



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL BIOMÉDICA

**ELABORACIÓN MATRIZ:
PRESTACIONES ASISTENCIALES V/S EQUIPAMIENTO MÉDICO**

CAMILA VALENTINA MELLA BOBADILLA

Trabajo para optar al Título de

Ingeniero Civil Biomédico

Profesor Guía:

SCARLETT LEVER TORRES

Julio - 2022

Valparaíso - Chile

Resumen

Resumen:

Los equipos médicos, insumos, equipamiento clínico y tecnologías para la salud forman parte de una cadena de desarrollo fundamental para poder realizar y otorgar cualquier prestación o servicio sanitario en un Establecimiento de Atención de Salud. Por lo que es de suma importancia realizar una correcta gestión de estas tecnologías para que el proceso de atención sea entregado de manera eficiente. La gestión de equipamiento médico sumado a la ingeniería clínica se encarga de realizar un análisis de las necesidades de equipamiento que requiere la institución de salud para poder realizar la cartera de prestaciones que ofrece a la población.

La cartera de prestaciones está definida en el recinto de salud según estudios preinversionales con la finalidad de conocer detalladamente las prestaciones que puede realizar según sus capacidades y la red asistencial a la que pertenece, pero a la institución se le dificulta conocer lo que se requiere en función de equipamiento y dispositivos médicos. Debido a lo anterior, el objetivo principal del presente trabajo es la elaboración de una herramienta que permita facilitar la integración de una prestación asistencial con el tipo y la cantidad de equipamiento médico que requiere para poder efectuarla, y que permita a los servicios clínicos y/o departamentos identificar si tienen disponibilidad de estos, o qué y cuanto necesitan adquirir para cubrir con la brecha de demanda. Es por lo que a través del ingreso de información, cálculos y análisis de estos se abordó la problemática y presentó una estandarización de información necesaria para poder finalmente construir la matriz de integración.

Palabras Clave: Equipos médicos, prestación asistencial, cálculo de equipamiento, demanda de equipamiento, prestación quirúrgica.

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
1.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2	OBJETIVO GENERAL	5
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 1	5
1.3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO 2	5
1.3.3	OBJETIVO ESPECÍFICO 3	5
1.3.4	OBJETIVO ESPECÍFICO 4	5
1.3.5	OBJETIVO ESPECÍFICO 5	6
2.	ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO	6
2.1	DEFINICIONES	6
	EQUIPO MÉDICO	6
	CARTERA DE SERVICIOS	7
	PRESTACIÓN ASISTENCIAL	7
	PABELLÓN QUIRÚRGICO	7
	QUIRÓFANO:	7
3.	METODOLOGÍA	7
3.1	PLANIFICAR	8
3.2	DESARROLLAR	8
4.	RESULTADOS	9
4.1	OBJETIVO ESPECÍFICO 1	9
	• INFORMACIÓN INTERNACIONAL	9
	• INFORMACIÓN NACIONAL	13
4.2	OBJETIVO ESPECÍFICO 2	18
4.3	OBJETIVO ESPECÍFICO 3	21
4.4	OBJETIVO ESPECÍFICO 4	25
4.5	OBJETIVO ESPECÍFICO 5	28
V.	DISCUSIÓN	29
VI.	CONCLUSIÓN	29
VII.	REFERENCIAS	30
VIII.	ANEXOS	32
1.	COMPROBAR RESULTADOS DE LA ECUACIÓN	32

ELABORACIÓN DE UNA MATRIZ PARA PRESTACIONES ASISTENCIALES QUIRÚRGICAS V/S EQUIPAMIENTO MÉDICO

Camila Valentina Mella Bobadilla

Escuela de Ingeniería Civil Biomédica

Facultad de Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile

Palabras clave: *equipos médicos, prestación asistencial, cálculo de equipamiento, demanda de equipamiento, prestación quirúrgica.*

1. INTRODUCCIÓN

La gestión tecnológica hospitalaria es el conjunto de procedimientos llevados a cabo para realizar la adquisición, la instalación y el uso apropiado de las tecnologías biomédicas, con el fin de garantizar su sostenibilidad con el máximo de rendimiento en cuanto a calidad, seguridad, y costo efectividad de las prestaciones [1]. Desde el punto de vista de un Establecimiento de Atención de Salud es necesario que exista una adecuada gestión clínica y un sentido estratégico para garantizar excelencia y máxima productividad, según el tipo de actividades, niveles de complejidad y número de prestaciones asistenciales que debe de realizar el establecimiento [2].

La función principal de un Establecimiento de Salud es prestar servicios y maximizar los tiempos de atención, por lo que una mala gestión del equipamiento médico aumenta el riesgo de que la continuidad asistencial se vea interrumpida [1]. La ingeniería clínica es un área de la ingeniería biomédica que surge por la necesidad de que un especialista – ingeniero biomédico o ingeniero clínico – resolviera problemas específicos en el entorno hospitalario, aplicando procesos asociados a la gestión de tecnologías para equipamiento médico [1].

Los modelos de gestión de los hospitales son diferentes entre sí; siempre van a existir orientaciones, guías y estándares desde un nivel central o de referencias internacionales para poder realizar una implementación de modelos de gestión en específico, pero cada hospital lo implementa de manera distinta, según los recursos que tienen y sus niveles de organización [3].

Los dispositivos médicos son indispensables para la prestación de atención medica de calidad, pero su selección y uso adecuado plantean un desafío significativo en muchas partes del mundo. Los dispositivos médicos incluyen desde una jeringa, catéteres y mascarillas quirúrgicas, hasta dispositivos complejos como marcapasos, prótesis o un resonador magnético [1]. Tener una lista o repositorio de equipamiento médico necesario para el manejo de enfermedades ayudan a mejorar el acceso a dispositivos médicos adecuados, aumentando la seguridad, calidad de la atención y fortalecer los sistemas de atención sanitaria. Las listas mundiales o regionales de dispositivos médicos facilitan la toma de decisiones para los profesionales de la salud, en las áreas de políticas de salud, planificación estratégica, evaluación de tecnologías de salud, asignación de recursos, adquisiciones, ingeniería biomédica, regulación y evaluación de instalaciones [4].

Hoy en día planificar con relación a equipamiento médico obedece a metodologías basadas tanto en guías como en experiencia práctica y experta debido a que no existe especificación clara del equipamiento

médico necesario para utilizar para una prestación inserta en la cartera de servicios de un establecimiento de atención de salud [5] .

Considerando lo anterior, el presente trabajo propone el desarrollo de una herramienta que para realizar una vinculación de manera estandarizada de las prestaciones asistenciales y el equipo médico que estas requieren, ya que lo principal es dar respuesta a los requerimientos. Hoy en día cada una de las instituciones de salud toma la decisión de cómo abordar estos aspectos, y aunque existen guías de referencia o una experiencia heredada, esta puede ser modificada según la institución de salud pero siempre siguiendo la línea principal presente en antecedentes públicos nacionales e internacionales, por lo que este trabajo plantea una investigación y una normalización en base a antecedentes que facilite las mejores prácticas y la toma de decisiones con un método apropiado y efectivo.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En base a la investigación realizada, a nivel internacional existe una falta de información sobre el equipamiento médico que necesita un producto final o prestación asistencial con el fin de realizarse adecuadamente, en cuanto a tipo de equipo médico y a cantidad de este. En Chile y en el resto del mundo, la salud pública y privada tiene recursos limitados, los cuales no pueden ser derrochados, es por esto que la exactitud de los cálculos y adecuada interpretación de ellos puede asegurar la inexistencia de falta o sobre stock de equipos médicos para llevar a cabo prestaciones asistenciales.

Con respecto a la propuesta de repositorio de equipamiento médico v/s prestaciones asistenciales, una documentación de este tipo no existe en Chile, al menos públicamente, quizás cada Establecimiento de Salud tiene uno, pero no lo comparte. El hecho de poder compartir antecedentes, técnicas y equipo utilizado es relevante para una mejora continua de cada centro de salud, y esta ayuda puede ir desde disminución de uso de equipos médicos, variaciones de técnicas o progreso en mantenciones preventivas, pero si no se comparte, no se puede visualizar, y así no puede existir una continua mejoría.

1.2 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un algoritmo que permita determinar la cantidad y el tipo de equipamiento médico requerido para realizar prestaciones quirúrgicas.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Analizar de antecedentes que realicen vinculación de prestaciones asistenciales y equipamiento médico.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Construir una base de datos con equipos médicos que se vincule la prestación asistencial quirúrgica.

1.3.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Desarrollar un algoritmo que vincule la cantidad de prestaciones asistenciales quirúrgicas y los equipos médicos.

1.3.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 4

Implementar un algoritmo, realizar pruebas funcionales y comprobar.

1.3.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 5

Realizar de una guía técnica e instructivo del algoritmo desarrollado.

2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

A nivel internacional la Organización Mundial de la Salud (OMS) presenta un proyecto, el cual está en curso, que se trata de la elaboración de una guía del programa de equipamiento que tiene como objetivo básico, orientar al usuario en la definición de tipos y cantidades de equipos necesarios para que la unidad de salud o red pueda cumplir con su programa funcional ya establecido.

Desde la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se han levantado Guías para el Desarrollo del Recurso Físico en Salud, el cual presenta una metodología donde el usuario puede determinar las necesidades de dispositivos médicos y equipos para viabilizar procedimientos médicos.

El Estudio de Preinversión Hospitalaria es uno de los documentos más importantes para apoyar los procesos de formulación de proyectos y análisis de demanda de prestaciones asistenciales y de equipamiento médico para poder cubrir la brecha asistencial, lo que orienta con distintas metodologías que permiten dimensionales niveles de producción esperados y recursos necesarios.

México como uno de los referentes latinoamericanos más importantes de la Ingeniería Biomédica, difunde el Cuadro Básico y Catálogo de Instrumental y Equipo Médico, el cual agrupa todos los dispositivos médicos y los actualiza constantemente, clasificándolos de una manera determinada e incluyendo información útil para su uso e instalación.

En Chile la Guía metodológica para estudios de preinversión hospitalaria desarrollada por el Ministerio de Salud del Gobierno el año 2001, se crea por la necesidad de desarrollar una metodología que permita la formulación y evaluación de proyectos, una de ellas es la que ayuda a la realización del cálculo de estimación de producción de un equipo médico. Sumado a lo anterior, en Chile existe la norma técnica básica de autorización sanitaria para establecimientos de salud de atención cerrada que establecen requisitos mínimos para que una unidad funcione de manera correcta y eficiente.

Otra de las referencias más importantes para el estudio de este trabajo es Ingeniería Clínica Aplicada, asignatura dictada por la Ingeniera Biomédica Eyleen Spencer, académica de la Universidad de Valparaíso. En la disciplina se instruyen conocimientos sobre el cálculo de equipamiento médico que se necesita para cubrir una demanda asociada a una prestación mediante una ecuación mandataria.

2.1 DEFINICIONES

EQUIPO MÉDICO

Según la Organización Mundial de la Salud un equipo médico es un dispositivo médico que requiere calibración, mantenimiento, reparación, capacitación de los usuarios y retirada del servicio, actividades gestionadas normalmente por ingenieros clínicos. El equipo médico se usa específicamente para el diagnóstico, el tratamiento o la rehabilitación de una enfermedad o lesión, ya sea solo o junto con accesorios, material consumible y otros equipos médicos. No se consideran equipos médicos los dispositivos médicos implantables, desechables o de un solo uso.

CARTERA DE SERVICIOS

Corresponde a la descripción detallada de todas las prestaciones asistenciales del hospital, diferenciando si se trata de prestaciones finales, como egresos y consultas médicas, o de prestaciones intermedias, como exámenes y procedimientos de las especialidades. Las prestaciones o proceso finales se entienden como el resultado del último proceso productivo al interior del hospital, como egresos hospitalarios, consultas de nivel primario, consultas de especialidad, consultas de atención de urgencia, e intervenciones quirúrgicas y las atenciones de parto. Para poder construir una cartera de servicios es necesario mínimamente contar con las siguientes variables:

- Centro de responsabilidad: Unidad responsable de la ejecución o provisión de las prestaciones o servicios de salud.
- Usuario final: Población a la que está dirigido el servicio, puede ser toda la población o algún grupo específico, como adultos, niños, mujeres en edad fértil u otros.
- Proceso: Tipo de servicio que se entrega, como atención de urgencia, hospitalización, cirugía, etc.
- Producto específico: Caracterización detallada del producto o servicio entregado, como el tipo de consulta médica (medicina interna, oftalmología, cirugía, etc.)

PRESTACIÓN ASISTENCIAL

Las prestaciones médicas corresponden a la ejecución de acciones de salud que persiguen como resultado final confirmar un diagnóstico, efectuar un tratamiento y realizar el seguimiento de un determinado problema de salud. El término Conjunto de Prestaciones de Salud se refiere a un listado, delimitado y ordenado, de servicios o tecnologías de salud y que conducen a mejorar el estado de salud de un individuo o de la comunidad.

PABELLÓN QUIRÚRGICO

Espacio físico especialmente habilitado e independiente de otras áreas clínicas de un establecimiento, de uso exclusivo para actividades quirúrgicas. En su interior contiene diversas áreas tales como el quirófano, el vestuario del personal, las salas de recuperación anestésica, las salas de preparación de los pacientes, entre otras.

QUIRÓFANO:

Salas o recintos donde se realizan intervenciones quirúrgicas.

3. METODOLOGÍA

Para poder desarrollar este trabajo, se realizó una revisión de la bibliografía disponible, con la finalidad de recopilar la información necesaria para poder realizar una matriz que realice una vinculación entre prestaciones asistenciales y equipamiento médico. Los tramos de la metodología de este trabajo constan principalmente de planificar y desarrollar.

Es relevante saber que este estudio busca dar pie a la recopilación de información relevante que aporte al desarrollo de una propuesta de vinculación de prestaciones asistenciales y equipamiento médico, la cual puede ser utilizada en un Establecimiento de Atención de Salud, Servicio de Salud, o a Nivel Nacional.

3.1 PLANIFICACIÓN

En esta parte el objetivo general se sostuvo en recopilar toda la información necesaria para poder elaborar la matriz, identificando principalmente las herramientas que serán utilizadas para poder cumplir con los objetivos y lograr implementarlos.

Con relación al *objetivo específico 1: Análisis de antecedentes que realicen vinculación de prestaciones asistenciales y equipamiento médico*, la búsqueda se realizó fundamentalmente en base a una cadena de referencias y búsquedas nacionales e internacionales que relacionan las prestaciones asistenciales con el tipo y cantidad de equipamiento médico que requieren para su realización.

Para poder cumplir con el *objetivo específico 2: Construir una base de datos con equipos médicos que se vinculen con una prestación asistencial específica*, se revisaron varios antecedentes encontrados en el objetivo específico 1, y se vincularon, además de seguir con una búsqueda basada en el equipamiento médico que se utiliza para la realización de prestaciones asistenciales quirúrgicas.

En cuanto al *objetivo específico 3: Desarrollar un algoritmo que vincule las prestaciones asistenciales y los equipos médicos*, gracias a la revisión de las referencias previas, fue posible concretar y decidir cuáles son las variables y métodos necesarios para poder calcular la cantidad de equipamiento médico necesario para dar cumplimiento a una determinada demanda de prestaciones asistenciales. En esta etapa fueron fundamentales las referencias nacionales investigadas.

Por último, conforme al *objetivo específico 4: Implementar un algoritmo, realizar pruebas funcionales y comprobar*, y al *objetivo específico 5: Realización de una guía técnica e instructivo del algoritmo desarrollado*; se escogieron principalmente las herramientas con las que se dio visibilidad al algoritmo desarrollado y junto a ello una guía que permite que el personal técnico que quiera hacer uso del algoritmo pueda hacerlo, además de ajustarlo a las necesidades usuarias. También es importante que el consumidor de la herramienta tenga muy clara la manera en que se utiliza, de esta forma será más valiosa y provechosa.

3.2 DESARROLLO

Esta etapa consistió principalmente en la ejecución de la propuesta de la matriz de prestaciones asistenciales y equipamiento médico, con la finalidad de cumplir con los objetivos específicos del presente trabajo. La construcción de una herramienta web que concentra toda la información es el objetivo general de la investigación, y la misma contiene las siguientes partes principales:

- El objetivo principal de la herramienta web.
- Las referencias principales del desarrollo de la herramienta web.
- Las indicaciones para usuarios y para el personal técnico con respecto al uso y modificación de la herramienta web.
- La visualización y cálculo de la cantidad de equipos médicos necesarios para realizar una determinada demanda de una prestación asistencial seleccionada en el sitio web.
- Información que busca ser de utilidad para el usuario.
- Plataforma que permite el ingreso de información de vinculación de las prestaciones asistenciales y equipamiento médico determinado, junto a sus datos relevantes.

- Encuesta de apreciación y eficiencia del sitio web.

Sumado a los puntos anteriores la metodología fue desarrollada con el propósito de que pueda ser aplicada en una unidad hospitalaria o entorno académico, pueda ser modificada, pueda ser ajustada a las necesidades y pueda hacer crecer una propuesta que busca integrar y centralizar la información de los equipos médicos necesarios para realizar determinadas prestaciones asistenciales, ya sean quirúrgicas o de otro tipo.

4. RESULTADOS

4.1 OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Objetivo específico 1: Análisis de antecedentes que realicen vinculación de prestaciones asistenciales y equipamiento médico.

Como primera actividad desarrollada, especificada en la sección de metodología, fueron recopilados y analizados los antecedentes obtenidos luego de una solicitud mediante Ley de Transparencia al Servicio de Salud Viña del Mar – Quillota, y además una investigación basada en documentación disponible públicamente, encontrada gracias a una exhaustiva búsqueda orientada en función de referencias y palabras claves del proyecto de investigación.

Debido a lo anterior, la información recopilada fue clasificada en dos partes, la información internacional y la información nacional encontrada después de la indagación. Dentro de la información nacional, se incluye la documentación que llegó luego de la solicitud a la plataforma Transparencia.

- INFORMACIÓN INTERNACIONAL

- I. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS)

La OMS declara que los dispositivos médicos son indispensables para la prestación de atención médica de calidad, sin embargo, su selección y utilización de manera adecuada es un desafío a nivel mundial. El año 2007, la OMS lanza un proyecto llamado “*Priority Medical Devices*”, el cual tiene como objetivo determinar si los dispositivos médicos que se encuentran actualmente en el mercado satisfacen las necesidades de quienes proveen atención de salud [6].

Países de todo el mundo solicita a la OMS un esfuerzo para el desarrollo de guías nacionales e internacionales que puedan ser utilizadas como instrumentos técnicos para poder evaluar los recursos que ya existen, y definir las necesidades, además de planificar y programar los recursos para la salud, que incluye el diseño arquitectónico, operación, mantenimiento, y programas de capacitación que aseguren a profesionales de países con recursos limitados la más eficiente utilización de sus bienes disponibles en virtud de la instrumentación técnica desarrollada, siempre en colaboración con países vecinos [7].

La intención de estas guías internacionales no es dar una receta pormenorizada para calcular equipos médicos, lo que pretenden es únicamente es que por medio de una metodología universal y flexible se ayude a usuarios a planificar. Aunque el usuario no tenga experiencia ni formación académica específica, la intención es orientar y proveer ayuda en la planificación, para que la misma se realice racional y sistemáticamente, y que luego de varias interacciones y experiencias el usuario se convierta en un buen

planificador, con la capacidad de modificación, adaptación y mejora de las guías en función de las necesidades de cada uno de los Establecimientos de Salud.

II. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS)

Desde la OPS se han levantado Guías para el Desarrollo del Recurso Físico en Salud, del que es parte el documento Elaboración del Programa de Equipamiento, el cual tiene como objetivo principal el orientar al usuario en la definición de los tipos y cantidades de equipos que serán necesarios para que la unidad de salud o red asistencial puedan cumplir con su planificación y programa funcional establecido con anterioridad. La guía presenta una metodología donde el usuario puede determinar las necesidades de dispositivos y equipos para poder viabilizar procedimientos médicos, como también equipo para las actividades de apoyo que son típicas de las instituciones de salud [8].

Se planteó una fórmula como método para el cálculo de cantidades de equipos médicos para un departamento clínico, las cuales son descritas a continuación:

Las fórmulas utilizadas en el método de cálculo de tipos y cantidades de equipos para cada departamento clínico son:

- TA: Tiempo de uso del equipo anualmente
- TP: Tiempo de uso del equipo por procedimiento médico
- TEP: Tiempo de uso del equipo
- NP: Número de procedimientos

$$TA = TP * TEP * NP$$

Donde:

- NPA: Número de procedimientos médicos al año
- CPA: Cantidad de pacientes atendidos al día
- NDT: Número de días trabajados al año
- AS: Capacidad de atendimento simultáneo por uso del equipo

$$NPA = \frac{(CPA) * (NDT)}{AS}$$

Para poder calcular el rendimiento en horas día, la fórmula es la siguiente:

- HD: Horas día
- NHE: Número de horas de expediente al día
- NDT: Número de días trabajados año
- TE: Tasa de eficiencia

$$HD = NHE * NDT * TE$$

Sumado a lo anterior, desde la OPS y el Ministerio de Salud Pública de Santo Domingo se desarrolla una Guía de Diseño Arquitectónico para los Establecimientos de Salud, donde especialmente en el apartado Quirófano, se definen y recomiendan necesidades mínimas que deben ser cumplidas en cuanto al

desarrollo de actividades para finalizar con una correcta infraestructura en un establecimiento de salud [3]

En la Guía se presenta un listado de dispositivos, equipamiento médico y mobiliario clínico para la habilitación general de un quirófano, los que pueden verse en la tabla 1.

Dermatomo eléctrico
Aspirador de secreción para sala de operaciones
Monitor de funciones vitales
Electrobisturí mono/bipolar de potencia alta
Bomba de infusión de dos canales, modo macro y micro
Bomba de infusión de jeringa
Lampara quirúrgica rodable
Lampara quirúrgica de techo de intensidad media
Mesa de operaciones electrohidráulica de uso básico
Pulsioxímetro
Máquina de anestesia con sistema de monitoreo completo
Lavadero de acero inoxidable
Lavadero de acero inoxidable para cirujano
Sensor a presión temporizador dispensador para jabón líquido con luz incorporada
Cama metálica rodable para recuperación con barandas multipropósitos
Unidad rodable de succión
Laringoscopio de fibra óptica neonatal
Laringoscopio de fibra óptica adulto
Laringoscopio de fibra óptica pediátrico
Porta balde metálico rodable
Porta lavamanos doble de acero inoxidable rodable
Cubo metálico para desperdicios con tapa
Porta suero rodable
Tensiómetro rodable
Resucitador manual adulto
Resucitador manual adulto /pediátrico
Jabonera cromada con dispensador para jabón líquido
Secador eléctrico automático par manos
Dispensador de escobillas
Dispensador de acero inoxidable
Mesa metálica rodable para múltiples usos
Vitrina de acero inoxidable para instrumental
Citrina metálica para instrumentos
Banquillo metálico
Taburete giratorio especial para sala de operación
Taburete metálico giratorio con respaldar para anestesia
Mesa rodable de acero inoxidable para curaciones
Mesa metálica tipo mayo
Mesa metálica angular para instrumentos
Mesa metálica rodable para anestesia
Meseta para empotrar lavadero
Meseta con cajones y puertas con tablero de acero inoxidable

Mueble repostero alto
Negatoscopio metálico de dos campos
Lampara quirúrgica de pie rodable
Reloj de pared
Reloj cronómetro de pared

Tabla 1: listado para la habilitación general de un quirófano.

III. BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Para poder apoyar procesos de formulación de Estudios de Preinversión Hospitalaria (EPH), el BID elaboró dos guías metodológicas para apoyar a los países de la región en:

- La preparación de Planes Maestros de Inversiones en Salud con un enfoque en red, incluyendo metodologías para el análisis de la red, la identificación de ideas de inversión de proyectos hospitalarios y la preparación de planes multianuales de inversión.
- La preparación de procesos de inversión a hospitales con un enfoque de red asistencial, que cumplan con criterios de factibilidad técnica y financiera.

Para esto se incluyeron metodologías de dimensionamiento que combinan demanda sanitaria y optimización de la oferta que permiten dimensionar el nivel de producción esperado, los recursos necesarios (planta física, personal, equipamiento, costos de operación) para entregar los servicios y los modelos de organización y gestión que aseguren la adecuada gestión de los procesos asistenciales y de apoyo [9].

IV. ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

El Cuadro Básico y Catálogo de Instrumental y Equipo Médico es el documento que agrupa todos los aparatos, accesorios e instrumental para uso específico, destinado a la atención médica, quirúrgica o a procedimientos de exploración, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los pacientes [10].

La comisión realizadora del documento tuvo como objetivo actualizar y difundir el cuadro básico y catálogo como un proceso sustentado en criterios de transparencia, eficiencia e incorporando evidencia de los avances de la ciencia y la tecnología en medicina, fomentando así la calidad y el uso racional de insumos en las instituciones públicas del Sistema Nacional de Salud.

El proceso de actualización se fundamenta en la revisión de la información entregada a la comisión por los solicitantes que incluye aspectos clínicos, de farmacovigilancia, tecnovigilancia y aspectos económicos relacionados con el insumo.

La información que entrega el cuadro para cada equipo médico es la siguiente:

Nombre genérico del equipo
Clave
Especialidad
Servicio(s)
Descripción
Refracciones
Accesorios opcionales
Consumibles
Instalación
Operación
Mantenimiento

Tabla 2: Información del Catálogo de Equipos Médicos.

- INFORMACIÓN NACIONAL

I. GOBIERNO DE CHILE

En Chile la Guía Metodológica para Estudios de Preinversión Hospitalaria desarrollada por el Ministerio de Salud, se crea por la necesidad de dar respuesta a un plan de desarrollo del sector público en salud, ya que es necesario que el desarrollo de una metodología que permita la formulación y evaluación de proyectos, y que entregue los elementos necesarios para analizar los proyectos que involucran el análisis integrado del quehacer hospitalario y cada una de las etapas del proyecto [11].

La guía presenta varios factores que definen indicadores de capacidad de producción de equipamiento médico, uno de ellos es la metodología para poder realizar estimación de producción de un equipo médico, haciendo referencia a seleccionar un numerador y un denominador adecuado que podrá completar una ecuación. La ecuación es la selección del numerador, y para la selección del denominador, en términos prácticos se utiliza la selección de un periodo de termino fijo de operación continua que implica utilizar la unidad “hora” como denominador.

La ecuación de productividad promedio es la siguiente:

$$productividad\ promedio = \frac{n^{\circ}\ de\ procedimientos\ realizados\ durante\ el\ mes/año}{Total\ aproximado\ de\ horas\ reabajadas\ durante\ el\ mes/año}$$

II. NORMA TÉCNICA BÁSICA DE AUTORIZACIÓN SANITARIA PARA ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.

Este documento declara requisitos generales para un establecimiento de atención de salud que presten atención cerrada adulta y/o pediátrica e indica que correspondería aplicar el módulo a cada quirófano individualmente. Los requisitos generales de equipamiento propio de un quirófano en ámbito de infraestructura para recintos generales se pueden ver en la tabla 3 [12].

Mesa quirúrgica
Lámpara quirúrgica
Máquina de anestesia
Elementos de intubación endotraqueal y administración de oxígeno
Drogas de emergencia e insumos desechables
Oxímetro de pulso
Equipos de monitoreo de presión arterial
Equipo de monitoreo cardíaco
Sistema para la medición de temperatura corporal
Fonendoscopio
Porta sueros
Electrobisturí
Mesa de arsenalera
Negatoscopio
Sistema de aspiración rodable para campo operatorio
Mesa mayo
Lámpara auto energizada

Tabla 3: Mínimo equipamiento médico de pabellón según la Norma.

III. LEY DE TRANSPARENCIA

Se solicita documentación con la finalidad de conocer cómo se vinculan las prestaciones asistenciales y el equipamiento médico en cada uno de los recintos hospitalarios, también en búsqueda de resultados y cálculos en cuanto a cantidad de equipamiento médico según la cartera de prestaciones de cada hospital.

Después de hacer una revisión de variados antecedentes se toma la decisión de qué es lo que se debe solicitar para poder lograr el objetivo general del trabajo que es la matriz. Por esto se realiza una solicitud mediante Ley de Transparencia en el Portal Transparencia, este permite que cualquier persona pueda acceder a la información que se encuentre en poder de una institución pública.

Estudiando el Plan Nacional de Inversiones, enfocando la atención en el Servicio de Salud Viña del Mar-Quillota, se aprecian los Proyectos Hospitalarios Terminados, en Ejecución, en Licitación y los que se encuentran en etapa de Diseño y Estudio, los cuales se pueden ver en la tabla 4.

Proyectos hospitalarios terminados	1. Hospital Dr. Gustavo Fricke, Viña del Mar 2. Hospital Quillota – Petorca, Quillota
Proyectos hospitalarios en ejecución	1. Hospital Marga Marga, Villa Alemana 2. Mejoramiento Hospital de Quintero
Proyectos hospitalarios en licitación	1. Sin proyectos hospitalarios en licitación al momento de la elaboración del presente informe
Proyectos hospitalarios en diseño y estudio	1. Hospital de Quintero 2. Hospital Dr. Gustavo Fricke II Etapa, Viña del Mar

Tabla 4: Plan Nacional de Inversiones 2022 SSVQ

Los pasos para poder realizar una solicitud de documentación mediante Ley de Transparencia se presentan en la tabla 5.

1. Ingresar a https://www.portaltransparencia.cl/PortalPdT/ para poder acceder a la información pública, en este caso, a la información de la subsecretaría de Salud Pública (MINSAL).
2. Acceder al Formulario en línea para solicitud de información.
3. Es necesario tener una cuenta de usuario para poder ingresar a la plataforma, de no tenerla debe de ser creada.
4. Se redacta una solicitud como lo indica la plataforma.

Tabla 5: pasos para realizar una solicitud al portal Transparencia

La solicitud realizada se detalla en la tabla 6.

Hospital Dr. Gustavo Fricke	1. Módulo de equipamiento
Hospital San Martín de Quillota	2. Cartera de prestaciones
Hospital Marga Marga	3. Demanda de prestaciones
Hospital de Quintero	4. Programa medico arquitectónico

Tabla 6: Solicitud al portal Transparencia

Luego de una espera de aproximadamente dos meses, la documentación que se recibe es la siguiente:

HOSPITAL DR. GUSTAVO FRICKE	Cartera de prestaciones
	Comparación entre pma
	Equipamiento menor habilitación por servicio
	Planilla de equipamiento habilitación
HOSPITAL BIPROVINCIAL QUILLOTA – PETORCA	Planilla resumen
	Cartera de prestaciones
	Equipos validados
	Informe de equipamiento
HOSPITAL MARGA MARGA	Pd arquitectura
	Demanda de prestaciones
	Modelo de gestión hospital
	Modulo de equipamiento
	Resumen modulo rrhh
	Resumen sustentabilidad financiera

Tabla 7: Documentación recibida desde el portal Transparencia

Luego de analizar la documentación recibida, se llega a la conclusión de que ninguno de los hospitales cuenta con la información requerida, no está disponible públicamente o no puede ser compartida. La información buscada consistía en que cada recinto hospitalario se vinculara la demanda de prestaciones con los equipos médicos necesarios para poder realizarla, sin embargo solo existe una relación entre los servicios clínicos y el equipamiento médico y/o mobiliario clínico, y para pabellón o servicio quirúrgico se puede visualizar el equipamiento médico general que debe de tener cada quirófano para funcionar, no el equipo médico específico para una prestación quirúrgica específica.

IV. INGENIERÍA CLÍNICA APLICADA

Para conocer la relación entre la cartera de prestaciones y los dispositivos médicos, la información se basa en las clases de la cátedra de Ingeniería Clínica Aplicada, perteneciente a la carrera de Ingeniería Civil Biomédica de la Universidad de Valparaíso, dictada por la Ingeniera Biomédica Eyleen Spencer [13].

La temática principal abordada es la de planificación de equipamiento médico, en donde para poder realizar un salto entre una cartera de prestaciones y un estudio de equipamiento médico es muy importante hacer una revisión exhaustiva de la prestación en sí, realizando un estudio de la prestación, ya que no existe ningún tipo de documentación que diga el equipamiento médico necesario para poder realizar una prestación asistencial en específico.

La planificación operacional aborda la decisión sobre cuánto se necesita, principalmente pensando en las tecnologías que van en aumento cuando tengo una nueva prestación la cual incorpora el uso de equipamiento médico. Si una nueva prestación involucra nuevo equipamiento médico se debe saber calcular esa cantidad. En la práctica se utiliza una fórmula genérica, la cual se va modificando en función de casos y restricciones que existen en la institución hospitalaria, ya que existe una cantidad cuando se realiza el cálculo de equipamiento médico de manera libre, y otra cantidad cuando el cálculo se realiza con las restricciones correspondientes, estas restricciones son las limitaciones que se tienen sobre el consumo de equipamiento médico, como por ejemplo, el personal que se tiene disponible para su operación o el recinto físico acorde a las necesidades del equipo.

Es por lo anterior que el cálculo parte realizándose con total libertad, lo que generalmente se hace para una nueva institución, pero comúnmente para un hospital que ya está establecido hace años, se deben agregar las restricciones pertinentes, sin embargo, la fórmula es la misma, pero con algunas modificaciones.

- Etapas de un estudio sobre requerimientos para la implementación de un servicio clínico:
 - i. Introducción al servicio clínico y sus propósitos.

En esta etapa es necesario describir en qué consiste el servicio clínico y cuál es el lugar que ocupa dentro de la salud de la población y cuál es su aporte a la institución, y quienes son los profesionales que trabajan para entregar atención de salud de manera adecuada.

- ii. Antecedentes y descripción a fondo de las prestaciones que se ofrecen, demandas, restricciones y propósito del trabajo.

En los antecedentes principalmente se presenta la necesidad de implementar el servicio que se está estudiando en la institución, describiendo sus áreas, sus procesos y subprocesos y principalmente la demanda proyectada del departamento, de tal manera que sea posible cuantificar la cantidad de equipos e insumos necesarios para poder satisfacer la demanda de las necesidades actuales.

En esta etapa es sumamente importante que se realice una descripción detallada de cada una de las prestaciones, de su funcionamiento, de su metodología, y de sus características y procedimientos, según los procesos, subprocesos y áreas correspondientes al servicio clínico que se está estudiando, ya que cada prestación utilizará equipamiento médico diferente que es necesario tomar en cuenta en las siguientes etapas sin que falte o sobre nada.

Si es necesario acudir al personal clínico para poder conocer cada uno de los procedimientos que se realizan en cada una de las prestaciones se debe hacer, ya que no es un área de desempeño de un ingeniero clínico, ingeniero biomédico o trabajador de un departamento equipos médicos, pero se debe de tener criterio para realizar una distinción en lo que es realmente necesario para realizar la prestación y lo que el personal clínico desea para realizarla.

iii. Tecnología necesaria.

Para hacer el cálculo de la tecnología necesaria para poder cubrir completamente un servicio clínico, pero especialmente una prestación y su equipamiento médico asociado, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Demanda de equipamiento médico} = \frac{\frac{\text{demanda proyectada anual}}{\text{días trabajados anualmente}}}{\frac{1 \text{ procedimiento}}{\text{duración del procedimiento}} * \text{horario laboral}}$$

- Demanda proyectada anual: la demanda proyectada anual corresponde a la estimación de los niveles de producción que permitirán cubrir la demanda explícita y/o el consumo de los servicios de salud de una determinada población usuaria. La estimación de la demanda parte de la base de que la oferta de servicios es solo una parte de la demanda total, ya que puede existir una fracción de la demanda oculta, entre detección de rechazos o listas de espera. La pregunta que esta sección debe contestar es, ¿cuántas prestaciones son realizadas al año?
- Días trabajados anualmente: se realiza la diferenciación de si la prestación se realiza 24/7, o solamente en días hábiles, o también se incluye sábado.
- Cantidad de procedimientos: generalmente para procedimientos quirúrgicos es solo un procedimiento que se realiza simultáneamente, sin embargo, en el caso, por ejemplo, de una máquina centrífuga, que realiza la separación de varias muestras al mismo tiempo, la cantidad de procedimientos que se realiza en un solo proceso es mayor a uno.
- Tiempo de duración del procedimiento: es importante conocer cuánto dura el procedimiento en total, incluyendo preparación del paciente, desinfección del equipamiento, tiempo de espera de resultados, etc. Esta información principalmente la conoce el personal clínico, médicos o enfermeras que realizan la prestación.
- Horario laboral del personal clínico: es necesario conocer el horario laboral del personal para tomarlo en cuenta sobre la utilización del equipamiento médico para el cual estamos haciendo el cálculo, ya que el equipo puede estar disponible, sin embargo, si el personal que lo opera no lo está, el equipo no puede considerarse disponible.
- Demanda del equipamiento médico: este es el parámetro se quiere calcular y conocer su resultado, es un número, el cual puede ser entero o decimal, si es decimal se pueden tomar decisiones de aproximación según el análisis de la prestación asistencial, ya que no es posible tener un número decimal asociado a un equipo médico, es aquí donde las restricciones juegan un papel fundamental.

iv. Valoración de la inversión.

Es de suma importancia que exista un método para realizar una valoración de la inversión con los datos que se obtuvieron en las etapas anteriores, ya que contar con este tipo de herramientas nos permite hacer un análisis y tomar decisiones sobre si la inversión que estoy evaluando es rentable o no, y en qué medida. en el caso de cada uno de los equipos, con las etapas anteriores ya definidas y con resultados, podemos establecer relaciones para saber:

- ¿Cuál es la cantidad necesaria de equipamiento para X prestación?
- ¿Cuál es el valor de cada uno de los equipos que necesito?
- ¿Cuál es el valor total del equipamiento necesario para la prestación?

Equipamiento	Nombre de uno de los equipos asociados a la prestación asistencial a realizar
Sumatoria	Cantidad de equipamiento médico según el cálculo de la sumatoria según la cantidad de prestaciones que se realizan
Cantidad total necesaria	Sumatoria total del equipamiento y sus tipos para realizar la prestación
Precio unitario	Valor de solo un equipo
Precio total	Valorización de la cantidad de equipamiento total

Tabla 8: Variables de valoración de inversión

v. Especificaciones técnicas

Documento en el que se prescriben los requisitos técnicos que debe reunir un equipo médico. Debe contener todas aquellas exigencias que sea posible o conveniente indicar en cuanto a métodos, calidad de materiales, sistemas de control de calidad, métodos de medición, etc.

vi. Criterios de selección de compras

Criterios que se utilizan al escoger un equipamiento médico adecuado para el establecimiento de salud, y además los que se usarán para poder evaluar la oferta de un proveedor y tomar la decisión de concesión de contratos y adquisiciones del sector [14] .

4.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Objetivo específico 2: Construir una base de datos con equipos médicos que se vincule con una prestación asistencial específica.

- Escoger la herramienta de implementación: ¿Dónde se construye la base de datos?

Es necesario tomar la decisión de cuál es la herramienta más apropiada para construir una base de datos, en este caso se escoge la herramienta Hojas de Cálculo de Google, principalmente por su uso gratuito, fácil interacción, respaldo de información y optima conexión con el resto de las herramientas de Google.

- Crear la base de datos. ¿Cómo se creó?

Solo necesitando de internet y una cuenta Gmail, se crea una hoja de cálculo en blanco donde en la hoja 1 se ingresará la información.

- Definir las variables que fueron incluidas en la base de datos: ¿Cómo fueron descritas las columnas en la base de datos?

Es necesario definir cada una de las variables que contendrán la información, estas pueden estar ordenadas de cualquier manera, sin embargo se toma la decisión de que se dispongan desde lo macro a lo micro, de la siguiente manera:

	A	B	C	D	E
1	AREA FUNCIONAL	PROCESO	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN ASISTENCIAL	EQUIPO MÉDICO

Tabla 9: definición de variables iniciales para la base de datos

Para un óptimo orden de una base de datos, todos los campos que se rellenen deben agruparse de una manera específica para poder ser comprendidos, filtrados y analizados por otros programas o herramientas. No deben de ser usadas opciones de agrupación de celdas y cada uno de los datos deben de estar insertos en el lugar que corresponde y siguiendo la disposición de las filas.

Como propuesta en cuanto al orden de los datos, se realiza la siguiente tabla:

	ÁREA FUNCIONAL	PROCESO	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN ASISTENCIAL	EQUIPO MÉDICO
1	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 1	EQUIPO MÉDICO 1
2	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 1	EQUIPO MÉDICO 2
3	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 1	EQUIPO MÉDICO 3
4	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 1	EQUIPO MÉDICO 4
5	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 2	EQUIPO MÉDICO 5
6	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 2	EQUIPO MÉDICO 6
7	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 2	EQUIPO MÉDICO 7
8	PROCESO QUIRÚRGICO	INTERVENCIÓN QUIRÚRGICA	ESPECIALIDAD	PRESTACIÓN 2	EQUIPO MÉDICO 8

Tabla 10: propuesta de ingreso de datos

La tabla da a entender que varios equipos pueden ser utilizados para una misma prestación asistencial quirúrgica, y así mismo, distintas prestaciones pueden estar insertas en una misma especialidad.

- Ingreso de información a la base de datos: ¿Cómo fueron rellenas las filas y columnas de la base de datos?

1) Manualmente

Las filas y columnas de la base de datos se rellenan con información recopilada con anterioridad, en base a estudio e investigación, y con conocimientos previos. Hasta punto la el ingreso de los datos es absolutamente manual por lo que es imprescindible tener especial cuidado en el ingreso de ellos, teniendo cuidado con los signos de puntuación, mayúsculas y minúsculas, acentos, espacios, etc. Para que cuando sea necesario los datos puedan ser analizados de manera eficiente.

2) Automáticamente

- *Creación de un formulario de Google. ¿Cómo se ingresa la información a la base de datos de manera automática?*

Gracias a un formulario de Google, el cual se crea solo necesitando conexión a internet y una cuenta Gmail se puede ingresar información en cualquier momento, por cualquier persona, con la finalidad de que la información de la base de datos crezca y se vuelva mucho más completa y útil.

- *Definición de las variables. ¿Qué será solicitado en el formulario?*

Con la finalidad de que sea recopilada información necesaria para poder armar un prototipo de matriz para prestaciones asistenciales y equipos médicos, es necesario definir las variables que serán solicitadas, las cuales pueden observarse en la tabla.

ÁREA FUNCIONAL
PROCESO
ESPECIALIDAD QUIRÚRGICA
PRESTACIÓN ASISTENCIAL
EQUIPO MÉDICO
CODIFICACIÓN
DESCRIPCIÓN
ACCESORIOS OPCIONALES
CONSUMIBLES
OPERACIÓN
INSTALACIÓN
MANTENIMIENTO

Tabla 11: variables solicitadas mediante formulario web

En el formulario gracias a la opción *Seleccionar destino de las respuestas*, se puede escoger la hoja de cálculo creada anteriormente con las variables iniciales, y a continuación, cada vez que el formulario sea contestado por alguna persona, estas variables serán insertadas automáticamente en la hoja de cálculo como columnas, y la información de las respuestas será insertada en las filas de la hoja de cálculo.

Gracias a todos los pasos anteriormente descritos, es posible que sea construida una gran base de datos con mucha información la cual se encuentra respaldada en la nube.

4.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Objetivo específico 3: Desarrollar un algoritmo que vincule prestaciones asistenciales y equipos médicos.

- Selección de fórmula. ¿Cuál es la fórmula que vincula prestaciones asistenciales y equipos médicos?

La fórmula mandatoria para calcular la demanda de equipamiento médico según una determinada cantidad de prestaciones asistenciales es la siguiente [13] :

$$\text{Demanda de equipamiento médico} = \frac{\frac{\text{demanda proyectada anual}}{\text{días trabajados anualmente}}}{\frac{1 \text{ procedimiento}}{\text{duración del procedimiento}}} * \text{horario laboral}$$

Sin embargo, esta fórmula es necesario desglosarla para mejores y más precisos resultados, lo que se hace como se muestra continuación. También serán definidas variables y abreviaciones para que la ecuación pueda ser visualizada de mejor manera.

- DPA: Demanda proyectada anual. Cantidad que corresponde a la demanda anual proyectada de una prestación asistencial.
- DTA: Días trabajados anualmente.
- DP: Duración del procedimiento. ¿Cuánto dura el proceso completo de la prestación asistencial?
- CMP: Cantidad de mantenciones preventivas. Cantidad de mantenciones preventivas que se le deben de realizar al equipo médico anualmente.
- HMP: Horas de mantenimiento preventivo. Cantidad de horas invertidas en la realización del mantenimiento preventivo a un equipo, generalmente están estimadas y programadas.
- ID: Índice de disponibilidad. Promedio o media de los porcentajes de disponibilidad del equipo al año, basado en una cantidad de años determinada.
- DF: Días de funcionamiento del servicio. Corresponde a la cantidad de días a la semana en las que el servicio funciona, en general son 5 o 7.
- HF: Horas de funcionamiento del servicio. Corresponde a la cantidad de horas diarias que funciona el servicio, en general son desde 8 a 24 horas.
- PE: Proceso de esterilización. Corresponde a los minutos en que el equipo demora en pasar por el proceso de esterilización.
- TT: Tiempo de traslado. Corresponde a los minutos de traslado del equipo, tanto de servicio en servicio, o desde el proceso de esterilización al proceso quirúrgico, en general es una estimación o promedio.

- DD: Demanda diaria. Corresponde a la cantidad diaria de prestaciones realizadas en el servicio quirúrgico.
- HF1: Horas de funcionamiento de un equipo. Horas de funcionamiento del equipo al año. Cifra relevante para el cálculo de personal que debe operar el equipo en ese determinado tiempo.
- DFT: Horas de funcionamiento del equipamiento calculado. Horas de funcionamiento de la demanda total de equipamiento al año. Cifra relevante para el cálculo de personal que debe operar el equipo en ese determinado tiempo.
- DE: Demanda de equipamiento. Cantidad de equipos necesarios para cubrir la demanda de una determinada prestación quirúrgica.

1) Numerador de la ecuación:

$$\frac{\text{demanda proyectada anual}}{\text{días trabajados anualmente}} = \frac{\text{DPA}}{(\text{DTA} * 52) - \left[\frac{\text{CMP} * \text{HMP}}{\text{HF}} \right]}$$

2) Denominador de la ecuación:

$$\frac{1 \text{ procedimiento}}{\text{duración del procedimiento}} * \text{Horario Laboral} = \left[\frac{1}{\left[\frac{\text{DP} + \text{PE} + \text{TT}}{60} \right]} * \text{HF} \right] * \frac{\text{ID}}{100}$$

- Diseño del algoritmo. ¿Cómo será el algoritmo unificado que será posteriormente desarrollado?

Gracias a las hojas de cálculo de Google se realiza una simulación del cálculo, con la finalidad de que este posteriormente sea desarrollado y visualizado.

1. Variables solicitadas obligatoriamente

- DPA: Demanda proyectada anual
- DTA: Días trabajados anualmente
- DP: Duración del procedimiento (ingreso en minutos)
- CMP: Cantidad de mantenencias preventivas (al año)
- HMP: Horas de mantenimiento preventivo
- ID: Índice de disponibilidad (porcentaje)
- DF: Días de funcionamiento (semanalmente del servicio)
- HF: Horas de funcionamiento (diaria del servicio)

2. Variables solicitadas opcionalmente

- PE: Proceso de esterilización (ingreso en minutos)
- TT: Tiempo de traslado (ingreso en minutos)

3. Cifras relevantes

- DD: Demanda diaria
- HF1: Horas de funcionamiento de un equipo
- DFT: horas de funcionamiento del equipamiento calculado

4. Resultado final

- DE: demanda de equipamiento

5. Función aplicada

$$DE = \left(DPA / \left((DF * 52) - ((CMP * HMP) / HF) \right) \right) / \left(\left((1 / (DP / 60)) * DF \right) * (ID / 100) \right)$$

$$DD = \left(DPA / \left((DF * 52) - ((CMP * HMP) / HF) \right) \right)$$

$$HF1 = (HF * DF * 52)$$

$$DFT = (HF * DE)$$

- Desarrollo del algoritmo. ¿Cómo y dónde fue desarrollado el algoritmo?

Utilizando la herramienta Google Data Studio, se crea un informe donde será desarrollado el algoritmo para posteriormente ser visualizado. Para que el *dashboard* pueda ser interactivo, amigable, confiable, reciba y entregue adecuadamente los resultados se deben de seguir los pasos que se describen a continuación:

- 1) Se crea un informe vacío y se añaden datos al informe.
- 2) Se debe hacer una conexión a los datos, en este caso, a la base de datos creada anteriormente en hojas de cálculo de Google.
- 3) Posteriormente, en el panel de control o de datos, se pueden visualizar todos los parámetros que se consideran, los cuales son las columnas de la hoja de cálculo ingresada.
- 4) Para comenzar a rellenar el *dashboard*, se añaden tres controles como listas desplegables, los cuales van a pertenecer a “ESPECIALIDAD QUIRÚRGICA”, “PRESTACIÓN ASISTENCIAL” y “EQUIPO MÉDICO”. De acuerdo con los datos que le corresponden a cada lista desplegable, se añade a “Campo Control” la información o dato que requiere. Posterior a esto, al visualizar el *dashboard* y al hacer click en la lista, esta se despliega y se pueden conocer todos los datos ingresados en cada una de las filas que corresponden a una columna determinada en la base de datos.
- 5) A continuación, deben existir variables que puedan ser ingresadas por el usuario, para que posteriormente sean calculadas. Debido a lo anterior se “Añaden Parámetros”, los cuales consisten en todas las variables que anteriormente se utilizaron para hacer una simulación del cálculo de demanda de equipamiento. Las variables son:
 - DPA: Demanda proyectada anual
 - DTA: Días trabajados anualmente

- DP: Duración del procedimiento (ingreso en minutos)
- CMP: Cantidad de mantenciones preventivas (al año)
- HMP: Horas de mantenimiento preventivo
- ID: Índice de disponibilidad (porcentaje)
- DF: Días de funcionamiento (semanalmente del servicio)
- HF: Horas de funcionamiento (diaria del servicio)
- PE: Proceso de esterilización (ingreso en minutos)
- TT: Tiempo de traslado (ingreso en minutos)

Al añadir un parámetro, en este se debe de ingresar el nombre, el tipo de datos, y los valores permitidos, para este caso a cada uno de los parámetros se les dio el nombre de las variables necesarias, el tipo de datos es un número decimal, y los valores permitidos son cualquier valor.

Luego de esto en el *dashboard* se añaden nueve controles como cuadros de entrada, los cuales van a pertenecer a cada una de las variables anteriormente descritas. De acuerdo con los datos que corresponden a cada una de las variables de entrada, se añade a “Campo Control” el parámetro requerido y correspondiente. Posteriormente al visualizar el *dashboard* y al hacer click en el control, se puede verificar que es posible ingresar un dato en la ventana.

Sumado a lo anterior, es necesario que se cree un cuadro de texto, el cual debe ser insertado a un lado del cuadro de entrada para indicarle al usuario cual es el dato que debe ingresar, y así no existan errores.

- 6) Posteriormente es necesario que se visualicen los resultados luego de haber ingresado en cada uno de los cuadros de entrada la información requerida. Para ello se deben “añadir campo”, los cuales serán cuatro, que corresponden a las variables definidas como cifras relevantes y el resultado final.

Al añadir un campo estos deben de definir el nombre del campo y su fórmula correspondiente. A continuación, se muestran las variables con sus nombres y la fórmula que debe de ser utilizada.

- DD: Demanda diaria
- HF1: Horas de funcionamiento de un equipo
- DFT: Horas de funcionamiento del equipamiento calculado
- DE: Demanda de equipamiento

Después de realizar los pasos anteriores, al *dashboard* se añaden cuatro gráficos como “tarjeta de resultados”, los que corresponderán a las cuatro variables rescritas recientemente. De esta manera, es necesario que se añada a “Métrica” los campos correspondientes, y a su vez, esta sea configurada en AVG como “Media”.

Sumado a lo anterior, es necesario que se cree un cuadro de texto, el cual debe ser insertado a un lado de la tarjeta de resultados a para indicarle al usuario cual es el dato que se está calculando y visualizando, de esta manera no existirán confusiones.

- 7) Finalizando, luego de todos los pasos anteriores, el *dashboard* se diseña y arregla para que sea visualmente atractivo e interactivo, con cuadros de texto que permitan dar instrucciones, dejar mensajes al usuario, etc.

4.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 4

Objetivo específico 4: Implementar un algoritmo, realizar pruebas funcionales y comprobar.

→ <https://datastudio.google.com/s/qBVppVbrTAW>

- Escoger la herramienta de implementación. ¿Cómo se implementó el algoritmo?

Para que el algoritmo sea implementado, es necesario que se visualice públicamente de alguna manera, para ello se utilizó la plataforma *Google Sites*, la cual permite crear un sitio web de manera muy sencilla y de fácil modificación e interacción, y al ser construido desde cero, permite que se ajuste a las necesidades que se quieren ver reflejadas en el presente trabajo.

→ <https://sites.google.com/alumnos.uv.cl/demandadeequipamiento/inicio>

- Creación del Sitio Web. ¿Cómo se creó el sitio web?

Para la creación del sitio web es necesario contar con diversas herramientas que posteriormente serán insertadas en la plataforma y podrán ser visualizadas, utilizadas y se podrá interactuar con ellas. *Google Sites* es ideal para este tipo de aplicaciones, ya que es gratuito, permite conectarse con otras herramientas de *Google* y es muy sencillo de utilizar, tanto para el personal técnico que lo requiera o para el usuario de la plataforma.

Primeramente, se crea un sitio en blanco al cual se le pueden integrar distintas páginas, estas serán:

- INICIO

La página de inicio se configura para que se muestre una imagen referencial del trabajo de investigación, el título de este, y los objetivos del sitio web, el que representa con detalle la investigación. Ambas cosas se hacen seleccionando el tipo de encabezado e insertando cuadros de texto con la información escogida.

- INDICACIONES

En la página de indicaciones, se insertan variados cuadros de texto que hacen referencia principalmente al ingreso de las variables, para que el usuario entienda qué hay detrás de cada una de ellas, y de esta manera el dato solicitado sea ingresado de manera correcta en cuanto a análisis previos y unidades de medida.

La segunda aparte de la página considera un botón con un enlace directo a un documento llamado ELABORACIÓN MATRIZ: PRESTACIONES ASISTENCIALES V/S EQUIPAMIENTO MÉDICO guía Técnica e Instructivo. El cual consiste en indicarle al personal técnico como hacer uso de la plataforma y modificarla acorde a sus necesidades y hacer un análisis de los datos y poder compartirlas, y

además un instructivo para el usuario, el cual de manera más exhaustiva describe el análisis previo de las variables que deben ser ingresadas en el sitio web. Este documento será descrito con mayor profundidad en el objetivo específico 5.

- ANÁLISIS

En la página de análisis de resultados se pueden visualizar distintos cuadros de texto con sugerencias hacia al usuario, los cuales indican desde analizar el resultado final, hasta algunas cifras relevantes que pueden servir en un futuro o continuación a esta etapa de la planificación de la demanda de equipamiento médico.

- CÁLCULO DEMANDA EQUIPOS

En esta página básicamente es insertado el *dashboard* desde *Google data Studio* trabajado en el objetivo específico 3, con la finalidad de que pueda ser visualizado por cualquier persona y utilizado por quien lo necesite, con el fin de facilitar el cálculo.

- INFORMACIÓN ÚTIL

En esta página existes dos documentos, los cuales se crearon con el objetivo de aportar e informar a la comunidad usuaria de la plataforma o de una unidad hospitalaria. Además, la página se configura para mostrar la fórmula mandatoria y base de este trabajo de investigación con sus respectivos créditos.

1. Informe descargable Demanda de Equipamiento para Rellenar.

Este informe consta solamente de una plana, la cual intenta ser un aporte para facilitar el almacenamiento de los datos cuando se utiliza la herramienta de este trabajo de investigación. Para que así estos datos puedan ser archivados en el caso de poder utilizarse en otra oportunidad, o si desea tener un proceso de validación. Los datos que solicita el informe son posteriores al uso de la plataforma, y son los siguientes:

Fecha
Nombre usuario
Cargo
Demanda de equipamiento médico total
Especialidad
Proceso
Área
Duración del procedimiento
Cantidad de mantenimientos preventivos
Duración de la mantención preventiva
Días de funcionamiento semanal del servicio
Horas de funcionamiento diaria del servicio
Demanda diaria de la prestación
Horas de funcionamiento de 1 equipo
Horas de funcionamiento total del equipo demandado
Duración del proceso de esterilización
Tiempo de traslado del equipo entre procedimientos
Otros datos
Firma usuario

Tabla 12: Informe descargable de la matriz

2. Prototipo de Repositorio de Equipamiento Médico

El objetivo de este documento es la creación de un repositorio de equipamiento médico con información sobre el servicio y la prestación en la que está inserto, además de información propia del equipo.

La creación de este documento es simple, se hizo un prototipo de la matriz, con la información trabajada en el objetivo específico 2, de esta manera a medida que la base de datos se vaya actualizando, este repositorio de equipos médicos v/s prestaciones asistenciales irá creciendo.

En Word gracias a la herramienta “Correspondencia”, se puede en solo segundos llevar una base de datos en Excel a un documento .pdf, y de esta forma, según el modelo propuesto, los datos se rellenan de manera automática, y así se tiene un repositorio de equipos médicos que se actualiza recurrentemente gracias a rellenar el formulario de ingreso de datos con toda la información solicitada.

Los datos que son solicitados se ven en la tabla, y el prototipo de matriz se puede ver en anexos.

ÁREA FUNCIONAL
PROCESO
ESPECIALIDAD QUIRÚRGICA
PRESTACIÓN ASISTENCIAL
EQUIPO MÉDICO
CODIFICACIÓN
DESCRIPCIÓN
ACCESORIOS OPCIONALES
CONSUMIBLES
OPERACIÓN
INSTALACIÓN
MANTENIMIENTO

Tabla 13: información que incluye la matriz

- INGRESO DE DATOS DE EQUIPOS MÉDICOS

En esta página, simplemente se inserta el formulario de Google que fue creado anteriormente en el objetivo específico 2, con la finalidad de que cualquier usuario y personal de la salud pueda rellenar con información para que el repositorio de equipamiento médico crezca y sea público y visible para la población. Siempre detrás de estas bases de datos debe haber técnicos o personal capacitado que revisará los datos y dará continuamente mantenimiento a la herramienta web.

- ENCUESTA DE APRECIACIÓN

Esta última página está dedicada a conocer la apreciación del usuario en el uso del sitio web, y las preguntas y opciones de respuesta se pueden ver en la tabla.

Pregunta	Opciones de respuesta
¿Tuvo problemas con el acceso a la página?	Sí/No
¿Tuvo problemas con el uso de la calculadora?	Sí/No
¿Quedó conforme con los resultados de la calculadora?	Sí/No
¿Fue de utilidad la información presente en la página?	Sí/No
¿Recomendaría la página a otros usuarios?	Sí/No

Tabla 14: Encuesta de apreciación del sitio web

4.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 5

Objetivo específico 5: Realización de una guía técnica e instructivo del algoritmo desarrollado.

- Diseño de la guía técnica e instructivo ¿Qué contiene?

La guía principalmente tiene como objetivo orientar en el uso y modificación de la herramienta web. Es por eso que va dirigida a personal técnico, el cual puede hacer mantenciones o modificaciones según las necesidades que se presenten, y al personal usuario para que cuando ésta sea utilizada sea confiable y eficiente.

La guía principalmente consta de tres partes:

- 1) Guía técnica:

Esta etapa tiene como propósito el orientar al personal técnico en el uso de las herramientas principales que se utilizan en el desarrollo de este proyecto, como formularios de *Google*, hojas de cálculo, *Google data*, *Google sites*, y funciones específicas de Word.

- 2) Propuesta de repositorio de equipos médicos

La propuesta de repositorio de equipos médicos se rellena mediante un formulario de *Google*, el que luego será un documento .pdf con una estructura específica, para ello es necesario utilizar el archivo Excel y funciones de Word que son poco comunes, sin embargo, muy fáciles de utilizar.

- 3) Instructivo para el usuario

El usuario principalmente utilizará la herramienta en la página web, es por eso que aquí se muestran imágenes para que el usuario la conozca, además de algunas instrucciones de uso para que la plataforma funcione adecuadamente.

V. DISCUSIÓN

El objetivo general de este trabajo fue el desarrollo de un algoritmo que permite determinar la cantidad y el tipo de equipamiento médico requerido para realizar prestaciones quirúrgicas. Lo que nos permite conocer y aumentar la visión de gestión biomédica y el área de ingeniería clínica dentro de un establecimiento de atención de salud. Además, de dar a conocer y facilitar un cálculo que debe hacerse en las etapas de planificación operacional para las tecnologías en aumento y donde el usuario puede modificar los requisitos según sus propias necesidades.

La investigación de los antecedentes permitió conocer como hoy en día se realiza el cálculo de la demanda de equipos médicos y la manera de utilizar diferentes plataformas con el fin de crear una herramienta en conjunto, que permita visibilizar el algoritmo de manera integrada. Desde otro punto de vista, en la Guía técnica e instructivo queda plasmada la importancia de que técnicos y usuarios conozcan la herramienta para poder ejecutarla adecuadamente.

El diseño y creación de una base de datos es un proceso complejo, sobre todo cuando no se tiene toda la información y los datos necesarios para poder construirla al cien por ciento. Es por esto por lo que, con la finalidad de realizar un repositorio de equipamiento médico, se ha creado un formulario para que la base de datos sea construida en conjunto y en colaboración con el personal clínico de salud. Tenemos que saber que existen herramientas que pueden solucionar problemas, y su implementación tiene un gasto mínimo de recursos, es por esto que esta plataforma aportará en la creación de un repositorio de equipos médicos que se encuentren asociados a prestaciones asistenciales específicas, con el fin de ser un documento público, que pueda ser consultado, y un aporte a cualquier institución de salud.

El diseño, desarrollo e implementación del algoritmo se pudieron ejecutar gracias a diferentes herramientas y conocimientos de los antecedentes revisados, como la asignatura de Ingeniería clínica aplicada y el análisis y la visualización de datos. *Google* entrega muchas plataformas gratuitas, de fácil acceso, con tutoriales de uso y manejo de esta, que deben ser aprovechados, ya que estas herramientas solucionan problemas que pueden ser grandes con una necesidad mínima de recursos, y no se necesita ser experto, solo unas horas de estudio y conocimiento de la herramienta.

Por último, en planteamiento a futuros trabajos es adecuado pensar que esta herramienta puede ser utilizada en un futuro por algún funcionario de la salud, mejorarla y ampliarla en su uso y optimización de la propuesta. Agregando a ella otras prestaciones, otros equipamientos médicos o incluso otros servicios que necesiten cálculo de equipamiento médico, que, en sí, deberían ser todos en alguna de las etapas de planificación de las tecnologías.

Además, esta herramienta es gratuita y puede evaluarse acorde a las necesidades del equipo de ingeniería clínica de un establecimiento de atención de salud, donde necesita personal mínimamente capacitado en plataformas de visualización y análisis de datos, y mínima atención en cuanto a mantenimiento, ya que lo que se llevaría la atención es la incorporación de datos para que esta funcione de mejor manera y se adecúe a las necesidades de la unidad o departamento que la utilice en un proyecto o evaluación determinado.

VI. CONCLUSIÓN

La aplicación de la ingeniería clínica es elemental dentro de un establecimiento de atención de salud, y ya que las actividades que se realizan son muchas, utilizar la tecnología y la digitalización a su favor podría facilitar y acortar tiempos de trabajo dentro del recinto hospitalario, además, la creación de repositorios

con diferentes niveles de información permiten que se almacenen recursos digitales que puedan ser accesibles por los usuarios y quienes necesitan los datos, solamente con la utilización de internet.

El interés de contar con herramientas digitales y de optimización dentro de un establecimiento de salud permite acortar tiempos cuando se toman decisiones o se llegan a acuerdos. En la herramienta son consideradas distintas variables relevantes que es necesario que se conozcan claramente con anterioridad, por ejemplo, demanda de prestaciones, o índice de disponibilidad del equipamiento médico. Sin embargo, el esfuerzo de conseguir estos datos se verá reflejados en el uso de la herramienta.

Aludiendo a los objetivos específicos que se programan en este trabajo, para el caso de la utilización de la herramienta, cada técnico o usuario podrá adecuarla a su propia necesidad de planificación, sin embargo, el presente trabajo nos da una visualización general de cálculo en cantidad y tipo de equipamiento médico necesario para realizar intervenciones quirúrgicas sin contabilizar equipos que deben estar presente de manera básica en un pabellón para poder llevar a cabo la prestación.

En relación con las variables o a las herramientas que son utilizadas para cumplir con los objetivos, se evidencia que son relevantes, necesarias, y cumplen en cuanto a su utilización, facilitando cada una de las etapas de diseño e implementación, desde que el personal técnico encargado la mantiene y edita, hasta que el usuario puede manejarla y sacar contenido provechoso de ella.

Con respecto a la utilización de plataformas de ingreso de datos, se aleja del conocimiento de un Ingeniero Biomédico los procedimientos y equipos que son ocupados en cada una de las prestaciones asistenciales, a excepción de los clásicos y básicos como en algunos exámenes o tratamientos médicos. Es por lo anterior que la colaboración y el trabajo entre las unidades y profesionales de un establecimiento de salud es primordial para dar un comienzo a métodos o modelos que a corto o mediano plazo beneficiarán a todos.

En conclusión, a través del desarrollo de este trabajo y el desarrollo del algoritmo y la herramienta, identificar distintos equipos médicos que son necesarios para dar continuidad asistencial según la prestación propuesta, y además según distintas variables de conocimiento previo, calcular cual es la cantidad de equipamiento médico que necesito para cubrir esa demanda, y de esta manera hacer uso óptimo de los recursos, ya que estos son limitados, pero realizando una buena planificación estratégica se pueden proactivamente solucionar distintas problemáticas en una unidad hospitalaria.

VII. REFERENCIAS

- [1] A. M. Cruz, “Colección Textos Ciencias de la Salud Gestión tecnológica hospitalaria Un enfoque sistémico.”
- [2] D. De, G. De, R. Asistencial, S. De, R. Asistenciales, and M. de Salud, “MODELO DE GESTIÓN DE ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS.”
- [3] S. De, R. Asistenciales, G. de Diseño, P. Establecimientos, H. De, and M. Complejidad, “GUÍA DE DISEÑO PARA ESTABLECIMIENTOS HOSPITALARIOS DE MEDIANA COMPLEJIDAD 2019 D.-Relaciones funcionales y unidades D.201. Unidad Médico Quirúrgico (Adulto-Infantil-Ginecología y Obstetricia),” 2019.
- [4] “Prioritizing medical devices.” <https://www.who.int/activities/prioritizing-medical-devices> (accessed Jul. 23, 2022).

-
- [5] “Informe TT2_Karina Avaria.docx.pdf - Google Drive.” <https://drive.google.com/file/d/1g3YC8U1cJHbVy5XCSjaZsyk3LSr0BEgn/view?ts=61818ea3> (accessed Jul. 23, 2022).
- [6] “WHO EMRO | Priority medical devices | Biomedical-news | Health and biomedical devices.” <http://www.emro.who.int/health-biomedical-devices/biomedical-news/priority-medical-devices.html> (accessed Jul. 23, 2022).
- [7] World Health Organization., *Evaluación de las necesidades de dispositivos médicos*.
- [8] “G8ElaboraciondeProgramadeEquipamiento”.
- [9] P. de Gestores En Salud, F. Basañes, M. Cabrol, and J. C. Bonnefoy, “GUÍA DE REFERENCIA PARA ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN HOSPITALARIA.”
- [10] C. de del Consejo Salubridad General and E. Médico, “CUADRO BÁSICO Y CATÁLOGO DE INSTRUMENTAL Y EQUIPO MÉDICO CONSEJO DE SALUBRIDAD GENERAL COMISIÓN INTERINSTITUCIONAL DEL CUADRO BÁSICO Y CATÁLOGO DE INSUMOS DEL SECTOR SALUD EDICIÓN 2016 TOMO II.” [Online]. Available: www.csg.gob.mx
- [11] Chile. Ministerio de Salud. División de Inversiones y Desarrollo de la Red Asistencial. and Airena), *Guía metodológica para estudios de preinversión hospitalaria*. Ministerio de Salud, División de Inversiones y Desarrollo de la Red Asistencial, 2001.
- [12] “Página 1 de 74 ANEXO 1 NORMA TÉCNICA BÁSICA DE AUTORIZACION SANITARIA PARA ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE ATENCIÓN CERRADA.”
- [13] Eyleen Spencer, “Ingeniería Clínica Aplicada,” *Universidad de Valparaíso*. Escuela de Ingeniería Civil Biomédica, Valparaíso, 2021.
- [14] “Adquisición de equipo médico basada en el valor.”

VIII. ANEXOS

1. COMPROBAR RESULTADOS DE LA ECUACIÓN

Ejemplo Ejercicio 1

Calcular la necesidad de equipamiento X.

Datos sin restricciones:

- DAP: Demanda proyectada anual de la prestación asociada al equipamiento: 5000
- DP: Duración del procedimiento asociado a la prestación (en minutos): 30
- CMPP: Cantidad de Mantenciones Preventivas anuales del equipamiento: 2
- DMPP: Duración de la mantención en horas: 6
- PDE: Porcentaje de Disponibilidad promedio del equipamiento: 95
- DS: Días de funcionamiento semanal del servicio asociado a la prestación: 5
- HS: Horas diarias del funcionamiento del servicio 8
- PDE: proceso de esterilización del equipo: no se informa
- TT: tiempo de traslado del equipo: no se informa

Desarrollo:

Usando la fórmula para demanda de equipamiento presentada en el objetivo específico 1:

$$\text{Demanda de equipamiento médico} = \frac{\frac{\text{demanda proyectada anual}}{\text{días trabajados anualmente}}}{\frac{1 \text{ procedimiento}}{\text{duración del procedimiento}} * \text{horario laboral}}$$

Para calcular la demanda diaria del equipo (numerador de la fórmula) se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{DAP}}{(\text{DS} * 52) - \left[\frac{\text{CMPP} * \text{DMPP}}{\text{HS}} \right]} = \frac{5000}{(5 * 52) - \left[\frac{2 * 6}{8} \right]} = 19,34$$

Para calcular el denominador de la fórmula, se realiza de la siguiente manera:

$$\left(\left[\left[\frac{1}{\frac{\text{DP} + \text{PDE} + \text{TT}}{60}} * \text{HS} \right] * \text{HS} \right] * \left(\frac{\text{PDE}}{100} \right) \right) = \left(\left[\left[\frac{1}{\frac{30}{60}} \right] * 8 \right] * \left(\frac{95}{100} \right) \right) = 15,2$$

Entonces, se realizando la división:

$$\frac{11,6}{15,2} = 1,27$$

Ingresar Demanda Anual de la prestación escogida: 5.000 _____
Ingresar duración del procedimiento asociado a la prestación: 30 _____ minutos
Ingresar cantidad de mantenciones preventivas del equipo al año: 2 _____
Ingresar horas de duración de la mantención preventiva: 6 _____
Ingresar índice de disponibilidad del equipo médico al año: 95 _____ %
Ingresar días de funcionamiento del equipo/servicio a la semana: 5 _____
Ingresar horas de funcionamiento del equipo al día: 8 _____

EL PROCESO GENERAL DE ESTERILIZACIÓN Y EL TRASLADO DEL EQUIPO QUITAN HORAS PRODUCTIVAS QUE HAY QUE TENER EN CUENTA, SI EL EQUIPO LAS CONTEMPLA, INGRESELAS AQUÍ:

Ingresar minutos de proceso de esterilización del equipo al día: Intr...
Ingresar minutos de traslado del equipo al día: Intr...

Cifras relevantes:

Demanda diaria de la prestación: 19,3
Horas de funcionamiento anual de 1 equipo: 2.080
Horas de funcionamiento total del equipamiento necesario según la demanda: 2.646,85
Para cubrir la demanda de la prestación escogida necesito 1,3 **equipos médicos**

Ejemplo Ejercicio 2

Calcular la necesidad de equipamiento Y.

Datos sin restricciones:

- DAP: Demanda proyectada anual de la prestación asociada al equipamiento: 2000
- DP: Duración del procedimiento asociado a la prestación (en minutos): 20
- CMPP: Cantidad de Mantenciones Preventivas anuales del equipamiento: 2
- DMPP: Duración de la mantención en horas: 6
- PDE: Porcentaje de Disponibilidad promedio del equipamiento: 93,2
- DS: Días de funcionamiento semanal del servicio asociado a la prestación: 5
- HS: Horas diarias del funcionamiento del servicio: 8
- PDE: proceso de esterilización del equipo: 30 minutos
- TT: tiempo de traslado del equipo: 10 minutos

Desarrollo:

Usando la fórmula para demanda de equipamiento presentada en el objetivo específico 1:

$$\text{Demanda de equipamiento médico} = \frac{\frac{\text{demanda proyectada anual}}{\text{días trabajados anualmente}}}{\frac{1 \text{ procedimiento}}{\text{duración del procedimiento}} * \text{horario laboral}}$$

Para calcular la demanda diaria del equipo (numerador de la fórmula) se calcula de la siguiente manera:

$$\frac{\text{DAP}}{(\text{DS} * 52) - \left[\frac{\text{CMPP} * \text{DMPP}}{\text{HS}} \right]} = \frac{2900}{(5 * 52) - \left[\frac{2 * 6}{8} \right]} = 7,35$$

Para calcular el denominador de la fórmula, se realiza de la siguiente manera:

$$\left(\left(\left[\left[\frac{1}{\text{DP} + \text{PDE} + \text{TT}} * \text{HS} \right] * \text{HS} \right] * \left(\frac{\text{PDE}}{100} \right) \right) = \left(\left(\left[\left[\frac{1}{30 + 20 + 10} \right] * 8 \right] * \left(\frac{93,2}{100} \right) \right) = 7,4$$

Entonces, se realizando la división:

$$\frac{7,35}{7,4} = 1,03$$

Ingresar Demanda Anual de la prestación escogida: 2.000 _____
Ingresar duración del procedimiento asociado a la prestación: 30 _____ minutos
Ingresar cantidad de mantenciones preventivas del equipo al año: 2 _____
Ingresar horas de duración de la mantención preventiva: 6 _____
Ingresar índice de disponibilidad del equipo médico al año: 95 %
Ingresar días de funcionamiento del equipo/servicio a la semana: 5 _____
Ingresar horas de funcionamiento del equipo al día: 8 _____

EL PROCESO GENERAL DE ESTERILIZACIÓN Y EL TRASLADO DEL EQUIPO QUITAN HORAS PRODUCTIVAS QUE HAY QUE TENER EN CUENTA, SI EL EQUIPO LAS CONTEMPLA, INGRESELAS AQUÍ:

Ingresar minutos de proceso de esterilización del equipo al día: 20 _____
Ingresar minutos de traslado del equipo al día: 10 _____

Cifras relevantes:

Demanda diaria de la prestación: 7,7
Horas de funcionamiento anual de 1 equipo: 2.080
Horas de funcionamiento total del equipamiento necesario según la demanda: 2.117,48
Para cubrir la demanda de la prestación escogida necesito 1,0 **equipos médicos**