

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO
MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA



**IMPLEMENTACIÓN DE LEAN HEALTHCARE EN EL SECTOR SALUD:
RETOS Y OPORTUNIDADES**

TESIS

Que para obtener el grado de Doctorado en Ciencias presenta:
CARLOS ALBERTO ZEPEDA LUGO

Director de Tesis:
DR. DIEGO ALFREDO TLAPA MENDOZA

Codirectora de Tesis:
DRA. YOLANDA ANGÉLICA BÁEZ LÓPEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DISEÑO

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA

“Implementación de Lean Healthcare en el sector salud: retos y oportunidades”

TESIS

Que para obtener el grado de Doctorado en Ciencias presenta:

Carlos Alberto Zepeda Lugo

Aprobada por:



Dr. Diego Alfredo Tlapa Mendoza
Director de tesis



Dra. Yolanda Angélica Báez López
Co-directora de tesis



Dr. Jorge Limón Romero
Miembro del comité



Dr. Arturo Sinué Ontiveros Zepeda
Miembro del comité



Dra. Aidé Aracely Maldonado Macías
Miembro del comité

Ensenada Baja California, México. Agosto 2020.

RESUMEN de la Tesis de CARLOS ALBERTO ZEPEDA LUGO, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de DOCTOR EN CIENCIAS. Ensenada, Baja California, México. Agosto de 2020.

**IMPLEMENTACIÓN DE LEAN HEALTHCARE EN EL SECTOR SALUD:
RETOS Y OPORTUNIDADES**

aprobado por:


DR. DIEGO ALFREDO TLAPA MENDOZA
Director de tesis


DRA. YOLANDA ANGÉLICA BÁEZ LÓPEZ
Co-directora de tesis

Actualmente, el sector de la salud enfrenta grandes desafíos en relación a la eficiencia de sus procesos. En este sentido, Lean Healthcare surge como una estrategia de servicio para reducir o eliminar desperdicios operativos.

El presente trabajo de tesis evalúa la metodología Lean Healthcare como medio para la mejora de la eficiencia y la calidad hospitalaria en el sector salud incluyendo la mejora en el flujo de pacientes en la atención ambulatoria, así como en los servicios de hospitalización. La investigación se realizó a través de una exhaustiva revisión sistemática de la literatura disponible en los últimos 30 años. De 5,732 estudios revisados, se logró identificar 79 artículos relevantes conforme a la metodología propuesta para ser incluidos en la investigación. Como resultado, se determinaron los principales indicadores de la implementación exitosa de Lean Healthcare. Por ejemplo, para el servicio ambulatorio, las principales reducciones están en función del cambio en la duración de la estadía, el tiempo de espera y el porcentaje de pacientes que se quedaron sin ser atendidos, entre otros. Para el servicio de hospitalización, las principales reducciones se observaron en, la duración de la estancia, el tiempo de rotación, tiempo de respuesta y el tiempo en iniciar a tiempo algún procedimiento quirúrgico, entre otros. Por otra parte, fue sorprendente el hecho de que la satisfacción del paciente o el personal no se midió en la mayoría de los estudios. Finalmente, los hallazgos de este trabajo demuestran que Lean Healthcare contribuye a mejorar el flujo de pacientes y mejorar la eficiencia en el servicio ambulatorio y de hospitalización

A mi esposa

Abril

A mi hija

Emma

A mis padres

Sandra

Carlos

Por acompañarme en el camino de la vida
y ser un ejemplo de lucha y esfuerzo...

En memoria de

Josefina Valdez (q.e.p.d)

En el cielo ya disfrutan de tu bondad y alegría...

AGRADECIMIENTOS

Toda mi admiración y respeto al **Dr. Diego Tlapa**, por su apoyo durante mis estudios de posgrado. Por su paciencia, motivación y entusiasmo, ¡gracias!

A mis maestros: **Dra. Yolanda, Dr. Limón**, por alentar mi trabajo y permitirme crecer como investigador. Sus consejos tanto en mi trabajo como en lo personal son invaluableles.

Al Dr. Arturo Sinué Ontiveros Zepeda y la Dra. Aidé Aracely Maldonado Macías por su valioso tiempo para participar como miembros de mi comité.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad Autónoma de Baja California, por financiar la realización de este proyecto de tesis.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	3
1.2	Planteamiento del problema	8
1.3	Justificación	9
1.4	Objetivos	14
1.4.1	Objetivo general	14
1.4.2	Objetivos específicos	14
1.5	Preguntas de investigación	14
1.6	Hipótesis	15
1.7	Limitaciones	16
2	MARCO TEÓRICO	17
2.1	Introducción a Lean	17
2.2	El origen de Lean	19
2.3	Principios generales de Lean	26
2.3.1	Identificar al cliente y especificar el valor	26
2.3.2	Identificar y mapear el flujo de valor	27
2.3.3	Crear flujo continuo mediante la eliminación de desperdicios	27
2.3.4	Sistema Pull	27
2.3.5	Perseguir la perfección	28
2.4	Las 3M – Mura, Muri, Muda	29
2.5	Los 7+1 Tipos de desperdicios en Lean	29
2.6	Introducción a Six Sigma	30
2.7	El enfoque DMAIC	33
2.7.1	Fase 1: Definir	34
2.7.2	Fase 2: Medir	34
2.7.3	Fase 3: Analizar	35
2.7.4	Fase 4: Mejorar	36
2.7.5	Fase 5: Controlar	36
2.8	Introducción a Lean Six Sigma	37
2.9	Origen de Lean Six Sigma	37
3	METODOLOGÍA	38
3.1	Etapas 1: Preguntas de investigación y criterios para incluir los estudios	39
3.1.1	Estructura de las preguntas de investigación	39
3.1.2	Características de la inclusión PICO	39
3.1.3	Criterios de elegibilidad	40
3.1.4	Registro del protocolo	41
3.2	Etapas 2: Búsqueda de estudios	41
3.2.1	Bases de datos bibliográficas	41
3.2.2	Estructura de la estrategia de búsqueda	41

3.2.3	El manejo de las referencias	42
3.3	Etapa 3: Selección de los estudios	43
3.4	Etapa 4: Extracción de los datos	44
3.5	Etapa 5: Evaluación del riesgo de sesgo	44
3.6	Etapa 6: Presentación de los resultados y tablas de resumen	46
3.7	Interpretación de los resultados y obtención de las conclusiones	48
4	Relación entre el sector de la salud y la industria	49
4.1	Caracterización de los proyectos Lean Healthcare	51
4.2	Indicadores clave en el rendimiento de un hospital	52
4.2.1	Eficiencia	54
4.2.2	Reducción de costos	54
4.2.3	Tiempo de entrega	54
4.2.4	Calidad del servicio	55
4.2.5	Satisfacción del paciente	55
4.2.6	Satisfacción de los empleados	55
4.2.7	Beneficios financieros	55
4.2.8	Reducción de la variación	56
4.2.9	Beneficios netos	56
4.3	Principales barreras de la implementación Lean Healthcare	56
5	Factores críticos de éxito de Lean Healthcare	59
5.1	Enfoque en el paciente	59
5.2	Gestión del flujo de pacientes	60
5.3	Compromiso de la alta dirección	60
5.4	Cambio cultural	61
5.5	Liderazgo	61
5.6	Capacitación y educación	61
5.7	Compromiso de los empleados	62
5.8	Equipo multidisciplinario	62
5.9	Consultor externo	62
5.10	Innovación en la cadena de suministro	63
6	Técnicas y herramientas de Lean Healthcare	64
6.1	Diferencia entre técnica y herramienta	64
6.2	Importancia del conocimiento sobre las técnicas y herramientas Lean	64
6.3	Técnicas y herramientas LSS más utilizadas en el sector de la salud	65
6.4	Mapa del flujo de valor	69
6.5	5S	69
6.6	Kaizen	70
6.7	Estandarización del trabajo	71
6.8	Kanban	72
7	Efectos de lean healthcare en el flujo de pacientes ambulatorios	74

7.1	Objetivo	74
7.2	Métodos	74
7.2.1	Fuentes de datos y estrategia de búsqueda	75
7.2.2	Tipo de estudios	75
7.2.3	Participantes	75
7.2.4	Intervención	75
7.2.5	Indicadores	76
7.2.6	Extracción de datos, análisis y síntesis.	76
7.2.7	Riesgo de sesgo	77
7.3	Consideraciones finales del servicio ambulatorio	77
8	Evaluación del impacto de lean healthcare en el servicio de hospitalización	78
8.1	Objetivo	78
8.2	Métodos	78
8.2.1	Fuente de datos y estrategia de búsqueda	79
8.2.2	Selección de estudio	79
8.2.3	Extracción de datos, análisis y síntesis.	80
8.2.4	Riesgo de sesgo	81
8.3	Consideraciones finales del servicio de hospitalización	81
9	RESULTADOS	82
9.1	Resultados de la revisión de literatura en la atención ambulatoria	82
9.2	Resultados de la revisión de literatura en el servicio de hospitalización	86
10	DISCUSIÓN	93
11	CONCLUSIÓN	100
12	REFERENCIAS	103
13	ANEXOS	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Red de palabras clave y agrupaciones. Recuperado de [61].	4
Figura 2. Cantidad de publicaciones de lean healthcare en el servicio ambulatorio en función del tiempo.	4
Figura 3. Cantidad de publicaciones de lean healthcare en el servicio de hospitalización en función del tiempo.	5
Figura 4. Gastos de salud per cápita, dólares estadounidenses. Recuperado de [85].	10
Figura 5. Gasto total público en salud 2010-2020 en México, incluye: imss, issste, ssa pemex, sdena, fassa. Recuperado de [87].	11
Figura 6. Brecha de gasto per cápita entre las instituciones de seguridad social 2010-2020. Recuperado de [87].	12
Figura 7. James p. Womack, fundador del lean enterprise y daniel t. Jones, ganador del shingo prize for operational excellence. Autores del best seller: the machine that changed the world y lean thinking: banish waste and create wealth in your organization. Recuperado de [105].	19
Figura 8. Frederick w. Taylor, considerado el padre de la administración científica. Recuperado de [120].	20
Figura 9. Modelo t, producido por <i>ford motor company</i> desde 1908 a 1927. Recuperado de [129].	21
Figura 10. Concepto producción en serie por h. Ford para fabricar grandes cantidades de un solo artículo estandarizado. Recuperado de [138].	22
Figura 11. Máximos exponentes en la creación del sistema de producción toyota. Recuperado de [148].	24
Figura 12. De izquierda a derecha, edwards deming, philip crosby, joseph juran y kaoru ishikawa, los 4 gurús de mundo de la calidad. Recuperado de [156].	25
Figura 13. Los cinco principios generales del sistema lean.	26
Figura 14. Diseño de un sistema pull convencional. Recuperado de [177].	28
Figura 15. Mura, muri, muda. La base del pensamiento lean.	29
Figura 16. Representación gráfica de los niveles de six sigma. Recuperado de [189].	31
Figura 17. Proceso six sigma dmaic. Recuperado de [210].	34
Figura 18. Metodología propuesta. Adaptado de [231].	38
Figura 19. Control de documentos mediante el software mendeley.	43
Figura 20. Gráfica de semáforo generada por la herramienta robvis.	46
Figura 21. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes fases de la revisión sistemática. Recuperado de [240].	47
Figura 22. Tabla de resumen de los hallazgos.	48
Figura 23. Modelo de las principales barreras en la implementación de lean healthcare. Recuperado de [313].	58
Figura 24. Diagrama de flujo de prisma para servicio ambulatorio.	74
Figura 25. Diagrama de flujo de prisma para el servicio de hospitalización.	78
Figura 26. Mapa de la distribución geográfica de los estudios seleccionados (intervención lean en la atención ambulatoria).	82
Figura 27. Mapa de la distribución geográfica de los estudios seleccionados (intervención lean en el servicio de hospitalización).	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes de lean healthcare en la literatura. Recuperado de [66].	7
Tabla 2. Ahorros a través de implementaciones de mejora. Recuperado de [90]......	13
Tabla 3. Identificación de palabras clave para cada elemento pico	40
Tabla 4. Técnicas y herramientas de lean healthcare. Recuperado de [358].	67
Tabla 5. Clasificación de herramientas lean y métodos. Recuperado de [25].	68
Tabla 6. Ejemplos de mejoras tipo kaizen. Recuperado de [398]......	71
Tabla 8. Principales indicadores de lean en el servicio ambulatorio.	83
Tabla 9. Dirección de hallazgos de indicadores principales en la atención ambulatoria.	86
Tabla 10. Dirección de hallazgos de indicadores principales en el servicio de hospitalización..	89
Tabla 11. Principales indicadores de lean en el servicio de hospitalización.....	90

1 INTRODUCCIÓN

Los servicios de salud enfrentan un desafío permanente para mejorar la calidad de la atención, aumentar la eficiencia y, por lo tanto, proporcionar más valor a los pacientes. En este sentido, existe un reconocimiento tácito de que las ineficiencias internas, como el flujo deficiente del paciente y la utilización inadecuada de los recursos, pueden contribuir a demoras en la atención y el congestionamiento, lo que afecta la seguridad del paciente, la satisfacción del paciente/personal y la calidad general de la atención [1], [2].

El flujo de pacientes se refiere al movimiento a través de los entornos de atención [3]. Implica la atención médica, los recursos físicos y los sistemas internos necesarios para llevar a los pacientes desde el punto de admisión hasta el punto de alta, manteniendo la calidad y la satisfacción del paciente/proveedor [4]. Los indicadores comunes del flujo de pacientes en la atención ambulatoria incluyen, el tiempo de espera del paciente [5], [6], la duración de la estadía (LOS), por sus siglas en inglés *length of stay* [7], [8] y el porcentaje de pacientes que se retiraron sin ser atendidos (LWBS), por sus siglas en inglés *left without being seen* [2], [5].

De manera similar, los indicadores comunes del flujo de pacientes en el servicio de hospitalización incluyen, LOS [9], [10], el tiempo de arribo al hospital [1], [11], y el tiempo de la orden de alta hospitalaria [11], [12]. Del mismo modo, las principales áreas o departamentos de ineficiencia que los hospitales están tratando de reducir están presentes en el flujo de trabajo perioperatorio [13]. Por lo tanto, los indicadores adicionales incluyen el tiempo de rotación (TOT), por sus siglas en inglés *turnover time* [13]–[15], el tiempo de respuesta (TAT), por sus siglas en inglés *turnaround time* [16]–[18], y el inicio a tiempo del procedimiento quirúrgico (OTS), por sus siglas en inglés *on time start* [15], [19], [20]. Un indicador relacionado es la tasa de reingreso o revisita al hospital [21], [22]. Dentro de la atención de hospitalización, el congestionamiento hospitalario se ha convertido en un problema generalizado, con la capacidad limitada de camas y los cuellos de botella de admisión que tienen impactos negativos en la calidad y la seguridad.

Desde la década de 1990, en un esfuerzo por lidiar con los problemas de calidad y costo, las organizaciones de la salud han buscado inspiración y orientación fuera del sector de la atención médica [23]. En este sentido, Lean Healthcare (LH) surgió como una estrategia de servicio para reducir o eliminar residuos y actividades que no agregan valor en los procesos de salud. La historia

del término Lean es relativamente reciente, Lean alcanzó el dominio médico a principios de la década de 2000, comúnmente conocido como LH [24], [25].

El aumento de la eficiencia de la atención clínica hospitalaria mediante la aplicación del sistema de producción Toyota (TPS, por sus siglas en inglés *Toyota production system*) se identificó como una estrategia potente para reducir los costos y mejorar los resultados [26]. Algunas áreas donde se implementó LH incluyen: unidades de cuidados intensivos (UCI) [27], cardiología [28], cirugía [29], ginecología oncológica [30], colonoscopia [31], patología [32], radiología [33], salud mental [34], hospital oftalmológico [35], otorrinolaringología [13], otorrinolaringología por ultrasonido [36], centro de trasplante de órganos [21], laboratorios clínicos [37], por nombrar solo algunos. Solo en EE. UU., una encuesta nacional encontró que alrededor del 70% de los hospitales utilizan LH o enfoques relacionados [38].

LH comienza estudiando un proceso de atención médica y determinando el valor en los ojos del paciente. En este sentido, existen diversas ventanas al concepto de valor de atención médica [39]. El valor se define comúnmente como la calidad dividida por los costos [40], pero puede incluir muchos componentes, p. ej. una comunicación positiva paciente-proveedor [41] o compromiso del paciente [42] por nombrar algunos. De manera complementaria, los valores en el cuidado de la salud son “*actividades que mejoran la calidad del cuidado de la salud y promueven el bienestar del paciente para lograr un mejor resultado*” [6]. Desde esta perspectiva, los principios Lean dividen las actividades en valor agregado (VA) o sin valor agregado (NVA) [43]. El primero contribuye directamente a satisfacer las necesidades del paciente/cliente, mientras que el último requieren tiempo, espacio o recursos innecesarios y no satisfacen las necesidades del paciente/cliente [43], [44]. Debido a que Lean implica mejorar la forma en que se entrega el valor al paciente/cliente, es necesario exponer estas actividades de NVA y tomar medidas inmediatas para eliminarlas [45].

En un esfuerzo por seguir la evolución de LH, existen revisiones de literatura, todas con diferentes enfoques. Por ejemplo, algunas revisiones se desarrollan en torno a las medidas de eficiencia de la atención [46], los aspectos contextuales y los mecanismos de cambio [47], o Lean Six Sigma (LSS) [48], mientras que otros prestan atención a la inclinación en el departamento de emergencias [49], la mejora de la calidad en la cirugía [50], LSS en la cirugía [51], facilitadores Lean [52], o los impactos positivos de LH [53]. Además, las revisiones sobre LH presentan análisis temáticos [54],

actualizaciones [25], definiciones operativas [55], o pueden centrarse en LSS en radiología [56], gestión de residuos hospitalarios [57], elegir sabiamente el enfoque [58], la sostenibilidad [59], el liderazgo y la gestión [60], la seguridad y la atención al paciente [61], y LSS en Brasil [62].

Desde el comienzo de LH, se han presentado dificultades, incluidos ajustes en la transferencia de herramientas y cocimiento al nuevo entorno [18], así como sus limitaciones metodológicas en la etapa de implementación [63], [64]. De una revisión sistemática de 22 artículos, los investigadores no encontraron una asociación estadísticamente significativa de LH con la satisfacción del paciente y los resultados de salud, una asociación negativa con los costos financieros y la satisfacción del trabajador, sino beneficios potenciales en los resultados del proceso, por ejemplo, flujo y seguridad del paciente. [65]. A pesar de estos esfuerzos, la investigación sobre el impacto de la LH en el flujo de pacientes aún permanece en las primeras etapas, especialmente por falta de claridad y estructura en el proceso de investigación.

Finalmente, a través de una revisión sistemática y exhaustiva de la literatura, el presente trabajo de tesis pretende evaluar los efectos de LH sobre el flujo de pacientes en la atención ambulatoria. Además, busca evaluar los efectos de la implementación LH en los servicios de hospitalización.

1.1 Antecedentes

Esta sección pretende mostrar un panorama general del comportamiento del fenómeno LH en la literatura. Es decir, presenta información relevante sobre investigaciones previas en función del mejoramiento del servicio ambulatorio y de hospitalización. El término LH se ha relacionado con al menos 336,000 trabajos (sin aplicar criterios de exclusión) reportados en importantes bases de datos, y en otras de fácil acceso como *Google Scholar*. Como ejemplo de antecedente, la relación de las palabras clave más destacadas han sido las que se muestra en la Figura 1, donde destacan cinco grupos:

- **Lean:** aborda las diferentes líneas con respecto a la aplicación de la metodología.
- **Six Sigma (SS):** aborda el uso de la metodología SS asociada con otras metodologías.
- **Operaciones:** aborda la implementación de las metodologías propuestas, la reingeniería y los resultados esperados.
- **Calidad:** aborda la gestión de calidad como un medio para lograr los objetivos propuestos en la mejora continua.

- **Instituciones:** aborda las principales acciones que las instituciones adoptan para lograr los mejores resultados con procesos de calidad.

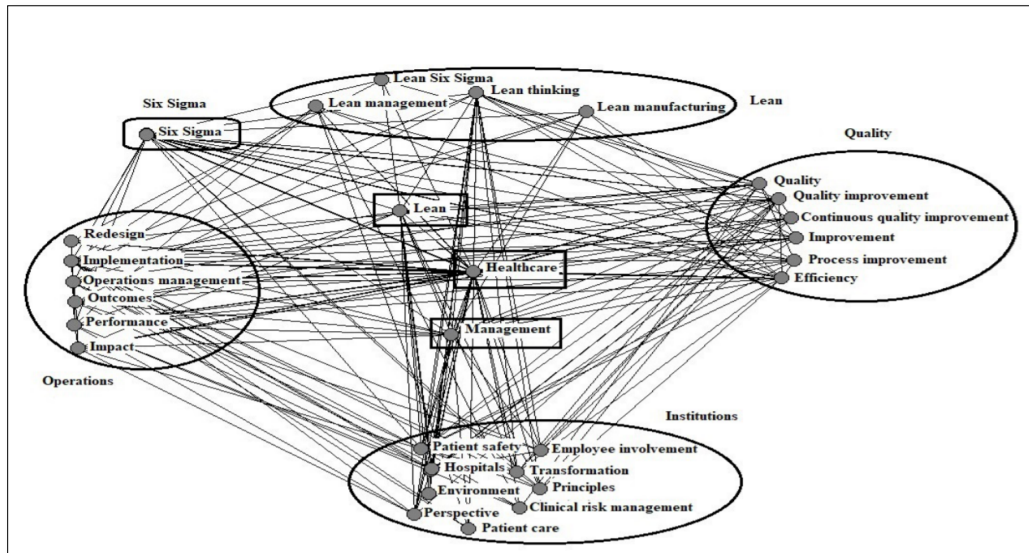


Figura 1. Red de palabras clave y agrupaciones. Recuperado de [61].

En este sentido, aproximadamente trecientos cincuenta y siete registros han abordado la implementación de LH, SS o LSS en el servicio ambulatorio. Además, se ha observado un aumento en la cantidad de publicaciones en la última década como se ilustra en la Figura 2. De manera similar, respecto a la implementación de LH en el servicio de hospitalización, se han registrado al menos setecientos cincuenta y un trabajos relacionado con LH, SS o LSS.

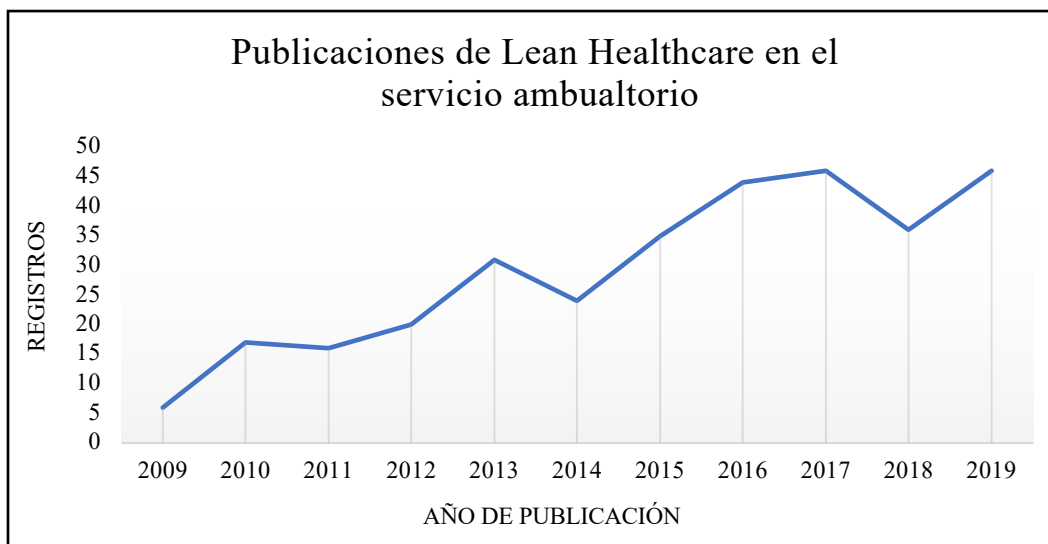


Figura 2. Cantidad de publicaciones de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio en función del tiempo.

Respecto a la cantidad de publicaciones se puede apreciar un aumento a lo largo de la última década como se ilustra en la Figura 3.

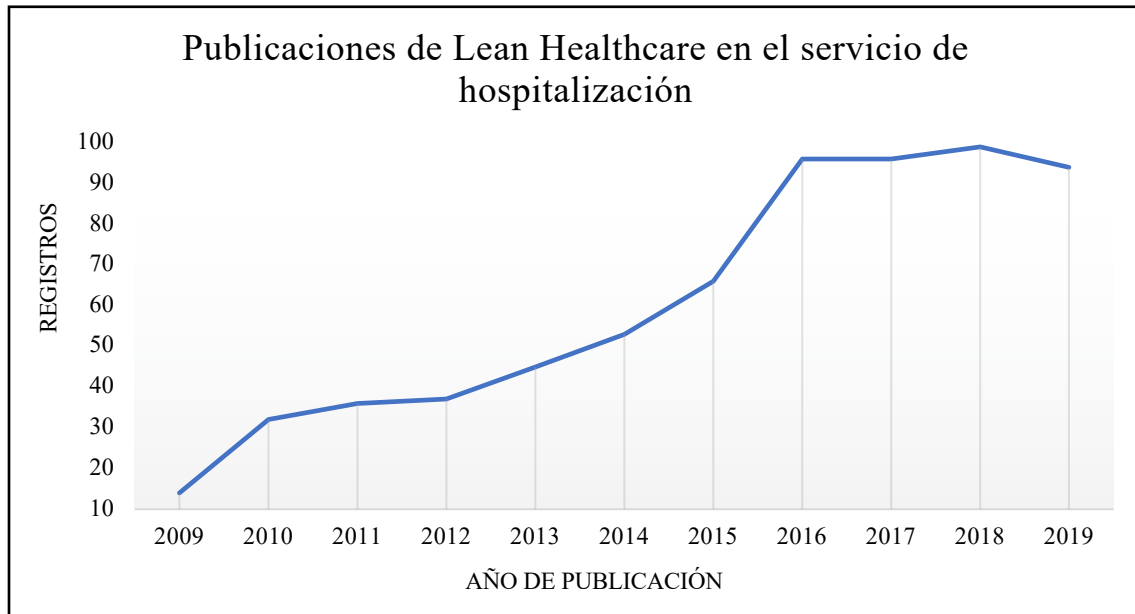


Figura 3. Cantidad de publicaciones de Lean Healthcare en el servicio de hospitalización en función del tiempo.

Por otra parte, diversos autores han sumado esfuerzos para realizar revisiones de literatura sobre investigaciones empíricas en Lean, SS y LSS en el cuidado de la salud. Por ejemplo, [66], condujeron una revisión crítica de literatura con 188 documentos. Del análisis de los resultados, los investigadores concluyeron que el número de artículos de investigación empírica en Lean, SS y LSS en salud está aumentando de manera acelerada. No obstante, los autores resaltan el hecho de que todavía es necesario abordar temas como: (i) crear una cultura de mejora continua en la práctica; (ii) los principales aspectos y lecciones aprendidas sobre cómo mantener las mejoras implementadas y (iii) las barreras específicas para realizar mejoras en el sector de la salud [66]. La Tabla 1 resume los principales hallazgos de los investigadores y muestra los antecedentes del comportamiento de LH en la literatura.

El diseño de investigación más popular fue el estudio de caso único con 62 publicaciones, que corresponde al 52.5% de los 118 artículos. Este resultado es congruente con otros autores, que aseguran que el estudio de caso único es el diseño de investigación empírica más popular en el campo de la manufactura esbelta [67]. Además, se ha observado que la distribución de frecuencia de los métodos de recopilación de datos está dada por la observación del participante y el análisis del archivo histórico (HPO). Es decir, es el método de recopilación de datos más utilizado (25.4%).

Las entrevistas, el análisis del archivo histórico y la observación participante (IHP) son la segunda técnica más preferida y representan el 24.6% del total.

Respecto a las contribuciones de los artículos por países, se ha observado que los países en desarrollo son significativamente menores a diferencia de países desarrollados. Por ejemplo, Estados Unidos (EE. UU.), Reino Unido (RU), Países Bajos y Suecia, juntos, representan el 73.8% de los 118 artículos presentados por los investigadores. En cuanto al tipo de dato manejado en las investigaciones, particularmente la triangulación de datos ha tenido una representación significativa, con el 41.2% de las publicaciones. Entre la investigación cualitativa y la cuantitativa, la cualitativa ha sido predominante sobre la cuantitativa con 54 publicaciones contra 15, mientras que las 49 publicaciones restantes abordan datos triangulados. Esto muestra una tendencia cualitativa en la investigación empírica de la mejora continua en el sector de la salud en función del número de publicaciones. A su vez, el área más explorada de Lean, SS y LSS en el cuidado de la salud es el departamento de emergencias con 16 publicaciones (13.6%), seguido por la sala de hospital y el servicio ambulatorio, ambos con 15 publicaciones cada uno (12.7% cada uno).

Por otra parte, lean es predominante entre las demás metodologías con 74 publicaciones (63.0%). LSS aparece en segundo lugar con 26 publicaciones (22.0%), seguido de SS con 18 publicaciones (15.0%). Las iniciativas Lean representan la gran mayoría del total de artículos y tienden a tener un alcance bastante limitado, lo que contradice la visión holística defendida por muchos autores en la literatura, como [68]–[71]. Esto representa un área de oportunidad para trabajos futuros y explorar la visión holística de la metodología, en lugar de centrarse solo en áreas particulares. Finalmente, la Tabla 1 mostró que 96 (81.4%) de los artículos empíricos publicados no mencionan ningún aspecto de sostenibilidad de la mejora realizada. Dieciocho artículos (15.3%) describen algunos aspectos de sostenibilidad e intentan mostrar cómo es la situación de la organización entre 1 y 12 meses después de la mejora. Otros cuatro artículos (3.4%) describen la mejora de la sostenibilidad entre 12 y 24 meses. Lo que indica que como antecedente, los investigadores en general no prestan mucha atención en la sostenibilidad de los proyectos. Con la información anterior se puede tener un panorama general de los antecedentes en función de las tendencias y enfoque, y como se ha venido manejando la literatura de LH.

Tabla 1. Antecedentes de Lean Healthcare en la literatura. Recuperado de [66].

Número de artículos en cada diseño de investigación.			Frecuencia de distribución de los métodos de recolección de datos en investigación empírica			Frecuencia de recopilación de datos con respecto al país			Frecuencia de artículos respecto a los tipos de datos			Área hospitalaria versus número de artículos			Distribución de metodologías en los trabajos empíricos estudiados			Tiempo después de la implementación describiendo aspectos de sostenibilidad.		
Diseño	Cant.	%	Recolección	Cant.	%	País	Cant.	%	Tipo de datos	Cant.	%	Área	Cant.	%	Metodología	Cant.	%	Post implementación	Cant.	%
De caso único	62	52.5	HPO	30	25.4	EE. UU.	47	39.8	Cualitativa	54	45.8	Urgencias	16	13.6	Lean	74	63	1 y 12 meses	18	15.3
De acción	33	28.0	IHP	29	24.6	Países Bajos	16	13.6	Cuantitativa	15	12.7	Guardia	15	12.7	Six Sigma	18	15	12 y 24 meses	4	3.4
Encuesta	11	9.3	QU	13	11.0	Reino Unido	14	11.9	Datos triangulados	49	41.5	Servicio ambulatorio	15	12.7	Lean Six Sigma	26	22	NI	96	81.4
De estudio múltiple	8	6.8	IHQ	9	7.6	Suecia	10	8.5	Total	118	100	Hospital	10	8.5	Total	118	100	Total	118	100
Panel de estudio	3	2.5	IQ	7	5.9	Australia	4	3.4				Oncología	9	7.6						
Grupo focal	1	0.8	HPOQ	6	5.1	India	4	3.4				OR	8	6.8						
Total	118	100%	IH	5	4.2	Taiwán	4	3.4				Laboratorio	6	5.1						
			IHO	4	3.4	Italia	3	2.5				Farmacia	6	5.1						
			IN	3	2.5	Brasil	2	1.7				Salud mental	3	2.5						
			PO y OO	3	2.5	Noruega	2	1.7				Cuidados en el hogar	2	1.7						
			IHPOQ	3	2.5	España	2	1.7				UCI	2	1.7						
			PO	3	2.5	Bélgica	1	0.8				Centro de material y esterilización	1	0.8						
			HA	2	1.7	Canadá	1	0.8				TIC	1	0.8						
			IOQ	1	0.8	Colombia	1	0.8				Infusión	1	0.8						
			Total	118	100	Irán	1	0.8				Compras	1	0.8						
						Irlanda	1	0.8				NI	22	18.6						
						Jordania	1	0.8				Total	118	100						
						Corea	1	0.8												
						Libano	1	0.8												
						Malasia	1	0.8												
						Nueva Zelanda	1	0.8												
						Total	118	100												

Nota: PO indica, observaciones del participante; OO, observaciones externas; IN, entrevistas; QU, encuesta de cuestionario de análisis de archivo histórico; IHQ, análisis de archivo histórico y cuestionario; IHP, entrevistas, análisis de archivos históricos y observación participante; IH, entrevistas y análisis de archivos históricos; IQ, entrevistas y cuestionario; IOQ, entrevistas, Observación externa y cuestionario; IHPOQ, entrevistas, análisis de archivos históricos, observación participante y cuestionario; HPO, observación de participantes y análisis de archivo histórico; HPOQ, observación de participantes, análisis de archivo histórico y cuestionario; OHI, observación externa, entrevistas y análisis de archivos históricos; Cant, cantidad; ICU, unidad de cuidados intensivos; TIC, tecnologías de la información y la comunicación; OR, sala de operaciones; NI, no informado

1.2 Planteamiento del problema

El actual sistema de salud se enfrenta ante una crisis de salud pública. Por lo tanto, se establece el planteamiento del problema en función de los siguientes puntos.

Primero, se han observado constantes ineficiencias en los procesos ambulatorios así como de hospitalización en función de movimientos innecesarios del personal, inventarios y cadena de suministros inadecuados, procedimientos excesivos, transporte inadecuado de insumos y equipo, desbalanceo en los tiempos de servicio, entre otros [72], [73]. De manera similar, se han incrementado los tiempos de espera [74]. Esto a su vez repercute en una mala percepción del usuario hacia el servicio [75]. Lo anterior son situaciones en que los pacientes pueden sentirse frustrados y, en el peor de los casos la consecuencia puede ser grave para su salud. Esto también se traduce en la generación de un sinnúmero de errores en los procesos del sector de la salud, por ejemplo lesiones y muerte del paciente [76].

Segundo, debido a la presión de la crisis financiera, existe una necesidad cada vez más clara de generar una perspectiva amplia sobre la calidad de los servicios de salud. Parece que los médicos y gerentes ya no pueden trabajar de forma aislada, porque cada conflicto entre gerentes y clínicos se transforma regularmente en una competencia por los recursos [77].

Tercero, el sistema de salud actual necesita brindar atención de calidad de manera íntegra e integral con la ayuda de médicos y gerentes, es decir crear equipos de trabajo multidisciplinarios [78], [79]. El constante debate acerca de incluir capacitación que permita a los médicos contribuir a la gestión, el mantenimiento y la reforma de los modelos de prestación de atención médica sigue siendo escasa [80]. Si bien, cambiar la estrategia de trabajo representa un desafío, es precisamente la falta de compromiso por parte de los empleados. Algunos autores argumentan que la preparación organizacional para el cambio es un obstáculo crítico para la implementación exitosa de la iniciativa de mejora [80].

Cuarto, con base en datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), el costo de la atención relacionada con el daño al paciente en los hospitales es considerable, y se estima que el 15% de la actividad hospitalaria y el gasto se atribuyen

directamente al daño del paciente. Si bien se presta mucha atención a la seguridad del paciente en los hospitales, aproximadamente el 50% de la carga global que surge del daño al paciente se origina en la atención primaria y ambulatoria. La OCDE reconoce que las mejoras en la seguridad del paciente son fundamentales para mejorar la calidad de la atención médica y para lograr sistemas de salud de alto rendimiento [81].

Quinto, estudios recientes aseguran que las consecuencias del estrés laboral experimentado por los empleados mostraron un efecto negativo y significativo en el desempeño de las actividades laborales [82].

Finalmente, para intentar abordar los puntos anteriores este trabajo de tesis presenta la metodología LH como una posible solución. Lean es una metodología que permite a los hospitales mejorar la calidad de la atención al paciente, apoyar a los empleados y médicos, eliminar las barreras y centrarse en brindar atención [83]. Lean también ayuda a superar las barreras entre los departamentos desconectados, permitiendo que diferentes departamentos trabajen con sinergia para beneficiar a los pacientes [71]. Además, Lean requiere un cambio cultural, abandonando la gestión jerárquica tradicional de arriba hacia abajo.

1.3 Justificación

Asegurar la calidad de la salud mediante la metodología LH, es la justificación primordial de este trabajo de investigación. A nivel macroeconómico, la salud es un factor que tiene implicaciones directas para la conducta adecuada de la vida y la actividad económica y social [80]. De acuerdo con ciertos autores, la salud de cada individuo y de un país es directamente proporcional a la calidad de vida. Además, a nivel internacional, las mejoras en el bienestar son cada vez más una alternativa para incrementar el producto nacional bruto como una medida del progreso y la meta de los países [80].

Por otra parte, las preocupantes cifras en gasto de salud afectan de manera directa la calidad del servicio. Por ejemplo, el gasto en salud por persona en EE. UU. fue de \$10,224 dólares en 2017, que equivale a un 28% más alto que en Suiza, el siguiente gasto per cápita más alto como se ilustra en la Figura 4. Se proyecta que el gasto nacional de EE. UU. en salud crecerá a una tasa anual promedio de 5.4% para 2020-28 y alcanzará \$6.2 billones para 2028. Además, Se espera que la

parte asegurada de la población disminuya del 90.6% en 2018 al 89.4% en 2028. De manera similar, datos de la Oficina Nacional de Estadística UK [84], mostraron que el gasto total en atención médica en 2018 fue de £214.4 mil millones (libras esterlinas), lo que equivale a £3,227 por persona. El gasto total en atención médica en el RU representó el 10.0% del producto interno bruto (PIB) en 2018, en comparación con el 9.8% en 2017 y el 6.9% en 1997.

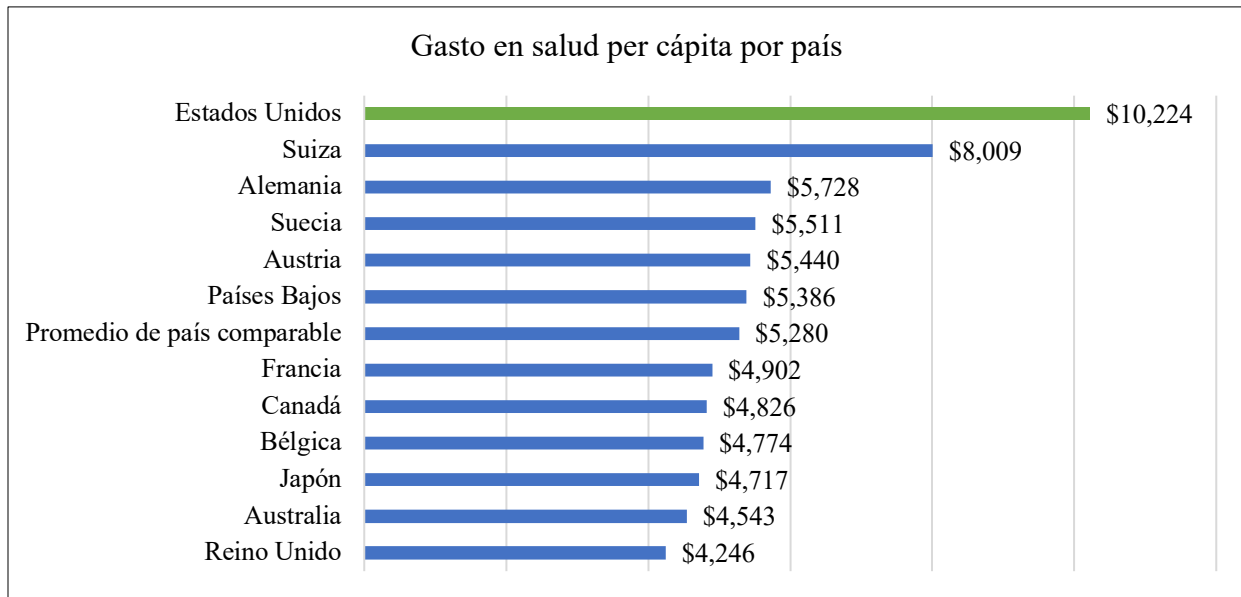


Figura 4. Gastos de salud per cápita, dólares estadounidenses. Recuperado de [85].

Para México, las estimaciones con base en datos demográficos y epidemiológicos del país indican que, para atender 13 intervenciones, que incluyen atención materna, enfermedades infecciosas y crónicas, así como para acciones de prevención y promoción de la salud para toda la población, sería necesario destinar, al menos, 5 puntos porcentuales del PIB [86]. En la última década el punto máximo de presupuesto para salud como porcentaje del PIB fue en 2012 con 2.88%. A partir de entonces ha caído hasta ubicarse en 2.50% del PIB en el Proyecto del Presupuesto de Egresos de la Federación (PPEF) 2020 como se ilustra en la Figura 5.

Gasto público en salud 2010-2020 Vs Población 2010-2020

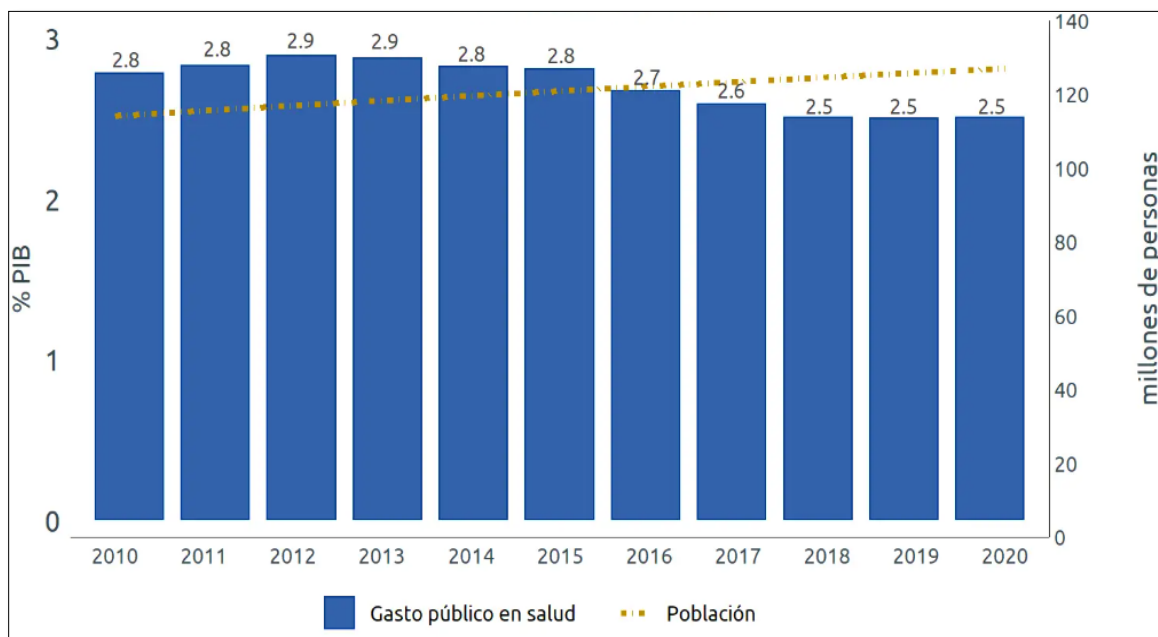


Figura 5. Gasto total público en salud 2010-2020 en México, incluye: IMSS, ISSSTE, SSA PEMEX, SDENA, FASSA. Recuperado de [87].

En cambio, la población total se incrementó en 12 millones 836 mil 087 personas en México, al pasar de una población total (a mitad de año) de 114 millones 255 mil 555 personas en 2010 a una proyección de 127 millones 091 mil 642 personas en 2020 [88]. Para poner en contexto, los países que más han avanzado hacia la cobertura universal presentan un gasto público en salud de 6% o más del PIB [89]. La brecha de gasto per cápita entre las instituciones de seguridad social, como el IMSS y el ISSSTE, y las que brindan atención a la población sin seguridad social, como SP e IMSS Bienestar se redujo como se ilustra en la Figura 6.

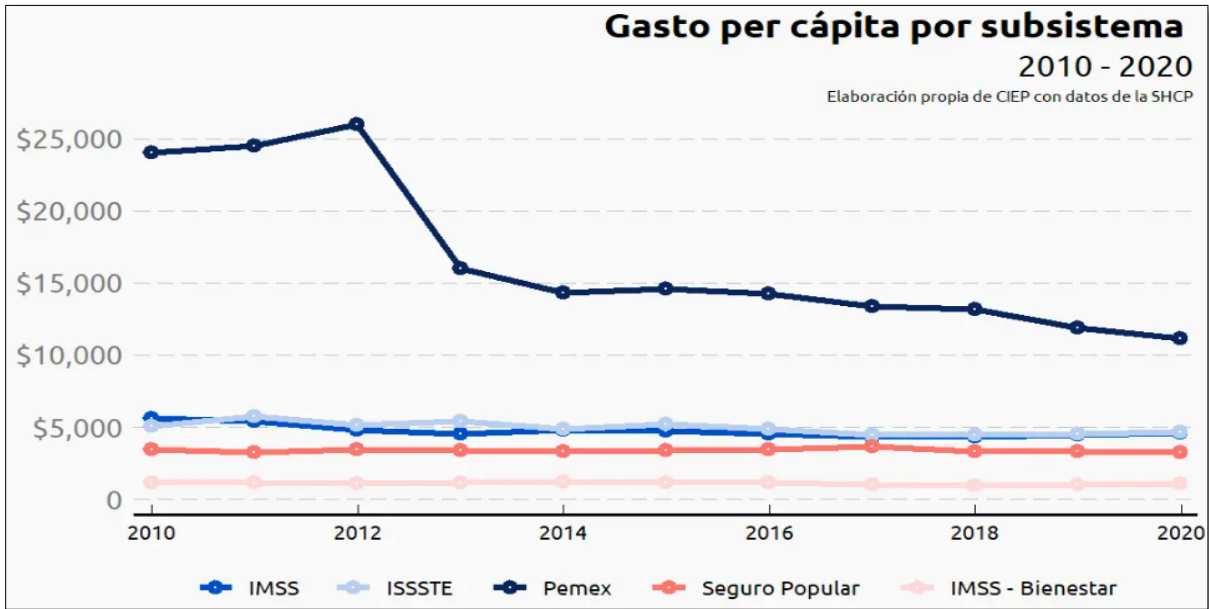


Figura 6. Brecha de gasto per cápita entre las instituciones de seguridad social 2010-2020. Recuperado de [87].

No obstante, esta disminución se debe a que el gasto per cápita en todos los subsistemas se contrajo [87]. A pesar de los incrementos presupuestarios en los sistemas de seguridad social IMSS e ISSSTE, éstos redujeron su gasto per cápita en 18.1% y 8.2%, respectivamente de 2010 a 2020. El gasto per cápita en IMSS pasó de \$5,614 en 2010 a \$4,600 en 2020.

El gasto per cápita en el ISSSTE pasó de \$5,063 en 2010 a \$4,648 en 2020. La caída en el gasto per cápita tanto del IMSS como del ISSSTE se debe a que, si bien recibieron incrementos en su presupuesto, el incremento en población derechohabiente fue mayor [87]. Por otro lado, en los subsistemas que atienden a la población sin seguridad social, SP e IMSS Bienestar, también se reduce el gasto per cápita en 6.2% y 10.2%, respectivamente.

Para la población beneficiaria del SP, el gasto per cápita pasó de \$3,472 en 2010 a \$3,258 en 2020. Para la población adscrita al programa IMSS Bienestar el gasto per cápita pasó de \$1,180 en 2010 a \$1,060 en 2020. La caída en el gasto per cápita, tanto del SP y de IMSS Bienestar, se debió a que no sólo se incrementó la población beneficiaria, sino que, además, se recortó el presupuesto que se destina a estos subsistemas [87]. A pesar de ser que el gasto per cápita en Pemex fue el que más se redujo en términos porcentuales, 53.7% menos, al pasar de \$24,054 en 2010 a \$11,131 en 2020, aún guarda una proporción de 2 a 1 respecto al gasto per cápita más alto de los otros subsistemas.

La caída en el gasto per cápita de 2012 a 2013 se debe a una combinación entre un menor presupuesto y un mayor número de derechohabientes [87]. Como consecuencia de lo anterior, el nivel de gasto público en salud en México está por debajo de las recomendaciones internacionales y de las estimaciones con bases epidemiológicas y demográficas [87]. Además, la baja prioridad presupuestaria al sector salud se refleja en el bajo porcentaje del PIB que se destina a este rubro, que durante diez años no logró superar la banda de 2.5% a 2.9% y, actualmente, tiene una tendencia decreciente.

Por lo tanto, debido a que LH ha mostrado ser una metodología que promueve la reducción de gastos en el sector de la salud es otro motivo para justificar el presente proyecto de investigación. Por ejemplo, la Tabla 2 muestra los ahorros asociados con la implementación de LSS en instalaciones hospitalarias. Además, se puede observar que los costos están en función de la rentabilidad y eficiencia. Por ejemplo, la mayor reducción está asociada a la eficiencia en la sala de operaciones, con un ahorro anual de €229,000 euros. En este sentido, si los servicios de salud son ineficientes, cuestan más y menos pacientes pueden beneficiarse de los avances de la medicina moderna.

Tabla 2. Ahorros a través de implementaciones de mejora. Recuperado de [90].

Acciones	Valores de costo objetivo (€)	Ahorro anual (€)
Mejora de la programación del paciente en quirófano	50,000	229,000
Reducción de cuentas por cobrar	20,000	225,000
Mantenimiento optimizado	20,000	211,000
Revisión de condiciones de pago	20,000	60,000
Reducción del tiempo de ingreso de reemplazo de cadera	46,000	56,000
Mejora de las actividades de logística	50,000	44,000
Reducción de los tiempos de espera en cardiología	34,000	34,000

Finalmente, el último punto para la justificación de esta investigación está en función a la seguridad del paciente. Diversos autores afirman que implementar LH en el servicio ambulatorio y de hospitalización incrementa la seguridad del paciente además de promover la satisfacción del paciente y los empleados [91]–[95].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Se han establecidos dos objetivos generales:

1. Evaluar los efectos de las intervenciones Lean Healthcare sobre el flujo de pacientes en la atención ambulatoria y determinar si el tiempo de espera y la duración de la estadía (LOS) disminuyen después de las intervenciones.
2. Evaluar los efectos de las intervenciones Lean Healthcare en el servicio de hospitalización y determinar si mejora el flujo de pacientes e indicadores de eficiencia.

1.4.2 Objetivos específicos

- I. Evaluar los efectos de otras intervenciones, por ejemplo, Six Sigma, Lean Six Sigma, Gestión de la calidad total (TQM) entre otras y determinar su relación con Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización.
- II. Identificar la cantidad de indicadores más representativos en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización. Y determinar si han aumentado o disminuido a través de los años.
- III. Identificar la cantidad de técnicas y herramientas más representativas en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización. Y determinar si han aumentado o disminuido a través de los años.
- IV. Identificar la cantidad de barreras más representativas en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización.
- V. Identificar la cantidad de factores críticos de éxito más representativos en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización.
- VI. Desarrollar una propuesta de protocolo de implementación para el caso México

1.5 Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación se encuentran alineadas a los objetivos específicos, por lo que se formulan de la siguiente manera:

- I. Además de Lean Healthcare, ¿qué otras metodologías se utilizan para mejorar la calidad del servicio ambulatorio y de hospitalización? y ¿cómo se relacionan con Lean Healthcare?
- II. ¿Cuáles son los indicadores más representativos en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización? y ¿cuáles son los indicadores secundarios?
- III. ¿Cuáles son las técnicas y herramientas más representativas en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización? y ¿cómo se clasifican en función de su objetivo?
- IV. ¿Cuáles son las barreras más representativas en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización? y ¿cómo se agrupan en función de su procedencia?
- V. ¿Cuáles son los factores críticos de éxito más representativos en la implementación de Lean Healthcare en el servicio ambulatorio y de hospitalización?

1.6 Hipótesis

Las hipótesis de investigación se formulan de la siguiente manera:

- H1: Six Sigma, DMAIC, Lean Six Sigma, El ciclo PDCA, Gestión de la Calidad Total y análisis estadístico son metodologías que en combinación de Lean Healthcare potencian la calidad del servicio ambulatorio y de hospitalización
- H2: Los principales indicadores y medidas clave en el rendimiento para hospitales son: duración promedio de estadía, tiempo de servicio, promedio de tiempo de espera, incidentes hospitalarios, satisfacción del paciente/personal, rendimiento médico, tasa de readmisión del paciente, tasa de mortalidad hospitalaria, margen operativo, tasa de ocupación de cama, tasa de utilización de activos y tasa de alta hospitalaria.
- H3: Las técnicas y herramientas se clasifican con base a su objetivo; De estadísticas: gráficos de control, SPC, prueba de hipótesis, DOE o diagrama de Pareto, entre otras; De procesos: mapeo de la cadena de valor, mapeo de proceso, diagrama SIPOC, diagrama de Gantt, entre otros; De equipos de trabajo: lluvia de ideas, 5 por qué, diagrama de Ishikawa, entre otros; De Lean: 5S, Kanban, Kaizen, Justo a tiempo, JIDOKA, Poka-Yoke, entre otras.

- H4: Las principales barreras que frenan el desarrollo y crecimiento del sector de la salud y no permiten una implementación exitosa de Lean Healthcare son la falta de recursos humanos, limitación de recursos financieros, falta de habilidad gerencial, falta de personal calificado en Lean, resistencia al cambio, falta de enfoque claro en el valor del paciente, entre otros.
- H5: Los factores críticos de éxito que promueven la implementación exitosa de Lean Healthcare son la capacitación, compromiso y participación de la alta dirección, equipos de trabajo multidisciplinarios, compromiso de los empleados, comunicación efectiva del equipo, colaboración interdepartamental, liderazgo, consulta y apoyo externo, empoderamiento del personal entre otros.

1.7 Limitaciones

El presente trabajo de tesis presenta una serie de limitaciones importantes. En primer lugar, las diferencias en los datos (volumen del paciente, ajustes y enfoques de recopilación/procesamiento de datos) y la naturaleza de múltiples componentes de LH limitan a generalizar los resultados.

En segundo lugar, la heterogeneidad de los estudios y el riesgo de sesgo impidieron llevar a cabo un meta-análisis para determinar las relaciones causales.

En tercer lugar, la mayoría de los estudios fueron diseños observacionales Pre-Post. Por lo tanto, la falta de aleatorización, la falta de grupos de comparación emparejados y la posible existencia de variables de confusión limitaron los indicadores de estar causalmente relacionadas con las intervenciones de LH.

Finalmente, existe la posibilidad de que el efecto Hawthorne conduzca a las mejoras reportadas en los estudios, aunque los cambios en los resultados, como se demuestra en las pruebas estadísticas, sugieren que los resultados fueron más probables debido a la intervención de LH.

2 MARCO TEÓRICO

El segundo capítulo está enfocado a realizar una revisión de la literatura y describir cómo se relaciona el presente trabajo de tesis con los diversos estudios de Lean y SS. La estructura de esta investigación se propone de la siguiente manera: La primera sección presenta el origen y los antecedentes de Lean. De manera similar, se introduce la metodología SS. Mas adelante, se muestra la sinergia entre LSS. La segunda sección establece las principales diferencias y similitudes entre el sector de la salud y la industria de la manufactura, desde un enfoque operativo. Finalmente, se describe el estado actual de la implementación de LSS en el sector de la salud, incluyendo los factores críticos de éxito, técnicas y herramientas más utilizadas, así como las barreras para la sustentabilidad de la metodología.

2.1 Introducción a Lean

En EE.UU. durante la década de 1970, se dio un aumento en las regulaciones por parte del gobierno (exigían mayor seguridad, mayor eficiencia energética, control de las emisiones, entre otras), los altos precios del petróleo y la creciente competencia entre las compañías de automóviles afectó severamente a los tres grandes fabricantes estadounidenses: General Motors, Chrysler y Ford [96]. Las grandes ganancias de las compañías extranjeras tuvieron como base la percepción de los consumidores debido a que los automóviles extranjeros eran más eficientes en combustible, menos costosos, y de mejor calidad, que los de EE.UU. [97]. Hasta ese momento eran las compañías japonesas las que parecían imbatibles [98]–[100]. De hecho, en 1980, Japón había asumido el cargo de la producción de automóviles más grande del mundo [96], [97]. Los automóviles exportados desde Japón a EE.UU. representaban una gran parte de las ventas anuales de automóviles en EE.UU.

En la década de 1980, uno de cada cuatro autos vendidos en EE.UU. era importado [96], [99], [101]. En respuesta, la compañía *United Auto Workers* y los tres grandes fabricantes de automóviles de EE. UU., exigieron que el gobierno americano que contribuyera a disminuir el flujo de importaciones desde el extranjero. El gobierno de EE.UU. finalmente consiguió que los fabricantes de automóviles japoneses firmaran un acuerdo de limitación (por ejemplo, un sistema de cuotas de importación) que limitó el número de automóviles que se podrían importar a EE.UU. cada año [96], [101]–[103]. Esta barrera comercial, sin embargo, dio lugar a la creación de plantas

de producción de automóviles en EE.UU. para renunciar a la cuota de importación. Además, la cuota de importación obligó a los fabricantes de automóviles japoneses a ser más innovadores en cuanto a la forma de maximizar los beneficios obtenidos a partir del número limitado de automóviles que podían exportar a EE.UU.

Como resultado, los japoneses desarrollaron e introdujeron automóviles de lujo. Tales automóviles generaban mayores márgenes de ganancia y por lo tanto eran económicamente más interesante ser exportados a los EE.UU. Por desgracia para EE.UU., la historia de éxito de los fabricantes de automóviles japoneses se reflejó en otras industrias extranjeras como las de acero, textiles, electrónica o la construcción naval, por nombrar unas pocas. Para la década de 1990, el gobierno de EE.UU. tuvo que reconocer que las industrias manufactureras habían caído ante otras internacionales con respecto a precio y calidad [96], [99], [103]. Teniendo en cuenta los desafíos que enfrentaban los fabricantes de EE.UU. a finales de 1970 y la década de 1980, se lanzó un proyecto de investigación durante 5 años y con un costo de 5 millones de dólares para explorar y comprender los diferentes métodos de producción en la industria automotriz en todo el mundo y se puso en marcha en 1984 por el Gobierno Federal.

El proyecto fue llevado a cabo por el Programa Internacional de Vehículos de Motor (IMVP, por sus siglas en inglés) alojado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Los resultados de este proyecto son presentados y abordados en el best seller “*The Machine that Changed the World – How Japan’s Secret Weapon in the Global Auto Wars will Revolutionize Western Industries*”, como se ilustra en la Figura 7 [98]. Womack, en su libro, presenta las diferencias entre la producción en masa y la producción ágil en la industria automotriz. Los autores reconocen y hacen hincapié en la superioridad de las técnicas de fabricación y de gestión japonesas.

El estudio mostró que las empresas japonesas, especialmente Toyota, prosperaba porque inventaron, aplicaron y mejoraron continuamente los métodos de producción Lean [98], [104]. El investigador John Krafcik del IMVP, viajó a quince países, en donde examinó y entrevistó a más de 90 plantas de ensamble automotriz en lo que se considera "La encuesta industrial más completa jamás realizada" [98]. Bautizando con la palabra “Lean” para describir estos innovadores métodos de fabricación y gestión japoneses.

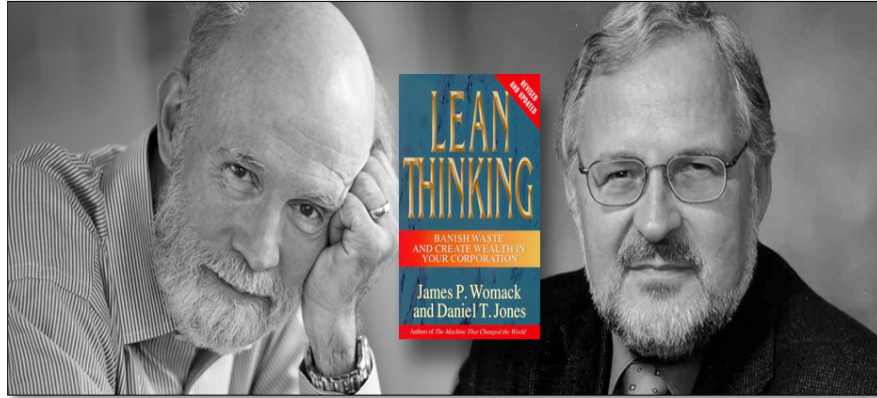


Figura 7. James P. Womack, fundador del Lean Enterprise y Daniel T. Jones, ganador del Shingo Prize for Operational Excellence. Autores del best seller: *The Machine that Changed the World* y *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Organization*. Recuperado de [105].

La investigación de Womack y sus colaboradores dio lugar a que las plantas ensambladoras de autos que aplicaban los principios lean requerían menos esfuerzo humano, la mitad del espacio de fabricación, menos de la mitad del inventario, y que produciendo con un menor número de defectos ser capaz de producir una mayor y creciente variedad de productos [98] en comparación con las plantas de ensamble de automóviles que practicaban la producción en masa tradicional. De hecho, los fabricantes lean combinan y adaptan las ventajas de la producción en masa y la artesanía, evitando al mismo tiempo la falta de flexibilidad de la producción en masa, así como los altos costos asociados con la producción artesanal. Sin embargo, la diferencia más notable en la filosofía de fabricación que la investigación del IMVP documentó, fue que los productores en masa fijaban metas imperfectas, mientras que los productores lean no se conformaban con menos que la perfección, por ejemplo, fijaban su rumbo hacia la perfección con cero inventarios, cero defectos, sin fin de variedad de productos y una tasa de cero accidentes [98], [106].

2.2 El origen de Lean

La evolución de la gestión Lean se basa en los avances a lo largo de la historia del desarrollo industrial. Dibujar una línea en el pasado para identificar el verdadero punto de partida de Lean es difícil pero no imposible. En el año 1452 en el Arsenal de Venecia en Italia, fue donde se aplicaron los primeros procesos estandarizados en la construcción de buques para empujar un barco de diseño estándar a través de estaciones de montaje dentro de un día [107], [108]. Siglos más tarde, a finales de la década de 1760, el concepto de partes intercambiables y diseños estandarizados se desarrolló más formalmente por el general francés Jean-Baptiste Vaquette de Gribeauval para

acelerar la reparación del campo de batalla [109]–[111]. En 1799 el concepto de partes intercambiables fue perfeccionado y utilizado por Eli Whitney, conocido como el inventor de la desmotadora de algodón, para fabricar y mantener el suministro de miles de fusiles al ejército de EE.UU. a precios bajos 1799 fue también el año de la primera producción automática.

Un ejemplo fueron los polipastos producidos en el astillero de Portsmouth en Inglaterra sin mano de obra utilizando solo máquinas de accionamiento hidráulico [112]–[114]. Por lo tanto, la segunda mitad del siglo 18 representa el desarrollo de un sistema de fabricación que permitía la producción en masa y la reparación de los productos con piezas intercambiables a precios que los clientes podían pagar. Los primeros casos de la manufactura celular se remontan al tiempo entre 1813 y 1830, donde Thomas Blanchard en el arsenal en Springfield, adaptó 14 máquinas en una disposición celular en una habitación para producir stocks de armas largas moviendo una pieza a la vez de máquina a máquina sin mano de obra en los procesos involucrados [115].

En la década de 1880, se utilizó la primera línea en movimiento *conveyor system* para mover empaques de carne con el fin de remover la carne de los huesos - conocido como línea de desmontaje en movimiento [116]. La línea en movimiento y, tal vez incluso más notable, la ruptura de una tarea compleja en tareas simples y repetitivas, permitió la sustitución de carniceros calificados por trabajadores no calificados [116]–[118]. En 1890, Frederick Taylor (ver Figura 8) acuñó el término gestión científica o administración científica, también llamado taylorismo [119].

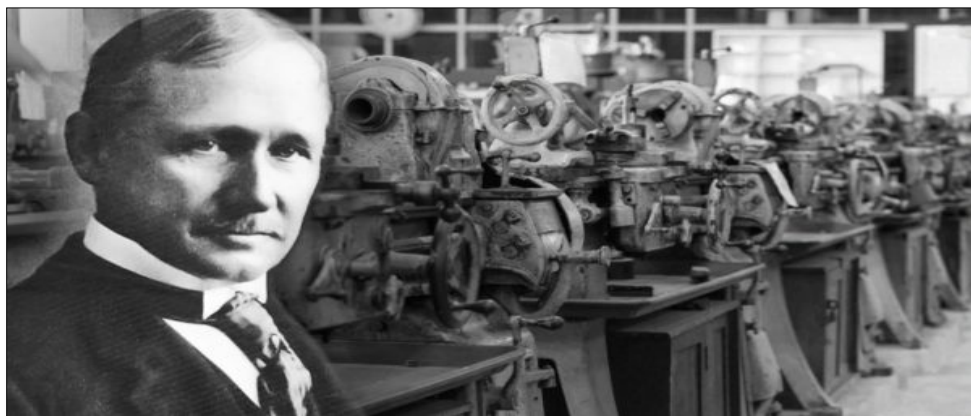


Figura 8. Frederick W. Taylor, considerado el padre de la administración científica. Recuperado de [120].

La gestión científica es una teoría centrada en el análisis y la síntesis de un trabajo manual [121], [122]. La gestión científica tiene como objetivo descubrir y poner en práctica la mejor manera de

hacer un trabajo para obtener la máxima productividad y eficiencia. De este modo Taylor introdujo las buenas prácticas y la estandarización de las tareas de trabajo en el arsenal de los industriales. La estandarización de las tareas de trabajo llegó lejos que el trabajar y pensar estaban estrictamente separados y en ningún empleo de planta incluía ambos [121]–[123]. La administración científica de Taylor postulaba el primer diseño con la mejor secuencia de pasos en la cual el trabajo podía ser realizado; después se introdujo un sistema de pago como bonificación y la documentación de las rutas de producción para cada parte [122].

Taylor también introdujo los métodos de contabilidad de costos estándar, por ejemplo, la asignación de los gastos generales a las horas de trabajo y de las máquinas, que es visto como una herramienta básica de gestión en la era de la producción en masa [123], [124]. A principios de 1900, Frank Gilbreth añadió gráficos de procesos, así como el estudio de movimientos a la teoría de la administración científica [125]. Mediante el análisis del movimiento y los hábitos de cada persona, Gilbreth logró aumentar la eficiencia del trabajador [125], [126]. Si bien se han hecho progresos en la manera de ayudar a los trabajadores a maximizar su productividad, Sakichi Toyoda, en 1902, inventó un dispositivo para detectar hilos rotos en telares [127].

En el sistema de Sakichi, cuando se detectaba un hilo roto, el telar se detenía automáticamente para evitar que la producción de ropa fuera defectuosa [128]. Futuras mejoras al telar permitieron operaciones múltiples, por un solo trabajador. La idea de Sakichi dio origen a que cada proceso tuviera su propio autocontrol de calidad, que ahora se le conoce como *Jidoka* [127]. Alrededor de 1908, Henry Ford comenzó la producción del Modelo T (ver Figura 9), un automóvil modular con partes intercambiables (utilizando un sistema de medición estándar).



Figura 9. Modelo T, producido por *Ford Motor Company* desde 1908 a 1927. Recuperado de [129].

El Modelo-T se limitaba a un color y una especificación, por lo que todas las partes del chasis eran idénticas [130], [131]. Henry Ford también asignó tareas individuales a los montadores, quienes realizaban esas tareas mientras se movían con cada vehículo en la línea de ensamblaje [102], [132]. En 1913, cuando Henry Ford introdujo la línea de montaje de flujo continuo para el Modelo T, Ford colocó máquinas para la prefabricación de piezas, que se producían aparte, en una secuencia a lo largo de la línea de montaje de manera que las piezas se suministraban exactamente en la tasa de consumo de la línea de montaje [133]–[135]. La introducción de la línea dio lugar a considerables mejoras en la productividad e indujo una disminución considerable de los costos de producción, que tuvo como consecuencias precios sorprendentes de venta y un salario alto a los trabajadores, también redujo la cantidad de esfuerzo humano necesario para montar un vehículo ya que los trabajadores se mantenían en una sola estación de trabajo y repetían un número limitado de tareas [98], [102], [131], [136]. Ford llamó a este procedimiento el sistema de fabricación en masa, que se desarrolló del sistema de producción artesanal que Ford utilizaba cuando empezó a producir el modelo T en 1908, como se ilustra en la Figura 10 [102], [132], [137].



Figura 10. Concepto producción en serie por H. Ford para fabricar grandes cantidades de un solo artículo estandarizado. Recuperado de [138].

No obstante, Womack señaló que el cambio realmente revolucionario para el desarrollo industrial fue que Ford produjo un automóvil fácil de utilizar por los clientes. De hecho, Womack no observó la clave para la producción en masa en la línea de ensamblaje en movimiento sino en “*la completa intercambiabilidad de las partes y la simplicidad de unir las una a otras*” [98]. Al otro lado del Pacífico, en Japón en 1924, el primer telar tipo G se estaba empleado en *Toyoda Automatic Loom Works* (o conocido como *Toyoda Boshoku*). La característica especial de este telar era un cambio en tiempo cero lo que permitió un funcionamiento continuo de los telares. El cambio del sistema

en tiempo cero más tarde fue reconocido como el origen de la filosofía de “cambio rápido” en *Toyota Motor Company* [127]. Luego, en la década de 1930, el término *Takt Time* fue pionero en la industria aeronáutica para sincronizar el movimiento de las principales aeronaves o las estructuras de los aviones a la siguiente estación de montaje en tiempos establecidos, como un ritmo; la palabra alemana *Takt* describe la duración de un ciclo que se repite [127], [139]–[141].

Esta idea entonces fue tomada y transferida a Japón por Mitsubishi (una empresa que trabajó en cooperación con la industria aeronáutica alemana antes de la segunda guerra mundial II) y más tarde fue adoptada por Toyota [141]–[144]. En 1937, Kiichiro Toyoda, el hermano de Sakichi Toyoda (propietario de la fábrica de telar), estableció la Toyota Motor Company con la idea de introducir justo a tiempo (*Just In Time*) la entrega de piezas de automóviles y motores [127], [139], [145].

Sin embargo, el enfoque del justo a tiempo de Toyota fue socavado por la falta de relaciones con los proveedores y estabilidad básica en los procesos de producción de Toyota Motor Company [98], [127]. Kiichiro Toyoda y otros estudiaron la producción en masa en Ford en la década de 1930, y de nuevo después de la Segunda Guerra Mundial, se les ocurrió que con simples modificaciones en el sistema de producción de Ford podrían mantener los flujos de proceso estable y al mismo tiempo proporcionar a los clientes una amplia variedad de automóviles [132]. Kiichiro Toyoda y sus colegas también encontraron que el sistema de formación dentro de la industria desarrollado por el departamento de guerra de EE.UU. entre 1941 y 1945, que se basa en instrucciones de trabajo, métodos de trabajo y las relaciones de trabajo para capacitar a los trabajadores, era útil.

Estos métodos, una vez introducidos en Japón, se incorporaron en el conjunto de trabajo estándar de Toyota [146], [147]. En 1950, Eiji Toyoda (sobrino de Kiichiro Toyoda) y Taiichi Ohno, director de producción (ver Figura 11), concluyeron que un sistema de producción en masa no funcionaría en Japón debido al pequeño mercado interno el cual requería un menor número de automóviles, pero más variedad [127].



Figura 11. Máximos exponentes en la creación del Sistema de Producción Toyota. Recuperado de [148].

Por lo tanto, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno comenzaron a desarrollar un sistema de fabricación que se basaba en el pensamiento de Ford el cual fue adaptado a la cultura japonesa. De este modo, nació el Sistema de Producción Toyota (TPS) por sus siglas en inglés *Toyota Production System*, [98], [127], [141]. Después, en la década de 1950, Taiichi Ohno, empleando las primeras versiones del TPS como su guía, desarrolló sistemas adicionales como *Kanban's* y *supermarkets* para implementar el *Just In Time* en la entrega de piezas, a la par se iniciaba un cambio de estrategia *push* - empuje de la producción a *pull* - jalar la producción [98], [127], [141].

Al mismo tiempo, las contribuciones a la gestión de la calidad de Deming, Ishikawa, Juran y Crosby (ver Figura 12) se añadieron a los principios básicos del TPS convirtiéndose en lo que hoy se conoce como el movimiento de gestión de la calidad también conocido como control de calidad total (TQC), por sus siglas en inglés *Total Quality Control* [100], [127], [149]–[151]. Especialmente el trabajo de Deming se centró en educar a los gerentes en cómo eliminar los desperdicios y mejorar la calidad, al mismo tiempo que mejora la competitividad de las empresas a través del control estadístico [151]–[153]. Las contribuciones de Ishikawa a la gestión de calidad en Japón se centraron en los sistemas de control de calidad para regular y controlar los procesos de producción [150], mientras que Juran trabajó en el diseño de la calidad y en los problemas de calidad para mejorar el rendimiento global de fabricación utilizando métodos de análisis de causa raíz [154], [155].



Figura 12. De izquierda a derecha, Edwards Deming, Philip Crosby, Joseph Juran y Kaoru Ishikawa, los 4 gurús de mundo de la calidad. Recuperado de [156].

Otros momentos trascendentales seleccionados en la evolución de la gestión Lean (que hasta este momento era sinónimo de TPS) ocurrió durante 1960. De hecho, la década de 1960 fue crucial para el surgimiento gradual de un nuevo sistema de gestión de Toyota, incluyendo nuevos enfoques en la atención al cliente, desarrollo de proveedores, liderazgo, entrenamiento interno, resolución de problemas, el desarrollo de productos y procesos y la calidad [98], [157].

Además, a principios de 1960, la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE) anunció la creación y entrega anual del premio Deming para alentar a las empresas (originalmente el premio Deming se restringió a Japón) en fomentar el uso de herramientas de control estadístico y la aplicación del círculo de Deming (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar, PDCA por sus siglas en inglés) para la mejora continua [158]. En 1965, Toyota ganó el premio Deming después de la incorporación de la calidad como un elemento clave en su sistema de gestión combinada con un intenso entrenamiento en la resolución de problemas utilizando el círculo PDCA de Deming [158]. En 1973, Cho, Sugimori y otros escribieron el primer manual de producción de Toyota para uso interno [159]. A esto siguió la difusión del TPS a través de publicaciones y las primeras investigaciones académicas (MIT) en los años 1977 a 1979 [98], [141]. Un exhaustivo análisis de todo el TPS fue traducido y publicado en 1982 bajo el título Sistema de Producción Toyota por [141]. Un año más tarde, en 1983, bajo la presión del Gobierno de EE.UU., Toyota comenzó un proyecto conjunto con General Motors (GM) y formó la empresa *New United Motor Manufacturing* para compartir el conocimiento del sistema de producción Toyota con los competidores en el extranjero [160]–[162].

En 1987, el investigador John Krafcik del Programa Internacional de Vehículos de Motor acuñó el término Lean, que describe al método de producción y gestión integral que Toyota Motor Corporation fuese pionero. Después, en 1990, Womack (1991) publicó el libro *La máquina que cambió el mundo*, que puso en manifiesto las diferencias entre los sistemas de producción tradicionales de masas en el mundo occidental y los sistemas de producción lean en Japón. Womack y Jones, en 1996, siguieron escribiendo sus ideas en el libro *pensamiento Lean (Lean Thinking)*, en donde describen los elementos críticos de lean a los que llamaron los cinco principios de lean.

2.3 Principios generales de Lean

Dos conceptos básicos en el pensamiento Lean son eliminar el desperdicio y crear valor agregado. De acuerdo con [140], [163]–[166]. Lean se fundamenta en 5 principios como se ilustra en la Figura 13

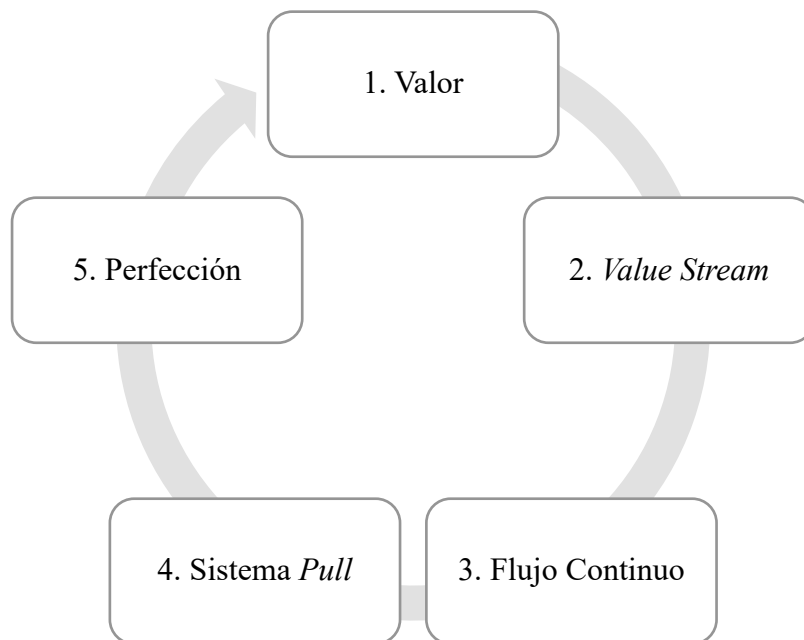


Figura 13. Los cinco principios generales del sistema Lean.

2.3.1 Identificar al cliente y especificar el valor

El punto de partida es reconocer que solo una pequeña fracción del tiempo y esfuerzo total en cualquier organización es la que realmente agrega valor para el cliente final [167]. Al definir

claramente el valor de un producto o servicio específico desde la perspectiva del cliente final, todas las actividades sin valor, o desperdicio, pueden ser seleccionadas para su reducción o eliminación. El valor define el uso que un producto ofrece a un cliente y funciona hacia atrás para construir el proceso de producción. Para identificar el valor de los clientes, es importante responder las siguientes preguntas: ¿Qué quieren los clientes? ¿Cuándo y cómo lo quieren? ¿Qué combinación de características, capacidades, disponibilidad y precio preferirán? [168], [169].

2.3.2 Identificar y mapear el flujo de valor

Las empresas mapean la producción (crean un flujo de valor) para garantizar que cada paso proporcione valor [167]. Value Stream es la colección de procesos y actividades en todas las partes de la organización involucradas en la entrega conjunta del producto o servicio [170], [171]. Esto representa el proceso de extremo a extremo que entrega el valor al cliente. Una vez que se comprende lo que quiere el cliente, el siguiente paso es identificar cómo les está entregando (o no) el valor. La cadena de valor no está limitada entre empresas; esa es la razón para esforzarse por integrar proveedores, fabricantes, distribuidores e incluso minoristas en los esfuerzos por reconocer y analizar la cadena de valor [172]. Finalmente, se distinguen tres categorías principales de actividades, en un proceso: a) Los que agregan valor; b) Aquellos que no agregan valor, pero que no se pueden evitar; c) Y los que no agregan valor, pero se pueden evitar y por lo tanto deben ser eliminados [173], [174].

2.3.3 Crear flujo continuo mediante la eliminación de desperdicios

El flujo continuo reorganiza los procesos para que los productos se muevan sin problemas a través de los pasos de la creación del valor [173], [174]. Normalmente, cuando mapea por primera vez el flujo de valor, resultará que sólo el 5% de las actividades agregan valor, esto puede aumentar a 45% en un entorno de servicios. La eliminación de los desperdicios asegura que el producto o servicio fluya hacia el cliente sin interrupción, desvío o espera [175], [176].

2.3.4 Sistema Pull

Se trata de comprender la demanda del cliente y adaptar el proceso en función de las necesidades del cliente. De tal manera que solo se produzca lo que el cliente quiere cuando lo requiera [168], [169]. Las organizaciones no deben “empujar” sus productos o servicios a los clientes, más bien

deben dejar “jalar” (*pull*) el sistema y vincular toda la cadena de producción (incluso con los proveedores) de tal manera que los materiales no se liberen y las actividades no se realicen hasta que sen necesarias [170], [171]. La clave del método *pull* reside en el uso de *kanban*, estos son sistemas físicos o electrónicos que transmiten la necesidad de piezas o subconjuntos desde un punto del proceso al anterior [172], como se describe en la Figura 14.

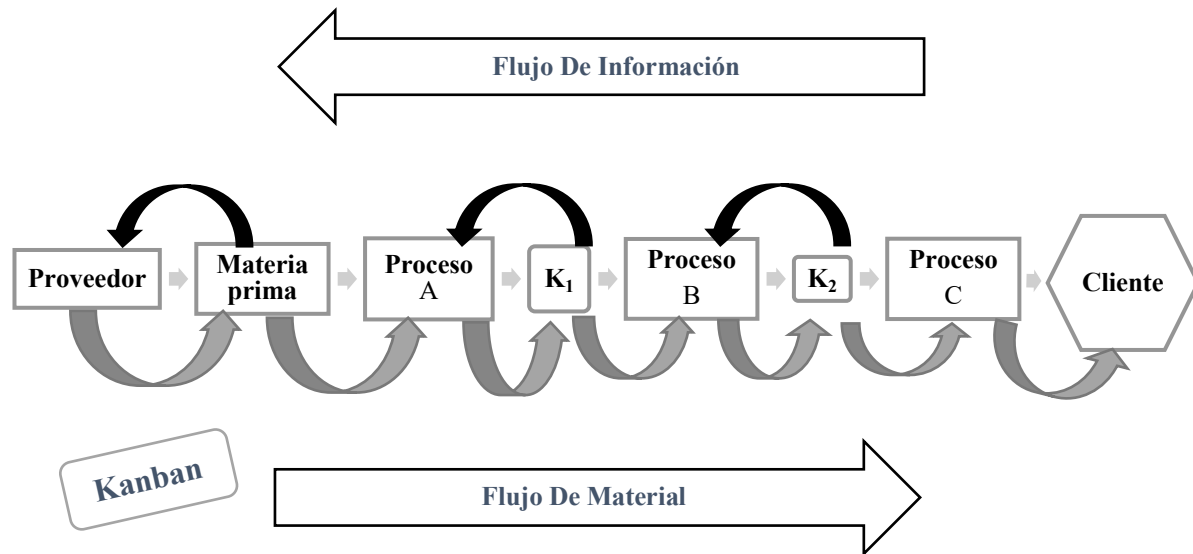


Figura 14. Diseño de un sistema pull convencional. Recuperado de [177].

2.3.5 Perseguir la perfección

La perfección requiere de un esfuerzo constante para satisfacer las necesidades de los clientes. Como resultado se podrá mejorar el proceso y buscar cero defectos [170], [171]. La creación de flujo y un sistema *pull* comienza con la reorganización total de los pasos de un proceso, no obstante, las ganancias se vuelven verdaderamente significativas a medida que todos los pasos fluyen de manera adecuada [175], [176]. A medida que se generan los cambios, más y más capas de desperdicios se hacen visibles, por lo tanto, el proceso se encamina hacia un punto teórico de perfección, donde cada acción agrega valor para el cliente final. Este sistema de gestión requiere de la mejora continua [173], [174]. La implementación de los cinco principios de Lean, tiene como resultado final una filosofía de trabajo de mejora continua. De esta manera, se asegura generar una estrategia organizacional mediante el monitoreo constante de los procesos para consolidar de que

se brinde valor constante al cliente [167]. Lo anterior, permite a las organizaciones mantener un alto nivel de servicio y al mismo tiempo crecer de manera flexible mediante la implementación de un cambio sostenible [172].

2.4 Las 3M – Mura, Muri, Muda

Para el sistema Lean, los desperdicios no son objetos que se arrojan a la basura, sino que se definen por lo que el cliente está dispuesto a pagar o no. Los procesos que no agregan valor, según para cada cliente, deberán ser reducidos o eliminados. Los problemas de eficiencia pueden clasificarse en tres categorías de acuerdo a su naturaleza como se observa en la Figura 15.

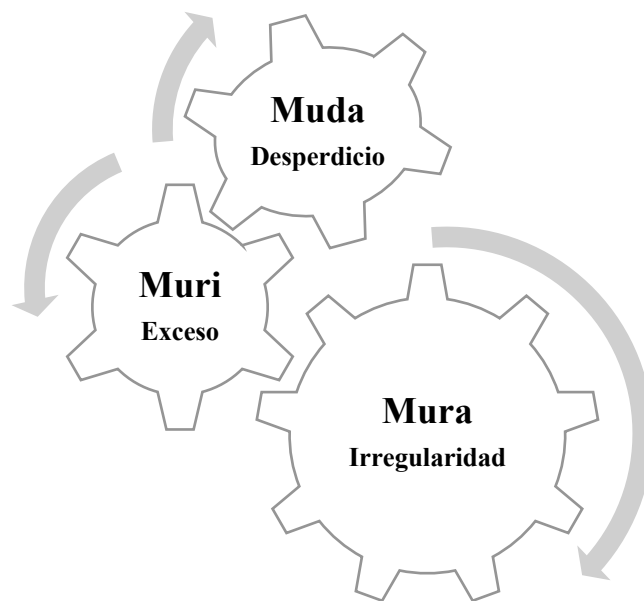


Figura 15. Mura, Muri, Muda. La base del pensamiento Lean.

De acuerdo con [178], [179], [180], [181], [70], [182], las 3M se definen como: *Muda*: cualquier cosa que no agrega valor para el cliente; *Muri*: Cuando se le solicita a alguna persona, equipo o sistema a realizar una actividad que no es capaz de completar; *Mura*: Este concepto se centra en crear un flujo de proceso suave y armonioso.

2.5 Los 7+1 Tipos de desperdicios en Lean

Para el sistema Lean, los desperdicios no son objetos que se arrojan a la basura, sino que se definen por lo que el cliente está dispuesto a pagar o no. Los procesos que no agregan valor, según para cada cliente, deberán ser reducidos o eliminados. De acuerdo con [183] y [184], existen al menos

siete áreas en las que se pueden buscar formas de reducir el desperdicio, así como el exceso de un producto o servicio. Algunos autores afirman que existe un octavo desperdicio, denominado el talento. De acuerdo con [185] los 7+1 desperdicios se describen de la siguiente manera:

- **Sobreproducción:** producir más de lo requerido por el cliente, o producir antes de que el cliente lo pida, o más rápido. Hacer más de lo que el cliente ha solicitado.
- **Movimientos:** cualquier movimiento que el operador realiza que no agrega valor al producto. Cualquier movimiento extra del operador cuando él o ella están realizando una secuencia de trabajo.
- **Tiempo de espera:** tiempo en que una operación deja de producir debido a la espera de alguna entrada como: material, máquina descompuesta, operador, una orden.
- **Exceso de procesos:** agregar actividades al proceso de producción que no son necesarias, y que el cliente no está dispuesto a pagar por ello. Hacer más cosas al producto de las que el cliente solicitó.
- **Defectos:** partes o productos que no cumplen con los requerimientos del cliente. Cualquier cosa que no se haga bien en el primer intento, es decir, que requiera retrabajo o inspección.
- **Inventario:** excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. Más producto a la mano del que el cliente necesita.
- **Transporte:** movimiento de materiales o productos innecesario alrededor de la planta o mover el producto más de lo que es necesario.
- **Talento:** desperdicio por no utilizar el talento o conocimientos de los trabajadores para mejorar el proceso.

2.6 Introducción a Six Sigma

De acuerdo con diversos autores, el término SS proviene de la estadística, debido a que la letra griega σ (sigma) simboliza la desviación estándar, es decir, qué tan dispersos están los datos con respecto a la media (promedio). El número seis expresa el nivel de calidad aceptado, esto significa que es seis veces la desviación estándar. En consecuencia, la mayoría de los investigadores consideran a SS como una metodología puramente estadística. En la práctica de la metodología, el término nivel SS significa 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) o una eficiencia del 99.99966% [186]–[188]. El nivel Sigma, indica el porcentaje de error de un proceso. Los procesos son evaluados con base a criterios que se representan en niveles (desde el nivel 1σ al nivel 6σ),

obteniéndose la distribución de datos y los porcentajes de error en la gráfica como se ilustra en la Figura 16.

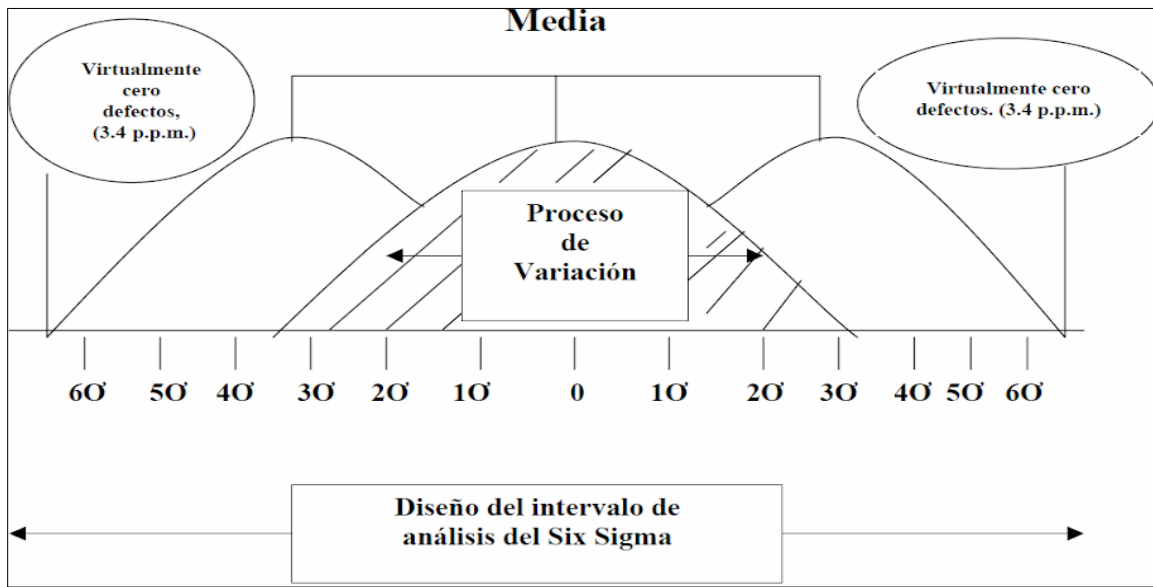


Figura 16. Representación gráfica de los niveles de Six Sigma. Recuperado de [189].

El área bajo la curva indica los niveles y valores, con porcentajes de confiabilidad, que van desde 68.27 % (nivel 1) hasta 99.999660% (nivel 6) [189]. El área bajo la curva comprende el valor de la media de los datos y las desviaciones hacia la izquierda y derecha que dependen del nivel de confiabilidad (procesos de variación), donde están distribuidos los datos. Los niveles SS están ubicados en la parte derecha e izquierda de la media, indicando el rango de distribución de los datos y se analizan ambos lados de la gráfica [189], [190]. Expertos aseguran que existen seis factores críticos que se requieren para que una organización alcance un nivel de calidad SS, estos incluyen [191]:

- Enfoque al cliente.
- Gestión basada en hechos.
- Enfoque del proceso.
- Gestión empresarial.
- Menos esfuerzo grupal.
- Buscar la excelencia.

Por otra parte, el método SS incluye 5 fases principales: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) para la mejora de procesos, o Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar (DMADV) para el desarrollo de nuevos productos y servicios [192]. Finalmente, el propósito de SS es reducir la varianza-variabilidad en los procesos, para proporcionar a los clientes-consumidores, productos o servicios que sean más confiables y con menos errores. Además, algunas organizaciones intentan adoptar el nivel Seven Sigma, lo que significa aún menos defectos, por lo tanto, clientes más satisfechos. El método SS se ha vuelto multifacético, abarcando desde la simple mejora de procesos hasta iniciativas más complejas, como gestión de proyectos, gestión de cambios, liderazgo, cambio cultural, definición de defectos, trabajo en equipo y resolución de problemas [193].

2.2.1 Origen de Six Sigma

El siguiente resumen es una adaptación de diversos autores [192], [194]–[198]. El movimiento SS comenzó en 1979 cuando la compañía Motorola enfrentaba los mismos problemas operativos de la actualidad. En consecuencia, la empresa identificó que estaban perdiendo una gran parte de sus ganancias y productividad debido al costo de la falta de calidad. Esto incluía no solo la pérdida de 2,600 partes por millón en la fabricación, sino también la pérdida de negocios debido a piezas defectuosas ya a que no eran confiables. El director ejecutivo de Motorola en ese momento, Bob Galvin, decidió que era necesario realizar un esfuerzo mayor para abordar los problemas de la compañía. Por lo tanto, un ingeniero de Motorola, Bill Smith, descubrió que el nivel de calidad asociado a un nivel de Sigma corresponde a una tasa de falla de dos partes por millón y lo adoptó como estándar.

De esta manera, a principios de la década de 1980, Motorola desarrolló métodos para la resolución de problemas que combinaban técnicas formales, particularmente relacionadas con la medición, para lograr ahorros medibles en millones de dólares. A mediados de la década de 1980, Motorola escindió una empresa de consultoría y capacitación llamada Six Sigma Academy (SSA). El presidente de la SSA, Mikel Harry, dirigió a esta compañía y entre sus servicios incluían, capacitaciones con base en casos, certificaciones de *black belt* (experto en la implementación LSS) así como consultorías. En 1992, Allied Signal cimento su compañía con las distintas técnicas de la SSA y comenzó a crear puestos de trabajo regulados bajo la capacitación de SS. Por otra parte, otras compañías rápidamente también adoptaron los métodos de capacitación de la SSA, incluidos

Texas Instruments y Asea Brown Boveri. Mas adelante, a mediados de la década de 1990, comenzaron a surgir múltiples metodologías para estructurar la mejora de productos y procesos.

Entre las más destacadas se encuentran: el desarrollo de calidad total [199]; los Métodos de Taguchi [200]; análisis de decisiones [201] y la metodología SS [202]. Estos avances tuvieron como objetivo permitir que las personas involucradas en la mejora de los procesos utilicen los métodos para estructurar sus actividades, incluso si no comprenden completamente las motivaciones detrás de ellos. Por su parte, General Electric (GE) en 1995, contrató a la SSA para mejorar su programa de capacitación. Esto fue de particular importancia para popularizar SS debido a que GE era una de las compañías más admiradas a nivel internacional. El Director Ejecutivo, Jack Welch, incluyó a los empleados de todos los niveles a participar en la capacitación de SS para la resolución de problemas. El enfoque de GE consistió en seleccionar cuidadosamente a los empleados para la certificación *black belt* y capacitar a los futuros líderes.

Uno de los beneficios de este enfoque fue que los empleados de todos los rangos asociaron a SS con proyectos ganadores y éxito financiero. No obstante, en 1999, GE comenzó a competir con SSA al ofrecer capacitación SS a proveedores y empleados. De manera similar, para el año 2000, la Sociedad Estadounidense de Calidad inició con certificaciones *black belt* (más tarde incluiría nuevas categorías como *yellow*, *green* o *master black belt*), sin embargo, requerían de un aula para aplicar exámenes a los candidatos, así como una declaración firmadas de que el proyecto SS se habían completado con éxito. Como resultado, SS tiene un legado de más de 30 años y actualmente su utilización sigue firme en las organizaciones, no obstante, ha evolucionado debido a las necesidades actuales.

2.7 El enfoque DMAIC

Las características clave de los sistemas SS incluyen un enfoque a los procesos como un elemento fundamental [203]. Entre los métodos más eficaces se encuentra DMAIC, el cual enfatiza la mejora de los procesos desde un nivel actual hacia un nivel más alto en términos de rendimiento [204]. DMAIC se ha utilizado para evaluar el rendimiento de los sistemas. Además, ayuda a mejorar la calidad de los productos, aumentar la productividad, reducir los costos para de las organizaciones y mejorar la satisfacción del cliente [205], [206]. Distintos autores han demostrado que los proyectos SS tienden a mejorar el desempeño de la organización y también influyen en la

sostenibilidad de la organización [207], [208]. Los pasos de la metodología DMAIC se ilustran en la Figura 17 [198], [206], [209].



Figura 17. Proceso Six Sigma DMAIC. Recuperado de [210].

2.7.1 Fase 1: Definir

Al inicio de un proyecto LSS, se identifica un proceso que necesite mejorar, y los objetivos de la intervención se establecen en función de las necesidades del cliente, que se obtienen a través de diversas formas de comunicación [211]–[213]. Además, los objetivos del proyecto están alineados con los objetivos estratégicos de la organización. En esta fase, el problema se define claramente en términos concretos y medibles. Con la ayuda de ciertas herramientas, tales como gráficos e histogramas de Pareto, se seleccionan las causas más frecuentes del problema [211], [214], [215]. El alcance del proyecto también se traza junto con una estimación de los resultados esperados. Se realiza un análisis para identificar a los elementos clave involucrados en el proyecto y se define un equipo de trabajo. Básicamente, los fundamentos necesarios para la implementación del proyecto se presentan en esta fase [211], [216], [217].

2.7.2 Fase 2: Medir

La segunda fase, pretende calcular el rendimiento actual del proceso para identificar las variables clave y las medidas críticas que afectan el éxito del proyecto [212], [218], [219]. El equipo LSS primero intenta comprender el proceso a través de representaciones gráficas como diagramas de

flujo, y después determina la capacidad del proceso para establecer una línea de base para la medición [211], [214], [218]. Una vez que el proyecto se ha definido claramente y el proceso se considera medible, a partir de un conjunto de indicadores, el cliente identifica las características críticas para la calidad, también conocidas como variables clave de salida del proceso (KPOV por sus siglas en inglés). Después, se forma un plan detallado de la manera en la que se recopilarán los datos para medir los factores que afectan el KPOV y enlistar las variables indicadoras del proceso clave (KPIV por sus siglas en inglés). Dicho de otra manera, si el proceso puede ser percibido como una función $Y = f(x)$, Y representa el KPOV y x representa el KPIV.

Una vez que las KPIV están seleccionadas, se priorizan para la investigación en función de la magnitud de su efecto en los KPOV, con respecto a los defectos generados. Con una lista de entradas priorizadas en la mano, el líder del equipo determinará las posibles formas en que el proceso podría salir mal o cómo podría salir mal la entrada. El mejor método para hacer esto es un análisis de efectos de modo de falla (FMEA) [214], [215], [220]. Finalmente, que se determinan los motivos del fallo de entrada, se ponen en marcha planes de acción preventivos [218], [220].

2.7.3 Fase 3: Analizar

La tercera fase del proyecto es el comienzo del intento de cerrar la brecha entre el nivel deseado de desempeño del proceso y el nivel existente [211], [213], [219]. Implica la determinación de las causas del problema que requiere una mejora y un análisis de cómo abordarlas, lo que ayudará a reducir los defectos y la variación del proceso [215]–[217]. Esto se realiza a través del estudio detallado de los KPIV que han sido incluidos en una lista como los factores que posiblemente contribuyen a la variación del proceso y afectan más a los KPOV [216], [220]. La priorización de los KPIV durante la fase de medición ayuda a identificar cuál de los factores debe abordarse primero [211], [220]. Con base en la información encontrada a través de la fase de análisis, permitirá que en la siguiente fase el equipo de trabajo desarrolle una serie de iniciativas de mejora [211], [218], [219]. Si bien la búsqueda de soluciones en la fase de mejora requiere más esfuerzo y tiempo, debido a la magnitud del cambio que se espera que se produzca, se implementan algunas soluciones rápidas durante o antes de la fase de Análisis para mitigar la situación actual, sin importar cuán pequeñas puedan ser las consecuencias [215], [219].

2.7.4 Fase 4: Mejorar

La fase de mejora es donde el equipo del proyecto evalúa la información de la fase de análisis acerca de las principales causas del problema y presenta distintas soluciones para eliminar o reducirlas [212], [213], [216]. De las propuestas, el equipo analiza y evalúa las soluciones mediante pruebas. Por lo general se seleccionan las más óptimas mediante una simulación y un diseño de experimentos [213], [219]. Después, el equipo desarrolla el plan de implementación para la mejora con un enfoque holístico de gestión que permitirá a la organización a aceptar, implementar y adaptarse a los cambios generados por la solución [213], [219].

2.7.5 Fase 5: Controlar

En la etapa de control, el equipo del proyecto desarrolla medidas para mantener vigente las soluciones implementadas [213], [215], [219]. Si las cuatro fases anteriores tuvieron éxito, es decir se logró eliminar o reducir la variación, entonces se debe asegurar que el nuevo proceso sea robusto ante la recurrencia de problemas, ya sean nuevos o antiguos [212], [214]. Para garantizar la estabilidad del proceso, las actividades vitales que se realizan en esta fase deben incluir un plan de monitoreo riguroso que identifique los puntos clave, un proceso de transferencia del proyecto, planes de reacción ante contingencias y recursos de capacitación adecuados [215], [216]. Las lecciones y herramientas aprendidas se deben implementar para garantizar que las variables clave permanezcan dentro de los rangos aceptables a lo largo del tiempo, y así mantener las mejoras realizadas en el proceso [217], [218]. Para que las mejoras se incorporen al proceso con precisión y sean útiles para toda la organización, el proyecto original y los cambios deben estar bien documentados [211], [212], [216]. Al final de la fase de control, el equipo del proyecto transfiere la propiedad y el conocimiento al propietario del proceso, el cliente, con la documentación adecuada y un análisis de costo-beneficio del esfuerzo [216], [217]. El paso final de la fase es proporcionar una idea de las oportunidades de mejora futuras mediante la identificación de la replicación y la estandarización de oportunidades y planes [215], [219].

2.8 Introducción a Lean Six Sigma

Con la creciente competitividad en el mercado, las industrias tienen una nueva necesidad de mantener un proceso de evolución continua, relacionado con los aspectos de producción, calidad, costos, entre otros [221]. Una alternativa a estas estrategias es el despliegue de proyectos de mejora LSS, la cual incorpora conceptos de ingeniería de calidad, control estadístico y gestión de total de la calidad [198]. Ambas metodologías trabajan para mejorar los procesos y reducir el desperdicio [222], incluidas las mejoras en la productividad, el crecimiento de la participación de la empresa en el mercado, la reducción del tiempo de entrega, la reducción de costos y las mejoras continuas de calidad [223]. Desde la perspectiva de Zhang (2012), Lean y SS son enfoques de reducción de desperdicios y mejora de procesos.

De manera similar, [224] definió a LSS como "*una estrategia y metodología de negocios que aumenta el rendimiento de los procesos, lo que resulta en una mayor satisfacción del cliente y mejores resultados*". Las organizaciones tienen distintas razones para implementar LSS, por ejemplo, para mejorar el rendimiento comercial y la eficiencia operativa, mejorar la calidad del producto, reducir los costos de producción y mejorar la satisfacción del cliente, especialmente considerando el crecimiento de los mercados globales [224], [225].

2.9 Origen de Lean Six Sigma

La primera integración entre Lean y SS ocurrió en 1986 en el grupo *George* con sede en EE. UU. [226]. Sin embargo, el término LSS se introdujo por primera vez en la literatura alrededor del año 2000 [224], [227], [228]. La popularidad y el despliegue de LSS es notable en el entorno industrial, especialmente en grandes organizaciones occidentales como Motorola, Honeywell, GE, Du Pont, Merck, Johnson y Johnson, Bank of America [224], [228] y en algunas pequeñas y medianas empresas manufactureras [229], [230].

3 METODOLOGÍA

La revisión sistemática se realizó de acuerdo con los elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA) y con una estrecha adhesión al Manual Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones. La figura 18 ilustra la representación gráfica de la metodología propuesta. La completa lista de verificación PRISMA puede ser consultada en el Anexo 2.

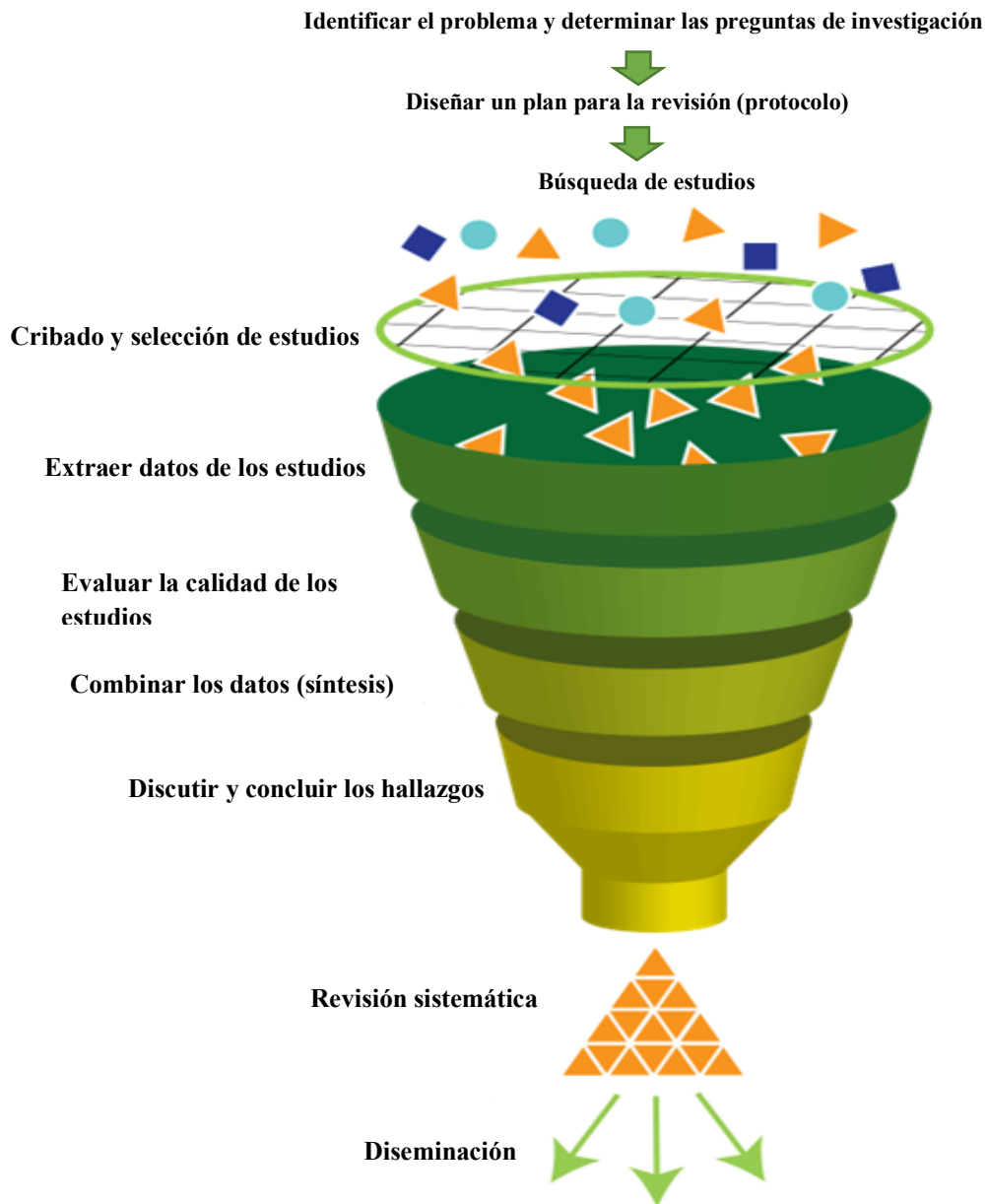


Figura 18. Metodología propuesta. Adaptado de [231].

De la figura, se pueden distinguir los diferentes pasos para desarrollar este trabajo de tesis. El paso 1 incluyó la organización del equipo de trabajo el proceso para recopilar las aportaciones de las partes interesadas (p. ej. comité y tutores), y se formularon las preguntas de investigación. El paso 2 abordó el desarrollo de dos protocolos, incluyendo el contexto y la justificación de la revisión, así como los procedimientos específicos para la estrategia de búsqueda, recopilación y extracción de datos. Como tercer paso, se seleccionaron sistemáticamente los estudios para su revisión. Después, en el cuarto paso, se realizó la evaluación del riesgo de sesgo en los estudios individuales y extraer los datos para el análisis. Los hallazgos fueron evaluados y sintetizados en el quinto paso. Finalmente, se preparó un informe final con los resultados y conclusiones para ser sometido a una revisión. Mas adelante, en las subsecuentes secciones se discute a detalle la metodología.

3.1 Etapa 1: Preguntas de investigación y criterios para incluir los estudios

3.1.1 Estructura de las preguntas de investigación

Como en cualquier proyecto de investigación, la primera y más importante decisión al preparar la revisión sistemática fue determinar el enfoque. Lo anterior, se realizó delimitando claramente las preguntas de investigación. Las preguntas se estructuraron adecuadamente y sirvieron de guía en distintos aspectos del proceso de la revisión, como determinar los criterios de elegibilidad, la búsqueda de estudios, recoger los datos de los estudios incluidos, y la presentación de los resultados, tal como lo propusieron algunos autores [232]–[234]. Al igual que otros autores, se especificaron detalladamente las preguntas de investigación, considerando varios componentes clave [235], [236]. Establecimos las preguntas de investigación con respecto al tipo de población (los participantes), los tipos de intervenciones (y comparaciones), y los tipos de resultados (*outcomes*) de interés (PICO).

3.1.2 Características de la inclusión PICO

Los criterios para considerar el tipo de población (P) incluidos fueron lo suficientemente amplios para agrupar la probable diversidad de estudios, pero también suficientemente justos para asegurar que se pudiera obtener una respuesta significativa. Por ejemplo, se evitaron todos los criterios que pudieran forzar la exclusión innecesaria de estudios. Es decir, criterios diagnósticos que se han desarrollado recientemente - prometen ser una metodología extremadamente novedosa- probablemente no se habría utilizado en estudios más antiguos. Por otro lado, se evitó crear

subgrupos particulares de participantes a incluir, por ejemplo, personas con base en su edad, sexo, condición de salud o de infraestructura como tipo de hospital o departamento. El segundo componente clave de para formular las preguntas de investigación fue especificar las intervenciones de interés (**I**) y las intervenciones con las cuales se iban a comparar (**C**). Para el tercer componente (**O**) en particular, no se excluyeron estudios por no reportar datos de utilidad. Como regla general, se incluyeron todos los resultados que pudieron ser relevantes para los profesionales de la salud, los pacientes, usuarios del sector salud y dirigentes políticos. No obstante, no se incluyeron resultados triviales o aquellos que no tuvieron significado para quienes toman decisiones.

Finalmente, la Tabla 3 muestra los elementos PICO utilizados en este trabajo de investigación. De la tabla, se puede observar que los participantes estuvieron en función de las unidades/centros/departamentos de salud, las intervenciones se seleccionaron con base en la gestión Lean/LH, y los resultados en relación a LOS, tiempo de espera satisfacción del paciente/personal, TAT, TOT entre otros. No se utilizó la sección de comparaciones, debido a que no es necesario hacer énfasis a cada uno de estos componentes cuando se delimita la pregunta.

Tabla 3. Identificación de palabras clave para cada elemento PICO

Elementos PICO	PALABRAS CLAVE (lenguaje natural)
<i>P</i>	Unidades de salud, hospital, hospitales de enseñanza, hospital general, hospital especializado, centros de salud, centro de salud, centro de salud, clínica, departamento de salud, atención centrada en el paciente, servicio de salud.
<i>I</i>	Lean, gestión lean, fabricación lean, asistencia sanitaria lean, pensamiento lean, principios lean, sistema de producción Toyota, lean six sigma, proceso lean, metodología lean, operación lean.
<i>C</i>	-
<i>O</i>	Duración de la estadía, tiempo de espera, satisfacción del paciente, estadía en el hospital, reducción de la estadía, costo de la estadía, estadías en el hospital, estadía en la estadía, disminución de la estadía en el hospital, espera y tiempo, tiempo de demora, proceso eficiencia, flujo de pacientes, flujo de pacientes, alta del paciente, rendimiento.

3.1.3 Criterios de elegibilidad

Uno de los aspectos más importantes de esta revisión sistemática fue la especificación de los criterios para la inclusión y exclusión de los estudios. Los criterios de elegibilidad se establecieron mediante una combinación de los aspectos de las preguntas de investigación y el tipo de diseño

del estudio. Por lo tanto, los elementos PICO se convirtieron inmediatamente en criterios de elegibilidad para la revisión.

3.1.4 Registro del protocolo

Se realizaron dos protocolos de investigación. El primero para evaluar los efectos de las intervenciones LH sobre el flujo de pacientes en la atención ambulatoria y el segundo, para evaluar los efectos de las intervenciones LH en el servicio de hospitalización. Después, los protocolos fueron preparados y registrados en el Registro Prospectivo Internacional de Revisiones Sistemáticas (PROSPERO) con el fin de evitar la duplicación de futuros trabajos de investigación.

3.2 Etapa 2: Búsqueda de estudios

La revisión sistemática requirió de una búsqueda amplia, objetiva y reproducible dentro de una diversa gama de bases de datos.

3.2.1 Bases de datos bibliográficas

Se condujo una búsqueda en las bases de datos bibliográficas relacionadas con la salud, debido a que eran generalmente la forma más fácil, y la que menos tiempo consumía, para identificar el conjunto inicial de publicaciones relacionadas con los estudios de interés. Algunas bases de datos bibliográficas, como MEDLINE y EMBASE, incluían resúmenes de la mayoría de los informes recientes. Además, se utilizaron bases de datos medicas como PubMed, Elsevier, librería de Cochrane, MDPI, entre otras. De manera similar, se tuvo acceso a bases de datos como EBSCO, Web of Science, SpringerLink, IEEE Xplore Digital Library, Emerald Insight, entre otras. Para identificar otros estudios relevantes, se realizó una exploración secundaria de literatura gris en Google Scholar, OpenGrey y ProQuest. Finalmente, se revisaron las referencias de los estudios incluidos buscando manualmente las referencias.

3.2.2 Estructura de la estrategia de búsqueda

La estructura de la estrategia de búsqueda se fundamentó en algunos conceptos generales. Esto quiere decir que, el título aportó los conceptos generales de búsqueda, y los criterios de elegibilidad ayudaron en la selección de títulos temáticos apropiados. En bases de datos, como MEDLINE, se utilizó una estrategia de búsqueda para identificar estudios empleando tres tipos de términos: 1)

términos para buscar la condición de salud que interesaban, es decir, la población; 2) términos para buscar la(s) intervención(es) evaluada(s); y 3) términos para buscar los tipos de diseño de estudios a incluir.

Por otro lado, la sintaxis de búsqueda siempre fue distinta de una interfase a otra. Por ejemplo, para buscar el término “Lean healthcare” en las diversas interfaces de búsqueda fue necesario introducir el término cómo: “Pt Lean Healthcare” (en Ovid), “[pt] Lean Healthcare” (en PubMed) y “Pt en Lean Healthcare” (en SilverPlatter). Distintas bases de datos se pudieron consultar utilizando términos temáticos estandarizados asignados por indexadores (MeSH). Los términos temáticos estandarizados (como parte de un vocabulario controlado) fueron de gran utilidad debido a que pueden aportar una forma de recuperar artículos empleando diferentes palabras para describir el mismo concepto y porque pueden aportar información más allá del simple contenido que tienen las palabras del título y del resumen. De manera similar, con el fin de que la búsqueda fuese tan extensa como se pudiera, se decidió incluir términos de texto libre para cada uno de los conceptos seleccionados. Por ejemplo, operadores Booleanos *OR*, *AND*, *NOT*. Además, se utilizaron truncamientos como, “?”, “\$”, y “*” [237]. Lo anterior se puede ejemplificar como: “*nurs** → *nurse, nurses, nursing*”. No obstante, estos diseños variaron con los diferentes proveedores de búsquedas. Por otro lado, respecto a las restricciones de lenguaje y fechas, se intentó identificar y evaluar para elegibilidad todos los informes posiblemente relevantes, independientemente del idioma de su publicación. No obstante, la gran mayoría de los estudios fueron en inglés y español. Para las restricciones de fecha se tomó como regla máximo 10 años de antigüedad de publicación. La completa estrategia, así como las cadenas de búsqueda pueden ser consultadas en el Anexo 3.

3.2.3 *El manejo de las referencias*

El software para el manejo bibliográfico o de referencias (Figura 19) que se utilizó para el trabajo de investigación fue *Mendeley Desktop*© en su versión 1.19.4. Resultó la mejor opción debido a su fácil manejo para llevar la cuenta de las referencias y de los informes de los estudios. Dentro de sus principales utilidades, estuvieron el orden cronológico de los documentos, la información de los autores, información de la revista, el resumen, volumen, paginas entre otros.

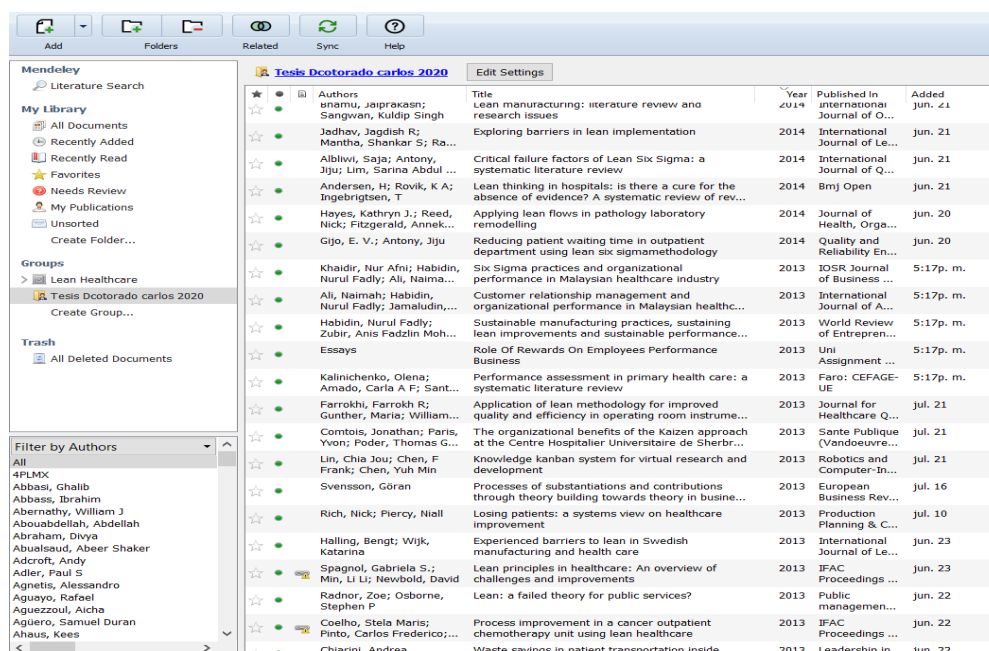


Figura 19. Control de documentos mediante el software Mendeley.

3.3 Etapa 3: Selección de los estudios

El primer obstáculo en el proceso de selección de estudios fue la duplicación de los registros. De acuerdo con algunos autores, la publicación duplicada de estudios puede introducir sesgos significativos [238]. Para mitigar una esta cuestión, se siguieron los pasos propuestos por el manual de Cochrane para seleccionar los estudios:

- Se integraron los resultados de la búsqueda mediante un software de gestión de referencias para eliminar los registros duplicados.
- Se examinaron los títulos y resúmenes para eliminar los informes claramente irrelevantes.
- Se recuperó el texto completo de los informes potencialmente relevantes.
- Se vincularon y reunieron los informes múltiples de un mismo estudio.
- Se examinó el texto completo de los informes para verificar el grado de cumplimiento con base en los criterios de elegibilidad.
- Cuando fue necesario, se estableció comunicación con los investigadores para solicitar información adicional.
- Al final, se tomaba una decisión definitiva sobre la inclusión del estudio y se procedía a la obtención de los datos.

Para completar exitosamente los pasos anteriores, fue necesario la intervención de más de un revisor. Cuando se presentó algún desacuerdo respecto a incluir un estudio, generalmente se resolvió mediante una discusión. Respecto a los estudios excluidos, parcialmente parecían relevantes, sin embargo, al no ser incluidos, se enumeraron y se marcaron como información relevante de fondo.

3.4 Etapa 4: Extracción de los datos

La información más relevante que se extrajo de los estudios incluyó, los nombres de los autores, el país de origen, los detalles de los métodos, los participantes (n), el ámbito, el contexto, las intervenciones, la duración del proyecto, y los resultados.

3.5 Etapa 5: Evaluación del riesgo de sesgo

Evaluamos el riesgo de sesgo (RoB) utilizando la herramienta de Cochrane Riesgo de sesgo en estudios no aleatorios de intervenciones (ROBINS-I). Debido a que la mayoría de los estudios fueron observacionales, ROBINS-I evaluó las estimaciones de la efectividad comparativa de las intervenciones de estudios que no utilizaron la asignación al azar para asignar unidades. Nuestros criterios de juicio incluyeron 5 niveles (bajo, moderado, grave, crítico y sin información) para cada uno de los 7 dominios de sesgo que cubría la herramienta ROBINS-I. A continuación, se describen de manera breve los siete dominios utilizados para la evaluación del RoB.

Sesgo en la pre-intervención

- *Sesgo debido a confusión*: La confusión inicial ocurre cuando una o más variables pronósticas (factores que predicen el resultado de interés) también predicen la intervención recibida al inicio.
- *Sesgo en la selección de participantes en el estudio*: Cuando la exclusión de algunos participantes elegibles, o el tiempo de seguimiento inicial de algunos participantes, o algunos eventos de resultado, se relacionan tanto con la intervención como con el resultado, habrá una asociación entre las intervenciones y el resultado, incluso si los efectos de las intervenciones son idénticos.

Sesgo durante la intervención

- *Sesgo en la clasificación de las intervenciones*: sesgo introducido por una clasificación errónea diferencial o no diferencial del estado de la intervención.

Sesgo en la post-intervención

- *Sesgo debido a desviaciones de las intervenciones previstas*: sesgo que surge cuando existen diferencias sistemáticas entre la intervención experimental y los grupos de comparación en la atención brindada, lo que representa una desviación de la (s) intervención (es) prevista (s).
- *Sesgo debido a datos faltantes*: sesgo debido a la exclusión de individuos con información faltante sobre el estado de intervención u otras variables, como los factores de confusión.
- *Sesgo en la medición de resultados*: sesgo introducido por errores diferenciales o no diferenciales en la medición de los datos de resultados.
- *Sesgo en la selección del resultado informado*: informe selectivo de resultados de una manera que depende de los resultados.

Respecto a los niveles de juicio, se utilizaron los siguientes criterios:

- *Bajo riesgo de sesgo*: el estudio es comparable a un ensayo aleatorio bien realizado con respecto a este dominio.
- *Riesgo moderado de sesgo*: el estudio es sólido para un estudio no aleatorio con respecto al dominio, pero no puede considerarse comparable a un ensayo aleatorio bien realizado.
- *Grave riesgo de sesgo*: el estudio tiene algunos problemas importantes.
- *Riesgo crítico de sesgo*: el estudio es demasiado problemático para proporcionar evidencia útil sobre los efectos de la intervención
- *No información*: sobre la cual basar un juicio sobre el riesgo de sesgo para el dominio.

Para evaluar el riesgo de sesgo de cada estudio, 2 revisores utilizaron independientemente el algoritmo de ROBINS-I para alcanzar un juicio general de RoB para un resultado específico; Cuando una diferencia persistía entre ellos, un tercer revisor evaluó el estudio y llegó a un acuerdo. Finalmente, se utilizó la herramienta *robvis* (es una aplicación web de Cochrane, diseñada para visualizar el RoB) como se ilustra en la Figura 20. Como se puede observar, se creó el gráfico de

semáforo de los juicios a nivel de dominio para cada resultado individual. La completa evaluación del RoB para los estudios incluidos puede ser consultada en el Anexo 10.

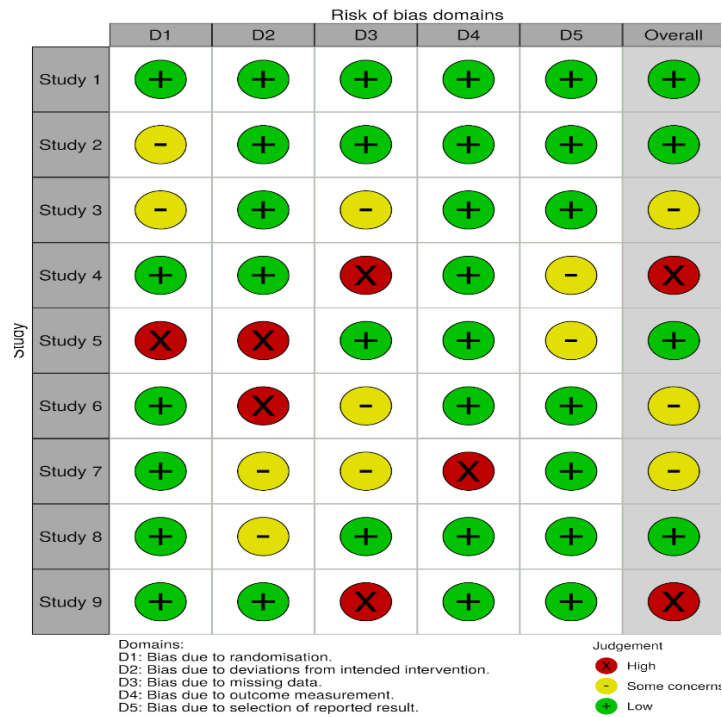


Figura 20. Grafica de semáforo generada por la herramienta robvis.

3.6 Etapa 6: Presentación de los resultados y tablas de resumen

En esta etapa se resumieron los resultados en un orden claro y lógico, y se abordaron de manera explícita los objetivos de la revisión. Respecto a los resultados de la búsqueda y selección de estudios, se elaboró un diagrama de flujo de los estudios. El diagrama de flujo fue de utilidad debido a que ilustró los resultados de la búsqueda, el proceso de evaluación y selección de los estudios para su inclusión en la revisión. La Figura 21 muestra el ejemplo del diagrama de flujo en la declaración PRISMA [239] que se utilizó en este trabajo de investigación.

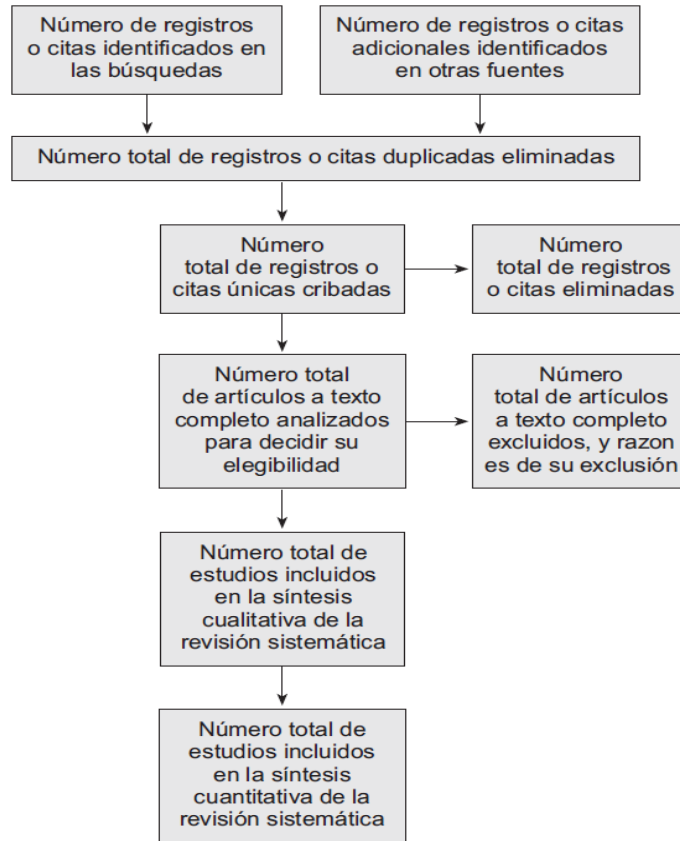


Figura 21. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes fases de la revisión sistemática. Recuperado de [240].

En este sentido, el diagrama de flujo deberá presentar el número de registros únicos identificados por las búsquedas; número de registros excluidos después de la evaluación preliminar; número de registros recuperados en texto completo; número de registros o estudios excluidos después de la evaluación del texto completo, con una breve explicación de los motivos; número de estudios que cumplieron con los criterios de elegibilidad para la revisión y finalmente, el número de estudios que contribuyen al resultado principal.

Respecto al tratamiento de los datos, se decidió utilizar Microsoft Excel para elaborar un formato estándar y procesar los datos. En este sentido, la tabulación de la información extraída de los estudios en una hoja de cálculo facilitó la clasificación de los estudios en comparaciones y subgrupos. Dentro de los elementos más importantes de la tabla se incluyeron, los métodos (diseño del estudio, se señaló si el estudio fue aleatorio o no y la duración del estudio), los participantes,

principal intervención, principales resultados y otras características de los estudios incluidos. Algunos datos descriptivos pueden ser consultados en el Anexo 5-8.

3.7 Interpretación de los resultados y obtención de las conclusiones

Finalmente, se estableció un planteamiento claro de los hallazgos, una discusión meditada y una presentación concisa de las conclusiones. Dada la falta de registros RCT y la heterogeneidad de los estudios en términos de diseño, configuración y resultados del estudio, fue imposible agrupar los resultados y realizar un metaanálisis. En cambio, se realizó una síntesis descriptiva de los resultados. Se elaboró un resumen de los hallazgos como se muestra en la Figura 22, con la información de todos los resultados importantes, incluidos los efectos adversos; la calidad de las pruebas para cada uno de estos resultados, y cómo se aplica a poblaciones e intervenciones específicas. La tabla completa de resultados puede ser consultada en el Anexo 4 y 9.

Author, Year, Country	Setting	Aim of Study	Study Design, (n), Time Frame	Main Interventions	Outcomes	Findings	Risk of Bias
(King, Ben-Tovim, and Bassham 2006); Australia 1	Emergency Department	To establish streams for patient flows in an ED	Pre-post study Pre (n = 49,075) Dec 2002-Nov 2003 Post (n=50,337) Dec 2003-Nov 2004 12 months	Lean thinking and tools	Mean wait time to see a doctor Mean wait time to treatment Mean time patients spent in ED. Mean TAD for admitted patients Mean TAD for discharged patients Left without being seen	No change (P=NS) Reduced 7 min, from 46 to 39 (P<0.001) Reduced 0.8 h, from 5.8 to 5 (P<0.001) Reduced 1.5 h, from 8.5 to 7 (P<0.000) Reduced 0.3 h, from 3.7 to 3.4 (P<0.001) Reduced 2.3% from 5.5 to 3.2 (p<0.001)	Moderate
(Dickson et al. 2009); USA 2	Emergency Department	To improve the value of emergency care delivered.	Pre-post study Pre (n=9,500) Sep-Nov 2005 Post (n=9,600) Jan-Mar 2006 3 months	Lean principles and techniques six-step process	Mean TAD (LOS) Expense per patient Patients Satisfaction Very Good (Press-Ganey survey)	Reduction from 161 min to 148 min Increase from \$121 to \$124 Increase from 54% to 59% (p<0.01)	Moderate
(Hseng-Long et al. 2011); Taiwan 9	Cardiology department	To improve the medical process of acute Myocardial infarction	Pre-post study Pre (n=36) Jan-Sep 2009 Post (n=10) Nov-2009 to Mar-2010 5 months	Lean and six sigma	Door-to-balloon process time Process cycle efficiency Average hospital length of stay Saving in medical resource.	58.4% decreased, from 139.2 min to 57.9 Increased from 32.27% to 51.81%, Decreased by 3 days NT\$ 4.422 million	Moderate
(Mazzocato P. et al. 2012); Sweden 13	Accident and emergency department	To Examine, how does lean work in emergency care	Case study (pre-post) Pre (n=52) Jan-Dec 2008 Post (n=52) Jan-2009 to Dec-2010 24 months	Lean	Mean time to first assessment by a doctor. Patients being discharged from the A&E within 4 hours	Reduction from 67 min to 54 (P<0.05) 19% increased, from 67% to 80% (P<0.05)	Moderate

Figura 22. Tabla de resumen de los hallazgos.

Por otra parte, como producto final, se elaboró un manual de implementación LH. El cual está dirigido para todos los profesionales de la salud que buscan mejorar la eficiencia de sus procesos. El manual puede ser consultado en el Anexo 1.

4 Relación entre el sector de la salud y la industria

Lean y SS se han establecido durante años en el sector de la manufactura [241]. No obstante, a pesar de tener su origen en la industria manufacturera, hoy en día ésta y otras metodologías para la mejora continua de la calidad se han vuelto altamente utilizadas por otros sectores [242]. Específicamente, las organizaciones del sector de la salud buscan ideas nuevas con más frecuencia en el entorno de la manufactura para mejorar sus procesos operativos [243]–[245]. Por ejemplo, el *British Medical Journal* (BMJ) ha publicado distintos artículos con base en el pensamiento Lean, la teoría de las restricciones y SS, entre otros [144], [246], [247].

Por otra parte, el Servicio Nacional de Salud (NHS), junto a la Agencia de Modernización, más tarde incorporada al Instituto para la Innovación y la Mejora, también han defendido esta postura sobre la prestación de la atención médica. Otras asociaciones estadounidenses, como el *Council on Surgical and Perioperative Safety* (CSPS), *Emergency Care Research Institute* (ECRI), *Institute for Healthcare Improvement* (IHI) y *Joint Commission on Accreditation of Healthcare Organizations* (JCAHO) han sumado esfuerzos para mejorar la atención de la salud al reducir los errores médicos, resultando en la identificación de fallas comunes de los sistemas en el sector de la salud y además han proporcionado guías detalladas para solucionar tales dificultades [248]–[250].

Por lo tanto, se puede establecer que los hospitales y las empresas manufactureras son similares en cierta manera, ya que están contruidos alrededor de un conjunto de procesos interconectados, y si estos procesos no se ejecutan adecuadamente o si están mal coordinados, las organizaciones no podrán cumplir con sus objetivos. No obstante, la parte más contrastante entre los hospitales y las empresas de manufactura, se encuentra en tres aspectos clave: los imprevistos, la naturaleza de la profesión médica y el enfoque al servicio más que a la producción [251], [252]. Los imprevistos suelen tener dos componentes. El primero es la complejidad de reducir la variabilidad. Las filosofías de fabricación como LSS enseñan el análisis y la reducción de la variabilidad [253]–[255]. La variabilidad es un problema generalizado en todos los entornos de producción, pero en este caso las empresas manejan procesos estandarizados y, por lo tanto, la variabilidad tiende a ser generada internamente y es controlable [256].

En los hospitales, por otro lado, dado que la respuesta del paciente al tratamiento siempre será en cierta medida impredecible, la única forma de eliminar completamente la variabilidad sería eliminar a los pacientes [257]–[259]. Debido a esto, los hospitales deben ser capaces de reconocer casos atípicos y suspender los procedimientos operativos estándar para tratarlos [260]–[263].

No obstante, la variabilidad inevitable no constituye un argumento en contra de la estandarización o incluso la automatización, pero resalta la importancia de incorporar el manejo de excepciones en el sistema. La ambigüedad en las tareas es el segundo componente de los imprevistos. Considerando que un proceso de manufactura se puede predecir por adelantado, en los hospitales, establecer el diagnóstico del paciente es una parte importante del proceso [264]. Hasta que el diagnóstico este completo, se puede deducir si existe una afección potencialmente mortal o trivial, o incluso qué sistema de órganos está siendo afectado [265].

El segundo aspecto clave, trata sobre la barrera que debe superarse en la implementación de Lean para convencer al personal del hospital de que la metodología puede ser útil en el entorno de la atención médica [266], [267]. Cuando se habla de Lean en la atención de la salud, los comentarios más habituales son que los pacientes no son automóviles y que los hospitales tienen entornos organizativos completamente diferentes a los de la industria manufacturera [268]. Sin embargo, cuando se brinda la capacitación, el personal comprende gradualmente que hay una gran cantidad de desperdicios en los procesos y la aplicación de los principios Lean pueden proporcionar grandes beneficios [268], [269]. No obstante, el entrenamiento en sí es un desafío. Existen muy pocos profesionales en el sector de la salud que tengan un conocimiento con bases sólidas en los principios Lean [270], [271]. Los capacitadores necesitan ser expertos del sector de la manufactura, sin embargo, a menudo hablan un lenguaje técnico y carecen de ejemplos relevantes del sector de la salud [272].

Lo anterior hace más complicado para el personal del hospital comprender la metodología, por lo que a veces se requieren períodos de entrenamiento más largos [273], [274]. Finalmente, el tercer aspecto clave se refiere a la estructura organizacional del sector de la salud. La estructura hospitalaria sigue siendo muy jerárquica, con los médicos como tomadores de decisiones dominantes. Los médicos son profesionales altamente capacitados y han sido entrenados para actuar con autonomía.

En este sentido, Lean requiere de trabajo en equipo, colaboración y buena comunicación, habilidades que tradicionalmente no se han enfatizado en la formación profesional de los médicos [275], [276]. Varios autores han señalado dificultades relacionadas con la cooperación entre departamentos [274], [277]–[279]. Aunque los hospitales comparten aspectos en común con las empresas manufactureras evidentemente difieren en otras.

Sin embargo, los hospitales no son únicos. Como se ha observado, prácticamente todas las dimensiones de complejidad encontradas en la industria pueden ser comparadas en el sector de la salud. Uno de los desafíos es mejorar todo el sistema, no solo optimizar el rendimiento de los departamentos individuales. La mejora de los flujos de valor puede requerir la participación de varias unidades de atención médica, que no siempre están listas para reconocer, comprender y reconocer los cambios o simplemente carecen de los requisitos previos necesarios para realizar el cambio.

El riesgo también es que una actividad de mejora puede solucionar algunos problemas en una unidad, pero causar otros problemas en otra unidad. Por lo tanto, es importante adoptar un enfoque holístico y considerar el impacto de las acciones en otras unidades, y no solo trasladar los problemas a otras áreas [268], [276].

4.1 Caracterización de los proyectos Lean Healthcare

De acuerdo con la literatura, se ha observado un patrón para la implementación de LH. Los pasos claves para que un proyecto Lean sea exitoso puede incluir: [266], [273], [280]–[285].

- Realizar un entrenamiento LH.
- Iniciar proyecto piloto.
- Implementando los cambios.

El primer paso generalmente aborda días de capacitación en los cuales se introducen los principios, métodos y herramientas básicas de Lean. Es decir, la idea es facilitar el uso generalizado de las herramientas Lean y crear una base para iniciar el proyecto. Este enfoque supone que aquellos empleados educados en Lean a su vez capacitarán a otros, por lo tanto, el aprendizaje se difundirá gradualmente en toda la organización [281], [286]. Diversos autores han destacado la importancia de capacitar a sus propios facilitadores Lean dentro del hospital en lugar de emplear consultores externos [276], [287], [288]. Esto quiere decir que, la implementación Lean no debe depender de

consultores externos que digan cómo debe hacerse; en cambio, los empleados deben estar capacitados en todos los aspectos para iniciar e impulsar el trabajo de mejora continua. El segundo paso hace referencia a probar ideas e iniciar algunos proyectos piloto utilizando herramientas y métodos Lean. Los proyectos piloto con frecuencia forman parte de un programa educativo o se inician en conexión directa con los días de capacitación [286].

La intención es dejar que el personal pruebe las ideas en las organizaciones de la salud y obtengan una serie de resultados rápidos [271]. En este punto, el personal de atención médica es capaz de organizarse en equipos multifuncionales y poder identificar del flujo de pacientes e identificar las actividades que agreguen valor de las que no agreguen valor al proceso [267], [274], [289]. Los objetivos generales incluyen reducir los tiempos de servicio y la eliminación de desperdicios en los procesos. En el tercer paso se pretende impulsar los cambios con la total participación de los empleados. Este punto es un proceso de resolución de problemas y puede incluir el uso de diferentes herramientas y técnicas Lean [273], [284], [285].

Este proceso de resolución de problemas se conoce en algunos casos como evento de mejora rápida (RIE) [274], evento Kaizen [271] o Taller de mejora [284]. No obstante, no existe una sola manera de implementar Lean en el sector de la salud. Distintos autores afirman que el enfoque del proyecto dependerá del tipo de unidad médica. Las unidades de atención médica que implementan Lean necesitan realizar una revisión crítica de los principios, métodos y herramientas que pueden utilizarse en su propia organización y adaptar el concepto para que se ajuste a sus necesidades [266], [269], [271].

4.2 Indicadores clave en el rendimiento de un hospital

Para algunos autores, los indicadores clave de desempeño (KPIs, por sus siglas en inglés *key performance indicators*) se definen como métricos utilizados para medir el desempeño de los hospitales en diferentes categorías, incluyendo el flujo de pacientes hospitalizados como, tasa de mortalidad de pacientes hospitalizados, rotación de cama, satisfacción del paciente, tasa de reingreso, tasa de ocupación, duración promedio de la estadía, costo promedio por alta y servicio quirúrgico [290].

Otros autores proponen clasificar los KPIs en tres elementos interrelacionados con base en un marco para evaluar la calidad de la atención médica: estructura, proceso y resultado [291]. La estructura se refiere a las características organizativas de los proveedores de atención de la salud, incluidos los recursos humanos, físicos, financieros y las herramientas utilizadas en la prestación del servicio. El proceso se refiere a las actividades que se realizan dentro y entre los profesionales de la salud y los pacientes. Finalmente, el resultado se refiere al impacto de estas actividades en el estado de salud actual y futuro de un paciente [291].

En ese sentido, algunos autores midieron los niveles de satisfacción del paciente y encontraron que el tiempo con el médico no era un predictor de la satisfacción del paciente. La comunicación del personal fue el factor más importante que influyó en la satisfacción del paciente. Los factores predictores de la satisfacción total del paciente fueron, la calidad técnica del personal de la clínica, el aspecto interpersonal del personal de la clínica, la disponibilidad/accesibilidad de la clínica y la comunicación del personal de la clínica [292]. De manera similar, otros autores encontraron que existen altos niveles de satisfacción del paciente a pesar de los limitados recursos humanos disponibles. Los pacientes ambulatorios informaron experiencias positivas con el personal médico, específicamente con los médicos. No obstante, mencionan haber experimentado experiencias negativas con la falta de orientación en el servicio, especialmente el personal de enfermería, situaciones poco éticas y dificultades frustrantes en las relaciones interpersonales [293].

De acuerdo con la comparación internacional de salud de *The Commonwealth Fund* (fundación privada de EE. UU.), el sistema de atención médica de EE. UU. clasifica distintas dimensiones de un sistema de salud de alto rendimiento. Estas dimensiones incluyen calidad, acceso, eficiencia, equidad, vida saludable (para aclarar cómo los hospitales y los sistemas de salud reducirán los costos dentro de los entornos de atención) y atención centrada en el paciente. En este sentido, un grupo de investigadores enumeraron cuatro indicadores que se utilizaron solos o en combinación para definir el nivel de desempeño de una organización de atención médica. Estos indicadores son el nivel de servicio, el costo del servicio, la satisfacción del paciente y la excelencia clínica [294].

A pesar de los desafíos en el uso de LH en el sector de la salud, diversos hospitales dentro de la industria del cuidado de la salud están comenzando a emplear el enfoque Lean para mejorar la satisfacción de los pacientes. Por ejemplo, se ha mencionado en la literatura que los KPI actúan como una métrica de desempeño de LH que ayuda a las organizaciones a definir y evaluar el éxito

en el progreso hacia metas y objetivos a largo plazo [295]. Esto significa que los indicadores de desempeño están definidos como estadísticos que reflejan directa o indirectamente el grado en que se logró un resultado. En otras palabras, los KPI ayudan a la dirección a proporcionar una mejora continua del sistema de calidad, identificar áreas de excelencia, comparar entre el desempeño real y los estándares y monitorear las acciones correctivas [295].

Finalmente, la literatura menciona que la mayoría de los KPI en todos los servicios incluyen la eficiencia, reducción de costos, tiempo de entrega, servicio de calidad, satisfacción del cliente, satisfacción del empleado, beneficios financieros, reducción de la variación y resultados financieros [296]. En las subsecuentes secciones se describen de manera breve.

4.2.1 Eficiencia

Es uno de los indicadores más importantes en los sistemas de salud regularmente mide las actividades clínicas con en función de reducir la duración de la estadía, la tasa de ocupación de la cama y el ingreso por cada 1000 pacientes [297], [298]

4.2.2 Reducción de costos

De acuerdo con la literatura, la atención del sector salud tiene la oportunidad de reducir los costos al eliminar desperdicios con base en tres dimensiones: reducir errores (p. ej. errores en un proceso), reducir el tiempo necesario para completar una tarea y reducir la estadía de un paciente en un hospital [299]. Con lo anterior asegura brindar oportunidades para más ingresos.

4.2.3 Tiempo de entrega

Algunos autores aseguran que el tiempo de servicio, el tiempo de espera y el tiempo de ciclo son tres dimensiones utilizadas para medir este indicador en el sector de la salud. El tiempo de servicio se refiere al tiempo requerido para atender a un paciente en particular. El tiempo de espera se refiere al tiempo que un cliente espera en el sistema para completar el trabajo. El tiempo de ciclo se refiere al tiempo total, incluido el servicio y el tiempo de espera [294].

4.2.4 *Calidad del servicio*

En concordancia con algunos autores, los sistemas de salud pueden depender de la medida en que el servicio prestado cumple con las expectativas del paciente [297], [298]. En consecuencia, actuara como dimensión adecuada para medir la calidad del servicio.

4.2.5 *Satisfacción del paciente*

Distintos investigadores descubrieron que la satisfacción del paciente se está convirtiendo en un indicador importante para medir el desempeño en el sector de la salud este sentido, este indicador de eficiencia se puede medir en dos dimensiones, la satisfacción del paciente y la percepción de la prestación del servicio por parte del paciente [300]. No obstante, estas dimensiones se consideran subjetivas y con base en la naturaleza de las interacciones con el personal, la comunicación con los médicos, el grado de atención personalizada, la accesibilidad a la atención, la capacidad de respuesta y la puntualidad de la atención. Finalmente, el hospital (equipo de médicos, enfermeras, asistentes y personal de oficina) y los pacientes tienen una perspectiva interrelacionada sobre las necesidades asociadas con el desempeño de la atención médica para satisfacer a los pacientes [300].

4.2.6 *Satisfacción de los empleados*

La satisfacción del personal y la intención de permanecer en el trabajo son dependientes. En este sentido, un grupo de investigadores descubrieron que la tasa de retención es fundamental para medir la satisfacción y para mejorar el rendimiento del sistema de la salud. Sorprendentemente, los factores como recibir un salario adecuado, incentivos financieros y morales ofrecidos a los trabajadores de la salud se relacionaron negativamente con la tasa de retención y la intención de quedarse ($\beta = -0.326$, $p < 0.01$) [301]

4.2.7 *Beneficios financieros*

LH pone un énfasis considerable en el ahorro de costos mediante la implementación de proyectos Lean y SS. Algunos autores han revelado mediante una encuesta, que el 62% ha experimentado beneficios financieros de hasta £250,000 al año. El 13% ha experimentado beneficios financieros de entre £250,000 y £500,000 por año. Y el 25% restante de los encuestados no informaron ningún ahorro [302]. De manera similar, otro grupo de investigadores informaron que tres de 13

encuestados informaron un ahorro anual entre \$100,000 a \$200,000, mientras que seis de ellos informaron un ahorro anual de más de \$1 millón [303].

4.2.8 Reducción de la variación

Los sistemas de salud pueden depender de tres dimensiones para medir este indicador, que incluyen minimizar la variación del proceso, reducir defectos y mejorar la capacidad del proceso. Por lo tanto, la implementación de LH requiere comprender las expectativas y los requisitos del paciente. El control estadístico del proceso y SS se refieren a la reducción de la variación a través de estándares y la consistencia con base en la reducción del tiempo de ciclo de las declaraciones de procesamiento, el ciclo de decisión de un proceso, o finalmente los resultados incorrectos de pruebas de laboratorio [195], [304].

4.2.9 Beneficios netos

Hasta que una verdadera reforma en los costos de la atención médica se convierta en realidad, las constantes presiones continuarán causando problemas a los proveedores, a los pacientes y a la economía de la nación. En consecuencia, las organizaciones del sector salud deben utilizar estas presiones como motivación para embarcarse en una búsqueda incesante de una mayor productividad [298], [305], [306]. Algunos autores han enumeraron los KPI para el proceso de atención médica ponderados por 12 jefes médicos. Estos KPI son rendimiento, costo/procedimiento, atención, tiempo de espera, tiempo de servicio, tiempo de transmisión de información, costo por unidad de servicio, productividad laboral, excelencia clínica, seguridad del paciente, eficiencia, tiempo de servicio, calidad del servicio, satisfacción del cliente, variación reducida, desarrollo del personal, servicio oportuno y de calidad, experiencia positiva del cliente, mejora de los ingresos y satisfacción de los empleados. No obstante, para llegar a un resultado financiero positivo con ganancias netas, los KPI más importantes son la seguridad del paciente, la calidad del servicio y la experiencia positiva del paciente [307].

4.3 Principales barreras de la implementación Lean Healthcare

El primer desafío que debe superarse en la implementación de LH es convencer al personal de que la metodología puede funcionar en el sector de la salud [266], [267], [275], [287], [308]. El segundo desafío es la falta de un enfoque claro en el paciente [309]–[311]. Por otro lado, algunos investigadores reportan barreras relacionadas entre los departamentos del hospital [274], [289],

[312]. Esto es debido a que el sector de la salud es un sistema complejo con diversas unidades interdependientes. En este sentido, distintos investigadores proponen agrupar las principales barreras en la implementación de LH como se observa en la Figura 23. El modelo está compuesto de 8 constructos:

- **Personas y gestión administrativa:** El primer constructo puede clasificarse como personas y administración el presenta barreras como falta de habilidades gerenciales, atributos de habilidades profesionales en salud, falta de recursos humanos y técnicos, restricción de recursos financieros y regulación en salud.
- **Gestión y sistema de la organización:** El segundo constructo puede clasificarse como sistema y gestión de la organización y consta de los siguientes cuatro elementos: jerarquía y resistencia de gestión, la variación de la cultura y el estilo de la organización, la falta de personas calificadas en el cuidado de la salud para guiar la transición ajustada y la falta de facilitador experto en apoyarse.
- **Planificación estratégica de procesos y operaciones:** El tercer constructo puede clasificarse como un proceso, planificación estratégica y operaciones, y comprende las barreras: estrategia y propósitos, resistencia al cambio, visión poco clara y variación entre departamentos en la atención médica.
- **Información y conocimiento de Lean:** El cuarto constructo puede clasificarse como información y conocimiento sobre Lean que consta de tres elementos que son percepción (falta de filosofía lean), terminología y variación en la definición de desperdicio.
- **Variabilidad del proceso organizacional:** El quinto constructo es la variabilidad del proceso organizacional que consiste en numerosos objetivos y una alta variabilidad del proceso.
- **Habilidades y experiencia:** El sexto constructo son las habilidades y experiencia que son capacitación y educación inadecuadas y falta de participación (compromiso y participación del personal).
- **Planificación organizacional:** El séptima constructo también consta de dos barreras y puede clasificarse como planificación organizacional. Esos dos factores son silos organizacionales y la ausencia de tiempo específico asignado para este proyecto de transición ajustada.
- **Perspectiva humana:** El constructo final, se clasifica como percepción humana, que es una falta de enfoque claro en el valor del cliente y de los interesados.

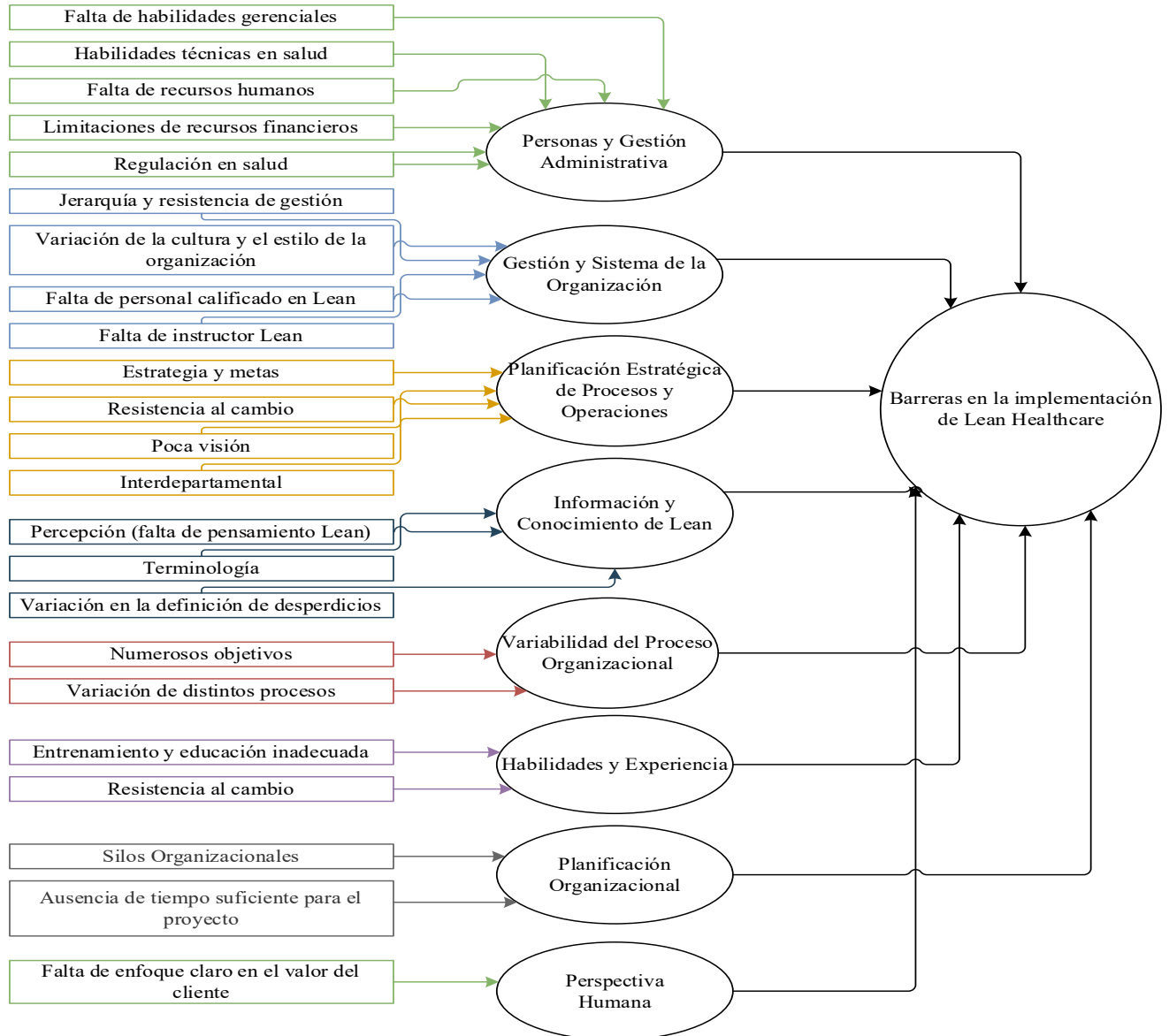


Figura 23. Modelo de las principales barreras en la implementación de Lean Healthcare. Recueperado de [313].

5 Factores críticos de éxito de Lean Healthcare

Los factores críticos de éxito (FCE) de LH discutidos en la literatura no parecen ser diferentes a los de cualquier otra iniciativa de mejora [268]. Por ejemplo, un grupo de investigadores propusieron un modelo que incluía FCE como compromiso de la alta gerencia, trabajo en equipo, capacitación y educación, entre otros, para implementar el programa de calidad SS en la industria manufacturera [314]. De manera similar, otros autores identificaron los factores más importantes de un programa LSS en la industria y servicios, como el compromiso de gestión, el cambio cultural, vincular LSS con la estrategia comercial y el liderazgo [315].

Respecto al sector de la salud, distintos autores afirman que los diez FCE esenciales en la implementación LH son, enfoque en el paciente, gestión del flujo de pacientes, compromiso de la alta dirección, cambio cultural, liderazgo, capacitación y educación, compromiso de los empleados, equipo multidisciplinario, consultor externo e innovación en la cadena de suministro. Otros factores asociados a la implementación exitosa de LH que se mencionaron con menor frecuencia en la literatura son, comunicación efectiva del equipo de trabajo (Khurma et al., 2008), diseño del hospital (Handayani et al., 2015; Pawson et al., 2014; Sihuin-Tapia et al., 2015), disponibilidad de los recursos (Lighter, 2014), empoderamiento del personal (Sabry, 2014), reconocimiento y recompensas del personal (Essays, 2013; Gowen III et al., 2012; Habidin et al., 2014), ambiente de trabajo (Carboneau et al., 2010; Langabeer et al., 2009) y la actitud hacia el trabajo (Rooney et al., 2002; Steinfeld et al., 2015).

5.1 Enfoque en el paciente

El sector de la atención médica reorganizó al paciente como una parte importante para lograr su objetivo al brindar el servicio. Habidin et al (2012) consideran al paciente en función de la necesidad y satisfacción del cliente [316]. El enfoque en el paciente contribuye positivamente al desempeño financiero, como un menor costo por caso, disminución de eventos adversos, mayores tasas de retención de empleados, menor costo operativo, menores reclamos por negligencia y mayor participación de mercado [317]. El enfoque al paciente no solo reconoce la excelencia del servicio, sino que también ayuda a las iniciativas de calidad para lograr un rendimiento comercial. El estudio de Pinho (2008) demostró que el enfoque al cliente contribuye al impacto de la innovación en el desempeño organizacional [318]. Distintos estudios encaminados a proyectos de

calidad en la industria de la salud, propusieron el enfoque al paciente como requisito en la búsqueda del desempeño del hospital [319]–[321]. Finalmente, las organizaciones de atención médica deben preocuparse por sus pacientes debido a que cada uno tiene distintas necesidades y requisitos en función de su enfermedad y antecedentes.

5.2 Gestión del flujo de pacientes

El flujo de pacientes es el movimiento o recorrido que experimentan los pacientes a través de un centro de salud. Involucra la atención médica, los recursos físicos y los sistemas internos necesarios para llevar a los pacientes desde el punto de admisión hasta el punto de alta, manteniendo la calidad y la satisfacción del paciente. Mejorar el flujo de pacientes es un componente crítico de la gestión LH en hospitales y otros centros de salud. La optimización del flujo de pacientes abarca satisfacer de manera rápida, eficiente y efectiva la demanda de atención al mover a los pacientes a través de las distintas vías al mismo tiempo que mejora la coordinación de la atención, la seguridad del paciente y los resultados de salud. Para optimizar el flujo de pacientes, los proveedores buscan hacer coincidir con éxito la cantidad adecuada de recursos con cada uno de sus ingresos. El flujo de pacientes se asocia principalmente con los hospitales, específicamente con el congestionamiento en los departamentos de emergencia y la programación eficiente en los departamentos de cirugía. El flujo de pacientes mal administrado en los hospitales, puede conducir a resultados adversos para la salud, incluido un aumento de los reingresos y la tasa de mortalidad. Incluso los hospitales que están ampliando sus instalaciones y contratando personal adicional no son inmunes a los problemas de cuellos de botella, desperdicios, entre otros.

5.3 Compromiso de la alta dirección

El rol de la dirección general en un hospital es de facilitar la mejora continua de la unidad y promover el trabajo en equipo y la buena comunicación para lograr con éxito los objetivos propuestos [322], [323]. El compromiso de la alta dirección es crítico para los esfuerzos de mejora del sistema de salud debido a que los hospitales están bajo muchas presiones competitivas [324]. Algunos autores aseguran que el compromiso de la alta dirección, está definido por cuatro indicadores: manejo de estrategias, participación activa, implementación de cultura de calidad y disponibilidad de recursos financieros [325]. De hecho, la participación activa de la alta gerencia es con frecuencia un factor fundamental para el éxito de LH [326].

5.4 Cambio cultural

Este factor está íntimamente relacionado con la personalidad de los empleados. El cambio en el trabajo y la actitud comienzan a partir de la conciencia de cada persona y, a veces se puede encontrar resistencia al cambio por los empleados, incluso si el trabajo se puede hacer fácil [327], [328]. De manera similar, otros autores afirman que, en el frente cultural, es necesario superar los argumentos más probables en contra de la aplicabilidad de los conceptos de LH en el sector de la salud, tales como "la gente no son automóviles" y "cada paciente es único" [329]. No obstante, algunos autores aseguran que la introducción de LH en los hospitales ha estimulado una cultura de conciencia para encontrar oportunidades de mejorar para la prestación de los servicios de salud y también para tomar la responsabilidad de eliminar defectos [330].

5.5 Liderazgo

Este factor se refiere a la capacidad de una persona para inspirar e influir en los demás para alcanzar metas y objetivos dentro de una organización. Un líder tiene la capacidad de tomar la iniciativa, gestionar, promover, motivar y evaluar a un grupo o equipo [267], [331]. Para el sector de la salud, el liderazgo clínico es un requisito crítico y esencial para asegurar la calidad del servicio brindado [332], [333]. En este sentido, el factor clave para crear y cambiar la cultura organizacional es liderazgo [334]. Mann (2005) afirma que la razón principal del fracaso de muchas iniciativas Lean podría ser la incapacidad de cambiar las prácticas de liderazgo [335]. Por lo tanto, LH requiere un enfoque diferente de gestión y liderazgo, un cambio en la forma en que la dirección liderea, interactúa y se comunica con los empleados y toma las decisiones [335]–[337].

5.6 Capacitación y educación

Son un conjunto de pasos ordenados para preparar a una persona en completar distintas tareas con éxito dentro de una organización. La idea principal es que los empleados deben mejorar su rendimiento mediante la adquisición de conocimientos [338], [339]. Yassi y Hancock (2005) aseguraron que entrenar al personal del hospital respecto a las habilidades básicas de movimiento y manipulación, facilitó las actividades de enfermería en la rutina diaria. El tiempo de entrenamiento en LH puede variar, algunos autores proponen que puede ser desde pequeñas conferencias semanales hasta meses de iniciativas [93].

5.7 Compromiso de los empleados

Se refiere a la manera en que los empleados proporcionan ideas para mejorar las actividades diarias y participar activamente en todos los procesos de la organización [272], [340]. Haag et al. (2007) señala que se trata de un proceso de transformación completo y es necesario para mantener el involucramiento del personal [272]. Goonan (2007) añade que el compromiso de los empleados es una forma de romper las barreras de las bajas expectativas en la mejora de la calidad de los servicios [341]. Finalmente, Caton-Hughes et al. (2007) mencionan que el compromiso es un elemento clave y genera una participación activa: las personas empiezan a tomar responsabilidades y rendir cuentas [342].

5.8 Equipo multidisciplinario

Un equipo multidisciplinario está conformado por un grupo de personas de distintas áreas de trabajo, que dentro de un periodo de tiempo trabajan en conjunto para resolver un problema y alcanzar objetivos en común. Rooney et al. (2002) menciona que incluir un equipo multidisciplinario es una buena forma de incluir a todos los empleados en los procesos para ayudar a identificar errores potenciales en distintas situaciones. Algunos autores afirman que los equipos LH deben ser miembros de todos los niveles del hospital, incluyendo médicos, enfermeros, mantenimiento y administrativos [343]–[345].

5.9 Consultor externo

En ocasiones los hospitales requieren el apoyo de un consultor externo para alcanzar los objetivos establecidos. Un consultor externo puede ser tanto un experto en el tema o una empresa de consultoría que este conformada por un director de soluciones, gerente de soluciones o un consultor analista, para trabajar de manera coordinada con un equipo interno del hospital [346]. En este sentido, los equipos de trabajo pueden tener líderes externos dedicados a entrenar, facilitar y capacitar en las herramientas de LH, además pueden coordinar las actividades de los miembros del equipo [332]. Por lo tanto, contar con un consultor externo apropiado, puede mejorar el rendimiento del equipo LH de trabajo [347].

5.10 Innovación en la cadena de suministro

La cadena de suministro de servicios se describe como un sistema complejo que abarca el suministro de repuestos, proveedores externos, seguros, servicios minoristas y gubernamentales [348]. Toda la cadena de suministro debe ser competitiva, aunque las organizaciones comenzaron a comprender que no es suficiente para mejorar la eficiencia [349]. La innovación para un servicio de mejor calidad, eficiencia de la cadena de suministro y satisfacción del paciente con base en las competencias básicas es realmente necesaria para lograr una ventaja competitiva [350].

Lo anterior se debe a que la ventaja competitiva puede conducir a lograr una excelencia empresarial respecto al desempeño económico, la satisfacción y lealtad del cliente y la efectividad de la relación [349]. En este sentido, la ventaja competitiva también busca proporcionar a la organización mayores capacidades en comparación con sus competidores, como precios más bajo, mayor calidad, mayor confiabilidad y un tiempo de servicio más rápido, lo que a su vez aumenta el rendimiento general de la organización [349].

Por lo tanto, el sector de la salud debe estar en constante competitividad, especialmente para que un hospital privado atraiga a más clientes. Sin embargo, algunos autores descubrieron que la mayoría de las organizaciones comienzan a comprender y aceptar la dificultad de crear una relación integrada con sus proveedores y clientes, así como con todos los demás interesados [351]. Por otra parte, la innovación tecnológica en la cadena de suministro de un hospital puede brindar beneficios en términos de mejorar la productividad, mejorar la integración, reducir el tiempo de transacción, reducir el tiempo de ciclo, aumentar el servicio al cliente y reducir los costos de suministro [352]. Por ejemplo, un grupo de investigadores reportaron el rediseño a la cadena de suministro de un hospital en Singapur, obteniendo como resultados soluciones más eficiente con menos personal y una reducción de costos del 60% [353].

6 Técnicas y herramientas de Lean Healthcare

6.1 Diferencia entre técnica y herramienta

Una herramienta se utiliza para una tarea en particular y generalmente tiene un enfoque limitado, mientras que una técnica tiene una aplicación más amplia y puede verse como una colección de herramientas [354], [355]. Por ejemplo, el Diagrama de Ishikawa, Histograma, Pareto y Gráficos de Control pueden describirse como herramientas específicas [355]. Por otro lado, el Control Estadístico de Procesos (SPC), Despliegue de Funciones de Calidad (QFD), Modo de Falla y Análisis de Efectos (FMEA) y el Diseño de Experimentos (DOE) pueden considerarse técnicas [355]. Sin embargo, en la literatura, ocurren algunas inconsistencias en la distinción entre técnica y herramienta; por ejemplo, el modelo Proveedores, Entradas, Procesos (subprocesos), Salidas y Clientes (SIPOC) se considera tanto una herramienta [355] como una técnica [187]. En consecuencia, con el fin de simplificar, utilizaremos el término TyH para referirnos tanto a las herramientas como a las

6.2 Importancia del conocimiento sobre las técnicas y herramientas Lean

La productividad y la rentabilidad de una organización pueden aumentar considerablemente mediante el uso adecuado de las herramientas de análisis. Sin embargo, el uso exhaustivo de herramientas puede causar un efecto contrario en la resolución de problemas y los esfuerzos de mejora. Por lo tanto, utilizar las herramientas adecuadas puede mejorar la eficiencia de estos esfuerzos al simplificar el proceso. La implementación de Lean y Six Sigma implica la utilización de una amplia gama y cantidad de TyH. Algunos autores afirman que enseñar numerosas TyH a los empleados puede crear algunos problemas durante el período de introducción a la metodología [356]. Los expertos mencionan que debido a que los profesionales dedican un tiempo considerable a adquirir conocimiento sobre todas las TyH, pueden superar los requisitos reales de los proyectos al tratar de utilizar todas. Esto puede dañar la imagen positiva de las implementaciones Lean y Six Sigma. Por lo tanto, sugieren comenzar las capacitaciones centradas en las TyH que se utilizan con más frecuencia [356].

Por otro lado, cuando la dificultad del objetivo es alta, aumentar el uso de las TyH resulta en un mayor rendimiento [357]. Por lo tanto, para las organizaciones que ya han obtenido un nivel de

madurez en la implementación LSS y han comenzado a establecer objetivos más desafiantes y difíciles, la utilización de TyH más complejas conduce a un mayor rendimiento [220]. Por lo tanto, se puede concluir que no solo para los nuevos profesionales sino también para los experimentados, tener el conocimiento de las TyH más utilizadas puede guiarlos en la selección más adecuada en los proyectos y esto dará como resultado un rendimiento superior al ahorrar cantidad de tiempo y dinero.

6.3 Técnicas y herramientas LSS más utilizadas en el sector de la salud

Las TyH son una parte fundamental en la implementación exitosa de LH. Algunos autores aseguran que es importante identificar las TyHs y sus posibles combinaciones más adecuadas para utilizarlas en el sector de la salud Daultani et al. (2015). Por lo tanto, realizar una capacitación apropiada sobre las TyH tendrá como resultado la reducción de errores sistemáticos en la atención de la salud (Rooney et al., 2002). Algunos autores afirman que las TyH son aplicables a una variedad interminable de procesos y pueden utilizarse para abordar desafíos críticos como errores médicos, costos y escasez de personal (Jimmerson et al., 2005). De este modo, existe una gran variedad de herramientas y técnicas que pueden ser utilizadas por las organizaciones de salud (Senna, Monteiro y Pinha, 2016).

Respecto a las TyH de LH más utilizadas en el sector de la salud, un grupo de investigadores de EE.UU. identificaron las principales herramientas de calidad implementadas con más frecuencia [358]. Con el propósito de identificar las TyH más importantes, se encuestó un total de 280 hospitales, incluidos 88 que fueron identificados como hospitales de calidad. Los resultados de los autores se resumen en la Tabla 4. Los resultados de la encuesta mostraron que los hospitales en el grupo de calidad utilizan distintas TyH con mayor frecuencia que los hospitales en el grupo de no calidad. Por lo tanto, los autores recomiendan mejorar la calidad de la atención, mediante el uso de TyH, así como las buenas prácticas de trabajo.

Por otra parte, de los encuestados en el grupo de calidad, el 93.75% menciono que utilizó metodologías Six Sigma o Lean o una combinación. Un hospital en el grupo de calidad no utilizó ninguna metodología de calidad para mejorar sus procesos. El taller de mejora rápida de procesos (RPIW) fue la más utilizada, y el 81.25% de los encuestados las utilizó; un promedio de 56.25% de los hospitales usaron eventos Kaizen y un promedio de 43.75% de los encuestados dijeron que

utilizaron la resolución de problemas A3. Las metodologías Six Sigma y Lean parecen ser un recurso valioso para los hospitales del grupo de calidad. En el grupo de no calidad, el 18.75% de los encuestados dijeron que no utilizaron una metodología de mejora de procesos. Del 81.25% que sí utilizó una metodología de mejora del proceso, el RPIW fue utilizado en un 50%, seguido por Six Sigma con el 37.5%. Cualquier otra metodología fue utilizada por menos del 20% del grupo de no calidad.

Las herramientas de Lean y Kaizen fueron ampliamente utilizadas entre el grupo de calidad. La herramienta más utilizada por el grupo de calidad fue el mapeo de flujo de valor (VSM) con 93.75%, seguido de formularios de observación y 5S/Controles visuales, ambos con 75%. Además, la estandarización de procesos fue utilizada por el 68,75% de los hospitales en el grupo de calidad. Solo un hospital de calidad informó que no utilizó ninguna de las herramientas de Kaizen o Lean.

Tabla 4. Técnicas y herramientas de Lean Healthcare. Recuperado de [358].

Utilización de metodologías para la mejora de procesos			
	<i>Hospital de Calidad (%)</i>	<i>Hospital Sin Calidad (%)</i>	<i>Descripción</i>
A3	43.75	12.50	Enfoque estructurado para la resolución de problemas y mejora continua. La herramienta generalmente utiliza una sola hoja de papel de tamaño A3.
Evento Kaizen	56.25	18.75	Conjunto de actividades dentro de un tiempo establecido por un equipo de trabajo durante una implementación de mejora.
Kaizen Blitz	12.5	12.5	Mejora rápida de un área en específico, por ejemplo, una celda de producción. Se forma a través de un equipo de trabajo de esa misma área.
Kaizen Burst	6.25	12.5	Evento a corto plazo basado en la metodología Kaizen.
RPIW	81.25	50.00	Sinónimo de Kaizen.
Six Sigma	37.50	37.50	Estrategia de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad.
TQM	0.00	6.25	Consiste en aplicar el concepto de “Calidad Total” a los sistemas de gestión de la empresa.
DMAIC	6.25	0.00	Definir, medir, analizar, mejorar y controlar
Capacitación	0.00	12.50	Preparar a los empleados para desempeñar de manera óptima las tareas específicas del cargo que debe ocupar.
TPS	6.25	0.00	Sistema de producción de Toyota
Lean	6.25	6.25	Filosofía de gestión basada en las prácticas del TPS. Busca satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, con el menor consumo de recursos.
Ninguna	6.25	18.75	
Utilización de Herramientas Kaizen y Lean			
Formularios de Observación	75.00	25.00	Herramienta de recopilación de datos el cual permite a un gerente, analista o experto a investigar un proceso en particular y obtener información sobre sus principales características.
VSM	93.75	62.50	Método de gestión eficiente para analizar el estado actual de un proceso y diseñar un estado futuro. Permite identificar las actividades que no agregan valor al proceso.
5S	75.00	31.25	5S, son términos japoneses que comienzan con la letra "S". Se utilizan para crear un lugar de trabajo adecuado para la producción Lean.
Procesos Estandarizados	68.75	31.25	El proceso de diseño y modificación de productos, piezas, procesos y procedimientos para establecer y utilizar especificaciones estándar para ellos y sus componentes.
Poka-Yoke	31.25	12.50	Técnica de calidad que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema.
Sistema Pull	37.50	12.50	Empuje de la producción.
Gemba Walks	0.00	12.50	Palabra japonesa para describir el área del procesamiento in situ.
Justo a Tiempo	0.00	6.25	Sistema de gestión de inventarios.
Ninguna	6.25	18.75	
Utilización de Herramientas Para Identificación de Problemas			
ACR	100.00	93.75	Método para la resolución de problemas que intenta evitar la recurrencia de un problema o defecto a través de identificar sus causas.
Diagrama de Ishikawa	81.25	81.25	Una herramienta para analizar la dispersión de procesos. También se conoce como diagrama de espina de pescado (debido a que el diagrama completo se asemeja al esqueleto de un pez). El diagrama ilustra las principales causas y sub causas que conducen a un efecto (síntoma).
5 porqués	56.25	43.75	La práctica común en la gestión de calidad total es preguntar "por qué" cinco veces cuando se enfrenta a un problema. Cuando se encuentra la respuesta al quinto "por qué", se identifica la última causa del problema.
FMEA	6.25	6.25	Es un procedimiento de análisis de fallos en un sistema de clasificación determinado por la severidad o por el efecto de los fallos en el sistema.
Ninguno	0.00	6.25	

Nota: ACR indica, análisis de causa raíz; FMEA, análisis modal de fallos y efectos; VSM, value stream map; RPIW, Rapid process improvement Workshop.

El VSM también fue la herramienta de Kaizen o Lean más utilizada para hospitales en el grupo sin calidad con 62.5%, seguido de 5S/Controles visuales con 31.25% y procesos estandarizados con 31.25%. Los formularios de observación fueron utilizados solamente por el 25% de los hospitales de baja calidad. Un total de 18.75% en el grupo de no calidad no utilizó ninguna de las herramientas de Kaizen o Lean.

Finalmente, todos los hospitales del grupo de calidad informaron que utilizan al menos una herramienta de identificación de problemas, como el análisis de causa raíz. Los diagramas de Ishikawa se utilizaron un 81.25%. Solo un hospital de calidad no informó la utilización de las herramientas de identificación de problemas. De manera similar, el 93.75% de los hospitales sin calidad emplearon análisis de causa raíz seguidos de diagramas de Ishikawa con 81.25% y 5 por qué con 43.75%. Solamente el 6.25% de ambos hospitales informó haber utilizado FMEA. Las herramientas de identificación de problemas fueron utilizadas ampliamente por los hospitales en ambos grupos, aunque el grupo de calidad las utilizó un poco más que en el grupo de no calidad.

Por otro lado, con un enfoque distinto, pero con resultados similares, un grupo de investigadores de Brasil agruparon las TyH de LH más utilizadas en cuatro categorías en función del objetivo como se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Clasificación de herramientas Lean y métodos. Recuperado de [25].

Clasificación de herramientas Lean		
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • 5 porqués • A3 • Diagrama de Ishikawa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeo de procesos • VSM • Gemba
Mejora	<ul style="list-style-type: none"> • 5S • Enfoque de equipo • Diagrama de espagueti • Balanceo de carga de trabajo • Flujo continuo 	<ul style="list-style-type: none"> • Andon • RPIW/Kaizen • Jidoka • Sistema Pull/Kanban • Flujo de una sola pieza
Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión visual 	<ul style="list-style-type: none"> • Poka-Yoke • Rediseño de procesos • Heijunka • Rediseño del entorno • Trabajo estandarizado
Evaluación/Mejora/Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • DMAIC • PDCA 	

En este sentido, los autores clasifican las herramientas y métodos Lean en función de la evaluación, mejora y monitoreo. Las herramientas de evaluación se utilizan para revisar el desempeño de los procesos organizacionales en términos de su desperdicio, flujo o capacidad para agregar valor. Las herramientas de mejora se utilizan para apoyar y mejorar los procesos. Las herramientas de monitoreo se utilizan para medir los procesos y asegurar la sostenibilidad de las mejoras [70].

6.4 Mapa del flujo de valor

El VSM identifica todas las tareas o procesos necesarios para producir resultados específicos para los pacientes, describiendo con la mayor precisión posible el estado actual de las operaciones. El VSM tiene tres características clave: primero, similar a un diagrama de flujo del proceso, identifica cada paso del proceso que se está mapeando y el flujo del paciente a través del proceso; segundo, proporciona información sobre suministros, equipos y otros recursos necesarios para entregar productos o servicios para el paciente; y tercero, proporciona información sobre el rendimiento del sistema al representar los elementos de datos clave obtenidos de pacientes y suministros y dentro del propio sistema [359], [360].

VSM aborda las operaciones desde el punto de vista del flujo del paciente a través del proceso de atención [361], [362]. Al proporcionar una representación gráfica del estado actual de las operaciones, la herramienta VSM se ha utilizado para estimular a las organizaciones a pensar conscientemente sobre lo que hacen, cómo lo hacen y la evaluación del valor que proporciona cada paso individual en el recorrido del paciente [361], [362]. El VSM proporciona un punto de partida a través del cual los objetivos, la cultura, las directrices y la mejora de calidad de los procesos pueden comunicarse interna y externamente [359], [361], [363]. Actualmente, existe un creciente interés respecto la utilización del VSM para mejorar procesos específicos de atención médica, por ejemplo, el flujo del departamento de emergencias [6], [364], eliminar el desperdicio para la adquisición de *stents* endovasculares [365], el departamento de fisioterapia y rehabilitación [366], reducir el tiempo de espera del paciente [367]–[369], entre otros.

6.5 5S

El término 5S proviene de cinco palabras japonesas, Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu y Shitsuke, que frecuentemente se refieren al mantenimiento y la limpieza. Estas cinco palabras, con frecuencia son traducidas al español como clasificar (Seiri), ordenar (Seiton), limpieza (Seiso),

estandarización (Seiketsu) disciplina (Shitsuke), y representan un conjunto de prácticas para mejorar la organización y la productividad en el lugar de trabajo [370]–[373]. La herramienta de gestión 5S se reconoce como pilar en los enfoques de atención médica, que maximizan los niveles de valor agregado al eliminar todos los factores que no generan valor [98]. 5S evolucionó de las empresas manufactureras en Japón, y se introdujo en el sector manufacturero en Occidente en la década de 1980 [373]. En la actualidad se ha aplicado al sector de la salud como un método sistemático para organizar y estandarizar el lugar de trabajo para una atención médica Lean [374], y se ha reconocido como un enfoque de bajo costo y tecnológicamente poco exigente que sirve como punto de partida para la mejora de servicios de salud [373]–[376].

El método de gestión 5S ha surgido como un método para mejorar la calidad de los servicios de salud del gobierno, particularmente en países de bajos y medianos ingresos. Por ejemplo, los gobiernos de Sri Lanka y Tanzania han adoptado oficialmente 5S como estrategia nacional para la mejora de la calidad de los servicios de salud [377], [378]. En Senegal, 5S se introdujo en el sector de la salud bajo un programa piloto de intervención de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) en 2007 [379]. Además, el impacto de la aplicación 5S en el sector de la salud se ha documentado en EE.UU. [380]–[383], India [384], Jordania [385] y Sri Lanka [386].

Los principales resultado de estas intervenciones incluyeron mejores procesos de trabajo y mayor espacio físico [381], [383], [385], mejor cumplimiento de las regulaciones [380], mejores indicadores clínicos de seguridad [386] y mayor tiempo disponible, que tuvo como resultado la satisfacción del paciente [382].

6.6 Kaizen

La mejora continua se encuentra en el núcleo de LH, y se le conoce como Kaizen, una palabra japonesa que significa "buen cambio"[387]. El principio Kaizen se trata de alcanzar la perfección a través de la participación continua de los empleados en prácticas que les permitan proponer ideas para mejorar, resolver problemas y mantener resultados a lo largo del tiempo [100], [388]. Ejemplos de estas prácticas son *Kaizen blitz*, equipos de mejora continua de procesos y programas de sugerencias de empleados [389]. *Kaizen blitz*, es conocido como eventos Kaizen o eventos de mejora rápida, generalmente son proyectos a corto plazo, regularmente se llevan a cabo en una sesión de trabajo de 3 a 5 días, centrada en un proceso específico o un conjunto de actividades [390]. Estos proyectos generalmente involucran el análisis de los procesos actuales, el desarrollo

de procesos ideales y la implementación inicial de los cambios necesarios para eliminar los pasos que no agregan valor [336]. El alcance de los cambios está en todo o en una parte de un proceso específico, más que amplias prácticas organizacionales, políticas o cambios tecnológicos, además de requerir poca inversión [391], [392].

Kaizen, que se formó en la estructura del TPS también se aplica en el sector de la salud. Los procesos de atención médica son prácticas intensivas. Como tal, se observado gran interés en los eventos de Kaizen en las últimas décadas [393]. En este sentido las publicaciones científicas de casos de estudio de eventos de Kaizen en el sector de la salud han aumentado rápidamente [394]–[397]. Lo anterior, debido a que Kaizen es una forma beneficiosa de generar, implementar y mantener ideas de mejora de procesos [393]. Finalmente, en la Tabla 6 se muestra algunos ejemplos de la implementación de Kaizen en distintos departamentos de un hospital.

Tabla 6. Ejemplos de mejoras tipo Kaizen. Recuperado de [398]

Departamento	Kaizen
Urgencias	Separar las fichas de admisión en contenedores de diferentes colores de acuerdo al nivel de gravedad, para no confundir los pacientes. Modificación de formatos para eliminar información redundante y mejor manejo del flujo de pacientes.
Admisión	Creación de carteles visuales para agilizar el proceso de admisión.
Centro de Salud Mental Adultos	Simplificar el software informático para agilizar el tiempo de ordenador.
Hospitalización	Gestión visual en las puertas de cada habitación para indicar si se está visitando al paciente, con el propósito de evitar interrupciones

6.7 Estandarización del trabajo

La estandarización del trabajo es un acuerdo sobre el conjunto de procedimientos de trabajo, responsabilidades y expectativas; es decir “la mejor forma” de hacer el trabajo; diseñado para crear un resultado de referencia predecible, reproducible y sin variaciones [399]. En el sector de la salud es recurrente encontrar médicos, enfermeras o servicios que realizan procesos similares de maneras diferentes. Como resultado se genera variabilidad y dificulta la estabilidad de un proceso [398]. No obstante, es responsabilidad de la alta dirección y otros mandos intermedios de proporcionar

las herramientas necesarias, así como las condiciones óptimas de trabajo para que los estándares se cumplan. Por ejemplo, en el caso de un proceso de hospitalización, los jefes inmediatos del hospital deben asegurar diariamente o semanalmente el cumplimiento del estándar de atención al paciente hospitalizado, respecto a rutas, horarios entre otros [398]. En caso de no ser así, debe identificarse si la causa raíz es que el estándar está mal definido, que hubo una mala formación y/o comunicación a los profesionales en relación con dicho estándar [398].

Sin embargo, algunos autores comentan que la adaptación del proceso LH más difícil es la estandarización. Debido a que es fundamental que todos los miembros del equipo de atención médica identifiquen la secuencia de tareas y después las realicen de manera y en tiempo estándar. Esto requiere un cambio cultural y una vigilancia constante por parte de los miembros del equipo y la dirección durante la implementación [8]. No obstante, los resultados son gratificantes.

6.8 Kanban

Kanban es una técnica de Lean y JIT, que se creó para controlar los niveles de inventario, la producción y suministro de componentes [400]. De acuerdo con otros autores, Kanban se define como un mecanismo de control de flujo de material, que controla la cantidad y el tiempo adecuados de la producción y/o entrega de los productos y servicios requeridos [401]. Otros autores aseguran que es un enfoque del sistema *Pull*, el cual autoriza a producir a una tasa requerida, con el fin de controlar el inventario del producto de acuerdo con el pronóstico del cliente [402].

Utiliza tarjetas visuales, que proporcionan información para regular el flujo de inventario y materiales. Kanban es una palabra japonesa, la cual se refiere al uso de estas tarjetas [403]. Kanban se creó para satisfacer las necesidades específicas de una organización, en función de visibilidad, control de producción y control de inventario [404]. En particular, su objetivo es introducir estabilidad y predecir los inventarios, respondiendo así a los cambios inesperados [405]. La aplicación de sistemas Kanban en la fabricación ha recibido gran atención con diversos ejemplos de éxito en la mejora de la productividad [401], [406]–[410]. En este sentido, la literatura revela que existen grandes ventajas para implementar el sistema Kanban, incluida la reducción de la retención de inventario; mejora del flujo de material; eliminación de sobreproducción; desarrollo de programación visual y gestión de procesos; reducción del inventario obsoleto y mejora de la gestión de la cadena de suministro [400], [403], [411].

En este sentido, Kanban comenzó a ser utilizado rápidamente en la atención médica a fines de la década de 1980 a través del desarrollo de un sistema de dos contenedores, por compañías danesas y holandesas para suministros médicos [412]. En los hospitales, la distribución de material normalmente sigue un sistema de inventario periódico donde el material se repone en lotes. Algunos hospitales utilizan carros de intercambio, o la técnica *par level*, pero generalmente la distribución de materiales es un sistema de pedidos con base en la demanda. Los productos identificados como bajos en inventario se anotan en un formulario de solicitud que luego se envía, ya sea de forma manual o electrónica, al departamento de gestión de materiales. De acuerdo con esta solicitud, los suministros necesarios se recogen y envían a las salas apropiadas. Entonces, este sistema, a menudo se asigna al personal la tarea de guardar los suministros en las unidades de almacenamiento [413].

En los hospitales, Kanban se ha utilizado para administrar suministros médicos, medicamentos comúnmente dispensados, suministros de oficina, ropa de cama y otras comodidades [412], [414]. Para muchos hospitales, los sistemas de reabastecimiento de Kanban han dado mejores resultados de gestión de inventario que los métodos tradicionales basados en la solicitud, utilizando pedidos bajo pedido, carros de cambio, par nivel o los gabinetes automatizados más caros [71], [413], [415], [416].

7 Efectos de Lean Healthcare en el flujo de pacientes ambulatorios

7.1 Objetivo

Evaluar los efectos de LH sobre el flujo de pacientes en la atención ambulatoria y determinar si el tiempo de espera y LOS disminuyen después de las intervenciones de LH.

7.2 Métodos

El protocolo para la revisión sistemática de la literatura fue preparado y registrado en PROSPERO Ref. CRD42019128837 [417]. El diagrama de flujo de la Figura 24 representa las etapas involucradas en el proceso de selección.

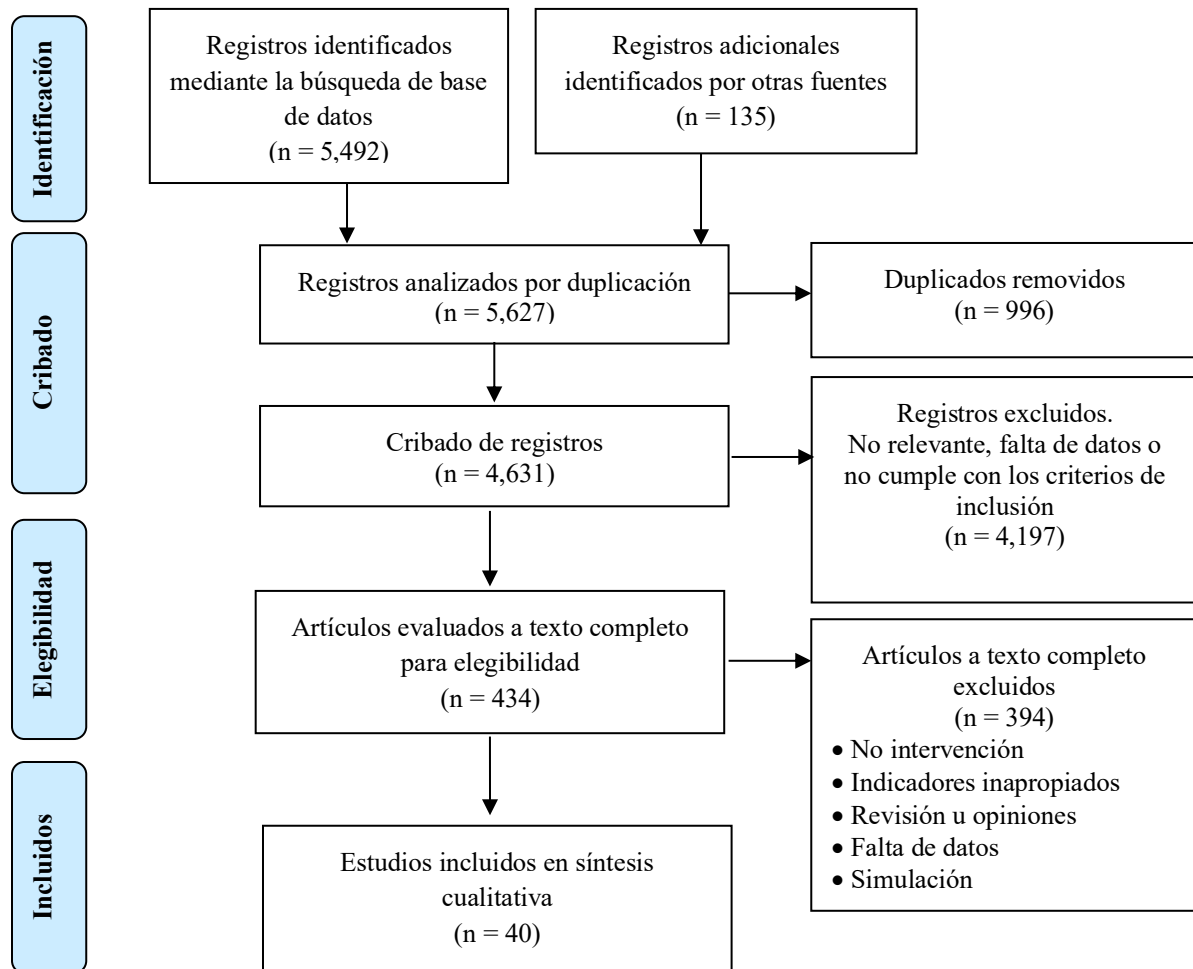


Figura 24. Diagrama de flujo de PRISMA para servicio ambulatorio.

7.2.1 Fuentes de datos y estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó entre julio de 2018 y febrero de 2019 en las siguientes bases de datos: PubMed-Medline, The Cochane Library, CINAHL, Web of Science, Scopus y Ebsco. Además, se buscó literatura gris en OpenGrey, Gray Literature Report, Google Scholar y ProQuest. Se realizó una búsqueda preliminar para desarrollar una estrategia de búsqueda basada en la revisión por pares de estrategias de búsqueda electrónica (PRESS) [418]. Además, se utilizaron algunos componentes metodológicos de *Cochane Effective Practice and Organisation of Care* (estrategia de búsqueda del grupo EPOC), combinada con términos MeSH seleccionados y términos de texto libre relacionados con los elementos PICO. Se recopilaron estudios publicados entre enero de 2002 y diciembre de 2018 en inglés y español. Además, se examinaron las listas de referencias de los artículos recuperados para buscar literatura relevante. Finalmente, la búsqueda se volvió a ejecutar antes del análisis final.

7.2.2 Tipo de estudios

Se buscaron estudios controlados aleatorios, cuasi aleatorios y estudios controlados pre y post intervención. Además, se buscaron estudios de casos, cohortes. No hubo restricciones en cuanto a la configuración de la investigación.

7.2.3 Participantes

Se buscaron documentos que estudiaran unidades de atención médica que aplicaran intervenciones lean en la atención ambulatoria (es decir, clínicas, hospitales universitarios, hospitales generales, hospitales especializados o centros de salud). Esto incluye atención primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de los sectores público y privado. Además, incluimos intervenciones dentro de uno o más departamentos. Se excluyeron los estudios que se centran en intervenciones en servicios que no están directamente relacionados con la atención médica y el flujo de pacientes (por ejemplo, servicios financieros o mantenimiento).

7.2.4 Intervención

La intervención se clasificó como estrategias de implementación de acuerdo con la taxonomía del Grupo Cochane EPOC [419], específicamente la subcategoría de la mejora continua de la calidad. Dada la amplia perspectiva de intervención de interés, se seleccionaron aquellos estudios que

abordan las aplicaciones de la atención médica eficiente (también identificada como metodología eficiente o TPS) y las herramientas y principios relacionados con la LH. También seleccionamos estudios que abordaron tipos similares de intervenciones caso por caso, sujeto a lo que se informó en la literatura.

7.2.5 Indicadores

Los principales indicadores se clasificaron como utilización de servicios o acceso a servicios [420]. En cuanto a los primeros, se revisó el cambio en LOS (es decir, el tiempo desde la llegada hasta la salida) para todos los pacientes. Además, se analizó el LOS para pacientes dados de alta y para pacientes ingresados al hospital, en concordancia por lo establecido en el Centro de Servicios de Medicare y Medicaid [421]. En cuanto a la utilización de los servicios, se revisaron los cambios en el tiempo de espera para ver a un médico o profesional de la salud (es decir, tiempo desde la puerta hasta la evaluación diagnóstica por un profesional médico calificado), este es el tiempo que los pacientes pasaron antes de que fueran vistos por un profesional de la salud [421]. Además, se analizó el tiempo de espera para el tratamiento (es decir, desde el momento en que llega un paciente hasta el inicio de un tratamiento significativo), el tiempo de espera para la cita (desde el momento en que un paciente solicita una cita hasta que se confirma) y el número de pacientes que quedan sin ser atendidos (LWBS). Como indicadores secundarios, se revisaron los cambios en la satisfacción del paciente y los cambios en la satisfacción del personal, evaluando la satisfacción mediante cuestionarios validados, incluidos el cuestionario de satisfacción del paciente (PSQ-III), la encuesta HCAHPS [422], Press-Ganey o el Cuestionario de experiencia del paciente selector (PPE) -15).

7.2.6 Extracción de datos, análisis y síntesis.

Dos revisores independientes examinaron cada estudio para identificar el resumen, el título, las palabras clave y los conceptos que reflejan tanto la contribución del estudio como el contexto de la investigación. Los desacuerdos fueron resueltos mediante una discusión. Después, el texto completo de los estudios relevantes fue recuperado y evaluado por dos autores con respecto a los criterios de inclusión/exclusión. Cuando el consenso fue difícil de alcanzar, un tercer autor evaluó el estudio. Los datos fueron extraídos por un revisor y verificados por un segundo revisor. Los datos brutos de cada manuscrito incluyeron los nombres de los autores, el año de publicación, el

país, el título, el entorno del estudio, la duración del estudio, el objetivo del estudio, el diseño del estudio, la población de estudio, la demografía de los participantes, detalles sobre las condiciones de intervención y control, duración del proyecto, resultados y tiempos de medición, así como los detalles de evaluación de riesgo de sesgo. Para los estudios que informaron diferentes períodos de tiempo, se consideró el último resultado informado. Finalmente, los datos recopilados se organizaron manualmente y se tabularon utilizando formularios estandarizados. Además, se proporciona un resumen comparativo de los resultados de los principales indicadores, utilizando medidas de efecto (es decir, medias, medianas o porcentajes) de la misma manera que se publicaron.

7.2.7 Riesgo de sesgo

Para evaluar el RoB de cada estudio, dos revisores utilizaron de forma independiente el algoritmo de la herramienta ROBINS-I para alcanzar un juicio general de RoB para un resultado específico. Cuando una diferencia persistía, un tercer revisor evaluó el estudio y se llegaba a un acuerdo.

7.3 Consideraciones finales del servicio ambulatorio

De 5,627 estudios, se incluyeron 40. Con respecto a LOS para todos los pacientes, 19 estudios reportaron una disminución y dos no informaron cambios. De manera similar, LOS para los pacientes dados de alta disminuyó en 11 de los 13 estudios, mientras que LOS para los pacientes ingresados se redujo en 6 de los 7 estudios. El tiempo de espera para los pacientes antes de ver a un profesional de la salud disminuyó en 24 de 26 estudios. El tiempo de espera para el tratamiento y el tiempo de espera para cita se redujeron al mínimo en 4 y 2 estudios, respectivamente. LWBS se redujo en 9 de 12 estudios. Finalmente, la satisfacción del paciente y la satisfacción del personal se midieron solo en 8 y 2 estudios, respectivamente, y cada uno informó mejoras después de la intervención de LH.

De acuerdo a nuestros hallazgos, LH contribuyó a reducir el tiempo de espera y LOS en la atención ambulatoria, principalmente debido a su enfoque en identificar y minimizar las actividades sin valor agregado (NVA). Sin embargo, la evidencia del impacto de LH en la satisfacción del paciente/personal y la traducción de los beneficios obtenidos con LH en ahorros es escasa entre los estudios.

8 Evaluación del impacto de Lean Healthcare en el servicio de hospitalización

8.1 Objetivo

Los servicios de salud se enfrentan a desafíos para aumentar su eficiencia, calidad de atención y hacer frente a los aumentos repentinos de la demanda. Con este fin, algunos hospitales han implementado la atención médica magra. El objetivo de esta revisión sistemática es evaluar los efectos de las intervenciones de salud magra (LH) en la atención hospitalaria y determinar si mejoran el flujo de pacientes y los resultados de eficiencia.

8.2 Métodos

Para esta revisión sistemática de literatura, se registró un protocolo en el Registro Internacional Prospectivo de Revisiones Sistemáticas (PROSPERO; Ref CRD42019134287). La Figura 25 presenta el diagrama de flujo de las etapas involucradas en el proceso.

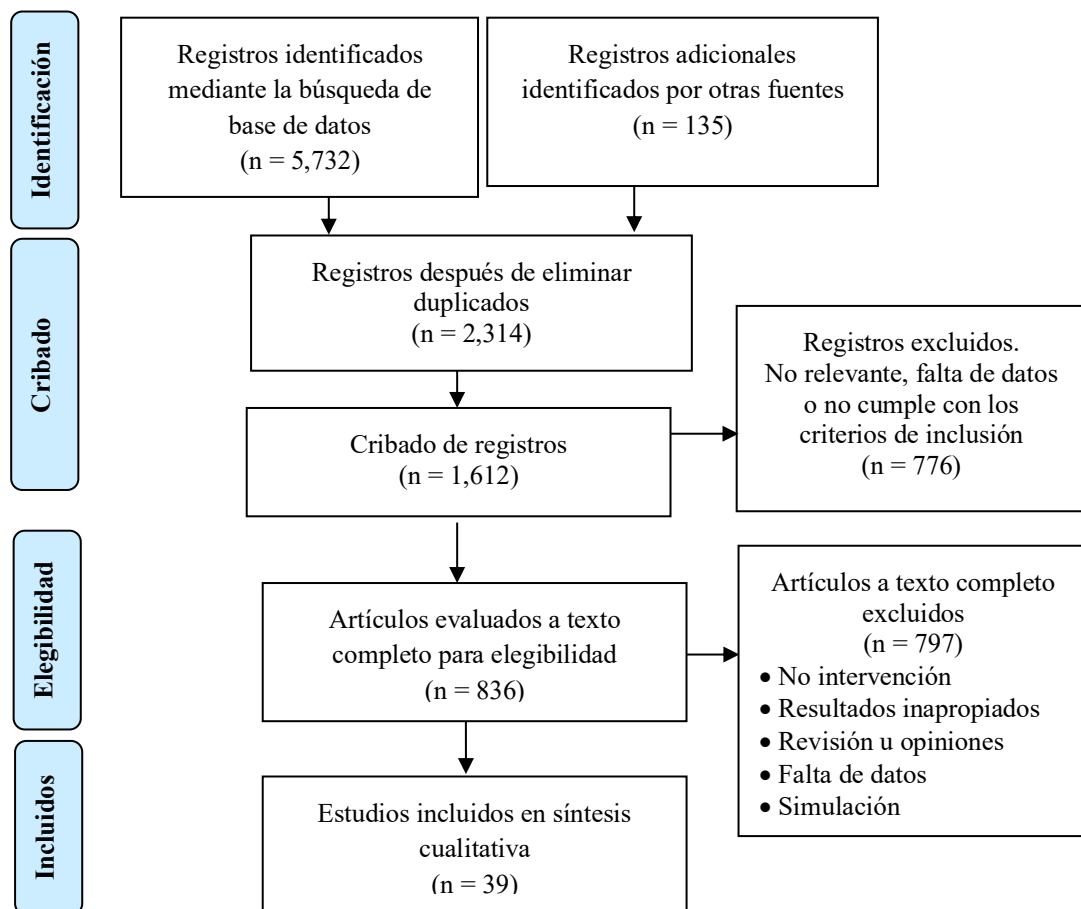


Figura 25. Diagrama de flujo de PRISMA para el servicio de hospitalización.

8.2.1 Fuente de datos y estrategia de búsqueda

Para la búsqueda utilizamos las siguientes bases de datos: PubMed-Medline, CINAHL, The Cochane Library, Scopus, Web of Science y Ebsco. Además, buscamos literatura gris en OpenGrey, Gray Literature Report, Google Scholar y ProQuest. Se realizó una búsqueda inicial para desarrollar una estrategia de búsqueda basada en la Revisión por pares de estrategias de búsqueda electrónica (PRESS) [418]. Utilizamos componentes de la estrategia de búsqueda del grupo de Práctica efectiva y organización de la atención (EPOC), combinados con términos MeSH seleccionados y términos de texto libre de elementos PICOS (población, intervención, comparador, resultado y diseño del estudio). Recopilamos estudios publicados entre 2002 y 2019 en inglés y español. Del mismo modo, examinamos las referencias de los artículos recuperados para buscar estudios adicionales. Se volvió a ejecutar la búsqueda antes del análisis final.

8.2.2 Selección de estudio

Seleccionamos estudios cuya intervención principal fue LH (también denominada TPS o Lean) dentro del cuidado del paciente hospitalizado de los sectores público y privado, estudios que mejoran el flujo de pacientes y reportes que proporcionan datos suficientes (en el estudio o por correo electrónico). Además, también se seleccionaron estudios que abordaban intervenciones similares.

Clasificamos las intervenciones como estrategias de implementación de acuerdo con la taxonomía del Grupo Cochrane EPOC [419], particularmente en la subcategoría de mejora continua de la calidad. Por el contrario, los criterios de exclusión para los estudios se definieron de la siguiente manera: estudios que consideran tiempos ambulatorios, estudios que no involucran un resultado relacionado con el flujo de pacientes (por ejemplo, eficiencia del dispositivo médico, eficiencia del proveedor y eficiencia del fabricante del dispositivo médico), estudios que carecen de datos y literatura sobre intervenciones farmacológicas. Se realizaron búsquedas de ensayos controlados aleatorios (RCT), estudios controlados pre y post intervención y ensayos cuasi aleatorios. Además, incluimos estudios de casos controlados, cohortes y pre-post. Se excluyeron estudios transversales, resúmenes, encuestas y los documentos de opinión. Clasificamos los resultados principales como utilización de servicios, acceso a servicios y uso de recursos de atención médica [420].

Para el primero, se revisaron los cambios en el LOS para los pacientes admitidos (es decir, el tiempo desde la llegada a la cama hasta el alta del hospital). Para el proceso perioperatorio, revisamos los cambios en los indicadores OTS, medidos por el cambio del porcentaje de inicio de un procedimiento quirúrgico en tiempo y forma; el TOT, medido como el intervalo en minutos entre la salida del paciente y la llegada del paciente posterior al quirófano; y un TAT, medido como el intervalo en minutos entre la conclusión de la vestimenta quirúrgica y la incisión del paciente posterior. En cuanto al acceso a los servicios, se analizó el tiempo de arribo al hospital, medido como el tiempo que los pacientes pasaron desde la decisión de ser admitidos hasta ser asignados a una cama, y el tiempo de la orden de alta, medido como el cambio en el porcentaje de altas o bajas de pacientes tempranas y órdenes antes del mediodía. Finalmente, también revisamos los cambios en las tasas de reingreso o revisita al hospital. Como indicadores secundarios, revisamos los cambios en la satisfacción del paciente y el personal.

8.2.3 Extracción de datos, análisis y síntesis.

Cada estudio fue examinado de forma independiente por dos revisores para identificar el título, el resumen y las palabras clave. La tasa de desacuerdos fue del 14% y se resolvió mediante discusión. Después, dos revisores recuperaron y evaluaron los textos completos de los estudios relevantes con base en los criterios de inclusión y exclusión. Si los revisores no llegaron a un acuerdo, un tercer revisor evaluó el estudio. Los datos en bruto fueron extraídos por un revisor y examinados por un segundo revisor; Estos datos incluyeron los nombres de los autores, títulos, años de publicación, departamento, duración del proyecto, diseño del estudio, país de origen, datos demográficos de los participantes, condiciones de intervención y control, indicadores y detalles para la evaluación del riesgo de sesgo.

Finalmente, se utilizaron formularios estandarizados para tabular y organizar los datos recopilados. Dada la heterogeneidad de los estudios en términos del diseño de estudio (principalmente observacionales y descriptivos), entornos y resultados, no pudimos agrupar los resultados y realizar un meta análisis. Por lo tanto, proporcionamos un resumen comparativo de los resultados de los principales indicadores utilizando las medidas de efecto (es decir, medias, medianas o los porcentajes) de la misma manera en que se reportaron.

8.2.4 *Riesgo de sesgo*

El RoB se evaluó mediante la herramienta de Cochrane ROBINS-I (Riesgo de sesgo en estudios de intervenciones no aleatorizados) [423], [424]. Dos revisores utilizaron el algoritmo de ROBINS-I para alcanzar un juicio RoB general para cada estudio; si una diferencia persistía entre los revisores, entonces un tercer revisor evaluó la investigación y se llegó a un acuerdo.

8.3 Consideraciones finales del servicio de hospitalización

De 5,732 estudios, se incluyeron 39 que midieron uno o más indicadores definidos. LOS se midió en 23 estudios, 16 de los cuales informaron una reducción, el TOT disminuyó en 6 de los 8 estudios, mientras que el TAT y un OTS mejoraron en los cinco y siete estudios, respectivamente. Además, 8 de 9 estudios informaron un tiempo de alta hospitalaria más temprana, y el tiempo de arribo disminuyó en 4 casos. Mientras tanto, la tasa de readmisión no aumentó en los nueve estudios reportados. Por último, la satisfacción del personal y del paciente mejoró en ocho estudios.

Nuestros hallazgos muestran que, al centrarse en reducir las actividades sin valor agregado, LH contribuyó a mejorar el flujo de pacientes y la eficiencia en el servicio de hospitalización.

9 RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados de la revisión de la literatura en función de evaluar los efectos de las intervenciones LH sobre el flujo de pacientes en la atención ambulatoria y el servicio de hospitalización.

9.1 Resultados de la revisión de literatura en la atención ambulatoria

La búsqueda en la literatura arrojó 5,627 títulos en la fase preliminar. La eliminación de duplicados resultó en 4,631 artículos potencialmente relevantes. Después, en la etapa de selección, se eliminaron 4,197 estudios tras aplicar los criterios de exclusión. De esta forma, 434 intervenciones de LH se sometieron a una revisión de texto completo; No obstante, 394 de ellos fueron excluidos.

Al final, la revisión sistemática comprendió 40 estudios sobre intervenciones de Lean en el sector de la salud. Los principales resultados, descripciones y estadísticas (cuando estuvieron disponibles) se presentan en la Tabla 8. En cuanto al entorno de implementación, 26 de los estudios revisados discutieron las intervenciones de LH en el departamento de emergencias, mientras que 4 se abordaron en oncología y 2 en cardiología y radiología, entre otros.

Del mismo modo, las primeras intervenciones de LH centradas en el flujo de pacientes en la atención ambulatoria parecen haber surgido en 2006, no obstante, se observó un aumento después de 2011. Además, encontramos que la mayor parte de la investigación se realiza en EE. UU. (n=18), Australia (n=6) y Canadá (n=4), como se ilustra en la Figura 26.

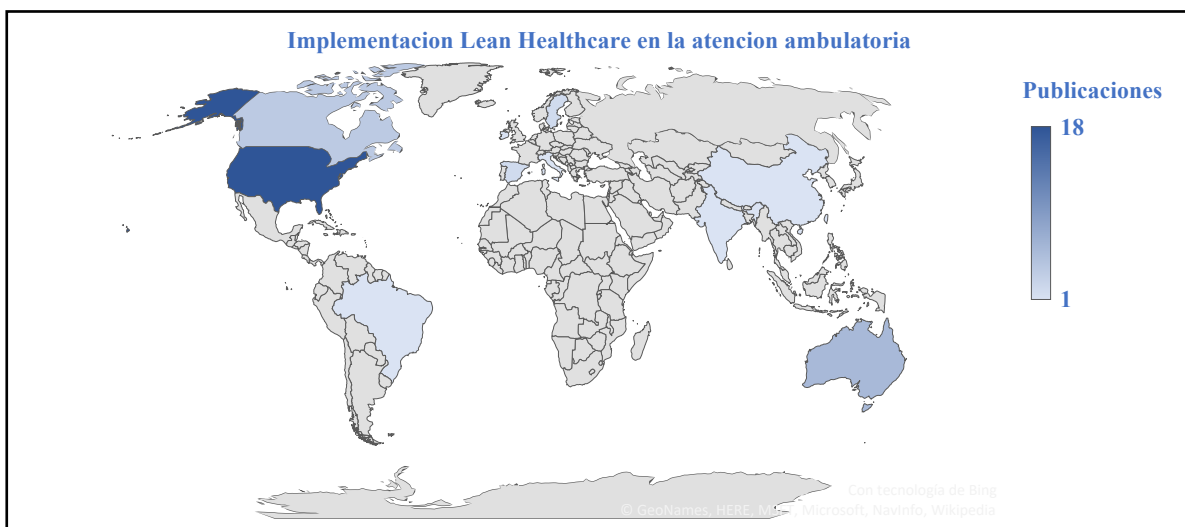


Figura 26. Mapa de la distribución geográfica de los estudios seleccionados (intervención Lean en la atención ambulatoria)

En términos de sesgo, 24 estudios fueron evaluados como moderado, 15 como serio y 1 como crítico. En términos de LOS para todos los pacientes, 19 estudios reportaron una disminución después de las intervenciones de LH, siendo 142 min la reducción más larga reportada [425]. Por el contrario, solo dos estudios reportaron que no hubo cambios significativos después de la intervención [6], [426]. En cuanto a LOS para pacientes dados de alta, 11 estudios presentaron una disminución, especialmente en el departamento de emergencias, donde disminuyeron hasta 76 min [427].

Tabla 7. Principales indicadores de Lean en el servicio ambulatorio.

Primer autor, año, país	Departamento, Diseño del estudio, (n), Duración	Principal Intervención	Indicadores	Resultados
[5], Australia	ED, Pre-Post, (n=99412), 24 m	Lean	LOS en ED (Media) LOS para pacientes ingresados (Media) LOS para pacientes dados de alta (Media) Tiempo de espera para ver a un doctor (Media) LWBS (Porcentaje)	Reducción de 5.8 a 5 h (p<0.001) Reducción de 8.5 a 7 h (p<0.000) Reducción de 3.7 a 3.4 h (p<0.001) Sin cambio Reducción de 5.5 a 3.2 h (p<0.001)
[428], EE.UU.	ED, Pre-Post, (n=19,100), 7 m	Lean	LOS en ED para todos los pacientes (Media)	Reducción de 161 a 148 min
[28], Taiwán	Cardiología, Pre-Post, (n=46), 15 m	Lean y Six Sigma	Tiempo de espera para ver a un médico (Media)	Reducción de 139.2 a 57.9 min
[429], Suecia	ED, Caso de Estudio, (n=104), 36 m	Lean	Tiempo de espera hasta la primera evaluación por parte de un médico (Media)	Reducción de 67 a 54 min (p<0.05)
[430], Brasil	Radiología, Pre-Post, (n=714), 10 m	Lean	Tiempo de espera para el tratamiento (Mediana) Tiempo de espera para cita (Mediana)	Reducción de 2 a 30 min Reducción de 4 m a 8 días
[431], Suecia	Urgencias Cardíacas, Caso de Estudio, 48 m	Lean	LOS en servicio de urgencias cardíacas (Media)	Reducción de 206 a 153 min
[432], Canadá	ED, Estudio de cohorte con control, (n=10,912,834), 50 m	Lean	LOS para todos los pacientes (Mediana) LOS pacientes dados de alta (Mediana) LOS pacientes admitidos (Mediana) LWBS (Mediana)	Reducción de 15 a 13 min Reducción 14 min; Reducción 17 min Reducción 137 min; Reducción 109 min Reducción 0.77%
[433], EE.UU.	ED, Pre-Post, (n=98), 7 m	Lean	Tiempo de espera para ver a un doctor (Mediana) LOS en ED (Media)	Reducción de 43 a 7 min Reducción de 30 min
[30], EE. UU.	Oncología ginecológica, Pre-Post, (n=39)	Lean	LOS en quimioterapia (Media)	Reducción de 119 a 82 min (p=0.001)
[31], EE. UU.	Colonoscopia, Pre-Post, (n=217), 7 m	Lean	LOS en colonoscopia (Media)	Reducción de 134 a 121 min (p=0.01)
[1], EE. UU.	ED, Pre-Post, (n=6,906), 25 m	Lean y Six Sigma	LOS para pacientes no admitidos (Mediana)	Aumento de 2.47 a 2.54 h (p=0.001)
[434], India	Farmacia, Pre-Post	Lean	Tiempo de espera (Promedio) LOS pacientes dados de alta (Promedio)	Reducción de 80 a 30 min Reducción de 115 a 35 min
[2], España	ED, Pre-Post, (n=24,431), 12 m	Lean	LOS en ED (Mediana) Tiempo de espera para ver a un médico (Mediana) LWBS	Reducción de 389 a 329 min (p<0.001) Reducción de 71 a 48 min (p<0.001) Sin cambio (p=0.45)
[6], China	ED, Pre-Post, (n=594), 13 m	Lean	Tiempo de espera para ver a un médico (Media) LOS en ED (Media)	Reducción de 16.9 a 14.3 min (p<0.05) Reducción de 117.7 a 157.7 min (p<0.05)
[7], Líbano	Radiología, Pre-Post, (n=11,047), 14 m	Lean	Mean LOS en ED	Reducción de 4.6 a 3.6 h (p<0.0001)
[8], EE. UU.	ED, Pre-Post, (n=64,907), 13 m	Lean	LOS en ED (Media) Tiempo de espera para ver a un médico (Media) LWBS (Porcentaje)	Reducción de 4.2 a 3.6 h (p<0.001) Reducción de 62.2 a 41.9 min (p<0.001) Reducción de 4.5% a 1.5% (χ^2 =<0.001)
[435], Australia	ED, Pre-Post, (n=63,085), 24 m	Lean y Análisis de tareas	Tiempo de espera para todo triage (Mediana) Tiempo de espera para ED triage (Mediana) LWBS (Porcentaje)	Reducción de 3 min (p<0.003) Reducción de 12 min (p<0.005) Sin cambio (p=NS)

[399], UU.	EE.	ED, Pre-Post, 31 m	Lean	LOS para disposición (Mediana) Tiempo de espera para ver a un médico (Mediana)	Reducción de 4.6 a 4.0 h (p<0.001) Reducción de 2.1 a 1.6 h (p<0.001)
[34], EE. UU.	UU.	Clínica Mental, Pre-Post, (n=200), 24 m	TPS	Tiempo de espera para cita (Promedio)	Reducción de 11 a 8 días (p=0.03)
[436], UU.	EE.	ED, Pre-Post, (n=264), 39 m	Lean	Tiempo de espera para el tratamiento (Mediana)	Reducción de 60 a 39 min (p<0.0001)
[437], Australia	EE.	ED, Pre-Post, (n=34,662), 18 m	Lean y Análisis de Pacientes	Tiempo de espera para ver a un médico (Media) LWBS (Porcentaje)	Reducción de 54.5 a 31.7 min (p<0.001) Reducción de 6.2% a 3.1% (p<0.001)
[438], UU.	EE.	ED, Pre-Post, 25 m	Lean	LOS para no pacientes (Media) LOS para todos los pacientes (Media) LWBS (Porcentaje)	Reducción de 45 min Reducción de 208 min Reducción de 28%
[439], UU.	EE.	ED, Pre-Post	Lean	LOS para pacientes admitidos (Mediana)	Reducción de 289 a 257 min
[440], UU.	EE.	ED, Cohorte Pre-Post, (n=98)	Lean y RIE	Tiempo de espera para ver a un médico (Mediana) LOS en ED (Mediana)	Reducción de 43 a 7 min Reducción de 168 a 153 min
[441], UU.	EE.	Oftalmología, Pre-Post, (n=3,149), 7 m	Lean Six Sigma	LOS en la clínica (Media)	Reducción de 20 min (p<0.05)
[442], Australia	EE.	ED, Cohorte, 60 m	Lean	LOS para pacientes dados de alta (Media) LOS para pacientes admitidos (Media)	Reducción de 3.7 a 3.4 h Reducción de 8.3 a 7.0 h
[443], Australia	EE.	Quimioterapia, Pre-Post, 11 m	Lean	Tiempo de espera (Mediana)	Reducción de 32 a 20 min (p<0.01)
[444], Canadá	EE.	Uro-oncología, Pre-Post, (n=216), 7 m	Lean	LOS para pacientes dados de alta (Mediana) Tiempo de espera para ver enfermera (Media) Tiempo de espera para ver a un médico (Media)	Reducción de 46 a 41 min (p<0.051) Reducción de 23 a 5 min (p<0.001) Reducción de 9 a 11.5 min (p=0.052)
[425], UU.	EE.	ED, Pre-Post, (n=32,490), Hospital A (24 m), B (48 m), C y D (36 m)	Lean	LOS en ED (Media) LWBS (Porcentaje)	A) Reducción de 459 a 376 min B) Reducción de 426 a 284 min C) Aumento de 201 a 212 min D) Reducción de 160 a 156 min A) Reducción de 8 a 5% B) Reducción de 512 a 310 pacientes
[445], Canadá	EE.	ED, Pre-Post, 24 m	Lean	Tiempo de espera para ver a un médico (Media) LOS para pacientes dados de alta (Mediana) LWBS (Porcentaje)	Reducción de 111 a 78 min Reducción de 3.6 a 2.8 h Reducción de 7.1 a 4.3%
[446], España	EE.	ED, Pre-Post, (n=256,628), 36 m	Lean	LOS en ED (Media) Tiempo de espera para ver a un médico (Media) LWBS (Porcentaje)	NUC, reducción de 80.4 a 61.6 min (p<0.001); TC, reducción de 137 a 123.8 min (p<0.05); MSC, reducción de 219.7 a 209.3 min (p=0.108) Reducción de 58 min a 49.1 min (p<0.001) Reducción de 2.8 a 2.0% (p<0.001)
[447], Canadá	EE.	ED, Pre-Post, (n=1,666), 10 m	Lean	Tiempo de espera para ver a un médico (Media) Tiempo de espera para el tratamiento (Mediana)	Reducción de 82 a 49 min Reducción de 53 a 11 min
[448], Libano	EE.	ED, Pre-Post, (n=387), 20 m	Lean	Tiempo de espera para ver a un médico (Media) LOS para pacientes admitidos (Media) LOS para pacientes dados de alta (Media) LWBS (porcentaje)	Reducción de 40.0 a 25.3 min (p<0.001) Reducción de 2.6 a 2.0 h (p< 0.001) Reducción de 9.0 a 5.5 h (p< 0.001) Sin cambio
[449], UU.	EE.	ED, Pre-Post, 23 m.	Lean	LOS en ED para todos los pacientes (Mediana) Tiempo de espera para ver a un médico (Mediana) Tiempo para pacientes admitidos (Media) Tiempo para pacientes dados de alta (Media) LWBS (porcentaje)	Reducción de 282 a 243 min Reducción de 49 a 13 min Reducción de 157 a 133 min Reducción de 32 a 28 min Reducción de 2 a 0.65%
[450], Australia	EE.	ED, Pre-Post, (n=3,037), 12 m	Lean y Flujo de Pacientes	Tiempo de espera para ver a un médico (Mediana) LOS en ED (Mediana)	Sin cambio (p=0.29) Reducción de 296 a 255 min (p=0.64)
[451], UU.	EE.	ED, Pre-Post, (n=59,687), 17 m	Lean, Six Sigma, QT, y TOC.	Tiempo para pacientes dados de alta (Mediana)	Reducción de 158 a 143 min (p<0.0001).
[452], Italia	EE.	ED, Pre-Post, (n=33,710), 18 m	Lean	Tiempo de espera en I triage – II triage (Media) Tiempo de espera en I triage – admisión (Media) Tiempo de espera en admisión – alta (Media) Tiempo de espera en I triage – alta (Media)	Reducción de 1.3 h (p<0.001) Reducción de 6 min (p<0.001) Reducción de 12 min (p<0.001) Reducción de 17 min (p<0.001)
[426], UU.	EE.	Otorrinolaringología, Pre-Post, (n=329), 12 m	Lean y Six Sigma	Tiempo de espera para ver a un médico (Media) LOS total en la clínica	Reducción de 36 min (p=0.042) Sin cambio
[453], Irlanda	EE.	Diabetes Day Centre, Pre-post, (n=73), 6 m	Lean	LOS total en la clínica (Media) Tiempo de espera para ver a un médico (Media)	Reducción de 118 a 58 min (p< 0.001)

[427], UU.	EE.	ED, Pre-post, Departamento A y B, 28 m	Lean, Sigma y PDCA	Six	Tiempo de espera para ver a un médico LOS para todos los pacientes LOS para pacientes dados de alta LOS pacientes admitidos LWBS (Porcentaje)	Reducción de 61.26 a 38.38 min (p=0.005) (A) Reducción de 54 a 12 min; (B) Reducción de 20 min a 8 min (A) Reducción de 228 a 184 min; (B) Reducción de 202 a 192 min (A) Reducción de 216 a 140 min; (B) Reducción de 179 a 167 min (A) Reducción de 249 a 217 min; (B) Reducción de 325 a 306 min (A) Reducción de 5.5 a 0.0%; (B) Reducción de 4.1 a 0.5%
---------------	-----	--	--------------------	-----	---	---

Nota: ED indica departamento de emergencia; m, meses; h, horas; Pre-Post (antes y después de la intervención Lean); RIE, proceso rápido mejorado; LOS, duración de la estancia; LWBS, pacientes se fueron sin ser vistos (por un médico); MSC, circuito médico-quirúrgico; NUC, circuito no urgente; QT, teoría de colas; TC, Circuito de Traumatología; TFT, Total Fast Track; TOC, Teoría de las Restricciones; TPS, Sistema de Producción de Toyota.

Por otro lado, un estudio reportó una disminución estadística no significativa en el tiempo [444], y uno más [1] analizó la evidencia de que no se presentaron cambios clínicamente importantes, no obstante se presentó un aumento de LOS estadísticamente significativa de 4 minutos. Finalmente, seis estudios reportaron una disminución de LOS para los pacientes ingresados después de las intervenciones de LH, mientras que 1 estudio reportó resultados mixtos para los modelos pre y post y los modelos de control [432]. Con respecto al tiempo de espera, 24 estudios confirman una disminución del tiempo para ver a un profesional de la salud (es decir, desde la puerta hasta la evaluación diagnóstica por un médico calificado), mientras que solo 2 estudios reportaron que no hubo cambios [5], [450]. El tiempo de espera para el tratamiento se mencionó en 4 estudios, mientras que el tiempo de espera para cita se evaluó en 2; todos ellos con una disminución después de la implementación Lean.

El número de pacientes LWBS se reportó en 12 estudios con resultados mixtos, 9 estudios presentaron una disminución, mientras que 3 estudios indicaron que no hubo cambios [2], [435], [448]. La Tabla 9 muestra la dirección de los hallazgos por indicadores principales. Encontramos otros indicadores importantes, incluido el tiempo arribo al hospital (el tiempo que los pacientes ingresados a través del servicio de urgencias esperaron una cama para pacientes hospitalizados) y la tasa de reingreso/revisión. Solo un estudio analizó el tiempo de arribo al hospital (es decir, el tiempo en que los pacientes ingresados a través del servicio de urgencias esperan una cama para ser hospitalizados) y reportan una disminución significativa después de una intervención de LH [1]. De los estudios seleccionados, solo 8 midieron la satisfacción/experiencia del paciente, reportando buenos resultados en 7 de ellos y 1 con resultados mixtos [425]. Pocos estudios parecen utilizar una encuesta de evaluación de satisfacción [425], [426], [428], [445], [449]. Mientras tanto,

3 estudios reportaron una evaluación previa o posterior [31], [441], [443]. Finalmente, la satisfacción/experiencia del personal después de las intervenciones de LH solo se evaluó en dos estudios, ambos reportando buenos resultados [435], [441]

Tabla 8. Dirección de hallazgos de indicadores principales en la atención ambulatoria.

Autor	LOS Todos los pacientes			LOS Pacientes dados de alta			LOS Para pacientes ingresados			Tiempo de espera para pacientes			Tiempo de espera para tratamiento			Tiempo de espera para cita			LWBS		
	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+
[428]	✓																				
[431]	✓																				
[6]			✓							✓											
[426]		✓								✓											
[432] ¹	✓			✓				✓		✓											
[433]	✓									✓											
[30]	✓									✓											
[31]	✓									✓											
[2]	✓			✓						✓											✓
[7]	✓									✓											
[8]	✓									✓										✓	
[435]	✓									✓										✓	✓
[438]	✓									✓										✓	
[440]	✓									✓										✓	
[285]	✓									✓										✓	
[446]	✓									✓										✓	
[449]	✓									✓										✓	
[1]						✓															
[450]		✓									✓										
[452]	✓									✓											
[453]	✓									✓											
[427] ²	✓			✓				✓		✓										✓	
[5]	✓			✓				✓		✓			✓							✓	
[434]				✓						✓											
[399]				✓						✓											
[441]				✓						✓											
[442]				✓				✓		✓											
[444]					✓					✓											
[445]				✓						✓										✓	
[448]				✓				✓		✓											✓
[451]				✓						✓											
[439]								✓		✓											
[28]										✓											
[429]										✓											
[436]										✓											
[437]				✓						✓										✓	
[443]										✓			✓								
[447]										✓			✓								
[430]												✓				✓					
[34]													✓								
TOTAL	19	2	1	11	1	1	6	N	1	24	2	N	4	N	N	2	N	N	9	3	N

(-) reducción, NC No cambio, (+) incremento, N No reportado, 1 dos estudios (Pre-Post y modelo de diferencias), 2 dos departamentos (A y B), 3 dos grupos (RAD y no RAD pacientes).

9.2 Resultados de la revisión de literatura en el servicio de hospitalización

Encontramos 5,732 estudios en la fase inicial. La eliminación de duplicados resultó en 2,314 documentos potencialmente pertinentes. Después, en la fase de selección, se eliminaron 776 estudios después de aplicar los criterios de exclusión. Además, 836 intervenciones de LH se

sometieron a una revisión de texto completo. Sin embargo, se excluyeron 797 estudios por los motivos previamente indicados. Finalmente, la revisión sistemática comprendió 39 intervenciones de Lean en el sector salud. En cuanto al departamento, 21 de las intervenciones de LH se llevaron a cabo en la sala de operaciones/unidades quirúrgicas, mientras que 5 se centraron en el departamento de emergencias y dos en las unidades de cuidados intensivos, entre otros. Además, la mayoría de los estudios se realizaron en EE. UU. (n=27), España (n=2) y los Países Bajos (n=2), como se ilustra en la Figura 27.

Del mismo modo, las primeras intervenciones de LH parecen haber surgido en 2004, no obstante, se observó un aumento después de 2011. Dieciséis estudios reportaron una disminución de LOS después de las intervenciones de LH, con 105.85 días representando la reducción más extensa [454]. Por el contrario, solo siete estudios declararon que no existió variación después de las intervenciones [12], [22], [455]–[459]. Para el TOT, seis estudios confirmaron una disminución, mientras que solo dos estudios no informaron ningún cambio [19], [20]. Además, el TAT disminuyó en los cinco estudios que lo abordaron.

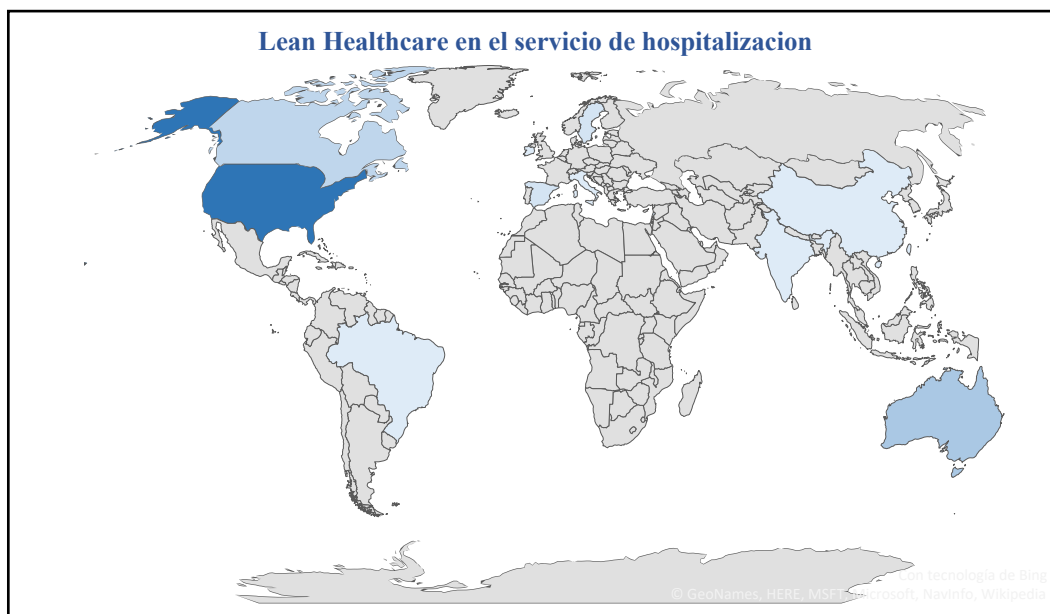


Figura 27. Mapa de la distribución geográfica de los estudios seleccionados (Intervención Lean en el servicio de hospitalización).

El tiempo de arribo al hospital solo se evaluó en cuatro intervenciones de LH, con resultados prometedores en todas ellos [1], [11], [22], [460]. La tasa de reingreso al hospital se evaluó en nueve estudios, y ninguno informó un aumento. Siete de ellos no mostraron cambios, y dos estudios reportaron una reducción [459], [461].

El indicador OTS se midió en siete estudios, todos con resultados positivos. Para el tiempo de la orden de alta, ocho estudios reportaron un tiempo de alta con pronta anticipación, mientras que un estudio no informó cambios [462]. La Tabla 10 muestra la dirección de los hallazgos para los indicadores principales. Además, los principales indicadores, las estadísticas y las descripciones (cuando estuvieron disponibles) se resumen en la Tabla 11.

Particularmente, solo ocho estudios reportaron una medida de la satisfacción del paciente y la satisfacción del personal, todos informaron una mejora después de la intervención. Otros resultados importantes incluyeron el porcentaje de cancelaciones del día de la cirugía [15], reducción en los tiempos de cirugía [463], reducción del tiempo de cirugía [464], reducción de los instrumentos innecesarios entregados a la sala de operaciones [463], [465], y ahorros en tiempo de enfermería [466].

Las medidas adicionales de eficiencia después de la intervención de LH incluyeron un aumento en la capacidad para pacientes adicionales [466], horas adicionales de cama en el departamento de emergencias por día [460], aumento en la capacidad de camas disponibles por día [11], [467], reducción en la transferencia debido a falta de camas [22], mejor utilización de la sala de operaciones [15], [19], [20], y aumento en los ingresos quirúrgicos que reciben antibióticos perioperatorios apropiados [455].

Tabla 9. Dirección de hallazgos de indicadores principales en el servicio de hospitalización.

Autores	LOS			TOT			TAT			OTS			Orden de Alta			Arribo al Hospital			Readmisión		
	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+	-	NC	+
[468]	✓																				
[469]	✓																				
[29]	✓																				
[454]	✓																				
[1]	✓															✓					
[15]				✓								✓									
[9]	✓																				
[455]		✓																			
[457]		✓																			✓
[13]				✓				✓													
[11]	✓												✓			✓					
[19]					✓							✓									
[456]		✓																			
[470]	✓																				
[14]				✓								✓									
[16]								✓													
[20]					✓							✓									
[458]		✓												✓							
[17]				✓				✓													
[21]	✓																				✓
[471]								✓				✓									
[12]		✓												✓							✓
[467]	✓																				✓
[464]	✓																				✓
[10]	✓																				
[459]		✓																		✓	
[22]		✓												✓		✓					✓
[460]																✓					
[472]	✓																				
[461]	✓												✓						✓		
[462]	✓													✓							✓
[473]				✓																	
[474]				✓																	
[475]												✓									
[476]													✓								
[477]	✓												✓								
[478]													✓								
[479]												✓									
[480]								✓													
Total	16	7	N	6	2	N	5	N	N	N	N	7	8	1	N	4	N	N	2	7	N

Nota. Una marca de verificación indica intervenciones que informan un resultado. Para la dirección del resultado, (-) denota que un resultado disminuyó, NC significa que no hay cambio en el resultado y (+) significa que el resultado aumentó. LOS indica la duración de la estadía; TOT, tiempo de rotación; TAT, tiempo de respuesta; N, no hay informe. Se muestran el apellido del autor principal y el año de publicación.

Tabla 10. Principales indicadores de Lean en el servicio de hospitalización.

Primer Autor, Año, País	Departamento, Diseño del estudio, (n), Duración	Intervención principal	Indicadores	Resumen de resultados
[468], EE. UU.	Cardiorrástico, Pre-Post, (n=64), 60 m	Lean y Kaizen	Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 14 a 5 días
[28], Taiwán	Cardiología, Pre-Post, (n=46), 15 m	Lean y Six Sigma	Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 3 días
[29], EE. UU.	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=540), 35 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Media)	Reducción de 5.3 a 3.4 días (p<0.001)
[454], España	Rehabilitación, Pre-Post, (n=75,490), 15 m	Six Sigma	Duración de la estadía (Media)	Reducción de 164.1 a 58.2 días (p<0.001)
[1], EE. UU.	Emergencias, Pre-Post, (n=6,906), 25 m	Lean	Tiempo de la orden de alta (Mediana) Tiempo de la orden de alta (Mediana) Alta antes del mediodía (Porcentaje) Tiempo de abordar al Hospital (Mediana) Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 1:43 pm a 11:28 am (p<0.0001) Reducción de 3:25 pm a 2:25 pm (p<0.0001) Incremento de 14 a 26% (p<0.0001) Reducción de 176 a 127 min (p<0.0001) Reducción de 3.8 a 3.4 días
[15], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, 32 m	Lean y RIE	Tiempo de rotación de la sala de operaciones (Promedio) Inicio a tiempo (Porcentaje)	Reducción de 54 a 41 min (p=0.0001) Incremento de 54 a 84% (p=0.0001)
[9], EE. UU.	Cuidados Intensivos, Estudio de Cohorte, (n=269), 24 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Mediana)	Reducción de 29 a 22 días (p<0.001)
[455], EE. UU.	Departamento de Cirugía, Estudio de Cohorte, (n=1,779), 48 m	TPS	Duración de la estadía (Mediana)	Cambio no significativo (p=0.90)
[457], RU	Traumatología Ortopédica, Pre-Post, (n=1,041), 18 m	Lean	Duración de la estadía (Media) Readmisión (Proporción)	Cambio no significativo (p=0.396) Cambio no significativo (p=0.30)
[13], EE. UU.	Sala de Operaciones, Estudio de Cohorte, (n=199), 18 m	Lean	Tiempo de rotación (Media) Tiempo de respuesta (Media)	Reducción de 38.4 a 29 min (p<0.001) Reducción de 89.5 a 69.3 min (p<0.001)
[11], EE. UU.	Departamento de Emergencia, Pre-Post, 24 m	Lean Six Sigma y BPPI	Duración de la estadía (Media) Tiempo de abordar al Hospital (Media) Alta antes del mediodía (Porcentaje)	Reducción de 5.3 a 5 días (p<0.005) Reducción de 7.6 a 5.5 h (p=0.007) Incremento de 43 a 54.1% (p < 0.001)
[19], Arabia Saudita	Sala de Operaciones, Estudio de Cohorte, 28 m	Lean	Inicio a tiempo (Porcentaje) Tiempo de rotación de la sala (Mediana)	Incremento de 14 a 34% (p<0.001) Cambio no significativo
[456], RU	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=608), 24 m	Lean	Duración de la estadía (Mediana)	Cambio no significativo (p=0.178)
[470], Italia	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=22,262), 48 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Media)	Reducción de 45 a 36 días (p=0.038)
[14], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, (n=8,497), 18 m	Lean Six Sigma	Inicio a tiempo (Porcentaje) Tiempo de rotación (Promedio)	TS incrementó de 50 a 80% (p<0.05); GYN incremento de 64 a 92% (p<0.05); Gen/CRS incremento de 60 a 92% (p<0.05) TS reducción de 40 a 30 min (p<0.05); GYN reducción de 35 a 20 min (p<0.05); Gen/CRS reducción de 34 a 23 min (p<0.05)
[16], India	Sala de Operaciones, Pre-Post, (n=231), 6 m	Lean Six Sigma	Tiempo de respuesta (Media)	Reducción de 17.6 a 10.4 min (p<0.0002)
[20], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, (n=25,903), 36 m	Lean Six Sigma	Inicio a tiempo (Porcentaje) Tiempo de rotación (Promedio)	Incremento de 32 a 73% Cambio no significativo
[458], EE. UU.	Servicio de Hospitalización Pediátrica, Pre-Post, (n=3,509), 12 m	Lean Six Sigma	Tiempo de alta del paciente (Mediana) Pacientes dados de alta al mediodía (Proporción) Duración de la estadía (Media)	Reducción de 15:48 a 14:15 min (p<0.0001) Reducción de 27 a 14% (p<0.0001) Cambio no significativo (p=0.864)
[17], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, (n=612), 6 m	Lean Six Sigma	Tiempo de rotación (Mediana) Tiempo de respuesta (Mediana)	Reducción de 41 a 32 min (p<0.0001) Reducción de 81.5 a 71 min (p<0.0001)
[21], EE. UU.	Centro de Trasplante de Órganos, Pre-Post, (n=103), 48 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Mediana) Readmisión de 30 días (Tasa)	Reducción de 11 a 8 días (p<0.05) Cambio no significativo (p=0.63)
[471], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, 12 m	Lean Six Sigma	Inicio a tiempo (Porcentaje) Tiempo de respuesta (Media)	Incremento de 12 a 89% Reducción de 23.8 to 17.9 min
[12], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, (n=1,471), 28 m	Lean Six Sigma	Órdenes de alta antes de las 10:00 (Porcentaje)	Incremento de 21.3% (p<0.001)

				Pacientes dados de alta al mediodía (Porcentaje)	Incremento de 7.5% (p=0.001)
				Readmisión de 30 días (Tasa)	Cambio no significativo (p=0.492)
				Duración de la estadía (Media)	Cambio no significativo (p=0.153)
[467], Países Bajos	Centro de Traumatología, Pre-Post, (n=1,693), 18 m	Lean Six Sigma		Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 11.8 a 8.5 días
[464], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, (n=505), 24 m	Lean Six Sigma		Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 6 a 5.2 días (p=0.02)
[10], EE. UU.	Farmacia para Pacientes Hospitalizados, Estudio de Cohorte, (n=102), 15 m	Lean		Readmisión de 30 días (Tasa)	Cambio no significativo (p=0.13)
[459], EE. UU.	Departamento de Emergencia, Pre-Post, (n=1,394), 24 m	Lean Six Sigma		Duración de la estadía (Mediana)	Reducción de 22.9 a 13.2 días (p=0.049)
[22], España	Cuidados Intensivos, Pre-Post, (n=1,388), 12 m	Lean		Reingreso del paciente con insuficiencia cardíaca (Promedio)	Reducción de 28.4 a 18.9% (p<0.01)
				Duración de la estadía (Media)	Cambio no significativo (p=0.70)
				Tiempo de arribo a la UCI (Media)	Reducción de 360.8 a 276.7 min (p=0.036)
[460], EE. UU.	Departamento de Emergencia, Pre-Post, 24 m	Lean		Duración de la estancia en UCI (Media)	Cambio no significativo (p=0.992)
				Readmisiones (Porcentaje)	Cambio no significativo (p=0.966)
				Tiempo de arribo al Hospital (Promedio)	Reducción de 58.9 a 43.6 min
[472], Países Bajos	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=332), 45 m	Lean Six Sigma		Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 13.5 a 9.3 días (p=0.000)
[461], EE. UU.	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=4253), 36 m	Lean		Duración de la estadía (Media)	Reducción de 3.2 a 2.4 días (p<0.001)
				Readmisión de 30 días (Porcentaje)	Reducción de 3.1 a 1.1% (p=0.032)
				Orden de alta al hogar (Porcentaje)	Incremento de 72 a 91% (p<0.001) para pacientes de cadera; Incremento de 70% a 87% (p< 0.001) para pacientes de rodilla
[462], EE. UU.	Gastroenterología Pediátrica, Pre-Post, (n=355), 12 m	Lean Six Sigma		Readmisión de 30 días (Tasa)	Cambio no significativo (p=0.54)
				Dado de alta antes de la 1 p.m. (Porcentaje)	Cambio no significativo
				Duración de la estadía (Media)	Reducción de 5.7 a 4.7 días (p=0.055)
[473], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, (n=128), 6 m	Lean		Tiempo de rotación de la sala de operaciones (Mediana)	Reducción de 37 a 14 min (p<0.0001)
[474], EE. UU.	Habitación de aislamiento, Pre-Post, (n=38), 2 m	Lean		Tiempo de rotación de la sala de operaciones (Mediana)	Reducción de 130 a 65 min (p<0.0001)
[475], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, 24 m	Lean Six Sigma		Casos que comienzan a tiempo (Porcentaje)	Incremento de 13 a 80%
[476], EE. UU.	Proceso de Alta Hospitalaria, Pre-Post, (n=150), 6 m	Six Sigma		Tiempo de alta (Promedio)	Reducción de 3.3 a 2.8 h (p=0.068)
[477], Líbano	Departamento de Emergencia, Pre-Post, (n=17,054), 10 m	Six Sigma		Tiempo de alta (Media)	Reducción de 2.2 a 1.7 h. (p<0.001)
				Duración de la estadía (Media)	Reducción de 3.4 a 3.1 días (p<0.001)
[478], India	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=120), 3 m	Six Sigma		Tiempo de ciclo del proceso de alta del paciente (Promedio)	Reducción de 234 a 143 min
[479], EE. UU.	Sala de operaciones, Pre-Post, (n=4,492), 7 m	Lean		Inicio a tiempo (Porcentaje)	Incremento de 57 a 69% (p<0.01)
[480], EE. UU.	Sala de operaciones, Pre-Post, (n=96), 8 m	Six Sigma		Tiempo de respuesta en quirófano (Media)	Reducción de 22.8 a 15.6 min

Nota: ED indica departamento de emergencia; m, meses; h, horas; Pre-Post (antes y después de la intervención Lean); RIE, proceso rápido mejorado; LOS, duración de la estancia; LWBS, pacientes se fueron sin ser vistos (por un médico); MSC, circuito médico-quirúrgico; NUC, circuito no urgente; QT, teoría de colas; TC, Circuito de Traumatología; TFT, Total Fast Track; TOC, Teoría de las Restricciones; TPS, Sistema de Producción de Toyota.

Además, la mortalidad se midió en seis estudios, cuatro de los cuales no informaron ningún cambio después de la intervención con LH [9], [10], [21], [22], mientras que dos estudios informaron una disminución [456], [467]. Se encontraron 25 intervenciones de Lean y SS dentro del servicio de hospitalización, mostrando predominantemente resultados positivos. Para los equipos de trabajo, 33 de 39 intervenciones utilizaron equipos multidisciplinarios, la mayoría de estos estudios

proporcionaron resultados positivos en sus resultados. El cumplimiento de los estándares/objetivos organizacionales, regionales o nacionales para el resultado reportado solo se discutió en 9 de 39 estudios. Con respecto a los tipos de estudios, 34 fueron estudios Pre-Post, entre los cuales dos utilizaron controles. Mientras tanto, los cinco restantes eran cohortes. Ninguna de las investigaciones involucró RCT. Finalmente, en términos de riesgo de sesgo, 28 intervenciones se evaluaron como moderadas y 11 como graves.

10 DISCUSIÓN

El propósito de esta revisión sistemática es evaluar el efecto de las intervenciones LH en el flujo de pacientes en la atención ambulatoria y de hospitalización. Descubrimos que la mayoría de los estudios reportaron mejoras con respecto a LOS, tiempo de espera, OTS, TAT, TOT, arribo al hospital, alta hospitalaria, porcentaje de readmisión entre otros, después de una intervención LH. Estas medidas son los resultados más comunes relacionados con el proceso de las intervenciones de LH. En este sentido, nuestros resultados son consistentes con los resultados de otros investigadores [25].

Primero, en 23 de 39 estudios en la hospitalización, LOS fue el resultado con mayor relacionado a la mejora de procesos. De manera similar, LOS para los pacientes ambulatorios dados de alta disminuyó en 11 de los 13 estudios, mientras que LOS para los pacientes ingresados se redujo en 6 de los 7 estudios. Este hallazgo es consistente con estudios previos [25], [481]. LOS es una medida general de la eficiencia hospitalaria [455] y se relaciona comúnmente con la disminución de costos cuando se reduce [468]. Encontramos resultados mixtos para LOS en todos los departamentos de los hospitales en los que se implementó LH. Para cardiología, dos estudios [28], [468] reportaron una reducción, mientras que un estudio [459] informó una reducción no significativa. En consecuencia, para ortopedia y trauma, cinco estudios mostraron una reducción en LOS [29], [461], [464], [467], [472]. Mientras tanto, dos estudios no redujeron LOS [456], [457]. Para ambos estudios realizados en la UCI, uno redujo LOS [9], mientras que el otro no reportó cambios en la UCI [22]. Interesantemente, cuando el objetivo principal fue reducir las infecciones dentro de las unidades quirúrgicas, LH contribuyó a reducir LOS en dos de tres estudios [10], [470] mientras que un estudio [455] no informó cambios. Además, cuando se redujo LOS, se presentaron otros beneficios asociados, como la reducción de costos [9], [464], [468], [470] un mejor retorno de la inversión [29], mayores ahorros [28], [459], [462], [467], [472], y una temprana alta hospitalaria [1], [11].

Las principales áreas de ineficiencia que los hospitales intentan reducir se encuentran dentro del flujo de trabajo perioperatorio [13]. El proceso perioperatorio incluye los departamentos de preoperatorio, quirófano y postoperatorio, los cuales deben funcionar como una máquina de engranes coordinados para mejorar el rendimiento y lograr resultados positivos [482]. En este sentido, el rendimiento preoperatorio es un elemento importante para lograr los objetivos en

relación a dar inicio puntual del primer caso [475], [483], [484]. En esta investigación, siete estudios en el servicio de hospitalización mejoraron sus tiempos de inicio después de la intervención con LH. Esto es consistente con los resultados de un estudio previo [479]. Por lo tanto, el uso preoperatorio de LH conduce a mejoras sustanciales en OTS. Un departamento preoperatorio ineficiente puede retrasar el inicio de la cirugía e impactar el flujo del paciente durante todo el día [482], lo que puede afectar otros resultados, como TOT y TAT, que son parámetros de rendimiento importantes para el proceso perioperatorio. Encontramos que LH condujo a reducciones de TOT en seis estudios, siendo el mayor una reducción del 50% [474]. Por el contrario, dos artículos en hospitalización reportaron que no hubo cambios significativos en el TOT, pero sí otros beneficios, como la reducción de pacientes en la habitación al inicio del procedimiento o OTS [19], [20]. Cuatro estudios de hospitalización que midieron el TAT en el quirófano reportaron una mejora [13], [16], [17], [471] siendo 20 minutos la mayor reducción [13]. Resultados similares se obtuvieron en la reducción de TAT para los patólogos [18], así como la medicación TAT [10]. Una herramienta comparable, el ciclo PDCA [485], también se utilizó para reducir el TAT [486]. Por otro lado, todos los estudios que informaron una mejora en OTS, TOT o TAT, utilizaron equipos multidisciplinarios durante la intervención. Otros factores que pueden afectar el proceso perioperatorio, incluyen variables relacionadas con el paciente, indisponibilidad del personal [487], variables del cirujano [17], [488], el flujo de trabajo en las tareas de preparación de anestesia [14], [471], [473], el tipo del caso quirúrgico anterior (emergencia), el tiempo de espera para las bandejas o los pacientes que llegan tarde [489], si existía una brecha programada entre los casos [13], la familia del paciente y el apoyo social [479] e incluso el clima [479].

Los procesos comúnmente estudiados son los de alta y admisión, debido a que estos procesos son casi siempre innecesariamente largos y pueden tener un gran impacto en el rendimiento de los pacientes [481]. Para el proceso de admisión, encontramos que el tiempo de abordaje disminuyó en cuatro estudios [1], [11], [22], [460], en el cual 2.1 horas fue el tiempo de reducción más largo, lo que resultó en un tiempo de abordaje de 5.5 horas [11]. En la literatura, los tiempos de abordaje variaron de 2 horas (o menos) a 24 horas (o más), con pacientes médicos/quirúrgicos que experimentaron tiempos de abordaje más cortos y pacientes conductuales que experimentaron tiempos de abordaje más largos [490]. Se recomienda que los plazos de abordaje al hospital no superen las 4 horas en pro de la seguridad del paciente y la calidad de la atención [490].

La disponibilidad de camas es clave para reducir el tiempo de abordaje al mejorar el tiempo de alta hospitalaria [491]. Por lo tanto, centrarse en el momento del alta hospitalaria puede ser la forma menos disruptiva y más efectiva de abordar la capacidad de camas restringidas [12]. Tanto el alta hospitalaria prematura como prolongada, no solo empeoran los resultados de salud, sino que también aumentan los costos. Las altas hospitalarias prematuras pueden llevar a reingresos costosos, mientras que las altas tardías consumen recursos hospitalarios limitados [492]. A pesar de que aumentar el número de camas de hospital no resolverá por completo los problemas de congestión [492], esto puede afectar la salud del paciente ya que los retrasos en el acceso a la cama comprometen la seguridad del paciente [493]. Además, los proveedores de atención médica deben planificar su capacidad para minimizar los riesgos asociados con tasas de ocupación superiores al 90% [494], es decir, escasez de camas y tasas más altas de infección [492]. Los factores que afectan el tiempo de alta incluyen la hora de admisión [477], la preparación para la orden de alta [476], y la preparación y cooperación de los pacientes y sus familias [21].

Particularmente, ninguno de los nueve estudios que midieron la tasa de reingreso reportó un aumento después de la intervención. Siete estudios reportaron que no hubo cambios a los 30 o 90 días y dos estudios informaron una reducción estadísticamente significativa en la tasa de reingreso [459], [461]. Utilizando LSS, la tasa de reingreso para pacientes con insuficiencia cardíaca se redujo hasta un 19.0% [459], mientras que la tasa de reingreso promedio de insuficiencia cardíaca en EE. UU. fue del 24.6% [495], y la del Reino Unido fue del 17.8% en 2016 [496]. Recientemente, el reingreso de emergencia dentro de los 30 días posteriores al alta para todos los pacientes es del 14,4% en Inglaterra [497]. Con este fin, las organizaciones de salud y los gobiernos han implementado incentivos financieros para mejorar la tasa de readmisión, ya sea para exceder la reducción de objetivos [498] o para evitar exceder un umbral de reingresos de emergencia [499].

Nuestros resultados también indican que las intervenciones Lean pueden combinarse con otras metodologías. En este sentido, se identificaron 6 estudios de intervenciones LSS en atención ambulatoria, predominantemente con resultados positivos. De manera similar, se encontraron 25 de 39 estudios que combinan Lean con herramientas y principios de la metodología SS en el servicio de hospitalización. Lean en combinación con SS supera el uso de una sola metodología, sin embargo, esta combinación tiende a estar compuesta por hospitales privados grandes y con más recursos para mejorar la calidad [500]. La revisión de literatura también encontró que la mayoría

de los estudios mapean sus actividades para describir y comprender los flujos y los procesos de atención al paciente; Con este fin, las organizaciones de la salud confían principalmente en el mapeo de flujo de valor (VSM), siendo así la herramienta más importante en LH; Este hallazgo es consistente con otras investigaciones [501]. Los estudios analizados también reportan sobre otras herramientas frecuentemente utilizadas como, trabajo estandarizado (que se considera un requisito previo para el flujo) [433], 5S (utilizados para eliminar el desorden y organizar estaciones de trabajo) [37], y Kaizen (utilizado para proyectos de mejora intensiva en equipo [399] y para la participación de las partes interesadas [7]). De este modo, los hallazgos son consistentes con los reportados en otros estudios [25], [47]; y respaldan la afirmación de que la mayoría de las aplicaciones de LH se centran más en las herramientas de evaluación y mejora y menos en las herramientas de monitoreo de procesos después de las intervenciones de LH.

A pesar de que la teoría Lean adopta una visión holística [47], la mayoría de los estudios revisados fueron intervenciones en un solo departamento o proceso específico, en lugar de abarcar toda la estructura organizacional. De acuerdo con nuestros resultados, el departamento de emergencias representa el área con mayor cantidad de intervenciones LH en el flujo de pacientes ambulatorios. Por otro lado, la sala de operaciones representa el área con la mayor cantidad de intervenciones de LH en el servicio de hospitalización. Lo anterior es consistente con lo que reportan otros autores [54]. La razón es que las pequeñas mejoras focalizadas ayudan a las organizaciones a mantener el impulso, y cualquier logro temprano es importante para evitar que las personas se desanimen [20]. Como resultado, las organizaciones más experimentadas pueden implementar proyectos más grandes y con mayor duración. Por el contrario, si el objetivo es maximizar las mejoras de calidad y el ahorro de costos; entonces, las intervenciones de LH o metodologías similares (por ejemplo, el Sistema de Producción Virginia Mason) deben ocurrir en toda la institución, es decir, tanto en la atención ambulatoria como en el entorno de pacientes hospitalizados [26].

La mayoría de los estudios analizados en los que participaron profesionales de diferentes áreas del equipo Lean - ya sean equipos multidisciplinarios [433], equipos de mejora [432], equipos multifuncionales [441] o equipos Kaizen [428] - reportan un mejor rendimiento en los indicadores de flujo de pacientes. De hecho, los equipos Lean son vitales para obtener la aceptación de todos los interesados involucrados [20], principalmente porque Lean continúa apoyando un enfoque

multidisciplinario de resolución de problemas, como lo demuestra la propiedad conjunta de las medidas de desempeño [443].

Contrariamente a nuestras expectativas, la satisfacción del paciente se reportó solamente en 8 de 40 estudios seleccionados en la atención ambulatoria. De manera similar, la satisfacción y la experiencia del paciente se reportó solo en 8 de los 39 estudios seleccionados en el servicio de hospitalización. Esto es bastante contradictorio ya que LH se considera un factor para mejorar el flujo de pacientes y, por lo tanto, se relaciona positivamente con la satisfacción del paciente [6], [444], [502]–[504].

Además, la literatura sugiere que los médicos, las enfermeras, los empleados y el personal perciben los beneficios de LH, como un aumento en su satisfacción, motivación [429], [505], y empoderamiento [431], [506]; sin embargo, muy pocos estudios miden la satisfacción del personal [435], [441]. De hecho, la falta de evidencia sobre la evaluación de la satisfacción del personal o la experiencia después de las intervenciones de LH puede ser preocupante y podría sugerir que la creación de la experiencia ideal del personal ha faltado en muchas transformaciones Lean [507]. Desafortunadamente, es bien sabido que los trabajadores de la salud no comprometidos son, con mucho, la principal razón del fracaso de la implementación Lean [507].

Alrededor de un tercio de los estudios reportan resultados de seguimiento de menos de un año, lo que dificulta confirmar la sostenibilidad de las mejoras. Esto frecuentemente esta relación con la fatiga del proyecto en los hospitales, debido a que muchos problemas dentro de sus instalaciones necesitan atención [508]; por lo tanto, un breve análisis de seguimiento no podría ser un indicador adecuado de una implementación exitosa.

Otros aspectos que podrían comprometer la sostenibilidad de las mejoras de LH incluyen una comprensión deficiente del contexto organizacional [509], menos tiempo para equipos Lean y un mayor volumen de pacientes [431]. Por el contrario, la implementación exitosa de Lean o cualquier otro método de mejora requiere que el hospital y el liderazgo médico apoyen firmemente la metodología, hablen el mismo lenguaje técnico de mejora de procesos y puedan generar apoyo y recursos para un movimiento hacia adelante en toda la operación [433]. Además, cuando Lean se implementa correctamente se genera una mentalidad de propiedad hacia la organización, esto resulta en mejoras métricas de atención [425].

En momentos en que la eficiencia del servicio y la reducción de costos impulsan muchas decisiones en todo el mundo, los servicios de salud están presionados para encontrar mejores estrategias de cumplimiento sin comprometer la calidad de la atención. Se están desarrollando estándares, objetivos y punteros para servir como referencia para la mejora de la atención médica; por ejemplo, los pacientes en el servicio de urgencias son dados de alta, ingresados o transferidos a otro hospital dentro de 4 horas en Australia[510], un objetivo estándar de 4-8 horas para urgencias bajas y altas para pacientes no ingresados en Ontario, Canadá [511], un objetivo de cuatro horas para tratar, admitir o transferir pacientes de emergencia en el Reino Unido [512], aunque hoy en día el Servicio Nacional de Salud (NHS) en Inglaterra se está moviendo a un conjunto más específico de nuevos estándares [513]. Al mismo tiempo, en EE. UU., se monitorean y recopilan diferentes medidas de calidad de la atención, incluidas las relacionadas con el rendimiento operativo, por ejemplo por medio del *Center for Medicare and Medicaid Services* (CMS) [421]. Como punto de referencia para los resultados de esta investigación, en términos de LOS en ED, la mediana nacional de EE. UU. para el segundo trimestre de 2018 con respecto a el tiempo desde la llegada hasta la salida de los pacientes dados de alta fue de 134 minutos [514], y 251 minutos para pacientes ingresados en el hospital [515]. A pesar de este contexto para el cumplimiento del objetivo, encontramos que pocos estudios buscan cumplir con un estándar local o nacional [432], en cambio, el objetivo declarado es generalmente mejorar el rendimiento [399]. Los indicadores operativos adicionales asociados con LH incluyen una mayor capacidad de servicio [454], [516], mayor productividad [517], [518], menores costos por caso/servicio [29], [519], inventario/espacio reducido [433], [518], reducir tiempo de movimiento/transporte [33], [520], el tiempo de llegada al hospital [1], el tiempo de espera en radiología [521], y el aumento de tiempo para que las enfermeras atiendan a los pacientes [522], entre otros. Estos esfuerzos parecen ser una guerra contra el desperdicio, lo que se justificaría por la necesidad de reducir los costos que no son esenciales para la atención al paciente [523]. A pesar de la relación inherente entre LH y la reducción de costos/aumento de ingresos, encontramos pocos estudios que reportaron el tema financiero [28], [426]. Esto podría indicar que, a diferencia de la manufactura esbelta, la atención Lean en la atención ambulatoria todavía tiene dificultades para traducir los beneficios obtenidos en ahorros y medirlos. Entre las intervenciones de LH incluidas, 3 son estudios de casos, 2 son estudios de cohortes y 35 son estudios pre y post intervención. Por otra parte, ninguno es RCT. Dichos resultados resaltan la dificultad de realizar ensayos aleatorios en toda el área [424]. En cambio, la implementación Lean

ocurre en el mundo real y depende de las personas que interactúan de una manera que no puede ser aislada y controlada [425]. En términos de sesgo, ninguno de los estudios se evaluó como bajo, mientras que 23 estudios fueron moderados, 16 serios y 1 crítico para el servicio ambulatorio. De manera similar, 28 intervenciones se evaluaron como moderadas y 11 como graves para el servicio de hospitalización. Tanto el sesgo en la selección como el sesgo debido a la confusión fueron comunes entre los estudios, el primero generalmente es el resultado de por qué se implementa Lean. Es decir, según nuestros resultados, las intervenciones de LH se implementan principalmente porque la unidad de atención médica decidió adoptarla por sí misma [425], o porque fue solicitada por la gerencia [448]. Finalmente, alrededor de dos tercios de los estudios proporcionan análisis estadísticos para evaluar cambios significativos en los resultados. Este número representa un aumento si se compara con el tercio informado por una revisión temprana [48]; sin embargo, la falta de análisis estadísticos implica una limitación y también puede conducir a sesgos.

11 CONCLUSIÓN

Sobre la base de nuestros hallazgos, hemos resumido los principales resultados de las intervenciones de LH en la atención hospitalaria y ambulatoria. Como lo indica la mayoría de los autores, LH guio y facilitó la identificación de actividades sin valor en sus procesos, promoviendo así acciones para reducirlas, al tiempo que mejora la eficiencia del servicio. Con base en nuestros hallazgos, el LOS excesivo es crítico tanto para la seguridad del paciente como para los costos hospitalarios, además las demoras en algunos procedimientos pueden conducir a una estadía prolongada y, por lo tanto, aumentar la incomodidad entre los pacientes hospitalizados y comprometer la capacidad de las camas. Para lograr este objetivo, un proceso perioperatorio eficiente debe tener una alta tasa de OTS ya que los retrasos y cancelaciones conducen a instalaciones infrautilizadas e insatisfacción entre el personal.

Teniendo en cuenta las dimensiones de la calidad de la atención, de acuerdo con nuestra evidencia, LH contribuye a la prestación de un servicio eficiente y accesible a través de una reducción en la duración de LOS y los resultados asociados a la duración de las actividades relacionadas con el proceso perioperatorio y atención hospitalaria, como TOT, TAT, OTS, tiempo de arribo y tiempo de alta hospitalaria. Además, nuestros hallazgos sugieren que LH no contribuye a los cambios en la tasa de readmisión y destacan la importante relación entre capacidad y demanda. Al reducir la duración de los resultados reportados, los profesionales de la salud aumentaron su capacidad, que es crucial para mejorar el flujo de pacientes para satisfacer las demandas. En este sentido, LH es un soporte importante y, al utilizar una herramienta complementaria (como SS) que se enfoca en la reducción de la variación, podría ayudar a nivelar el flujo de pacientes y resolver problemas más complicados, siempre que la organización brinde apoyo. Del mismo modo, si se respalda adecuadamente, LH podría contribuir a que las organizaciones de atención médica cumplan con los objetivos y estándares asociados con la atención oportuna y efectiva (rendimiento). A pesar de la mejora en los resultados relacionados con la eficiencia y el flujo de pacientes, la indicación del efecto de LH en la satisfacción del paciente/personal aún es escasa entre los estudios; Del mismo modo, aunque más estudios están traduciendo los logros obtenidos de LH en ahorros, todavía existe un vacío que llenar.

A pesar de los hallazgos principalmente positivos de la intervención de LH, se debe tener precaución para generalizar debido a los diseños de estudio relativamente débiles. Por lo tanto, hacemos las siguientes recomendaciones:

- En la medida de lo posible, se deben realizar estudios que evalúen la intervención de LH con ensayos controlados.
- Debido al hecho de que LH se basa en gran medida en la participación y el compromiso del personal, es obligatorio monitorear y mejorar la experiencia y la satisfacción del equipo de apoyo.
- Para tener en cuenta el impacto real de LH en los costos y ahorros, se requieren equipos multidisciplinarios (personal sanitario, financiero y administrativo).

Lista de abreviaciones

Cpk	Índice de capacidad
CTQ	Crítico para la calidad
DMAIC	Definir medir analizar mejorar y controlar
DOE	Diseño de experimentos
DPPM	Defectos en partes por millón
DPU	Defectos por unidad
FASSA	Fondo de aportaciones para los servicios de salud
FMEA	Análisis del modo y efecto de la falla
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
ISSSTE	Instituto de seguridad y servicios sociales de los trabajadores del estado
JIT	Justo a tiempo
LH	Lean Healthcare
EE. UU.	Estados Unidos
LOS	Duración de la estadía
LSS	Lean Six Sigma
OCDE	Organización para la cooperación y el desarrollo económico
OTS	Comienzo a tiempo
PDCA	Planificar hacer verificar actuar
PEMEX	Petróleos mexicanos
PIB	Producto interno bruto
PPEF	Proyecto del presupuesto de egresos de la federación
RPIW	Talleres de mejora rápida de procesos
RU	Reino Unido
SEDENA	Secretaría de la defensa nacional

12 REFERENCIAS

- [1] M. J. Beck, D. Okerblom, A. Kumar, S. Bandyopadhyay, y L. V. Scalzi, "Lean intervention improves patient discharge times, improves emergency department throughput and reduces congestion", *Hosp. Pract. (1995)*, vol. 44, núm. 5, pp. 252–259, dic. 2016, doi: 10.1080/21548331.2016.1254559.
- [2] M. Sánchez, M. Suárez, M. Asenjo, y E. Bragulat, "Improvement of emergency department patient flow using lean thinking", *Int. J. Qual. Heal. care*, vol. 30, núm. 4, pp. 250–256, may 2018, doi: 10.1093/intqhc/mzy017.
- [3] F. M. Nicosia, L. G. Park, C. P. Gray, M. J. Yakir, y D. Y. Hung, "Nurses' Perspectives on Lean Redesigns to Patient Flow and Inpatient Discharge Process Efficiency", *Glob. Qual. Nurs. Res.*, vol. 5, p. 233339361881065, nov. 2018, doi: 10.1177/2333393618810658.
- [4] NEJM Catalyst (New England Journal of Medicine), "What Is Patient Flow?", *Care Redesign*, 2018. .
- [5] D. L. King, D. I. Ben-Tovim, y J. Bassham, "Redesigning emergency department patient flows: Application of Lean Thinking to health care", *Emerg. Med. Australas.*, vol. 18, núm. 4, pp. 391–397, ago. 2006, doi: 10.1111/j.1742-6723.2006.00872.x.
- [6] H. Chan *et al.*, "Lean techniques for the improvement of patients' flow in emergency department", *World J. Emerg. Med.*, vol. 5, núm. 1, p. 24, mar. 2014, doi: 10.5847/wjem.j.issn.1920-8642.2014.01.004.
- [7] E. A. Hitti, G. R. El-Eid, H. Tamim, R. Saleh, M. Saliba, y L. Naffaa, "Improving Emergency Department radiology transportation time: A successful implementation of lean methodology", *BMC Health Serv. Res.*, vol. 17, núm. 1, pp. 1–10, sep. 2017, doi: 10.1186/s12913-017-2488-5.
- [8] K. L. Murrell, S. R. Offerman, y M. B. Kauffman, "Applying Lean: Implementation of a Rapid Triage and Treatment System", *West. J. Emerg. Med.*, vol. 12, núm. 2, pp. 184–191, 2011.
- [9] S. Trzeciak *et al.*, "Lean Six Sigma to Reduce Intensive Care Unit Length of Stay and Costs in Prolonged Mechanical Ventilation", *J. Healthc. Qual.*, vol. 40, núm. 1, pp. 36–43, nov. 2018, doi: 10.1097/JHQ.0000000000000075.
- [10] A. C. Brunsmann, "Using lean methodology to optimize time to antibiotic administration in patients with sepsis", *Am. J. Heal. Pharm.*, vol. 75, núm. 5, pp. S13–S23, mar. 2018, doi: 10.2146/ajhp161017.
- [11] A. W. Artenstein *et al.*, "Decreasing Emergency Department Walkout Rate and Boarding Hours by Improving Inpatient Length of Stay", *West. J. Emerg. Med.*, vol. 18, núm. 6, pp. 982–992, oct. 2017, doi: 10.5811/westjem.2017.7.34663.
- [12] M. Molla, D. S. Warren, S. L. Stewart, J. Stocking, H. Johl, y V. Sinigayan, "A Lean Six Sigma Quality Improvement Project Improves Timeliness of Discharge from the Hospital", *Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.*, vol. 44, núm. 7, pp. 401–412, jul. 2018, doi: 10.1016/j.jcjq.2018.02.006.
- [13] R. M. Collar *et al.*, "Lean management in academic surgery", *J. Am. Coll. Surg.*, vol. 214, núm. 6, pp. 928–936, jun. 2012, doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2012.03.002.
- [14] R. R. Cima *et al.*, "Use of Lean and Six Sigma Methodology to Improve Operating Room Efficiency in a High-Volume Tertiary-Care Academic Medical Center", *J. Am. Coll. Surg.*, vol. 213, núm. 1, pp. 83–92, jul. 2011, doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2011.02.009.
- [15] M. Castaldi, D. Sugano, K. Kreps, A. Cassidy, y J. Kaban, "Lean philosophy and the public hospital", *Perioper. Care Oper. Room Manag.*, vol. 3, pp. 25–28, 2016, doi: 10.1016/j.pcorn.2016.05.006.
- [16] S. Singh, T. Remya, T. M. Shijo, D. Nair, y P. Nair, "Lean six sigma application in reducing nonproductive time in operation theaters", *J. Natl. Accredit. Board Hosp. Healthc. Provid.*, vol. 1, núm. 1, pp. 1–7, 2014, doi: 10.4103/2348-6139.132908.
- [17] E. P. Tagge, A. S. Thirumoorthi, J. Lenart, C. Garberoglio, y K. W. Mitchell, "Improving operating room efficiency in academic children's hospital using Lean Six Sigma methodology", *J. Pediatr. Surg.*, vol. 52, núm. 6, pp. 1040–1044, jun. 2017, doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.03.035.
- [18] C. Jimmerson, D. Weber, y D. K. Sobek, "Reducing waste and errors: piloting lean principles at Intermountain Healthcare.", *Jt Comm J Qual Patient Saf.*, vol. 31, núm. 5, pp. 249–257, 2005, doi: 10.1016/S1553-7250(05)31032-4.
- [19] M. Hassanain, M. Zamakhshary, G. Farhat, y A. Al-Badr, "Use of Lean methodology to improve operating room efficiency in hospitals across the Kingdom of Saudi Arabia", *Int. J. Health Plann. Manage.*, vol. 32, núm. 2, pp. 133–146, abr. 2016, doi: 10.1002/hpm.2334.
- [20] J. S. Bender, T. O. Nicolescu, S. B. Hollingsworth, K. Murer, K. R. Wallace, y W. J. Ertl, "Improving operating room efficiency via an interprofessional approach", *Am. J. Surg.*, vol. 209, núm. 3, pp. 447–450, 2015, doi: 10.1016/j.amjsurg.2014.12.007.
- [21] A. Toledo *et al.*, "Reducing liver transplant length of stay: A lean six sigma approach", *Prog. Transplant.*, vol. 23, núm. 4, pp. 350–364, dic. 2013, doi: 10.1782/pit2013226.
- [22] J. M. Sirvent *et al.*, "Lean techniques to improve flow of critically ill patients in a health region with its epicenter in the intensive care unit of a reference hospital", *Med. Intensiva (English Ed.)*, vol. 40, núm. 5, pp. 266–272, jun. 2016, doi: 10.1016/j.medine.2015.08.007.
- [23] S. Shortell, C. Bennett, y B. Gayle, "Assessing the Impact of Continuous Quality Improvement on Clinical Practice: What It Will Take to Accelerate Progress", *Milbank Q. Q.*, vol. 76, núm. 4, pp. 593–624, 1998.
- [24] L. B. de Souza, "Trends and approaches in lean healthcare", *Leadersh. Heal. Serv.*, vol. 22, núm. 2, pp. 121–139, may 2009, doi: 10.1108/17511870910953788.
- [25] L. B. M. Costa y M. Godinho Filho, "Lean healthcare: review, classification and analysis of literature.", *Prod. Plan. Control*, vol. 27, núm. 10, pp. 823–836, jul. 2016, [En línea]. Disponible en: <http://10.0.4.56/09537287.2016.1143131>.
- [26] Institute of Medicine, *The Healthcare Imperative: Lowering Costs and Improving Outcomes*, Workshop S. Washington D.C.: The National Academies Press, 2010.
- [27] J. M. Sirvent *et al.*, "Lean techniques to improve flow of critically ill patients in a health region with its epicenter in the intensive care unit of a reference hospital", *Med. Intensiva (English Ed.)*, vol. 40, núm. 5, pp. 266–272, 2016, doi: 10.1016/j.medine.2015.08.007.
- [28] Y. Hseng-Long *et al.*, "Applying lean six sigma to improve healthcare: An empirical study", *African J. Bus. Manag.*, vol. 5, núm. 31, pp. 12356–12370, 2011, doi: 10.5897/AJBM11.1654.
- [29] B. Gayed, S. Black, J. Daggy, y I. A. Munshi, "Redesigning a Joint Replacement Program using Lean Six Sigma in a Veterans Affairs Hospital", *JAMA Surg.*, vol. 148, núm. 11, pp. 1050–1056, nov. 2013, doi: 10.1001/jamasurg.2013.3598.
- [30] L. R. Duska, J. Mueller, H. Latham, E. B. Pelkofski, y W. M. Novicoff, "Lean methodology improves efficiency in outpatient academic Gynecologic Oncology clinics", *Gynecol. Oncol.*, vol. 138, núm. 3, pp. 707–711, 2015, doi: 10.1016/j.ygyno.2015.07.001.
- [31] A. Damle *et al.*, "Elimination of waste: creation of a successful Lean colonoscopy program at an academic medical center", *Surg. Endosc. Other Interv. Tech.*, vol. 30, núm. 7, pp. 3071–3076, jul. 2016, doi: 10.1007/s00046-015-4599-6.
- [32] S. Cromwell, D. A. Chiasson, D. Cassidy, y G. R. Somers, "Improving Autopsy Report Turnaround Times by Implementing Lean

- Management Principles”, *Pediatr. Dev. Pathol.*, vol. 21, núm. 1, pp. 41–47, ene. 2018, doi: 10.1177/1093526617707581.
- [33] B. A. White, B. J. Yun, M. H. Lev, y A. S. Raja, “Applying Systems Engineering Reduces Radiology Transport Cycle Times in the Emergency Department”, *West. J. Emerg. Med.*, vol. 18, núm. 3, pp. 410–418, abr. 2017, doi: 10.5811/westjem.2016.12.32457.
- [34] A. Weaver, C. G. Greeno, D. H. Goughler, K. Yarzebinski, T. Zimmerman, y C. Anderson, “The impact of system level factors on treatment timeliness: Utilizing the toyota production system to implement direct intake scheduling in a semi-rural community mental health clinic”, *J. Behav. Heal. Serv. Res.*, vol. 40, núm. 3, pp. 294–305, 2013, doi: 10.1007/s11414-013-9331-5.
- [35] E. J. van Vliet, W. Sermeus, C. M. van Gaalen, J. C. A. Sol, y J. M. H. Vissers, “Efficacy and efficiency of a lean cataract pathway: A comparative study”, *Qual. Saf. Heal. Care*, vol. 19, núm. 6, pp. 83–93, dic. 2010, doi: 10.1136/qshc.2008.028738.
- [36] B. H. Matt, H. K. Woodward-Hagg, C. L. Wade, P. D. Butler, y M. S. Kokoska, “Lean six sigma applied to ultrasound guided needle biopsy in the head and neck”, *Otolaryngol. - Head Neck Surg.*, vol. 151, núm. 1, pp. 65–72, jul. 2014, doi: 10.1177/0194599814528659.
- [37] B. Umut y P. A. Sarvari, “Applying lean tools in the clinical laboratory to reduce turnaround time for blood test results”, *Int. J. Adv. Sci. Eng. Technol.*, vol. 4, núm. 1, pp. 1–6, 2016.
- [38] S. Shortell, J. Blodgett, T. Rundall, y P. Kralovec, “Use of Lean and Related Transformational Performance Improvement Systems in Hospitals in the United States: Results From a National Survey”, *Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.*, vol. 44, núm. 10, pp. 574–582, oct. 2018, doi: 10.1016/j.jcjq.2018.03.002.
- [39] B. R. Luce, “The Value Challenge: Examining the Transformative Strategies to Measure or Evaluate the Value of Health Care Interventions”, *Value Heal.*, vol. 21, núm. 4, pp. 373–374, mar. 2018, doi: 10.1016/j.jval.2018.02.001.
- [40] K. H. Ken Lee, J. Matthew Austin, y P. J. Pronovost, “Developing a Measure of Value in Health Care”, *Value Heal.*, vol. 19, núm. 4, pp. 323–325, jun. 2016, doi: 10.1016/j.jval.2014.12.009.
- [41] J. Block, “Improving Value for Patients with Eczema”, *Value Heal.*, vol. 21, núm. 4, pp. 380–385, abr. 2018, doi: 10.1016/j.jval.2018.01.014.
- [42] E. M. Perfetto, J. Harris, C. D. Mullins, y S. DosReis, “Emerging Good Practices for Transforming Value Assessment: Patients’ Voices, Patients’ Values”, *Value Heal.*, vol. 21, núm. 4, pp. 386–393, abr. 2018, doi: 10.1016/j.jval.2017.11.013.
- [43] R. I. Cohen, “Lean Methodology in Health Care”, *Chest*, vol. 154, núm. 6, pp. 1448–1454, 2018, doi: 10.1016/j.chest.2018.06.005.
- [44] R. Bercaw, *Taking improvement from the assembly line to healthcare: the application of lean within the healthcare industry*, 1st edición. Boca Raton, Fl.: CRC Press, 2011.
- [45] T. G. Zidel, *Lean Guide to Transforming Healthcare: How to Implement Lean Principles in Hospitals, Medical Offices, Clinics, and Other Healthcare Organizations*, 1 edición. Milwaukee: Quality Press, 2006.
- [46] P. S. Hussey *et al.*, “A systematic review of health care efficiency measures: Health care efficiency”, *Health Serv. Res.*, vol. 44, núm. 3, pp. 784–805, jun. 2009, doi: 10.1111/j.1475-6773.2008.00942.x.
- [47] P. Mazzocato, C. Savage, M. Brommels, H. Aronsson, y J. Thor, “Lean thinking in healthcare: A realist review of the literature”, *Quality and Safety in Health Care*, vol. 19, núm. 5, pp. 376–382, oct. 2010, doi: 10.1136/qshc.2009.037986.
- [48] J. L. Dellifraigne, J. R. Langabeer II, y I. M. Nembhard, “Assessing the Evidence of Six Sigma and Lean in the Health Care Industry”, *Qual. Manag. Health Care*, vol. 19, núm. 3, pp. 211–225, 2010.
- [49] R. J. Holden, “Lean thinking in emergency departments: A critical review”, *Ann. Emerg. Med.*, vol. 57, núm. 3, pp. 265–278, mar. 2011, doi: 10.1016/j.annemergmed.2010.08.001.
- [50] C. R. Nicolay *et al.*, “Systematic review of the application of quality improvement methodologies from the manufacturing industry to surgical healthcare”, *Br. J. Surg.*, vol. 99, núm. 3, pp. 324–335, 2012, doi: 10.1002/bjs.7803.
- [51] S. E. Mason, C. R. Nicolay, y A. Darzi, “The use of Lean and Six Sigma methodologies in surgery: A systematic review”, *Surgeon*, vol. 13, núm. 2, pp. 91–100, 2015, doi: 10.1016/j.surge.2014.08.002.
- [52] H. Andersen, K. A. Rovik, y T. Ingebrigtsen, “Lean thinking in hospitals: is there a cure for the absence of evidence? A systematic review of reviews”, *BMJ Open*, vol. 4, núm. 1, p. e003873, 2014, doi: 10.1136/bmjopen-2013-003873.
- [53] E. Ruiz y N. Ortiz, “Lean Healthcare: Una revisión bibliográfica y futuras líneas de investigación”, *Sci. Tech.*, vol. 20, núm. 4, pp. 358–365, 2015, doi: 10.1021/ic010708u.
- [54] A. D’Andreamatteo, L. Ianni, F. Lega, y M. Sargiacomo, “Lean in healthcare: A comprehensive review”, *Health Policy (New York)*, vol. 119, núm. 9, pp. 1197–1209, 2015, doi: 10.1016/j.healthpol.2015.02.002.
- [55] T. Rotter *et al.*, “What Is Lean Management in Health Care? Development of an Operational Definition for a Cochrane Systematic Review”, *Eval. Health Prof.*, pp. 1–25, abr. 2018, doi: 10.1177/0163278718756992.
- [56] T. Amaratunga y J. Dobranowski, “Systematic Review of the Application of Lean and Six Sigma Quality Improvement Methodologies in Radiology”, *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 13, núm. 9, pp. 1088–1095, sep. 2016, doi: 10.1016/j.jacr.2016.02.033.
- [57] M. Ali, W. Wang, N. Chaudhry, y Y. Geng, “Hospital waste management in developing countries: A mini review”, *Waste Manag. Res.*, vol. 35, núm. 6, pp. 581–592, jun. 2017, doi: 10.1177/0734242X17691344.
- [58] M. Crema y C. Verbano, “Lean Management to support Choosing Wisely in healthcare: The first evidence from a systematic literature review”, *Int. J. Qual. Heal. Care*, vol. 29, núm. 7, pp. 889–895, nov. 2017, doi: 10.1093/intqhc/mzx135.
- [59] C. Tasdemir y R. Gazo, “A systematic literature review for better understanding of lean driven sustainability”, *Sustainability*, vol. 10, núm. 7, pp. 1–54, jul. 2018, doi: 10.3390/su10072544.
- [60] R. Maijala, S. Eloranta, T. Reunanen, y T. S. Ikonen, “Successful Implementation of Lean As a Managerial Principle in Health Care: a Conceptual Analysis From Systematic Literature Review”, *Int. J. Technol. Assess. Health Care*, vol. 34, núm. 02, pp. 134–146, abr. 2018, doi: 10.1017/s0266462318000193.
- [61] J. D. R. Terra y F. T. Berssaneti, “Application of lean healthcare in hospital services: a review of the literature (2007 to 2017)”, *Production*, vol. 28, núm. e20180009, jul. 2018, doi: 10.1590/0103-6513.20180009.
- [62] W. D. P. Ferreira, A. M. Da Silva, W. Y. Tanaka, y E. D. F. Zampini, “Lean & Healthcare Organizations - a systematic literature review with bibliometric analysis on application of lean healthcare in brazil”, *Brazilian J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 13, núm. 4, pp. 422–428, dic. 2016, doi: 10.14488/BJOPM.2016.v13.n4.a2.
- [63] J. R. Vest y L. D. Gamm, “A critical review of the research literature on Six Sigma, Lean and StuderGroup’s Hardwiring Excellence in the United States: the need to demonstrate and communicate the effectiveness of transformation strategies in healthcare.”, *Implement. Sci.*, vol. 4, núm. 1, p. 35, 2009, doi: 10.1186/1748-5908-4-35.
- [64] N. Curatolo, S. Lamouri, J.-C. Huet, y A. Rieutord, “A critical analysis of Lean approach structuring in hospitals”, *Bus. Process Manag. J.*, vol. 20, núm. 3, pp. 433–454, jul. 2014, doi: 10.1108/BPMJ-04-2013-0051.
- [65] J. Moraros, M. Lemstra, y C. Nwankwo, “Lean interventions in healthcare: Do they actually work? A systematic literature review”, *Int.*

- J. *Qual. Heal. Care*, vol. 28, núm. 2, pp. 150–165, 2016, doi: 10.1093/intqhc/mzv123.
- [66] D. B. Henrique y M. Godinho Filho, “A systematic literature review of empirical research in Lean and Six Sigma in healthcare”, *Total Quality Management and Business Excellence*, vol. 31, núm. 3–4, Routledge, pp. 429–449, feb. 2020, doi: 10.1080/14783363.2018.1429259.
- [67] N. V. K. Jasti y R. Kodali, “A literature review of empirical research methodology in lean manufacturing”, *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 2014.
- [68] N. Rich y N. Piercy, “Losing patients: a systems view on healthcare improvement”, *Prod. Plan. Control*, vol. 24, núm. 10–11, pp. 962–975, 2013.
- [69] L. B. de Souza, “Trends and approaches in lean healthcare”, *Leadersh. Heal. Serv.*, vol. 22, núm. 2, pp. 121–139, may 2009, doi: 10.1108/17511870910953788.
- [70] Z. J. Radnor, M. Holweg, y J. Waring, “Lean in healthcare: the unfilled promise?”, *Soc. Sci. Med.*, vol. 74, núm. 3, pp. 364–371, 2012.
- [71] M. Graban, *Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee engagement*. CRC press, 2016.
- [72] M. Mutingi, H. D. Isack, H. Kandjeke, y C. Mbohwa, “Barriers and enablers of lean tools in medical laboratory industry: a case of Namibia”, en *Proceedings of the 2017 International Symposium on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM), Bristol, UK, July, 2017*, pp. 24–25.
- [73] C. M. L. Machado, A. Scavarda, y G. Vaccaro, “LEAN HEALTHCARE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: MINIMIZING WASTE AND COSTS”, *Indep. J. Manag. Prod.*, vol. 5, núm. 4, pp. 1071–1088, 2014.
- [74] N. Wickramasinghe, L. Al-Hakim, C. Gonzalez, y J. Tan, *Lean thinking for healthcare*. Springer, 2014.
- [75] B. B. Poksinska, M. Fialkowska-Filipek, y J. Engström, “Does Lean healthcare improve patient satisfaction? A mixed-method investigation into primary care”, *BMJ Qual. Saf.*, vol. 26, núm. 2, pp. 95–103, feb. 2017, doi: 10.1136/bmjqs-2015-004290.
- [76] M. S. Donaldson, J. M. Corrigan, y L. T. Kohn, *To err is human: building a safer health system*, vol. 6. National Academies Press, 2000.
- [77] J. M. Sterbenz y K. C. Chung, “The Affordable Care Act and its effects on physician leadership: A qualitative systematic review”, *Qual. Manag. Health Care*, vol. 26, núm. 4, p. 177, 2017.
- [78] T. C. Tsai, A. K. Jha, A. A. Gawande, R. S. Huckman, N. Bloom, y R. Sadun, “Hospital board and management practices are strongly related to hospital performance on clinical quality metrics”, *Health Aff.*, vol. 34, núm. 8, pp. 1304–1311, 2015.
- [79] D. A. Shearer, “Management styles and motivation.”, *Radiol. Manag.*, vol. 34, núm. 5, 2012.
- [80] S. Novak y N. Djordjevic, “Information system for evaluation of healthcare expenditure and health monitoring”, *Phys. A Stat. Mech. its Appl.*, vol. 520, pp. 72–80, 2019.
- [81] OECD, “OECD Work on Patient Safety”, <http://www.oecd.org/health/patient-safety.htm>, 2019. <http://www.oecd.org/health/OECD-Work-on-Patient-Safety-Brochure-2019.pdf> (consultado jul. 09, 2020).
- [82] N. G. Torlak y C. Kuzey, “Leadership, job satisfaction and performance links in private education institutes of Pakistan”, *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 2019.
- [83] D. Tlapa *et al.*, “Effects of Lean Healthcare on Patient Flow: A Systematic Review”, *Value in Health*, vol. 23, núm. 2. Elsevier Ltd, pp. 260–273, ene. 2020, doi: 10.1016/j.jval.2019.11.002.
- [84] ONS, “Healthcare expenditure, UK Health Accounts: 2018”, 2020. [https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/healthandsocialcare/healthcaresystem/bulletins/ukhealthaccounts/2017#:~:text=In 2017%2C spending on healthcare, equal to 9.7%25 of GDP.](https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/healthandsocialcare/healthcaresystem/bulletins/ukhealthaccounts/2017#:~:text=In%202017%2C%20spending%20on%20healthcare,equal%20to%209.7%25%20of%20GDP.) (consultado jul. 09, 2020).
- [85] S. Bradley, “How does health spending in the U.S. compare to other countries?”, *The Peterson Center on Healthcare and KFF*, 2018. <https://www.healthsystemtracker.org/chart-collection/health-spending-u-s-compare-countries/#item-start> (consultado jul. 09, 2020).
- [86] CIEP, “Derecho Universal a la Salud en México: análisis de cobertura y costos”, 2018. <https://ciep.mx/derecho-universal-a-la-salud-en-mexico-analisis-de-cobertura-y-costos/> (consultado jul. 09, 2020).
- [87] J. S. Méndez, “La contracción del gasto per cápita en salud: 2010 – 2020”, 2019. <https://ciep.mx/la-contraccion-del-gasto-per-capita-en-salud-2010-2020/> (consultado jul. 09, 2020).
- [88] CONAPO, “Población a mitad de año”, 2018. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2016-2050>.
- [89] M. Matus-López y C. Cid, “Espacio fiscal para salud en América Latina y el Caribe”, *Washington. DC Organ. Panam. la Salud*, 2018.
- [90] K. Buntak y M. Kovačić, “Lean 6 sigma in health care services”, *Assoctatt. Qual. Stand. serbia*, nov. 2018.
- [91] N. Shendell-Falik, M. Feinson, y B. J. Mohr, “Enhancing patient safety: Improving the patient handoff process through appreciative inquiry”, *J. Nurs. Adm.*, vol. 37, núm. 2, pp. 95–104, 2007, doi: 10.1097/00005110-200702000-00012.
- [92] W. Boulding, S. W. Glickman, M. P. Manary, K. A. Schulman, y R. Staelin, “Relationship between patient satisfaction with inpatient care and hospital readmission within 30 days.”, *Am. J. Manag. Care*, vol. 17, núm. 1, p. 41, 2011.
- [93] A. Yassi y T. Hancock, “Patient safety-worker safety: building a culture of safety to improve healthcare worker and patient well-being”, *Heal. Q.*, vol. 8, núm. 32, p. 8, 2005.
- [94] P. A. M. Simons *et al.*, “Does compliance to patient safety tasks improve and sustain when radiotherapy treatment processes are standardized?”, *Eur. J. Oncol. Nurs.*, vol. 18, núm. 5, pp. 459–465, 2014.
- [95] L. Van Rossum, K. H. Aij, F. E. Simons, N. van der Eng, y W. D. ten Have, “Lean healthcare from a change management perspective”, *J. Health Organ. Manag.*, 2016.
- [96] S. Cooney y B. D. Yacobucci, *US automotive industry: policy overview and recent history*. Nova Publishers, 2007.
- [97] V. A. Ramey y D. J. Vine, “Declining volatility in the US automobile industry”, *Am. Econ. Rev.*, vol. 96, núm. 5, pp. 1876–1889, 2006.
- [98] J. P. Womack, D. T. Jones, D. Roos, y M. I. of Technology, *The machine that changed the world: The story of lean production*. Harper Collins, 1991.
- [99] L. M. Plunkert, “The 1980’s: a decade of job growth and industry shifts”, *Mon. Lab. Rev.*, vol. 113, p. 3, 1990.
- [100] I. Masaaki, “Kaizen: The key to Japan’s competitive success”, *New York, Ltd McGraw-Hill*, 1986.
- [101] C. J. Singleton, “Auto industry jobs in the 1980’s: a decade of transition”, *Mon. Labor Rev.*, vol. 115, núm. 2, pp. 18–27, 1992.
- [102] H. Ford, *My life and work: An autobiography of Henry Ford*. Greenbook Publications, 2010.
- [103] J. M. Rubenstein, “Further changes in the American automobile industry”, *Geogr. Rev.*, vol. 77, núm. 3, pp. 359–362, 1987.
- [104] J. F. Krafcik, “Triumph of the lean production system”, *MIT Sloan Manag. Rev.*, vol. 30, núm. 1, p. 41, 1988.
- [105] T. Ehrenfeld, “Lean Thinking: A Roundup”, 2016. <https://www.lean.org/LeanPost/Posting.cfm?LeanPostId=634> (consultado jul. 04, 2020).
- [106] H. Takeuchi, “The contradictions that drive Toyota’s success”, *Strateg. Dir.*, 2009.

- [107] R. C. Davis, *Shipbuilders of the Venetian arsenal: workers and workplace in the preindustrial city*, vol. 109. JHU Press, 2007.
- [108] R. W. Schmenner, "Looking ahead by looking back: Swift, even flow in the history of manufacturing", *Prod. Oper. Manag.*, vol. 10, núm. 1, pp. 87–96, 2001.
- [109] A. Moravcsik, "Arms and autarky in modern European history", *Daedalus*, vol. 120, núm. 4, pp. 23–45, 1991.
- [110] S. L. Falk, "Artillery for the Land Service: The Development of a System", *J. Mil. Hist.*, vol. 28, núm. 3, p. 97, 1964.
- [111] R. Cavé, *Le Contrôle statistique des fabrications...* Eyrolles, 1961.
- [112] R. S. Woodbury, "The legend of Eli Whitney and interchangeable parts", *Technol. Cult.*, vol. 1, núm. 3, pp. 235–253, 1960.
- [113] C. M. Green, *Eli Whitney and the birth of American technology*. 1956.
- [114] J. Mirsky y A. Nevins, "The World of Eli Whitney", 1953.
- [115] C. Brown, "Industrial Revolution in the Upper Connecticut River Valley: An Overview", *Am. Precis. Museum Wind. VT, USA*, 2007.
- [116] A. C. Cooper, G. E. Willard, y C. Y. Woo, "Strategies of high performing new and small firms: A reexamination of the niche concept", *J. Bus. Ventur.*, vol. 1, núm. 3, pp. 247–260, 1986.
- [117] F. M. Ufkes, "Lean and mean: US meat-packing in an era of agro-industrial restructuring", *Environ. Plan. D Soc. Sp.*, vol. 13, núm. 6, pp. 683–705, 1995.
- [118] M. Walsh, "Pork packing as a leading edge of Midwestern industry, 1835-1875", *Agric. Hist.*, vol. 51, núm. 4, pp. 702–717, 1977.
- [119] F. W. Taylor, "The principles of scientific management. 1st World Library", *Fairfield, IA*, 2005.
- [120] J. Pacheco, "¿Quién Fue El Padre De La Administración? (Introducción, Teorías Y Principios)", 2019. <https://www.webyempresas.com/quien-fue-el-padre-de-la-administracion-introduccion-teorias-y-principios/>.
- [121] L. F. Urwick y E. F. L. Brech, *The making of scientific management. Vol. 2, Management in British industry*. Management publications trust, 1957.
- [122] F. W. Taylor, *Scientific management*. Happer & Bros. Publishers, 1911.
- [123] E. A. Locke, "The ideas of Frederick W. Taylor: an evaluation", *Acad. Manag. Rev.*, vol. 7, núm. 1, pp. 14–24, 1982.
- [124] P. F. Drucker, "The emerging theory of manufacturing.", *Harv. Bus. Rev.*, vol. 68, núm. 3, pp. 94–102, 1990.
- [125] R. M. Barnes, "Motion and time study", 1949.
- [126] F. B. Gilbreth y L. M. Gilbreth, *Motion study for the handicapped*. G. Routledge & sons, Limited, 1920.
- [127] K. Shimokawa y T. Fujimoto, "The Birth of Lean. Lean Enterprise Institute". Inc, 2009.
- [128] T. Ohno, "Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production", *Product. Press*, p. 152, 1988, doi: 10.1108/eb054703.
- [129] F. Cabrillo, "Henry Ford, el hombre que popularizó el automóvil", 2017. <https://www.expansion.com/directivos/2017/07/23/5974857622601d62508b45a0.html> (consultado jul. 04, 2020).
- [130] P. F. Drucker, "Knowledge-worker productivity: the biggest challenge", *IEEE Eng. Manag. Rev.*, vol. 34, núm. 2, p. 29, 2006.
- [131] D. Gartman, "Origins of the assembly line and capitalist control of work at Ford", *Case Stud. labor Process*, pp. 193–205, 1979.
- [132] J. P. Womack, "Lean thinking: Where have we been and where are we going?", *Manuf. Eng.*, vol. 129, núm. 3, pp. L2–L6, 2002.
- [133] H. Ford, *Today and Tomorrow: Commemorative Edition of Ford's 1926 Classic*. Routledge, 2019.
- [134] W. J. Abernathy y K. B. Clark, "Innovation: Mapping the winds of creative destruction", *Res. Policy*, vol. 14, núm. 1, pp. 3–22, 1985.
- [135] A. Jardim, *The first Henry Ford: A study in personality and business leadership*. The MIT Press, 1970.
- [136] H. Ford, "Today and Tomorrow, reprint edition", *Cambridge, MA Pro*, 1988.
- [137] K. Williams, C. Haslam, J. Williams, A. Adcroft, y S. Johal, "The myth of the line: Ford's production of the Model T at Highland Park, 1909–16", *Bus. Hist.*, vol. 35, núm. 3, pp. 66–87, 1993.
- [138] Y. Muriel, "Henry Ford- El concepto de producción en serie", 2012. <https://yolandamuriel.com/2012/01/06/henry-ford-el-concepto-de-produccion-en-serie/> (consultado jul. 04, 2020).
- [139] M. Holweg, "The genealogy of lean production", *J. Oper. Manag.*, vol. 25, núm. 2, pp. 420–437, 2007.
- [140] J. P. Womack y D. T. Jones, "Banish waste and create wealth in your corporation", *Recuper.* https://www.kvimis.co.in/sites/kvimis.co.in/files/ebook_attachments/James, 2003.
- [141] Y. Monden, *Toyota production system: an integrated approach to just-in-time*. CRC Press, 2011.
- [142] P. G. Furst, "Lean six sigma-innovative safety management", 2007.
- [143] G. Leone y R. D. Rahn, *Fundamentals of flow manufacturing*. Flow Publishing, 2002.
- [144] T. Young, S. Brailsford, C. Connell, R. Davies, P. Harper, y J. H. Klein, "Using industrial processes to improve patient care", *Bmj*, vol. 328, núm. 7432, pp. 162–164, 2004.
- [145] T. Fujimoto, *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. Oxford university press, 1999.
- [146] D. Dinero, *Training within industry: The foundation of lean*. CRC Press, 2005.
- [147] C. R. Dooley, "The training within industry report 1940-1945", *Adv. Dev. Hum. Resour.*, vol. 3, núm. 2, pp. 127–289, 2001.
- [148] N. Rebozov, "Los orígenes de la Manufactura Lean y su aplicación en las PyMES argentinas", 2018. <https://medium.com/@nicolasrebozov/los-origenes-de-la-manufactura-lean-y-su-aplicacion-en-las-pymes-argentinas-72666562b6d> (consultado jul. 04, 2020).
- [149] Q. Lee, "Lean manufacturing essentials: Lean manufacturing defined and explained", *Manag. Serv.*, vol. 52, núm. 2, pp. 46–47, 2008.
- [150] K. Ishikawa, *What is total quality control? The Japanese way*. Prentice Hall, 1985.
- [151] W. E. Deming, *What happened in Japan?* Society of Quality Control Engineers, 1967.
- [152] W. M. Tsutsui, "W. Edwards Deming and the origins of quality control in Japan", *J. Jpn. Stud.*, vol. 22, núm. 2, pp. 295–325, 1996.
- [153] R. Aguayo, *Dr. Deming: The American who taught the Japanese about quality*. Simon and Schuster, 1991.
- [154] F. M. Gryna, R. C. H. Chua, y J. A. DeFeo, "Juran's Quality Planning and Analysis for Enterprise Quality, -Chapter 5", 2007.
- [155] J. M. Juran y F. M. Gryna, *Juran's quality control handbook*, vol. 4. McGraw-Hill New York, 1988.
- [156] 4PLMX, "4 gurús de mundo de la calidad y sus aportaciones", 2019. <https://www.4pl-mexico.com/4pl-mexico/4-gurus-de-mundo-de-la-calidad/> (consultado jul. 04, 2020).
- [157] J. P. Womack y D. T. Jones, "Beyond Toyota: how to root out waste and pursue perfection", *Harv. Bus. Rev.*, vol. 74, núm. 5, pp. 140–172, 1996.
- [158] M. Walton, "The deming management method. A perigee book", *New York, NY*, 1986.
- [159] Y. Sugimori, K. Kusunoki, F. Cho, y S. UCHIKAWA, "Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system", *Int. J. Prod. Res.*, vol. 15, núm. 6, pp. 553–564, 1977.
- [160] D. R. Towill, "Exploiting the DNA of the Toyota production system", *Int. J. Prod. Res.*, vol. 45, núm. 16, pp. 3619–3637, 2007.
- [161] E. Lander y J. K. Liker, "The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way", *Int.*

- J. Prod. Res.*, vol. 45, núm. 16, pp. 3681–3698, 2007.
- [162] A. Inkpen, “Learning, knowledge acquisition, and strategic alliances”, *Eur. Manag. J.*, vol. 16, núm. 2, pp. 223–229, 1998.
- [163] M. L. Emiliani, “Lean behaviors”, *Manag. Decis.*, 1998.
- [164] S. J. Spear, “Learning to lead at Toyota”, *Harv. Bus. Rev.*, vol. 82, núm. 5, pp. 78–91, 2004.
- [165] T. A. Earl, Murman, K. Bozdogan, J. Cutcher-Gershenfeld, H. McManus, y D. Nightin, “Lean Enterprise Value: Insights from MIT’s Lean Aerospace Initiative”, 2002.
- [166] W. J. Hopp y M. L. Spearman, “To pull or not to pull: what is the question?”, *Manuf. Serv. Oper. Manag.*, vol. 6, núm. 2, pp. 133–148, 2004.
- [167] J. S. Toussaint y L. L. Berry, “The promise of Lean in health care”, en *Mayo clinic proceedings*, 2013, vol. 88, núm. 1, pp. 74–82.
- [168] J. Bicheno y M. Holweg, *The lean toolbox*, vol. 4. PICSIE books Buckingham, 2000.
- [169] P. Ahlstrom, “Lean service operations: translating lean production principles to service operations”, *Int. J. Serv. Technol. Manag.*, vol. 5, núm. 5–6, pp. 545–564, 2004.
- [170] U. Dombrowski y T. Mielke, “Lean leadership—fundamental principles and their application”, *Procedia cirp*, vol. 7, pp. 569–574, 2013.
- [171] S. Bhasin, *Lean management beyond manufacturing*. Springer, 2015.
- [172] B. R. Staats, D. J. Brunner, y D. M. Upton, “Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider”, *J. Oper. Manag.*, vol. 29, núm. 5, pp. 376–390, 2011.
- [173] J. Kilpatrick, “Lean principles”, *Utah Manuf. Ext. Partnersh.*, vol. 68, núm. 1, pp. 1–5, 2003.
- [174] J. Bicheno y M. Holweg, *The lean toolbox: A handbook for lean transformation*. PICSIE books Buckingham, 2016.
- [175] T. Joosten, I. Bongers, y R. Janssen, “Application of lean thinking to health care: issues and observations”, *Int. J. Qual. Heal. care*, vol. 21, núm. 5, pp. 341–347, 2009.
- [176] R. Čiarnienė y M. Vienažindienė, “Lean manufacturing: theory and practice”, *Econ. Manag.*, vol. 17, núm. 2, pp. 726–732, 2012.
- [177] V. Jaiani, “Pull Production System”, *Six Sigma Free Training Site*, 2020. <http://www.sixsigmatrainingfree.com/pull-production-system.html> (consultado jun. 20, 2020).
- [178] F. G. Correa, “Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas”, *Rev. Raites*, vol. 1, núm. 2, pp. 85–112, 2007.
- [179] A. L. Grove, J. O. Meredith, M. Macintyre, J. Angelis, y K. Neailey, “Lean implementation in primary care health visiting services in National Health Service UK”, *Qual. Saf. Heal. Care*, vol. 19, núm. 5, pp. e43–e43, 2010.
- [180] C. M. Guimarães y J. C. de Carvalho, “Strategic outsourcing: a lean tool of healthcare supply chain management”, *Strateg. Outsourcing An Int. J.*, vol. 6, núm. 2, pp. 138–166, nov. 2013, doi: 10.1108/SO-11-2011-0035.
- [181] P. E. Plsek, *Accelerating health care transformation with lean and innovation: The Virginia Mason experience*. CRC Press, 2013.
- [182] S. Robinson, Z. J. Radnor, N. Burgess, y C. Worthington, “SimLean: Utilising simulation in the implementation of lean in healthcare”, *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 219, núm. 1, pp. 188–197, 2012.
- [183] I. A. Rawabdeh, “A model for the assessment of waste in job shop environments”, *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 2005.
- [184] P. Carter, “7 wastes”. 2011.
- [185] O. C. Gracia, F. J. E. Orantes, y F. H. Pérez, “Aplicación de la metodología Lean-Sigma en la solución de problemas en procesos de manufactura: Caso de Estudio”, *Cult. Científica y Tecnológica*, núm. 57, 2016.
- [186] Y. H. Kwak y F. T. Anbari, “Benefits, obstacles, and future of six sigma approach”, *Technovation*, vol. 26, núm. 5–6, pp. 708–715, 2006.
- [187] V. Ismyrlis y O. Moschidis, “Six Sigma’s critical success factors and toolbox”, *Int. J. Lean Six Sigma*, 2013.
- [188] R. Thakore, R. Dave, T. Parsana, y A. Solanki, “A review: six sigma implementation practice in manufacturing industries”, *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 4, núm. 11, pp. 63–69, 2014.
- [189] G. López, “METODOLOGÍA SIX-SIGMA: CALIDAD INDUSTRIAL.”, *Artículo Consult. en EBSCO, Baja California, México, Investig. del Inst. Ing. UABC*, 2001.
- [190] S. Solanki, “Analysis for reduction in process rejection of plastic moulding jar by using six sigma methodology”, *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 5, núm. 11, p. 1824, 2013.
- [191] S. E. A. Hamza, “Design process improvement through the DMAIC Six Sigma approach: a case study from the Middle East”, *Int. J. Six Sigma Compet. Advant.*, vol. 4, núm. 1, pp. 35–47, 2008.
- [192] J. E. Brady y T. T. Allen, “Six Sigma literature: a review and agenda for future research”, *Qual. Reliab. Eng. Int.*, vol. 22, núm. 3, pp. 335–367, 2006.
- [193] J. Goodman y J. Theukerkauf, “What’s wrong with Six Sigma”, *Qual. Control Appl. Stat.*, vol. 50, núm. 4, p. 403, 2005.
- [194] P. Catherwood, “What’s different about Six Sigma?”, *Manuf. Eng.*, vol. 81, núm. 4, pp. 186–189, 2002.
- [195] M. S. Raisinghani, H. Ette, R. Pierce, G. Cannon, y P. Daripaly, “Six Sigma: concepts, tools, and applications”, *Ind. Manag. Data Syst.*, 2005.
- [196] D. Manual, “Six Sigma methodology: reducing defects in business processes”, *Filtr. Sep.*, vol. 43, núm. 1, pp. 34–36, 2006.
- [197] D. Näslund, “Lean, six sigma and lean sigma: fads or real process improvement methods?”, *Bus. Process Manag. J.*, 2008.
- [198] J. De Mast y J. Lokkerbol, “An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving”, *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 139, núm. 2, pp. 604–614, 2012.
- [199] D. P. Clausing, “Total quality development”, *Mech. Eng.*, vol. 116, núm. 3, pp. 94–97, 1994.
- [200] G. Taguchi, *Taguchi methods, research and development*, vol. 1. Amer Supplier Inst, 1992.
- [201] G. A. Hazelrigg, *Systems engineering: an approach to information-based design*. Pearson College Division, 1996.
- [202] M. Harry y R. Schroeder, *Six Sigma: The breakthrough management strategy revolutionizing the world’s top corporations*. Crown Pub, 2005.
- [203] G. S. Easton y E. D. Rosenzweig, “The role of experience in six sigma project success: An empirical analysis of improvement projects”, *Qual. Control Appl. Stat.*, vol. 58, núm. 5, pp. 499–500, 2013.
- [204] V. Arumugam, J. Antony, y M. Kumar, “Linking learning and knowledge creation to project success in Six Sigma projects: An empirical investigation”, *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 141, núm. 1, pp. 388–402, 2013.
- [205] K. Srinivasan, S. Muthu, S. R. Devadasan, y C. Sugumaran, “Enhancing effectiveness of shell and tube heat exchanger through six sigma DMAIC phases”, *Procedia Eng.*, vol. 97, pp. 2064–2071, 2014.
- [206] D.-Y. Yeh, C.-H. Cheng, y M.-L. Chi, “A modified two-tuple FLC model for evaluating the performance of SCM: By the Six Sigma DMAIC process”, *Appl. Soft Comput.*, vol. 7, núm. 3, pp. 1027–1034, 2007.
- [207] A. B. Sin, S. Zailani, M. Iranmanesh, y T. Ramayah, “Structural equation modelling on knowledge creation in Six Sigma DMAIC project and its impact on organizational performance”, *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 168, pp. 105–117, 2015.

- [208] J. G. de Freitas, H. G. Costa, y F. T. Ferraz, “Impacts of Lean Six Sigma over organizational sustainability: A survey study”, *J. Clean Prod.*, vol. 156, pp. 262–275, 2017.
- [209] A. S. Abualsaud, A. A. Alhosani, A. Y. Mohamad, F. N. Al Eid, y I. Alsyouf, “Using six sigma DMAIC methodology to develop a facility layout for a new production line”, en *2019 8th International Conference on Modeling Simulation and Applied Optimization (ICMSAO)*, 2019, pp. 1–5.
- [210] B. Minetto, “¿Qué es DMAIC?”, *Blog de la Calidad*, 2019. <https://blogdelacalidad.com/que-es-dmaic/> (consultado jul. 10, 2020).
- [211] D. P. Lynch, S. Bertolino, y E. Cloutier, “How to scope DMAIC projects”, *Qual. Prog.*, vol. 36, núm. 1, pp. 37–41, 2003.
- [212] K. Srinivasan, S. Muthu, S. R. Devadasan, y C. Sugumaran, “Six Sigma through DMAIC phases: a literature review”, *Int. J. Product. Qual. Manag.*, vol. 17, núm. 2, pp. 236–257, 2016.
- [213] R. A. Munro, G. Ramu, y D. J. Zrymiak, *The certified six sigma green belt handbook*. Quality Press, 2015.
- [214] H. S. Gitlow, R. J. Melnyck, y D. M. Levine, *A guide to Six Sigma and process improvement for practitioners and students: Foundations, DMAIC, Tools, Cases, and Certification*. FT Press, 2015.
- [215] T. Pyzdek y P. A. Keller, “A complete guide for green belts, black belts, and managers at all levels”. New York: McGraw-Hill, 2003.
- [216] J. De Mast y J. Lokkerbol, “An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving”, *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 139, núm. 2, pp. 604–614, 2012, doi: 10.1016/j.ijpe.2012.05.035.
- [217] R. Shankar, *Process improvement using six sigma: a DMAIC guide*. Quality Press, 2009.
- [218] G. Arcidiacono, C. Calabrese, y K. Yang, *Leading Processes to Lead Companies: Lean Six Sigma: Kaizen Leader & Green Belt Handbook*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [219] H. S. Gitlow y D. M. Levine, *Six sigma for green belts and champions: foundations, DMAIC, tools, cases, and certification*. Pearson/Prentice Hall Saddle River, 2005.
- [220] M. Uluksan, “A comprehensive insight into the Six Sigma DMAIC toolbox”, *Int. J. Lean Six Sigma*, 2016.
- [221] Y. M. Awaj, A. P. Singh, y W. Y. Amedie, “QUALITY IMPROVEMENT USING STATISTICAL PROCESS CONTROL TOOLS IN GLASS BOTTLES MANUFACTURING COMPANY.”, *Int. J. Qual. Res.*, vol. 7, núm. 1, 2013.
- [222] Q. Zhang, M. Irfan, M. A. O. Khattak, X. Zhu, y M. Hassan, “Lean Six Sigma: a literature review”, *Interdiscip. J. Contemp. Res. Bus.*, vol. 3, núm. 10, pp. 599–605, 2012.
- [223] G. P. Jadhav, S. B. Jadhav, y A. Bhagat, “Six Sigma DMAIC Literature Review”, *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 6, núm. 12, pp. 117–122, 2015.
- [224] R. D. Snee, “Lean Six Sigma—getting better all the time”, *Int. J. Lean Six Sigma*, 2010.
- [225] J. Antony, K. Downey-Ennis, F. Antony, y C. Seow, “Can Six Sigma be the ‘cure’ for our ‘ailing’ NHS?”, *Leadersh. Heal. Serv.*, vol. 20, núm. 4, pp. 242–253, oct. 2007, doi: 10.1108/17511870710829355.
- [226] S. Salah, A. Rahim, y J. A. Carretero, “The integration of Six Sigma and lean management”, *Int. J. Lean Six Sigma*, 2010.
- [227] J. Antony, N. Krishan, D. Cullen, y M. Kumar, “Lean Six Sigma for higher education institutions (HELs)”, *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 2012.
- [228] A. Laureani y J. Antony, “Standards for lean six sigma certification”, *Int. J. Product. Perform. Manag.*, 2012.
- [229] J. Antony, M. Kumar, y C. N. Madu, “Six sigma in small-and medium-sized UK manufacturing enterprises”, *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 2005.
- [230] M. Kumar, J. Antony, y M. K. Tiwari, “Six Sigma implementation framework for SMEs—a roadmap to manage and sustain the change”, *Int. J. Prod. Res.*, vol. 49, núm. 18, pp. 5449–5467, 2011.
- [231] S. Morton, A. Berg, L. Levit, y J. Eden, *Finding what works in health care: standards for systematic reviews*. National Academies Press, 2011.
- [232] G. B. Jackson, “Methods for integrative reviews”, *Rev. Educ. Res.*, vol. 50, núm. 3, pp. 438–460, 1980.
- [233] K. Dickersin, H. Cooper, y L. V. Hedges, “Research registers”, *Handb. Res. Synth.*, pp. 71–83, 1994.
- [234] J. Randolph, “A guide to writing the dissertation literature review”, *Pract. Assessment, Res. Eval.*, vol. 14, núm. 1, p. 13, 2009.
- [235] W. S. Richardson, M. C. Wilson, J. Nishikawa, y R. S. Hayward, “The well-built clinical question: a key to evidence-based decisions”, *Acp j club*, vol. 123, núm. 3, pp. A12-3, 1995.
- [236] C. Counsell, “Formulating questions and locating primary studies for inclusion in systematic reviews”, *Ann. Intern. Med.*, vol. 127, núm. 5, pp. 380–387, 1997.
- [237] M. Marín-Martínez y M. Romero-Cuevas, “Búsqueda de información biomédica. Recursos en la nueva interfaz de PubMed”, *Cardiocre*, vol. 45, núm. 2, pp. 72–78, 2010.
- [238] M. R. Tramèr, D. J. M. Reynolds, R. A. Moore, y H. J. McQuay, “Impact of covert duplicate publication on meta-analysis: a case study”, *Bmj*, vol. 315, núm. 7109, pp. 635–640, 1997.
- [239] D. Moher, A. Liberati, J. Tetzlaff, y D. G. Altman, “Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement”, *Int J Surg*, vol. 8, núm. 5, pp. 336–341, 2010.
- [240] G. Urrútia y X. Bonfill, “Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis”, *Med. Clin. (Barc.)*, vol. 135, núm. 11, pp. 507–511, 2010.
- [241] S. Gupta, S. Kapil, y M. Sharma, “Improvement of laboratory turnaround time using lean methodology”, *Int. J. Health Care Qual. Assur.*, vol. 31, núm. 4, pp. 295–308, 2018, doi: 10.1108/IJHCQA-08-2016-0116.
- [242] H. De Koning, J. P. S. Verver, J. van den Heuvel, S. Bisgaard, y R. J. M. M. Does, “Lean six sigma in healthcare”, *J. Healthc. Qual.*, vol. 28, núm. 2, pp. 4–11, 2006.
- [243] A. V. Roth y R. Van Dierdonck, “Hospital resource planning: concepts, feasibility, and framework”, *Prod. Oper. Manag.*, vol. 4, núm. 1, pp. 2–29, 1995.
- [244] J. Vissers y R. Beech, *Health operations management: patient flow logistics in health care*. Psychology Press, 2005.
- [245] B. Ronen, J. S. Pliskin, y S. Pass, *Focused operations management for health services organizations*. John Wiley & Sons, 2012.
- [246] J. Downen y C. Jaeger, “Quality improvement of intravenous to oral medication conversion using Lean Six Sigma methodologies”, *BMJ Open Qual.*, vol. 9, núm. 1, 2020.
- [247] J. T. Flanary, N. R. Rocco, T. Dougherty, y M. S. Christman, “Use of Lean Six Sigma to Improve Access to Care in a Surgical Subspecialty Clinic”, *Mil. Med.*, vol. 185, núm. 5–6, pp. e887–e893, 2020.
- [248] M. Morgan-Cooke, “10 high impact changes for service improvement and delivery: a guide for NHS leaders”, *NHS Mod. Agency*, 2004.
- [249] D. Miller, “Going lean in health care”, *Cambridge, MA Inst. Healthc. Improv.*, 2005.
- [250] M. R. Chassin y J. M. Loeb, “High-reliability health care: getting there from here”, *Milbank Q.*, vol. 91, núm. 3, pp. 459–490, 2013.

- [251] P. E. Plsek y T. Greenhalgh, "The challenge of complexity in health care", *Bmj*, vol. 323, núm. 7313, pp. 625–628, 2001.
- [252] P. E. Plsek y T. Wilson, "Complexity, leadership, and management in healthcare organisations", *Bmj*, vol. 323, núm. 7315, pp. 746–749, 2001.
- [253] K. Silvester, R. Lendon, H. Bevan, R. Steyn, y P. Walley, "Reducing waiting times in the NHS: is lack of capacity the problem?", *Clin. Manag.*, vol. 12, núm. 3, 2004.
- [254] A. Tenera y L. C. Pinto, "A Lean Six Sigma (LSS) project management improvement model", *Procedia-Social Behav. Sci.*, vol. 119, pp. 912–920, 2014.
- [255] R. K. B. Navas, S. Prakash, y M. Mithun, "Six Sigma in Battery Assembly of Skid-Steer Loader", en *Advances in Simulation, Product Design and Development*, Springer, 2020, pp. 685–693.
- [256] M. G. Llopis, "Estimación estadística, modelado y análisis de la transmisión y coste de la variabilidad en procesos multi-etapa. Aplicación en la fabricación de baldosas cerámicas". Universitat Jaume I, 2010.
- [257] A. Aguezzoul y A. Nyongue, "A preliminary analysis on Lean Six Sigma application in healthcare", en *ICSSSM12*, 2012, pp. 714–717.
- [258] P. Mazzocato *et al.*, "How does lean work in emergency care? A case study of a lean-inspired intervention at the Astrid Lindgren Children's hospital, Stockholm, Sweden.", *BMC Health Serv. Res.*, vol. 12, núm. 1, p. 28, 2012, doi: 10.1186/1472-6963-12-28.
- [259] P. Mancosu *et al.*, "Applying Lean-Six-Sigma Methodology in radiotherapy: Lessons learned by the breast daily repositioning case", *Radiother. Oncol.*, vol. 127, núm. 2, pp. 326–331, 2018.
- [260] J. Antony y R. Banuelas, "Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program", *Meas. Bus. Excell.*, 2002.
- [261] R. Hilton, M. Balla, y A. S. Sohal, "Factors critical to the success of a Six-Sigma quality program in an Australian hospital", *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 19, núm. 9, pp. 887–902, sep. 2008, doi: 10.1080/14783360802224396.
- [262] Z. Ben Atallah y A. Ramudhin, "Improving healthcare reliability by integrating Six-sigma in a business process modeling and analysis strategy", en *2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2010, pp. 2234–2238.
- [263] J. De la Lama *et al.*, "Using Six Sigma tools to improve internal processes in a hospital center through three pilot projects", *Int. J. Healthc. Manag.*, vol. 6, núm. 3, pp. 158–167, 2013.
- [264] R. Sundar, A. N. Balaji, y R. S. Kumar, "A review on lean manufacturing implementation techniques", *Procedia Eng.*, vol. 97, núm. 1, pp. 1875–1885, 2014.
- [265] G. C. Niemeijer *et al.*, "The usefulness of lean six sigma to the development of a clinical pathway for hip fractures", *J. Eval. Clin. Pract.*, vol. 19, núm. 5, pp. 909–914, 2013.
- [266] D. Fillingham, "Can lean save lives?", *Leadersh. Heal. Serv.*, vol. 20, núm. 4, p. 231, 2007.
- [267] C. S. Kim, J. A. Hayman, J. E. Billi, K. Lash, y T. S. Lawrence, "The application of lean thinking to the care of patients with bone and brain metastasis with radiation therapy", *J. Oncol. Pract.*, vol. 3, núm. 4, pp. 189–193, 2007.
- [268] B. Poksinska, "The current state of Lean implementation in health care: literature review", *Qual. Manag. Healthc.*, vol. 19, núm. 4, pp. 319–329, 2010.
- [269] D. T. Jones, "Leaning healthcare", *Manag. Serv.*, vol. 50, núm. 2, pp. 16–17, 2006.
- [270] C. A. Sirio *et al.*, "Pittsburgh Regional Healthcare Initiative: a systems approach for achieving perfect patient care", *Health Aff.*, vol. 22, núm. 5, pp. 157–165, 2003.
- [271] E. W. Dickson, S. Singh, D. S. Cheung, C. C. Wyatt, y A. S. Nugent, "Application of lean manufacturing techniques in the emergency department", *J. Emerg. Med.*, vol. 37, núm. 2, pp. 177–182, 2009.
- [272] H. W. Hagg *et al.*, "Adaptation of lean methodologies for healthcare applications", 2007.
- [273] S. J. Spear, "Fixing healthcare from the inside: teaching residents to heal broken delivery processes as they heal sick patients", *Acad. Med.*, vol. 81, núm. 10, pp. S144–S149, 2006.
- [274] T. Papadopoulos y Y. Merali, "Stakeholder network dynamics and emergent trajectories of Lean implementation projects: a study in the UK National Health Service", *Public Money Manag.*, vol. 28, núm. 1, pp. 41–48, 2008.
- [275] M. L. Laursen y F. Gertsen, "Applying Lean Thinking in Hospitals – Exploring Implementation Difficulties", pp. 1–15, 2003.
- [276] M. Ballé y A. Régnier, "Lean as a learning system in a hospital ward", *Leadersh. Heal. Serv.*, 2007.
- [277] A. Damle *et al.*, "Elimination of waste: creation of a successful Lean colonoscopy program at an academic medical center", *Surg. Endosc.*, vol. 30, núm. 7, pp. 3071–3076, 2016.
- [278] S. Bhat, E. V Gijo, y N. A. Jnanesh, "Productivity and performance improvement in the medical records department of a hospital.", *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 65, núm. 1, pp. 98–125, ene. 2016, doi: 10.1108/IJPPM-04-2014-0063.
- [279] C. Verbano y M. Crema, "Applying lean management to reduce radiology turnaround times for emergency department", *Int. J. Health Plann. Manage.*, vol. 34, núm. 4, pp. e1711–e1722, 2019.
- [280] J. A. Bahensky, J. Roe, y R. Bolton, "Lean sigma---will it work for healthcare", *J. Healthc. Inf. Manag.*, vol. 19, núm. 1, pp. 39–44, 2005.
- [281] C. Jimmerson, D. Weber, y D. K. Sobek II, "Reducing waste and errors: piloting lean principles at Intermountain Healthcare", *Jt. Comm. J. Qual. Patient Saf.*, vol. 31, núm. 5, pp. 249–257, 2005.
- [282] A. Manos, M. Sattler, y G. Alukal, "Make healthcare lean", *Qual. Prog.*, vol. 39, núm. 7, p. 24, 2006.
- [283] S. S. Raab, C. Andrew-JaJa, J. L. Condel, y D. J. Dabbs, "Improving Papanicolaou test quality and reducing medical errors by using Toyota production system methods", *Am. J. Obstet. Gynecol.*, vol. 194, núm. 1, pp. 57–64, 2006.
- [284] D. L. Nelson-Peterson y C. J. Leppa, "Creating an environment for caring using lean principles of the Virginia Mason Production System", *JONA J. Nurs. Adm.*, vol. 37, núm. 6, pp. 287–294, 2007.
- [285] E. W. Dickson, Z. Anguelov, D. Vetterick, A. Eller, y S. Singh, "Use of lean in the emergency department: a case series of 4 hospitals", *Ann. Emerg. Med.*, vol. 54, núm. 4, pp. 504–510, 2009.
- [286] D. I. Ben-Tovim *et al.*, "Lean thinking across a hospital: redesigning care at the Flinders Medical Centre", *Aust. Heal. Rev.*, vol. 31, núm. 1, p. 10, 2007, doi: 10.1071/AH070010.
- [287] J. Aherne, "Think lean", *Nurs. Manag. (through 2013)*, vol. 13, núm. 10, p. 13, 2007.
- [288] G. S. Kaplan y S. H. Patterson, "Seeking perfection in healthcare. A case study in adopting Toyota Production System methods.", *Healthc. Exec.*, vol. 23, núm. 3, pp. 16–18, 2008.
- [289] L. Massey y S. Williams, "CANDO: implementing change in an NHS Trust", *Int. J. Public Sect. Manag.*, 2005.
- [290] J. Ng y J. Harrison, "Key performance indicators for clinical pharmacy services in New Zealand public hospitals: stakeholder perspectives", *J. Pharm. Heal. Serv. Res.*, vol. 1, núm. 2, pp. 75–84, 2010.
- [291] O. Kalinichenko, C. A. F. Amado, y S. P. Santos, "Performance assessment in primary health care: a systematic literature review", *Faro CEFAGE-UE*, 2013.

- [292] I. Aniza y A. Suhaila, "Clients satisfactions in ISO certified health clinic in Klinik Kesihatan Bandar Baru Bangi, Selangor and its associated factors", 2011.
- [293] J. W. De Jager, A. T. Du Plooy, y M. F. Ayadi, "Delivering quality service to in-and out-patients in a South African public hospital", *African J. Bus. Manag.*, vol. 4, núm. 2, pp. 133–139, 2010.
- [294] J. K. Bandyopadhyay y K. Coppens, "The use of six sigma in healthcare", *Intl J Prod Qual Manag*, vol. 5, núm. 1, pp. v1–v12, 2005.
- [295] J. Antony, "Six sigma and its role in financial services", *TQM Mag.*, 2007.
- [296] A. Anvari, N. Zulkifli, y R. M. Yusuff, "A dynamic modeling to measure lean performance within lean attributes", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 66, núm. 5–8, pp. 663–677, may 2013, doi: 10.1007/s00170-012-4356-0.
- [297] J. E. Durbin, "Continuous improvement of patient flow efficiency through lean implementation: Technology and a case study", *J. Med. Pract. Manag. MPM*, vol. 34, núm. 1, pp. 48–51, 2018.
- [298] M. L. Delgado Montes, "Lean Healthcare en la mejora de procesos y operaciones de un Hospital", 2016.
- [299] J. Heuvel, R. Does, y S. Bisgaard, "Dutch hospital implements six sigma", en *Six Sigma Forum Magazine*, 2005, vol. 4, núm. 2, pp. 11–14.
- [300] M. Cowing, C. M. Davino-Ramaya, K. Ramaya, y J. Szmerekovsky, "Health care delivery performance: service, outcomes, and resource stewardship", *Perm. J.*, vol. 13, núm. 4, p. 72, 2009.
- [301] L. Fogarty *et al.*, "Job satisfaction and retention of health-care providers in Afghanistan and Malawi", *Hum. Resour. Health*, vol. 12, núm. 1, p. 11, 2014.
- [302] V. Pulakanam y K. E. Voges, "Adoption of Six Sigma: review of empirical research", *Int. Rev. Bus. Res. Pap.*, vol. 6, núm. 5, pp. 149–163, 2010.
- [303] J. Antony y D. A. Desai, "Assessing the status of six sigma implementation in the Indian industry", *Manag. Res. News*, 2009.
- [304] J. R. Rivers, "Strategic issues forecast 2015", *Am. Hosp. Assoc. Comm. Res.*, 2010.
- [305] M. Mutingi, R. Monageng, y C. Mbohwa, "Lean healthcare implementation in Southern Africa: a SWOT analysis", en *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 2015, vol. 2.
- [306] F. D. Cifone, A. Portioli-Staudacher, y A. Silla, "Lean Healthcare: How to Start the Lean Journey", en *European Lean Educator Conference*, 2019, pp. 321–329.
- [307] G. Dileep y S. S. Rau, "Applying Six-Sigma in health service: a study of critical success factors, critical to quality characteristics and key performance indicators in medium scale hospitals", *Inf. Sci. Comput.*, vol. 3, núm. 1, pp. 25–31, 2009.
- [308] J. Towne, "Going 'lean' streamlines processes, empowers staff and enhances care.", *Hosp. Heal. networks*, vol. 80, núm. 10, pp. 34–35, 2006.
- [309] S. Bushell, B. Shelest, y J. Mobley, "Discovering lean thinking at progressive healthcare", *J. Qual. Particip.*, vol. 25, núm. 2, pp. 20–25, 2002, [En línea]. Disponible en: <http://search.proquest.com/openview/38b0bdee96399a40130ec27ac7095e0f/1?pq-origsite=gscholar>.
- [310] S. Endsley, M. K. Magill, y M. Godfrey, "Creating a lean practice", *Fam. Pract. Manag.*, vol. 13, núm. 4, p. 34, 2006.
- [311] T. P. Young y S. I. McClean, "A critical look at Lean Thinking in healthcare", *BMJ Qual. Saf.*, vol. 17, núm. 5, pp. 382–386, 2008.
- [312] A. Esain, S. Williams, y L. Massey, "Combining planned and emergent change in a healthcare lean transformation", *Public Money Manag.*, vol. 28, núm. 1, pp. 21–26, 2008.
- [313] M. Amran, F. Januddi, S. Nuraina, A. W. M. Ikbar, y S. Khairanum, "The Barriers in Lean Healthcare Implementation", *Test Eng. Manag.*, vol. 82, pp. 1972–1981, 2020.
- [314] T.-W. Leong y P.-L. Teh, "Critical success factors of Six Sigma in original equipment manufacturer company in Malaysia", *Int. J. Synerg. Res.*, vol. 1, núm. 1, pp. 7–21, 2012.
- [315] D. Setijono, A. Laureani, y J. Antony, "Critical success factors for the effective implementation of Lean Sigma", *Int. J. Lean Six Sigma*, 2012.
- [316] N. F. Habidin, C. M. Z. C. Omar, H. Kamis, N. A. M. Latip, y N. Ibrahim, "Confirmatory factor analysis for lean healthcare practices in Malaysian healthcare industry", *J. Contemp. Issues Thought*, vol. 2, pp. 17–29, 2012.
- [317] P. A. Charnel y S. B. Frampton, "Building the business case for patient-centered care", *Heal. Financ Manag.*, vol. 62, núm. 3, pp. 80–85, 2008.
- [318] J. C. Pinho, "TQM and performance in small medium enterprises", *Int. J. Qual. Reliab. Manag.*, 2008.
- [319] N. Ali, N. F. Habidin, N. H. Jamaludin, N. A. Khaidir, y N. A. Shazali, "Customer relationship management and organizational performance in Malaysian healthcare industry", *Int. J. Adv. Res. Technol.*, vol. 2, núm. 1, pp. 1–5, 2013.
- [320] N. F. Habidin, A. F. M. Zubir, J. Conding, N. A. S. L. Jaya, y S. Hashim, "Sustainable manufacturing practices, sustaining lean improvements and sustainable performance in Malaysian automotive industry", *World Rev. Entrep. Manag. Sustain. Dev.*, vol. 9, núm. 4, pp. 444–459, 2013.
- [321] N. A. Khaidir, N. F. Habidin, N. Ali, N. A. Shazali, y N. H. Jamaludin, "Six Sigma practices and organizational performance in Malaysian healthcare industry", *IOSR J. Bus. Manag.*, vol. 6, núm. 5, pp. 29–37, 2013.
- [322] P. A. Gabow y P. L. Goodman, *The lean prescription: powerful medicine for our ailing healthcare system*. CRC Press, 2014.
- [323] B. Steinfeld *et al.*, "The role of lean process improvement in implementation of evidence-based practices in behavioral health care", *J. Behav. Health Serv. Res.*, vol. 42, núm. 4, pp. 504–518, 2015.
- [324] T. T. Allen, S.-H. Tseng, K. Swanson, y M. A. McClay, "Improving the hospital discharge process with Six Sigma methods", *Qual. Eng.*, vol. 22, núm. 1, pp. 13–20, 2009.
- [325] M. Maciel-Monteon, J. Limon-Romero, C. Gastelum-Acosta, D. Tlapa, Y. Baez-Lopez, y H. A. Solano-Lamphar, "Measuring Critical Success Factors for Six Sigma in Higher Education Institutions: Development and Validation of a Surveying Instrument", *IEEE Access*, vol. 8, pp. 1813–1823, 2019.
- [326] A. Agnetis, C. Bianciardi, y N. Iasparrá, "Integrating lean thinking and mathematical optimization: A case study in appointment scheduling of hematological treatments", *Oper. Res. Perspect.*, vol. 6, p. 100110, 2019.
- [327] K. L. Guo y D. Anderson, "The new health care paradigm", *Leadersh. Heal. Serv.*, 2005.
- [328] J. Curry, C. McGregor, y S. Tracy, "A communication tool to improve the patient journey modeling process", en *2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2006, pp. 4726–4730.
- [329] C. S. Kim, D. A. Spahlinger, J. M. Kin, y J. E. Billi, "Lean health care: what can hospitals learn from a world-class automaker?", *J. Hosp. Med. an Off. Publ. Soc. Hosp. Med.*, vol. 1, núm. 3, pp. 191–199, 2006.
- [330] J. Van den Heuvel, R. J. M. M. Does, y H. De Koning, "Lean Six Sigma in a hospital", *Int. J. Six Sigma Compet. Advant.*, vol. 2, núm. 4, pp. 377–388, 2006.

- [331] D. Lembrick, "Implementation of Lean Principles at the University of Michigan Orthotics and Prosthetics Center Based on the Implementation Method Outlined in Lean Thinking", 2007.
- [332] K. H. Aij, "Lean Leadership Health Care: enhancing peri-operative processes in a hospital", 2015.
- [333] S. Willcocks, "Clinical leadership in UK health care: exploring a marketing perspective", *Leadersh. Heal. Serv.*, 2008.
- [334] E. H. Schein, "Organizational Culture and Leadership, 4th Edn San Francisco". CA: Jossey-Bass.[Google Scholar], 2010.
- [335] D. Mann, *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. CRC Press, 2014.
- [336] J. K. Liker, "Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer.-McGraw-Hill, New York ua". 2004.
- [337] P. Hines, M. Holweg, y N. Rich, "Learning to evolve", *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 2004.
- [338] C. Johnson *et al.*, "Linking lean healthcare to six sigma: An emergency department case study", *IIE Annu. Conf.*, vol. 1, 2004.
- [339] T. D. Woodard, "Addressing variation in hospital quality: is Six Sigma the answer?", *J. Healthc. Manag.*, vol. 50, núm. 4, p. 226, 2005.
- [340] M. Herasuta, "A 'Lean' Laboratory", *Lab. Med.*, vol. 38, núm. 3, pp. 143–144, 2007.
- [341] K. J. Goonan, "Caring culture and results focus lead to Baldrige Award", *Qual. Prog.*, vol. 40, núm. 3, p. 41, 2007.
- [342] A. H. Caton-hughes, S. C. Bradt, C. J. Martin, B. Hughes, M. Russell, y L. Rossetti, "Leadership, Communications, Workforce Engagement: essential elements in the successful application of Lean in the NHS", *Workforce*, 2007.
- [343] P. Walley, "Designing the accident and emergency system: lessons from manufacturing", *Emerg. Med. J.*, vol. 20, núm. 2, pp. 126–130, 2003.
- [344] L. Locock, "Healthcare redesign: meaning, origins and application", *BMJ Qual. Saf.*, vol. 12, núm. 1, pp. 53–57, 2003.
- [345] Z. Radnor y B. Lovell, "Success factors for implementation of the balanced scorecard in a NHS multi-agency setting", *Int. J. Health Care Qual. Assur.*, 2003.
- [346] L. B. M. Costa, M. G. Filho, A. F. Rentes, T. M. Bertani, y R. Mardegan, "Lean healthcare in developing countries: evidence from Brazilian hospitals", *Int. J. Heal. Plan. Manag. VO - 32*, núm. 1, p. 99, 2017, doi: 10.1002/hpm.2331.
- [347] J. B. Carson, P. E. Tesluk, y J. A. Marrone, "Shared leadership in teams: An investigation of antecedent conditions and performance", *Acad. Manag. J.*, vol. 50, núm. 5, pp. 1217–1234, 2007.
- [348] J. S. Arlbjorn, H. D. Haas, y K. B. Munksgaard, "Exploring supply chain innovation, Logistics Research 3 (1): 3–18". 2011.
- [349] Y. Li, Y. Zhao, y Y. Liu, "The relationship between HRM, technology innovation and performance in China", *Int. J. Manpow.*, 2006.
- [350] S. M. Lee, D. Lee, y M. J. Schniederjans, "Supply chain innovation and organizational performance in the healthcare industry", *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 2011.
- [351] S. Jauhar, P. Tilasi, y R. Choudhary, "Integrating Lean Six Sigma and supply chain practices for improving the supply chain performance", *Undergrad. Acad. Res. J.*, vol. 1, núm. 1, pp. 67–74, 2012.
- [352] N. F. Habidin, N. A. Shazali, N. Ali, N. A. Khaidir, y O. Jusoh, "The impact of lean healthcare practice on healthcare performance: the mediating role of supply chain innovation in Malaysian healthcare industry", *Int. J. Crit. Account.*, vol. 8, núm. 1, pp. 79–93, 2016.
- [353] A. Kumar, L. Ozdamar, y C. N. Zhang, "Supply chain redesign in the healthcare industry of Singapore", *Supply Chain Manag. An Int. J.*, 2008.
- [354] J. Antony, "Six sigma for service processes", *Bus. Process Manag. J.*, 2006.
- [355] R. Basu, *Implementing six sigma and lean*. Routledge, 2009.
- [356] M. Sinha y D. Firka, "Six Sigma: an evolutionary analysis through case studies", *TQM J.*, 2010.
- [357] K. Linderman, R. G. Schroeder, y A. S. Choo, "Six Sigma: The role of goals in improvement teams", *J. Oper. Manag.*, vol. 24, núm. 6, pp. 779–790, 2006.
- [358] D. Branco, A. M. Wicks, y J. K. Visich, "Using quality tools and methodologies to improve a hospital's quality position", *Hosp. Top.*, vol. 95, núm. 1, pp. 10–17, 2017.
- [359] R. Ramaswamy, C. Rothschild, F. Alabi, E. Wachira, F. Muigai, y N. Pearson, "Using Value Stream Mapping to improve quality of care in low-resource facility settings", *Int. J. Qual. Heal. Care*, pp. 1–5, 2017.
- [360] A. Nielsen, "Getting started with value stream mapping", *Gardiner Nielsen Assoc. Inc., Salt Spring Isl.*, 2008.
- [361] J. Arthur, *Lean Six Sigma for hospitals: Simple steps to fast, affordable, and flawless Healthcare*. McGraw-Hill New York, NY, 2011.
- [362] D. B. Henrique, A. F. Rentes, M. Godinho Filho, y K. F. Esposto, "A new value stream mapping approach for healthcare environments.", *Prod. Plan. Control*, vol. 27, núm. 1, pp. 24–48, ene. 2016, [En línea]. Disponible en: <http://10.0.4.56/09537287.2015.1051159>.
- [363] D. Tapping, S. F. Kozlowski, y L. Archbold, *Value stream management for Lean healthcare: Four steps to planning, mapping, implementing and controlling improvements in all types of healthcare environments*. MCS Media, 2009.
- [364] P. S. Gill, "Application of value stream mapping to eliminate waste in an emergency room", *Glob. J. Med. Res.*, vol. 12, núm. 6, pp. 51–56, 2012.
- [365] U. K. Teichgräber y M. de Bucourt, "Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents", *Eur. J. Radiol.*, vol. 81, núm. 1, pp. e47–e52, 2012.
- [366] N. Ö. Doğan y O. Unutulmaz, "Lean production in healthcare: a simulation-based value stream mapping in the physical therapy and rehabilitation department of a public hospital.", *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 27, núm. 1/2, pp. 64–80, ene. 2016, [En línea]. Disponible en: <http://10.0.4.56/14783363.2014.945312>.
- [367] T. K. Kamma, *Framework for lean thinking approach to healthcare organizations: Value stream mapping to reduce patient waiting time*. Southern Illinois University at Carbondale, 2010.
- [368] P. Schwarz *et al.*, "Lean processes for optimizing OR capacity utilization: prospective analysis before and after implementation of value stream mapping (VSM)", *Langenbeck's Arch. Surg.*, vol. 396, núm. 7, p. 1047, 2011.
- [369] S. H. A. Haron y R. Ramlan, "Patient process flow improvement: value stream mapping", *J. Manag. Res.*, vol. 7, núm. 2, pp. 495–505, 2015.
- [370] R. Gapp, R. Fisher, y K. Kobayashi, "Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system", *Manag. Decis.*, 2008.
- [371] S. K. Ho, S. Cicmil, y C. K. Fung, "The Japanese 5-S practice and TQM training", *Train. Qual.*, 1995.
- [372] H. Hirano, *JIT Implementation Manual--The Complete Guide to Just-In-Time Manufacturing: Volume 2--Waste and the 5S's*. Crc Press, 2016.
- [373] M. Rubin y H. Hirano, "5S for operators". Productivity Press, New York, 1996.
- [374] T. L. Jackson, *5S for healthcare*. CRC Press, 2017.
- [375] M. Imai y G. Kaizen, "A commonsense approach to a continuous improvement strategy", *E-Mc Graw Hill*, 2012.
- [376] D. Hadfield, *Lean Healthcare: Implementing 5s in Lean or Six SIGMA Projects: 5 Keys for Improving the Workplace Environment*. MCS

- Media, 2006.
- [377] M. of H. and S. Welfare, "Implementation guideline for 5S-CQI-TQM approaches in Tanzania: Foundation of all Quality Improvement Programme". The United Republic of Tanzania Dar es Salaam, 2009.
- [378] W. Jayantha, S. Sridharan, y S. Kanamori, "National guidelines for improvement of quality and safety of healthcare institutions (Quality Series No. 1: For Line Ministry and Provincial Hospitals)", *Colombo Minist. Heal. Sri Lanka*, 2010.
- [379] S. Kanamori, S. Sow, M. C. Castro, R. Matsuno, A. Tsuru, y M. Jimba, "Implementation of 5S management method for lean healthcare at a health center in Senegal: a qualitative study of staff perception", *Glob. Health Action*, vol. 8, núm. 1, p. 27256, 2015.
- [380] L. H. Ikuma y I. Nahmens, "Making safety an integral part of 5S in healthcare", *Work*, vol. 47, núm. 2, pp. 243–251, 2014.
- [381] F. R. Farrokhi, M. Gunther, B. Williams, y C. C. Blackmore, "Application of lean methodology for improved quality and efficiency in operating room instrument availability", *J. Healthc. Qual.*, 2013.
- [382] J. H. T. Waldhausen, J. R. Avansino, A. Libby, y R. S. Sawin, "Application of lean methods improves surgical clinic experience", *J. Pediatr. Surg.*, vol. 45, núm. 7, pp. 1420–1425, 2010.
- [383] J. Rutledge, M. Xu, y J. Simpson, "Application of the Toyota Production System improves core laboratory operations", *Am. J. Clin. Pathol.*, vol. 133, núm. 1, pp. 24–31, 2010.
- [384] R. Chadha, A. Singh, y J. Kalra, "Lean and queuing integration for the transformation of health care processes", *Clin. Gov. An Int. J.*, 2012.
- [385] O. Al-Araidah, A. Momani, M. Khasawneh, y M. Momani, "Lead-time reduction utilizing lean tools applied to healthcare: The inpatient pharmacy at a local hospital", *J. Healthc. Qual.*, vol. 32, núm. 1, pp. 59–66, 2010.
- [386] N. Withanachchi, W. Karandagoda, y Y. Handa, "A performance improvement programme at a public hospital in Sri Lanka: an introduction", *J. Health Organ. Manag.*, 2004.
- [387] M. Cyger, "Lean six sigma dictionary: Kaizen", *iSixSigma*, 2020. <https://www.isixsigma.com/dictionary/kaizen/> (consultado jul. 20, 2020).
- [388] M. Malmbrandt y P. Åhlström, "An instrument for assessing lean service adoption", *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 2013.
- [389] M. F. Suárez-Barraza y J. Á. Miguel-Dávila, "Assessing the design, management and improvement of Kaizen projects in local governments", *Bus. Process Manag. J.*, 2014.
- [390] S. A. Melnyk, R. J. Calantone, F. L. Montabon, y R. T. Smith, "Short-term action in pursuit of long-term improvements: introducing Kaizen events", *Prod. Invent. Manag. J.*, vol. 39, núm. 4, p. 69, 1998.
- [391] J. Comtois, Y. Paris, T. G. Poder, y S. Chaussé, "The organizational benefits of the Kaizen approach at the Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CHUS)", *Sante Publique*, vol. 25, núm. 2, pp. 169–177, 2013.
- [392] A. C. Laraia, P. E. Moody, y R. W. Hall, *The kaizen blitz: accelerating breakthroughs in productivity and performance*. John Wiley & Sons, 1999.
- [393] J. Natale, R. Uppal, y S. Wang, "Improving Kaizen event success in healthcare through shorter event duration", *Int. J. Collab. Enterp.*, vol. 4, núm. 1–2, pp. 3–16, 2014.
- [394] S. C. Martin, P. K. Greenhouse, A. M. Kowinsky, R. L. McElheny, C. R. Petras, y D. T. Sharbaugh, "Rapid improvement event: an alternative approach to improving care delivery and the patient experience", *J. Nurs. Care Qual.*, vol. 24, núm. 1, pp. 17–24, 2009.
- [395] D. M. C. Ferreira y T. A. Saurin, "A complexity theory perspective of kaizen: a study in healthcare", *Prod. Plan. Control*, vol. 30, núm. 16, pp. 1337–1353, 2019.
- [396] M. Zanin, S. Wang, y M. Hillman, "Implementing a Kaizen in an aged and over-utilized hospital emergency department", en *IIE Annual Conference. Proceedings*, 2011, p. 1.
- [397] G. Smith, A. Poteat-Godwin, L. M. Harrison, y G. D. Randolph, "Applying Lean principles and Kaizen rapid improvement events in public health practice", *J. Public Heal. Manag. Pract.*, vol. 18, núm. 1, pp. 52–54, 2012.
- [398] A. C. Fontcuberta, *Gestión de la calidad en los servicios asistenciales LEAN HEALTHCARE*, 1º Ed. Barcelona: Comtec, 2015.
- [399] T. Naik *et al.*, "A structured approach to transforming a large public hospital emergency department via lean methodologies", *J. Healthc. Qual.*, vol. 34, núm. 2, pp. 86–97, 2012, doi: <https://dx.doi.org/10.1111/j.1945-1474.2011.00181.x>.
- [400] M. L. Junior y M. Godinho Filho, "Variations of the kanban system: Literature review and classification", *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 125, núm. 1, pp. 13–21, 2010.
- [401] R. J. GRAVES, J. M. KONOPKA, y R. J. MILNE, "Literature review of material flow control mechanisms", *Prod. Plan. Control*, vol. 6, núm. 5, pp. 395–403, 1995.
- [402] C. S. Kumar y R. Panneerselvam, "Literature review of JIT-KANBAN system", *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 32, núm. 3–4, pp. 393–408, 2007.
- [403] C. J. Lin, F. F. Chen, y Y. M. Chen, "Knowledge kanban system for virtual research and development", *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 29, núm. 3, pp. 119–134, 2013.
- [404] I. A. Kouri, T. J. Salmimaa, y I. H. Vilpola, "The principles and planning process of an electronic kanban system", en *Novel algorithms and techniques in telecommunications, automation and industrial electronics*, Springer, 2008, pp. 99–104.
- [405] H. Kniberg y M. Skarin, "Kanban vs. Scrum: How to make the most of both", *From C4media* (<http://www.infoq.com/minibooks/kanban-scrum-minib>), 2009.
- [406] K. Takahashi y D. Hirotoni, "Comparing CONWIP, synchronized CONWIP, and Kanban in complex supply chains", *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 93, pp. 25–40, 2005.
- [407] J.-A. Pettersen y A. Segerstedt, "Restricted work-in-process: A study of differences between Kanban and CONWIP", *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 118, núm. 1, pp. 199–207, 2009.
- [408] B. Singh, S. K. Garg, S. K. Sharma, y C. Grewal, "Lean implementation and its benefits to production industry", *Int. J. lean six sigma*, 2010.
- [409] A. Naufal, A. Jaffar, N. Yusoff, y N. Hayati, "Development of Kanban system at local manufacturing company in Malaysia—case study", *Procedia Eng.*, vol. 41, pp. 1721–1726, 2012.
- [410] Q. Gong, Y. Yang, y S. Wang, "Information and decision-making delays in MRP, KANBAN, and CONWIP", *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 156, pp. 208–213, 2014.
- [411] J. M. Gross y K. R. McInnis, *Kanban made simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. Amacom, 2003.
- [412] S. Landry y R. Philippe, "How logistics can service healthcare", en *Supply Chain Forum: An International Journal*, 2004, vol. 5, núm. 2, pp. 24–30.

- [413] S. Landry y M. Beaulieu, "Achieving lean healthcare by combining the two-bin kanban replenishment system with RFID technology", *Int. J. Heal. Manag. Inf.*, vol. 1, núm. 1, pp. 85–98, 2010.
- [414] A. Persona, D. Battini, y C. Rafele, "Hospital efficiency management: the just-in-time and Kanban technique", *Int. J. Healthc. Technol. Manag.*, vol. 9, núm. 4, pp. 373–391, 2008.
- [415] S. Landry, J.-P. Blouin, y M. Beaulieu, "Réapprovisionnement des unités de soins: Portrait de six hôpitaux québécois et français", *Logistique Manag.*, vol. 12, núm. suppl., pp. 13–20, 2004.
- [416] G. Leone y R. D. Rahn, *Lean in the OR*. Flow Publishing Inc, 2010.
- [417] C. Zepeda, D. Tlapa, Y. Baez-Lopez, J. Limon-Romero, G. Tortorella, y A. Alvarado-Iniesta, "Effects of lean healthcare on patient flow: a systematic review", *PROSPERO 2019 CRD42019128837*, 2019. .
- [418] J. McGowan, M. Sampson, D. M. Salzwedel, E. Cogo, V. Foerster, y C. Lefebvre, "PRESS Peer Review of Electronic Search Strategies: 2015 Guideline Statement", *J. Clin. Epidemiol.*, vol. 75, pp. 40–46, jul. 2016, doi: 10.1016/j.jclinepi.2016.01.021.
- [419] Effective Practice and Organisation of Care (EPOC), "EPOC Taxonomy", 2015.
- [420] Cochrane Effective Practice and Organisation of Care (EPOC), "What outcomes should be reported in Cochrane Effective Practice and Organisation of Care (EPOC) reviews?", *EPOC Resources for review authors*, 2017. .
- [421] The Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS), "Medicare Hospital Compare Overview", *Hospital Compare Medicare.gov*, 2019. .
- [422] Centers for Medicare & Medicaid Services, "HCAHPS Survey", *HCAHPS Online*, 2019. .
- [423] J. Sterne, J. Higgins, R. Elbers, B. Reeves, y The Development group for ROBINS-I, "Risk Of Bias In Non-randomized Studies of Interventions (ROBINS-I): detailed guidance", 2016. .
- [424] J. Sterne *et al.*, "ROBINS-I: A tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions", *BMJ*, vol. 355, núm. i4949, 2016, doi: 10.1136/bmj.i4919.
- [425] E. W. Dickson, Z. Anguelov, D. Vetterick, A. Eller, y S. Singh, "Use of Lean in the Emergency Department: A Case Series of 4 Hospitals", *Ann. Emerg. Med.*, vol. 54, núm. 4, pp. 504–510, oct. 2009, doi: 10.1016/j.annemergmed.2009.03.024.
- [426] S. Y. Lin, D. Gavney, S. L. Ishman, y J. Cady-Reh, "Use of lean sigma principles in a tertiary care otolaryngology clinic to improve efficiency", *Laryngoscope*, vol. 123, núm. 11, pp. 2643–2648, nov. 2013, doi: 10.1002/lary.24110.
- [427] J. L. Wiler *et al.*, "Rapid Process Optimization: A Novel Process Improvement Methodology to Innovate Health Care Delivery", *Am. J. Med. Qual.*, vol. 32, núm. 2, pp. 172–177, mar. 2017, doi: 10.1177/1062860616637683.
- [428] E. W. Dickson, S. Singh, D. S. Cheung, C. C. Wyatt, y A. S. Nugent, "Application of Lean Manufacturing Techniques in the Emergency Department", *J. Emerg. Med.*, vol. 37, núm. 2, pp. 177–182, ago. 2009, doi: 10.1016/j.jemermed.2007.11.108.
- [429] P. Mazzocato *et al.*, "How does lean work in emergency care? A case study of a lean-inspired intervention at the Astrid Lindgren Children's hospital, Stockholm, Sweden", *BMC Health Serv. Res.*, vol. 12, núm. 28, p. 13, 2012, doi: 10.1186/1472-6963-12-28.
- [430] C. F. Pinto, S. M. Coelho, R. D. Calado, y M. B. Silva, "Access Improvement using Lean Healthcare for Radiation Treatment in a Public Hospital", *IFAC Proc. Vol.*, vol. 46, núm. 6th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics, pp. 247–253, sep. 2013, [En línea]. Disponible en: <http://10.0.12.110/20130911-3-BR-3021.00048>.
- [431] W. Ulhassan *et al.*, "Antecedents and characteristics of lean thinking implementation in a swedish hospital: A case study", *Qual. Manag. Health Care*, vol. 22, núm. 1, pp. 48–61, ene. 2013, doi: 10.1097/QMH.0b013e31827dec5a.
- [432] M. J. Vermeulen *et al.*, "Evaluation of an emergency department lean process improvement program to reduce length of stay", *Ann. Emerg. Med.*, vol. 64, núm. 5, pp. 427–438, nov. 2014, doi: 10.1016/j.annemergmed.2014.06.007.
- [433] L. Rutman, K. Stone, J. Reid, G. A. T. Woodward, y R. Migita, "Improving patient flow using lean methodology: an emergency medicine experience", *Curr. Treat. Options Pediatr.*, vol. 1, núm. 4, pp. 359–371, oct. 2015, doi: 10.1007/s40746-015-0038-0.
- [434] G. Narayanamurthy y A. Gurumurthy, "Lean thinking in health care sector: experience from an indian hospital", 2014. doi: 10.1046/j.1365-2958.2003.03525.x.
- [435] A.-M. Kelly, M. Bryant, L. Cox, y D. Jolley, "Improving emergency department efficiency by patient streaming to outcomes-based teams", *Aust. Heal. Rev.*, vol. 31, núm. 1, pp. 16–21, 2007, doi: 10.1071/ah070016.
- [436] A. L. Ford *et al.*, "Reducing Door-to-Needle Times Using Toyota's Lean Manufacturing Principles and Value Stream Analysis", *Stroke*, vol. 43, núm. 12, pp. 3395–3398, 2012, doi: 10.1161/strokeaha.112.670687.
- [437] S. Ieraci, E. Digiusto, P. Sonntag, L. Dann, y D. Fox, "Streaming by case complexity: Evaluation of a model for emergency department Fast Track", *EMA - Emerg. Med. Australas.*, vol. 20, núm. 3, pp. 241–249, 2008, doi: 10.1111/j.1742-6723.2008.01087.x.
- [438] A. Eller, "Rapid assessment and disposition: applying LEAN in the emergency department.", *J. Healthc. Qual.*, vol. 31, núm. 3, pp. 17–22, 2009, doi: 10.1111/j.1945-1474.2009.00026.x.
- [439] R. Migita, M. Del Beccaro, D. Cotter, y G. A. Woodward, "Emergency department overcrowding: Developing emergency department capacity through process improvement", *Clin. Pediatr. Emerg. Med.*, vol. 12, núm. 2, pp. 141–150, 2011, doi: 10.1016/j.cpem.2011.04.001.
- [440] L. Rutman, R. Migita, G. Woodward, y E. Klein, "Creating a Leaner Pediatric Emergency Department How Rapid Design and Testing of a Front-End Model Led to Decreased Wait Time", *Pediatr. Emerg. Care*, vol. 31, núm. 6, pp. 395–398, 2015.
- [441] T. A. Ciulla *et al.*, "Lean Six Sigma Techniques To Improve Ophthalmology Clinic Efficiency", *Retina*, vol. 38, núm. 9, pp. 1688–1698, 2018, doi: 10.1097/IAE.0000000000001761.
- [442] D. I. Ben-Tovim *et al.*, "Redesigning care at the Flinders Medical Centre: clinical process redesign using 'lean thinking'.", *Med. J. Aust.*, vol. 188, núm. 6 Suppl, pp. 27–31, 2008.
- [443] S. Lingaratnam *et al.*, "Developing a Performance Data Suite to Facilitate Lean Improvement in a Chemotherapy Day Unit", *J. Oncol. Pract.*, vol. 9, núm. 4, pp. e115–e121, jul. 2013, doi: 10.1200/jop.2012.000755.
- [444] S. C. Skeldon *et al.*, "Lean methodology improves efficiency in outpatient academic uro-oncology clinics", *Urology*, vol. 83, núm. 5, pp. 992–998, 2014, doi: 10.1016/j.urology.2013.11.048.
- [445] D. Ng, G. Vail, S. Thomas, y N. Schmidt, "Applying the Lean principles of the Toyota Production System to reduce wait times in the emergency department", *Can. J. Emerg. Med.*, vol. 12, núm. 1, pp. 50–57, 2010.
- [446] F. Tejedor-Pancho, F. Javier Montero-Perez, M. Tejedor-Fernandez, L. Jimenez-Murillo, J. de la Barca-Gazquez, y F. Quero-Espinosa, "Improvement in hospital emergency department processes with application of lean methods", *Emergencias*, vol. 26, núm. 2, pp. 84–93, 2014.
- [447] Z. Piggott, E. Weldon, T. Strome, y A. Chochinov, "Application of lean principles to improve early cardiac care in the emergency department", *Can. J. Emerg. Med.*, vol. 13, núm. 5, pp. 325–332, sep. 2011, doi: 10.2310/8000.2011.110284.

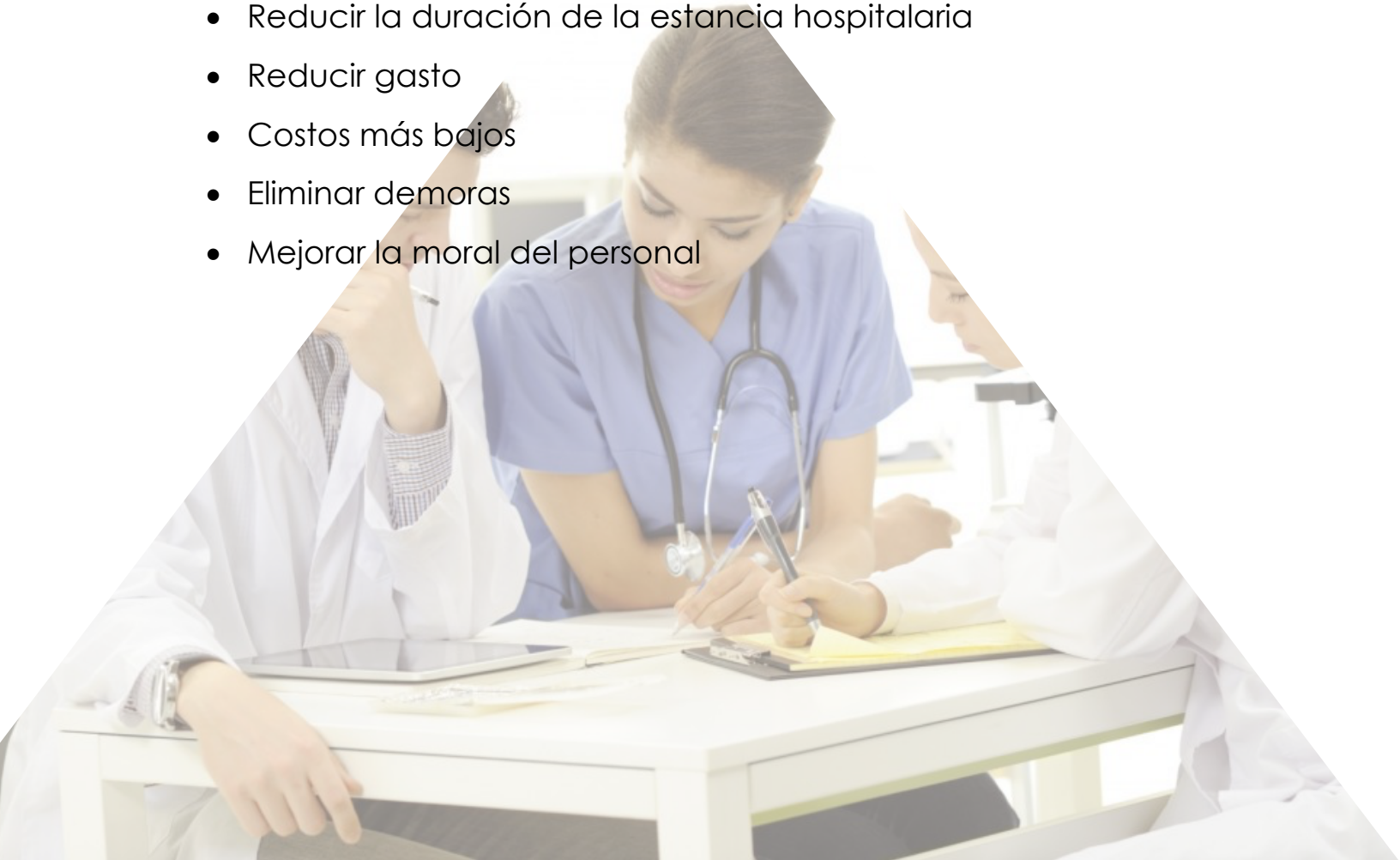
- [448] M. J. E. Sayed, G. R. El-Eid, M. Saliba, R. Jabbour, y E. A. Hitti, "Improving emergency department door to doctor time and process reliability: A successful implementation of lean methodology", *Medicine (Baltimore)*, vol. 94, núm. 42, p. e1679, oct. 2015, doi: 10.1097/MD.0000000000001679.
- [449] M. Kane *et al.*, "Lean manufacturing improves emergency department throughput and patient satisfaction", *J. Nurs. Adm.*, vol. 45, núm. 9, pp. 429–434, sep. 2015, doi: 10.1097/NNA.0000000000000228.
- [450] N. Bost, J. Crilly, y K. Wallen, "The impact of a flow strategy for patients who presented to an Australian emergency department with a mental health illness", *Int. Emerg. Nurs.*, vol. 23, núm. 4, pp. 265–273, oct. 2015, doi: 10.1016/j.ienj.2015.01.005.
- [451] B. White, Y. Chang, B. Grabowski, y D. Brown, "Using lean-based systems engineering to increase capacity in the emergency department", *West. J. Emerg. Med.*, vol. 15, núm. 7, pp. 770–776, nov. 2014, doi: 10.5811/westjem.2014.8.21272.
- [452] G. Improta *et al.*, "Lean thinking to improve emergency department throughput at AORN Cardarelli hospital", *BMC Health Serv. Res.*, vol. 18, núm. 1, pp. 1–9, dic. 2018, doi: 10.1186/s12913-018-3654-0.
- [453] A. M. McDermott *et al.*, "Restructuring of the Diabetes Day Centre: A pilot lean project in a tertiary referral centre in the West of Ireland", *BMJ Qual. Saf.*, vol. 22, núm. 8, pp. 681–688, 2013, doi: 10.1136/bmjqs-2012-001676.
- [454] J. De la Lama *et al.*, "Using Six Sigma tools to improve internal processes in a hospital center through three pilot projects", *Int. J. Healthc. Manag.*, vol. 6, núm. 3, pp. 158–167, ago. 2013, doi: 10.1179/2047971913Y.00000000044.
- [455] K. H. Burkitt *et al.*, "Toyota production system quality improvement initiative improves perioperative antibiotic therapy", *Am. J. Manag. Care*, vol. 15, núm. 9, pp. 633–642, 2009.
- [456] T. A. A. Youstri, Z. Khan, D. Chakrabarti, R. Fernandes, y K. Wahab, "Lean thinking: Can it improve the outcome of fracture neck of femur patients in a district general hospital?", *Injury*, vol. 42, núm. 11, pp. 1234–1237, nov. 2011, doi: 10.1016/j.injury.2010.11.024.
- [457] S. New *et al.*, "Lean Participative Process Improvement: Outcomes and Obstacles in Trauma Orthopaedics", *PLoS One*, vol. 11, núm. 4, p. e0152360, abr. 2016, doi: 10.1371/journal.pone.0152360.
- [458] M. J. Beck y K. Gosik, "Redesigning an inpatient pediatric service using Lean to improve throughput efficiency", *J. Hosp. Med.*, vol. 10, núm. 4, pp. 220–227, abr. 2015, doi: 10.1002/jhm.2300.
- [459] A. E. Johnson *et al.*, "Using Innovative Methodologies From Technology and Manufacturing Companies to Reduce Heart Failure Readmissions", *Am. J. Med. Qual.*, vol. 31, núm. 3, pp. 272–278, 2016, doi: 10.1177/1062860614562627.
- [460] C. Vose, C. Reichard, S. Pool, M. Snyder, y D. Burmeister, "Using LEAN to improve a segment of emergency department flow", *J. Nurs. Adm.*, vol. 44, núm. 11, pp. 558–563, nov. 2014, doi: 10.1097/NNA.0000000000000098.
- [461] L. Sorensen, L. Idemoto, J. Streifel, B. Williams, R. Mecklenburg, y C. Blackmore, "A multifaceted intervention to improve the quality of care for patients undergoing total joint arthroplasty", *BMJ Open Qual.*, vol. 8, núm. 3, p. e000664, jul. 2019, doi: 10.1136/bmjopen-2019-000664.
- [462] J. A. Moo-Young, F. A. Sylvester, R. D. Dancel, S. Galin, H. Troxler, y K. K. Bradford, "Impact of a Quality Improvement Initiative to Optimize the Discharge Process of Pediatric Gastroenterology Patients at an Academic Children's Hospital", *Pediatr. Qual. Saf.*, vol. 4, núm. 5, p. e213, 2019, doi: 10.1097/pq9.0000000000000213.
- [463] F. R. Farokhi, M. Gunther, B. Williams, y C. C. Blackmore, "Application of Lean Methodology for Improved Quality and Efficiency in Operating Room Instrument Availability", *J. Healthc. Qual.*, vol. 37, núm. 5, pp. 277–286, sep. 2015, doi: 10.1111/jhq.12053.
- [464] Z. Sayeed *et al.*, "Implementation of a hip fracture care pathway using lean six sigma methodology in a level I trauma center", *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, vol. 26, núm. 24, pp. 881–893, 2018, doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00947.
- [465] T. J. Wannemuehler, A. N. Elghouche, M. S. Kokoska, C. R. Deig, y B. H. Matt, "Impact of Lean on surgical instrument reduction: Less is more", *Laryngoscope*, vol. 125, núm. 12, pp. 2810–2815, dic. 2015, doi: 10.1002/lary.25407.
- [466] C. Davies, C. Lyons, y R. Whyte, "Optimizing nursing time in a day care unit: Quality improvement using Lean Six Sigma methodology", *Int. J. Qual. Heal. Care*, vol. 31, núm. 1, pp. 22–28, dic. 2019, doi: 10.1093/intqhc/mzz087.
- [467] G. Niemeijer, A. Trip, K. Ahaus, R. Does, y K. Wendt, "Quality in trauma care: Improving the discharge procedure of patients by means of Lean Six Sigma", *J. Trauma - Inj. Infect. Crit. Care*, vol. 69, núm. 3, pp. 614–618, sep. 2010, doi: 10.1097/TA.0b013e3181e70f90.
- [468] M. D. Iannettoni, W. R. Lynch, K. R. Parekh, y K. A. McLaughlin, "Kaizen method for esophagectomy patients: Improved quality control, outcomes, and decreased costs", *Ann. Thorac. Surg.*, vol. 91, núm. 4, pp. 1011–1018, 2011, doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.01.001.
- [469] Y. Hseng-Long, L. Chin-Sen, S. Chao-Ton, y W. Pa-Chun, "Applying lean six sigma to improve healthcare: An empirical study", *African J. Bus. Manag.*, vol. 5, núm. 31, pp. 12356–12370, dic. 2011, doi: 10.5897/AJBM11.1654.
- [470] E. Montella *et al.*, "The application of Lean Six Sigma methodology to reduce the risk of healthcare-associated infections in surgery departments", *J. Eval. Clin. Pract.*, vol. 23, núm. 3, pp. 530–539, jun. 2017, doi: 10.1111/jep.12662.
- [471] C. b. Fairbanks, "Using six sigma and lean methodologies to improve or throughput", *AORN J.*, vol. 86, núm. 1, pp. 73–82, jul. 2007, doi: 10.1016/j.aorn.2007.06.011.
- [472] G. C. Niemeijer *et al.*, "The usefulness of lean six sigma to the development of a clinical pathway for hip fractures.", *J. Eval. Clin. Pract.*, vol. 19, núm. 5, pp. 909–914, oct. 2013, doi: 10.1111/j.1365-2753.2012.01875.x.
- [473] R. J. Cerfolio *et al.*, "Improving Operating Room Turnover Time in a New York City Academic Hospital via Lean", *Ann. Thorac. Surg.*, vol. 107, núm. 4, pp. 1011–1016, abr. 2019, doi: 10.1016/j.athoracsur.2018.11.071.
- [474] A. L. Ankrum, S. Neogi, M. A. Morckel, A. W. Wilhite, Z. Li, y J. K. Schaffzin, "Reduced isolation room turnover time using Lean methodology", *Infect. Control Hosp. Epidemiol.*, vol. 40, núm. 10, pp. 1151–1156, oct. 2019, doi: 10.1017/ice.2019.199.
- [475] A. Peter, A. Parvathaneni, C. Wilson, T. Tankalavage, y P. Cheriyaath, "Wheels on Time: A Six Sigma Approach to Reduce Delay in Operating Room Starting Time", *Surg. Curr. Res.*, vol. 01, núm. 01, pp. 1–4, 2011, doi: 10.4172/2161-1076.1000102.
- [476] T. T. Allen, S.-H. H. Tseng, K. Swanson, y M. A. McClay, "Improving the Hospital Discharge Process with Six Sigma Methods", *Qual. Eng.*, vol. 22, núm. 1, pp. 13–20, ene. 2009, doi: 10.1080/08982110903344812.
- [477] G. R. El-Eid, R. Kaddoum, H. Tamim, y E. A. Hitti, "Improving hospital discharge time", *Med. (United States)*, vol. 94, núm. 12, p. e633, mar. 2015, doi: 10.1097/MD.0000000000000633.
- [478] S. A. Vijay, "Reducing and optimizing the cycle time of patients discharge process in a hospital using six sigma dmaic approach", *Int. J. Qual. Res.*, vol. 8, núm. 2, pp. 169–182, 2014.
- [479] R. Deldar *et al.*, "Improving first case start times using Lean in an academic medical center", *Am. J. Surg.*, vol. 213, núm. 6, pp. 991–995, jun. 2017, doi: 10.1016/j.amjsurg.2016.08.025.
- [480] R. Adams, P. Warner, B. Hubbard, y T. Goulding, "Decreasing Turnaround Time between General Surgery Cases: A Six Sigma Initiative", *Journal of Nursing Administration*, vol. 34, núm. 3. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health), pp. 140–148, mar. 2004,

- doi: 10.1097/00005110-200403000-00007.
- [481] B. Joubert y W. Bam, "Review and classification of Lean project aims in hospitals", *Proc. - 2019 IEEE Int. Conf. Eng. Technol. Innov. ICE/ITMC 2019*, 2019, doi: 10.1109/ICE.2019.8792633.
- [482] J. Franklin y T. Franklin, "Improving Preoperative Throughput", *J. Perianesthesia Nurs.*, vol. 32, núm. 1, pp. 38–44, feb. 2017, doi: 10.1016/j.jopan.2015.03.012.
- [483] E. U. Dexter, F. Dexter, D. Masursky, M. P. Garver, y N. A. Nussmeier, "Both Bias and Lack of Knowledge Influence Organizational Focus on First Case of the Day Starts", *Anesth. Analg.*, vol. 108, núm. 4, pp. 1257–1261, abr. 2009, doi: 10.1213/ane.0b013e31819a6dd4.
- [484] R. Foglia, J. Ruiz, y L. Burkhalter, "An Evolutionary Change in First Case on Time Starts Using Perioperative Process Improvement, Communication and Enhanced Data Integrity", *Glob. J. Perioper. Med.*, vol. 1, núm. 1, pp. 013–016, 2017, doi: 10.17352/gjpm.000004.
- [485] NHS, "Plan, Do, Study, Act (PDSA) cycles and the model for improvement", *NHS Improvement Website*, 2018. .
- [486] D. Fletcher, D. Edwards, S. Tolchard, R. Baker, y J. Berstock, "Improving theatre turnaround time", *BMJ Qual. Improv. Reports*, vol. 6, núm. 1, p. u219831.w8131, 2017, doi: 10.1136/bmjquality.u219831.w8131.
- [487] F. J. Overdyk, S. C. Harvey, R. L. Fishman, y F. Shippey, "Successful strategies for improving operating room efficiency at academic institutions", *Anesth. Analg.*, vol. 86, núm. 4, pp. 896–906, 1998, doi: 10.1097/00000539-199804000-00039.
- [488] M. B. Gottschalk *et al.*, "Factors Affecting Hand Surgeon Operating Room Turnover Time", *Hand*, vol. 11, núm. 4, pp. 489–494, dic. 2016, doi: 10.1177/1558944715620795.
- [489] J. M. Kang, S. P. Padmanabhan, J. Schallhorn, N. Parikh, y S. Ramanathan, "Improved utilization of operating room time for trainee cataract surgery in a public hospital setting", *J. Cataract Refract. Surg.*, vol. 44, núm. 2, pp. 186–189, feb. 2018, doi: 10.1016/j.jcrs.2017.11.014.
- [490] The Joint Commission, "The 'patient flow standard' and the 4-hour recommendation", *Jt. Comm. Perspect.*, vol. 33, núm. 6, pp. 1, 3–4, jun. 2013.
- [491] E. S. Powell, R. K. Khare, A. K. Venkatesh, B. D. Van Roo, J. G. Adams, y G. Reinhardt, "The relationship between inpatient discharge timing and emergency department boarding", *J. Emerg. Med.*, vol. 42, núm. 2, pp. 186–196, feb. 2012, doi: 10.1016/j.jemermed.2010.06.028.
- [492] OECD, "OECD Health at a Glance 2019", OECD Publishing, Paris, 2019. doi: 10.1787/4dd50c09-en.
- [493] R. Durvasula *et al.*, "A Multidisciplinary Care Pathway Significantly Increases the Number of Early Morning Discharges in a Large Academic Medical Center", *Qual. Manag. Health Care*, vol. 24, núm. 1, pp. 45–51, ene. 2015, doi: 10.1097/QMH.0000000000000049.
- [494] National Guideline Centre, "Bed occupancy", en *Emergency and acute medical care Contents*, National Guideline Centre, Ed. National Institute for Health and Care Excellence, 2018, pp. 1–22.
- [495] R. D. Kociol *et al.*, "National survey of hospital strategies to reduce heart failure readmissions findings from the get with the guidelines-heart failure registry", *Circ. Hear. Fail.*, vol. 5, núm. 6, pp. 680–687, nov. 2012, doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.112.967406.
- [496] R. Friebe, K. Hauck, P. Aylin, y A. Steventon, "National trends in emergency readmission rates: A longitudinal analysis of administrative data for England between 2006 and 2016", *BMJ Open*, vol. 8, núm. 3, mar. 2018, doi: 10.1136/bmjopen-2017-020325.
- [497] National Health Service (NHS Digital), "Emergency readmissions within 30 days of discharge from hospital", *CCG Outcome Indicator Set Document March 2020*, 2020. .
- [498] S. Haber *et al.*, "Evaluation of the Maryland All-Payer Model", 2017.
- [499] Department of Health, "A simple guide to Payment by Results", 2012. .
- [500] J. Y. Lee, K. L. McFadden, y C. R. Gowen, "An exploratory analysis for Lean and Six Sigma implementation in hospitals: Together is better?", *Health Care Manage. Rev.*, vol. 43, núm. 3, pp. 182–192, jul. 2018, doi: 10.1097/HMR.0000000000000140.
- [501] B. Pokinska, "The current state of lean implementation in health care: Literature review", *Qual. Manag. Health Care*, vol. 19, núm. 4, pp. 319–329, oct. 2010, doi: 10.1097/QMH.0b013e3181fa07bb.
- [502] K. A. Marley, D. A. Collier, y S. M. Goldstein, "The role of clinical and process quality in achieving patient satisfaction in hospitals", *Decis. Sci.*, vol. 35, núm. 3, pp. 349–368, jun. 2004, doi: 10.1111/j.0011-7315.2004.02570.x.
- [503] A. Chiarini y A. Cherrafi, "Improving patient satisfaction using lean manufacturing tools. Case studies from Italy", en *20th Excellence in Services International Conference*, 2017, pp. 177–182.
- [504] K. H. Dansky y J. Miles, "Patient satisfaction with ambulatory healthcare services: waiting time and filling time", *Hosp. Heal. Serv. Adm.*, vol. 42, núm. 2, pp. 165–177, 1997.
- [505] K. B. Stone, "Four decades of lean: a systematic literature review", *Int. J. Lean Six Sigma*, vol. 3, núm. 2, pp. 112–132, 2012, doi: 10.1108/20401461211243702.
- [506] N. Westwood, M. James-Moore, y M. Cooke, "Going lean in the NHS", 2007.
- [507] C. T. Albanese, D. Aaby, y T. Platchek, *Advanced Lean In Healthcare*. Stanford, 2014.
- [508] M. R. Chassin y J. M. Loeb, "High-Reliability Health Care: Getting There from Here", *Milbank Q.*, vol. 91, núm. 3, pp. 459–490, 2013, doi: 10.1111/1468-0009.12023.
- [509] P. L. Fournier y M. H. Jobin, "Understanding before implementing: the context of Lean in public healthcare organizations", *Public Money Manag.*, vol. 38, núm. 1, pp. 37–44, ene. 2018, doi: 10.1080/09540962.2018.1389505.
- [510] Australian Institute of Health and Welfare, *Australian Hospital Statistics: National Emergency Access and Elective Surgery Targets 2012*, núm. 48. 2012.
- [511] Health Quality Ontario, "Measuring time spent in emergency departments", *Measuring System Performance*, 2018. .
- [512] National Health Service (NHS), "Next steps on the NHS five year forward view", *BMJ*, abr. 2017. doi: 10.1136/bmj.j1678.
- [513] G. Iacobucci, "NHS is to test scrapping the four hour A&E target", *BMJ*, vol. 364, núm. 1148, pp. 1–2, mar. 2019, doi: 10.1136/bmj.11148.
- [514] The Centers for Medicare and Medicaid Services, "Hospital Outpatient Quality Reporting Benchmarks and Trends - Second Quarter 2017 through Second Quarter 2018", 2018.
- [515] The Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS), "Hospital Inpatient Quality Reporting Benchmarks and Trends Second Quarter 2017 through Second Quarter 2018", 2018.
- [516] L. R. Laganga, "Lean service operations: Reflections and new directions for capacity expansion in outpatient clinics", *J. Oper. Manag.*, vol. 29, núm. 5, pp. 422–433, 2011, doi: 10.1016/j.jom.2010.12.005.
- [517] J. Karstoft y L. Tarp, "Is Lean Management implementable in a department of radiology?", *Insights Imaging*, vol. 2, núm. 3, pp. 267–273, jun. 2011, doi: 10.1007/s13244-010-0044-5.
- [518] P. López-Fresno, "Contribution of Lean Management to Excellence", *Nang Yan Busines J.*, vol. 1, núm. 1, pp. 90–98, nov. 2012, doi: 10.2478/nybj-2014-0013.

- [519] S. Pineda Dávila, J. Tinoco González, S. P. Dávila, J. Tinoco, S. Pineda Dávila, y J. Tinoco González, “Mejora de la eficiencia de un servicio de rehabilitación mediante metodología Lean Healthcare”, *Rev. Calid. Asist.*, vol. 30, núm. 4, pp. 162–165, jul. 2015, doi: 10.1016/j.cali.2015.03.002.
- [520] J.-I. Ker, Y. Wang, M. N. Hajli, J. Song, y C. W. Ker, “Deploying lean in healthcare: Evaluating information technology effectiveness in U.S. hospital pharmacies.”, *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 34, núm. 4, pp. 556–560, ago. 2014, [En línea]. Disponible en: <http://10.0.3.248/j.ijinfomgt.2014.03.003>.
- [521] J. D. Dowell, M. S. Makary, M. Brocone, J. G. Sarbinoff, I. G. Vargas, y M. Gadkari, “Lean Six Sigma Approach to Improving Interventional Radiology Scheduling”, *J. Am. Coll. Radiol.*, vol. 14, núm. 10, pp. 1316–1321, abr. 2017, doi: 10.1016/j.jacr.2017.02.017.
- [522] D. L. Nelson-Peterson y C. J. Leppa, “Creating an environment for caring using lean principles of the Virginia Mason production system”, *J. Nurs. Adm.*, vol. 37, núm. 6, pp. 287–294, 2007, doi: 10.1097/01.NNA.0000277717.34134.a9.
- [523] G. Muir, *How To Get Better Value Healthcare*, 2nd editio. Offox Press Ltd., 2011.

GUÍA INTRODUCTORIA PARA LAS ORGANIZACIONES DE LA SALUD QUE BUSCAN:

- Mejorar la calidad y la eficiencia
- Mejorar la atención y la experiencia del paciente
- Mejorar la seguridad y reducir la mortalidad
- Reducir la duración de la estancia hospitalaria
- Reducir gasto
- Costos más bajos
- Eliminar demoras
- Mejorar la moral del personal



RESUMEN

Los principios de manufactura esbelta que se aplican a los hospitales reciben el nombre de Lean Healthcare. Su principal objetivo es lograr hospitales flexibles y ágiles para dar respuesta eficaz a las necesidades de calidad en el sector de la salud. Además, promueve la seguridad del paciente, el respeto para las personas, la disminución de costos y la reducción de desperdicios [1].

El concepto de Lean Healthcare se ha desarrollado desde principios del año 2000 como una importante línea de investigación [2]. Esto ha captado la atención de distintos investigadores alrededor del mundo. Como resultado, se ha difundido un número cada vez mayor de artículos científicos y de divulgación, en donde se logra resaltar las distintas maneras de implementar Lean Healthcare conforme a cada país [3,4].



Actualmente, el sector de la salud enfrenta grandes desafíos en relación a la eficiencia de sus procesos. En consecuencia, Lean Healthcare surge como una estrategia de servicio para reducir o eliminar desperdicios hospitalarios como defectos en función de defectos (medicación incorrecta), sobreproducción (pruebas innecesarias), transporte (mala planificación de los espacios), espera (esperar a ser atendido), inventario (control incorrecto de insumos), movimiento (exceso de pasos), procesamiento (documentación redundante), entre otros [2].

Identificando las actividades que agregan valor

1.1. Clasificación de actividades

Toda actividad, proceso o iniciativa es clasificada de acuerdo con Womack et al. (2005) y Hines y Taylor (2000) como ^[5,6]:

- **Actividades que agregan valor (AV);** todo aquello que aporta al cumplimiento de las expectativas del paciente, y está dispuesto a pagar.
- **Actividades que NO agregan valor (ANV);** no son necesarias y el paciente final no pagaría por ellas. Estas actividades deben ser reducidas o eliminadas a corto plazo debido a que consumen recursos y agregan costos.
- **Actividades necesarias que NO agregan valor (ANNV);** al igual que las ANV, son actividades que el paciente final no pagaría por ellas. No obstante, al ser necesarias, se deben eliminar a largo plazo.

En la Figura 1, se ilustra una distribución típica de las actividades en un proceso de trabajo. De acuerdo con los expertos, las ANV representan hasta un 95% y las AV solamente un 5% ^[7].

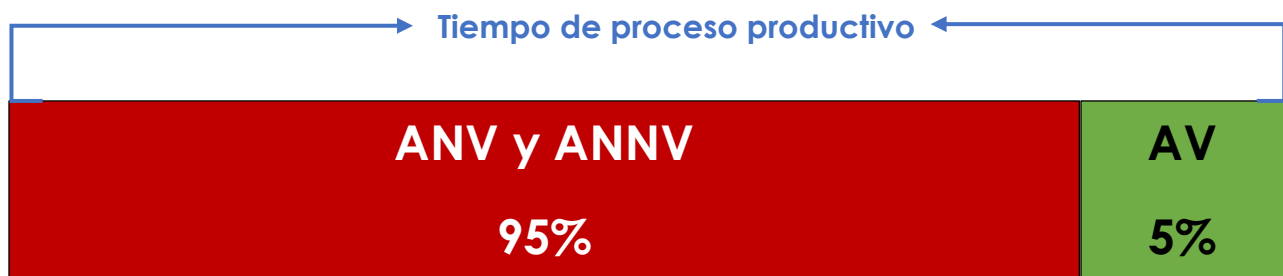


Figura 1. Clasificación de las actividades en un proceso de trabajo.

Las 3M (Muri, Mura, Muda)

Taiichi Ohno (1991), ingeniero de producción del sector automovilístico, considerado padre del Sistema de Producción Toyota, comentó:

“La falta de estandarización y racionalización crea residuos (Muda), inconsistencia (Mura) y la irracionalidad (Muri) en los procedimientos de trabajo.”

La irregularidad de un proceso conduce a la sobrecarga de personal y equipos, lo que genera defectos y desperdicios [8]. En este sentido, Mura es la variación en la operación de un proceso no provocado por el cliente final. Muda es una actividad que no agrega valor o no es productiva. Muri es definido como la sobrecarga presente en la organización, equipos o personas como resultado de las 2M anteriores [8,9]. En la Figura 2 se ilustra una representación gráfica de las 3M.



Figura 2. Descripción gráfica de Muda, Mura y Muri.

Cómo maximizar el valor del paciente eliminando desperdicios

Los desperdicios son todos aquellos recursos no aprovechados para realizar un producto o prestar un servicio [8,9]. Regularmente, la clasificación de los desperdicios se le atribuye a Taiichi Ohno y Shigeo Shingo, ingenieros de la compañía Toyota [10].

Desde una perspectiva Lean Healthcare, existen siete tipos de desperdicios:

Desperdicios	Descripción	Ejemplos en el servicio de salud
Defectos	Repetir actividades debido a que la información correcta no se proporcionó en primer lugar.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar análisis de forma inadecuada. Administración de medicamentos inapropiados o dosis equivocada. Guiar a un paciente a la cama o consultorio equivocado.
Espera	Personal que no pueden procesar su trabajo debido a que están esperando pacientes, equipos o información.	<ul style="list-style-type: none"> Paciente espera se dado de alta. Paciente espera su tratamiento. Paciente espera por un resultado del laboratorio. Paciente espera por una cama.
Transporte	Mover material o equipo innecesario.	<ul style="list-style-type: none"> Transporte excesivo de medicamentos, pacientes, pruebas de laboratorio debido a la distribución física del hospital.
Procesos inapropiados	Realizar pasos de procesamiento innecesarios que no agregan valor.	<ul style="list-style-type: none"> Pruebas innecesarias. Utilización de antibióticos fuertes para leves inflamaciones.
Inventario	Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado	<ul style="list-style-type: none"> Resultados de laboratorio acumulados. Pacientes esperando por diagnósticos.
Movimiento	Movimientos innecesarios de personas. Cosas que no están al alcance. Equipo sin fácil acceso.	<ul style="list-style-type: none"> Traslado excesivo de personal en el hospital.
Sobreproducción	Procesar en mayor cantidad que la requerida por el cliente.	<ul style="list-style-type: none"> El monitoreo excesivo de un paciente que no demanda tales cuidados. Producir medicamentos para anticipar a la demanda.

Identificamos y eliminamos estos tipos de desperdicios aplicando los cinco principios, como se describe en las páginas siguientes.

El pensamiento Lean Healthcare identifica la forma más eficiente de brindar una atención médica mejor y más segura a sus pacientes — sin demoras.

Cinco principios del pensamiento Lean mejoran la calidad de la atención médica [11-17]



Principios	Implicaciones
1 Especificar valor Esto solo puede ser definido por el cliente. El valor es cualquier actividad que mejore la salud, el bienestar y la experiencia del paciente.	Cualquier actividad que mejore la atención y la experiencia del paciente está agregando valor, cualquier otra cosa es desperdicio, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • menos espera y demoras • mejores resultados • menos incidentes adversos También se necesita identificar quiénes son los clientes. Un cliente obvio es el paciente, sin embargo, existen otros que deben considerarse.
2 Identificar el flujo de valor del paciente. Este es el conjunto básico de acciones necesarias para ofrecer valor a los pacientes.	Abarca todo el recorrido del paciente de principio a fin. Identificar qué pasos agregan valor y mejoran la calidad del paciente.
3 Hacer que el proceso y el valor fluyan Alinee los procesos de atención médica para facilitar el flujo de pacientes e información.	Para un paciente esto significa: <ul style="list-style-type: none"> • evitando colas y cuellos de botella • eliminación de todos los obstáculos que impiden el flujo de atención práctico más rápido y seguro
4 Deje que el cliente jale el servicio El paciente debe comenzar a obtener productos o servicios según sea necesario.	Esto significa responder a la demanda, en lugar de entregar a los pacientes y empujarlos de un departamento o sala a otro. Por ejemplo: una sala llamando al siguiente paciente en lugar de esperar la solicitud.
5 Perseguir la perfección Desarrollar y modificar procesos continuamente en busca del ideal.	Para el paciente esto significa completar su cuidado y tratamiento. <ul style="list-style-type: none"> • con el mejor resultado • sin errores • a tiempo • sin retraso Para lograr esto, se necesitan procesos consistentes y confiables

PRINCIPIO 1: ESPECIFICAR EL VALOR



El primer paso es especificar el valor para el paciente o su cuidador. El valor es cualquier actividad que mejore la salud, el bienestar y la experiencia del paciente [11-17].

Los profesionales del hospital necesitan pasar tiempo identificando:

- qué valoran los pacientes
- lo que esperan recibir del centro médico



PRINCIPIO 2: IDENTIFICAR LA CADENA DE VALOR

		entes y personal
No experimentar demoras	Tener que esperar	
Altos estándares y buen servicio	Tener su tiempo perdido	
No contraer infecciones mientras está en el hospital	Procesos que retrasan la recuperación, por ejemplo:	
Ser tratado en el lugar correcto en el momento correcto por la persona adecuada	Procesos que retrasan la recuperación, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> • falta un procedimiento debido a que las pruebas de laboratorio no están disponibles • citas ambulatorias reprogramadas debido a que el personal está de vacaciones 	

Lean ayudará a reducir los retrasos

El siguiente paso es observar el segundo principio lean: identificar el flujo de valor. Existen diversos flujos de valor involucrados en el tratamiento de un paciente.

Identificar el flujo de valor significa identificar los componentes del recorrido del paciente que agregan valor a su atención. Un método para hacerlo es la asignación de flujo de valor [12].

El mapeo de flujo de valor permite al personal exponer el desperdicio en sus procesos. El personal involucrado en los diversos pasos a lo largo del recorrido del paciente se reúne para [15-17]:

- identificar cómo funciona actualmente el proceso
- identificar todos los desperdicios y demoras, utilizando información disponible

La información cuantificable y los tiempos reales se agregan al mapa de flujo de valor. Esto ayuda al personal a comprender cómo funciona el proceso [13,14]. El mapeo de flujo de valor difiere del mapeo de procesos en que mapea el flujo de información y pacientes y usa información cuantificable y medición para construir una imagen de cómo funciona actualmente el proceso [11-13]. Una vez que los procesos se mapean de manera visual, esto expondrá

- pasos duplicados
- trabajo innecesario
- falta de roles claros y responsabilidades



Lean ayudará a reducir el desperdicio

servicio

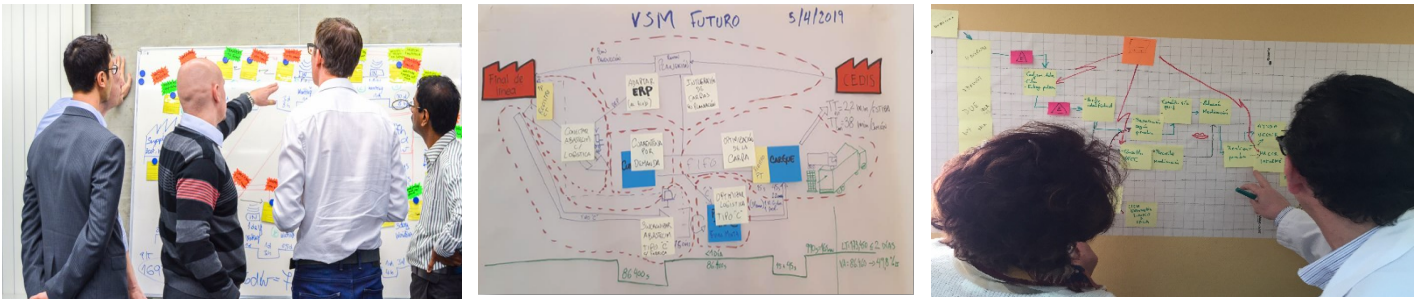
de valor

3 Dejar que el valor fluya

4 Que el cliente obtenga lo que desea

5 Perseguir la perfección

Después, el personal trabaja en conjunto diseñando una mejor forma de trabajar sin todos los desperdicios, duplicaciones y demoras.



Equipo del Consorci Sanitari Garraf analizando un VSM.

Involucrar a los pacientes en este proceso asegura que la perspectiva del paciente se mantenga en todo momento [15-17]. Se produce un plan de acción con plazos claros, con un líder designado responsable de implementar rápidamente el proceso. Los beneficios inmediatos con frecuencia se obtienen sin invertir mayores recursos [12-16]. Reunir al personal y trabajar en asociación y armonía suele ser el paso más difícil [17].

Se debe establecer a un responsable de todo el recorrido del paciente.

Es recomendable tener a alguien en la organización responsable de todo el recorrido del paciente de principio a fin [18]. Es necesario contar con autoridad para [19]

- eliminar bloqueos
- mantener a los pacientes y la información en movimiento

Este rol podría ser una extensión de un rol existente en lugar de uno nuevo.

PRINCIPIO 3:

HACER QUE EL PROCESO Y EL VALOR FLUYAN

Alinee los procesos de atención médica para facilitar el flujo de pacientes e información. Para hacer esto, se debe comprender la demanda de servicios y evitar el procesamiento por lotes (*batch processing*) y las colas.

Contrariamente a la creencia común, la demanda de procesos en la atención médica es principalmente predecible dentro de un intervalo [20]. Con frecuencia es la forma en que se diseña y opera el proceso lo que causa cualquier inestabilidad. **Por ejemplo:** el momento y el número de admisiones de emergencia son más predecibles que las admisiones electivas [21]. La inestabilidad provoca cuellos de botella en los recursos y estrés del personal, y una mala experiencia del paciente [20,21].

Lean ayudará a reducir la duración de la estadía



Comprender el tipo y la frecuencia de la demanda

Es necesario reconocer que todos los pacientes son diferentes, pero pueden agruparse dependiendo el proceso que requieren [22]. Los pacientes que requieren las mismas habilidades y tecnología tienen una tasa de procesamiento similar (tiempo de ciclo). Por lo tanto, se pueden agrupar en un proceso separado [22].

Por ejemplo [23]

Una de las mejoras más efectivas en la sala de emergencias es separar las lesiones menores de los procesos principales y de reanimación. **Los pacientes con afecciones menores** presentan mayor variedad de complicaciones. Sin embargo, todos requieren

- un proceso simple y rápido para tratarlos
- personal experimentado y competente
- equipo mínimo

El procesamiento de la mayoría de los pacientes en menos de 20 minutos mejora el tiempo total en la sala de emergencias para la gran mayoría de los pacientes. Los pacientes mayores y de reanimación son menos numerosos, pero requieren diferentes habilidades y tecnología y tienen tiempos de ciclo mucho más largos. Mezclar menores con mayores es como colocar un camión en el carril rápido de una autopista. Es decir, disminuirá la velocidad de toda la autopista.

Los mapas de flujo de valor ayudan a exponer el desperdicio

Los mapas de flujo de valor generalmente revelan muchos lotes y colas, lo que provoca un flujo desigual en el proceso, desperdicio excesivo y demoras [24,25]. El objetivo es hacer que el tamaño del lote (el número de pacientes o pruebas procesadas juntos) sea lo más pequeño posible [24,25].

Por ejemplo [26]

Piense cómo funciona una unidad de cirugía de día. ¿Sería mejor

- que todos los pacientes llegaran cuando la unidad abre por la mañana? o
- un flujo continuo de pacientes a intervalos regulares

Un beneficio importante de lograr un flujo fluido es que el estado de un proceso se vuelve mucho más visible. Por lo tanto, es mucho más fácil ver cuándo las cosas van mal.

PRINCIPIO 3:

HACER QUE EL PROCESO Y EL VALOR FLUYAN

Elaboración de un VSM

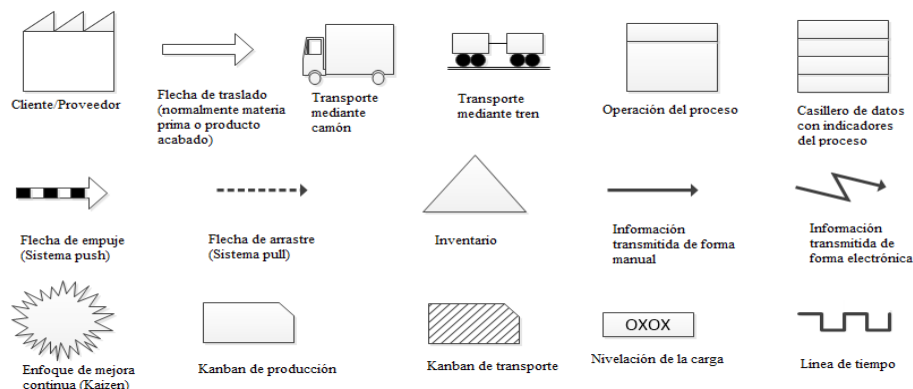
Para realizar un diagrama VSM hay que considerar cierta información como [27]:
flujo de material

- inventario
- capacidad de stock por operación
- proveedores, clientes
- transporte de material
- sistema informático
- flujo de información

Implementación [27]

1. Identificar el producto o servicio
2. Dibujar el mapa de flujo de valor actual, mostrando cada una de las etapas, las esperas y la información que se requiere para entregar el producto o servicio.
3. Identificar sobre el mapa los desperdicios que se encuentran. Para ello suelen buscarse los 7 desperdicios según el lean: sobreproducción, tiempo de espera, transportes innecesarios, exceso de procesado, inventario, movimientos innecesarios y defectos.
4. Dibujar el mapa de estado futuro, es decir, el mapa que queda una vez eliminados los desperdicios.
5. Implementar un plan de acciones de mejora (método kaizen, SMED, TPM...) para llegar al mapa de estado futuro.

Simbología básica VSM [27]

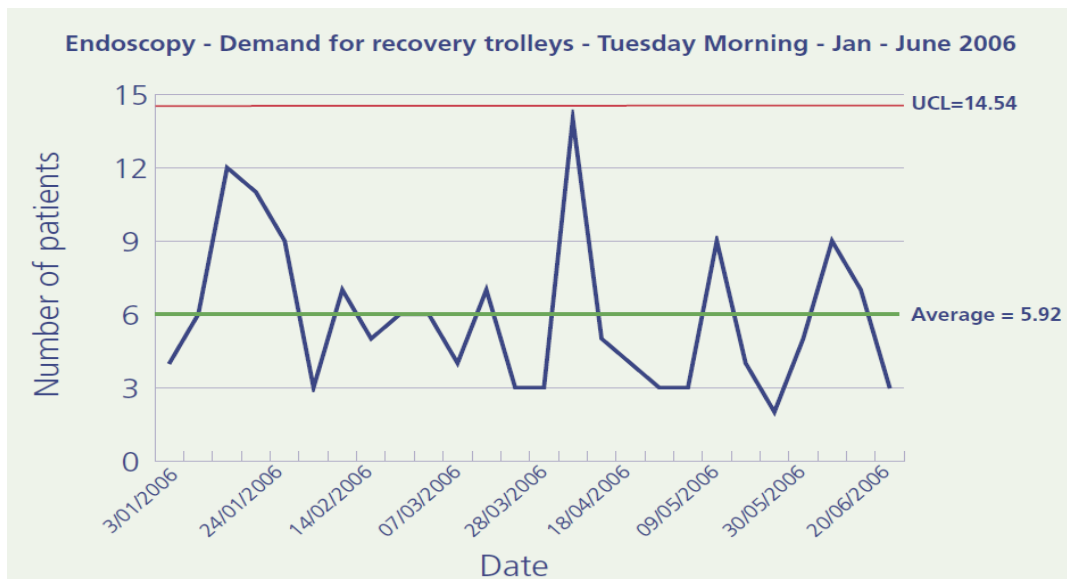


Principio 3: Hacer que el proceso y el valor fluyan – un caso de estudio



Unidad de endoscopia del Hospital Hereford NHS [28]

El personal de la unidad de endoscopia mencionó que no tenían suficientes carros de recuperación para satisfacer la demanda. Una vez que se mapeó el proceso, se dieron cuenta de que estaba ocurriendo otra actividad, pero no se incluía en la secuencia de valor. Los pacientes de transfusión, no de endoscopia, ocupaban capacidad en el siguiente paso del proceso (seis sillas de recuperación). El cuello de botella fue la falta de flujo a través de las sillas de recuperación, no la demanda variable o la escasez de carros. La solución fue proporcionar asientos en otro lugar para los pacientes de transfusión.



El Gráfico de control estadístico de procesos (SPC) muestra la variación en la demanda de carros de recuperación [28].

El personal acordó que seis pacientes por sesión de tres horas y media podrían usar un carro de recuperación, con base en un tiempo de recuperación de 30 minutos. La demanda máxima (línea roja) fue de aproximadamente 15 pacientes. El máximo requerido era tres carros, mientras que el personal previamente quería al menos cuatro [28].

Las herramientas simples crean un ambiente de trabajo mejor y más seguro

Otra herramienta para mejorar la visibilidad y hacer que el valor fluya es el simple proceso 5S: • Clasificación (**Seiri**) • Organización (**Seiton**) • Limpieza (**Seiso**) • Estandarizar (**Seiketsu**) • Y finalmente y lo más importante Mantener (**Shitsuke**) [29-31].

5S ayuda a crear y mantener un lugar de trabajo limpio, seguro y de alto rendimiento [29]. Es una excelente manera de involucrar y motivar al personal porque involucra a todos [30,31]. La implementación de 5S crea un lugar de trabajo más eficiente y con menos desperdicios.

Definiciones 5S	Ejemplos en el sector salud
1 Clasificación <ul style="list-style-type: none"> identificar y clasificar los materiales indispensables para la ejecución del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> ordenar y eliminar equipos viejos y descompuestos eliminar existencias caducadas en almacenes y armarios de medicamentos
2 Organización <ul style="list-style-type: none"> organizar los artículos necesarios para que sean fáciles de encontrar y utilizar 	<ul style="list-style-type: none"> Etiquetas claras y descripciones en almacenes y armarios de medicamentos. codifique con colores diferentes tipos de muestras para patología organizar archivos en un orden lógico en un archivador ordenar las existencias de farmacia en el orden de los artículos más utilizados
3 Limpieza <ul style="list-style-type: none"> eliminar la suciedad del puesto de trabajo, así como su correcto mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> mantener la estación de enfermería y oficinas fuera de desorden mantener los mejores estándares de control de infecciones y lavado de manos para ayudar a prevenir la infección por <i>MRSA</i> y <i>Clostridium</i>
4 Estandarizar <ul style="list-style-type: none"> asegurar que las tres primeras S se mantengan e incorporen a las actividades cotidianas. acordar e implementar estándares y procedimientos para tareas rutinarias 	<ul style="list-style-type: none"> estandarizar los procedimientos de admisión y alta tener funciones y responsabilidades claras para el personal
5 Mantener <ul style="list-style-type: none"> tener el hábito de mantener procedimientos correctos y mejorar continuamente las condiciones del lugar de trabajo. mantener los retos cumplidos para que las cosas no vuelvan a ser como eran antes medir regularmente para ver si se mantienen los resultados 	

Los siguientes ejemplos muestran la implementación de 5s:

Laboratorio de patología antes y después de una actividad 5S [28]

Antes



Trabajo a la espera de entrar en centrífuga. Varias cosas quedaron esperando ser procesadas.

Después



Las centrifugadoras se trasladaron a la recepción de muestras liberando toda un área de trabajo. Lugar de trabajo limpio y ordenado. Se ha eliminado el equipo innecesario.

Antes

Después



Las muestras se colocan en un estante y luego se llevan a una centrífuga, se dejan esperando, se descargan y se colocan en una centrífuga.

Proceso estandarizado:
Las muestras se colocan directamente en el carro centrífugo. Esto detiene el doble manejo. Los carros se cargan directamente en la centrífuga, eliminando 40 minutos de demoras por día.

La estandarización (hacer las cosas de manera establecida o estándar) también se aplica a los procesos y los pasos dentro de ellos [32]

Procesos estándar

- ayuda al diagnóstico de problemas
- ayuda para implementar mejoras

porque las cosas se hacen de manera estándar cada vez y el personal conoce sus roles y responsabilidades.

Estandarización:

- permite realizar más trabajo utilizando los mismos recursos
- ayuda a reducir la variación
- ahorra tiempo

Principio 3:

DEJAR QUE EL PACIENTE JALE DEL SERVICIO

Cada paso en el recorrido del paciente necesita atraer personas, habilidades, materiales e información hacia él, uno a la vez, cuando sea necesario.

Hasta ahora se ha diseñado un proceso altamente visible o una serie de procesos [33]

- con menos variación
- producir menos desperdicios
- más apegado a la estandarización con un ritmo de flujo constante

Esto tendrá:

- mejor rendimiento del paciente o productividad
- ahorro en tiempo para pensar y hacer mejoras

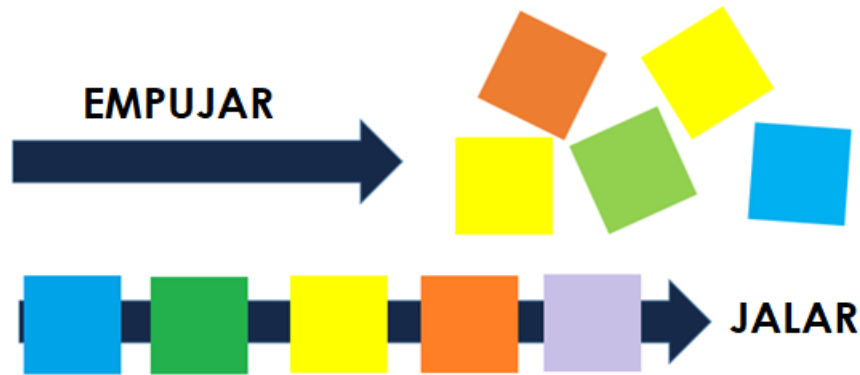
Conectando todo el recorrido del paciente para mejorar la atención

Una forma de mejorar la atención al paciente es sincronizar las partes clave del tratamiento con las necesidades de los pacientes [33,34]. Así, pasaran el mínimo tiempo posible en cuidados agudos. Del mismo modo, los recursos que respaldan esta atención idealmente deberían proporcionarse solo cuando y donde sea necesario [35]. Esto desafía la visión normal de que los recursos deben ser maximizados, lo que con frecuencia resulta en mucho desperdicio y frustración [33-35].



Explotar jalar (*pull*) el servicio en lugar de empujarlo (*push*)

Muchos procesos de atención médica funcionan con base en empujar en lugar de tirar el servicio [33,34]. Los pacientes y la información regularmente se transmiten independientemente de los recursos y la capacidad disponibles en la siguiente etapa a lo largo del recorrido del paciente [33]. Los centros médicos necesitan diseñar recorridos para que los pacientes sean atraídos por los procesos con base en la demanda [33-35].



Por ejemplo [34]

Los pacientes del departamento de emergencias que necesitan una cama suelen empujar el servicio. El personal del departamento de emergencias tiene que pasar tiempo buscando una cama adecuada en el hospital.

Esto implica gran coordinación y recurso humano. Si se aplica el concepto *Pull*, la sala de admisión jala a los pacientes de la sala de emergencias cuando hay una cama disponible. No esperan al departamento de emergencias para pedir una cama.

Este enfoque:

- reduce los retrasos
- acelera los procesos
- aumenta la productividad
- reduce la duración de la estadía
- ahorra tiempo y dinero

No obstante, requiere buena comunicación y procedimientos sólidos para trabajar de manera eficiente. Una vez que se adopta el sistema *Pull*, el flujo mejora y el uso de recursos aumenta.

Principio 5: PERSEGUIR LA PERFECCIÓN



Desarrollar y modificar procesos continuamente en busca del ideal. El paso final en la implementación Lean Healthcare es perseguir la perfección para

- **reducción de errores**
- **eliminar demoras y desperdicio**
- **Encontrar mejores formas de proporcionar valor a los pacientes**

La perfección proviene de un flujo continuo de pequeñas mejoras generadas por el personal a lo largo del tiempo. Pero es difícil lograr mejoras sostenibles en un entorno inestable [35]. Por lo tanto, los primeros cuatro principios tienen como objetivo proporcionar un entorno más estable para mejorar [36]. Esos primeros pasos ayudan a comprender los procesos dentro de un flujo de valor, haciéndolos visibles y exponiendo un desperdicio obvio. Esto ayuda a las personas a reconocer cuándo las cosas van mal, para que puedan eliminar el desperdicio y hacer que el valor fluya, en función de [36,37]

- procesos estandarizados
- introducir métodos constantes de trabajo para reducir picos y valles (*peaks-troughs*)

Finalmente, se avanza para obtener valor a través de este proceso, ayudando a garantizar que los recursos correctos estén disponibles cuando sea necesario [37]. El resultado habitual son procesos mejorados con mucho menos desperdicio y un ambiente de trabajo más tranquilo. En esta situación estable, obtener y mantener una mejora continua es mucho más fácil [35,37]. Es importante destacar que todos pueden contribuir en cualquier momento.



Descripción general de la implementación Lean Healthcare y sus ventajas

Una organización Lean se da cuenta de que mejorar la calidad y la seguridad resulta en una atención más eficiente y rentable.

Centrarse en la reducción de residuos reduce los costos

El pensamiento Lean y sus herramientas asociadas ayudan a las organizaciones a identificar [38]:

- cómo se hace el trabajo
- cómo eliminar el desperdicio y la confusión en los procesos

Centrarse en la eliminación de residuos ayuda a reducir costos [38]. Agrega valor a su procesa, mejora el flujo, elimina esfuerzo ineficaz y maximiza el valor para los pacientes. Esto requiere un cambio al pensar en cómo manejar y dirigir organizaciones del hospital.

Las organizaciones Lean son eficientes, organizadas y brindan servicios de alta calidad [38,39].

Una organización Lean es [40]:

- capaz de proporcionar servicios y productos de la más alta calidad
- resultados enfocados a pacientes
- eficiente
- extremadamente bien organizada
- un gran lugar para trabajar

Existe un compromiso continuo de mejora de los líderes clínicos y gerenciales para garantizar que las mejoras se mantengan [39,40]. Lean no es una moda o una solución rápida.

Los beneficios pueden ser sustanciales, incluyendo [38,40]:

Flujo de pacientes eficiente	Reducción de desperdicios	Más pacientes tratados
Pacientes atendidos más rápido	Tiempos de espera más cortos	Servicios seguros y confiables
Mejor uso de la capacidad	Reducción de la duración de estancia	Procedimientos y equipos estandarizados
Ahorro de costos	Incremento de la productividad	Mejora de la moral del personal

Casos de éxito con la implementación de Lean Healthcare

Autor y País	Departamento, Diseño del estudio, (n), Duración	Intervención principal	Indicadores	Resumen de resultados
[41], EE. UU.	Cardiorrástico, Pre-Post, (n=64), 60 m	Lean y Kaizen	Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 14 a 5 días
[42], Taiwán	Cardiología, Pre-Post, (n=46), 15 m	Lean y Six Sigma	Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 3 días

[43], EE. UU.	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=540), 35 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Media)	Reducción de 5.3 a 3.4 días (p<0.001)
[44], España	Rehabilitación, Pre-Post, (n=75,490), 15 m	Six Sigma	Duración de la estadía (Media)	Reducción de 164.1 a 58.2 días (p<0.001)
[45], EE. UU.	Emergencias, Pre-Post, (n=6,906), 25 m	Lean	Tiempo de la orden de alta (Mediana)	Reducción de 1:43 pm a 11:28 am (p<0.0001)
			Tiempo de la orden de alta (Mediana)	Reducción de 3:25 pm a 2:25 pm (p<0.0001)
			Alta antes del mediodía (Porcentaje)	Incremento de 14 a 26% (p<0.0001)
			Tiempo de abordar al Hospital (Mediana)	Reducción de 176 a 127 min (p<0.0001)
			Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 3.8 a 3.4 días
[46], EE. UU.	Sala de Operaciones, Pre-Post, 32 m	Lean	Tiempo de rotación de la sala de operaciones (Promedio)	Reducción de 54 a 41 min (p=0.0001)
			Inicio a tiempo (Porcentaje)	Incremento de 54 a 84% (p=0.0001)
[47] EE. UU.	Cuidados Intensivos, Estudio de Cohorte, (n=269), 24 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Mediana)	Reducción de 29 a 22 días (p<0.001)
[48], EE. UU.	Departamento de Cirugía, Estudio de Cohorte, (n=1,779), 48 m	TPS	Duración de la estadía (Mediana)	Cambio no significativo (p=0.90)
[49], RU	Traumatología Ortopédica, Pre-Post, (n=1,041), 18 m	Lean	Duración de la estadía (Media)	Cambio no significativo (p=0.396)
			Readmisión (Proporción)	Cambio no significativo (p=0.30)
[50], EE. UU.	Sala de Operaciones, Estudio de Cohorte, (n=199), 18 m	Lean	Tiempo de rotación (Media)	Reducción de 38.4 a 29 min (p<0.001)
			Tiempo de respuesta (Media)	Reducción de 89.5 a 69.3 min (p<0.001)
[51], EE. UU.	Departamento de Emergencia, Pre-Post, 24 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Media)	Reducción de 5.3 a 5 días (p<0.005)
			Tiempo de abordar al Hospital (Media)	Reducción de 7.6 a 5.5 h (p=0.007)
			Alta antes del mediodía (Porcentaje)	Incremento de 43 a 54.1% (p < 0.001)
[52], Arabia Saudita	Sala de Operaciones, Estudio de Cohorte, 28 m	Lean	Inicio a tiempo (Porcentaje)	Incremento de 14 a 34% (p<0.001)
			Tiempo de rotación de la sala (Mediana)	Cambio no significativo
[53], RU	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=608), 24 m	Lean	Duración de la estadía (Mediana)	Cambio no significativo (p=0.178)
[54], Italia	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=22,262), 48 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Media)	Reducción de 45 a 36 días (p=0.038)
[55], India	Departamento de Cirugía, Pre-Post, (n=120), 3 m	Six Sigma	Tiempo de ciclo del proceso de alta del paciente (Promedio)	Reducción de 234 a 143 min
[56], Países Bajos	Centro de Traumatología, Pre-Post, (n=1,693), 18 m	Lean Six Sigma	Duración de la estadía (Promedio)	Reducción de 11.8 a 8.5 días

Factores críticos de éxito

El personal del hospital tiene la capacidad y necesita el apoyo y liderazgo de la dirección

La aplicación del pensamiento Lean Healthcare requiere pocos expertos externos. El hospital debe desarrollar su capacidad de mejora del servicio existente [57]. El énfasis en una organización Lean es primero aprender haciendo, después capacitar al personal

según sea necesario ^[58]. Es posible que necesiten orientación sobre el uso de herramientas y técnicas específicas, y algo de entrenamiento para ayudarlos. Pero principalmente necesitan empoderamiento para hacer el trabajo ^[57,58]. El apoyo de los líderes y su compromiso de proporcionar los recursos y la capacitación necesarios son fundamentales para una cultura Lean exitosa ^[57,58]. Además, son clave para permitir que el personal realice las mejoras necesarias, eliminando las barreras organizativas, percibidas o reales ^[42].

1 Pequeños cambios hacen una gran diferencia

Lean alienta y capacita al personal para realizar pequeñas mejoras en su trabajo diario. No siempre necesita un equipo de proyecto para obtener resultados que tengan un gran impacto ^[58]. Con frecuencia, el personal simplemente necesita permiso para mejorar. Por ejemplo, un problema común es que los médicos pasan mucho tiempo buscando pastillas recetadas. En el *Heart of England NHS Foundation Trust*, se escriben más de 100 recetas por día en el departamento de emergencias ^[28]. Anteriormente se necesitaba al menos dos o tres minutos, y a veces mucho más, para encontrar cada receta. Eso es al menos 200 a 300 minutos por día desperdiciados buscando las recetas. Se realizó un cambio simple y rápido. Un miembro del personal simplemente pegó una hoja al escritorio en el consultorio del médico. El personal ahora sabe a dónde ir para encontrar la receta. Esto ahorra tiempo valioso.

2 Beneficios Lean maximizados al involucrar a todo el personal ^[57-61]

Para obtener todos los beneficios y garantizar que las mejoras sean sostenibles, se requiere un programa continuo organizado y respaldado en todos los niveles. Se observan beneficios significativos cuando se implementa Lean en todos los flujos dentro del sistema de salud.

3 Lean ayudará a motivar al personal y a ahorrar tiempo y dinero ^[57-61]

La mayoría de las personas, tanto administrativas como operativas, encuentran el viaje Lean personalmente gratificante y beneficioso para la empresa ^[45]. Lean es inclusivo y motivador porque fomenta una cultura de resolución de problemas donde los problemas cotidianos y las frustraciones se resuelven rápidamente.

Factores críticos de éxito

4 El apoyo gerencial es esencial para el éxito ^[57-61]

La implementación Lean debe ser dirigida desde arriba como parte de su plan estratégico. La junta directiva debe establecer la visión y debe informar sus planes operativos. Todos los líderes deben crear el entorno en el que aplicar el pensamiento Lean pueda generar resultados. Esto incluye dar a las personas tiempo y espacio para contribuir. Todos los líderes deben pasar tiempo en el lugar de trabajo simplemente observando y escuchando

al personal y a los pacientes. Después lograran ver el desperdicio, el costo asociado y la falta de flujo de pacientes e información. Para que las mejoras sean sostenibles, el personal de primera línea debe participar activamente en la identificación de los problemas y ser responsable de implementar las soluciones. El papel del personal superior es permitir que el personal implemente las soluciones, no emprender el cambio.

5 El soporte Lean dedicado genera resultados rápidos ^[57-61]

Para facilitar las mejoras y obtener resultados rápidos, es recomendable tener entrenadores Lean dedicados disponibles. Pueden ser internos o externos. Muchas organizaciones externas pueden ayudar en este tema, aunque pocas tienen experiencia en servicios de salud. Los equipos e individuos de implementación Lean requieren un apoyo activo para superar posibles bloqueos para introducir procesos nuevos o modificados. Las organizaciones hospitalarias necesitan identificar sus flujos de valor, después diseñar nuevos procesos para los pacientes y la información que fluye a través de ellos.

6 Eventos de mejora rápida para resultados en días, no meses ^[57-61]

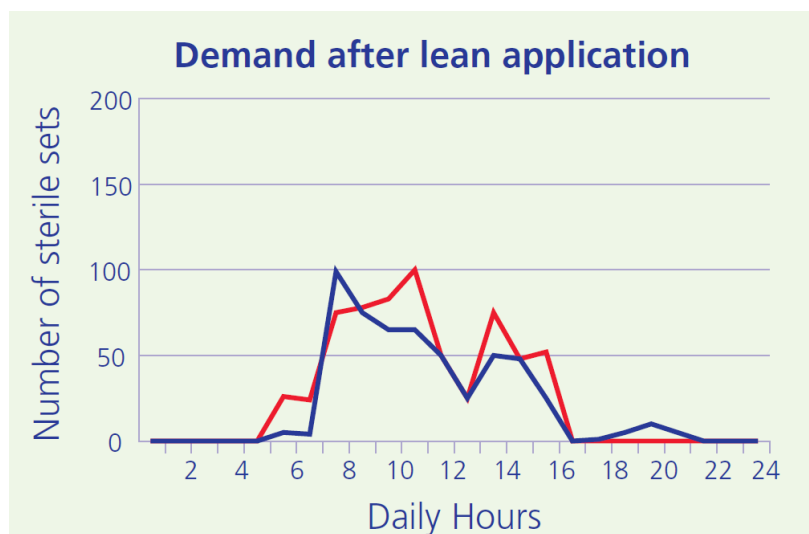
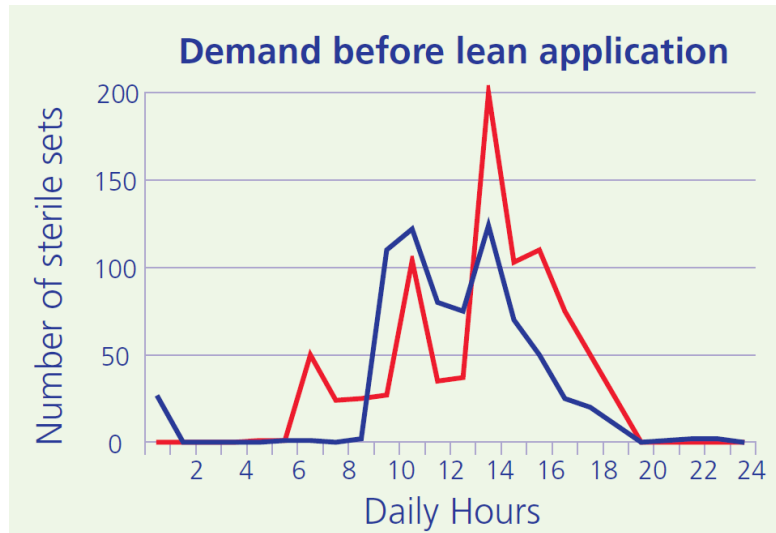
Los eventos de mejora rápida (*Kaizen*) suelen ser una actividad de tres a cinco días y pueden ser muy efectivos. Los representantes de un flujo de valor trabajan juntos para resolver un problema en particular, enfocándose en ganancias rápidas. Pensar de manera eficiente en procesos específicos eliminará el desperdicio y mejorará la efectividad, con frecuencia mejorando la experiencia del paciente y reduciendo la frustración del personal.

Un buen ejemplo de un evento de mejora rápida en Mayday Healthcare NHS Trust: Servicios de esterilización ^[28]

Los servicios de esterilización suministraron más de 3,000 paquetes de instrumentos a la sala de operaciones. A pesar de contar con mucho tiempo extra, los paquetes regularmente no estaban disponibles cuando eran necesarios, y el 40% tenía escasez. Por lo tanto, todo era urgente y las salas de operaciones tenían que utilizar días extras para satisfacer la demanda. La respuesta convencional era utilizar más personal y más paquetes estériles. Un equipo pasó cinco días aplicando los primeros cuatro principios de implementación Lean, con facilitadores de South West London Improvement Academy. Esto dio como resultado un plan de implementación de seis semanas para una mejor manera de trabajar:

- Se mejoró el flujo de servicios de esterilización, lo que proporcionó una mayor coherencia.
- tiempos de respuesta (TAT) para paquetes y mejor disponibilidad
- se perdió menos tiempo preparando listas de material
- la demanda se suavizó durante todo el día
- el plan se ejecutó sin horas extras ni recursos adicionales

El trabajo de todos se hizo más fácil. El efecto sobre el patrón de demanda de servicios de esterilización se muestra en las gráficas como uno de los beneficios obtenidos. La línea roja muestra los paquetes que llegan a los servicios de esterilización y la línea azul el número que sale de la sala de operaciones antes (arriba) y después (abajo) de la implementación Lean Healthcare.



Demanda y capacidad de servicios de esterilización. Los picos de la gráfica se han suavizado. La mayoría del trabajo ahora llega por la mañana en lugar de al final de la tarde, dando al personal más tiempo para procesar el material.

REFERENCIAS

En orden de aparición

1. Aguilar-Escobar, V. G., & Garrido-Vega, P. (2013). Gestión Lean en logística de hospitales: estudio de un caso. *Revista de Calidad Asistencial*, 28(1), 42-49.
2. Tiapa, D., Zepeda-Lugo, C. A., Tortorella, G. L., Baez-Lopez, Y. A., Limon-Romero, J., Alvarado-Iniesta, A., & Rodriguez-Borbon, M. I. (2020). Effects of lean healthcare on patient flow: a systematic review. *Value in Health*, 23(2), 260-273.
3. Bohmer, R., & Knoop, C. I. (2007). The challenge facing the US healthcare delivery system. *HBS Case*, 9, 606.
4. Castaldi, M., Sugano, D., Kreps, K., Cassidy, A., & Kaban, J. (2016). Lean philosophy and the public hospital. *Perioperative Care and Operating Room Management*, 3, 25-28.
5. Womack, J. P., Byrne, A. P., Fiume, O. J., Kaplan, G. S., & Toussaint, J. (2005). Going lean in health care. *Cambridge, MA: Institute for Healthcare Improvement*.
6. Hines, P., & Taylor, D. (2000). Going lean. *Cardiff, UK: Lean Enterprise Research Centre Cardiff Business School*, 1, 528-34.
7. López Arroyave, G. S. (2011). Indentificando las tareas de valor. Consultado de <https://es.slideshare.net/universitaria2011/indentificando-las-tareas-de-valor>, el 17/07/2020.
8. Smith, S. (2014). Muda, muri and mura. *Lean & Six Sigma Review*, 13(2), 36.
9. Domingo, R. T. (2015). Identifying and eliminating the seven wastes or muda. *Asian Institute of Management*, godina nepoznata.
10. Liker, J. K., & Ross, K. (2019). El modelo Toyota para la excelencia en los servicios: Transformación lean en empresas de servicios. Profit Editorial.
11. Ruffa, S. A. (2008). *Going lean: How the best companies apply lean manufacturing principles to shatter uncertainty, drive innovation, and maximize profits*. Amacom.
12. Dickson, E. W., Singh, S., Cheung, D. S., Wyatt, C. C., & Nugent, A. S. (2009). Application of lean manufacturing techniques in the emergency department. *The Journal of emergency medicine*, 37(2), 177-182.
13. Kilpatrick, J. (2003). Lean principles. *Utah Manufacturing Extension Partnership*, 68(1), 1-5.
14. Allen, J. H. (2000). Make lean manufacturing work for you. *Manufacturing Engineering*, 124(6), 54-54.
15. Joosten, T., Bongers, I., & Janssen, R. (2009). Application of lean thinking to health care: issues and observations. *International journal for quality in health care*, 21(5), 341-347.
16. Fine, B. A., Golden, B., Hannam, R., & Morra, D. (2009). Leading lean: a Canadian healthcare leader's guide. *Healthcare Quarterly*, 12(3), 32-41.
17. Waring, J. J., & Bishop, S. (2010). Lean healthcare: rhetoric, ritual and resistance. *Social science & medicine*, 71(7), 1332-1340.
18. Guimarães, M., & Crespo de Carvalho, J. (2012). Lean healthcare across cultures: state-of-the-art. *American International Journal of Contemporary Research*, (6), 187-206.
19. Poksinska, B. (2010). The current state of Lean implementation in health care: literature review. *Quality management in healthcare*, 19(4), 319-329.
20. Lummus, R. R., Vokurka, R. J., & Rodeghiero, B. (2006). Improving quality through value stream mapping: A case study of a physician's clinic. *Total Quality Management*, 17(8), 1063-1075.
21. Jimmerson, C., Weber, D., & Sobek II, D. K. (2005). Reducing waste and errors: piloting lean principles at Intermountain Healthcare. *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 31(5), 249-257.
22. Joosten, T., Bongers, I., & Janssen, R. (2009). Application of lean thinking to health care: issues and observations. *International journal for quality in health care*, 21(5), 341-347.
23. Kollberg, B., Dahlgaard, J. J., & Brehmer, P. O. (2007). Measuring lean initiatives in health care services: issues and findings. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
24. Henrique, D. B., Rentes, A. F., Godinho Filho, M., & Esposto, K. F. (2016). A new value stream mapping approach for healthcare environments. *Production Planning & Control*, 27(1), 24-48.
25. Teichgräber, U. K., & de Bucourt, M. (2012). Applying value stream mapping techniques to eliminate non-value-added waste for the procurement of endovascular stents. *European journal of radiology*, 81(1), e47-e52.
26. Sethi, R., Yanamadala, V., Burton, D. C., & Bess, R. S. (2017). Using lean process improvement to enhance safety and value in orthopaedic surgery: the case of spine surgery. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 25(11), e244-e250.
27. Lean Solutions (2020). *VSM, Value Stream Mapping*. Consultado de <http://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>, el 15/07/2020
28. Westwood, N., James-Moore, M., & Cooke, M. (2007). *Going Lean in the NHS*. NHS Institute for Innovation and Improvement.
29. Kanamori, S., Sow, S., Castro, M. C., Matsuno, R., Tsuru, A., & Jimba, M. (2015). Implementation of 5S management method for lean healthcare at a health center in Senegal: a qualitative study of staff perception. *Global health action*, 8(1), 27256.
30. Manos, A., Sattler, M., & Alukal, G. (2006). Make healthcare lean. *Quality progress*, 39(7), 24.
31. Dávila, S. P., & González, J. T. (2015). Mejora de la eficiencia de un servicio de rehabilitación mediante metodología Lean Healthcare. *Revista de Calidad Asistencial*, 30(4), 162-165.
32. Jackson, T. L. (2011). *Standard work for lean healthcare*. CRC Press.
33. Sloan, T., Fitzgerald, A., Hayes, K. J., Radnor, Z., Robinson, S., Sohal, A., ... & Al Farsi, Y. M. (2014). Readiness factors for lean implementation in healthcare settings—a literature review. *Journal of health organization and management*.
34. Aherne, J., & Whelton, J. (Eds.). (2010). *Applying lean in healthcare: a collection of international case studies*. CRC Press.
35. Waring, J. J., & Bishop, S. (2010). Lean healthcare: rhetoric, ritual and resistance. *Social science & medicine*, 71(7), 1332-1340.
36. De Souza, L. B. (2009). Trends and approaches in lean healthcare. *Leadership in health services*.
37. Kaplan, G. S., & Patterson, S. H. (2008). Seeking perfection in healthcare. A case study in adopting Toyota Production System methods. *Healthcare executive*, 23(3), 16-8.
38. Shazali, N. A., Habidin, N. F., Ali, N., Khaidir, N. A., & Jamaludin, N. H. (2013). Lean healthcare practice and healthcare performance in Malaysian healthcare industry. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 3(1), 1-5.
39. De Koning, H., Verver, J. P., van den Heuvel, J., Bisgaard, S., & Does, R. J. (2006). Lean six sigma in healthcare. *Journal for Healthcare Quality*, 28(2), 4-11.
40. Habidin, N. F., Omar, C. M. Z. C., Kamis, H., Latip, N. A. M., & Ibrahim, N. (2012). Confirmatory factor analysis for lean healthcare practices in Malaysian healthcare industry. *Journal of Contemporary Issues and Thought*, 2, 17-29.
41. Artenstein, A. W., Rathlev, N. K., Neal, D., Townsend, V., Vemula, M., Goldlust, S., Schmidt, J., Visintainer, P., Albert, M., Alli, G., Anderson, J., Bertolasio, P., Bourgeault, R., Bryson, C., Calcasola, S., Delozier, G., Edwards, S., Elia, T., Garreff, L., ... Tuomi, M. (2017). Decreasing Emergency Department Walkout Rate and Boarding Hours by Improving Inpatient Length of Stay. *Western Journal of Emergency Medicine*, 18(6), 982-992. <https://doi.org/10.5811/westjem.2017.7.34663>
42. Beck, M. J., Okerblom, D., Kumar, A., Bandyopadhyay, S., & Scalzi, L. V. (2016). Lean intervention improves patient discharge times, improves emergency department throughput and reduces congestion. *Hospital practice (1995)*, 44(5), 252-259. <https://doi.org/10.1080/21548331.2016.1254559>
43. Burkitt, K. H., Mor, M. K., Jain, R., Kruszewski, M. S., Mccray, E. E., Moreland, M. E., Muder, R. R., Obrosky, D., Mary, S., Wilson, M. A., & Fine, M. J. (2009). Toyota production system quality improvement initiative improves perioperative antibiotic therapy. *American Journal of Managed Care*, 15(9), 633-642.
44. Castaldi, M., Sugano, D., Kreps, K., Cassidy, A., & Kaban, J. (2016). Lean philosophy and the public hospital. *Perioperative Care and Operating Room Management*, 3, 25-28. <https://doi.org/10.1016/j.pcorn.2016.05.006>

45. Collar, R. M., Shuman, A. G., Feiner, S., McGonegal, A. K., Heidel, N., Duck, M., McLean, S. A., Billi, J. E., Healy, D. W., & Bradford, C. R. (2012). Lean management in academic surgery. *Journal of the American College of Surgeons*, 214(6), 928–936. <https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2012.03.002>
46. De la Lama, J., Fernandez, J., Punzano, J. A., Nicolas, M., Nin, S., Mengual, R., Ramirez, J. A., Raya, A.-L., & Ramos, G. (2013). Using Six Sigma tools to improve internal processes in a hospital center through three pilot projects. *International Journal of Healthcare Management*, 6(3), 158–167. <https://doi.org/10.1179/2047971913Y.00000000044>
47. Gayed, B., Black, S., Daggy, J., & Munshi, I. A. (2013). Redesigning a Joint Replacement Program using Lean Six Sigma in a Veterans Affairs Hospital. *JAMA Surgery*, 148(11), 1050–1056. <https://doi.org/10.1001/jamasurg.2013.3598>
48. Hassanain, M., Zamakhshary, M., Farhat, G., & Al-Badr, A. (2016). Use of Lean methodology to improve operating room efficiency in hospitals across the Kingdom of Saudi Arabia. *International Journal of Health Planning and Management*, 32(2), 133–146. <https://doi.org/10.1002/hpm.2334>
49. Hseng-Long, Y., Chin-Sen, L., Chao-Ton, S., Pa-Chun, W., Hseng-Long Yeh, Yeh, H.-L., Lin, C.-S., Su, C.-T., & Wang, P.-C. (2011). Applying lean six sigma to improve healthcare: An empirical study. *African Journal of Business Management*, 5(31), 12356–12370. <https://doi.org/10.5897/AJBM11.1654>
50. Iannettoni, M. D., Lynch, W. R., Parekh, K. R., & McLaughlin, K. A. (2011). Kaizen method for esophagectomy patients: Improved quality control, outcomes, and decreased costs. *Annals of Thoracic Surgery*, 91(4), 1011–1018. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2011.01.001>
51. Montella, E., Di Cicco, M. V., Ferraro, A., Centobelli, P., Raiola, E., Triassi, M., & Improta, G. (2017). The application of Lean Six Sigma methodology to reduce the risk of healthcare-associated infections in surgery departments. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 23(3), 530–539. <https://doi.org/10.1111/jep.12662>
52. New, S., Hadi, M., Pickering, S., Robertson, E., Morgan, L., Griffin, D., Collins, G., Rivero-Arias, O., Catchpole, K., & McCulloch, P. (2016). Lean Participative Process Improvement: Outcomes and Obstacles in Trauma Orthopaedics. *Plos One*, 11(4), e0152360. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152360>
53. Niemeijer, G., Trip, A., Ahaus, K., Does, R., & Wendt, K. (2010). Quality in trauma care: Improving the discharge procedure of patients by means of Lean Six Sigma. *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care*, 69(3), 614–618. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181e70f90>
54. Trzeciak, S., Mercincavage, M., Angelini, C., Cogliano, W., Damuth, E., Roberts, B. W., Zanotti, S., & Mazzaelli, A. J. (2018). Lean Six Sigma to Reduce Intensive Care Unit Length of Stay and Costs in Prolonged Mechanical Ventilation. *Journal for Healthcare Quality*, 40(1), 36–43. <https://doi.org/10.1097/JHQ.0000000000000075>
55. Vijay, S. A. (2014). Reducing and optimizing the cycle time of patients discharge process in a hospital using six sigma dmaic approach. *International Journal for Quality Research*, 8(2), 169–182.
56. Yousri, T. A. A., Khan, Z., Chakrabarti, D., Fernandes, R., & Wahab, K. (2011). Lean thinking: Can it improve the outcome of fracture neck of femur patients in a district general hospital? *Injury*, 42(11), 1234–1237. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2010.11.024>
57. Noori, B. (2015). The critical success factors for successful lean implementation in hospitals. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 15(1), 108–126.
58. Sobek II, D. K. (2011). Lean healthcare implementation: critical success factors. In *IIE Annual Conference. Proceedings* (p. 1). Institute of Industrial and Systems Engineers (IISE).
59. Noori, B. (2015). Identifying critical issues in lean implementation in hospitals. *Hospital topics*, 93(2), 44–52.
60. Kundu, G., & Manohar, B. M. (2012). Critical success factors for implementing lean practices in it support services. *International Journal for Quality research*, 6(4).
61. Hibadullah, S. N., Habidin, N. F., Zamri, F. I. M., Fuzi, N. M., & Desa, A. F. N. C. (2014). Critical success factors of lean manufacturing practices for the Malaysian automotive manufacturers. *International Journal of Quality and Innovation*, 2(3–4), 256–271.

Imágenes en orden de aparición:

- 1) <https://sp.depositphotos.com/99624588/stock-photo-business-people-and-medical-workers.html>
- 2) <https://www.healthcareitnews.com/news/onc-here-s-how-hospitals-are-using-ehr-data-beyond-patient-care>
- 3) <https://michener.ca/academic-programs/bridging-programs-2/>
- 4) <https://pablodiazmasa.es/actividades-no-valor-sobreproduccion/>
- 5) <https://paanalytics.com/building-a-trusted-post-acute-network-improves-patient-outcomes-and-lowers-costs/two-doctors-meeting-at-hospital-office/>
- 6) <https://www.kienyke.com/historias/en-que-casos-puede-cambiarse-el-nombre-en-colombia>
- 7) <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Flean-analytics.org%2Fvalue-stream-mapping-a-key-methodology-to-a-simple-waste-elimination-in-product-development%2F&psig=AOvVaw38NO6hCilblnnL-vrGpWh&ust=1595279214124000&source=images&ccd=vfe&ved=0CAIQjRqFwoTCID657Cc2uoCFQAAAAAdAAAAABAD>
- 8) <http://www.leanevent.org/index.php/en/sessio/csg/109-sessions/529-vsm-workshop>
- 9) <https://www.leanismything.com/como-hacer-un-vsm>
- 10) https://cadenaser.com/emisora/2018/04/26/ser_madrid_sur/1524736513_573351.html
<https://www.com.edu/ce/allied-health/sterile-processing-technician-certificate>

Anexo 2. Lista de Verificación PRISMA

Section/topic	#	Checklist item	Reported on section
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	Title
ABSTRACT			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	Abstract
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	Introduction
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	Introduction
METHODS			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	Methods
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	Methods
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	Methods
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	Appendix 2
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	Methods
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	Methods
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	Methods
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	Methods
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	Methods
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., I^2) for each meta-analysis.	N/A
Section/topic # Checklist item Reported on page #			
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	N/A
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	N/A
RESULTS			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	Results and Figure 1
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	Table 1 and appendix 3
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	Appendix 3
Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	Appendix 3
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	N/A

Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	N/A
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	N/A
DISCUSSION			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	Results
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	Discussion
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	Conclusions
FUNDING			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	N/A

Anexo 3. Estrategia de búsqueda

1. Pubmed-Medline

Healthcare Units and Ambulatory y Care (Outpatient Care)

1. ("Hospital Departments/methods"[Mesh] OR "Hospital Departments/organization and administration"[tiab] OR "Hospital Departments/standards"[tiab] OR "Hospital Departments/statistics and numerical data"[tiab] AND lean healthcare)
2. Lean healthcare AND (admitting OR clinic? OR emergency department? OR emergency medicine OR emergency room? OR emergency service? OR family practice? OR general practice? OR healthcare OR hospital? OR inpatient? OR intensive care OR ICU OR oncology OR outpatient? OR pharmacist? OR readmission? OR trauma center? OR trauma service? OR trauma care OR ambulatory care OR primary care OR secondary care OR tertiary care)

Lean

1. ("Lean healthcare"[tiab] OR "lean thinking"[tiab] OR "lean manufacturing"[tiab] OR (lean[tiab] AND sigma[tiab]) OR toyota[tiab] OR "lean principles"[tiab] OR "lean management"[tiab] OR lean process[tiab] OR lean process management[tiab] OR lean healthcare approach[tiab])
2. Lean healthcare AND (approach OR business model? OR care OR collaborate* OR design* OR healthcare OR implementation? OR industry OR initiative? OR intervention* OR leader* OR management OR methodology* OR method? OR organi?ation* OR planning OR philosophy OR practice* OR principle* OR process improvement? OR production OR program? OR quality OR redesign* OR reengineer* OR restructure* OR reorgani* OR safety OR sigma OR strategy OR thinking OR tool)

Patient flow, waiting time and length of stay

((("Length of Stay/organization and administration"[Mesh] OR "Length of Stay/standards"[Mesh] OR "Length of Stay/statistics and numerical data"[Mesh])) OR "Patient Outcome Assessment/organization and administration"[Mesh]) AND ("Total Quality Management/methods"[Mesh] OR "Total Quality Management/organization and administration"[Mesh] OR "Total Quality Management/statistics and numerical data"[Mesh])

2. The Cochrane Library

Healthcare Units and Ambulatory Care (Outpatient Care)

Lean healthcare AND (admitting OR clinic? OR emergency department? OR emergency medicine OR emergency room? OR emergency service? OR family practice? OR general practice? OR healthcare OR hospital? OR inpatient? OR intensive care OR ICU OR oncology OR outpatient? OR pharmacist? OR readmission? OR trauma center? OR trauma service? OR trauma care OR ambulatory care OR primary care OR secondary care OR tertiary care)

Lean

1. Lean healthcare AND (approach OR business model? OR care OR collaborate* OR design* OR healthcare OR implementation? OR industry OR initiative? OR intervention* OR leader* OR management OR methodology* OR method? OR organi?ation* OR planning OR philosophy OR practice* OR principle* OR process improvement? OR production OR program? OR quality OR redesign* OR reengineer* OR restructure* OR reorgani* OR safety OR sigma OR strategy OR thinking OR tool)

Patient flow, waiting time and length of stay

1. (Lean and waste). ti,ab. OR (lean adj3 waste). ti,ab.
2. ((Wait\$ time? OR reduc\$ wait\$) and lean). ti,ab. OR ((wait\$ time? OR reduc\$ wait\$) adj4 lean). ti,ab.
3. (Lean and (overcrowd\$ OR patient\$ flow? OR wait time?)). ti,ab.

3. EBSCO

Healthcare Units and Ambulatory Care (Outpatient Care)

("Hospital Departments/methods"[Mesh] OR "Lean Hospital Departments/organization and administration"[tiab] OR "Lean Hospital Departments/standards"[tiab] OR "Lean Hospital Departments/statistics and numerical data"[tiab] AND lean healthcare)

Lean

(Lean healthcare[tiab] OR lean thinking[tiab] OR lean process[tiab] OR lean process management[tiab] OR lean healthcare approach[tiab] OR continuous quality management OR lean six sigma[tiab] OR lean management[tiab] OR lean operations management[tiab] OR total quality management [mesh] AND lean healthcare)

Patient flow, waiting time and length of stay

Lean healthcare AND (Patient flow OR waiting time OR length of stay)

4. CINAHL

Healthcare Units and Ambulatory Care (Outpatient Care)

Lean healthcare AND (surgical OR surgery OR readmission? OR intensive care OR inpatient? OR ICU OR hospitali#ed OR general practice? OR admitting OR clinics OR emergency department? OR emergency room? OR emergency service? OR family practice? OR primary care OR pharmacy OR hospital? OR oncology OR trauma center? OR trauma service?)

Lean

Lean healthcare AND (implementation? OR healthcare OR industry OR initiative? OR intervention* OR leader* OR management OR method? OR methodolog* OR planning OR tools OR workshop* thinking OR strategies OR sigma OR quality OR production OR process improvement? OR principles OR principle OR practices OR practice OR philosophy)

Patient flow, waiting time and length of stay

(TI ((wait* time? OR reduc* wait*) and lean) OR AB (lean (overcrowd* OR patient* flow?))) OR ((wait* time? OR reduc* wait*) lean) OR (TI (lean and (overcrowd* OR patient* flow?)))

5. Web Of Science

Healthcare Units and Ambulatory Care (Outpatient Care)

Lean healthcare AND (healthcare units OR intensive care unit OR clinical management OR health facilities health center OR patient centered care OR patient and family centered care OR public healthcare management)

Lean

Lean healthcare AND (management OR six sigma OR thinking OR process OR management OR operations OR lean process management OR lean healthcare approach OR lean six sigma OR total quality management)

Patient flow, waiting time and length of stay

Lean healthcare AND (length of stay OR wait time OR length in hospital OR patient satisfaction OR wait times and length of hospitalization OR patient flow length of stay prediction OR length of stay cost OR hospital stays OR stay length OR decrease hospital length of stay OR wait and time OR delay time AND lean healthcare)

6. Scopus

Healthcare Units and Ambulatory Care (Outpatient Care)

Healthcare units OR intensive care unit OR clinical management OR health facilities health center OR patient centered care OR patient and family centered care OR public healthcare management

Lean

(Lean management OR lean six sigma OR lean thinking OR lean process OR lean principles OR lean operations and total quality management OR continuous quality improvement and lean methodology OR lean process management OR lean implementation)

Patient flow, waiting time and length of stay

Lean healthcare AND (Patient flow OR waiting time OR length of stay)

Anexo 4. Resumen de hallazgos (servicio ambulatorio)

Author, Year, Country	Aim of Study	Setting; Study Design; (n) Date; Time Frame	Main Intervention	Outcomes	Findings	Risk of Bias
King, 2006, Australia [5]	To establish streams for patient flows in an ED	ED; Pre-post study; Pre (n=49,075) Dec 2002-Nov 2003, Post (n=50,337) Dec 2003-Nov 2004; 24 months	Lean	Mean LOS in ED Mean LOS for admitted patients. Mean LOS for discharged patients Mean wait time to see a doctor Mean wait time to treatment Percentage of patients LWBS	Reduced 0.8 hrs, from 5.8 hrs to 5 hrs (p<0.001) Reduced 1.5 hrs, from 8.5 hrs to 7 hrs (p<0.000) Reduced 0.3 hrs, from 3.7 hrs to 3.4 hrs (p<0.001) No change (p=NS) Reduced 7 min, from 46 min to 39 min (p<0.001) Reduced 2.3% from 5.5% to 3.2 % (p<0.001)	Moderate
Dickson, 2009b, USA [428]	To improve the value of emergency care delivered.	ED; Pre-post study; pre (n=9,500) Sep-Nov 2005, post (n=9,600), Jan-Mar 2006; 7 months	Lean	Mean LOS in ED, all patients Patients Satisfaction "Very Good" Expense per patient	Reduction from 161 min to 148 min Increase from 54% to 59% (p<0.01) Increased from \$121 to \$124	Moderate
Hseng-Long, 2011, Taiwan [469]	To improve the medical process of acute Myocardial infarction	Cardiology department; Pre-post study; pre (n=36) Jan-Sep 2009, post (n=10) Nov-2009 to Mar-2010; 15 months	Lean and six sigma	Average wait time to see a doctor (Door-to-balloon process time) Process cycle efficiency Average LOS in hospital Savings in medical resource per year	58.4% decreased, from 139.2 min to 57.9 min Increased from 32.27% to 51.81%, Decreased by 3 days NT\$ 4.422 million	Moderate
Mazzocato, 2012, Sweden [429]	To Examine, how does lean work in emergency care	Accident and ED; Case study (pre-post); pre (n=52), Jan-Dec 2008, post (n=52) Jan-2009 to Dec-2010; 36 months	Lean	Mean wait time to first assessment by a doctor. Patients discharged within 4 hours	Reduced from 67 min to 54 min (P<0.05) 19% increased, from 67% to 80% (P<0.05)	Moderate

Pinto, 2013, Brazil [430]	To reduce wait time to radiation treatment and access to treatment slots.	Radiation Unit; Pre-post study; pre (n=308) Mar-Jun 2012, post (n=406) Jul-Dec 2012; 10 months	Lean	Median wait time for daily treatment Median wait time for appointment Capacity	Reduced 75%, from 2 hrs to 30 min Reduced 80%, from 4 months to 8 days Increased 20%	Serious
Ulhassan, 2013, Sweden [431]	To illuminate how a department introduce Lean	Cardiac ED; Case study; Jan-2008 to Dec-2011 Intervention Feb-2009; 48 months	Lean	Mean LOS in cardiac ED Patients discharged within 4 hours	Decreased from 206 min to 153 min Increased from 74% to 76.5%	Serious
Vermeulen, 2014, Canada [432]	To reduce ED length of stay and improve patient flow.	ED; Cohort study with control; Intervention (Total n=4,661,756), Control (Total n= 6,251,078); Apr-2007 to Jun-2011; 50 months	Lean	Median LOS, all patients Median LOS for discharged Median LOS for admitted Time to see a professional (initial physician assessment) Patients LWBS (relative risk)	Wave (W), Before-after; Control Group W1, decreased 18 min; decreased 2 min W2, decreased 23 min; decreased 4 min W3, decreased 15 min; decreased 13 min W1, decreased 21 min; decreased 4 min W2, decreased 17 min; decreased 4 min W3, decreased 14; decreased 17 min W1, decreased 0.4 min; increased 26 min W2, decreased 107 min; increased 75 min W3, decreased 137 min; increased 109 min W1, decreased 18 min; increased 2 min W2, decreased 13 min; increased 2 min W3, decreased 11 min; decreased 10 min W1, 0.71; 0.90 W2, 0.75; 0.93 W3, 0.82; 0.77	Moderate
Rutman, 2015a, USA [433]	To reduced time to provider, to reduce LOS.	ED; Pre-post study; Pilot 1 (n=18), Pilot 2 (n=80), Oct-2010 to Apr-2011; 7 months	Lean	Median wait time to see a provider Mean LOS in ED IV (Intravenous) Access time Patients seen within 30 min	Reduced from 43 min to 7 min Decreased by 30 min Reduced from 3 min to <1 min Increased from 33% to 93%	Serious
Duska, 2015, USA[30]	To identify variability in patient flow and improve.	Gynecologic Oncology clinics; Pre-post study; pre (n=21), post (n=18)	Lean	Mean LOS in chemotherapy (overall wait time)	Decreased from 119 min to 82 min (p=0.001)	Serious
Damle, 2016, USA [31]	To determine feasibility and effectiveness of applying Lean	Colonoscopy unit; Pre-post study; pre (n=107), post (n=110), Nov-2013 to May-2014; 7 months	Lean	Mean LOS in colonoscopy (colonoscopy time) Patient satisfaction	Decreased from 134 min to 121 min (p=0.01) Average score of 4.5/5.0 (n=73) waiting time; 4.9/5.0 (n=60) favorably experience; 4.9/5.0 (n=74) staff professionalism.	Moderate
Beck, 2016, USA [1]	To improve ED throughput and reduce ED boarding.	ED; Retrospective Pre-post study; pre (n=2,362) Feb-Oct 2013, post (n=4,544) Nov-2013 to Feb-2015; 25 months	Lean and six sigma	Median LOS for non-admitted patients Median ED boarding time	Increased from 2.47 hrs to 2.54 hrs (p=0.001) Decreased 49 min, from 176 min to 127 min (p<0.0001)	Moderate
Narayana murthy, 2014, India [434]	Improve overall practices	Scheduling and Pharmacy; Pre-post and case study	Lean	Average waiting time Average LOS for discharged patient (total lead time) Mean patient walking distance Mean number of medicine stock outs in a month Average lead time between order and delivery	Decrease 62.5%, from 80 min to 30 min Decrease 70%, from 115 min to 35 min Decrease 73%, from 1770 m to 475 m Decrease 82%, from 22 to 4 Decrease 67%, from 3 day to 1 day	Critical
Sanchez, 2018, Spain[2]	To improve ED throughput and waiting time.	ED; Prospective interventional pre-post study; pre (n=11,727) Apr-Sep 2015, post (n=12,704) Apr-Sep 2016; 12 months	Lean	Median LOS in ED Median wait time to see a professional (nurse preparation) Percentage of patients LWBS	Reduced 60 min from 389 min to 329 min (p<0.001) Reduced 23 min, from 71 min to 48 min (p<0.001) No change (p=0.45)	Moderate
Chan, 2014, China [6]	To identify and eliminate the non-valued added process from ED	ED; Pre-post study; pre (n=313) Feb 2011, intervention Apr-2011 to Jan-2012, post (n=281) Feb 2012; 13 months	Lean	Mean wait time to see a doctor (Door to diagnostic evaluation) Mean LOS in ED Triage waiting time Consultation waiting time Blood result time Admission waiting time	Reduced from 16.9 min to 14.3 min (p<0.05) Increased from 117.7 min to 157.7 min (p<0.05) Reduced from 3.18 min to 2.63 min (p<0.05) Reduced from 13.6 min to 11.6 min (p<0.05) Increased from 60 min to 76.42 min (p=NS) Reduced from 54.7 min to 24.5 min (p<0.05)	Moderate

Hitti, 2017, Lebanon [7]	To improve ED transportation times for plain radiography.	ED (Radiology); Pre-post study; pre (n=6,168) Oct-2012 to Apr-2013, post (n=4,879) May-Nov 2013; 14 months	Lean	Mean LOS in ED Mean radiology transportation turnaround time (TAT). Preliminary Report TAT Time Study processing to report	Decreased 0.92 hrs, from 4.6 hrs to 3.6 hrs (p<0.0001) Decreased 13 min, from 22.9 min to 9.9 min (p<0.0001) Increased 11.5 min, from 31.2 min to 42.6 min (p<0.0001) Reduced 1.5 min, from 54 min to 52.5 min (p=0.02)	Moderate
Murrel, 2011, USA [8]	To develop a Rapid Triage and Treatment (RTT) system	ED; Retrospective pre-post study; pre (n=30,981) Aug-2006 to Jan-2007, post (n=33,926) Mar-Aug 2007; 13 months	Lean	Mean LOS in ED Mean wait time to see a doctor (arrival to physician start time) Percentage of patients LWBS	Reduced 0.6 hrs, from 4.2 hrs to 3.6 hrs (p<0.001) Reduced 20.3 min, from 62.2 min to 41.9 min (p<0.001) Reduced 3%, from 4.5% to 1.5% (χ^2 =<0.001)	Moderate
Kelly, 2007, Australia [435]	To improve emergency department (ED) efficiency.	ED; Pre-post study; pre (n=31,570) May-2003 to Apr-2004, post (n=31,515) May-2004 to Apr-2005; 24 months	Lean thinking and task analysis	Median wait time for all triage (overall) Median emergency department time for all triage (Overall) Percentage of patients LWBS Percentage of staff reporting process improvement after intervention Episodes of ambulance bypass	Reduced 3 min (p<0.003) Reduced 12 min (p<0.005) No change (p=NS) 90% Decreased 55% from 120 to 54 (p<0.01)	Moderate
Naik, 2012, USA [399]	To transform a high-volume, safety net ED	ED; Pre-post study; Oct-2008 to Sep-2009 Oct-2009 to Apr-2011; 31 months	Lean	Median LOS to disposition Median login to provider time Median login to triage time	Reduced from 4.6 hrs to 4.0 hrs (p<0.001) Reduced from 2.1 hrs to 1.6 hrs (p<0.001) Reduced from 0.6 hrs to 0.3 hrs (p<0.001)	Moderate
Weaver, 2013, USA [34]	To change intake procedures on treatment timeliness	Mental health clinic; Pre-post, quasi-experimental; pre (n=100) Sep-2006 to Aug-2007, post (n=100) Sep-2007 to Aug-2008; 24 months	Toyota Production system	Average wait time for appointment (days)	Reduced 3 days, from 11 days to 8 days (p=0.03)	Moderate
Ford, 2012, USA [436]	To develop a streamlined intravenous tPA protocol	ED; Pre-post study; pre (n=132) Jan-2009 to Feb-2011, post (n=132) Mar-2011 to Mar-2012; 39 months	Lean	Median Door-to-needle time for patients with acute ischemic stroke Percent of patients treated <60 min	Reduced from 60 min to 39 min (p<0.0001) Increased from 52% to 78% (p<0.0001)	Moderate
Ieraci, 2008, Australia [437]	To evaluate a patient flow streaming system	ED; Pre-post study; pre (n=16,158) May-Oct 2005, post (n=18,504) May-Oct 2006; 18 months	Lean and Patient complexity	Mean wait time to see a doctor Percentage of patients LWBS Mean patient treatment time	Reduced from 54.5 min to 31.7 min (p<0.001) Reduced from 6.2% to 3.1% (p<0.001) Reduced from 240.6 min to 194.1 min (p<0.001)	Serious
Eller, 2009, USA [438]	To reduce the LOS and create a rapid assessment and disposition process.	ED; Pre-post study; Pre Jan-Jun 2007, post Aug-2007 to Jan-2009; 25 months	Lean	Mean LOS for no RAD patients Mean LOS for RAD patients Percentage of patients LWBS	Reduction of 45 min Reduction of 208 min Reduction of 28%.	Serious
Migita, 2011, USA [439]	To decrease ED LOS	ED; Pre-post study	Lean	Median LOS for admitted patients	Reduced from 289 to 257	Serious
Rutman, 2015b, USA [440]	To reduce time to a licensed independent provider	ED; Cohort controlled Pre-post study; pilot 1 (n=18), pilot 2 (n=80)	Lean and IRD	Median time to see a doctor (provider) Median LOS in ED	Decreased from 43 min to 7 min Decreased from 168 min to 153 min	Serious
Ciulla, 2018, USA [441]	To decrease patient flow time	Ophthalmology clinic; Pre-post study; pre (n=2,078) Oct-Dec 2014, post (n=1,071) Mar-Apr 2015; 7 months	Lean Six Sigma	Mean LOS from clinic (Patient flow) Patient satisfaction Staff satisfaction Capacity	Decreased by 20 min (p<0.05) 82% much better 100% much better Increased from 12 to 15 intravitreal injections	Moderate
Ben-Tovim, 2008, Australia [442]	To improve the flow of patients.	ED; Cohort study; baseline (2002-2003), intervention Nov-2003, post (2005-2006); 60 months	Lean	Mean LOS for discharged patients Mean LOS for admitted patients	Reduced from 3.7 hrs to 3.4 hrs Reduced from 8.3 hrs to 7.0 hrs	Serious
Lingarathnam, 2013, Australia [443]	To reduce wait time and improve equity of access to CDU	Chemo-therapy day unit (CDU); Pre-post study; Sep-Oct 2010, Jun-Jul 2011; 11 months	Lean	Median wait time on the day Median time to treatment Patient satisfaction	Reduced 38% from 32 min to 20 min (p<0.01) Reduced 7 days, from 25 to 18 (p<0.01) 78% of patients recommending the service	Moderate

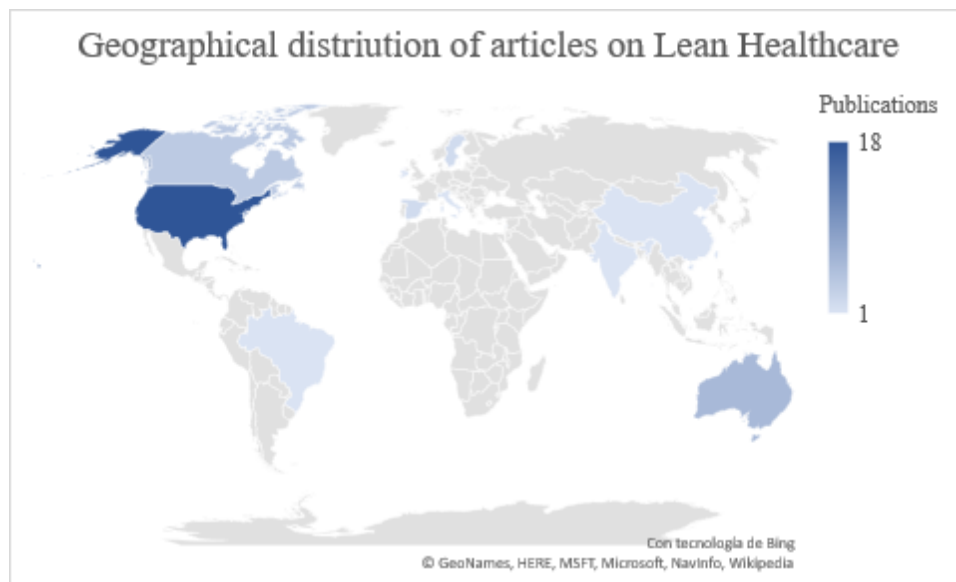
Skeldon, 2014, Canada [444]	To improve efficiency and quality of care	Uro-oncology; Pre-post study; pre (n=96) Jul-Sep 2009, post (n=120) Dec-2009 to Jan-2010; 7 months	Lean	Median LOS for discharged Mean wait time for registered nurse Mean wait time for Doctor assessment	Reduced from 46 min to 41 min (p<0.051) Reduced from 23 min to 5 min (p<0.001) Reduced from 9 min to 11.5 min (p=0.052)	Moderate
Dickson, 2009a, USA [425]	To describe the effects of lean on quality of care in 4 emergency departments.	ED; Pre-post study; 2005-2007 Hospital A, pre (n=2,549) 1 year; intervention Jul-2007; post (n=2,643) 1 year. Hospital B, Pre (n=4,632) 1 year; intervention Apr-2005; post (n=4,796) 3 years. Hospital C, pre (n=5,612) 1 year; intervention Jan-2006; post (n=5,987) 2 years. Hospital D, Pre (n=2,818) 1 year; intervention Jan-2006; post (n=3,453) 2 years.	Lean	Mean LOS in ED Patients satisfaction, care ranked "very good" Percentage or number of patients LWBS	A) Reduced from 459 to 376 B) Reduced from 426 to 284 C) Increased from 201 to 212 D) Reduced from 160 to 156 A) Decreased from 56% to 50% B) Increased from 38% to 46% C) Decreased from 55% to 44% D) Increased from 54% to 61% A) Decreased from 8% to 5% B) Decreased from 512 to 310 patients	Serious
Ng, 2010, Canada [445]	To improve ED efficiency and productivity.	ED; Pre-post study; pre Apr-2005 to Sep-2005, post Oct-2005 to Mar-2007; 24 months	Lean	Mean wait time to see a physician Mean LOS for discharged patients Percentage of patients LWBS Patient satisfaction score	Decreased from 111 min to 78 min Decreased from 3.6 hrs to 2.8 hrs Decreased from 7.1% to 4.3 % Increased from 79.8% to 83.1%	Serious
Tejedor, 2014, Spain [446]	To reduce overall wait times, including interdepartmental consultations	ED; Quasi-experimental, prospective, pre-post study; Non-urgent circuit, pre (n=28,815) 2009, post (n=28,314) 2011; Trauma circuit, pre (n=28,953) 2009, post (n=29,161) 2011; Medical-surgical circuit, pre (n=70,731) 2009, post (n=70,654) 2011; Total, pre (N=128,499), post (N=128,129) 36 months	Lean	Mean LOS in ED (time spent in the examination area) Mean wait time to see a physician. Percentage of patients LWBS	Non-urgent circuit, reduced from 80.4 min to 61.6 min (p<0.001) Trauma circuit, reduced from 137.8 min to 123.8 min (p<0.05) Medical-surgical, no significant decrease from 219.7 min to 209.3 min (p=0.108) Reduced from 58 min to 49.1 min (p<0.001) Decreased from 2.8% to 2.0% (p<0.001)	Moderate
Piggott, 2011, Canada [447]	To increase the value of the early care provided to patients with suspected acute coronary syndrome (ACS).	ED; Pre-post study; pre (n=229) Dec-2007 to Sep-2008; post (n=1437) Dec-2008 to Sep-2009; 10 months	Lean	Median wait time to physician Proportion of patients assessed by a physician: Target time ≤ 60 min Median wait time to first 12-lead electrocardiogram after Triage. Proportion of first 12-lead [ECG] completed ≤ 10 min from triage. Proportion of patients receiving appropriate acetylsalicylic acid (ASA) Target time: ≤ 3 hrs	Reduced from 82 min to 49 min Increased by 12.1%, from 35.1% to 47.3% (p<0.0251). Reduced from 53 min to 11 min. Increased by 37.4%, from 5.2 % to 42.6% (p<0.0001) No change	Moderate
Sayed, 2015, Lebanon [448]	To improve emergency department door to doctor times.	ED; Pre-post study; pre (n=252) Feb 2012; post (n=135) mid-Oct to mid-Nov 2013; 20 months	Lean	Mean wait time to see a doctor (from door to Doctor) Mean LOS for admitted Mean LOS for discharged Percentage of patients LWBS	Decrease from 40.0 min to 25.3 min (p<0.001) Dropped from 2.6 hrs to 2.0 hrs (p< 0.001) Dropped from 9.0 hrs to 5.5 hrs (p< 0.001) No statistical change	Moderate
Kane, 2015, USA [449]	To increase demand and improve the patient experience in the ED.	ED; Pre-post study; Jan 2012 to Dec-2013; 23 months	Lean	Median LOS all patients. Median time to see a doctor (Door-to-doctor time), all patients Mean Disposition to departure (admitted patients). Mean Disposition to departure (discharged patients). Percentage of patients LWBS Mean score of likelihood to recommend. Mean score of informed about delays. Mean score of waiting time to see doctor.	Reduced 17% from 282 min to 243 min. Reduced 73% from 49 min to 13 min Reduced 15% from 157 min to 133 min. Reduced 13% from 32 min to 28 min. Reduced from 2% to 0.65% Increased from 77.6 to 88.6 Increased from 64.1 to 78 Increased from 69 to 83.4	Serious
Bost, 2015, Australia [450]	To improve care processes for patients requiring admission.	ED (mental health); Retrospective pre-post study; pre (n=1511) Sep-2011 to Mar-2012, post (n=1526) Mar-2012 to Sep-2012; 12 months	Lean and patient flow strategy	Median wait time to see a doctor Median LOS in ED (Total) Proportion of patients with LOS of 4 hours or less	No change, from 48 min to 48 min (p=0.29) Reduced from 296 min to 255 min (p=0.64) Increased from 39.9% to 46.5% (p<0.001)	Moderate

				Proportion of patients with LOS over 8 hours for admitted patients.	Decreased from 45.5% to 28.1% (p<0.001)	
White, 2014, USA [451]	To improve LOS, percent of patients discharged within one hour, and room use, without added expense.	ED; Prospective controlled, pre-post study, Total Fast Track (FT); pre (n=11,185), Jun-Oct 2010, post (n=11,168) Jun-Oct 2011; Control Pre (n=19,065) Jun-Oct 2010, post (n=18,269) Jun-Oct 2011; 17 months	Lean, six sigma, Queuing theory, and theory of constraints.	Median LOS for discharged patients Percent of patients discharged within one hour Median exam room time.	Intervention group reduced 15 min from 158 min to 143 min (p<0.0001); No change in control group from 265 min to 267 min (p=0.69). Intervention group increased 2.8% from 6.9% to 9.7% (p<0.0001); No change in control group from 2.9% to 2.9% (p=0.98). Intervention group decreased 34 min from 90 min to 56 min (p< 0.0001); Control group increased from 28 min to 36 min (p<0.0001).	Moderate
Improta, 2018, Italy [452]	To improve patient flow processes and eliminate all bottlenecks.	ED; Pre-post study; pre (n=16,563) Jan-Jun 2015, post (n=17,147) Apr-Jun 2016; 18 months	Lean	Mean LOS in Emergency room (time from the patient's arrival at the ER until the patient leaves the ER) Mean waiting time I triage – II triage Mean waiting time I triage – taken into care Mean waiting time Taken into care– dismissal Mean waiting time I triage – dismissal Percentage of patients with a yellow code examined within 30 min. Percentage of patients with green code examined within 1 hrs. Percentage of patients (green code) sent to hospitalization with a stay time ≤ 4 hrs. Percentage of patients sent to hospitalization with stay times ≤ 8 hrs.	Red) reduced from 72 min to 71 min Yellow) reduced from 151 min to 147 min Green) reduced from 164 min to 163 min White) reduced from 160 min to 158 min Reduced from 22:54 min to 21:24 min (p<0.001) Reduced from 01:47:55 hrs to 1:41:55 hrs (p<0.001) Reduced from 2:31:02 hrs to 2:19:12 hrs (p<0.001) Reduced from 04:18:57 hrs to 4:01:07 hrs (p<0.001) Increased from 53.6 % to 56.9% Increased from 52.6% to 54.3% Increased from 94.8% to 96.8% No change, from 99.8% to 99.8%	Serious
Lin, 2013, USA [426]	To decrease overall lead time, improve on-time starts of patient visits, and decrease excess staff/patient motion.	Otolaryngology outpatient clinic; Prospective observational, pre-post study; pre (n=188), post (n=141); 12 months	Lean and six sigma	Mean wait time to see a doctor (Arrival time to patient interaction with provider or lead time) Mean LOS in clinic (patient overall time in clinic) Patient satisfaction score (10-point scale) Excess patient motion Arrival time to patient placement in exam room. Clinic gross revenue	Decreased from 41 min to 36 min (p=0.042) No significant increase, from 61 min to 63 min Increased from 5.75 to 8.54 Reduced 74 feet per patient, (34% reduction per visit) No significant reduction of 2 min from 28 min to 26 min Increased by 73%	Serious
Mcdermott, 2013, Ireland [453]	To improve flow, as reflected in reduced patient journey times.	Diabetes Day Centre; Pre-post study; pre (n=41), post (n=32), Jan-Jun 2011; 6 months	Lean	Mean LOS in clinic (patient journey time) Mean time to see physician (door to doctor) Time with physician. Time with nurse.	Reduced from 118 min to 58 min (p<0.001) Reduced from 61.26 min to 38.38 min (p=0.005) Decreased from 26.22 min to 18.18 min (p=0.006) No significant change from 12.82 min to 14.22 min (p=0.481)	Moderate
Wiler, 2017, USA [427]	To describe the creation of a novel process improvement methodology.	Emergency care delivery; Pre-post study; Department A pre Jul-Dec 2013, post Jul-Dec 2014; Department B pre May-Jul 2015, post Aug-Oct 2015; 28 months.	Lean tools, Six sigma and Plan-do-study-act cycle. Rapid Process Optimization	Wait time to see a doctor (Door-to-physician) LOS all patients (overall LOS) LOS for discharged LOS for hospital admission Percentage of patients LWBS	Department A, reduced from 54 min to 12 min, Department B, reduced from 20 min to 8 min. Department A, reduced from 228 min to 184, Department B, reduced from 202 to 192. Department A reduced from 216 min to 140 min, Department B reduced from 179 min to 167 min Department A reduced from 249 min to 217 min; Department B reduced from 325 min to 306 min Department A reduced from 5.5% to 0.0%; Department B reduced from 4.1% to 0.5%)	Serious

ED indica emergency department; IRD, model for improvement to rapidly redesign; LOS, length of stay; LWBS, patients left without being seen; NS, Not Significant; MSC, Medical-surgical circuit; NT, Taiwan New Dollar; NUC, non-urgent circuit; QT, queuing theory; TC, Trauma circuit; TFT, Total Fast Track; TOC, theory of constraints; TPS, Toyota Production system

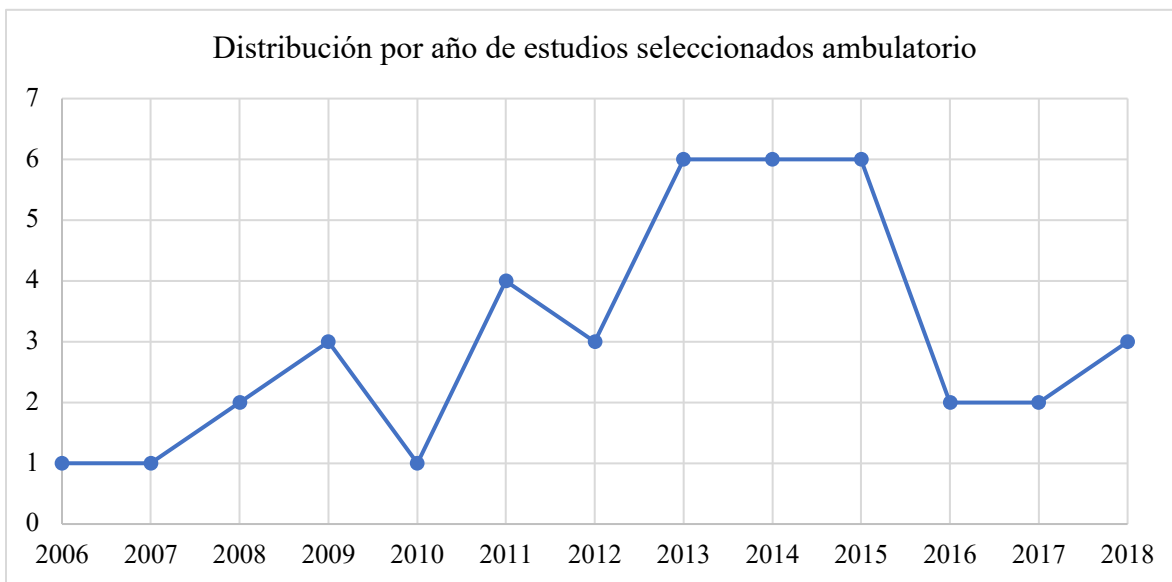
Anexo 5. Distribución geográfica de estudios seleccionados para la Revisión sistemática (LH en la atención ambulatoria)

País	Publicaciones
Estados Unidos	18
Australia	6
Canadá	4
Líbano	2
España	2
Suecia	2
Brasil	1
China	1
India	1
Irlanda	1
Italia	1
Taiwán	1



Anexo 6. Distribución por año de estudios seleccionados para la revisión sistemática (LH en la atención ambulatoria)

Año	Publicaciones
2006	1
2007	1
2008	2
2009	3
2010	1
2011	4
2012	3
2013	6
2014	6
2015	6
2016	2
2017	2
2018	3



Anexo 7. Distribución geográfica de los estudios seleccionados (servicio de hospitalización)

Country	Total
USA	27
Taiwan	1
Spain	2
Netherlands	2
UK	2
Saudi Arabia	1
Italy	1
India	2
Lebanon	1

Anexo 8. Distribución por año de estudios seleccionados (servicio de hospitalización)

Year	Total
2011	5
2016	5
2013	4
2014	4
2017	4
2018	4
2019	4
2015	3
2009	2
2004	1
2007	1
2010	1
2012	1

Anexo 9. Resumen de hallazgos de la intervención Lean Healthcare (servicio de hospitalización)

First Author, Year, Country	Aim of Study	Setting, Study Design, (n), Time Frame	Main Intervention	Outcomes	Summary of findings
Iannettoni, 2011, USA [468]	To improve patient outcomes, increasing patient satisfaction, and creating efficiencies in the system	Cardiothoracic, Pre-Post, (n=64), 60 months	Lean and Kaizen	Cost per case Length of stay (Average) CEGA leak (Rate) Savings Operative time	Cost reduction of 43% Decreased from 14 to 5 days Decreased from 12% to zero leaks Daily savings of \$4,500 Decreased from 348 to 189 min
Hseng-Long, 2011, Taiwan [469]	To improve the medical process of acute myocardial infarction	Cardiology, Pre-Post, (n=46), 15 months	Lean and Six Sigma	Wait time to see a doctor (Mean) Process cycle efficiency Length of stay (Average) Saving in medical resource	Decreased from 139.2 to 57.9 min Increased from 32.2 to 51.8% Decreased by 3 days Estimated savings of NT \$4.422 million
Gayed, 2013, USA [29]	To determine the effectiveness of Lean Six Sigma process improvement methods	Department of Surgery, Pre-Post, (n=540), 35 months	Lean Six Sigma	Length of stay (Mean) Return on investment	Decreased from 5.3 to 3.4 days (p<0.001) Estimates of \$1 million return annually
De la Lama, 2013, Spain [454]	To improve internal processes in a hospital center through three pilot projects	Rehabilitation ward, Pre-Post, (n=75,490), 15 months	Six Sigma	Delay in outpatients (Mean) Absenteeism (Percentage) Length of stay (Mean)	Decreased from 523.5 to 125.2 min (p<0.001) Decreased from 11.4 to 6.2% (NSS) Decreased from 164.1 to 58.2 days (p<0.001)
Beck, 2016, USA [1]	To improve emergency department throughput and reduced emergency department boarding	Emergency department, Pre-Post, (n=6,906), 25 months	Lean	Discharge order entry time (Median) Discharge time (Median) Patients discharged before noon (Percent) ED boarding time (Median) Length of stay (Average)	Decreased from 1:43 pm to 11:28 am (p<0.0001) Decreased from 3:25 to 2:25 pm (p<0.0001) Increased from 14 to 26% (p<0.0001) Decreased from 176 to 127 min (p<0.0001) Decreased from 3.8 to 3.4 days
Castaldi, 2016, USA [15]	To increase efficiency in the entire peri-operative process and increase operating room utilization	Operating room, Pre-Post, 32 months	Lean and RIE	OR turnover time (Average) On-time Starts (Percentage) OR utilization (Percentage) Cancellations on the day of surgery	Decreased from 54 to 41 min (p=0.0001) Increased from 54 to 84% (p=0.0001) Increased from 65.5 to 80% (p=0.0007) No statistically significant change (p=0.69)
Trzeciak, 2018, USA [9]	To reduce hospital LOS and associated costs of care for patients with prolonged mechanical ventilation	Intensive care unit, Cohort study, (n=269), 24 months	Lean Six Sigma	Length of stay (Median) Hospital direct cost per case (Median)	Decreased from 29 to 22 days (p<0.001) Decreased from \$66,335 to \$48,370 (p<0.001)
Burkitt, 2009, USA [455]	To reduce nosocomial MRSA infections on surgical unit and length of stay	Department of Surgery, Cohort study, (n=1,779), 48 months	TPS	Appropriate perioperative (Proportion) Length of stay (Median)	Increased from 23.4 to 44% (p<0.01) No statistically significant change (p=0.90)
New, 2016, UK [457]	To examine the effectiveness of a "systems" approach using Lean methodology to improve surgical care	Orthopedic trauma theatre, Pre-Post, (n=1,041), 18 months	Lean	Length of stay (Mean) 90 Days Readmissions (Proportion)	No statistically significant change (p=0.396) No statistically significant change (p=0.30)
Collar, 2012, USA [13]	To improve efficiency and profitability and preserves team morale and educational opportunities	Operating room, Cohort study, (n=199), 18 months	Lean	Turnover time (Mean) Turnaround time (Mean) Employee satisfaction Annual Opportunity revenue	Decreased from 38.4 to 29 min (p<0.001) Decreased from 89.5 to 69.3 min (p<0.001) Increased from 2.9 to 3.6 (p=0.011) Annual revenue of \$330,000
Artenstein, 2017, USA [11]	To optimize patient progress for adult patients	Emergency Department, Pre-Post, 24 months	Lean Six Sigma and BPPI	Length of stay (Mean) ED boarding time (Mean) ED walkout per day (Rate) Discharge orders before noon (Percentage) Patients seen on daily IPOC rounds (Percent) Inpatient capacity	Decreased from 5.3 to 5 days (p<0.005) Decreased from 7.6 to 5.5 h (p=0.007) Decreased from 31 to 21 patients (p=0.01) Increased from 43 to 54.1% (p < 0.001) Increased from 44 to 83% (p<0.001) Increased 20 open beds.
Hassanain, 2016, Saudi	To improve the utilization of the operating room	Operating room, Cohort study, 28 months	Lean	On-time start (Percentage) OR utilization (Percentage) Room turnover time (Median)	Increased from 14 to 34% (p<0.001) Increased from 39 to 49% (p<0.001) No statistically significant change

Arabia [19]						
Yousri, 2011, UK [456]	To improve the outcome of fracture neck of femur patients	Department of Surgery, Pre-Post, (n=608), 24 months	Lean	30-day mortality (Rate) Overall mortality (Rate) Door to theatre time (≤ 24 h) (Percentage) Door to theatre time (>48 h) (Percentage) Admission to a trauma ward (Percentage) Length of stay (Median)	Decreased from 11.7 to 6.7% (p=0.034) Decreased from 20.7 to 11.4% (p=0.002) No statistically significant change (p=0.08) No statistically significant change (p=0.481) No statistically significant change (p=0.421) No statistically significant change (p=0.178)	
Montella, 2017, Italy [470]	To reduce the number of patients affected by sentinel bacterial infections who are at risk of HAI	Department of Surgery, Pre-Post, (n=22,262), 48 months	Lean Six Sigma	Length of stay (Mean) Associated infections (Percentage)	Decreased from 45 to 36 days (p=0.038) Decreased from 0.3 to 0.2% (p=0.031)	
Cima, 2014, USA [14]	To improve Operating Room efficiency	Operating room, Pre-Post, (n=8,497), 18 months	Lean Six Sigma	On-time starts (Percentage) Operations past 5 PM (Percentage) Turnover time (Average) Staff overtime (Average) Daily OR capacity Change in operating margin (Percentage)	TS increased from 50 to 80% (p<0.05); GYN increased from 64 to 92% (p<0.05); Gen/CRS increased from 60 to 92% (p<0.05) TS decreased from 34 to 36% (p=0.34); GYN decreased from 42 to 36% (p<0.05); GEN decreased from 37 to 31% (p<0.05) TS decreased from 40 to 30 min (p<0.05); GYN decreased from 35 to 20 min (p<0.05); Gen/CRS decreased from 34 to 23 min (p<0.05). TS decreased from 109 to 92 min; GYN decreased from 106 to 87 min; GEN decreased from 87 to 41 min TS increased from 0 to 0.7 ORs per day; GYN increased from 0 to 0.5 ORs per day; GEN increased from 0 to 0.4 ORs per day. TS increased from 1 to 1.2%; GYN increased from 1 to 1.1%; GEN increased from 1 to 1.5%	
Singh, 2014, India [16]	To increase the efficiency of the operating theater utilization	Operating room, Pre-Post, (n=231), 6 months	Lean Six Sigma	Patient in and Induction begin time (Mean) Induction End time and Incision (Mean) Turnaround time (Mean)	Decreased from 5.1 to 3.6 min (p<0.0017) Decreased from 15.6 to 12.5 min (p<0.0574) Decreased from 17.6 to 10.4 min (p<0.0002)	
Bender, 2015, USA [20]	To improve operating room utilization	Operating room, Pre-Post, (n=25,903), 36 months	Lean Six Sigma	Outpatient's readiness on time for surgery First case on-time starts (Percentage) Block utilization Actual room Utilization Overtime Personnel costs Annual Revenues Turnover time (Average)	Increased from 59 to 95% Increased from 32 to 73% Increase from 68 to 74% Increased from 56 to 68% Increased from 7 to 4% Decreased 14 despite 26% more employees Increased more than 10% No statistically significant change	
Beck, 2015, USA [458]	To determine the impact of Lean Six Sigma on advancing times of placement of discharge order and patient discharge	Inpatient pediatric service, Pre-Post, (n=3,509), 12 months	Lean Six Sigma	Time of patient discharge (Median) Patients discharged by noon (Proportion) Length of stay (Mean) Patient Satisfaction Revenue	Decreased from 15:48 to 14:15 min (p<0.0001) Decreased from 27 to 14% (p<0.0001) No statistically significant change (p=0.864) Increased from 91 to the 94 percentiles Increased from \$275,000 to \$412,000	
Tagge, 2017, USA [17]	To improving operating room efficiency	Operating room, Pre-Post, (n=612), 6 months	Lean Six Sigma	Turnover time (Median) Turnaround time (Median)	Decreased from 41 to 32 min (p<0.0001) Decreased from 81.5 to 71 min (p<0.0001)	
Toledo, 2013, USA [21]	To decrease the length of stay for liver transplant	Organ transplant center, Pre-Post, (n=103), 48 months	Lean Six Sigma	Length of stay after liver transplant (Median) 30-day Readmission (Rate) Mortality rates at 30 days and 1 year	Decreased from 11 to 8 days (p<0.05) No statistically significant change (p=0.63) No statistically significant change	
Fairbanks, 2007, USA [471]	To improve patient flow in the perioperative environment	Operation Room, Pre-Post, 12 months	Lean Six Sigma	On-time start (Percentage) Turnaround time (Mean) Wait times before surgical procedures Communication of delays Patient perception of how well staff members worked together	Increased from 12 to 89% Decreased from 23.8 to 17.9 min Increased from 85.7 to 88.1 min Increased from 85.9 to 88.2 min Increased from 95.8 to 97.2 (p=0.05)	
Molla, 2018, USA [12]	To decrease emergency department throughput time	Operating room, Pre-Post, (n=1,471), 28 months	Lean Six Sigma	Discharge orders released by 10:00 (Percentage) Patients discharged by noon (Percentage) 30-day readmission (Rate) Length of stay (Mean)	Increased by 21.3% (p<0.001) Increased by 7.5% (p=0.001) No statistically significant change (p=0.492) No statistically significant change (p=0.153)	

Niemeijer, 2010, Netherlands [467]	To reduce the mean LOS to create more admission capacity and reduce costs	Trauma Care, Pre-Post, (n=1,693), 18 months	Lean Six Sigma	Length of stay of (Average) Savings Bed availability (Average) Readmission rate	Decreased from 11.8 to 8.5 days Financial benefit of €176,400 Increased from 2 to 4.4 beds No change
Sayeed, 2018, USA [464]	To illustrate the application of LSS in the implementation of a hip fracture integrated care pathway	Operating room, Pre-Post, (n=505), 24 months	Lean Six Sigma	Time to surgery (Mean) Patients operated (Percentage) Length of stay (Average) Hospital cost per case 30-day readmissions (Rate) Duration of surgery Complication detection Transfusion (Rate)	Decreased from 26.1 to 22.7 h (p=0.06) Decreased from 9.5% to 4.2% (p=0.01) Decreased from 6.0 to 5.2 days (p=0.02) Decreased by 9.7% (p=0.016) No statistically significant change (p=0.13) Decreased from 1.1 to 1.0 h (p=0.03) Increased from 62.4 to 80.1% (p<0.001) Decreased from 58.3 to 50.5% (p=0.07)
Brunsmann, 2018, USA [10]	To optimize timely administration of Centers for Medicare and Medicaid Services	Inpatient pharmacy, Cohort study, (n=102), 15 months	Lean	Turnaround time from CMS (Median) Time from order to medication (Median) Savings Time from verification to medication (Median) Length of stay (Median)	Decreased from 120 to 80 min (p=0.014) Increased from 5.5 to 10.5 min (p=0.11) Estimated savings of \$250,000 Decreased from 116 to 66 min (p=0.005) Decreased from 22.9 to 13.2 days (p=0.049)
Johnson, 2016, USA [459]	To investigate the impact on 30-day all-cause readmissions among heart failure patients	Emergency department, Pre-Post, (n=1,394), 24 months	Lean Six Sigma	Heart failure patient's readmission (Average) Length of stay (Mean) Service Savings	Decreased from 28.4 to 18.9% (p<0.01) No statistically significant change (p=0.70) Estimated savings of \$1,056 per patient per year
Sirvent, 2016, Spain [22]	To improve the flow of critically ill patients in the intensive care unit hospital	Intensive care unit, Pre- Post, (n=1,388), 12 months	Lean	ICU boarding time (Mean) Personal satisfaction (Mean) Length of stay (Mean) Readmissions to ICU (Percentage) Emergency transfer due to lack of beds	Decreased from 360.8 to 276.7 min (p=0.036) Increased from 6.6 to 7.5 (p=0.001) No statistically significant change (p=0.992) No statistically significant change (p=0.966) Decreased from 45 to 14.3% (p=0.045)
Vose, 2014, USA [460]	To address emergency department overcrowding	Emergency department, Pre-Post, 24 months	Lean	Pull time (boarding time average) Overall patient satisfaction Capacity	Decreased from 58.9 to 43.6 min Increased from 60-80 to 90 Increased 14 bed h per day
Niemeijer, 2013, Netherlands [472]	To improve efficiency of care and reducing the LOS	Department of Surgery, Pre-Post, (n= 332), 45 months	Lean Six Sigma	Length of stay (Average) Duration of surgery (Average) Cost saving	Decreased from 13.5 to 9.3 days (p=0.000) Decreased from 154 to 98 min. (p=0.000) Estimated savings of €120,000
Sorensen, 2019, USA [461]	To develop a Lean quality improvement intervention for knee and hip arthroplasty patients	Department of Surgery, Pre-Post, (n=4,253), 36 months	Lean	Length of stay (Mean) 30-day readmission (Percentage) Discharge to home (vs rehabilitation facility or skilled nursing facility) (Percentage) Patient satisfaction	Decreased from 3.2 to 2.4 (p<0.001) Decreased from 3.1 to 1.1% (p=0.032) Increased from 72 to 91% (p<0.001) for hip patients; Increased from 70% to 87% (p<0.001) for knee patients Increased from 4.7 to 4.9 (p=0.013)
Moo-Young, 2019, USA [462]	To increase the percentage of patients discharged	Pediatric gastroenterology, Pre-Post, (n=355), 12 months	Lean Six Sigma	30-day readmission (rate) Discharged before 1 pm (Percentage) Length of stay (Mean) Potential associated savings	No statistically significant change (p=0.54) No statistically significant change Decreased from 5.7 to 4.7 days (p=0.055) Estimated savings of \$373,000
Cerfolio, 2019, USA [473]	To improve operating room turnover time	Operating room, Pre-Post, (n=128), 6 months	Lean	Operating room turnover (Median) Return of investment	Decreased from 37 to 14 min (p<0.0001) Estimated return on investment of \$19,500 per day
Ankrum, 2019, USA [474]	To prevent environmental transmission of pathogens	Isolation room, Pre-Post, (n=38), 2 months	Lean	Room turnover time (Median) Time between room breakdown to cleaning start time (Median) Room cleaning complete to UV disinfection start Duration of room cleaning and curtain changing	Decreased from 130 to 65 min (p<0.0001) Decreased from 10 to 3 min (p=0.004) Decreased from 36 to 8 min (p<0.0001) Decreased from 57 to 37 min (p<0.0001)
Peter, 2011, USA [475]	To identify possible causes for delay in performing operating procedures on time and instituting effective interventions	Operating room, Pre-Post, 24 months	Lean Six Sigma	Cases starting on time (Percentage)	Increased from 13 to 80%
Allen, 2009, USA [476]	To apply a DMAIC approach to a streamline patient discharge process at a community hospital	Hospital discharge process, Pre-Post, (n=150), 6 months	Six Sigma	Discharge time (Average) Records with specific types of omissions (Percentage)	Decrease from 3.3 to 2.8 h (p=0.068) Decrease of 79% in missing entries
El-Eid, 2015, Lebanon [477]	To assess the effectiveness of using Six Sigma methods to improve	Emergency department, Pre-Post, (n=17,054), 10 months	Six Sigma	Discharge time (Mean) Patients discharge order before noon (Percentage) Patients leaving the room before noon (Percentage)	Decreased from 2.2 to 1.7 h (p<0.001) No statistical change (p=0.008) Increased from 15.9 to 20.7% (p<0.001)

	the patient discharge process			Hospital length of stay (Mean) Length of stay of admitted ED patients (Mean)	Decreased from 3.4 to 3.1 days (p<0.001) Decreased from 6.9 to 5.9 h (p<0.001)
Vijay, 2014, India [478]	To reduce the discharge cycle time process at a tertiary care hospital	Surgical department, Pre-Post, (n=120), 3 months	Six Sigma	Cycle time of patient discharge process (Average)	Decreased from 234 to 143 min
Deldar, 2017, USA [479]	To identify etiologies of late surgery, start times, implement lean, and analyze their effects	Operating room, Pre-Post, (n=4,492), 7 months	Lean	On-time starts (Percentage)	Increased from 57 to 69% (p<0.01)
Adams, 2004, USA [480]	To decrease the mean and SD in turnaround time and to decrease the percentage of cases outside upper specification limits for General Surgery Service	Operating room, Pre-Post, (n=96), 8 months	Six Sigma	Turnaround time between cases in the operating room (Mean)	Decreased from 22.8 to 15.6 min

Note. OR indica operating room; RIE, Rapid improvement event; ED, Emergency department; TPS, Toyota Production System; BPPI, Baystate Patient Progress Initiative; h, Hours; TS, Thoracic surgery; GYN, Gynecologic oncology surgery; Gen/CRS, General and colorectal surgery; CEGA, Cervical esophagogastric anastomotic; NSS, No statistical significance; IPOC, Interdisciplinary plan of care; CMS, Centers for Medicare and Medicaid Services; UV, Ultraviolet. Only the last name of the first author and the year of publication are shown.

Anexo 10. Tabla de semáforo para el riesgo de sesgo (servicio de hospitalización)

Study	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Overall
Adams (2004)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(X)	(-)	(-)
Allen (2009)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Ankrum (2019)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Artenstein (2017)	(X)	(X)	(-)	(-)	(X)	(+)	(-)	(X)
Beck (2016)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Beck (2015)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Bender (2015)	(X)	(X)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(X)
Brunsmann (2018)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Burkitt (2009)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Castaldi (2016)	(X)	(X)	(-)	(-)	(X)	(+)	(-)	(X)
Cerfolio (2019)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Cima (2011)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Collar (2012)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
De la Lama (2013)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Deldar (2017)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
El-Eid (2015)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Fairbanks (2007)	(-)	(X)	(-)	(-)	(X)	(-)	(-)	(X)
Gayed (2013)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Hassanain (2016)	(-)	(X)	(-)	(-)	(X)	(+)	(-)	(-)
Hseng-Long (2011)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)
Iannettoni (2011)	(X)	(X)	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(X)
Johnson (2016)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Molla (2018)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Montella (2017)	(X)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(X)
Moo-Young (2019)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
New (2016)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Niemeijer (2013)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Niemeijer (2010)	(X)	(X)	(-)	(-)	(+)	(X)	(-)	(X)
Peter (2011)	(X)	(X)	(-)	(-)	(X)	(X)	(-)	(X)
Sayeed (2018)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Singh (2014)	(X)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(X)
Sirvent (2016)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Sorensen (2019)	(X)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(X)
Tagge (2017)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Toledo (2013)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Trzeciak (2018)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)
Vijay (2014)	(X)	(X)	(-)	(-)	(+)	(X)	(-)	(X)
Vose (2014)	(-)	(X)	(-)	(-)	(X)	(-)	(-)	(-)
Yousri (2011)	(-)	(X)	(-)	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)

Dominios: D1: Sesgo debido a confusión. D2: Sesgo debido a la selección de participantes. D3: Sesgo en la clasificación de las intervenciones. D4: Sesgo debido a desviaciones de la intervención prevista. D5: Sesgo debido a datos faltantes. D6: Sesgo en la medición de resultados. D7: Sesgo en la selección del resultado informado. Juicio: (X) Grave. (-) Moderado. (+) Bajo. Solo se muestran el apellido del primer autor y el año de publicación