



Aplicación de un modelo de suficiencia tecnológica en el área de cirugía para ortopedia y ginecología en la Clínica San Juan de Dios de la Ceja

Carolina López Villa

Trabajo de grado para optar al título de tecnóloga biomédica.

Asesor

Carlos Mauricio Duque Vélez, Msc en Innovación en educación.

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Tecnología biomédica

El Carmen de Viboral

2024

Cita	López Villa [1]
Referencia	[1] C. López Villa, “Aplicación de un modelo de suficiencia tecnológica en el área de cirugía para ortopedia y ginecología, en la clínica San Juan de Dios de la Ceja”, Practica empresarial, Tecnología biomédica, Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, 2024.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de documentación de la facultad de ingeniería (CENOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga Molina.

Jefe departamento: John Fredy Ochoa Gómez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Por ser mi guía en mi camino profesional, personal y espiritual. Tú has sido mi fortaleza cada día, comprendiendo las dificultades que he enfrentado y celebrando los logros que he alcanzado. Todo lo que soy y todo lo que he logrado es gracias a ti. En este proyecto, te dedico cada logro, cada esfuerzo y cada aprendizaje. Todo lo que he conseguido, lo hago con la esperanza de que sea para tu gloria. Reconozco tu presencia en mi vida y te agradezco por cada bendición que has derramado sobre mí. Te amo, Dios, y mi mayor deseo es honrarte con cada paso que doy.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a mis profesores, que me formaron de manera teórica y práctica, que con su experiencia y conocimiento han aportado mucho en mi carrera, especialmente a aquellos que tienen una vocación de enseñanza, y que, con su pasión por el conocimiento, me transmitieron a mí esa pasión. De igual modo agradezco a Mauricio Duque mi asesor interno.

Agradezco a mi familia y a mi novio que siempre han estado apoyándome, y motivándome a seguir adelante, también de la Clínica San Juan de Dios de la Ceja, Juan Fernando Rodríguez, mi asesor externo, del cual aprendí tanto de la parte técnica y administrativa, pero en especial, por enseñarme a ser una profesional humana y hacer todo por amor a los pacientes. También doy las gracias a mis compañeros biomédicos, al personal de cirugía; enfermeros, instrumentadores, médicos y especialistas, los cuales aportaron desde su conocimiento y experiencia un granito de arena para este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	6
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. OBJETIVOS.....	11
A. Objetivo general.....	11
B. Objetivos específicos.....	11
III. MARCO TEÓRICO.....	11
IV. METODOLOGÍA.....	14
A. Caracterización del servicio de cirugía.	15
B. Definición de capacidad tecnológica instalada	17
C. Validación del modelo de suficiencia tecnológica en el servicio.....	18
a. Definición del tiempo total fuera de operación:.....	20
b. Capacidad de instrumental disponible:.....	21
c. Porcentaje uso tecnológico:.....	21
d. Interdependencia de servicios:.....	22
e. Cancelación de cirugías:.....	22
f. Resultado modelo:.....	23
V. RESULTADOS.....	24
A. Medición de las variables de entrada al modelo para la caracterización del servicio de cirugía.	24
1. Porcentaje de uso tecnológico.....	24
2. Volumen de atención.....	25
3. Capacidad tecnológica instalada	26
4. Capacidad instrumental disponible	27
5. Horario de atención	28
6. Tiempo de esterilización	29
7. Indicador de cumplimiento en la programación	30
8. Cancelación de cirugía	30
9. Interdependencia de servicios	31
10. Definición de la capacidad tecnológica instalada y tiempo fuera de operación	31
B. Aplicación y validación del modelo de suficiencia en el servicio.	33

1. Definición del tiempo total fuera de operación.....	33
2. Capacidad de instrumental disponible	35
3. Porcentaje uso tecnológico.....	36
4. Interdependencia de servicios.....	37
5. Porcentaje cancelación de cirugías	37
6. Resultado modelo suficiencia.....	37
VI. ANÁLISIS.....	38
VII. CONCLUSIONES.....	40
REFERENCIAS.....	43

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Intervenciones de ortopedia con mayor porcentaje.	19
Tabla II. Intervenciones de ginecologia con mayor porcentaje.	20
Tabla III. Porcentaje de uso tecnológico por intervención de ortopedia.	26
Tabla IV. Porcentaje de uso tecnológico por intervención de ginecología.	26
Tabla V. Porcentaje de volumen de atención por cada especialidad.	27
Tabla VI. Cantidad instrumental disponible de ginecología y ortopedia respectivamente.	29
Tabla VII. Tiempo de esterilización.	31
Tabla VIII. Cancelación de cirugías.	32
Tabla IX. Tecnología disponible en el área de cirugía y el tiempo fuera de operación.	33
Tabla X. tiempo fuera de operación de la tecnología biomédica por intervención de ginecología.	35
Tabla XI. Tiempo fuera de operación de la tecnología biomédica por intervención de ginecología.	36
Tabla XII. Número de cirugías posibles y realizadas con el instrumental disponible para la especialidad de ortopedia.	37
Tabla XIII. Número de cirugías posibles y realizadas con el instrumental disponible para la especialidad de ginecología.	37
Tabla XIV. Porcentaje de suficiencia tecnológica en ginecología.	38
Tabla XVI. Porcentaje de suficiencia tecnológica en ortopedia.	39

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

UdeA	Universidad de Antioquia
CSJD	Clínica San Juan de Dios de la Ceja
TFO	Tiempo Total Fuera de Operación
CID	Capacidad Instrumental Disponible
%U	Porcentaje de Uso Tecnológico
INTER	Interdependencia de Servicios
CC	Cancelación de Cirugías
DSSA	Dirección Seccional de Salud
INVIMA	Instituto Nacional de Vigilancia de alimentos y medicamentos
UCI	Unidad de cuidados intensivos
IAEA	International Atomic Energy Agency
ICRP	International Commission on Radiological Protection
TECN	Tecnológica
PCD	Posibles cirugías diarias

RESUMEN

La Resolución 3100 de 2019 establece los procedimientos para habilitar instituciones prestadoras de servicios de salud. Uno de sus puntos clave es el estándar de dotación de equipos médicos, con el cual se busca garantizar la suficiencia tecnológica para una atención segura y de calidad en salud.

Este proyecto se enfoca en la aplicación de un modelo de suficiencia tecnológica en el servicio de cirugía de la Clínica San Juan de Dios de La Ceja, basado en un diseño desarrollado en la Clínica CES. Se llevará a cabo una caracterización detallada del área de cirugía, identificando las variables relevantes. Estas variables serán analizadas mediante ecuaciones específicas que determinarán cinco indicadores clave, los cuales formarán parte de una ecuación final que calculará el porcentaje de suficiencia tecnológica del servicio de cirugía, con un enfoque particular en las especialidades de ortopedia y ginecología. Los hallazgos indican que el equipamiento y la tecnología en el área de ortopedia son suficientes, para el flujo de intervenciones de la clínica, pero podrían ser mejores. Por tanto, con mejoras en este aspecto, podría ampliarse la agenda quirúrgica, dado que la mayoría de las cirugías realizadas corresponden a la especialidad ortopédica. En contraste, en ginecología, la disponibilidad de instrumental es un factor determinante para la realización de intervenciones, evidenciando la necesidad de evaluación y posible mejora en este aspecto específico. Por lo tanto, se encuentra que la clínica presenta un porcentaje de suficiencia para las especialidades de ortopedia y ginecología del 90,7% y del 91,6% respectivamente.

Palabras clave — **Suficiencia tecnológica, Cirugía, Dotación, Habilitación, Ortopedia, Ginecología.**

ABSTRACT

The Resolution 3100 of 2019 establishes the procedures for accrediting healthcare service providers. One of its key points is the standard for the provision of medical equipment, which aims to ensure technological sufficiency for safe and quality healthcare.

This project focuses on implementing a technological sufficiency model in the surgery department of San Juan de Dios de La Ceja Clinic, based on a design developed at CES Clinic. A detailed characterization of the surgery area will be conducted to identify relevant variables. These variables will be analyzed through specific equations that will determine five key indicators, which will form part of a final equation that will calculate the percentage of technological sufficiency of the surgery service, with a particular focus on the specialties of orthopedics and gynecology. Findings indicate that the equipment and technology in the orthopedic area are sufficient for the clinic's intervention flow, but they could be improved. This suggests that with improvements in this area, the surgical agenda could be expanded, as the majority of surgeries performed are orthopedic. In contrast, in gynecology, the availability of instruments is a determining factor for performing interventions, highlighting the need for evaluation and potential improvement in this specific aspect. Therefore, it is found that the clinic has a sufficiency percentage for orthopedic and gynecological specialties of 90.7% and 91.6%, respectively.

Keywords —Technological sufficiency, Surgery, Provision, Habilitation, Orthopedics, Gynecology.

I. INTRODUCCIÓN

La resolución 3100 de 2019, habla de los 7 estándares de calidad que toda institución prestadora de servicios de salud debe cumplir para su entrada y permanencia en el sistema único de habilitación. Uno de los estándares es dotación, el cual pide determinar la suficiencia de equipos médicos, para esto, se establece relación entre el tiempo y proceso de esterilización, tal que sea el caso, la frecuencia de uso y tiempos en los que los equipos deben estar fuera del servicio por temas como la calibración y demás.

Dado lo anterior, existen varios modelos que ayudan verificar tanto por las entidades prestadoras de salud como por la autoridad competente la suficiencia de tecnología médica en diferentes servicios de este, el objetivo entonces es, aplicar un modelo de suficiencia tecnológica diseñado y validado anteriormente en la Clínica CES; a la clínica San Juan de Dios de la Ceja. Se busca, primeramente, identificar las dos especialidades en las que más realizan intervenciones diarias en un periodo de seis meses, luego, al lograr identificarlas, se verifica la tecnología necesaria para las diez principales intervenciones en esas dos especialidades, adicionalmente, los tiempos de esterilización, calibración y mantenimiento. Después de la identificación, se busca aplicar el modelo contando con el talento humano y la tecnología disponible en la Clínica San Juan de Dios de la Ceja, y por último implementar ese modelo y que el mismo sea referenciado para establecer los parámetros y criterios necesarios que demuestren suficiencia.

Durante la realización de su trabajo, la ingeniera Alejandra Chanci, desarrolló un proyecto de grado aplicado en la clínica CES, modelo que incluye parámetros como tiempo de esterilización, mantenimiento, calibración, limpieza y desinfección, para obtener la información necesaria para determinar la suficiencia tecnológica. Este establece que cuando el tiempo de disponibilidad real de quirófanos al mes es mayor al tiempo de cirugías de la especialidad, hay suficiencia de equipos, además, evalúa si la cantidad total de equipos suplen la necesidad de atención o prestación del servicio en relación con la cantidad de pacientes atendidos [1].

El proyecto tiene como objetivo adaptar y aplicar este modelo, buscando evaluar la suficiencia tecnológica de la tecnología con la que se cuenta en la clínica y establecer medidas que permitan mejorar este estándar de habilitación que es la dotación según la resolución 3100. Se toman dos especialidades, dado a su concurrencia, Así, se espera que este modelo sirva para garantizar la suficiencia tecnológica o para realizar ajustes según sea el caso.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Aplicar y adecuar un modelo de suficiencia de tecnología médica en el servicio de cirugía en la clínica San Juan de Dios de la Ceja, de acuerdo con la Resolución de Habilitación 3100 de 2019.

B. Objetivos específicos

- Identificar la tecnología utilizada en el servicio de cirugía para ginecología y ortopedia, detallando los tiempos y actividades de ejecución asociados.
- Implementar un modelo de suficiencia tecnológica para la clínica que demuestre su conformidad con la norma de habilitación 3100.
- Evaluar los resultados del proceso de implementación y sugerir acciones de mejora en caso de ser necesario.

III. MARCO TEÓRICO

Basándonos en un modelo de suficiencia tecnológica en la Clínica CES [1] y considerando que la dotación es un criterio crucial establecido en la Resolución 3100 de 2019, se hace evidente que la supervisión por parte del DSSA (Dirección seccional de salud de Antioquia), es fundamental. Dentro de los estándares establecidos, la dotación se define con una importancia significativa, abarcando la suficiencia tecnológica [2]. Cuando comenzó la aplicación, con un período de gracia de un año después de la aprobación de la resolución, el mundo fue golpeado por una pandemia, desafiando la calidad de la atención en las instituciones y sus estándares de dotación, priorizando

la atención masiva siempre que fuera posible. Sin embargo, ahora más que nunca, la vigilancia estricta de esta regulación es imperativa y está siendo aplicada rigurosamente por entidades reguladoras.

Resolución 3100 de 2019

Corresponde a la norma por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de los servicios de salud y se adopta el Manual de Inscripción de Prestadores y Habilitación de Servicios de Salud. Establece las condiciones de habilitación que deben cumplir los prestadores de servicios de salud para su entrada y permanencia en el Sistema Único de Habilitación del Sistema Obligatorio de Garantía de Calidad de la Atención en Salud [2]

Dotación

Son las condiciones mínimas e indispensables que garantizan los equipos biomédicos necesarios, así como sus mantenimientos, para la prestación de los servicios de salud, con el menor riesgo posible. El estándar de dotación corresponde a la capacidad tecnológica y científica de la clínica, donde se especifican los requerimientos para los dispositivos médicos de cada uno de los servicios ofertados [2].

Suficiencia tecnológica

La suficiencia de equipos biomédicos está relacionada con la frecuencia de uso de los equipos médicos, incluyendo los tiempos del procesamiento y de esterilización cuando aplique. Además, se tiene en cuenta los tiempos de mantenimiento preventivo, correctivo y certificados de calibraciones. Los reportes de estos procesos deben contar mínimo con: Servicio donde esté ubicado, datos del equipo, fecha y responsable del mantenimiento. Cada reporte por equipo debe tener un protocolo establecido según manual del fabricante [3].

Equipo medico

El Instituto Nacional de Medicamentos y alimentos (INVIMA) define un equipo biomédico como un dispositivo que agrupa sistemas o subsistemas eléctricos, electrónicos, hidráulicos o controlados

por software, destinado por el fabricante al diagnóstico, tratamiento, rehabilitación y/o prevención de enfermedades, patologías, deficiencias, entre otros [5].

Parámetros importantes en la medición:

Para la correcta medición de la suficiencia de tecnología, se debe conocer los tiempos de operación del equipo médico y su dinámica operacional. Para hacerlo, se encuentran parámetros que se describen a continuación:

Tiempo de esterilización: Corresponde al tiempo en el cual, el instrumental del equipo biomédico asociado se encuentra en el proceso de esterilización. Este procedimiento se define como el proceso mediante el cual se destruyen todos los microorganismos viables presentes en un objeto o superficie, incluidas las esporas bacterianas. El concepto de esterilidad expresa una condición absoluta: un determinado objeto o superficie está estéril o no está estéril. [6].

Tiempo de mantenimiento: corresponde al tiempo utilizado en realizar el mantenimiento técnico planificado. Este busca reducir el surgimiento de averías en la tecnología médica, mediante una inspección y pruebas de funcionalidad que permitan detectar parámetros significativos para determinar su rango normal y así mitigar el potencial de riesgo de fallas por funcionamiento [7].

Calibración: Es la operación que, bajo condiciones específicas, establece una relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas que se obtienen a partir de patrones con sus correspondientes incertidumbres asociadas, además utiliza esta información para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación [8].

Pruebas de funcionalidad: conjunto de actividades que pueden incluir mediciones y que aporta evidencia para evaluar el desempeño de los equipos biomédicos [9].

Control de calidad: corresponde a los controles periódicos de los diferentes parámetros de funcionamiento de los sistemas de simulación, de adquisición de imágenes, de cálculo de dosis, de medida de radiación y de las unidades de tratamiento, para comprobar que su desempeño durante

la puesta en servicio se mantiene dentro de los límites de tolerancia, en relación con los valores definidos como línea de base [10].

IV. METODOLOGÍA

Para cumplir con el objetivo del proyecto y aplicar el modelo propuesto, se llevan a cabo las siguientes acciones:

1. *Análisis de la norma y búsqueda de información:* Se inicia realizando una lectura de la norma 3100, para analizar la aplicación de ésta al modelo, después se continuará realizando una búsqueda bibliográfica que sustente la parte normativa.

2. *Definición del periodo de estudio:* Para trazar el indicador se toma un periodo de 6 meses continuos, dado que algunas cirugías son más incidentes en unos meses y otras en otros. Esto permitirá una homogenización.

3. *Elección de las dos especialidades:* Se realiza de la cuantificación de la cantidad de intervenciones por cada especialidad, para conocer el porcentaje de cada especialidad respecto al total de cirugías realizadas en el mes.

4. *Análisis porcentaje de cirugías:* Se realiza una cuantificación de la cantidad de cirugías en cada especialidad al mes, con el objetivo de conocer el porcentaje de éstas respecto al total de las cirugías realizadas en la clínica.

5. *Elección de intervenciones:* Previo a la definición de las intervenciones, se eligen dos especialidades en base a datos suministrados por la clínica y en especial por el servicio de cirugía. Con base en esto se hará una estadística de las diez intervenciones más incidentes en cada una de las dos especialidades, y ésta será la base de la información.

6. *Aplicación del modelo de suficiencia tecnológica en la CSJD*

A. *Caracterización del servicio de cirugía.*

Para caracterizar el servicio de cirugía, se realizará un reconocimiento del área, para ello, se hace necesario describir las variables de entrada, las mismas que se tendrán en cuenta para el cálculo de cada uno de los indicadores.

- **Porcentaje de uso:** Es el tiempo de uso basado en el tiempo destinado para la intervención quirúrgica y el tiempo en el que se encuentra disponible.

$$\%UsO = \frac{\text{Tiempo promedio de intervención} \cdot \#\text{intervenciones}}{\text{Tiempo disponible}} \cdot 100 \quad (1)$$

El tiempo disponible se calcula multiplicando los 25 días mensuales de cirugía por el número de meses del periodo de estudio y por las 12 horas diarias de programación quirúrgica. Esto se debe a que las intervenciones realizadas fuera del horario de 7:00 am a 7:00 pm se consideran emergencias. En este caso, el tiempo disponible es de 1800 horas.

$$\text{Tiempo Disponibles} = 25\text{días} * 6\text{meses} * 12\text{horas}$$

$$\text{Tiempo Disponible} = 1800\text{h}$$

- **Volumen de atención:** Define el número de cirugías de la especialidad por mes y la cantidad de intervenciones diarias. Con el objetivo de conocer la demanda actual, se toma un intervalo de tiempo desde enero hasta junio del 2023.
- **Capacidad tecnológica instalada:** Es la cantidad de equipos en estado activo, usados en estas especialidades y el grado de cumplimiento en dotación según la resolución de habilitación colombiana.

-
- **Capacidad instrumental disponible:** Es la cantidad de paquetes instrumentales por cada procedimiento que se encuentran disponibles en el servicio. Se busca así identificar si la tecnología médica queda fuera de operación, cuando el instrumental se encuentra tanto en esterilización como en procesamiento, incluyendo así, la determinación de la esterilización de la institución.
 - **Horario de atención.** Corresponde a la cantidad de horas destinadas a la atención de pacientes en cirugía en la semana. El servicio cuenta con una programación para cirugía de 7am a 7pm de lunes a sábado.
 - **Tiempo de esterilización:** Se refiere al tiempo destinado en procesar y esterilizar los kits de instrumental quirúrgico; desde que se entregan a la central hasta volver nuevamente al servicio.
 - **Cancelación de cirugías:** Hace referencia a la cantidad de cirugías al mes que son canceladas, y cuyas causas son atribuibles a la institución.
 - **Interdependencia de servicios:** Corresponde a la cantidad de productos de apoyo en otros servicios como UCI y hospitalización. En la cuantificación y para fines prácticos del modelo, se tiene en cuenta la cantidad de solicitudes de camas realizadas desde el área de cirugía a otros servicios.
 - **Tiempo fuera de operación:** Corresponde al tiempo en que la tecnología médica no se encuentra disponible para su uso. Dentro de este, se tienen en cuenta los siguientes tiempos:
 - a. **Tiempo de capacitación:** Tiempo destinado a la capacitación el personal asistencial y técnico [4].
 - b. **Tiempo de mantenimiento:** Tiempo utilizado para realizar el mantenimiento preventivo de la tecnología instalada en el área.

-
- c. **Tiempo de calibración:** Tiempo requerido en la calibración del dispositivo médico. No se tiene en cuenta los mantenimientos correctivos ya que estos son impredecibles.
 - d. **Tiempo de esterilización:** Se refiere al tiempo empleado en procesar y esterilizar el instrumental utilizado en conjunto con la tecnología biomédica.
 - e. **Tiempo en control de calidad:** Corresponde al tiempo requerido en realizar los estudios de control de calidad fijados por entidades como la IAEA (International Atomic Energy Agency) y ICRP (International Commission on Radiological Protection), cuyo principal objetivo es verificar la calidad de las imágenes entregadas por los equipos, para su adecuada interpretación [11].

Esta variable no tiene en cuenta el tiempo requerido en los mantenimientos correctivos, ya que esto es algo impredecible, y se hace imposible realizar una estandarización.

B. Definición de capacidad tecnológica instalada

La capacidad tecnológica instalada se refiere a la cantidad de equipos en funcionamiento dentro del servicio. Dado que la CSJD no dispone de un software que almacene y registre todas las variables asociadas a un equipo, como mantenimientos preventivos y correctivos, calibraciones, seguridad eléctrica y controles de calidad (si son aplicables), la información necesaria se obtiene principalmente de un documento de Excel denominado CRONOGRAMA, donde se registra la programación de los mantenimientos preventivos y las calibraciones. Además, se cuenta con el apoyo del conocimiento del asesor externo y de terceros encargados de los mantenimientos y las calibraciones de algunos equipos más complejos. Esto nos permite determinar el tiempo en que la tecnología no está disponible para su uso.

Se identifican los equipos utilizados en ambas especialidades y se les asignan características como el tiempo anual necesario para el mantenimiento preventivo y la calibración, si fuera necesario. No se incluye el tiempo requerido para el mantenimiento correctivo debido a su naturaleza

impredecible, lo que podría influir en los resultados del modelo. También se evalúa si el equipo necesita instrumental adicional para su uso y el tiempo necesario para su esterilización. Se considera la capacidad de instrumental disponible para determinar si el equipo queda fuera de operación durante el proceso de esterilización del instrumental asociado. Esta caracterización de los tiempos nos permite calcular el tiempo total en el que la tecnología no está operativa.

C. Validación del modelo de suficiencia tecnológica en el servicio.

Con los datos recolectados de cada uno de los servicios se procederá a consignarlos en un instrumento de Excel para posteriormente calcular los 5 indicadores principales, los cuales se les da una asignación porcentual según su criticidad, estos son:

- TFO (Tiempo Total Fuera de Operación): Contempla el tiempo semestral de mantenimiento preventivo, calibración (si aplica), control de calidad correspondiente y el tiempo de esterilización del material necesario para su uso.
- CID (Capacidad Instrumental Disponible): Determina si la cantidad de cirugías de cada especialidad es inferior a la capacidad de la institución para atenderlas.
- %U (Porcentaje de Uso Tecnológico): Tiene en cuenta el tiempo promedio de intervenciones, el número de intervenciones y el tiempo disponible.
- INTER (Interdependencia de Servicios): representa el tiempo entre la solicitud y la asignación de cama para la recuperación del paciente.
- CC (Cancelación de Cirugías): Establece el porcentaje de cancelaciones atribuibles a la institución debido a problemas tecnológicos.

Y se relacionan entre si con la formula

$$\text{SUFICIENCIA TECN} = 0.3 (\%U) + 0.25 (\text{CID}) + 0.05 (\text{TFO}) + 0.15 (\text{INTER}) + 0.25(\text{CC}).$$

Así mismo, se establecen las intervenciones quirúrgicas con mayor ocurrencia en la clínica para ambas especialidades (Ver tabla I y II), al finalizar, se muestra el porcentaje del modelo para cada especialidad.

INTERVENCIÓN/ MES	1	2	3	4	5	6	TOTAL
Desbridamiento	21	10	29	15	9	5	89
Osteosíntesis de Tibia o peroné	10	11	8	35	8	13	85
Artroscopia de rodilla	13	17	25	8	15	4	82
Osteosíntesis de radio o cúbito	9	7	19	7	14	10	66
Osteosíntesis de fémur	2	4	14	8	17	12	57
Osteosíntesis de clavícula	3	3	10	2	9	3	30
Osteosíntesis de húmero	2	9	4	2	7	2	26
Retiro de material de osteosíntesis en tibia o peroné	3	1	4	6	7	5	26
Descompresión del nervio de túnel de carpo	4	4	4	1	2	2	17
Secuestrectomía	2	2	3	1	4	3	15

Tabla I. Intervenciones de ortopedia con mayor ocurrencia en CSJD

INTERVENCIÓN/ MES	1	2	3	4	5	6	TOTAL
Cesarea	26	17	24	9	16	25	117
Histerectomía abdominal o abierta	20	10	3	15	3	9	60
Laparoscopia diagnóstica	3	4	3	6	4	6	26
Colporrafia + Colpopexia	0	0	15	10	4	4	33
Cistectomía de ovario por laparoscopia	6	4	4	7	1	2	24
Legrado ginecológico	3	0	5	7	4	1	20
Histerectomía por laparoscopia	2	1	4	5	1	1	14
Resección de tumores o lesiones	2	0	4	4	3	1	14
Histerectomía abdominal + salpingetomía	0	0	0	4	6	2	17
Legrado obstétrico o uterino	1	1	0	0	2	5	13

Tabla II. Intervenciones de ginecología con mayor ocurrencia en CSJD

1. Modelo de suficiencia tecnológica.

Con la información recolectada, Se procede a la aplicación de los datos captados en la CSJD en las fórmulas descritas por el modelo. Esto se realiza con la ayuda de una matriz, haciendo uso de herramientas de Excel como los filtros. A continuación, se enuncia el protocolo utilizado para el diseño del modelo:

a. Definición del tiempo total fuera de operación:

Primero, se enumeran las diez intervenciones más comunes para cada especialidad médica, junto con la tecnología médica utilizada en cada una. Luego, a cada equipo médico se le asigna el tiempo semestral necesario para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y el control de calidad, así como si requiere material estéril y cuánto tiempo lleva esterilizarlo. Finalmente, se suma el tiempo de cada equipo para establecer el tiempo total en horas durante el cual la tecnología no está disponible en el área.

Posteriormente, se procede a ponderar el indicador, con el objetivo de determinar el porcentaje de tiempo en que la tecnología no está operativa en comparación con el tiempo en que se utiliza. Esto se realiza según la siguiente ecuación.

$$\%inoperatividad = \frac{\textit{Tiempo fuera de operación} \cdot \# \textit{Equipos disponibles}}{\textit{Tiempo promedio de intervención} \cdot \# \textit{Intervenciones}} \quad (2)$$

Tiempo fuera de operación (Tiempo fuera de uso de cada equipo) multiplicado por numero *equipos disponibles* (Cantidad de ese equipo en el servicio), este producto se divide por la multiplicación del *Tiempo promedio de intervención* (Duración de intervención promedio) *Por el numero de intervenciones* (Cantidad de intervenciones en el periodo de 6 meses)

A continuación, se presenta la clasificación propuesta en el modelo original de suficiencia tecnológica [1].

Condición [%]	Resultado	Estado de cumplimiento
Si porcentaje inoperatividad ≤ 60	Verde	Cumple completamente
Si $60 < \text{porcentaje inoperatividad} < 90$	Amarillo	Cumple parcialmente
Si porcentaje inoperatividad ≥ 90	Rojo	No cumple

b. Capacidad de instrumental disponible:

La evaluación de la capacidad de instrumental disponible se lleva a cabo mediante la segmentación de las intervenciones más frecuentes en la institución, junto con el instrumental específico utilizado en cada una, así como el método y el tiempo requerido para su esterilización. Este proceso permite determinar la cantidad de cirugías que pueden realizarse con el instrumental disponible en el área, con el fin de evaluar si la demanda actual de cirugías en cada especialidad es menor que la capacidad de la institución para atenderla.

Para este propósito, se utiliza la ecuación 3, que considera el horario disponible para el servicio, correspondiente al tiempo destinado a la programación de cirugías, además del tiempo total de la intervención y el tiempo requerido para esterilizar el instrumental asociado. De esta manera, se calcula el número de posibles cirugías diarias (PCD) que pueden llevarse a cabo con el instrumental disponible.

Hay otra manera de realizar el cálculo para esta variable, y es realizar una sencilla regla de 3 en la cual se tiene en cuenta el instrumental disponible y con esto las posibles intervenciones que se podrían hacer.

$$PCD = \frac{\text{Posibilidad de servicio}}{\text{Tiempo promedio de intervención} + \text{Tiempo de esterilización}} \quad (3)$$

c. Porcentaje uso tecnológico:

Para calcular el Porcentaje de Uso Tecnológico, se considera que se dispone de 12 horas de disponibilidad de tecnología debido al horario de atención del servicio. Dado que el tiempo de

intervención varía según el tipo de cirugía realizada, se calcula un promedio en horas. Utilizando la ecuación 1, se determina el nivel de utilización de la tecnología.

Cuando este nivel supera el 90%, se genera una alerta para indicar que se está aproximando al límite de uso y se necesitan implementar medidas correctivas.

d. Interdependencia de servicios:

El personal asistencial colabora en determinar el tiempo óptimo que un paciente debe esperar entre la solicitud de la cama y su respectiva asignación. La coordinadora de cirugía, basándose en su experiencia, sugiere que una vez que el paciente se haya recuperado por completo, este proceso no debería exceder una hora. Esto se debe a que la recuperación es un servicio de paso y requiere un flujo constante para recibir a otros pacientes.

El tiempo necesario para la recuperación completa del paciente varía según la intervención realizada. Por lo tanto, se establece un tiempo promedio de dos horas, el cual se suma al tiempo acorde a los datos suministrados.

Condición [h]	Resultado	Estado de cumplimiento
Si tiempo de espera entre solicitud ≤ 3 y asignación	Verde	Cumple completamente
Si $3 <$ tiempo de espera entre < 6 solicitud y asignación	Amarillo	Cumple parcialmente
Si tiempo de espera entre solicitud ≥ 6 y asignación	Rojo	No cumple

e. Cancelación de cirugías:

Usando la ecuación 4, se determina el porcentaje de cancelaciones. Se toman solo las cancelaciones las cuales son motivos atribuibles a la institución, de esta manera por cada especialidad, estableciendo así un grado de cumplimiento.

$$\% \text{ Cancelación} = \frac{\text{cirugías canceladas}}{\text{cirugías programadas}} \cdot 100 \quad (4)$$

Condición [%]	Resultado	Estado de cumplimiento
Si porcentaje de cancelación ≤ 2	Verde	Cumple completamente
Si $2 < \text{porcentaje de cancelación} < 3$	Amarillo	Cumple con restricción
Si $3 < \text{porcentaje de cancelación} < 5$	Anaranjado	Cumple parcialmente
Si porcentaje de cancelación ≥ 5	Rojo	No cumple

f. Resultado modelo:

Basándonos en el modelo, se aplica la evaluación de los indicadores mediante una ponderación, los cuales se tienen establecidos con estos cuatro estados para parametrizar su cumplimiento: "cumple completamente", "cumple con restricción", "cumple parcialmente" y "no cumple". Previamente se le había asignado un valor numérico junto con un porcentaje asociado, como se detalla en la tabla VI. Esta estructura permite identificar con mayor claridad el grado de cumplimiento de cada variable.

Estado de cumplimiento	Ponderación	Porcentaje asociado [%]
Cumple completamente	5	100
Cumple con restricción	4	85
Cumple parcialmente	2	50
No cumple	0	0

Se tiene entonces el porcentaje que se le asigno a cada uno de los indicadores y que su ponderación depende de la criticidad de cada uno.

$$\text{SUFICIENCIA TECN} = 0,3(\%U) + 0,25(\text{CID}) + 0,05(\text{TFO}) + 0,15(\text{INTER}) + 0,25(\text{CC})$$

V. RESULTADOS

Con la información previamente recolectada en cada una de las especialidades y calculando cada uno de los indicadores, se evalúan en la ecuación. Para efectos prácticos y en el análisis de lo que corresponde la importancia de la suficiencia tecnológica para una institución, se determina que hay suficiencia tecnológica cuando el indicador está por encima de 90%. Se debe tener en cuenta que es necesario realizar una evaluación constante de los resultados obtenidos, de modo que sea posible realizar ajustes a este que garanticen su aplicabilidad en las diferentes especialidades de cirugía.

Se presentan los resultados de la aplicación de este modelo a la CSJD, dividido en tres partes, la primera parte corresponde al resultado de las variables de la caracterización del servicio, la segunda muestra la definición de la capacidad tecnológica, y por último se verifican los resultados obtenidos tras la aplicación de un modelo

A. Medición de las variables de entrada al modelo para la caracterización del servicio de cirugía.

Para la caracterización del servicio de cirugía, se presenta a continuación la información recolectada para cada una de las variables descritas en el literal A de la metodología.

1. Porcentaje de uso tecnológico

Se presenta entonces el porcentaje de uso tecnológico, por cada intervención, se verifica una variación considerable por cada especialidad. Esto permite mostrar que la disponibilidad de la tecnología es adecuada para suplir la necesidad, incluso, la oferta de equipos está por encima de la demanda. Para tales efectos se muestra aquí los resultados de uso tecnológico por cada especialidad:

Tabla III. Porcentaje de uso tecnológico por intervención de ortopedia.

INTERVENCIÓN	%U
Desbridamiento	6,03
Osteosíntesis de tibia o peroné	5,43
Artioscopia de rodilla	3,42
Osteosíntesis de radio o cúbito	8,55
Osteosíntesis de fémur	4,54
Osteosíntesis de clavícula	1,44
Osteosíntesis de húmero	1,92
Retiro de material de osteosíntesis en tibia o peroné	1,81
Descompresión del nervio del túnel del carpo	1,48
Secuestrectomía	0,92

Tabla IV. Porcentaje de uso tecnológico por intervención de ginecología

INTERVENCIÓN	%U
Cesárea	4,98
Histerectomía abdominal o abierta	2,22
Laparoscopia diagnóstica	0,84
Colpopexia+ Colporrafia	0,6
Cistectomía de ovario por laparoscopia	1,33
Legrado ginecológico	0,46
Histerectomía por laparoscopia	0,25
Recesión de tumores o lesiones	0,78
Histerectomía abdominal+ salpingetomía	0,79
Legrado obstetrico o uterino	0,42

2. Volumen de atención

Al realizar la búsqueda de información en el área de cirugía relacionada con el volumen de atención, se encuentra que, del mes de enero a junio del año 2023, se han realizado 2287 intervenciones quirúrgicas, en donde 590 corresponden a la especialidad de ortopedia y 426 a ginecología con un porcentaje de ocurrencia del 26 % y 19 %, respectivamente.

Tabla V. Porcentaje de atención por cada especialidad.

CONSOLIDADO SEMESTRE		
ESPECIALIDAD	TOTAL	PORCENTAJE
CX GENERAL	377	16%
CX PLASTICA	104	5%
CX TORAX	11	0%
DERMATOLOGIA	64	3%
GASTROENTEROLOGIA	49	2%
GINECOLOGIA	426	19%
MAXILOFACIAL	24	1%
NEUROCIRUGIA	76	3%
ORTOPEdia	590	26%
OTORRINOLARINGOLOGIA	2	0%
PSIQUIATRIA	219	10%
UROLOGIA	194	8%
TOTAL CX	2287	100%

Basándonos en la información validada en la Tabla V, se realiza un ajuste al cambiar la especialidad inicialmente seleccionada, que era laparoscopia, por ginecología. Esto se decide tras encontrar que el porcentaje de ocurrencia en ginecología es mayor. Las intervenciones laparoscópicas se realizan dentro del ítem de cirugías generales y en ginecología, aun así, ésta, no representaba más del 19%, no pudiendo superar a ginecología. De igual modo, se encuentra que la mayoría de las intervenciones de ortopedia y algunas de ginecología son ambulatorias, por lo que no requieren que el paciente este un tiempo en la sala de recuperación y tampoco en estancia hospitalaria. Algunas intervenciones requieren estancia hospitalaria, especialmente en pacientes con morbilidad asociada, y pacientes de la tercera edad, que luego de una intervención de ortopedia, necesitan cuidados intensivos o especiales. Esto hace que se requiera tener disponibilidad en servicios de estancia hospitalaria (UCE, UCI, hospitalización) debido a que el paciente requiere permanecer dentro de la institución para su recuperación.

3. Capacidad tecnológica instalada

Para determinar la cantidad de equipos biomédicos en funcionamiento disponibles en el área de cirugía, se hace uso de un documento de Excel titulado "MAN FTO 032 CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN". Según este documento, la institución dispone de un

total de 134 equipos en el área de cirugía. Estos equipos son; lámparas quirúrgicas, mesas quirúrgicas, máquinas de anestesia, unidades de precalentamiento, electrobisturíes, compresores vasculares, bombas de infusión, flujómetros y reguladores de succión, etc. Sin embargo, es importante tener en cuenta que algunas intervenciones quirúrgicas requieren tecnologías específicas que no necesariamente están instaladas permanentemente en cada quirófano. Estos equipos, como los arcos en C, torres de laparoscopia, torniquetes, entre otros, pueden ser necesarios dependiendo de la especialidad y el tipo de procedimiento quirúrgico.

4. Capacidad instrumental disponible

Para optimizar la ejecución de intervenciones quirúrgicas en el área de cirugía, se asigna un conjunto específico de instrumental quirúrgico a cada tipo de cirugía. Además, se establece la cantidad de paquetes de instrumental disponibles en la institución para cada tipo de intervención. Esta información nos permite identificar qué tipo de instrumental limita la realización de las cirugías y, en consecuencia, determinar el número máximo de cirugías que se pueden realizar diariamente en el área. En esta tabla, se presenta el instrumental necesario por cada intervención, asociado a los equipos usados en estas.

Tabla VI. Cantidad instrumental disponible de ginecología y ortopedia respectivamente.

Intervención	N de paquetes disponibles	Cantidad	Intervención	Instrumental	Cantidad
Cesarea	Equipo de cesarea	2	Desbridamiento	Equipo de cx menor	6
Histerectomía abdominal abierta	Equipo de laparoscopia	2	Osteosíntesis de tibia o peroné	Equipo de pequeños fragmentos	4
				Basicos de 3,5	1
Laparoscopia diagnóstica	Implantes arpon	1	Artroscopia de rodilla	Shaver para arte	2
				Separador de piso pélvico	2
				Ligamento pélvico	1
				Malla	1
Colporrafia + Colpopexia	Equipo de legrado	4	Osteosíntesis de radio o cúbito	Eq. de pequeños fragmentos	4
				Instrumental a implantar	1
Cistrectomía de ovario por laparoscopia	Equipo de laparoscopia	2	Osteosíntesis de fémur	Eq. de grandes fragmentos .	1
				Instrumental a implantar	1
Legrado ginecológico	Equipo de legrado	4	Osteosíntesis de clavícula	Eq. de pequeños fragmentos	4
Histerectomia por laparoscopia	Equipo de laparoscopia	2	Osteosíntesis de húmero	Eq. de pequeños fragmentos	4
				Instrumental a implantar	1
Recesión de tumores o lesiones	Equipo de laparoscopia	2	Retiro de material de osteosíntesis en tibia o en peroné	Eq. de pequeños fragmentos + atornillador	4
				Instrumental retiro MOS	1
Histerectomia abdominal + salpingetomia	Equipo de cesarea	2	Descompresión del nervio del túnel del carpo	Equipo de plástica	4
Legrado obstétrico o uterino	Equipo de legrado	4	Secuestrectomia	Equipo de cirugía menor	6

5. Horario de atención

Entendido, para este proyecto se considerará únicamente el horario de atención de lunes a sábado, lo que implica un período de 12 horas diarias, de 7 a.m. a 7 p.m. Esta decisión se toma debido a la imprevisibilidad de factores como la demanda de pacientes y la prioridad de las intervenciones, los cuales pueden afectar la programación de cirugías y están fuera del control del proyecto. Con estas restricciones horarias, se establece un marco de tiempo definido para la planificación de cirugías, lo que permite una mejor gestión de recursos y programación de actividades en el área de cirugía.

La atención se concentra en los días laborables de la semana, lo que facilita la asignación de recursos, así como la organización del personal médico y quirúrgico.

6. Tiempo de esterilización

Desde la coordinación de la central de esterilización se obtiene la siguiente información:

1. La recolección de instrumental se realiza de forma inmediata y el tiempo que tarda desde el servicio de cirugía hasta la central es de 15 min aproximadamente.
2. Dentro del área se realiza la esterilización del instrumental mediante 2 métodos: esterilización por vapor y esterilización por plasma de peróxido de hidrógeno.
3. El área de cirugía y la central de esterilización se encuentran en el mismo nivel, por lo que su comunicación es directa.

Asimismo, se encuentra que una vez el instrumental llega a la central, deben contemplarse el tiempo de lavado, desinfección y empaque, sumado al tiempo de aireación después del ciclo, adicional al tiempo total que se demora el ciclo de esterilización. Este tiempo adicional al ser un proceso manual y no por medios industriales, tarda mucho menos, ya que no requiere tantos protocolos de empaque y desempaque y varía dependiendo el tamaño de los paquetes instrumentales. En la tabla VII, se enlistan los métodos con su respectivo tiempo de esterilización y un tiempo total donde se contempla el tiempo adicional descrito anteriormente.

Tabla VII. Tiempo de esterilización.

Tipo de esterilización	Tiempo de esterilización	Tiempo total (h)
Vapor a alta temperatura (134°C)	1	2
Esterilización por peróxido de hidrógeno	72min	2

7. Indicador de cumplimiento en la programación

Considerando que el objetivo de la institución es alcanzar un cumplimiento del 98% en las cirugías programadas. Esto implica que solamente el 2% de las cirugías programadas pueden ser canceladas por causas atribuibles a la institución. Para visualizar este indicador, se puede utilizar una semaforización que permita identificar rápidamente el estado del cumplimiento del programa quirúrgico:

- Si el cumplimiento está por encima del 98%, se puede mostrar en color verde para indicar que se está cumpliendo satisfactoriamente con el objetivo.
- Si el cumplimiento está entre el 96% y el 98%, se puede mostrar en color amarillo para indicar que se está aproximando al objetivo, pero aún hay margen de mejora.
- Si el cumplimiento está por debajo del 96%, se puede mostrar en color rojo para indicar que se está por debajo del objetivo y se necesitan acciones correctivas.

En nuestra institución, se cuenta con un cumplimiento del 98,8% para una cancelación total del 1.2%, lo cual indica que cumple con el objetivo planteado.

8. Cancelación de cirugía

Conforme a lo explicado anteriormente, se encuentra que, del total de cirugías realizadas en las especialidades de ginecología y ortopedia, se han cancelado **16** intervenciones por razones atribuibles a la institución, que corresponde a su vez a un **1.2 %** del total de cirugías programadas. De estas **116** cancelaciones, **0.31** corresponden a ortopedia y **0.23 %** a ginecología. Esto fue tomado, teniendo en cuenta la tabla V en donde se refleja que ortopedia corresponde al **26%** del total de las cirugías realizadas en CSJD y **19%** la especialidad de ginecología. En base en lo anterior, y conociendo que el porcentaje de cancelación total es de 1.2%, dividimos este porcentualmente para cada una de las especialidades.

Tabla VIII. Cancelación de cirugías.

MES	Ginecología cancelado (%)	Ortopedia cancelado (%)
Enero	0,33	0,45
Febrero	0,26	0,36
Marzo	0,23	0,32
Abril	0,31	0,42
Mayo	0,08	0,11
Junio	0,15	0,21
Semestre	0,23	0,31

9. Interdependencia de servicios

A partir de la información suministrada por parte del personal de cirugía, UCI y hospitalización, se tiene en cuenta lo siguiente; el tiempo mínimo en que una persona que se le suministra anestesia debe estar en recuperación antes de pasar a otro servicio, ya que se le está haciendo seguimiento continuo, es de 2 horas. La mayor parte de los pacientes que ingresan a UCI, después de una cirugía de ortopedia, son pacientes de tercera edad, debido a que su estado físico es en general, crítico. Después de la asignación de cama por parte de cirugía, el tiempo de espera en UCI (dependiendo la disponibilidad), es en promedio de 2 horas. Los 3 servicios de hospitalización con los que cuenta la clínica, los cuales son Hospitalización general, Beatos y Hospitalización San Rafael, en general siempre están al tope de su capacidad, y se dan de alta en las horas de la tarde, por lo tanto, el tiempo de espera, luego de una asignación de cama, es entre 2 y 6 horas. Por lo tanto, establecimos un promedio de 4 horas para asignación de camas.

10. Definición de la capacidad tecnológica instalada y tiempo fuera de operación

En la tabla XI se presenta el tiempo total fuera de operación de la tecnología biomédica en el área de cirugía, considerando los tiempos correspondientes a mantenimiento, control de calidad, calibración, esterilización del instrumental y capacitación en un periodo de 6 meses. Este tiempo total es crucial para evaluar la disponibilidad y eficiencia de los equipos biomédicos en el servicio de cirugía de CSJD.

–Tabla IX. Tecnología disponible en el área de cirugía y el tiempo fuera de operación.

Cantidad	Descripción del equipo médico	Tiempo total fuera de operación
4	Maquina de anestesia	23
3	Monitor de gases anestésicos	9,3
4	Vaporizador	8,8
9	Regulador de succión	4
12	Bomba de infusión	15,5
5	Electrobisturi	22,5
2	Fonendoscopio	2,1
2	Monitor de video	11,5
3	Cabezal de la cámara	28,5
3	Óptica de 30 grados	28,5
3	Guia de luz	28,5
2	Neumoinsuflador	4
4	Lampara cielitica	5,5
6	Calentador de mantas	2,2
1	Compresor vascular	10,5
1	Intensificador de imagen	41
12	Monitor de signos vitales	4,3
5	Mesa de cirugía	29
2	Mesa de partos	28
1	Torniquete neumático	1,7
1	Regulador de nitrogeno	2
12	Flujometros	4,2
1	Consola Shaver	15,5
2	Pieza de mano shaver	31,5
2	Fotoforo	3,7
2	Infusor	4
1	Microscopio quirúrgico	5,5
1	Servocuna	11,5
2	Ecografo	14,5

B. Aplicación y validación del modelo de suficiencia en el servicio.

Los resultados obtenidos en esta sección ofrecen una visión detallada del diseño del modelo de suficiencia, incluyendo el porcentaje de cumplimiento para cada uno de los indicadores establecidos. Al concluir el análisis, se presenta el porcentaje de suficiencia para cada una de las especialidades, lo que proporciona una evaluación de la capacidad tecnológica instalada en el área de cirugía, específicamente para las especialidades de ginecología y ortopedia. Este enfoque permite identificar áreas de mejora y optimización en la gestión de la tecnología biomédica, asegurando un funcionamiento óptimo y eficiente de los equipos en el servicio de cirugía de la CSJD.

1. Definición del tiempo total fuera de operación.

Al definir el porcentaje de inoperatividad, se hace uso de la tabla X, y se realiza el cálculo contando con la ecuación 2 descrita ya anteriormente, esto se hace para cada equipo descrito en las tablas I y II, así tenemos que;

Tabla X. Tiempo fuera de operación de la tecnología biomédica por intervención de ginecología

INTERVENCIÓN	EQUIPOS BIOMEDICOS	% TIEMPO FUERA DE OPERACIÓN	INTERVENCIÓN	EQUIPOS BIOMEDICOS	% TIEMPO FUERA DE OPERACIÓN
CESAREA	Electrobisturi	1,25	SALPINGETOMIA	Maquina de anestesia	11,04
	Mesa de partos	0,62		Monitor de signos vitales	6,19
	Lámpara cielítica	0,25		Mesa quirúrgica	17,4
	Servocuna	0,13		Fotóforo	0,89
LAPAROSCOPIA DIAGNOSTICO	Torre de laparoscopia	1,42	PERINEOPLASTIA	Monitor de signos vitales	11,64
	Electrobisturi	2,81		Bomba de infusión	41,95
	Maquina de anestesia	2,3		Mesa quirúrgica	32,71
	Mesa quirúrgica	3,62		Fotóforo	1,67
	Vacuómetro	0,9	HISTERECTOMIA POR LAPAROSCOPIA	Torre de laparoscopia	4,07
COLPORRAFIA + COLPOPEXIA	Maquina de anestesia	6,07		Maquina de anestesia	6,57
	Bomba de infusión	12,26		Electrobisturi	8,04
	Monitor de signos vitales	3,4		Vacuómetro	2,57
	Mesa quirúrgica	9,56		Mesa quirúrgica	10,36
	Lámpara cielítica	1,45	Resecion de tumores o lesiones	Fotóforo	0,52
LEGRADO GINECOLOGICO	Máquina de anestesia	8,52		Maquina de anestesia	6,49
	Monitor de signos vitales	4,78	LEGRADO OBSTÉTRICO O UTERINO	Maquina de anestesia	12,13
	Mesa quirúrgica	13,43		Monitor de signos vitales	6,8
	Fotóforo	0,69		Mesa quirúrgica	19,12
CISTECTOMIA DE OVARIO POR LAPAROSCOPIA	Torre de laparoscopia	2,38		Fotóforo	0,98
	Bomba de infusión	7,75	Vacuómetro	4,75	
	Maquina de anestesia	3,83			
	Mesa quirúrgica	6,04			
	Vacuómetro	1,5			

. Tabla XI. Tiempo fuera de operación de la tecnología biomédica por intervención de ginecología.

INTERVENCIÓN	EQUIPOS BIOMEDICOS	% TIEMPO FUERA DE OPERACIÓN	INTERVENCIÓN	EQUIPOS BIOMEDICOS	% TIEMPO FUERA DE OPERACIÓN
Desbridamiento	Electrobisturí	1,04	Osteosíntesis de clavícula	Intensificador de imagen	1,58
	Regulador de succión	0,33		Electrobisturí	4,33
	Monitor de signos vitales	0,48		Monitor de signos vitales	1,99
		Lampara cielítica		0,85	
Osteosíntesis de Tibia o peroné	Electrobisturí	1,15	Osteosíntesis de húmero	Intensificador de imagen	1,19
	Regulador de succión	0,37		Electrobisturí	3,25
	Monitor de signos vitales	0,53		Máquina de anestesia	2,66
	Intensificador de imagen	0,42		Lampara cielítica	0,64
Artroscopia de rodilla	Consola Shaver	0,25	Retiro de material de osteosíntesis en tibia o peroné	Intensificador de imagen	1,26
	Pieza de mano shaver	1,02		Electrobisturí	3,46
	Torniquete neumático	0,03		Regulador de succión	1,11
	Máquina de anestesia	1,5		Lampara cielítica	0,68
	Torre de laparoscopia	0,93			
Osteosíntesis de radio o cúbito	Intensificador de imagen	0,27	Descompresión del nervio de túnel de carpo	Electrobisturí	4,23
	Electrobisturí	0,73		Torniquete neumático	0,06
	Monitor de signos vitales	0,34		Lampara cielítica	0,83
	Lampara cielítica	0,14			
Osteosíntesis de fémur	Intensificador de imagen	0,5	Secuestrectomía	Electrobisturí	6,82
	Electrobisturí	1,38		Torniquete neumático	0,1
	Monitor de signos vitales	0,63		Lampara cielítica	1,33
	Lampara cielítica	0,27			

2. Capacidad de instrumental disponible

Una vez que se han definido los paquetes de instrumental disponibles en el área para ambas especialidades, se utiliza la ecuación 3 para determinar el número de posibles intervenciones diarias. Posteriormente, se compara este número con la demanda actual del servicio para cada tipo de intervención. Es importante mencionar que, en caso de que el resultado no sea un número exacto, se aproxima su valor al número entero por debajo más cercano, garantizando así una estimación realista y práctica de la capacidad de intervención del servicio en relación con la demanda.

Tabla XII. Número de cirugías posibles y realizadas con el instrumental disponible para la especialidad de ortopedia.

Intervención quirúrgica	Número de posibles cirugías en el periodo de estudio	Número de cirugías realizadas a la fecha de estudio	Intervención quirúrgica	Número de posibles cirugías en el periodo de estudio	Número de cirugías realizadas a la fecha de estudio
Desbridamiento	3970	89	Osteosíntesis de clavícula	734	30
Osteosíntesis de Tibia o peroné	658	85	Osteosíntesis de húmero	584	26
Artroscopia de rodilla	666	82	Retiro de material de osteosíntesis en tibia o peroné	600	26
Osteosíntesis de radio o cúbito	459	66	Descompresión del nervio de túnel de carpo	2413	17
Osteosíntesis de fémur	596	57	Secuestrectomía	4153	15

Tabla XIII. Número de cirugías posibles y realizadas con el instrumental disponible para la especialidad de ginecología.

Intervención quirúrgica	Número de posibles cirugías en el periodo de estudio	Número de cirugías realizadas a la fecha de estudio	Intervención quirúrgica	Número de posibles cirugías en el periodo de estudio	Número de cirugías realizadas a la fecha de estudio
Histerectomía abdominal o abierta	1430	60	Legrado ginecológico	3756	20
Cesárea	1661	117	Histerectomía por laparoscopia	1742	14
Laparoscopia diagnóstica	771	26	Resección de tumores o lesiones	1309	14
Colpexia+ Colporrafia	3692	24	Histerectomía abdominal+ salpingetomía	1393	17
Cistectomía de ovario por laparoscopia	1309	24	Legrado obstétrico o uterino	3086	13

3. Porcentaje uso tecnológico

Al calcular el respectivo porcentaje de uso tecnológico para cada una de las intervenciones de ambas especialidades, se encuentra que todas presentan un cumplimiento del 100 %, es decir, la tecnología utilizada para cada intervención presenta un porcentaje de uso menor al 90 % del tiempo en que ha sido programada.

4. Interdependencia de servicios

Según la clasificación y estado de cumplimiento mostrada en la tabla V de la variable en cuestión, la clínica presenta un cumplimiento total con una estimación porcentual del 90%, debido a que el tiempo de espera entre la solicitud de la cama y su respectiva asignación es alrededor de 4 h. Sin embargo, la cantidad de camas es suficiente respecto a la demanda de cirugía.

5. Porcentaje cancelación de cirugías

Mediante el uso de la ecuación 4, se encuentra que el porcentaje de cancelación de cirugías atribuibles a la institución por tecnología es del 0.31 % para ortopedia y 0.23 % para ginecología. Este resultado muestra que la institución cumple con la meta del indicador. La institución por su parte cumple con la meta de estar por debajo del 2% en cancelación de cirugías, al tener un porcentaje total de 1,2%.

6. Resultado modelo suficiencia

Una vez encontrado el porcentaje de cumplimiento para cada una de las intervenciones para ambas especialidades, se realiza un promedio para cada especialidad de modo que permita encontrar un porcentaje global de cumplimiento en suficiencia. En las tablas XV y XVI se muestra el porcentaje de suficiencia tecnológica por intervención para la especialidad de ortopedia y ginecología, respectivamente.

Tabla XIV. Porcentaje de suficiencia tecnológica en ginecología

Intervención quirúrgica	Suficiencia tecnológica [%]
Cesárea	90,6
Histerectomía abdominal o abierta	91,3
Laparoscopia diagnostica	91,2
Colpopexia+ Colporrafia	91,9
Cistectomía de ovario por laparoscopia	91,8
Legrado ginecológico	91,9
Histerectomía por laparoscopia	91,9
Recesión de tumores o lesiones	91,9
Histerectomía abdominal+ salpingetomia	91,7
Legrado obstétrico o uterino	91,9

Tabla XV. Porcentaje de suficiencia tecnológica en ortopedia.

Intervención quirúrgica	Suficiencia tecnológica [%]
Desbridamiento	91,8
Osteosíntesis de Tibia o peroné	89,1
Artroscopia de rodilla	89,3
Osteosíntesis de radio o cúbito	88,8
Osteosíntesis de fémur	89,9
Osteosíntesis de clavícula	91,3
Osteosíntesis de húmero	91,2
Retiro de material de osteosíntesis en tibia o peroné	91,2
Descompresión del nervio de túnel de carpo	91,1
Secuestrectomía	92,2

Se realiza un promedio del porcentaje de cumplimiento para cada especialidad y se tiene por tanto que el porcentaje de cumplimiento de suficiencia tecnológica para ginecología y ortopedia es de 91,6% y del 90,7% respectivamente.

VI. ANÁLISIS

Al iniciar con la recopilación de la información, se identificaron procesos no estandarizados que obstaculizaban la obtención clara del dato de los tiempos, Para abordar esta situación, se llevó a cabo, en colaboración con el personal de cirugía y la central de esterilización, una caracterización exhaustiva del servicio. Este proceso fue vital para obtener variables precisas y definir con certeza los indicadores pertinentes. Esta caracterización es un paso fundamental en el análisis de suficiencia tecnológica para cualquier institución prestadora de servicios de salud.

Inicialmente, se habían seleccionado las especialidades de ortopedia y laparoscopia de manera empírica, basándose en el conocimiento del área biomédica. Sin embargo, tras analizar el porcentaje de intervenciones de las distintas especialidades en la institución, se concluyó que sería muy complejo seleccionar las intervenciones de laparoscopia, ya que no están asociadas a una

especialidad, sino un conjunto de intervenciones que son transversales a múltiples especialidades (ortopedia, cirugías generales, ginecología), y que por lo tanto se hacía muy difícil el tratamiento de datos. Adicionalmente, y como se indica en la tabla V, el porcentaje de intervenciones en la especialidad de ginecología es superior al de laparoscopia, por lo tanto, se escoge para la aplicación del modelo en la Clínica, las especialidades de ortopedia y ginecología.

Respecto al equipamiento, se observó una casi total suficiencia para cirugías ortopédicas que involucran huesos pequeños, mientras que para huesos grandes apenas alcanzaba el 25%. En ginecología, el instrumental cubría al menos el 50% de las necesidades, considerando el uso simultáneo de los quirófanos para el mismo tipo de cirugía. La disponibilidad de tecnología en relación con la demanda de intervenciones resultó ser baja, especialmente para ortopedia, lo que indica un desajuste en la programación de su uso.

Además, se identificó que la disponibilidad de ciertos equipos biomédicos dentro de cada quirófano estaba limitada por la cantidad de unidades disponibles, como en el caso del intensificador de imágenes y el torniquete. Esto afecta directamente la capacidad de realizar múltiples intervenciones simultáneas.

En cuanto a la hospitalización, se destacó una amplia área de hospitalización con suficientes camas, mientras que la UCI contaba con un número adecuado de cubículos. Respecto a las cancelaciones de cirugías, se registró un bajo porcentaje, por debajo del mínimo establecido, lo que sugiere una gestión efectiva en este aspecto.

En resumen, la institución presenta un porcentaje de suficiencia del 90.7% para ortopedia y del 91.6% para ginecología, lo cual cumple con la estimación mínima del 90%. Sin embargo, se destaca la proximidad al límite de suficiencia tecnológica en ortopedia, dada la alta demanda de esta especialidad en la clínica.

VII. CONCLUSIONES

Finalmente se concluye que la Clínica San Juan de Dios de La Ceja cumple con la suficiencia tecnológica, lo que garantiza que cuenta con la tecnología necesaria para ofrecer servicios de cirugía de alta calidad. Además, la ventaja de tener el autoclave en el mismo nivel que el área de cirugía, con acceso directo del instrumental a esterilizar, es un aspecto destacable. Esto reduce los tiempos de transporte y garantiza una mayor eficiencia en el proceso de esterilización.

Sin embargo, es importante considerar que contar con un única autoclave de vapor a altas temperaturas puede presentar desafíos en términos de mantenimiento y disponibilidad. El desgaste constante y la necesidad de mantenimiento preventivo pueden afectar la capacidad operativa y generar tiempos de inactividad no planificados. Sería recomendable evaluar la posibilidad de contar con equipos de respaldo o implementar estrategias para minimizar el impacto de estos mantenimientos en la continuidad de los servicios quirúrgicos.

Además, en ortopedia se evidenció una limitación tecnológica, destacando el histórico de correctivos del intensificador de imágenes, equipo fundamental para estas cirugías, y aunque el tema de correctivo no es medido por el modelo, se tiene en cuenta como dato adicional por su importancia e incidencia en la especialización.

Se encuentra además que, la disponibilidad de la tecnología biomédica supera significativamente el tiempo en que se utiliza efectivamente es un hallazgo clave en el proyecto. Esta discrepancia sugiere una subutilización de los recursos tecnológicos disponibles, lo que puede afectar la eficiencia y la rentabilidad del área de cirugía.

Basándose en los hallazgos presentados, se destaca que el porcentaje de instrumental disponible para ginecología y el tiempo fuera de operación de equipos médicos en ortopedia son los factores que más impacto tienen en la disminución del cumplimiento de la suficiencia tecnológica en la clínica.

Es un punto positivo que la institución cuente con una buena capacidad de camas en hospitalización. Esto facilita la rotación de pacientes desde el servicio de cirugía hacia otros servicios, lo que puede contribuir a optimizar la gestión de pacientes y mejorar la eficiencia operativa del hospital.

En conclusión, la metodología utilizada cumplió con los objetivos del informe y permitió determinar el porcentaje de cumplimiento en suficiencia tecnológica en el área de cirugía. Lo cual indica que esta metodología puede ser aplicada para determinar la suficiencia tecnológica en otros servicios.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda en primera instancia seguir desarrollando este modelo y aplicarlo a todos los servicios de la clínica, para conocer de una forma más acertada las necesidades reales de la institución.

Dado que la institución cuenta con equipos que tienen una antigüedad mayor a estimado y recomendado, lo que implica la necesidad continua de correctivos a estos equipos, se recomienda realizar un programa de obsolescencia tecnológica, primeramente aplicado en cirugía ya que es una área crítica y muy importante en la institución, esto permitirá desarrollar proyectos de adquisición de equipos y disposición de aquellos que tienen un gasto anual muy elevado en correctivos, además esto permitirá conocer los costos derivados de los mantenimientos correctivos.

De manera específica se recomienda la renovación de tecnología en cuanto al intensificador de imágenes ya que este es un equipo antiguo, se recomienda la adquisición de al menos otro torniquete

Realizar un acta o protocolo donde se evidencie que el número de equipos que se requieren para la prestación del servicio es suficiente, es decir, un protocolo de suficiencia tecnológica, y que

considere aspectos como frecuencia y tiempo de uso, tiempos de limpieza, desinfección, procesamiento, esterilización; en concordancia con las especificaciones del fabricante. Inicialmente para cirugía y posteriormente, para otros servicios.

Se recomienda como medida preventiva para el mantenimiento del autoclave, realizar un programa de seguimiento y aplicación estricto de cambio de filtros, debido a condiciones externas como las lluvias que pueden saturar estos filtros por el agua sedimentada que aún se tiene en la clínica San Juan de Dios.

En respuesta a esto, se propone considerar dos acciones específicas:

1. Renovación tecnológica para ortopedia en equipamiento médico. Esta medida implica actualizar o reemplazar los equipos médicos utilizados en el área de ortopedia por modelos más modernos y eficientes. Esto no solo podría mejorar la calidad de la atención y la precisión de los procedimientos ortopédicos, sino que también podría reducir el tiempo fuera de operación debido a fallos técnicos o mantenimiento constante.

2. Adquisición de instrumental para ginecología: Se sugiere invertir en la adquisición de instrumental específico para ginecología. Al aumentar la disponibilidad de este instrumental, se podría mejorar la eficiencia en la realización de procedimientos ginecológicos, lo que contribuiría a optimizar el uso de los recursos y aumentar el cumplimiento de la suficiencia tecnológica en esa área.

Estas medidas no solo abordan los problemas identificados, sino que también están diseñadas para mejorar la calidad de la atención y la eficiencia operativa en áreas críticas de la clínica, como la ortopedia y la ginecología. Al invertir en la renovación tecnológica y la adquisición de instrumental, la clínica puede mejorar su capacidad para ofrecer servicios de alta calidad y cumplir con los estándares de suficiencia tecnológica establecidos.

REFERENCIAS

- [1] M. A. Zapata Chanci, “Diseño y validación del modelo de suficiencia de tecnología biomédica para el servicio de cirugía de urología y ortopedia en la clínica CES”, Práctica Empresarial, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 2023.
- [2] Minsalud, “Resolución 3100.” 2019.
- [3] S. Suárez Bustamante, “Diseño e Implementación de una Metodología para la Medición de Capacidad Operativa en un Servicio de la IPS Universitaria.”, Práctica Empresarial, Bioingeniería, Universidad de Antioquia, Medellín, 2022.
- [4] Colombia. Ministerio de la Protección Social. (2012). Manual de acreditación en salud ambulatorio y hospitalario Colombia versión 003 descriptores, acreditación - accreditation.
- [5] INVIMA, “ABC de Dispositivos Médicos”, 2013, [En Línea]. Disponible en: https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivosmedicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274.
- [6] M. Hernández Navarrete, J. M. Celorrio Pascual, C. Lapresta Moros, V.M. Solano Bernad, Fundamentos de antisepsia, desinfección y esterilización, Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica, Volumen 32, Issue 10, 2014, Paginas 681-688.
- [7] Promedco, “Importancia de realizar mantenimiento a sus equipos médicos” 2019. <https://www.promedco.com/noticias/importancia-mantenimiento-de-equipos-medicos>. (accedidoseptiembre 26, 2022).
- [8] Minsalud, “Decreto 1595.” 2015.
- [9] Correa, M., Villalba, M. P., & García, J. H. (2017). Protocolos para evaluación de desempeño en equipos médicos. *Revista Ingeniería Biomédica*, 11(22). <https://doi.org/10.24050/19099762.n22.2017.1185>
- [10] Minsalud, “Resolución 482” 2018.
- [11] Castrillón-Giraldo, W. S., Morales-Aramburo, J., & Jaramillo-Garzón, W. (2020). Control de calidad en equipos de rayos X en intervencionismo: Quality control of X-ray equipment used in intervention studies. *Revista Colombiana*.
- [12] Etimologias-dechile. (s.f.). Citación. En el *Diccionario etimologías.dechile*. Recuperado el 13 de mayo, 2024, en <https://etimologias.dechile.net>
- [13] Te Linde, Ginecología Quirúrgica, Panamericana, 8 Edición, 1998.

[14] Clifford R. Wheelless. Atlas de Cirugía Pelviana. Panamericana, 5 Edición, 2001.

[15] Copeland, Ginecología, Panamericana, 2000.