	Resultados
Chadha et al. (2012)	Servicio de emergencias	Mejorar el flujo de pacientes	<p>La saturación de los servicios de emergencia disminuyó del 100% al 82%, permitiendo manejar picos de alta demanda de pacientes</p> <p>Se redujo el tiempo promedio de espera: Heridas mayores (de 20 minutos a 8 minutos), heridas medianas (de 50 minutos a 28 minutos) y heridas leves (de 120 minutos a 82 minutos).</p>
Eyitemi et al. (2021)	Asistencia sanitaria en atención primaria	Mejorar la calidad del almacenamiento de medicamentos en un centro de salud remoto	<p>El tiempo de búsqueda de medicamentos se redujo en un 70% (de 5 minutos a 1,5 minutos).</p> <p>Se eliminó completamente el almacenamiento innecesario (de 7 a 0).</p> <p>La administración de los medicamentos mejoró el seguimiento de sus fechas de caducidad.</p>

C) **Kaizen:** Considerada junto con VSM como una de las herramientas más útiles para implementar la filosofía Lean Healthcare en el entorno hospitalario, su objetivo principal es la planificación de estrategias enfocadas en realizar pequeños cambios continuos para optimizar y perfeccionar los procesos, eliminando cualquier tipo de desperdicio. Para que esta herramienta sea efectiva, es esencial la implicación de todo el personal sanitario involucrado en los procesos quirúrgicos, de manera que, además de aplicar los cambios, puedan sugerir posibles mejoras, fomentando una cultura de colaboración y compromiso. Los eventos *Kaizen* suelen durar una semana. Sin



embargo, la parte más importante es la preparación, que implica definir el problema, el objetivo y el proceso para llevarlo a cabo (Tomashev et al. 2023).

A continuación, en la Tabla 3 se muestran diversos estudios en los que se ha aplicado Kaizen en diferentes áreas de servicio hospitalarios, junto con el objetivo y los resultados alcanzados.

Tabla 3: Estudios sobre Kaizen

Estudio	Área de estudio	Objetivo	Resultados
<b>Morón et al. (2015)</b>	Laboratorio clínico	Mejorar la eficiencia en la atención de pacientes ambulatorios.	Reducción de 9 minutos en los tiempos de espera para la atención.
		Cumplir con las expectativas en la atención médica.	Disminución del 73% en las quejas relacionadas con demoras en la atención.
		Reducir las quejas por largos tiempos de espera.	
<b>González et al. (2023)</b>	UCI Oftalmología	Mejorar el flujo de pacientes en la UCI y oftalmología.	Reducción de tiempos de espera: 46,4%.
		Eliminar los costes innecesarios.	Mejora en la eficacia y eficiencia de los servicios médicos: 27%.
		Mejorar las condiciones laborales en los trabajadores.	Implementación tecnología <sup>5</sup> NFC para mapear camas de la UCI, optimizando el ingreso y el alta de pacientes.

**D) Kanban:** Herramienta de Lean que emplea señales visuales en la gestión de inventarios para señalar el momento adecuado para reabastecer los recursos materiales. Esto ayuda a optimizar el flujo y a evitar tanto la sobreproducción como

<sup>5</sup> González et al. (2023) implementaron la tecnología NFC (Near Field Communication) en la UCI del hospital para mejorar la trazabilidad de los pacientes. Con las etiquetas NFC, se podía monitorizar el estado de las camas (libre, reservado u ocupado), agilizando así los procesos de ingreso y alta de pacientes. Esta técnica optimizó el flujo de trabajo en el hospital.



la acumulación de materiales que no agregan valor al proceso de trabajo (Borbon, 2016).

A continuación, en la Tabla 4 se muestran diversos estudios en los que se ha aplicado Kanban en el bloque quirúrgico, junto con el objetivo y los resultados alcanzados.

Tabla 4: Estudios sobre Kanban

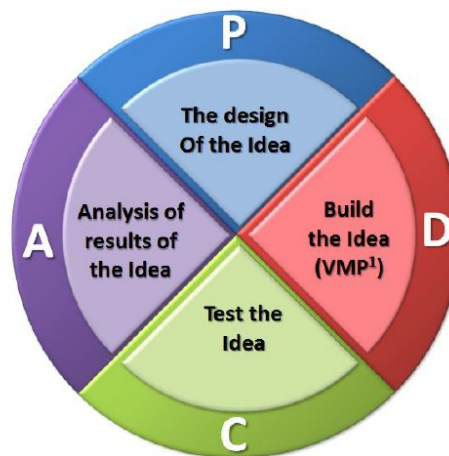
<b>Estudio</b>	<b>Área de estudio</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados</b>
<b>Borbon (2016)</b>	Salas de quirófano	Alcanzar un rendimiento óptimo en los quirófanos a través de la gestión de suministros y equipos médicos.	Implementación de un sistema visual para gestionar el inventario de materiales.  Reducción del tiempo necesario para reponer los recursos materiales en un 30%.  Reducción del exceso de inventario en un 20%.
<b>Borbon (2016)</b>	Bloque quirúrgico	Optimización de los procedimientos en el área quirúrgica para mejorar la coordinación del personal médico y reducir el tiempo entre el final de una cirugía y el inicio de la siguiente.	Mejora en la organización y realización de las cirugías programadas.  Reducción del tiempo de preparación para las cirugías en un 25%.  Incremento del rendimiento operativo del quirófano en un 15%.

**E) PDCA (Plan-Do-Check-Act):** Herramienta cuyas iniciales representan las fases “Planificar, Hacer, Verificar y Actuar” (Ilustración 4). Este ciclo es fundamental para promover una cultura de mejora continua en los procesos, asegurando que las modificaciones implementadas se adapten de manera óptima y proporcionen resultados positivos a largo plazo. Las cuatro etapas que se distinguen en el estudio de Silva et al. (2013) son:





- i **Planificar:** Después de examinar el proceso que se desea mejorar, el primer paso es identificar y analizar todos los problemas presentes, con el objetivo de eliminarlos o aprovechar las oportunidades de mejora. Para lograrlo, es esencial establecer metas claras y desarrollar un plan de acción para abordarlas.
- ii **Hacer:** A continuación, con la ayuda de un cronograma, el siguiente paso consiste en diseñar un plan piloto de prueba para evaluar su efectividad.
- iii **Verificar:** El paso siguiente es analizar los resultados obtenidos tras la implementación del plan. Esto permite comparar los resultados previos con los objetivos planteados.
- iv **Actuar:** Con base en los resultados obtenidos durante la etapa de verificación, el siguiente paso es analizarlos después de la implementación del plan, con el propósito de establecer nuevas metas.



*Ilustración 4: Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) (Silva et al., 2013).*



A continuación, en la Tabla 5 se muestran diversos estudios en los que se ha aplicado PDCA en quirófanos del bloque quirúrgico y en la UCI junto con el objetivo y los resultados alcanzados.

Tabla 5: Estudios sobre PDCA (Plan-Do-Check-Act)

<b>Estudio</b>	<b>Área de estudio</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados</b>
<b>Chen et al. (2022)</b>	Quirófanos del bloque quirúrgico	Disminución de la tasa de infecciones en los quirófanos	<p>La detección de bacterias bacilos Gram-negativos se redujo del 9,33% al 3,33%.</p> <p>La detección de bacterias cocos Gram-positivos disminuyó del 7,33% al 2,00%.</p> <p>La tasa de infección en heridas quirúrgicas disminuyó del 11,33% al 4,00%.</p>
<b>Chen et al.(2023)</b>	Unidad de Cuidados Intensivos de Emergencia	Implementación de un método para disminuir la prevalencia de hiperglucemia de manera segura, minimizando el riesgo de desarrollar hipoglucemia.	<p>Optimización en el manejo de la hiperglucemia en pacientes en estado crítico.</p> <p>Disminución de la hiperglucemia del 43,18% al 23,61%.</p> <p>Reducción del índice de hipoglucemia a menos del 1%.</p>

Todas las herramientas y técnicas descritas no solo facilitan la identificación y eliminación de desperdicios, sino que también contribuyen a mejorar el rendimiento hospitalario, reducir los tiempos de flujo de trabajo y aumentar la eficiencia clínica. Estas herramientas no se aplican de manera aislada; su combinación permite obtener resultados más rápidamente, ofreciendo soluciones que benefician tanto al personal sanitario como a los pacientes.



#### 2.3.4. Desperdicios (mudas) identificados en Lean Healthcare

Al realizar mejoras en un proceso, es crucial identificar los desperdicios presentes, ya que constituyen la base de todo aquello que no aporta valor en un proceso. En el estudio de Filtria et al. (2019) se destacan los principales desperdicios señalados por la filosofía Lean Healthcare, que reciben el nombre del acrónimo DOWNTIME (Ilustración 5):

1. Defectos (*defects*): Fallos en los procesos o la existencia de productos que no cumplen con los estándares de calidad establecidos, lo que obliga a repetir ciertas fases y reduce el rendimiento.
2. Sobreproducción (*over production*): Preparación de más material quirúrgico del necesario o realizar un exceso de pruebas diagnósticas previas a la intervención, lo que conduce a un inventario acumulado innecesario.
3. Esperas (*waiting*): Periodos de inactividad en un proceso debido a la espera de disponibilidad de un quirófano, la llegada de un especialista sanitario o la preparación de un equipo médico. Implementar una programación eficiente y mejorar la coordinación entre los equipos quirúrgicos puede reducir significativamente este desperdicio.
4. Desaprovechamiento del talento (*non-utilized talent*): Integrantes del equipo cuyo potencial no se aprovecha al máximo debido a la organización del flujo de trabajo. Un ejemplo es un enfermero que participa solo durante la anestesia y luego es sustituido por otro, aunque continúa en el quirófano. Una correcta asignación de tareas al personal sanitario y una mejor coordinación podrían evitar este tipo de ineficiencia.
5. Transporte (*transportation*): Movimiento de equipo o suministros entre distintas áreas del hospital. Una organización previa adecuada de los equipos y materiales antes de iniciar la intervención puede prevenir pausas durante el procedimiento para resolver estos inconvenientes.



6. Inventario (*inventory*): Tener una cantidad incorrecta de inventario de suministros quirúrgicos es perjudicial, ya que puede causar retrasos o interrupciones en la intervención, afectando la salud del paciente. La implementación de la filosofía, JIT (*Just In Time*)<sup>6</sup> garantiza que cada servicio cuente con el inventario necesario, evitando tanto la falta de suministros como su retiro por caducidad.
7. Movimiento (*motion*): El *diagrama espaguetti*<sup>7</sup> es una herramienta clave para identificar movimientos innecesarios dentro del flujo de trabajo. Este diagrama ayuda a organizar la disposición de los instrumentos quirúrgicos, la posición de los equipos y otros materiales que no aportan valor al quirófano, pero que ocupan espacio y tiempo. Al utilizarlo, se puede diseñar un entorno de trabajo eficiente y bien organizado, minimizando los movimientos innecesarios del equipo.
8. Exceso de procesamiento (*extra processing*): Realización de tareas adicionales que no resultan esenciales en la intervención, como puede ser la duplicación de documentación ya que hay que redactarla tanto en papel como en formato digital. La integración de sistemas de registros digitalizados donde la información se ingresa una sola vez permite que el flujo de trabajo sea más eficiente y se le dedique mayor tiempo al cuidado del paciente.

---

<sup>6</sup> Estrategia de administración de inventarios que se ocupa de controlar los suministros médicos, equipos y medicamentos utilizados en un proceso, con el objetivo de mantener la cantidad adecuada y evitar un exceso de stock. Este método asegura una mayor eficiencia operativa y contribuye a la reducción de costos en el sector de la salud (Yagüe, 2024).

<sup>7</sup> El diagrama espaguetti es una herramienta visual creada para mapear el flujo del personal que participa en un proceso, con el objetivo de identificar y eliminar rutas ineficientes, así como reorganizar el entorno de trabajo. Al reducir pasos y mejorar la coordinación del flujo, se facilita la redistribución de la ubicación de equipos y suministros, contribuyendo de manera significativa a disminuir el tiempo de intervención (Coelho et al. 2013).



## The Eight Wastes of Lean

<b>D</b>	Defects
<b>O</b>	Overproduction
<b>W</b>	Waiting
<b>N</b>	Neglect of Human Talent (Unused Talent)
<b>T</b>	Transportation
<b>I</b>	Inventory
<b>M</b>	Motion
<b>E</b>	Excess Processing (Over/Extra Processing)

*Ilustración 5: Los 8 desperdicios de Lean Healthcare (Down Time) (Cunningham, 2020)*



## Capítulo 3. Bloque quirúrgico

### 3.1. Marco teórico de la gestión del bloque quirúrgico

La gestión de los bloques quirúrgicos ha avanzado significativamente desde sus inicios hasta el presente. En las primeras etapas, estos bloques eran áreas pequeñas y poco especializadas, con un elevado riesgo de infecciones debido a la falta de una separación adecuada entre las zonas restringidas y las no restringidas. Además, los equipos quirúrgicos eran muy básicos, lo que no garantizaba buenos resultados en los procedimientos. La planificación de las intervenciones se realizaba manualmente mediante registros en papel, lo que daba lugar a una organización deficiente, tiempos de espera prolongados, ineficiencias en el uso de los quirófanos y altos niveles de estrés tanto para el personal médico como para los pacientes.

A partir de los años 70, la introducción de sistemas de información como BISION<sup>8</sup> y HP-HIS<sup>9</sup> transformó la gestión de los bloques quirúrgicos. Estas herramientas emplean inteligencia artificial y análisis de datos para mejorar la planificación y optimizar el uso de los recursos disponibles. Gracias a estos avances, cada especialidad médica cuenta con hojas de cálculo que permiten evaluar información esencial, como el rendimiento de los quirófanos, las tasas de cancelación de cirugías y la evolución de las listas de espera (Céspedes, 2020).

Además, según Socconini (2024) y Womack et al., (2005), la implementación de tecnologías avanzadas ha sido complementada por la especialización y capacitación continua del personal médico y administrativo. La adopción de metodologías de mejora

---

<sup>8</sup> Sistema empleado en el HCUV para gestionar el bloque quirúrgico. Entre sus funciones destacan la planificación y programación de cirugías y el control de los recursos materiales.

<sup>9</sup> Base de datos de un hospital que contiene información relacionada con la historia clínica del paciente (historiales médicos, resultados de laboratorios y pruebas), la programación de cirugías o incluso información administrativa (admisión y alta de pacientes).



continua, como Lean Healthcare, ha contribuido a la eficiencia y calidad en la gestión de los quirófanos. Esto no solo ha permitido una utilización más efectiva del tiempo y los recursos, sino que también ha mejorado la seguridad del paciente y la satisfacción del personal.

### 3.2. Mapa de procesos del bloque quirúrgico

Para medir la eficiencia y calidad de los procedimientos quirúrgicos actuales, se emplean distintos indicadores que permiten un análisis minucioso de cada etapa del proceso. Estos indicadores son cruciales para optimizar la gestión de recursos y mejorar la experiencia del paciente, ofreciendo una visión completa del tiempo transcurrido desde la llegada del paciente hasta la conclusión del procedimiento y la transición entre pacientes en el quirófano. Esta evaluación ayuda a identificar áreas de mejora y a asegurar un funcionamiento más eficiente y efectivo de los servicios quirúrgicos Ministerio de Sanidad y Política Social (2009).

En la Ilustración 6 se muestran las diversas etapas que tienen lugar en un proceso general del bloque quirúrgico, desde que este entra en la planta del quirófano hasta que entra el siguiente paciente en el mismo quirófano, lo que permitirá determinar indicadores para evaluar la eficiencia del bloque quirúrgico de un hospital.

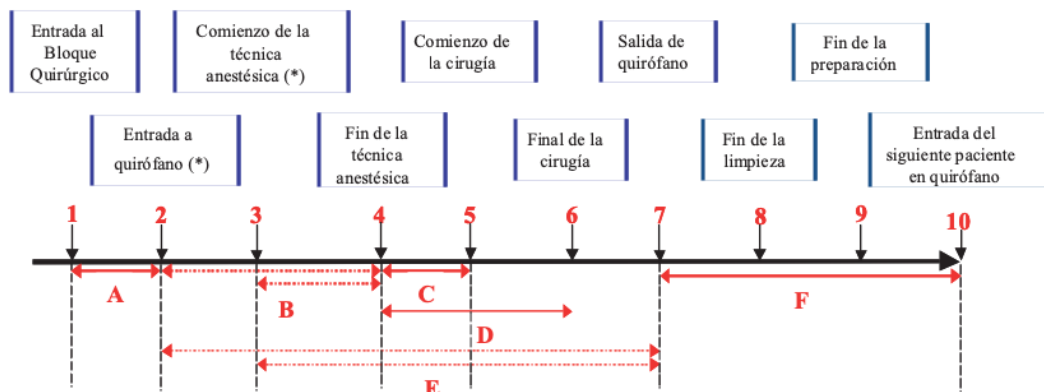


Ilustración 6: Flujograma de procesos en el bloque quirúrgico (Ministerio de Sanidad y Política Social, 2009).



- **Tiempo de espera de un paciente en el bloque quirúrgico:** Tiempo que tiene lugar desde que un celador trae al paciente a la unidad de recepción hasta que lo trasladan al quirófano.
- **Tiempo de inducción anestésica:** Tiempo transcurrido desde que el celador lleva al paciente al quirófano hasta que finaliza la técnica anestésica por parte de los anestesiólogos. En este periodo se incluyen además las técnicas de toma de vías por parte del servicio de enfermería.
- **Tiempo de preparación anestésica:** Intervalo que va desde que finaliza la técnica de cirugía hasta que comienza el proceso de inicio de piel o de cirugía. La medición de este indicador resulta importante puesto que abarca la llamada al celador junto con la posterior colocación del paciente, lo que conlleva a una aparición de tiempos muertos si no existe coordinación entre el personal externo al quirófano.
- **Tiempo de cirugía:** Es el periodo que abarca desde que finaliza la técnica anestésica hasta que se cierra la piel o se da por concluida la intervención quirúrgica.
- **Duración del procedimiento quirúrgico:** Tiempo que mide desde que un paciente entra en el quirófano asignado hasta que finaliza la intervención y los celadores y parte del equipo médico presente en la actividad quirúrgica lo trasladan a la Unidad de Recuperación Postanestésica (URPA) o a la Unidad de Reanimación y Cuidados Críticos Postquirúrgicos (REA).
- **Tiempo del cambio de quirófano:** Es el tiempo que transcurre desde que un paciente sale del quirófano y se le traslada a la URPA o REA hasta que finaliza la limpieza de la sala y entra un nuevo paciente. Una eficiencia en este tiempo permitía realizar un mayor número de intervenciones diarias, lo que supondría disminuir la LEQ.

### 3.3. Cirugía cardiovascular. La cirugía cardíaca

Dentro de un bloque quirúrgico existe una gran variedad de quirófanos destinados a la realización de diversas intervenciones exclusivas de una determinada unidad clínica, entre las que cabe mencionar pediatría, traumatología, oftalmología, neurocirugía, genera,





etc. De entre todas las especialidades, en este trabajo se decidió enfocarse en la cirugía cardíaca.

La cirugía cardiovascular es una especialidad médica enfocada en el manejo quirúrgico de las enfermedades que afectan al corazón y a los principales vasos sanguíneos. Dentro de este campo, la cirugía cardíaca constituye un área específica dedicada a los procedimientos que involucran el corazón y sus estructuras adyacentes. Entre las intervenciones más comunes en cirugía cardíaca se encuentran: la cirugía valvular, que implica la reparación o sustitución de válvulas dañadas; la cirugía coronaria, cuyo objetivo es restaurar un flujo sanguíneo adecuado al corazón mediante técnicas como el bypass coronario; y el trasplante de corazón, en el que un corazón enfermo se reemplaza por uno sano proveniente de un donante. Estas operaciones son fundamentales para abordar una amplia gama de patologías cardíacas, desde defectos congénitos hasta enfermedades adquiridas, y son clave para mejorar tanto la supervivencia como la calidad de vida de los pacientes.

La cirugía cardíaca ha experimentado un desarrollo notable desde el siglo XIX, alcanzando su punto culminante a mediados del siglo XX con la incorporación de la circulación extracorpórea (CEC). Este avance revolucionario hizo posible la realización segura de cirugías a corazón abierto, sustituyendo las intervenciones anteriores, que eran cortas y conllevaban mayores riesgos, basadas en técnicas de hipotermia para reducir la actividad cardíaca <sup>10</sup>. La introducción de la CEC amplió significativamente las posibilidades en cirugía cardíaca, permitiendo llevar a cabo procedimientos más complejos y con menores riesgos para los pacientes. Durante la década de 1950, se desarrollaron las técnicas quirúrgicas de bypass coronario, realizándose así las primeras reparaciones de válvulas cardíacas (Villafaña, 2021).

En el ámbito del tratamiento de valvulopatías, destacan las contribuciones del Dr. Albert Starr y el ingeniero Lowell Edwards, quienes en 1960 diseñaron la primera prótesis mecánica <sup>11</sup> (véase Ilustración 7). Por otra parte, el Dr. Alain Carpentier, fue pionero en

---

<sup>10</sup> Aplicación de la hipotermia para reducir la temperatura corporal del paciente, lo que ralentiza la función cardíaca. Esto disminuye la necesidad de oxígeno del corazón, ofreciendo protección durante cirugías complejas.

<sup>11</sup> La primera prótesis mecánica, conocida como la válvula de Starr-Edwards, era una prótesis valvular de bola en jaula, específicamente diseñada para sustituir válvulas aórticas defectuosas.



1968 del desarrollo de la primera válvula cardíaca biológica (véase Ilustración 8)<sup>12</sup>. La principal ventaja de este tipo de prótesis, en comparación con las mecánicas, radicaba en su mayor compatibilidad con el cuerpo humano y la reducción del riesgo de complicaciones relacionadas con la coagulación (Dominik y Zacek, 2010).



*Ilustración 7: Válvula mecánica Starr-Edwards (Villar Inclán, 2010)*



*Ilustración 8: Válvula biológica pericárdica bovina del Dr. Carpentier (Villar Inclán, 2010)*

Otro hito crucial en la historia de la cirugía cardíaca se debe al Dr. Christian Barnard, quien en 1967 realizó el primer trasplante de corazón. Este logro representó un avance significativo en el tratamiento de las insuficiencias cardíacas terminales <sup>13</sup>.

Los pacientes con pronósticos desfavorables debido a las condiciones severas de su patología encontraron en este procedimiento una opción terapéutica innovadora y revolucionaria, marcando un antes y un después en la historia de la medicina (Dominik y Zacek, 2010).

---

<sup>12</sup> La primera prótesis biológica, denominada xenoinjerto, estaba hecha de tejido de válvula de porcino, que, tras ser tratado, se creó una válvula biológica que pudiera ser compatible con el ser humano.

<sup>13</sup> Patología sistémica en la que el corazón no puede bombear la cantidad de sangre necesaria para cubrir las demandas metabólicas de los tejidos, o solo lo logra sufriendo una sobrecarga de presión (Muñoz et al., 2008).



En el siglo XXI, la cirugía cardíaca ha avanzado significativamente con la introducción de técnicas de cirugía mínimamente invasiva (CMI), las cuales han mejorado los resultados clínicos, reducido el riesgo de infección, acelerado el proceso de recuperación y, en general, han mejorado la calidad de vida de los pacientes con enfermedades cardíacas complejas. No obstante, a pesar de los grandes avances que la CMI ha representado en otras especialidades quirúrgicas, en el ámbito de la cirugía cardíaca aún se prefiere realizar intervenciones manuales. Esto se debe a la complejidad y delicadeza del corazón, lo que hace que el aprendizaje y la aplicación de estas técnicas sean particularmente desafiantes.

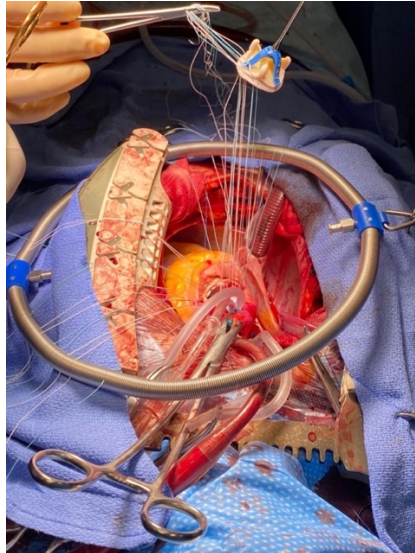
### *3.3.1. Cirugía valvular*

La cirugía valvular es una intervención médica que busca reparar o reemplazar las válvulas del corazón que han sido dañadas debido a condiciones congénitas, infecciones o desgaste con el tiempo. Las válvulas que más frecuentemente se intervienen en este procedimiento son la válvula mitral, la válvula tricúspide, la válvula aórtica y, en menor medida, la válvula pulmonar. Dependiendo del tipo de daño y del estado del paciente, el procedimiento puede implicar una reparación valvular para restaurar la funcionalidad de la válvula afectada, o un reemplazo valvular, en el que se sustituye la válvula dañada por una prótesis biológica (Ilustración 9) o mecánica (Ilustración 10). Estas cirugías se realizan mayoritariamente mediante técnicas de corazón abierto, utilizando una CEC que mantiene la circulación de la sangre y su oxigenación durante la operación. En el HCUV se considera como el tipo de intervención que más se lleva a cabo dentro de todas las prácticas realizadas por esta unidad.

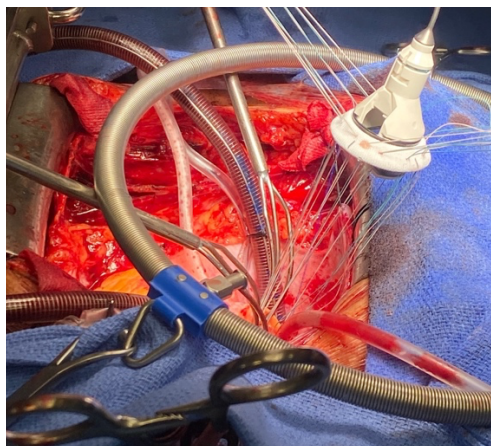
Por otro lado, el reemplazo valvular transcatóter (TAVI) es una técnica menos invasiva realizada por cardiólogos intervencionistas, que consiste en acceder a la válvula afectada mediante un catéter insertado en una arteria, sin necesidad de realizar una cirugía abierta. Sin embargo, esta técnica no es adecuada para todos los pacientes, ya que está especialmente indicada para aquellos con un riesgo quirúrgico elevado, como personas



mayores o con múltiples problemas de salud. En pacientes con bajo riesgo quirúrgico, el TAVI puede no ser la mejor opción debido a la menor durabilidad de las válvulas implantadas y al riesgo de posibles complicaciones a largo plazo, como fugas alrededor de la válvula o la necesidad de colocar un marcapasos.



*Ilustración 9: Válvula biológica. Fuente: Propia*



*Ilustración 10: Válvula mecánica. Fuente: Propia*

### 3.3.2. Cirugía coronaria

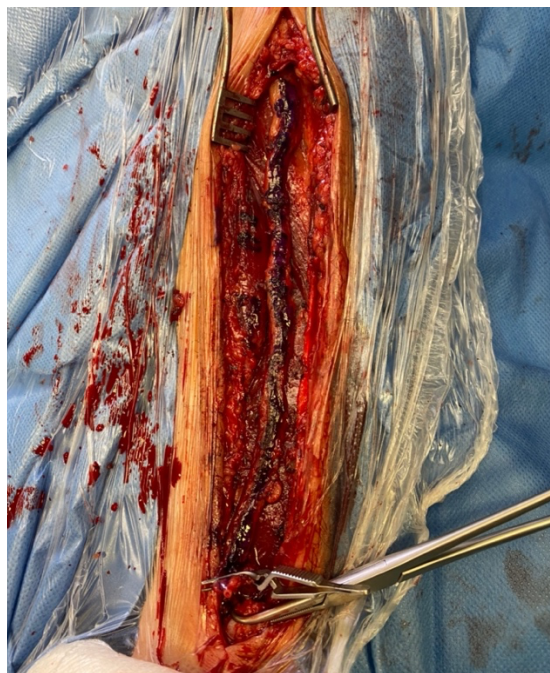
La cirugía coronaria es una intervención destinada a mejorar el flujo sanguíneo al corazón en pacientes con obstrucción coronaria, una afección en la que las arterias que suministran sangre al corazón se estrechan o bloquean debido a la acumulación de placas de colesterol y otras sustancias. La técnica más utilizada en esta cirugía es el bypass coronario. Este



procedimiento crea un "bypass" o desvío alrededor de las arterias bloqueadas, utilizando vasos sanguíneos de otras partes del cuerpo, como la arteria radial del brazo (véase Ilustración 11), la vena safena de la pierna (véase Ilustración 12) o la arteria mamaria interna (véase Ilustración 13).

Una vez extraídos los injertos, se utilizan para hacer desvío alrededor de la zona bloqueada de la arteria coronaria (Ilustración 14) para restablecer el flujo de sangre y oxígeno al tejido cardíaco. El resultado final de una intervención de cirugía coronaria se puede visualizar en la Ilustración 15. Finalmente, tras verificar que el procedimiento ha resultado exitoso mediante un medidor de flujo, se procede a cerrar el esternón con alambres o cables.

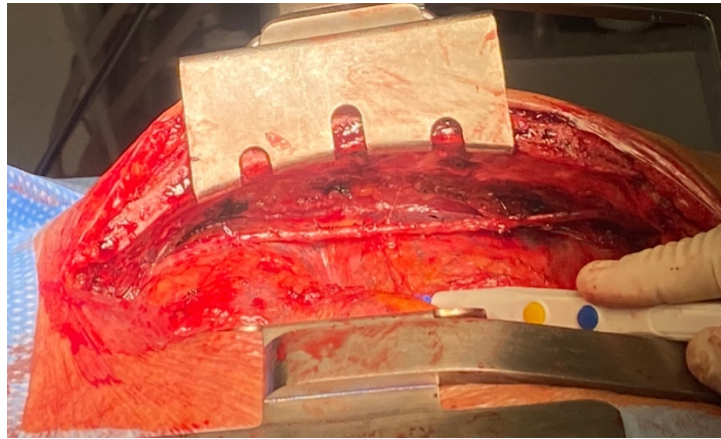
Normalmente, esta intervención se lleva a cabo mediante una cirugía de corazón abierto, en la cual se detiene temporalmente el corazón y se recurre a una CEC para mantener la circulación y la oxigenación del paciente durante el procedimiento.



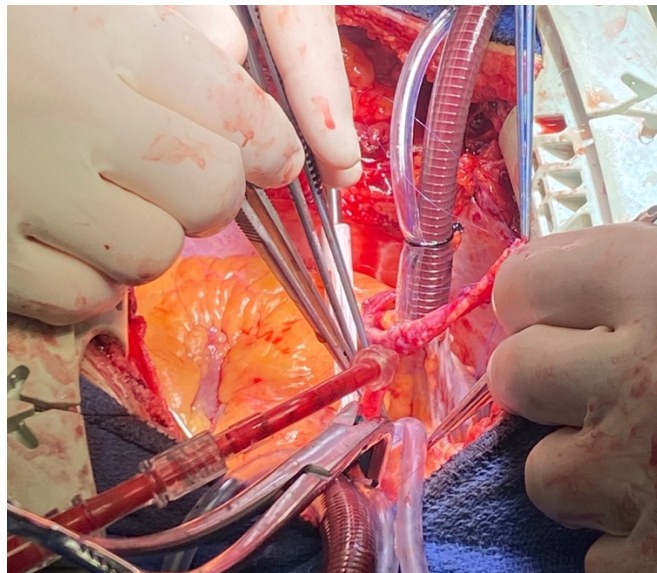
*Ilustración 11: Homoinjerto arteria radial. Fuente: Propia.*



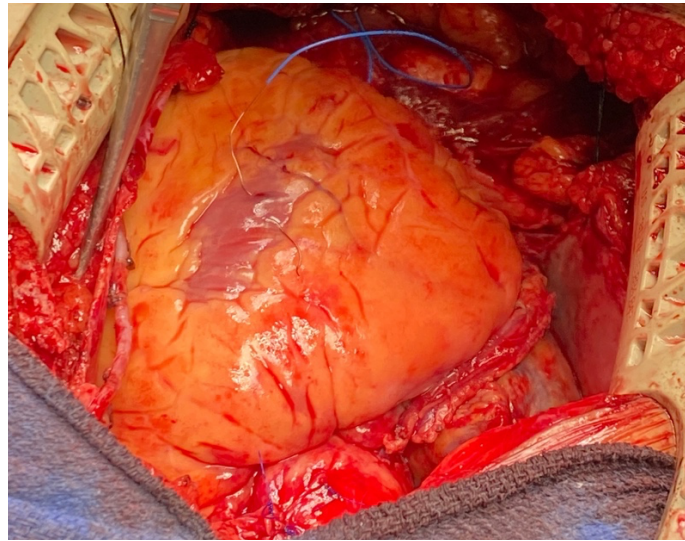
*Ilustración 12: Homoinjerto vena safena. Fuente: Propia*



*Ilustración 13: Homoinjerto arteria mamaria interna. Fuente: Propia*



*Ilustración 14: Incrustación del homoinjerto en el corazón. Fuente: Propia*

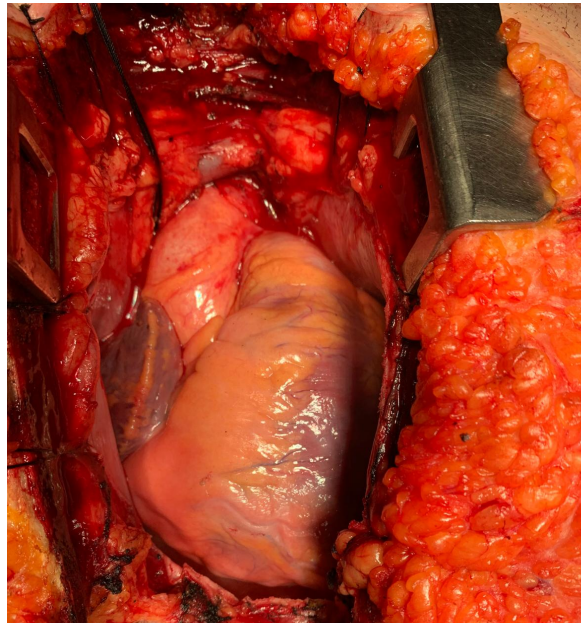


*Ilustración 15: Resultado final cirugía coronaria. Fuente: Propia*

### 3.3.3. *Trasplante cardiaco*

El trasplante cardíaco es un tipo de cirugía en la que se sustituye el corazón de un paciente con insuficiencia cardíaca terminal por un corazón sano de un donante fallecido. Este procedimiento se realiza cuando otras opciones terapéuticas han fallado y comienza con la selección de un donante adecuado, cuyo corazón debe ser extraído (Ilustración 16) y conservado bajo estrictos protocolos, ya sea en el mismo hospital o transportado desde otro centro. Durante la intervención, el paciente es conectado a una CEC que mantiene la circulación mientras se retira el corazón dañado y se implanta el nuevo, utilizando técnicas como la anastomosis ortotópica bicava, la más común hoy en día. El éxito del trasplante depende de la compatibilidad entre donante y receptor, la salud del paciente, y la rapidez del proceso.

Tras la cirugía, se requiere un estricto tratamiento inmunosupresor y un monitoreo continuo para evitar el rechazo del órgano.



*Ilustración 16: Corazón donante sano empleado para hacer trasplante. Fuente: Propia*

### **3.4. Indicadores del bloque quirúrgico**

Para mejorar un flujo de trabajo o proceso, es esencial utilizar indicadores clave que permitan evaluar la situación actual y medir el impacto de las estrategias implementadas. Estos indicadores proporcionan datos que ayudan a identificar áreas de mejora, establecer metas claras, y asegurar un uso eficiente de los recursos. Además, facilitan la toma de decisiones informadas y promueven una mejora continua en la calidad de atención al paciente, optimizando así el rendimiento operativo del bloque quirúrgico.

#### *3.4.1. Indicadores esenciales para estudiar el estado de un área quirúrgica*

Para detectar los problemas en los quirófanos de cirugía cardíaca del HCUV, el primer paso es identificar los indicadores clave de rendimiento que permitan señalar las áreas problemáticas y así encontrar posibles mejoras. En los datos proporcionados por el jefe de unidad, se analizaron los datos para establecer relaciones y se identificaron los siguientes indicadores:





1. Índice neto de ocupación de quirófanos (INOQ):

En los estándares y recomendaciones elaborados por el Ministerio de Sanidad y Política Social (2009) se define este indicador como:

*INOQ (Índice neto de ocupación de quirófanos)*

$$\text{INOQ} = \frac{\sum C}{\sum \text{horas agendadas para cada quirófano}} \times 100 \quad [1]$$

C → Tiempos entre la entrada y la salida de quirófano de cada uno de los pacientes en quirófanos de cirugía programada.

Este indicador, cuyo resultado se proporciona mensualmente, ofrece una visión sobre el desempeño de los quirófanos al analizar la proporción entre el tiempo real empleado en cada intervención y el tiempo que se tenía programado. Un índice bajo sugiere la necesidad de realizar cambios en la organización y planificación de las operaciones para optimizar el uso del tiempo disponible.

En el estudio realizado por Serra et al. (2011), se sugiere que, para lograr un rendimiento óptimo de los quirófanos, el índice de ocupación debería situarse entre un 80% y un 85%. Por lo tanto, en este trabajo, se establece un estándar del 82%, calculado como la media de esos valores. Alcanzar este nivel indica que los quirófanos se están utilizando de manera eficiente, maximizando el tiempo disponible sin afectar negativamente ni al paciente ni al personal. Además, este valor permite realizar comparaciones de eficiencia entre diferentes áreas dentro del bloque quirúrgico.

2. Porcentaje de cancelación de cirugías (DOSC): Indicador en porcentaje que relaciona el número total de cirugías canceladas con el número total de cirugías programadas. Se trata de un índice que se valora mensualmente (Alanazi y Milton, 2023).



*DOSC (Porcentaje de cancelación de cirugías)*

$$DOSC = \frac{\text{Numero total cirugías canceladas}}{\text{Numero total cirugías programadas}} \times 100 \quad [2]$$

El estudio realizado por Alanazi y Milton (2023) se centró en investigar las causas de cancelaciones en cirugías cardíacas, que representaban el 9% en su hospital. Los hallazgos indicaron que la mayoría de las cancelaciones se debían a razones no clínicas, principalmente por la inclusión de cirugías de emergencia. Se propuso desarrollar estrategias para mejorar la eficiencia del quirófano y permitir la realización de intervenciones de emergencia sin necesidad de cancelar las cirugías programadas.

Olson y Dhakal (2015) concluyeron, tras analizar estudios de otros hospitales y evaluar los problemas específicos que causaban cancelaciones en su propio centro, que, establecer una tasa de cancelación del 5% permitía alcanzar tanto la eficiencia y el rendimiento hospitalario como la satisfacción del paciente. En el estudio propuesto en este trabajo, se establecerá, por lo tanto, un índice estándar de cancelación del 5% como referencia.

3. Lista de espera quirúrgica (LEQ): Para evaluar la evolución de la lista de espera quirúrgica (LEQ), es fundamental equilibrar el número de pacientes que ingresan y salen cada mes. Si se obtienen valores negativos, esto indica una deficiencia en el rendimiento del área quirúrgica. Implementar estrategias que aborden este desequilibrio puede contribuir a solucionar estos problemas.

*Diferencia LEQ*

$$Diferencia LEQ = \text{salidas}^{(t)} - \text{entradas}^{(t)} \quad [3]$$

De esta forma:

- Diferencia LEQ > 0: Salen más pacientes en la LEQ de los que entran. Se trata, por lo tanto, del objetivo principal.
- Diferencia LEQ < 0: Entran más pacientes en la LEQ de los que salen.



Otra forma de analizar la evolución de la lista de espera quirúrgica (LEQ) es a través del estudio de la acumulación de pacientes en la lista a lo largo del tiempo.

*Pacientes acumulados al final del mes*

$$pacientes_{final}^{(t)} = pacientes_{inicial}^{(t)} + entradas^{(t)} - salidas^{(t)} \quad [4]$$

Donde:

- $pacientes_{final}^{(t)}$  : Número de pacientes acumulados al final del mes  $t$ .
- $pacientes_{inicial}^{(t)}$  : Número de pacientes acumulados al inicio del mes  $t$  o al final del mes  $t-1$ .
- $entradas^{(t)}$ : Número de pacientes añadidos a la LEQ en el mes  $t$ .
- $salidas^{(t)}$ : Número de pacientes que salieron de la LEQ en el mes  $t$ .

4. Flujo diario de pacientes: Indicador que permite determinar cuántos pacientes deben ser atendidos diariamente en el servicio quirúrgico para satisfacer la demanda de la lista de espera quirúrgica (LEQ).

*Flujo diario de pacientes*

$$Flujo\ diario\ de\ pacientes = \frac{pacientes_{inicial}^{(t)}}{Numero\ de\ dias} \quad [5]$$

5. Tiempo de tarea: Índice que ayuda a identificar la demanda de los pacientes. Esto optimiza el flujo de trabajo y minimiza las fases inactivas del proceso.

*Tiempo de tarea*

$$Tiempo\ de\ tarea = \frac{Tiempo\ disponible}{Volumen} = \frac{Minutos\ de\ trabajo\ disponibles}{Flujo\ diario\ de\ pacientes} \quad [6]$$



### 3.4.2. Indicadores para analizar las fases de una intervención quirúrgica

Después de evaluar la situación inicial de un servicio quirúrgico específico, el siguiente paso es identificar los indicadores adecuados para analizar las intervenciones quirúrgicas. Esto permitirá reducir o eliminar las etapas que retrasan los procesos, mejorando tanto la eficiencia del servicio como la satisfacción del paciente.

Primero, es fundamental identificar en un proceso las actividades que generan valor, las que no generan valor y aquellas que, aunque no generan valor, son necesarias para garantizar que el proceso se lleve a cabo de manera adecuada. Fitria y sus compañeros del departamento de Ingeniería Industrial fueron coautores de una revista publicada en 2019 titulada “*Implementing Lean Healthcare for Identifying and Minimizing Waste: Case Study: Eye Hospital’s Outpatient Installation in Indonesia*” en la cual establecieron e implementaron los siguientes indicadores para analizar el proceso de atención primaria de un paciente, desde su llegada a la sala de espera hasta la finalización de la atención médica (Fitria et al., 2019):

1. Total VA: Porcentaje del tiempo invertido en actividades que influyen de manera positiva en el resultado final deseado de un proceso. En el contexto de los procedimientos quirúrgicos, esto se refiere a las actividades que contribuyen al éxito de la intervención y a la mejora de la salud del paciente. Valores de VA próximos al 100% reflejan que la mayor parte del tiempo disponible se destina a actividades que generan valor, lo cual está asociado con un indicio de alta eficiencia clínica

*Tiempo de actividades VA*

$$VA = \frac{\text{Tiempo de actividades que aportan valor}}{\text{Tiempo total}} \times 100 \quad [7]$$

2. Total NVA: Índice que mide la proporción de tiempo que se dedica a actividades que no aportan valor en relación con el tiempo total. En el contexto del bloque quirúrgico, esto abarca los tiempos de espera innecesarios, errores en los procedimientos que requieren repetición, o retrasos en las intervenciones debido a ausencias, fallos en el inventario o en el equipo médico. Valores de NVA cercanos al 100% indican que una gran parte del tiempo disponible se emplea en actividades sin valor añadido, lo que refleja una ineficiencia quirúrgica y señala la necesidad de mejorar el proceso para lograr un rendimiento óptimo.



*Tiempo de actividades NVA*

$$NVA = \frac{\text{Tiempo de actividades que no aportan valor}}{\text{Tiempo total}} \times 100 \quad [8]$$

3. Total NVA-R: Índice que evalúa la proporción de tiempo invertido en actividades que, aunque no contribuyen directamente al valor del proceso, son esenciales para cumplir con las normativas y garantizar la seguridad en la intervención. En el contexto quirúrgico, estas actividades incluyen la esterilización de instrumentos, la verificación del correcto funcionamiento de los equipos médicos, y la documentación del paciente para cumplir con los requisitos legales y de calidad, como el listado de verificación de seguridad quirúrgica, la historia clínica anestésica, y el registro de enfermería en el quirófano. Valores cercanos al 100% en este índice (NVA-R) indican que una gran parte del tiempo total se destina a actividades que, aunque no aportan valor añadido, son indispensables y no pueden ser eliminadas sin repercutir negativamente en el proceso.

*Tiempo de actividades NVA-R*

$$NVA - R = \frac{\text{Tiempo en tareas necesarias pero no valiosas}}{\text{Tiempo total}} \times 100 \quad [9]$$

Por otro lado, Delisle (2015), en su libro “*Executing Lean Improvements: A Practical Guide with Real-World Healthcare Case Studies*”, estableció conexiones entre los indicadores anteriores y diseñó nuevos indicadores que son fundamentales para analizar la situación actual de un proceso, diseñar planes de mejora y, finalmente, comparar los resultados previos con los obtenidos después de la implementación.

6. Tiempo de espera o NVA tipo II: Tiempo de espera entre las diversas etapas de un proceso.



7. Tiempo de ciclo: Tiempo necesario para completar una etapa específica del proceso, sin considerar los tiempos de espera.

*Tiempo de ciclo*

$$\text{Tiempo de ciclo} = VA + NVA + NVA - R - \text{Tiempo de espera} \quad [10]$$

8. Tiempo de ejecución: Tiempo total del proceso, que incluye todas las etapas desde el momento en el que el paciente ingresa al <sup>14</sup>*gamba* hasta que sale.

*Tiempo de ejecución*

$$\text{Tiempo de ejecución} = \text{Tiempo de ciclo} + \text{Tiempo de espera} \quad [11]$$

9. Estado actual: VSM que representa el proceso actual, en el que se reflejan todas las actividades, tanto las que aportan valor como las que no.
10. Estado futuro: VSM que representa cómo quedaría el proceso después de reducir o incluso mejorar todas las actividades NVA.
11. First-pass yield (FPY): Porcentaje que representa la frecuencia con la que una etapa se completa correctamente en el primer intento, sin errores. Este indicador es estimado por los profesionales responsables de esa fase específica.
12. First-pass yield final (FPYs): Porcentaje que se obtiene tras multiplicar todos los FPY de cada etapa. Cuanto más próximo esté a 100%, el proceso será más eficiente. En los casos en los que se dispone de muchas subetapas dentro de una etapa, el FPY global se calcula mediante la multiplicación de los FPY de las etapas, que estos a su vez se determinan calculando la media de las subetapas.

*FPYs*

$$FPYs = \prod_{i=1}^n FPY_i \quad [12]$$

---

<sup>14</sup> Entorno de trabajo donde el personal sanitario realiza sus actividades diarias. Conocer este *gamba* específico permite identificar dónde se genera valor y dónde se encuentran los desperdicios o las oportunidades de mejora más comunes, lo que contribuye a mejorar la calidad y la eficiencia en el entorno de trabajo (Hamilton, 2023).



13. Ratio de valor añadido: Proporción del tiempo total que se emplea en la realización de actividades que aportan valor en el paciente frente a aquellas que no.

*Ratio de valor añadido*

$$\text{Ratio de valor añadido} = \frac{VA}{\text{Tiempo de ejecución}} = \frac{VA}{VA+NVA+NVA-R} \quad [13]$$

Donde:

- Tiempo disponible: Cantidad de minutos disponibles para trabajar en un *gemba* específico durante un día.
- Volumen: La cantidad de pacientes que deben asistir a ese *gemba* para optimizar el rendimiento del quirófano.

Un ratio de valor añadido alto se interpreta tal que una gran parte del tiempo disponible en el quirófano se dedica a actividades que aportan valor, luego, se podría considerar como una métrica de rendimiento o eficiencia de un quirófano.



## Capítulo 4. Metodología

### 4.1. Planteamiento del problema

Antes de implementar cualquier mejora en un proceso quirúrgico, es crucial realizar un análisis exhaustivo de la situación actual del servicio quirúrgico. Este análisis permite comparar los valores iniciales con los estándares establecidos, lo que facilita la identificación de áreas específicas donde es posible lograr mejoras efectivas.

Con este propósito, se utilizaron los datos proporcionados por el servicio de cirugía cardíaca junto con los indicadores relacionados con el estado del servicio. Esta evaluación no solo ayuda a establecer una línea base, sino que también proporciona una comprensión clara de las discrepancias entre la práctica actual y los objetivos deseados, permitiendo





así priorizar las intervenciones que tendrán el mayor impacto en la eficiencia y la calidad del servicio quirúrgico. A partir de este análisis, se determinaron los siguientes valores:

- Índice neto de ocupación de quirófanos o rendimiento quirúrgico: Empleando el indicador [1], que relaciona la hora de entrada y salida de los pacientes con el tiempo disponible del quirófano, se determinó que el rendimiento medio del quirófano en 2022 fue del 76% mientras que en 2023 ascendió al 77,77%.

Tabla 6: Índice neto de ocupación de quirófanos en 2022

2022	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<b>TIEMPO UTILIZADO</b>	131	188	185	165	203	188	128	119	168	169	176	120
<b>TIEMPO ASIGNADO</b>	162	243	259	223	266	253	188	140	230	231	231	146
<b>ÍNDICE NETO DE OCUPACIÓN</b>	80,86	77,37	71,43	73,99	76,32	74,31	68,09	85	73,04	73,16	76,19	82,19

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el servicio de cirugía cardíaca.

Tabla 7: Índice neto de ocupación en quirófanos en 2023

2023	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<b>TIEMPO UTILIZADO</b>	152	230	228	152	175	172	114	110	185	225	129	127
<b>TIEMPO ASIGNADO</b>	170	266	310	208	247	209	166	140	228	273	190	161
<b>ÍNDICE NETO DE OCUPACIÓN</b>	89,4	86,47	73,55	73,08	70,85	82,3	68,67	78,57	81,14	82,42	67,89	78,88

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el servicio de cirugía cardíaca.

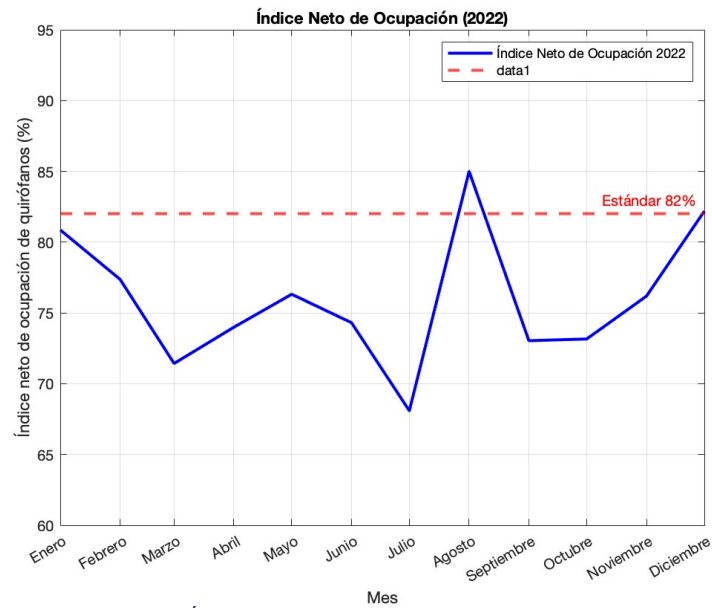


Ilustración 17: Índice neto en ocupación de quirófanos en 2022

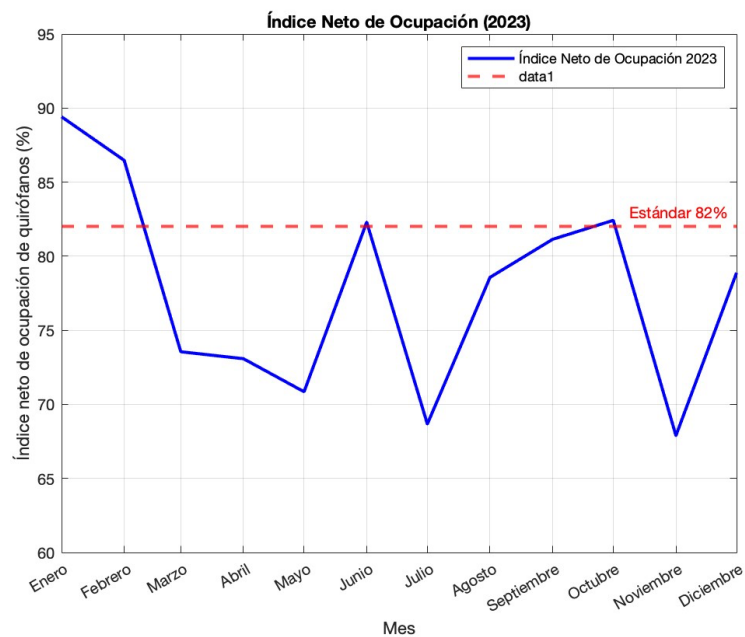


Ilustración 18: Índice neto de ocupación de quirófanos en 2023

- **Gráfica 2022:** El índice neto de ocupación de quirófanos comenzó en 81% y experimentó altibajos durante el año, con el punto más bajo en marzo (71%) y el más alto en agosto. El rendimiento estuvo mayormente por debajo del estándar, salvo en agosto y diciembre (Tabla 6 e Ilustración 17).



- **Gráfica 2023:** Inició con un rendimiento alto cercano al 90% en enero, pero sufrió caídas significativas, especialmente en marzo (74%) y noviembre (67%). Sin embargo, mostró una recuperación en junio y octubre, superando el estándar en estos meses (Tabla 7 e Ilustración 18).
- **Comparación entre los resultados obtenidos en 2022 y 2023:** Ambos años mostraron una tendencia descendente al inicio, pero 2023 tuvo una recuperación más sostenida en la segunda mitad. El promedio anual mejoró de 76% a 78%, aunque aún por debajo del estándar.
- **Conclusión:** Aunque 2023 comenzó con un mejor desempeño, ambos años enfrentaron desafíos en mantener un rendimiento constante. La recuperación en 2023 fue más sólida en la segunda mitad del año.
- **Porcentaje de cancelación de cirugías:** Empleando el indicador [2] que relaciona el número de intervenciones programadas y las suspendidas mensualmente, se determinó que el porcentaje medio de cancelación de cirugías cardíacas en 2022 fue el 5% mientras que en 2023 este valor ascendió a 5,23%.

Tabla 8: Porcentaje de intervenciones canceladas en 2022.

2022	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
PRORAMADAS	26	36	38	31	40	37	26	21	31	35	33	25
SUSPENDIDAS	2	1	1	1	3	2	1	1	2	1	2	2
% CANCELACIÓN	7,7	2,78	2,6	3,2	7,5	5,41	3,85	4,76	6,5	2,86	6,06	8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el servicio de cirugía cardíaca.

Tabla 9: Porcentaje de intervenciones canceladas en 2023.

2023	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
PROGRAMADAS	28	42	44	30	35	31	25	22	36	40	25	22
SUSPENDIDAS	2	3	1	1	3	1	1	1	1	3	1	2
% CANCELACIÓN	7,14	7,14	2,27	3,33	8,57	3,23	4	4,55	2,78	7,5	4	9,09

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proporcionados por el servicio de cirugía cardíaca.



- **Tabla 2022:** Durante 2022, se planificaron entre 21 y 40 intervenciones quirúrgicas mensuales. En enero, mayo, junio, septiembre, noviembre y diciembre, el porcentaje de cancelaciones superó el 5%, reflejando un desempeño inferior al estándar. En los otros meses, las cancelaciones se mantuvieron por debajo del 5% (Tabla 8).
- **Tabla 2023:** En 2023, la tendencia de cancelaciones continuó similar a la de 2022. Los meses con cancelaciones superiores al 5% fueron enero, febrero, mayo, octubre y diciembre. En los demás meses, aunque las cancelaciones estuvieron por debajo del 5%, en muchos casos se acercaron al 4% (Tabla 9).
- **Comparación:** En 2022, hubo seis meses con cancelaciones superiores al 5%, mientras que en 2023 fueron cinco. Sin embargo, en 2023 los meses que superaron este umbral presentaron porcentajes más altos que en 2022. A nivel anual, 2023 resultó ligeramente peor, con un promedio de cancelaciones de 5.26% frente al 5.01% de 2022.
- **Conclusiones:** En 2022, enero, mayo, junio, septiembre, noviembre y diciembre no lograron mantener las cancelaciones por debajo del 5%, con diciembre como el mes más problemático (8%). En 2023, cinco meses no cumplieron con el estándar, destacando nuevamente diciembre con el mayor número de cancelaciones (9%). Aunque 2023 mostró una ligera mejora en el número de meses con altas cancelaciones, los porcentajes fueron más altos, señalando que enero y diciembre siguen siendo críticos y requieren intervención para mejorar.
- Lista de espera quirúrgica: Haciendo uso del indicador [3], que relaciona la existencia de un balance positivo o negativo en la LEQ al final del mes, junto con el indicador [4] que determina el número de pacientes acumulados en la LEQ al final del mes, se observó un ascenso de la LEQ que pasó de 50 pacientes en enero de 2022 a 85 pacientes en diciembre de 2023.



Tabla 10: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2022.

2022	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<b>ENTRADAS</b>	19	26	24	25	26	22	24	19	15	24	33	25
<b>SALIDAS</b>	15	29	28	24	27	26	18	8	17	29	23	16
<b>DIFERENCIA (SALIDAS – ENTRADAS)</b>	-4	3	4	-1	1	4	-6	-11	2	5	-10	-9
<b>PACIENTES EN ESPERA AL FINAL DEL MES</b>	50	47	43	44	43	39	45	56	54	49	59	68

Tabla 11: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2023

2023	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<b>ENTRADAS</b>	20	24	27	17	27	27	17	21	22	26	17	28
<b>SALIDAS</b>	19	29	26	17	28	26	15	13	25	29	14	15
<b>DIFERENCIA (SALIDAS – ENTRADAS)</b>	-1	5	-1	0	1	-1	-2	-8	3	3	-3	-13
<b>PACIENTES EN ESPERA AL FINAL DEL MES</b>	69	64	65	65	64	65	67	75	72	69	72	85

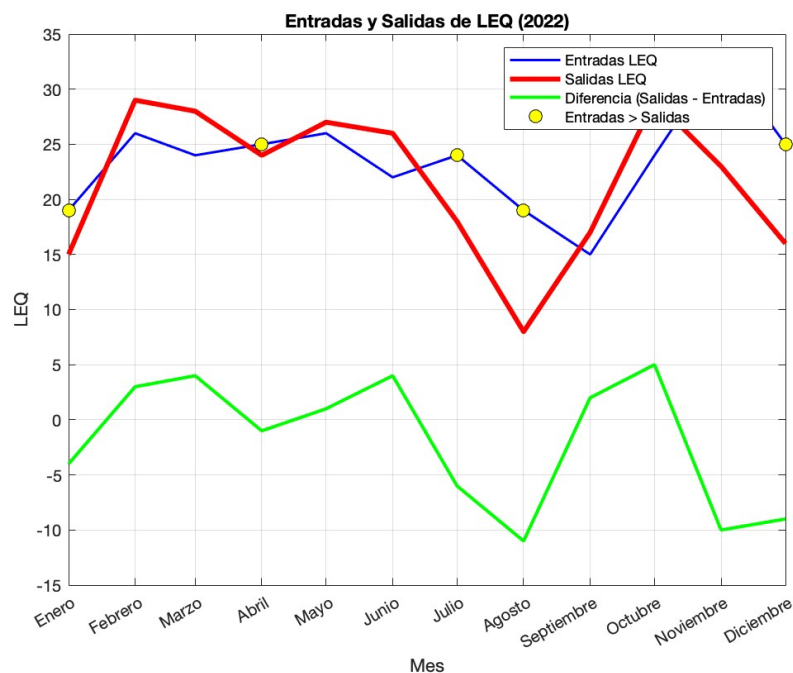


Ilustración 19: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2022

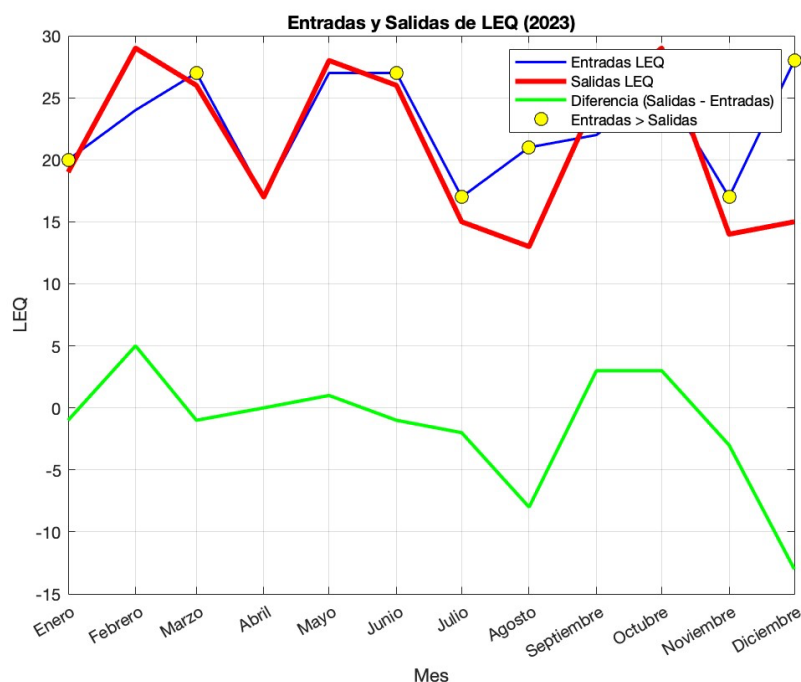


Ilustración 20: Balance de entradas y salidas de la LEQ en 2023

- **Gráfica 2022:** En 2022, las entradas y salidas de la LEQ mostraron variaciones significativas. Febrero, marzo, mayo, junio, octubre y noviembre tuvieron un balance positivo con más salidas que entradas. En contraste, enero, abril, julio, agosto, septiembre y diciembre mostraron un balance negativo (Tabla 10 e Ilustración 19).
- **Gráfica 2023:** En 2023, la tendencia cambió ligeramente. Solo febrero, septiembre y octubre mostraron un balance positivo, con más salidas que entradas. La mayoría de los meses tuvieron un balance negativo, indicando más entradas que salidas (Tabla 11 e Ilustración 20).
- **Comparación:** En 2022, seis meses registraron más salidas que entradas, mientras que en 2023 solo tres meses presentaron esta tendencia. Aunque el balance anual fue negativo en ambos años, 2023 mostró una mejora ligera en la media de la diferencia entre salidas y entradas (-1.42 frente a -1.83 en 2022), sugiriendo un manejo ligeramente mejor del flujo a pesar de la tendencia general negativa.



- **Conclusiones:** El 2022 tuvo un balance mensual más favorable en comparación con 2023, indicando una gestión más efectiva del flujo de LEQ. A pesar de que en 2023 hubo menos meses con salidas superiores a entradas, la mejora en la media de la diferencia sugiere un balance general más positivo. Identificar las causas de la baja en intervenciones quirúrgicas es clave para lograr un balance de LEQ positivo en el futuro.
- **Flujo diario de pacientes:** Aplicando el indicador [5] se puede determinar el número de pacientes que deberían ser intervenidos diariamente para alcanzar un balance positivo en la LEQ.

Tabla 12: Flujo diario de pacientes en 2022

2022	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<b>PACIENTES EN ESPERA AL FINAL DEL MES</b>	50	47	43	44	43	39	45	56	54	49	59	68
<b>DÍAS</b>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
<b>FLUJO DIARIO DE PACIENTES</b>	1,6	1,68	1,39	1,47	1,39	1,3	1,45	1,81	1,8	1,58	1,97	2,19

Tabla 13: Flujo diario de pacientes en 2023

2023	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<b>PACIENTES EN ESPERA AL FINAL DEL MES</b>	69	64	65	65	64	65	67	75	72	69	72	85
<b>DÍAS</b>	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
<b>FLUJO DIARIO DE PACIENTES</b>	2,23	2,29	2,1	2,17	2,06	2,17	2,16	2,42	2,4	2,23	2,4	2,74

Al analizar los resultados de 2022 y 2023, se observó que, en 2022, el número de pacientes que debían ser intervenidos diariamente para mantener un balance positivo en la LEQ era de 2. Sin embargo, en 2023, la mayoría de los valores obtenidos superaban las 2 unidades, lo que implica que, para evitar acumulaciones en la LEQ, el número de pacientes que necesitarían ser intervenidos diariamente debería ser de 3. Es relevante mencionar que, además de estas intervenciones necesarias para mantener un balance positivo, se deben considerar las reintervenciones que podrían surgir debido a pacientes de emergencia que



son trasladados desde la REA al quirófano por complicaciones postquirúrgicas graves que, de no ser tratadas, podrían poner en riesgo su salud (Tabla 12 y Tabla 13).

- Tiempo de tarea: Haciendo uso del indicador [6] que relaciona el tiempo disponible de un quirófano en condiciones normales (8:00 – 15:00) junto con el número de pacientes que tienen que ser intervenidos diariamente para que el balance de la LEQ sea positivo al final de mes se obtuvo el tiempo que tendría que durar la intervención para poder cumplir con los objetivos.

Tabla 14: Tiempo de tarea de intervenciones quirúrgicas en 2022

2022	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
TIEMPO DISPONIBLE	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
FLUJO DIARIO DE PACIENTES	1,61	1,68	1,39	1,47	1,39	1,3	1,45	1,81	1,8	1,58	1,97	2,19
TIEMPO DE TAREA	261	250	302	285,7	302,2	323,1	289,7	232,0	233,3	265,8	213,2	191,8

Tabla 15: Tiempo de tarea de intervenciones quirúrgicas en 2023

2023	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
TIEMPO DISPONIBLE	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420	420
FLUJO DIARIO DE PACIENTES	2,23	2,29	2,1	2,17	2,06	2,17	2,16	2,42	2,4	2,23	2,4	2,74
TIEMPO DE TAREA	188,34	183,41	200	193,55	203,88	193,55	194,44	173,55	175	188,34	175	153,28

Tras analizar los resultados, se estimó que la duración media de una intervención de cirugía cardíaca en 2022 fue de 262 minutos. Sin embargo, en 2023, debido a la necesidad de intervenir a 2 pacientes al día, este tiempo se redujo a 185 minutos. Este tiempo es prácticamente inalcanzable, ya que las intervenciones de cirugía cardíaca no pueden completarse en un periodo tan corto (Tabla 14 y Tabla 15).





## 4.2. Herramientas de Lean Healthcare

En el bloque quirúrgico, hay una amplia variedad de quirófanos, cada uno o un grupo de ellos dedicado exclusivamente a intervenciones de un servicio quirúrgico específico. Dependiendo del tipo de intervención, algunos quirófanos realizan procedimientos breves, como en el caso de la cirugía mayor ambulatoria (CMA), donde se pueden llevar a cabo hasta ocho intervenciones diarias. Por otro lado, hay quirófanos que manejan un gran volumen de inventario, como los destinados a traumatología.

Existen también quirófanos donde las intervenciones son de larga duración, como en cirugía cardíaca o neurocirugía. En particular, en cirugía cardíaca, además de la prolongada duración de las intervenciones, se caracteriza por un uso limitado de inventario debido a que las cirugías son predominantemente manuales y no utilizan técnicas de endoscopia.

Dependiendo del quirófano en el que se enfoque el estudio, se emplean herramientas específicas de Lean Healthcare. En este trabajo, se decidió aplicar mejoras en las intervenciones de cirugía cardíaca, utilizando principalmente tres herramientas:

- PDCA: Esta herramienta facilita la monitorización de los cambios, abarcando desde la planificación del plan de mejora, su implementación, verificación y ajuste según las necesidades futuras.
- VSM: Durante la planificación, se diseña un VSM para dividir el proceso en varias etapas, lo que permite identificar desde qué perspectiva se pueden implementar mejoras.
- Kaizen: En cirugía cardíaca, donde los recursos materiales son limitados y las intervenciones prolongadas, pero con un equipo de personal sanitario numeroso <sup>15</sup>, la coordinación y mejora continua pueden reducir los tiempos entre etapas, asegurar que las intervenciones comiencen a tiempo <sup>16</sup> y disminuir la duración total de la intervención, sin afectar el tiempo clínico. Esto no solo mejora el rendimiento, sino que también permite realizar cirugías menores (aquellas que no requieren circulación

---

<sup>15</sup> En una intervención de cirugía cardíaca participan celadores, enfermeras, una perfusionista, dos instrumentistas, tres enfermeras de control, un anestésista, un anestésista residente, un cirujano y dos cirujanos residentes.

<sup>16</sup> El horario disponible medio de un quirófano es de 8:00 a 15:00.



extracorpórea), lo que podría reducir significativamente la LEQ tanto en cirugía cardiovascular como en otros servicios quirúrgicos, gracias a la presencia de un quirófano libre.

El uso de las herramientas se utilizará de la siguiente manera:

La herramienta PDCA constituirá la base de nuestro estudio ya que el planteamiento de la mejora consiste en proponer mejoras que favorezcan el rendimiento quirúrgico. Es por ello por lo que el análisis de la situación inicial del proceso quirúrgico mediante indicadores resulta esencial para poder sacar conclusiones.

La segunda fase, “hacer”, se ayudará de la herramienta VMS ya que la elaboración de mapas de procesos facilita el análisis de entorno de estudio.

La fase “actuar” se realizará con la ayuda de “Kaizen” ya que fundamentalmente implementa mejoras que ayudan a disminuir los tiempos de nuestro proceso.

Puesto que el objetivo de este trabajo consiste en el análisis del rendimiento de un procedimiento en el bloque quirúrgico, el diseño de estrategias que disminuyan los tiempos perdidos que reducen el tiempo utilizado de un quirófano será nuestro objetivo final, en este caso.

La última fase de PDCA consiste en analizar los datos obtenidos para comprobar los datos iniciales con los finales. Es por ello por lo que, como se explicó en el desarrollo de la herramienta VSM, para comprobar que la implementación de un proceso de mejora ha salido de forma óptima, además del mapa de proceso inicial, es esencial hacer uso de uno final para hacer comparaciones de cómo quedaría el rendimiento de un quirófano tras el establecimiento de las mejoras oportunas, siempre y cuando no perjudiquen al paciente.



### **4.3. Intervención de estudio: La cirugía valvular**

#### *4.3.1. VMS*

Como se mencionó en los capítulos “Principios Fundamentales de Lean Healthcare” y “Herramientas y técnicas de Lean Healthcare”, una vez definido el valor, el siguiente y más crucial paso es diseñar el VMS con el propósito de analizar todas las etapas de un proceso e identificar aquellas que aportan valor y aquellas que no. Esto permitirá optimizar el rendimiento del proceso mediante la implementación de soluciones sencillas que no requieran un alto coste económico.

Como se comentó en apartados previos, en el servicio de cirugía cardíaca se puede analizar el rendimiento de las principales intervenciones mayores: las cirugías valvulares, las coronarias y los trasplantes cardíacos. De estos tres tipos, el tercero se descartó.

Aunque los trasplantes cardíacos también son procedimientos comunes, este trabajo no se centrará en mejorar dichas intervenciones debido a la dificultad en la estimación de tiempos <sup>17</sup>, que es consecuencia de la baja frecuencia mensual de trasplantes cardíacos y del hecho de que el proceso no se inicia en el bloque quirúrgico, sino en el hospital del donante y continúa hasta el hospital del receptor.

Para que un VMS en trasplantes fuera realmente exitoso, sería necesario considerar las etapas llevadas a cabo en ambos hospitales, el transporte en helicóptero, la coordinación entre todo el personal involucrado, etc. Por estas razones, la aplicación de Lean en estos procedimientos se excluye de este trabajo, y se propone como una línea de estudio futura. Por otra parte, las cirugías valvulares y las coronarias son muy similares, ya que, el flujograma de procesos coincide en todos los puntos, siendo la única diferencia entre uno y otro la labor que hace el cirujano.

Como hemos ido comentando, el objetivo principal de este trabajo consiste en proponer mejoras que favorezcan el rendimiento de un quirófano determinado, siempre y cuando no se vea afectada la salud del paciente.

---

<sup>17</sup> Según fuente del servicio de cirugía cardíaca del HCUV el número de trasplantes cardíacos implantados en 2022 fue de 11 mientras que en 2023 el dato ascendió a 13. Para poder realizar un estudio de VMS en trasplantes sería necesario hacer el estudio anual con el fin de poder asistir a todas intervenciones.



Las cirugías coronarias, debido a la necesidad de extraer homoinjertos propios del paciente, se prolongan más, pero, la presencia de personal externo sigue siendo la misma. Es por ello por lo que, debido a que las cirugías valvulares fueron las intervenciones que se realizaron con mayor frecuencia durante los meses de estudio, y que la mejora significativa del rendimiento quirúrgico podría favorecer todos los resultados obtenidos con los indicadores del estudio previo, se decidió proponer mejoras en este tipo de intervenciones.

En la Ilustración 21 se presenta el resultado del análisis VMS de una cirugía valvular. Como se explicó previamente, la primera fila muestra las principales etapas de la intervención junto con el promedio de los FPY (First Pass Yield) de las subetapas y la documentación clínica realizada en cada una. Para identificar con mayor precisión las actividades que no generan valor, cada etapa se desglosó en subetapas, asignándoles un color (verde, amarillo o rojo) según la clasificación: verde (VA), rojo (NVA) o amarillo (NVA-R). Este enfoque permite definir planes de mejora para optimizar las actividades sin valor añadido y, por lo tanto, incrementar el rendimiento quirúrgico.

Cada etapa incluye su respectivo FPY, y aunque teóricamente el FPY global sería el producto de todos los FPY, dado que estos son menores que uno, el resultado final sería muy reducido. Por este motivo, se utilizó el promedio de las subetapas para calcular el FPY final.

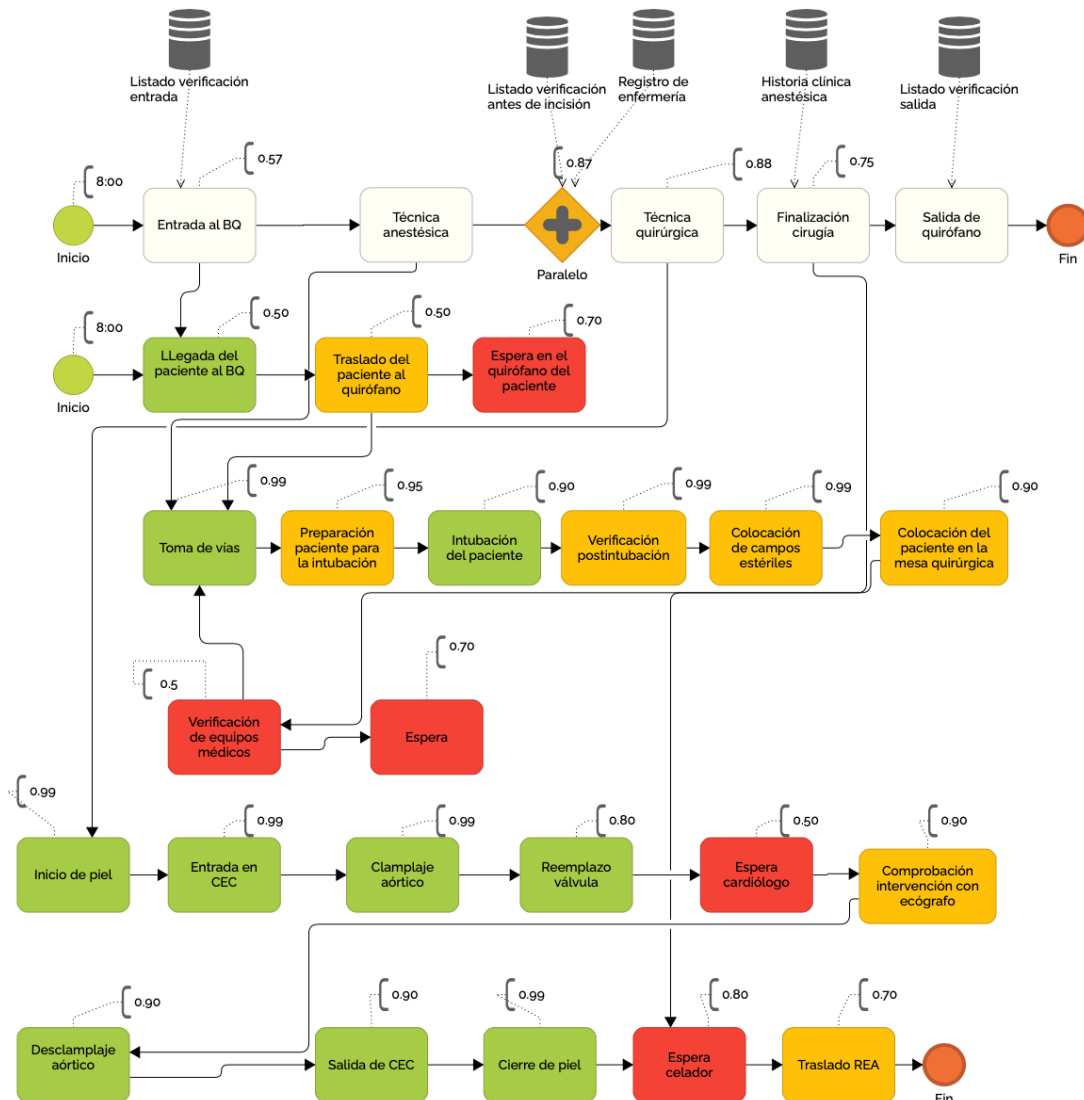


Ilustración 21: Mapa de flujo de valor de una intervención de cirugía valvular en el estado inicial. Fuente: Propia

#### 4.3.2. Estudios de tiempo y FPY

Después de diseñar el VMS en las técnicas de sustitución valvular, el siguiente paso es clasificar los tiempos obtenidos en categorías de VA, NVA o NVA-R; Esto permitirá relacionar el rendimiento estimado de estos procedimientos con los resultados observados en las Tabla 6 y Tabla 7.

La identificación de mudas (NVA) es esencial para detectar áreas de mejora, con el objetivo de reducirlas o eliminarlas en la medida de lo posible. De esta manera, se podrá acercar el rendimiento del quirófano al objetivo óptimo del 82%.



Para ello, tras una revisión exhaustivas de procedimientos de cirugía cardíaca se estimaron los siguientes tiempos en base a procedimientos en los que no se producían complicaciones quirúrgicas (Tabla 16).

Tabla 16: Clasificación de las actividades llevadas a cabo en situaciones de válvulas en el estado inicial. Fuente: Propia

Actividad	VA	NVA	NVA-R	FPY
Llegada del paciente a zona de recogida de pacientes		15		0.50
Traslado del paciente a quirófano			5	0.50
Espera en el quirófano por el paciente		15		0.70
Toma de vías	10			0.99
Preparación para la intubación			5	0.95
Intubación del paciente	25			0.90
Verificación post-intubación			2	0.99
Colocación de campos estériles			1	0.99
Colocación del paciente en la mesa quirúrgica por el celador			5	0.90
Verificación de equipos médicos		5		0.5
Tiempo desde la colocación del paciente hasta el inicio de la intervención		15		0.70
Inicio de piel	10			0.99
Entrada en CEC	15			0.99
Clampaje aórtico	10			0.99
Reemplazo de la válvula	95			0.8
Llamada al cardiólogo para verificar el éxito de la intervención		5		0.90
Comprobación con ecocardiograma			5	0.90
Desclampaje aórtico	10			0.90



Salida de CEC	15			0.90
Cierre de piel	30			0.99
Tiempo entre finalización intervención y traslado a REA		20		0.7
Traslado a REA			5	0.7
<b>TOTAL: 323</b>	220	75	28	



## Capítulo 5. Resultados y propuestas de mejora

Una vez se han clasificado los tiempos, el siguiente y más crucial paso es calcular el FPY que representa cada tipo de actividad. Dado que este estudio se lleva a cabo en el ámbito de la cirugía cardíaca, no se propone modificar las actividades VA ni las NVA-R, ya que reducir tiempos en actividades clínicas podría poner en riesgo al paciente. Asimismo, eliminar actividades que aseguran el éxito de la intervención, relacionadas con la seguridad y la calidad, podría tener un impacto directo en el bienestar del paciente.

El próximo paso será calcular los indicadores compatibles con el estudio y sabiendo que hasta el momento sólo se puede hacer una intervención diaria en ese quirófano tanto en intervenciones, la comparación con los resultados previos junto con los resultantes tras el establecimiento del plan de mejora podría mejorar el rendimiento neto de un quirófano. Esto supondría realizar un mayor número de intervenciones diarias, disminuir la LEQ, reducir las cancelaciones, y, finalmente y no menos importante, favorecer la calidad de asistencia sobre el paciente, ya que, el menor tiempo posible que esté un paciente en el bloque quirúrgico se verá reflejado en la recuperación postquirúrgica.

### 5.1.Resultados

El tiempo medio que tiene lugar una intervención de sustitución de válvula es de 323 minutos. De este tiempo, 220 minutos corresponden a actividades VA, lo que equivale a 65% (véase Tabla 16), 75 minutos a actividades NVA, es decir, el 23% (véase Tabla 16) y, finalmente, 28 minutos son actividades NVA-R, siendo el 12% (véase Tabla 16).





En la Ilustración 22 se muestra el porcentaje de actividades VA, NVA y NVA-R.

Además, de los 75 minutos identificados como actividades NVA, según la clasificación de los ocho tipos de desperdicios, solo cinco minutos estaban asociados a errores de inventario, mientras que los 85 minutos restantes se relacionaban con el desperdicio tipo "espera".

El estudio que se llevará a cabo a continuación se centrará en establecer planes de mejora que promuevan una mejor coordinación entre los profesionales externos al quirófano, con el objetivo de reducir las demoras durante las intervenciones, mejorando así el rendimiento quirúrgico y permitiendo mantener el quirófano disponible para futuras intervenciones.

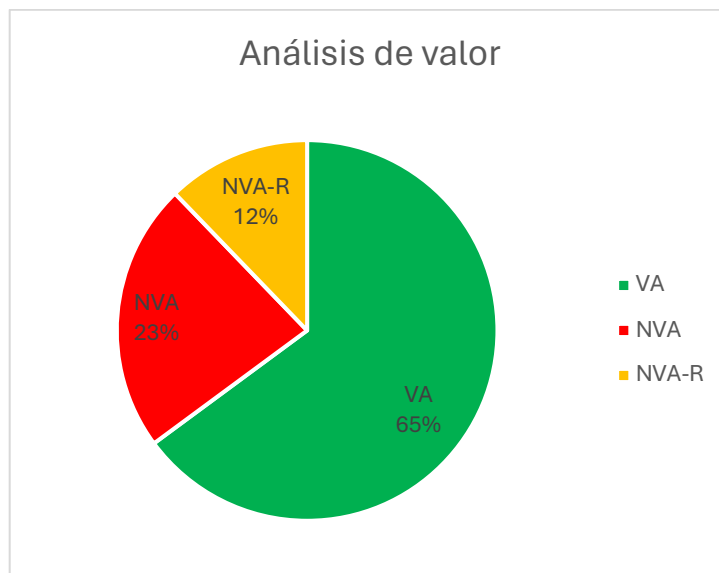


Ilustración 22: Análisis del valor cambio de válvula (inicial). Fuente: Propia

Para evaluar el rendimiento de un quirófano y siguiendo la definición de rendimiento neto quirúrgico, se optó por agrupar las actividades de valor añadido (VA) y las que no valor añadido pero requeridas (NVA-R) en una misma categoría, dado que no se planifican modificaciones en estas. Como resultado, la nueva clasificación de las actividades se presenta en la Ilustración 23, lo que refleja que el rendimiento del quirófano de cirugía



cardíaca, concretamente en servicios de cirugía valvular, es del 77%, lo que corresponde con el valor obtenido del estudio previo.

Dado que el objetivo de este trabajo consiste en establecer planes de mejora que consigan que un quirófano opere a rendimiento del 82%, el siguiente paso consistirá en proponer planes de mejora que reduzcan el porcentaje de actividades NVA.

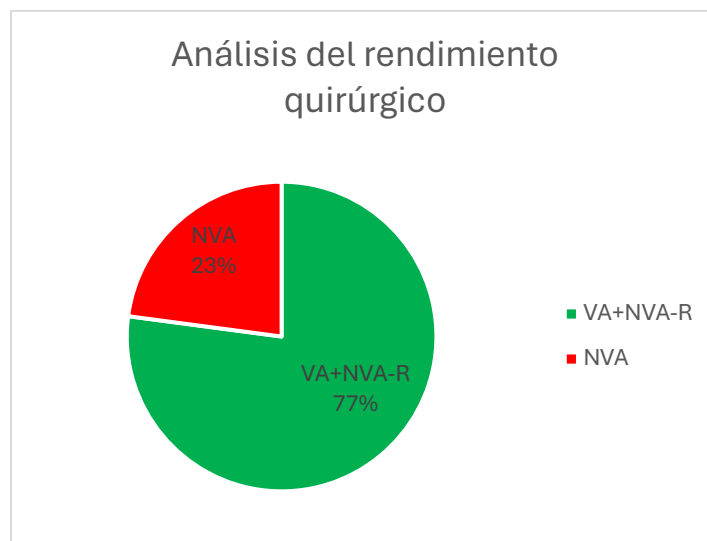


Ilustración 23: Análisis del rendimiento quirúrgico cambio de válvulas (inicial. Fuente: Propia

Para obtener conclusiones más detalladas, procederemos a aplicar los indicadores para analizar mencionados en el capítulo 3.4.2.

- Actividades VA: 220 minutos.
- Actividades NVA: 75 minutos.
- Actividades NVA-R: 28 minutos.
- $FPYs = \prod_{i=1}^{22} FPY_i = 0.0239$
- Tiempo de espera o NVA tipo II: 70 minutos.
- Tiempo de ciclo =  $VA + NVA + NVA - R - \text{Tiempo de espera} = 220 + 28 + 75 - 70 = 253$  minutos.
- Tiempo de ejecución =  $\text{Tiempo de ciclo} + NVA (\text{Tipo II}) = 253 + 70 = 323$  minutos.
- Ratio de valor añadido =  $\frac{VA}{\text{Tiempo de ejecución}} = \frac{220}{323} = 0.68 \cong 68\%$



## 5.2. Propuestas de mejora

A continuación, tras la observación de todas aquellas actividades que no aportan valor en una intervención quirúrgica, se trató de diseñar un plan estratégico que disminuyese en la medida de lo posible la duración de estas (Ilustración 24).

Como hemos visto, el éxito o fracaso de una intervención depende de todo el personal involucrado, tanto los que están en contacto directamente con el quirófano como el personal secundario.

Para ello, se diseñó un horario que debería seguir donde el personal, teniendo en cuenta el horario laboral. El paciente llegaría a la sala de recogida de pacientes a las 8:00, dejando un margen de error de 5 minutos. Cuando se analizaron las intervenciones se observó cómo el paciente antes de ser atendido por las enfermeras responsables de ponerles las vías ascendía a 15 minutos, puesto que, en el momento en el que el paciente entraba en la sala, el quirófano aún no estaba listo para poder ser atendido. Se observó, además, como, en muchos casos se verificaba el funcionamiento de determinados equipos médicos, como puede ser el ecocardiograma, el medidor de flujos, etc, siendo necesario en muchos casos sustituirlos por otros equipos, lo que producía una pérdida significativa de tiempo. Otra de las etapas que no aportan valor, se debían al largo tiempo que pasaba desde que el paciente estaba anestesiado, hasta que el celador llegaba y le colocaba. Cuando finalizaba la intervención, y antes de cerrar la herida, en la mayoría de los casos resulta indispensable contactar con un cardiólogo que verifique que la intervención ha finalizado con éxito. La coordinación con este tipo de profesionales también se vio alterada, ya que en muchos casos se tenía que interrumpir la operación hasta 10 minutos, como consecuencia de la ausencia de un cardiólogo disponible en ese momento para el paciente que estaban interviniendo. Finalmente, otra de las etapas que suponían mucho tiempo perdido se vio desde que finalizaba la intervención hasta que acudían al quirófano los celadores y trasladaban al paciente a la REA.

La mayor parte de actividades NVA no pertenecen a la labor que hacen los profesionales dentro del quirófano, sino a la ausencia de comunicación con el personal externo al quirófano. El establecimiento de un equipo coordinado en todo momento podría favorecer tanto al rendimiento del quirófano como a la recuperación del paciente, y además los



profesionales se verían beneficiados ya que se trata de intervenciones con un gran tiempo de duración.

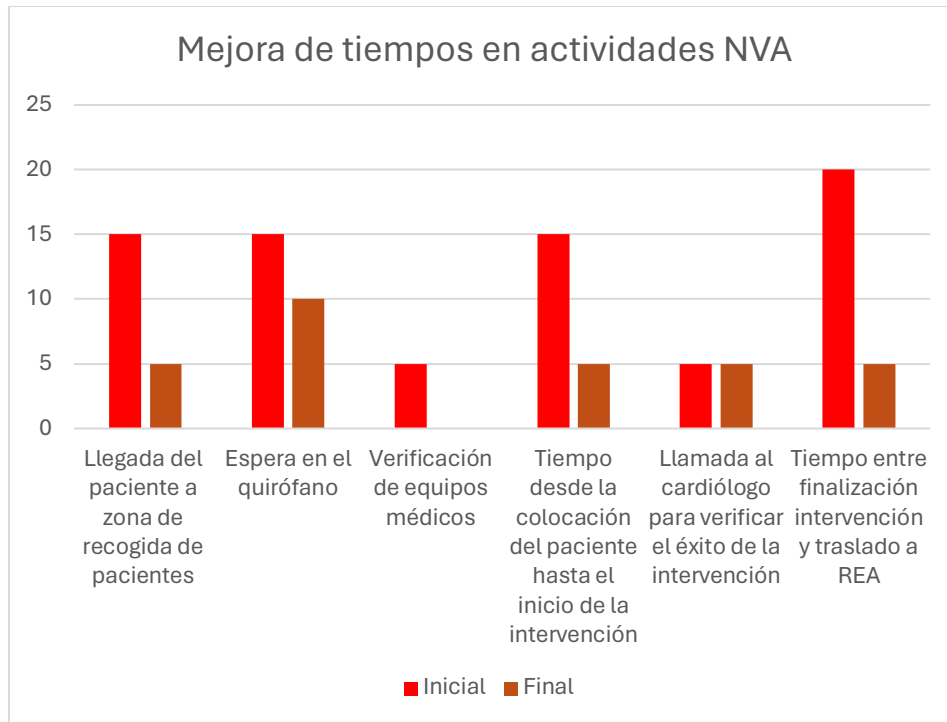


Ilustración 24: Mejora de tiempos en actividades NVA. Fuente: Propia

A continuación, se presentará el VMS (Ilustración 25) resultante tras implementar el plan de mejora propuesto. En este nuevo esquema, las actividades que han sido modificadas han cambiado de un color rojo a uno menos intenso, indicando que, aunque aún son consideradas actividades de valor no agregado (NVA), son inevitables en cualquier flujo quirúrgico. Como se puede observar, el FPY (First Pass Yield) de las actividades NVA ha experimentado un aumento significativo. Esto se debe a la implicación de todo el personal sanitario en el momento adecuado, lo que ha permitido que estas actividades se completen correctamente en el primer intento. Esto contrasta con la situación habitual, donde la atención en el primer intento puede verse afectada por la disponibilidad del personal, su ocupación con otros pacientes o incluso su ausencia. Antes de esta mejora, era común que se produjeran retrasos, afectando negativamente al proceso y, en última instancia, al paciente.

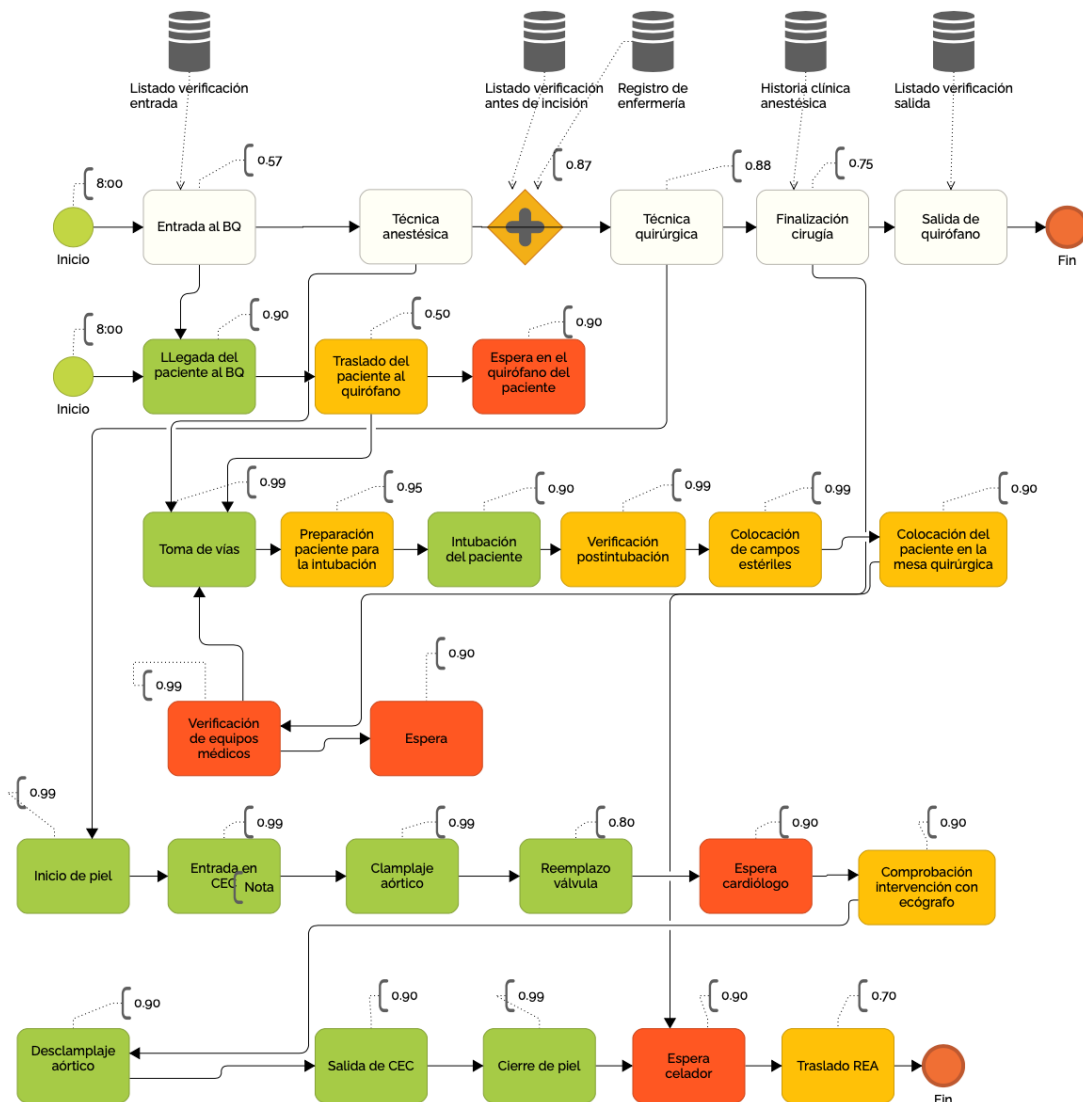


Ilustración 25: Mapa de flujo de valor tras la implementación de mejoras. Fuente: Propia

De nuevo, se volverá a analizar los tiempos resultantes que quedarían en todos los procesos involucrados en una intervención de cirugía valvular tras el diseño del plan estratégico de mejora (Tabla 17).



Tabla 17: Clasificación de las actividades llevadas a cabo en situaciones de válvulas en el estado final tras la propuesta de mejora. Fuente: Propia

Actividad	VA	NVA	NVA-R	FPY
Llegada del paciente a zona de recogida de pacientes		5		0.90
Traslado del paciente a quirófano			5	0.90
Espera en el quirófano por el paciente		10		0.90
Toma de vías	5			0.99
Preparación para la intubación			5	0.95
Intubación del paciente	25			0.90
Verificación post-intubación			2	0.99
Colocación de campos estériles			1	0.99
Colocación del paciente en la mesa quirúrgica por el celador			5	0.90
Verificación de equipos médicos		0		0.99
Tiempo desde la colocación del paciente hasta el inicio de la intervención		5		0.90
Inicio de piel	10			0.99
Entrada en CEC	15			0.99
Clampaje aórtico	10			0.99
Reemplazo de la válvula	100			0.8
Llamada al cardiólogo para verificar el éxito de la intervención		5		0.90
Comprobación con ecocardiograma			5	0.90
Desclampaje aórtico	10			0.90
Salida de CEC	15			0.90
Cierre de piel	30			0.99
Tiempo entre finalización intervención y traslado a REA		5		0.90
Traslado a REA			5	0.90



TOTAL: 278	220	30	28
------------	-----	----	----

El tiempo medio que tiene lugar una intervención de sustitución de válvula es de 278 minutos. De este tiempo, 220 minutos corresponden a actividades VA, lo que equivale a 77%, 30 minutos a actividades NVA, es decir, el 9% y, finalmente, 28 minutos son actividades NVA-R, siendo el 14% (Tabla 17 e Ilustración 26).

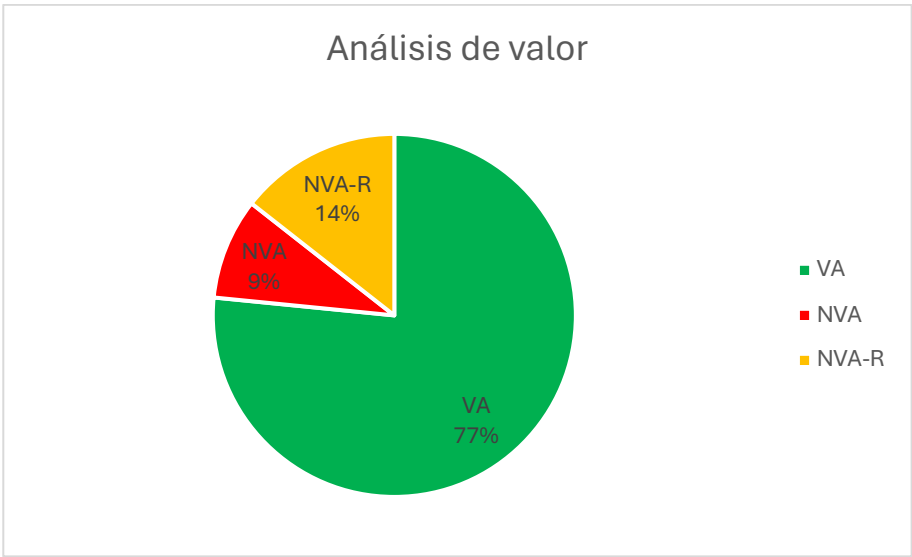


Ilustración 26: Análisis del valor cambio de válvula (final). Fuente: Propia

Para evaluar el rendimiento neto de un quirófano, agrupamos las actividades VA y NVA-R en un mismo conjunto. Tal como se muestra en la Ilustración 27, una simple mejora en la coordinación entre los profesionales y el cumplimiento del horario de apertura del quirófano puede incrementar el rendimiento del 77% inicial a un 90%. Es importante señalar que este aumento no requiere cambios en las técnicas quirúrgicas ni una reducción en el tiempo de trabajo del personal sanitario. Simplemente, garantizar que tanto los profesionales directamente involucrados en la intervención como los demás, como celadores, cardiólogos y enfermeras, estén disponibles en el momento preciso, contribuye a mejorar significativamente el resultado de la intervención.

Es relevante mencionar que alcanzar un 90% de rendimiento es prácticamente inalcanzable en un entorno hospitalario ya que, a diferencia de una fábrica, es difícil que



todo ocurra exactamente según lo previsto. No obstante, la implementación de esta técnica podría situar el rendimiento final entre un 82-85%, lo que se mantiene dentro del porcentaje objetivo.

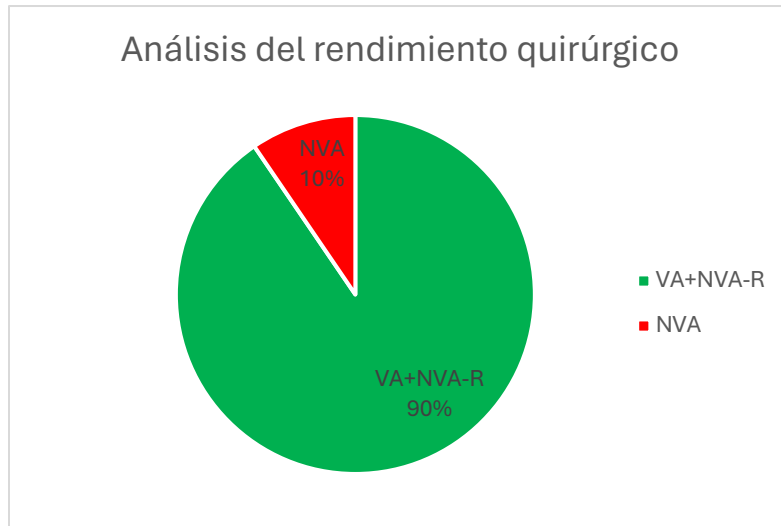


Ilustración 27: Análisis del rendimiento quirúrgico cambio de válvulas (final. Fuente: Propia)

Como se realizó inicialmente, vamos a volver a calcular los indicadores para analizar las fases de una intervención quirúrgica, pero, en este caso, aplicados al VMS resultante tras la propuesta de mejora:

- Actividades VA: 220 minutos.
- Actividades NVA: 30 minutos.
- Actividades NVA-R: 28 minutos.
- $FPYs = \prod_{i=1}^{22} FPY_i = 0.3227 \approx 32.3 \%$
- Tiempo de espera o NVA tipo II: 30 minutos.
- Tiempo de ciclo =  $VA + NVA + NVA - R - \text{Tiempo de espera} = 220 + 30 + 28 - 30 = 218$  minutos.
- Tiempo de ejecución =  $\text{Tiempo de ciclo} + NVA (\text{Tipo II}) = 218 + 30 = 248$  minutos.
- Ratio de valor añadido =  $\frac{VA}{\text{Tiempo de ejecución}} = \frac{220}{248} = 0.88 \approx 88\%$





## Capítulo 6. Discusión y limitaciones

### 6.1. Discusión

En el servicio de cirugía del HCUV se analizaron los indicadores de rendimiento en datos de años previos, en las condiciones iniciales, y tras diseñar un plan estratégico de mejora. Antes de aplicar las mejoras, se identificó que una gran parte del tiempo del quirófano se invertía en actividades que no aportaban valor directo al paciente, como los tiempos de espera prolongados entre etapa y etapa. De los 323 minutos totales de ejecución, solo 220 correspondían a actividades VA, mientras que 75 minutos se destinaban a actividades que no aportan valor (NVA) y 28 minutos a actividades inevitables pero necesarias. El tiempo de espera, considerado NVA tipo II, alcanzaba los 70 minutos, lo que provocaba una ratio de valor añadido del 68%. Esta situación reflejaba un uso ineficiente del tiempo total, acompañado de un FPY de apenas 2.39%, indicador de la alta frecuencia de errores y retrabajos, ya que como se había comentado, este último indicador expresa en porcentaje el número de veces que se realiza una tarea bien en el primer intento. Cabe destacar que, debido al gran volumen de porcentaje multiplicados, el número sale más pequeño de lo deseado.

Con el diseño estratégico del plan de mejora, se logró una reducción significativa en las actividades que no aportaban valor y en los tiempos de espera, que disminuyeron de 75 a 30 minutos y de 70 a 30 minutos, respectivamente. Esto refleja una optimización en la planificación y coordinación del flujo de trabajo, eliminando tareas innecesarias y mejorando la eficiencia en el uso de los recursos disponibles. En consecuencia, el tiempo de ciclo se redujo a 218 minutos y el tiempo total de ejecución a 248 minutos, elevando



la ratio de valor añadido al 88% (un 20% más). Esta mejora indica que una mayor proporción del tiempo quirúrgico se destina ahora a actividades beneficiosas para el paciente. Además, el FPY alcanzó un 32.3%, evidenciando una reducción significativa en errores y retrabajos y un mayor control de calidad en los procesos quirúrgicos.

A pesar de seguir siendo pequeño, debido a que se trata de un multiplicador de porcentajes, lo único que nos interesa es verificar que se producen mejoras.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la eficacia de la metodología Lean Healthcare junto con las herramientas necesarias para mejorar las condiciones de un hospital. En este caso, el tipo de mejoras estuvo relacionado con el rendimiento de un servicio quirúrgico concreto, lo que demostró un impacto positivo en la eficiencia del flujograma quirúrgico.

## **6.2.Limitaciones**

A pesar de los datos positivos alcanzados tras el diseño estratégico del plan de mejora, en este trabajo se encontraron las siguientes limitaciones:

En primer lugar, los datos de los tiempos junto con el FPY se basaron en estimaciones realizadas en un estudio de dos meses de verano, teniendo en cuenta que durante estos meses hay una menor proporción de personal sanitario disponible, lo que podría aumentar los tiempos de espera y producir que se logren peores resultados en términos de rendimiento, lo que concuerda con el análisis previo de los meses de verano durante los años 2022 y 2023.

Por otra parte, este estudio se realizó en base a todo tipo de intervenciones que resultan satisfactorias y que concluyen sin ninguna complicación postquirúrgica.

Otro factor que afecta en gran parte al rendimiento de un servicio quirúrgico es la experiencia del personal sanitario junto con las condiciones patológicas previas del paciente.

Además, como se ha podido ver, las mejoras propuestas requieren la participación constante de un mayor número de personal externo, con lo que se podrían encontrar nuevas resistencias o dificultades con este tipo de profesionales.

Por último, este estudio se centró exclusivamente en analizar propuestas de mejora en tiempo que consiguiese modificar el rendimiento, sin considerar todos los costes



asociados. A pesar de que las mejoras se consideran fomentando la coordinación entre todo el personal involucrado en el bloque quirúrgico, desde la entrada del paciente hasta su salida, estas modificaciones estarían asociadas a disponer de un mayor número de sanitarios, siendo este coste un factor limitante en la adopción de las recomendaciones establecidas.



# Capítulo 7. Conclusión y líneas futuras

## 7.1. Conclusión

En este trabajo se realizó un análisis del rendimiento de un servicio quirúrgico específico en el HCUV, donde se identificaron los indicadores adecuados para evaluar su funcionamiento. Se concluyó que el rendimiento estaba por debajo del nivel recomendado: el porcentaje de cancelaciones quirúrgicas superaba el 5%, el balance de la lista de espera quirúrgica (LEQ) era negativo (con más ingresos que altas al final del mes), y el número de pacientes que debían ser atendidos diariamente era mayor que el número realmente atendido. Además, el tiempo dedicado a cada paciente resultó ser mayor del que debería emplearse. A partir de estos hallazgos, se propusieron las siguientes conclusiones y planes de mejora:

- Optimización del inicio de los procedimientos en cirugía cardíaca: Durante el estudio de varios meses sobre intervenciones de cirugía cardíaca, se observó que la llegada de los pacientes al quirófano nunca era puntual, con variaciones de alrededor de 30 minutos. Establecer un plan de coordinación para iniciar los procedimientos es crucial, dado que estas intervenciones suelen ser largas y complejas.

Actualmente, en condiciones normales y con una intervención satisfactoria, las cirugías suelen terminar alrededor de las 13:30, lo que implica una pérdida de unos 75 minutos en tiempos de espera.

Un plan de coordinación adecuado permitiría realizar tanto una cirugía mayor como una menor (por ejemplo, un cambio de cables de marcapasos) en un mismo quirófano.



Hasta ahora, las cirugías menores se realizaban en horario de tarde debido a la imposibilidad de realizarlas en la mañana, desaprovechando una hora y media de tiempo útil, ya que el horario del quirófano de mañana es de 8:00 a 15:00.

- Minimización de cancelaciones en cirugía cardíaca: El número de cancelaciones en este servicio supera lo recomendado. Las principales causas incluyen la realización de cirugías de urgencia, que a menudo requieren el único quirófano disponible, impidiendo la intervención programada. Además, son comunes las reintervenciones de pacientes en la REA debido a complicaciones postoperatorias, lo que también provoca cancelaciones. Se propone disponer de dos quirófanos exclusivos para cirugías cardíacas, ya que estos pacientes suelen ser graves y una intervención temprana es clave para su recuperación.

Los análisis de 2022 y 2023 sugieren que, para alcanzar un balance positivo en la LEQ, se deberían realizar dos cirugías cardíacas diarias. Sin embargo, realizar dos cirugías mayores con un solo quirófano es prácticamente imposible, por lo que contar con dos quirófanos permitiría utilizarlos para cirugías mayores y menores.

- Reducción del tiempo de transición entre cirugías: Aunque no se ha evaluado el tiempo entre la salida de un paciente y la entrada del siguiente en cirugía cardíaca, ya que no se han realizado dos intervenciones en un mismo día, se observó que el tiempo desde el final de una intervención hasta el traslado del paciente a la REA era mayor del recomendado.

Similar a la falta de coordinación del personal al iniciar las intervenciones, también se identificó una falta de coordinación con el equipo encargado del traslado a la REA. Una actuación más rápida y una limpieza eficiente del quirófano mejorarían los indicadores de rendimiento del servicio.

A pesar de que el rendimiento no era el adecuado, resultó ser superior al de otros servicios, gracias a ciertas prácticas dentro del quirófano que optimizan la duración de las intervenciones:

- El personal conoce su rol y ubicación, evitando movimientos innecesarios y el contacto no autorizado con material estéril.
- Las enfermeras instrumentistas disponen de listas con el instrumental específico requerido según la intervención y el cirujano responsable.



- El quirófano está organizado adecuadamente, con una disposición clara de la máquina de circulación extracorpórea, material estéril, zona del personal anestesista, mesa de fármacos, etc.

En resumen, la aplicación de la metodología Lean ha mejorado el rendimiento quirúrgico. Sin embargo, estudios previos indican que esta filosofía es más eficaz en contextos con un gran flujo de pacientes (como urgencias), materiales (como traumatología o farmacia), y en hospitales con menos recursos. Por esta razón, no se han podido aplicar todas las herramientas Lean en este estudio, y la implementación de otras mejoras no sería compatible con el presupuesto del hospital.

## **7.2.Líneas futuras**

En el futuro, sería interesante ampliar este estudio para incluir una comparación más exhaustiva entre diferentes servicios quirúrgicos del Hospital Clínico Universitario de Valladolid y otros centros hospitalarios con características similares, evaluando el impacto de la metodología Lean en diversas áreas de especialidad quirúrgica. Esto permitiría no solo validar las conclusiones obtenidas en el presente trabajo, sino también identificar buenas prácticas que puedan ser aplicadas transversalmente en otras unidades quirúrgicas.

Asimismo, se podría explorar el uso de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y el análisis de datos en tiempo real, para optimizar aún más la gestión de los recursos y los flujos de trabajo en los quirófanos. Estas herramientas podrían mejorar la precisión en la programación de intervenciones, reducir los tiempos de espera, y anticipar necesidades de recursos materiales y humanos, aumentando así la eficiencia del bloque quirúrgico.

Otra línea de investigación futura podría centrarse en el análisis del impacto psicológico y emocional del personal sanitario relacionado con la implementación de metodologías de mejora continua. Esto ayudaría a entender cómo estas metodologías afectan la moral



y el desempeño del equipo y a desarrollar estrategias de soporte que maximicen los beneficios del enfoque Lean sin comprometer el bienestar del personal.

Finalmente, sería beneficioso estudiar cómo integrar de manera efectiva a todo el personal involucrado en el proceso quirúrgico —desde el celador hasta todo el personal dentro del quirófano— en el desarrollo de planes de mejora continua, fomentando una cultura de colaboración y compromiso con la excelencia. Esto podría lograrse mediante la creación de equipos multidisciplinarios de mejora continua que trabajen conjuntamente para identificar y solucionar problemas, garantizando así una atención de mayor calidad para los pacientes y una gestión de recursos más eficiente.



## Capítulo 8. Bibliografía

- About VMFH. (s/f). VMFH. Recuperado el 10 de Mayo de 2024, de <https://www.vmfh.org/about-vmfh>
- Alanazi, M. A., y Milton, S. (2023). Exploring the rate and reasons for same-day cancellation of cardiac surgery after implementing joint commission international standards: A retrospective cross-sectional study. *The Cardiothoracic Surgeon*, 31(27). <https://doi.org/10.1186/s43057-023-00118-6>
- Borbon, M. (2016). How Can a Kanban System Improve Health Care? *Virginia Mason Institute*, (206), 341-1600. <https://www.virginiamasoninstitute.org/how-can-a-kanban-system-improve-health-care/>
- Cardoso, W. (2020). Value Stream Mapping as Lean Healthcare's tool to see wastes and improvement points: the case of the Emergency Care of a University Hospital. *Revista de Gestão em Sistemas de Saúde – RGSS Health Systems Management Journal* – HSMJ, 9(2), 360-380. [https://www.researchgate.net/publication/343035447\\_Value\\_Stream\\_Mapping\\_as\\_Lean\\_Healthcare's\\_tool\\_to\\_see\\_wastes\\_and\\_improvement\\_points\\_the\\_case\\_of\\_the\\_Emergency\\_Care\\_of\\_a\\_University\\_Hospital](https://www.researchgate.net/publication/343035447_Value_Stream_Mapping_as_Lean_Healthcare's_tool_to_see_wastes_and_improvement_points_the_case_of_the_Emergency_Care_of_a_University_Hospital)
- Céspedes, M. (2020). Liderazgo de Enfermería y seguridad del paciente en quirófano. Una revisión de la literatura. Universitat Internacional de Catalunya. <https://repositori.uic.es/handle/20.500.12328/1675>
- Chadha, R., Singh, A., y Kalra, J. (2012). Lean and queuing integration for the transformation of health care processes: A lean health care model. *Clinical Governance: An International Journal*, 17(3), 191-199. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14777271211251309/full/html>
- Chen, H., Wang, P., y Ji, Q. (2022). Analysis of the application effect of PDCA cycle management combined with risk factor management nursing for reducing infection rate in operating room. *Frontiers in Surgery*, 9(837014), 1-7. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.837014>





- Chen, J., Cai, W., Lin, F., Chen, X., Chen, R., y Ruan, Z. (2023). Application of the PDCA cycle for managing hyperglycemia in critically ill patients. *Diabetes Therapy: Research, Treatment and Education of Diabetes and Related Disorders*, 14(2), 293-301. <https://doi.org/10.1007/s13300-022-01334-9>
- Coelho, S. M., Pinto, C. F., Calado, R. D., y Silva, M. B. (2013). Process Improvement in a Cancer Outpatient Chemotherapy Unit using Lean Healthcare. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(24), 241-246. <https://doi.org/10.3182/20130911-3-br-3021.00047>
- Cunningham, J. (2020). The Eight Wastes of Lean. *Lean Enterprise Institute*. <https://www.lean.org/the-lean-post/articles/the-eight-wastes-of-lean/>
- Dave, P. Y. (2020). The History of Lean Manufacturing by the view of Toyota-Ford. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 11(8), 1598-1602. <https://www.ijser.org/researchpaper/The-History-of-Lean-Manufacturing-by-the-view-of-Toyota-Ford.pdf>
- De Vries, J., y Huijisman, R. (2011). Supply chain management in health services: an overview. *Supply Chain Management*, 16(3), 159-165. <https://doi.org/10.1108/13598541111127146>
- Dekier, L. (2012). The Origins and Evolution of Lean Management System. *Journal of International Studies*, 5(1), 46-51. [https://www.jois.eu/files/DekierV\\_5\\_N1.pdf](https://www.jois.eu/files/DekierV_5_N1.pdf)
- Delisle, D. R. (2015). *Executing Lean Improvements: A practical guide with real-world healthcare case studies*. ASQ Quality Press. Milwaukee (Wisconsin).
- Dominik, J., y Zacek, P. (2010). History of Heart Valve Surgery. En *Heart Valve Surgery* (pp. 13-19). Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-12206-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-12206-4_1)
- Eyitemi, J., Thomas, B., Ramos, Y., Ayinde, A., Ezekwesili, C., y Bankole, O. (2021). A Tool for Quality Improvement: Using the 5S Methodology in a Remote Community Health Centre. *Quality in Primary Care*, 29(9), 104-105. <https://www.primescholars.com/articles/a-tool-for-quality-improvement-using-the-5s-methodology-in-a-remote-community-health-centre-100561.html>
- Fitria, L., Claudia, A., e Imran, A. (2019). Implementing Lean Healthcare for Identifying and Minimizing Waste: Case Study: Eye Hospital's Outpatient Installation in



- Indonesia. *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, 5(10), 2837-2840. <http://www.jmess.org/wp-content/uploads/2019/10/JMESSP13420580.pdf>
- Gil, S. y Lagunas, N. C. (9 de marzo de 2024). Trazabilidad de los medicamentos en el medio hospitalario. *Ocronos*, 7(3), 273. <https://revistamedica.com/trazabilidad-medicamentos-medio-hospitalario/>
- González, P., Arjona, C., y San Martín, J. D. (2023). Kaizen: Aplicación de la metodología *Lean* en un hospital de tercer nivel. *Revista científica y Técnica de la AEIH*, 11, 55-57. <https://aeih.org/wp-content/uploads/2023/11/AEIH-Anuario-2023..pdf>
- Gruner, D. (16 de septiembre de 2016). 'Improvement it is in our DNA'. *TheDaCare*. <https://thedacare.org/news-and-events/company-news/improvement-it-is-in-our-dna/>
- Hamilton, J. D. (2023). Looking past Gemba for the real place to identify and solve healthcare organization problems. MEDICAL GROUP MANAGEMENT ASSOCIATION (MGMA). <https://www.mgma.com/articles/looking-past-gemba-for-the-real-place-to-identify-and-solve-healthcare-organization-problems>
- Marin-García, J. A., Vidal-Carreras, P. I., y García-Sabater, J. J. (2021). The Role of Value Stream Mapping in Healthcare Services: A Scoping Review. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 18(3), 951. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030951>
- Ministerio de Sanidad y Política Social. (2009). *Bloque quirúrgico: Estándares y recomendaciones: Informes, estudios e investigación*. Ministerio de Sanidad y Política Social. Centro de Publicaciones. Madrid (España). Disponible en: [www.msps.es](http://www.msps.es)
- Morón, L. H., Useche, A., Morales, O. L., Mojica, I. L., Palacios, A., Ardila, C. E., Parra, M. V., Martínez, O., Sarmiento, N., Rodríguez, C. A., Alvarado, C., e Isaza, M. A. (2015). Impacto of Lean methodology to improve care processes and levels of satisfaction in patient care in a clinical laboratory. *Revista de Calidad Asistencial*, 30(6), 289-296.



<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1134282X15001359?via%3Dihub>

- Muñoz, R., Comin, J., Cuenca, J. J., y Delgado, J. F. (2008). Insuficiencia cardiaca. *Revista española de cardiología*, 61(1), 48-57. <https://www.revespcardiol.org/es-insuficiencia-cardiaca-articulo-13114642>
- Olson, R. P., y Dhakal, I. B. (2015). Day of surgery cancellation rate after preoperative telephone nurse screening or comprehensive optimization visit. *Perioperative Medicine*, 4(12). <https://doi.org/10.1186/s13741-015-0022-z>
- Rosa, A., Marolla, G., Lega, F., y Manfredi, F. (2021). Lean adoption in hospitals: the role of contextual factors and introduction strategy. *BMC Health Services Research*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-021-06885-4>
- Ruiz Ortega, E. T., y Ortiz Pimiento, N. R. (2015). Lean Healthcare: Una revisión bibliográfica y futuras líneas de investigación. *Scientia et Technica*, 20(4), 363-369. <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/11181>
- Santos, P. G. (2024). ¿En qué consiste el método de las 5S japonesas?. *Envira*. <https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/>
- Serra, V., Solans, M., y Espallargues, M. (2011). Anexo 1. Fichas completas de indicadores y variables de estratificación. Ministerio de Ciencia e Innovación. (Ed.) *Eficiencia en la utilización de bloques quirúrgicos. Definición de indicadores*. (pp. 70). Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud elaborado por el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, al amparo del convenio de colaboración suscrito por el Instituto de Salud Carlos III, organismo autónomo del Ministerio de Ciencia e Innovación, y la Agència d'Informació, Avaluació i Qualitat en Salut (AIAQS).
- Silva, S., Calado, R., Silva, M. B., y Nascimento, M. H. R. (2013). Lean Startup applied in Healthcare: A viable methodology for continuous improvement in the development of new products and services. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(24), 295-299. <https://ocw.tudelft.nl/wp-content/uploads/1-s2.0-S1474667016322042-main.pdf>



- Socconini, L. (2024). Mejorar la experiencia del paciente: Entender el Lean Healthcare. *Lean Six Sigma Institute*. <https://leansixsigmainstitute.org/es/mejorar-la-experiencia-del-paciente-entender-el-lean-healthcare/>
- Spagnol, G. S., Min, L. L., y Newbold, D. (2013). Lean principles in Healthcare: an overview of challenges and improvements. *IFAC Proceedings Volumes*, 46(24), 229-234. <https://doi.org/10.3182/20130911-3-br-3021.00035>
- Tomashev, R., Alshiev, J., y Shobeiri, S. A. (2023). Improving the operating room efficiency through communication and lean principles. En J. A. Chilingirian, S. A. Shobeiri, y M. A. Talamini (Ed.), *The New Science of Medicine and Management*, (pp. 111-133). Springer International Publishing.
- Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G. y Jiménez-Castillo, M. (2016). “Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?”. *Ingeniería Industrial, Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5(17), 153-174. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>
- Villafaña, M. (2021). The history of cardiac bypass surgery: Past and present advances. *Medical 21*. <https://medical21.com/the-history-of-cardiac-bypass-surgery-past-and-present-advances/>
- Villar Inclán, A. (2010). Válvulas cardíacas protésicas: revisión histórica del tema. *Revista Cubana de Cirujía*, 49(1). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74932010000100012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932010000100012)
- Womack, J. P., Byrne, A. P., Flume, O. J., Kaplan, G. S. y Toussaint, J. (2005). *Going Lean in Health Care*. En D. Miller (Ed.), Innovation Series 2005 (pp. 1-21). Institute for Healthcare Improvement. <https://www.entnet.org/wp-content/uploads/files/GoingLeaninHealthCareWhitePaper-3.pdf>
- Yagüe M. (2024). Just in time (JIT): qué es, para qué sirve y cómo aplicarlo. *Slimstock*. <https://www.slimstock.com/es/blog/just-in-time/>



# ANEXO

Con el objetivo de complementar el análisis realizado en este trabajo, a continuación, se presentan los datos obtenidos del Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Estos datos, proporcionados por el jefe de unidad del hospital, han sido fundamentales para evaluar el rendimiento quirúrgico de los años 2022 y 2023. La información se recopila mensualmente, permitiendo una revisión anual exhaustiva que facilita la comparación entre los objetivos planteados y los resultados obtenidos.

CIRUGÍA CARDÍACA	ACTIVIDAD 2022												Total
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
<b>INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS</b>													
<b>Urgentes</b>	9	7	15	8	13	15	7	7	9	14	12	11	127
Ingresados	9	7	15	8	13	15	7	7	9	14	12	10	126
Ambulantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<b>Programadas</b>	26	36	38	31	40	37	26	21	31	35	33	25	379
Ingresados	26	35	38	31	40	37	26	21	31	33	33	25	376
Ambulantes	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3
<b>% Suspendidas Total</b>	7,69%	2,78%	2,63%	3,23%	7,50%	5,41%	3,85%	4,76%	6,45%	2,86%	6,06%	8,00%	5,00%
I.Q. Susp. Ingresados	2	1	1	1	3	2	1	1	2	1	2	2	19
I.Q. Susp. Ambulantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SESIONES QUIRÓFANO</b>													
Mañanas	23	35	37	32	38	36	27	20	33	33	33	21	367
Tardes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Sesiones</b>	23	35	37	32	38	36	27	20	33	33	33	21	367
<b>INDICES DE RENDIMIENTO</b>													
Est. Med. Prep. Serv. Quir.	8,60	5,50	3,00	2,40	3,00	2,90	3,80	6,70	5,10	4,70	3,20	4,20	4,43
Índice Susp. Ingres.	7,14%	2,78%	2,56%	3,13%	0,00%	2,63%	3,70%	0,00%	6,06%	2,94%	0,00%	7,41%	4,81%
% Util. Quir. Mañana	80,96%	77,40%	71,18%	74,34%	76,47%	74,19%	88,29%	84,94%	73,06%	73,44%	76,31%	82,41%	75,51%
<b>LISTA DE ESPERA QUIRÚRGICA</b>													
<b>LEQ Total</b>	50	44	42	29	26	18	26	39	29	22	28	36	36
LEQ Estructural	49	42	39	26	25	17	23	34	26	17	27	36	36
> 100 días estructural	11	3	3	3	0	0	0	2	3	0	0	0	0
> 61 a 100 días estructural	15	7	10	4	3	1	4	5	10	1	1	3	3
<b>EVOLUCION MENSUAL LEQ</b>													
Demora media activos	64	46	49	57	26	30	33	44	68	35	25	30	30
Esp media (acum. Salidas)	73	81	67	66	66	61	58	56	56	57	55	54	54
Índice entradas/salidas	1,27	0,95	0,92	0,80	0,84	0,81	0,87	0,94	0,90	0,87	0,93	0,97	1,03
<b>EVOLUCION LEQ</b>													
Entradas (Mes)	19	26	24	11	26	22	24	19	15	24	33	25	268
Salidas (Mes)	15	29	28	24	27	26	18	8	17	29	23	16	260
<b>TIEMPO QUIRÓFANO MAÑANA (JORNADA ORDINARIA)</b>													
Nº Quirófanos asignados	1,05	1,74	1,85	1,59	1,73	1,72	1,28	0,91	1,56	1,57	1,65	1,16	1,48
Tiempo utilizado	131	188	185	165	203	188	128	119	168	169	176	120	1.940
Tiempo Disponible	162	243	259	223	266	253	188	140	230	231	231	146	2.570
<b>TRASPLANTES CARDIACOS</b>													
Órganos extraídos	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3
Órganos trasplantados	1	1	2	1	0	1	2	1	0	0	2	0	11
<b>MARCAPASOS C. CARDIACA</b>													
MPC Recambio Generador	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MPC C. Cardiaca	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2

Ilustración 28: Datos cirugía cardíaca HCUV 2022



	A	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
1	<b>CIRUGÍA CARDÍACA</b>	<b>ACTIVIDAD 2023</b>												
2		feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total	
29	<b>INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS</b>													
30	<b>Urgentes</b>	10	19	19	11	17	15	8	12	16	15	18	27	187
31	Ingresados	10	19	19	11	17	14	8	11	16	15	18	27	185
32	Ambulantes	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
33	<b>Programadas</b>	28	42	44	30	35	31	25	22	36	40	25	22	380
34	Ingresados	28	42	44	30	35	31	25	22	36	40	25	22	380
35	Ambulantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	<b>% Suspendidas Total</b>	14%	7,14%	2,27%	3,33%	8,57%	3,23%	4,00%	4,55%	2,78%	7,50%	4,00%	9,09%	5,23%
37	I.Q. Susp. Ingresados	2	3	1	1	3	1	1	1	1	3	1	2	7
38	I.Q. Susp. Ambulantes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	<b>SESIONES QUIRÓFANO</b>													
40	Mañanas	24	38	44	30	35	30	24	20	33	39	27	23	367
41	Tardes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	<b>Total Sesiones</b>	24	38	44	30	35	30	24	20	33	39	27	23	367
43	<b>INDICES DE RENDIMIENTO</b>													
44	Est. Med. Preop. Serv. Quir.	5,70	5,50	3,30	6,20	3,10	2,00	2,40	4,00	4,20	2,40	4,20	2,90	3,83
45	Índice Susp. Ingres.	67%	6,67%	2,22%	3,23%	7,89%	3,13%	3,85%	4,35%	2,70%	6,98%	3,85%	8,33%	1,81%
46	% Util. Quir. Mañana	60%	86,43%	73,58%	72,80%	71,09%	61,94%	68,73%	78,45%	81,15%	82,42%	68,03%	79,02%	77,84%
47	<b>LISTA DE ESPERA QUIRÚRGICA</b>													
48	<b>LEQ Total</b>	37	34	17	18	17	12	15	20	12	10	14	11	11
49	LEQ Estructural	36	31	13	13	14	10	6	15	10	9	14	9	9
50	> 100 días estructural	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	> 61 a 100 días estructural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	<b>EVOLUCION MENSUAL LEQ</b>													
53	Demora media activos	36	28	18	30	15	16	17	16	22	18	25	23	23
54	Esp media (acum. Salidas)	43	49	40	17	25	17	11	22	24	16	17	33	33
55	Índice entradas/salidas	1,05	0,83	1,69	1,00	0,96	1,04	1,13	1,62	0,88	0,90	1,21	1,87	1,11
56	<b>EVOLUCION LEQ</b>													
57	Entradas (Mes)	20	24	27	17	27	27	17	21	22	26	17	28	273
58	Salidas (Mes)	19	29	16	17	28	26	15	13	25	29	14	15	246
60	<b>TIEMPO QUIRÓFANO MAÑANA (JORNADA ORDINARIA)</b>													
61	Nº Quirófanos asignados	1,10	1,90	2,21	1,49	1,60	1,42	1,13	0,91	1,55	1,86	1,36	1,28	1,48
62	Tiempo utilizado	152	230	228	152	175	172	114	110	185	225	129	127	1.999
63	Tiempo Disponible	170	266	310	208	247	209	166	140	228	273	190	161	2.568
64	<b>TRASPLANTES CARDIACOS</b>													
65	Órganos extraídos	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	5
66	Órganos trasplantados	0	0	3	1	1	2	1	1	0	3	1	1	13
67	<b>MARCAPASOS C. CARDIACA</b>													
68	MPC Recambio Generador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	MPC C. Cardíaca	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2

Ilustración 29: Datos cirugía cardíaca HCUV 2023. Fuente: HCUV