



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**Análisis del impacto de la escasez de tecnología médica en el
hospital general Dr. Manuel Gea González**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Maestro en Administración

Presenta:

Marcos Ivan Martínez Suárez

Tutor:

M.A.S.S. Rosa María Real Lira

Facultad de Contaduría y Administración

México, D. F., Enero de 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN

La escasez de tecnología médica en diversas áreas del hospital General Manuel Gea González, dio origen a la investigación.

Muchas áreas carecen de equipamiento médico debido a la falta de presupuesto de la institución y al desconocimiento de las tecnologías por parte del personal administrativo y gerencial que se encarga de gestionarla.

Por lo que se planteó como hipótesis: la escasez de tecnología médica en el Hospital incide en el aumento de los índices de mortalidad.

La investigación se realizó en un período temporal de seis meses, en seis áreas específicas del hospital.

Para propósitos de éste estudio se desarrolló un índice de tecnología médica (ITM), que consiste en medir el número de equipos médicos que un área tiene contra los que por la norma oficial (NOM-197-SSA1-2000) deberían tener.

Se analizaron los datos de los equipos médicos instalados contra los índices de mortalidad de cada área, se efectuó un análisis de correlación para ver el impacto que tiene la falta de tecnología médica en la calidad de atención médica y se realizaron encuestas sobre el uso de la tecnología médica. Se encontró que cinco de las seis áreas tienen un nivel crítico de equipamiento médico, aunque sin incidir en las tasas de mortalidad. Se determinó que la falta de capacitación, presupuesto y planificación son las principales causas de la escasez y sub-utilización de tecnología médica en el hospital.

La aportación de la investigación es que los hospitales públicos como el Gea González tengan un sustento para adquirir, gestionar y aprovechar la tecnología médica basados en una mejor administración.

Palabras clave: Tecnología médica, Ingeniería biomédica, Administración Hospitalaria.

Índice

Introducción.....	vii
Capítulo 1. Antecedentes. El Hospital General Dr. Manuel Gea González	1
Capítulo 2. Marco Téorico: La tecnología médica	8
2.1 Definiciones y antecedentes de la tecnología médica.....	8
2.2 Gestión de la tecnología médica	11
2.3 Factores que impiden el uso correcto del equipo médico.....	17
2.4 Instrumentos de apoyo para la gestión de la tecnología médica	21
2.5 Tecnología básica en el hospital	23
Capítulo 3. Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB).....	25
Capítulo 4. Metodología	29
4.1 Planteamiento del problema	29
4.2 Planteamiento y delimitación espacio-temporal	30
4.3 Propósitos del estudio	31
4.4 Justificación	31
4.5 Objetivos de la investigación	32
4.6 Hipótesis e Hipótesis nula	33
4.7 Descripción del modelo utilizado	33
4.8 Instrumento estadístico utilizado	36
4.9 Selección de los sujetos de estudio.....	37
4.10 Instrumentos para la recolección de los datos	38
4.11 Procesamiento de los datos para su análisis	38
Capítulo 5. Resultados	39
Capítulo 6. Recomendaciones	65
Conclusiones.....	67
Anexos	68
Glosario.....	73
Bibliografía	73
Referencias	77

Índice de figuras, tablas y gráficas

Figura 1. Organigrama General del Hospital.....	4
Figura 2. Nueva torre de especialidades del Hospital General Dr. Manuel Gea González.....	7
Figura 3. El ciclo de la tecnología.....	16
Figura 4. Tabla de variables y sus indicadores.....	29
Figura 5. Fórmula para determinar el índice de tecnología médica.....	34
Figura 6. Tabla de valores del ITM.....	35
Figura 7. Rango de valores del coeficiente de correlación en porcentajes.....	36
Figura 8. Fuerza y dirección del coeficiente de correlación.....	37
Tabla 1. Equipos médicos en el área de Urgencias del HGDMGG.....	40
Gráfica 1. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Urgencias del HGDMGG....	41
Tabla 2. Equipos médicos en el área de Tococirugía del HGDMGG.....	42
Gráfica 2. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Tococirugía del HGDMGG.....	43
Tabla 3. Equipos médicos en el área de Medicina Interna del HGDMGG.....	44
Gráfica 3. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Medicina Interna del HGDMG.....	45
Tabla 4. Equipos médicos en el área de Terapia Intensiva Pediátrica del HGDMGG.....	46
Gráfica 4. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Terapia Intensiva Pediátrica del HGDMGG.....	47
Tabla 5. Equipos médicos en el área de Terapia Intensiva Adultos del HGDMGG.....	48
Gráfica 5. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Terapia Intensiva Adultos del HGDMGG.....	49
Tabla 6. Equipos médicos en el área de Terapia Intensiva Neonatal del HGDMGG.....	50

Gráfica 6. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Terapia Intensiva Neonatal del HGDMGG.....	51
Tabla 7. ITM por área.....	52
Gráfica 7. Índice de Tecnología Médica por área.....	52
Tabla 8. Tasas de Mortalidad por área.....	53
Gráfica 8. Tasas de Mortalidad por área.....	53
Tabla 9. ITM vs Tasa de Mortalidad.....	54
Gráfica 9. ITM vs Tasa de Mortalidad.....	54
Gráfica 10. Pregunta 1.....	56
Gráfica 11. Pregunta 2.....	57
Gráfica 12. Pregunta 3.....	58
Gráfica 13. Pregunta 4.....	59
Gráfica 14. Pregunta 5.....	60
Figura 9. Diagrama de Ishikawa de la escasez y/o falta de tecnología médica en el HGDMGG.....	63
Figura 10. Diagrama de Ishikawa de la sub-utilización de tecnología médica en el HGDMGG.....	64

Introducción

El desarrollo tecnológico que ha alcanzado la ciencia de hoy día, ha llevado a considerarla como parte de nuestra vida diaria, inseparable e indispensable. Es importante en la mayoría de las industrias y campos de aplicación científica. La medicina no es una excepción, pues se apoya en la tecnología de manera importante para ayuda en el diagnóstico, soporte de vida, herramienta, tratamiento y medicación de muchas enfermedades y padecimientos. Un hospital o institución de salud debe contar con la mejor tecnología médica para tener mayor eficiencia y tratar y sanar a los pacientes que recibe a diario.

El problema reside principalmente en la escasez de tecnología médica en diversas áreas de un hospital. Muchas carecen de equipamiento médico debido a la falta de presupuesto de la institución y al desconocimiento por parte del personal administrativo y gerencial que se encarga de gestionarla. En muchos casos el hospital no cuenta con un departamento de Ingeniería Biomédica, o con un área afín que asesore en la compra adecuada de tecnología.

Algunas áreas del hospital cuentan con el equipamiento médico suficiente, sin embargo, ya es obsoleto y en ocasiones sin usar o sub-utilizado, lo que no quiere decir que esa área no requiera renovar su equipamiento. Otra consideración importante son los mantenimientos preventivos que se deben realizar a los equipos, los cuales por falta de presupuesto y planeación no se llevan a cabo, lo que ocasiona el mal funcionamiento del equipo y su consecuente inutilización. Éstas consideraciones deben ser tomadas en cuenta para evaluar que tan necesitada está un área médica de tecnología, tanto como de reparación y/o renovación de sus equipos como de adquirirlos por primera vez.

En la presente investigación se midió el impacto que tiene la escasez de tecnología médica en distintas áreas seleccionadas del Hospital General Dr.

Manuel Gea González en los índices de mortalidad de la población atendida por ese nosocomio.

En el capítulo 1 se habla del Hospital General Dr. Manuel Gea González (HGDMGG), de su historia, situación actual y proyectos futuros. Se describe su estructura, área de influencia y tipo de hospital.

El capítulo 2 proporciona un marco teórico sobre la tecnología médica, así como la tecnología básica con la que debe contar un hospital.

El capítulo 3 da información sobre lo que es un departamento de Ingeniería Biomédica en un hospital, sus funciones y procedimientos.

El capítulo 4 habla de la metodología empleada en la investigación, el procedimiento estadístico utilizado y sus correlaciones con el estudio.

El capítulo 5 presenta los resultados: un análisis comparado entre las seis áreas médicas elegidas del HGDMGG. Se detallan y analizan los datos recabados y se someten a análisis estadísticos y correlativos para determinar si se cumple o no la hipótesis planteada.

Finalmente en el capítulo 6 se hace una propuesta resolutoria al problema y se analizan los posibles factores que determinan los resultados de la investigación para en un futuro poder resolver el problema en cuestión.

Capítulo 1. Antecedentes. El Hospital General Dr. Manuel Gea González

La historia del Hospital se remonta a las primeras décadas del siglo XX, época donde el panorama epidemiológico del país se caracterizó por la presencia de la tuberculosis como un problema prioritario de salud pública que requería urgentemente una respuesta social organizada. Entre aquella generación de médicos decididos a poner los avances de la ciencia al servicio de la población más desprotegida, destaca la figura del médico que dio nombre al Hospital, el Dr. Manuel Gea González, eminente profesor de clínica quirúrgica de la Universidad Nacional Autónoma de México y uno de los personajes más importantes iniciadores de la Campaña Nacional de la Lucha Contra la Tuberculosis.

La decisión del Departamento de Salubridad Pública y de la Sociedad Mexicana de Tisiología de abatir la tuberculosis en el país, se concretó con la creación en 1940 del Comité Nacional de Lucha Contra la Tuberculosis, que incluyó en su programa de trabajo inmediato, la construcción de lo que sería inicialmente el Sanatorio Hospital “Dr. Manuel Gea González”, destinado a la atención de pacientes tuberculosos avanzados.

Por Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 23 de noviembre de 1946, se creó el Sanatorio Hospital “Dr. Manuel Gea González”, con personalidad jurídica y patrimonio propios. Se inauguró el 19 de mayo de 1947 y comenzó a recibir pacientes tuberculosos el 1º de septiembre del mismo año.

Al asumir el Sanatorio Hospital que la tuberculosis pulmonar era curable, se pasó de las medidas terapéuticas de la tisiología clásica (reposo, alimentación y clima), a las medidas terapéuticas de la neumología especializada (farmacología, patogenia y cirugía), esto llevó a propugnar por la transformación del Sanatorio Hospital en un centro de investigación. Cinco años después de su creación, la institución recibió un vigoroso impulso al transformarse, por Decreto Presidencial

publicado el 28 de diciembre de 1952, en el Instituto Nacional de Neumología “Dr. Manuel Gea González”, conservando su carácter de organismo público descentralizado.

El Instituto nació al terminarse la Segunda Guerra Mundial, coincidiendo con el inicio de la quimioterapia de la tuberculosis y con la exéresis pulmonar. Con estas dos medidas terapéuticas fue incrementando sus internamientos hasta alcanzar 892 durante el año de 1957 (70% de cirugía). A partir de 1958 decrecen hasta llegar a tener 401 ingresos en 1964, a pesar de que en ese tiempo el Instituto ofreció atención gratuita a enfermos indigentes.

El tratamiento de los enfermos tuberculosos fue modificándose de manera progresiva, la nueva era antibiótica permitió que fuera ambulatorio y transformó radicalmente el perfil epidemiológico de la tuberculosis. Se abatió de manera importante el número de pacientes hospitalizados, con la consecuente disminución del índice de ocupación de camas; esto llevó a reflexionar en la necesidad de cambiar la estructura y los objetivos de la institución y ampliar los servicios médicos para que adquirieran un carácter general.

El miércoles 26 de julio de 1972, se publicó en el DOF el Decreto de Creación del Hospital General “Dr. Manuel Gea González” continuando con su carácter de organismo público descentralizado; es decir, con personalidad jurídica y patrimonio propios.

El decreto presidencial que actualmente le da sustento legal al Hospital, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 1988, donde se establece que el Hospital será administrado por una Junta de Gobierno y la Dirección General del Hospital¹.

El Hospital General Dr. Manuel Gea González se encuentra ubicado en Calzada de Tlalpan no. 4800 esquina con la Avenida San Fernando, Col. Sección XVI CP 14080, Delegación Tlalpan, en la ciudad de México.

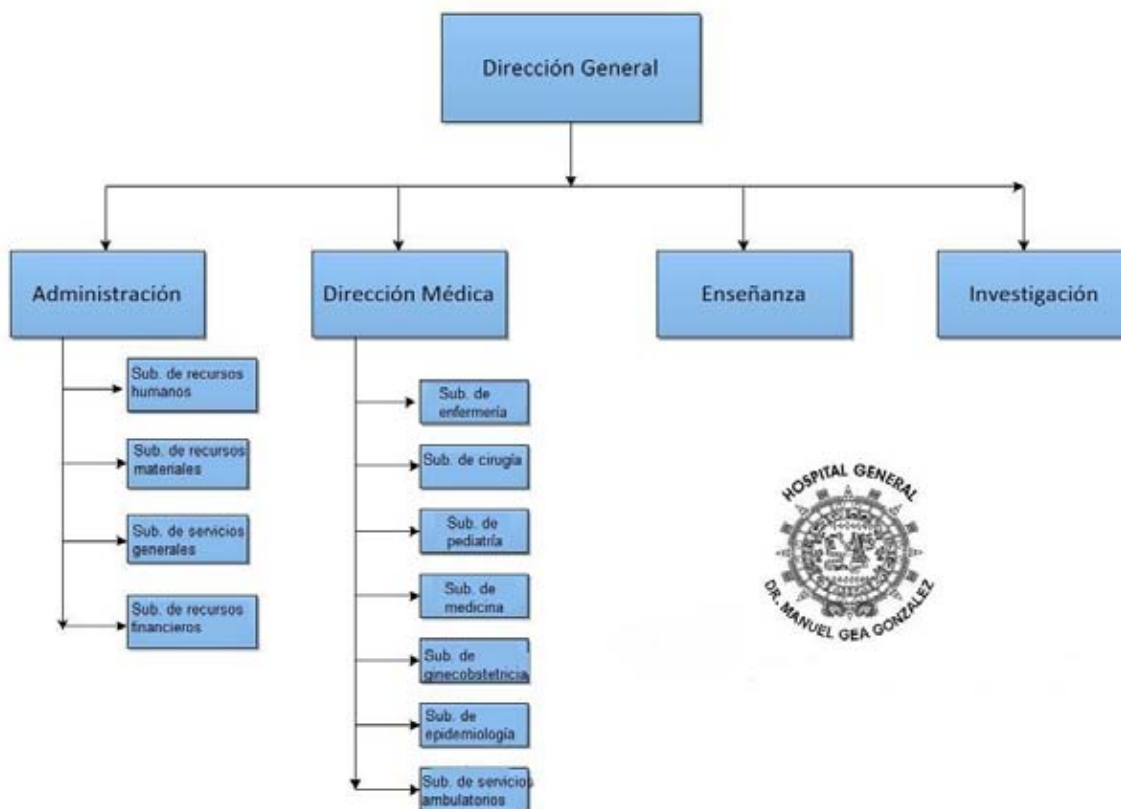
El tipo de atención principal de esta institución es asistencial. Las tareas de docencia e investigación, relacionadas a la actividad clínica y a la mejora de la asistencia, se regulan de tal forma que siempre se tenga como principio fundamental el bienestar del enfermo.

Los servicios médicos que ofrece son los siguientes:

Anestesiología	Ortodoncia
Infectología	Electrocardiografía
Audiología	Ortopedia
Medicina física y rehabilitación	Endocrinología
Cardiología	Otorrinolaringología
Medicina Interna	Endoscopía
Cirugía cardiovascular	Paidopsiquiatría
Neurología	Epidemiología y medicina preventiva
Cirugía general y endoscópica	Pediatría
Neurocirugía	Estomatología
Cirugía de tórax	Psicología
Nutrición	Foniatría
Cirugía pediátrica	Psiquiatría
Obesidad	Gastroenterología
Cirugía plástica y reconstructiva	PUVA (Tratamiento psoralen ultra violeta A)
Obstetricia	Genética
Clínica del dolor y cuidados paliativos	Reumatología
Oftalmología	Ginecología
Coloproctología	Urología
Oncología médica	
Dermatología	

El organigrama general del hospital (Figura 1) está comprendido por una dirección general, que tiene a su cargo cuatro direcciones, la de administración, de enseñanza, la médica y la de investigación. A su vez, la dirección de administración dirige cuatro subdirecciones, la de servicios generales, recursos humanos, recursos materiales y la subdirección de recursos financieros. Por otro lado, la dirección médica tiene bajo su mando siete subdirecciones: enfermería, cirugía, pediatría, medicina, ginecobstetricia, epidemiología y la de servicios ambulatorios.

Figura 1. Organigrama General del Hospital



Fuente: Elaboración propia / 2014

El HGDMGG es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal de la Secretaría de Salud. Establece como misión y visión lo siguiente:

MISIÓN

Brindar servicios públicos de salud con ética, equidad, calidad y seguridad para el paciente, desarrollando nuevos modelos de atención, con profesionales altamente calificados quienes forman nuevas generaciones e innovan el conocimiento al realizar investigación científica

VISIÓN

Institución pública de salud líder en modelos de atención médico-quirúrgica, de enseñanza e investigación².

El área de influencia del HGDMGG dentro del Distrito Federal comprende las delegaciones Alvaro Obregón, Coyoacán, Magdalena Contreras, Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco. Y en la república mexicana los estados de Guerrero, Morelos, Oaxaca y Chiapas. Se pueden atender pacientes de otros estados y delegaciones que acudan a Cirugía Plástica-Reconstructiva y Dermatología.

Debido a la limitación espacio temporal, sólo se analizan seis áreas específicas del hospital: Urgencias, Terapia Intensiva Adultos, Terapia Intensiva Pediátrica, Terapia Intensiva Neonatal, Medicina Interna y Tococirugía.

Según el Portal de obligaciones de transparencia (2012) el Hospital General Dr. Manuel Gea González es un hospital que cuenta con 169 camas censables, por lo que se ubica en la categoría de 180 camas que establece el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica (CENETEC).

Actualmente se terminó la construcción de una nueva torre de alta especialidad. Con esto se pretende brindar atención médica de las más alta calidad y eficiencia con seguridad para los pacientes en un contexto ético, cubriendo las necesidades del tercer nivel de atención en aquellas especialidades que no se encuentran cubiertas por los Institutos Nacionales de Salud y en las cuales el hospital cuenta con una amplia experiencia y prestigio.

Durante los 30 años que tiene como Hospital el HGDMGG no se ha registrado un incremento en la construcción de más instituciones que presten servicios de salud en esta zona del Distrito Federal y el número de pacientes ha aumentado de forma exponencial, motivo por el cual fue necesario realizar obras para ampliar la capacidad de los servicios médicos.

Como alternativa de solución se realiza la construcción de una torre de especialidades en el mismo predio, que cumpla con la normatividad necesaria a efecto de obtener la certificación y acreditación correspondiente, redimensionando sus servicios con el propósito de reducir la demanda por atender en las consultas así como en las cirugías³.

La fachada de la nueva torre de especialidades (Fig. 2) cuenta con una tecnología innovadora y única en México: neutraliza la contaminación del aire.

El proyecto utiliza un nuevo tipo de azulejo hecho de Prosolve370e cuya forma y cubierta neutralizan los químicos que componen el smog. Al ser puestos cerca de calles o vías principales el Prosolve370e es capaz de neutralizar la contaminación producida por 8,750 carros diarios.

Los resultados de la reacción química son sustancias mucho menos nocivas que la contaminación: nitrato de calcio, dióxido de carbono y agua, el dióxido de carbono no es alterado y continúa trabajando a un ritmo constante. El diseño estuvo a cargo de una firma alemana llamada Elegant Embellishments⁴.

Figura 2. Nueva torre de especialidades del Hospital General Dr. Manuel Gea
González



Fuente: www.ecoosfera.com

Capítulo 2. Marco Téorico: La tecnología médica

2.1 Definiciones y antecedentes de la tecnología médica

Desde tiempos inmemorables el ser humano ha echado mano de la técnica y la invención de herramientas que le faciliten sus tareas y actividades. Desde los más rudimentarios utensilios fabricados en los albores de la civilización, los hombres han utilizado y desarrollado tecnología. No fue sino hasta la época de la Revolución Industrial que tuvo un avance significativo en la historia de la humanidad. Ya se producía en masa y se dependía en cierta manera de las máquinas. La sociedad cambió a la par que los avances industriales tomaban parte en la vida diaria y se ha hecho cada vez más dependiente de la tecnología en todos sus aspectos.

La medicina es una ciencia que no está ni estuvo exenta de los avances tecnológicos del hombre a lo largo de su historia. Se ha apoyado de la tecnología para efectuar diagnósticos, tratamientos, curas y mediciones. “Tecnología sanitaria, en sentido amplio, se define como la aplicación de la ciencia y el conocimiento a la mejora de la calidad de vida.” (García, 1997: PP.79). La Oficina de Asesoramiento Tecnológico (OTA por sus siglas en inglés) define la tecnología médica como cualquier instrumento, aparato o dispositivo que ayude a prevenir, diagnosticar, mitigar o tratar una enfermedad o padecimiento. (White, 1985).

Según la Food and Drug Administration (FDA por sus siglas en inglés) existen tres clases de tecnología médica: la Clase I, aquella que no requiere de tantos controles de calidad y su uso es meramente diagnóstico, como lo pueden ser los esfigmomanómetros o los colchones médicos. La Clase II, donde el control de calidad antes de salir al mercado es más estricto, se podría englobar a los monitores o bombas de infusión. Y la Clase III, aquellos que son de soporte de vida y los controles son más estrictos, como pueden ser ventiladores volumétricos o máquinas de anestesia.

Ahora bien, la historia de la tecnología médica se remonta a la época de la Revolución Industrial en Europa.

La tecnología médica moderna, se caracteriza por el uso de distintos instrumentos y diversas fuentes de energía para amplificar la percepción sensorial del médico, nació en 1816 con la invención del estetoscopio por Laennec. (Rivero, 2000)

La historia de éste episodio crucial en la evolución de la medicina es bien conocida: un día que Laennec examinaba a una enferma joven y obesa, internada en el hospital Necker con una cardiopatía desconocida, para la que ya había usado la palpación y la percusión sin ningún éxito, e incapacitado para auscultar directamente a la enferma por su sexo y su obesidad, recordó que el sonido que atraviesa cuerpos sólidos se incrementa. Entonces enrolló varias hojas de papel en forma de cilindro, aplicó uno de los extremos a la región precordial de la paciente y el otro a su oído, con lo que percibió con claridad los ruidos cardiacos. Después de experimentar con varios materiales adoptó un cilindro de madera de 30 cm de longitud y 4.5 cm de diámetro, perforado longitudinalmente en el centro y formado por dos piezas ensamblables para facilitar su transporte. Con este cilindro o estetoscopio Laennec hizo estudios extensos en muchos padecimientos cardiopulmonares y los correlacionó con los hallazgos de las autopsias que él mismo realizaba. Sus resultados aparecieron en el *Traité de l'auscultation médiate*, publicado en 1819. (Rivero, 2000)

Quizás fue el comienzo de la era de la innovación tecnológica en la medicina, pues a partir de éste suceso la comunidad médica y científica de la época comenzó a tomarle importancia al papel que la tecnología podía jugar en materia de salud pública.

Hasta Pasteur y Koch, la medicina progresó sobre la base de la innovación técnica; los principales descubrimientos, tales como los digitálicos y la vacunación, fueron acontecimientos totalmente empíricos, no teniendo influencia alguna en los fundamentos teóricos de la medicina. Los comienzos de la década de 1950 pueden servir de fecha de referencia sobre la base de tres realizaciones altamente

espectaculares: Gibbon efectuó, con éxito, la primera intervención quirúrgica a corazón abierto gracias al perfeccionamiento de un ingenio de circulación extracorpórea; el primer riñón artificial comenzó a aplicarse en una clínica de Boston, y por último, los primeros radioisótopos procedentes de Oak Ridge permitieron dar inicio al estudio de los diferentes órganos hasta entonces inaccesibles. Ingeniería y fisicoquímica fueron, en los tres casos, los intérpretes principales. (García, 1997)

El avance de la tecnología médica en el siglo XX tuvo un crecimiento exponencial y obligó a las instituciones de salud de todo el mundo a invertir más en dispositivos y tecnología que ayudara a los médicos a tratar las enfermedades y padecimientos. Se formaron entonces grandes compañías del ramo farmacéutico para el desarrollo e investigación y a la par pequeñas empresas distribuidoras de la misma.

Se crearon también instituciones para regular la nueva tecnología médica y advertir a los pacientes y usuarios sobre los posibles daños y beneficios de tal innovación. En 1938 se formó la FDA y se encargó a nivel global de aprobar y regular los fármacos que salieran al mercado para consumo humano. Para ser aprobados, los fabricantes deberían demostrar la seguridad de las medicinas y su efectividad (Banta, 1981). Hasta 1976 la FDA se hizo cargo de la regulación de los dispositivos médicos. “Ahora cualquier dispositivo médico debía cumplir con los criterios de la FDA de seguridad y eficacia antes de poder ser vendidos en el mercado” (Weaver, 1988).

La tecnología médica ha tenido sustanciales avances a partir de estas fechas, pues con los lineamientos y regulaciones de instituciones internacionales como la Organización Mundial de Salud (OMS) se ha visto beneficiada en el aspecto de innovación y desarrollo, para brindar un verdadero apoyo a la medicina.

Hoy no se puede concebir un hospital, clínica o cualquier unidad sin tecnología médica auxiliándolos, pues cada día se ha hecho más común y necesario el

empleo de equipos médicos y el personal médico ha visto solucionado su problema de diagnóstico y tratamiento de las patologías de la población.

2.2 Gestión de la tecnología médica

La sociedad actual está en la era de la información, donde los avances tecnológicos son cada día más vertiginosos y los cambios se producen instantáneamente de un lugar a otro. Ya pasaron los tiempos donde una tecnología tardaba años y en ocasiones hasta décadas en comercializarse mundialmente, ahora con las redes informáticas y la telecomunicación es posible hacerse de la última tecnología proveniente de países más industrializados en un abrir y cerrar de ojos. El área de la medicina no se ve exenta del cambio tecnológico que experimenta el mundo y cada día se ve más necesitada de apoyar sus diagnósticos y tratamientos con tecnología, indispensable en la labor diaria del clínico moderno.

La situación que enfrentó la sociedad en el último decenio del siglo XX obliga a la reflexión sobre las transformaciones conceptuales que demandan nuevas formas de abordar el estudio del panorama multidimensional de las ciencias médicas en nuestros días. (Sánchez, 1991)

La investigación y el estudio sobre el bienestar de los individuos precisan hoy más que nunca de datos de alta calidad y resultados que tengan como base estudios interdisciplinarios teniendo en cuenta que la salud y el bienestar humano son la base y razón de ser de todos los esfuerzos del desarrollo, es decir, se precisa de una tecnología de avanzada para lograr tales propósitos.

La salud como diría George AO Alleyne (1998) "En su totalidad es una esfera en la que no tenemos que aceptar un juego de suma cero ni un mundo en el que nadie sale ganando". Lograr la estabilidad en el terreno de la salud es una meta que redundará en el mejoramiento y bienestar de las personas, llegando a los

umbrales del siglo XXI con los logros del pasado, pero identificando los objetivos del futuro.

La tecnología permite, además de la obtención, recopilar, analizar, almacenar y recuperar la información a velocidades y con costos inimaginables. Las computadoras y la comunicación han revolucionado la estrategia de información en muchas sociedades, incluso en el campo de la salud. (Sánchez, 1991)

Marcelo Sosa en su libro *Telematic and Health*, se refiere a la información como la piedra angular de las ciencias médicas y cita lo expresado por el Dr. Héctor Sosa Padilla, pionero en el desarrollo de los sistemas de información.

"La colección y el estructuramiento sistemático de los datos según el espacio, el tiempo, los temas y los objetos... en el contexto de las decisiones que deben adoptarse, es lo que constituye la verdadera información para el planificador, el cuerpo legislativo, el nivel de gestión o el técnico." (Alleyne, 1998, pp 17-34)

La información es crucial para alcanzar la meta "salud para todos", pues constituye un factor determinante en la formación de nuestros profesionales y en el bienestar y atención de la población en general. Por lo tanto, el acceso a la misma juega un papel importante en el logro o no de la salud de algunas personas o grupos desfavorecidos y contribuye al mismo tiempo, de manera importante, a la aplicación de principios bioéticos como el de justicia y beneficencia.

Los avances tecnológicos médicos se pueden clasificar en tres categorías: permiten la curación de enfermedades a un costo moderado; Facilitan y hacen posible la prevención de enfermedades y la promoción de la salud con poco dispendio económico y los que permiten mantener la salud y una calidad de vida aceptable, pero para su implantación exitosa necesitan de considerables recursos tanto en la esfera material como en lo humano (Black, 1979). Frente a la sociedad, los avances tecnológicos de éste último tipo crean problemas, representan los factores económicos y decidirán a la larga si el surgimiento y dominio de una nueva tecnología debe o no tener repercusión inmediata en la comunidad, ya sea por facilitar, limitar o finalmente rechazar su uso.

Esto implica en esencia, un racionamiento más o menos grande en los recursos de salud. El hecho de que una técnica esté disponible no conlleva necesariamente la posibilidad de ser utilizada, sobre todo, si los recursos son escasos y obligan a una utilización limitada de la misma como ocurre, por ejemplo, con los trasplantes de órganos únicos (corazón e hígado), cuya extraordinaria difusión puede sobrepasar los marcos de los presupuestos monetarios destinados a la asistencia médica y dificultar con ello el desarrollo de otros programas de interés mucho más general (Churchill, 1987). En definitiva, los representantes de la sociedad deben preocuparse y al mismo tiempo exigir que la introducción y puesta en explotación de las nuevas tecnologías se acompañen siempre desde un principio, de una correcta evaluación de su aplicación y de los beneficios que con ella se obtendrán. (Woolhandler, 1987).

Puede tratarse tanto de terapéuticas brillantes como los trasplantes, o diagnósticos obtenidos por medio de costosas metodologías como son las técnicas de imagen: tomografía axial computarizada, resonancia magnética nuclear y activación neutrónica, entre otras. A pesar de las indudables bondades tecnológicas de tales procedimientos, su elevado precio encarece sustancialmente los servicios médicos, limitando de manera considerable el número de individuos que pueden tener acceso a los mismos, aunque realmente necesiten de ellos para un diagnóstico preciso y de rigor. Esto va en detrimento de la aplicación consecuente de los principios bioéticos de autonomía, justicia y beneficencia, con repercusiones adversas sobre la calidad de la medicina primaria, comunitaria o de familia, incluso de la secundaria y de la terciaria.

Ahora bien, en el supuesto de que la tecnología médica ya existe en el hospital y el área de Ingeniería Biomédica se encargó de adquirirla, sigue gestionarla. La tecnología médica forma parte del gran universo tecnológico del actual siglo, tiene un ciclo y su gestión tiene un proceso.

La gestión tecnológica en las instituciones no es sólo una cuestión que deba tratarse una vez, sino como un proceso continuo e involucra cinco fases

claramente diferentes de la tecnología: percepción, adquisición, adaptación, avance y abandono (Sumanth en Gaynor, 1999)

a) La fase de percepción es aquella donde el departamento encargado de la gestión tecnológica en el hospital, que por lo regular es Ingeniería Biomédica, se vuelve consciente de sus necesidades tecnológicas y se documenta con revistas, publicaciones, exposiciones y libros para resumir la información y hacerla saber a los planificadores estratégicos del hospital.

b) La fase de adquisición propiamente es cuando el hospital se hace de tecnología médica, ya sea que la adquiera o la rente. Para pasar a esta fase, se tuvieron que haber realizado dos estudios: de factibilidad técnica y otro de factibilidad económica para justificar la adquisición. Esta fase es muy importante, pues es común encontrarse con estudios erróneos o inexistentes, donde la tecnología que se adquiere está a punto de entrar a su fase de obsolescencia o simplemente no cubre las necesidades reales del hospital. Otro elemento importante es el factor político. Muchas veces se decide en las mesas de administración teniendo en la mira beneficios personales o de un reducido grupo gestor, dejando de lado las necesidades reales del hospital. Se pueden adquirir tecnologías aparentemente innovadoras y caras, sólo para beneficiar a cierto proveedor, cuando en realidad el hospital nunca utilizará esa tecnología y terminará en unos años, si no es que en unos meses, abandonada y finalmente desechada, mientras el hospital nunca cubrió su necesidad clínica real.

c) Después viene la fase de adaptación, donde el hospital termina asimilando la tecnología adquirida a sus necesidades particulares. Cuando se realiza una buena planificación y un eficiente estudio de factibilidad, la adaptación de los usuarios a la nueva tecnología suele ser suave y rápida. Por el contrario, cuando no se dedicó tiempo ni esfuerzo al estudio previo, la transición es difícil y muy lenta. Se tiene que realizar trabajo adicional, manuales extensos, capacitación continua, se presentan constantes fallas de usuario, hay rechazo del personal a la nueva tecnología y se corre el riesgo de que se sub utilice o no se use y se regrese a

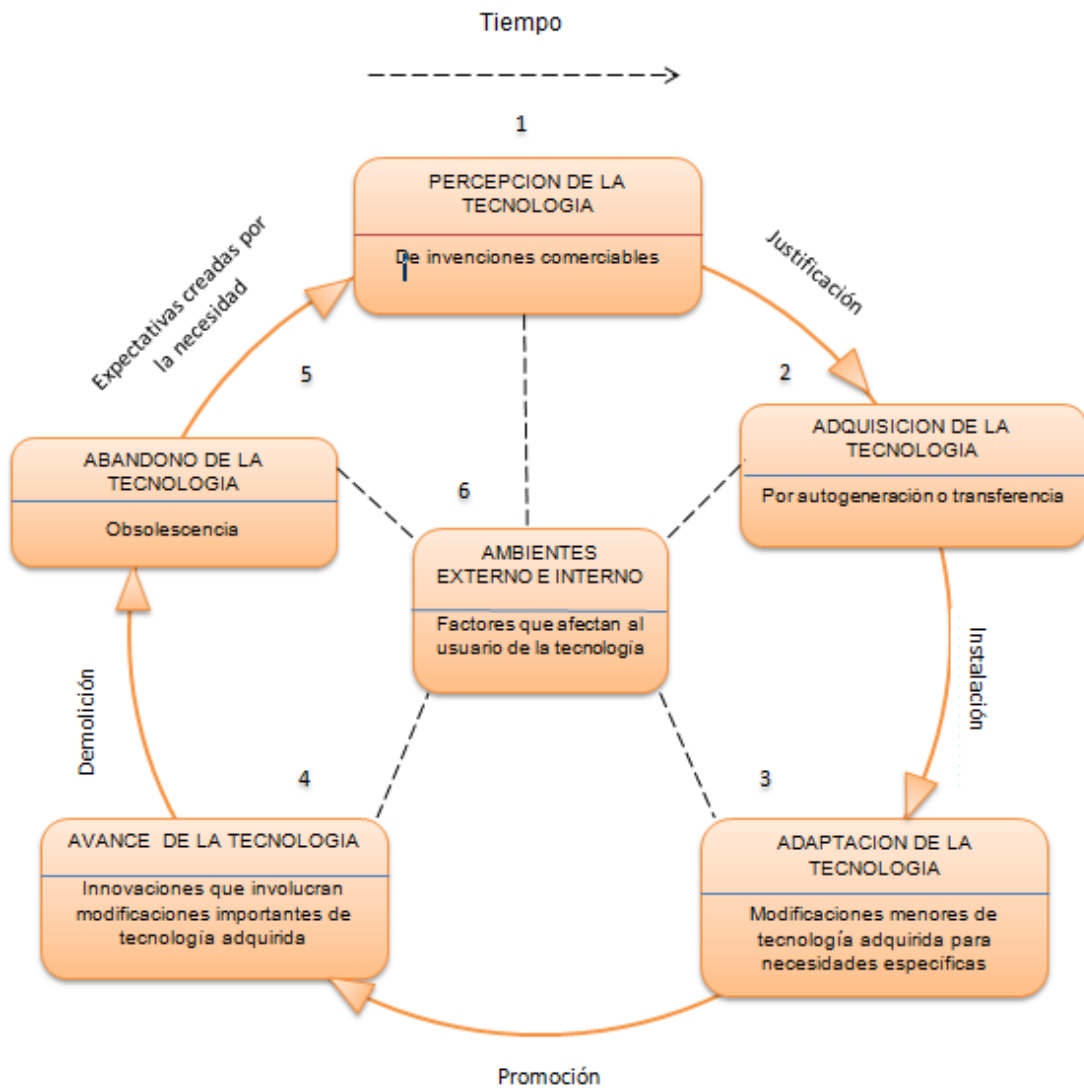
usar la tecnología anterior. Por eso se resalta la importancia de la buena planeación entre la fase de percepción y adquisición.

d) Viene después la fase de avance, donde el hospital ya adaptado a las nuevas tecnologías, tiene que mantenerse actualizado, sin necesidad de estar comprando, desechando y volviendo a repetir el proceso indiscriminadamente, pues esto cuesta dinero. El avance se refiere más bien a la etapa de ingenio y desarrollo interno, donde a falta de capital se tiene que echar mano de adaptabilidad de las tecnologías a las necesidades. Por ejemplo, si se compran nuevos ventiladores, no es necesario ampliar las salas de los pacientes debido a que se redujo el espacio, sino que más bien hay que repensar la distribución.

e) Al final aparece la fase de abandono y, es quizás una de las más críticas, debido a que se toman decisiones con respecto a la obsolescencia de una tecnología en particular. Ante la rápida obsolescencia de las tecnologías existentes, el momento oportuno para introducir nuevas es crítico para cubrir las necesidades del hospital, involucra muchas variables, incluidas el momento de entrada al mercado del producto que presenta una empresa biomédica y su competencia, las habilidades técnicas del personal usuario, del personal de ingeniería biomédica, el manejo de consumibles, de refacciones, de reportes, de mantenimientos preventivos, correctivos y una serie de factores que hacen difícil el proceso de abandono de una tecnología para adquirir una nueva. El momento inadecuado para abandonar de manera prematura una tecnología puede ser caro para hospital, pero costarle más aún el esperar demasiado para hacerlo. Por tanto, hay que hacer labor de investigación para saber cuándo hacerlo y cuando no, documentándose con publicaciones, revistas, artículos, congresos, exposiciones y pláticas profesionales.

La tecnología médica pasa por el ciclo que se ilustra en la figura 3.

Figura 3. El ciclo de la tecnología



Fuente: Gaynor en Sumanth /1999

2.3 Factores que impiden el uso correcto del equipo médico

Se dijo que el uso correcto de la tecnología médica tiene varios factores que impiden que sea totalmente efectivo y preciso. Se pueden diferenciar entre ellos los humanos y los factores del tipo técnico.

Dentro de los factores humanos se consideran los siguientes:

- **Capacitación:** el mal uso de la tecnología por parte del personal usuario debido a una deficiente capacitación o incluso porque nunca hubo. En general el encargado de capacitar al área es el proveedor que vendió o rentó el equipo médico. Cuando se haya terminado el período de garantía del instrumento o dejado de tener responsabilidad por parte de la empresa externa al hospital, el encargado de impartir la capacitación es el personal gestor de la tecnología en el hospital, que en la mayoría de los casos es el departamento de Ingeniería Biomédica. Las personas encargadas de impartirla deben estar debidamente entrenadas y de ser posible certificadas, ya sean proveedores externos o personal interno. Cuando ninguna de estas condiciones se cumple, la capacitación es deficiente o inexistente, y trae como consecuencia el mal uso del equipo médico. Es importante capacitar a todo el personal que vaya a usar el equipo médico del área y realizarlas de manera periódica, para cubrir los cambios y rotaciones de personal. El departamento de Ing. Biomédica debe contar con un programa anual por área y por equipo. Hay que recalcar que la falta o una deficiente capacitación no sólo provoca el mal uso de la tecnología, sino también que no se use o se inutilice.
- **Rechazo del personal usuario:** El rechazo se puede dar en diferentes formas. Uno de los más comunes es la capacidad de adaptación, aún existen muchos profesionales que se resisten al cambio y están acostumbrados a utilizar tecnologías obsoletas o simplemente no usarlas. También el rechazo a una nueva tecnología, por pensar que en un futuro

muy próximo vendrá a sustituir al capital humano y como consecuencia la pérdida del trabajo. Incluso hay personal que no la usa simplemente porque agilizará su trabajo y les dejará más tiempo libre, el cual no quieren utilizarlo en otras actividades. La mayoría de los médicos y personal hospitalario tienen resistencia innata a las nuevas tecnologías. “La profesión constituye un grupo poderoso dentro de la sociedad que se resiste a este tipo de cambios tecnológicos” (Weaver, 1988). Otro tipo de rechazo lo constituye el temor a la tecnología. Hay enfermeras y médicos que tienen miedo de usar nuevas tecnologías por no querer dañarlas o por no estar acostumbrados a ellas. Sin embargo, gracias a que la era de la computación tiene un auge en casi cualquier ámbito de la vida, las nuevas tecnologías médicas parecen encontrar cada día menos resistencia por parte de la élite médica.

- Rechazo de la sociedad: En los últimos tiempos se ha observado una tendencia, no despreciable, al abuso del empleo de los medios tecnológicos en la práctica médica, lo cual ha dado lugar a un número elevado de protestas dirigida contra los médicos y al mal empleo hecho por estos de pruebas diagnósticas sustentadas sobre una tecnología sofisticada (Ashley, 1972). La sociedad es muy tradicionalista, está acostumbrada a observar cómo el médico realiza su diagnóstico y tratamiento casi con las manos y suele desconfiar aún de la tecnología. Parece poco creíble que el médico prácticamente no toque ni ausculte al paciente, y que con la simple ayuda de un equipo, diagnostique el padecimiento. La conclusión inevitable de lo referido es que muchos facultativos ignoran realmente la utilidad de las pruebas que indican en comparación con otras parecidas, ya sea en relación con su posible valor en diferentes situaciones clínicas o bien con respecto al costo real de tales pruebas (Jennet, 1986).

Dentro de los factores técnicos que impiden el funcionamiento correcto de la tecnología médica se señalan los siguientes:

- Imputables al equipo: aquellos que resultan de errores de diseño y fabricación del instrumento e impiden el uso del mismo. A pesar de que los fabricantes se rigen bajo las normas de calidad más estrictas, siempre existe la probabilidad de que un equipo falle sin razón aparente al poco tiempo de haber sido instalado. La compañía proveedora está obligada a reparar o en su caso reponer el equipo para subsanar la falla. Si se trata de equipo sin una póliza de garantía o mantenimiento, es responsabilidad del personal de Ing. Biomédica el reparar el equipo o reclamar ante el fabricante.
- Instalaciones inadecuadas: el equipo puede presentar falla si no está instalado en un ambiente propicio y con las especificaciones de instalación eléctrica adecuada a sus características y funciones. Puede darse el caso que la ubicación se encuentre con goteras, exceso de humedad, altas temperaturas o conexiones eléctricas inadecuadas. Los cambios de voltaje son críticos en el uso de equipo médico, en países como México las variaciones son considerables. El personal externo e interno encargado del equipo médico deben coordinarse para asegurarse que la sala o cubículo donde se instale esté correctamente aterrizada y no tenga variaciones importantes de voltaje. Si éstas no se pueden controlar será necesario colocar un regulador de voltaje o supresor de picos entre el equipo y la conexión eléctrica. Es responsabilidad del Ingeniero Biomédico del hospital asegurarse que el equipo está instalado en un área adecuada a los requerimientos del fabricante y evitar las situaciones descritas.
- Desgaste natural del equipo médico: Toda tecnología tiene un desgaste natural proveniente del uso regular de la misma. Este tipo de fallas se corrigen de dos formas:
 - a) Con un mantenimiento correctivo, que puede suponer el reemplazo de una pieza o una simple una calibración, configuración o ajuste. Este tipo de

mantenimiento es eventual, es decir, sólo se hace una vez y se espera no se presente de manera habitual.

b) Con un mantenimiento preventivo, que consiste en un cambio y/o revisión de refacciones por parte del Ingeniero de manera periódica, especificada por el fabricante.

Lo más recomendable por supuesto es evitar el mayor número de mantenimientos correctivos programando adecuadamente los mantenimientos preventivos. Es responsabilidad de la empresa proveedora del instrumento y de Ingeniería Biomédica realizar la programación periódica de mantenimientos preventivos, a fin de evitar fallas futuras. El llevarlos a cabo en tiempo y forma no asegura que el equipo no vaya a fallar, pero si reduce las posibilidades.

- Falta de consumibles: Muchos equipos médicos utilizan consumibles, piezas o accesorios de uso constante y deben reponerse al poco tiempo. Por ejemplo, los latiguillos de los monitores de signos vitales o los filtros de los ventiladores volumétricos son desechables. Por falta de planeación o presupuesto muchas veces el área usuaria se queda sin consumibles y por lo tanto el equipo médico se queda inutilizado.
- Obsolescencia: Cuando un equipo entra en su fase de obsolescencia, deja de ser eficiente y de cubrir las necesidades del clínico. Muchos hospitales del país sufren este problema, pues no actualizan sus equipos y siguen utilizando instrumentos obsoletos. Incluso cuando llegan a fallar, la reparación se hace casi imposible por parte del Ingeniero, pues no se encuentran refacciones en el mercado para ese equipo.

Es pertinente señalar para propósitos de éste estudio, que los factores señalados no se pueden controlar ni evitar en su totalidad, entonces se parte del supuesto de que se encuentran dentro de un límite normal. Es imposible realizar un estudio en el cual los factores técnicos y humanos estén totalmente controlados, no hay

hospital o clínica con sus equipos funcionando al 100% o personal usuario capacitado en su totalidad, en todos los turnos y en excelente forma, por nombrar dos factores. Pero de forma análoga, también se entiende como límite normal o permisible el hecho de que la mayoría de sus equipos funcione y su personal esté capacitado en su mayoría también. Un caso extremo sería una base instalada de más del 80% inoperante y tan sólo el 10% de los usuarios estuviera capacitado, lo cual no es el caso del HGDMGG.

2.4 Instrumentos de apoyo para la gestión de la tecnología médica

El Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Salud, que depende directamente de la Subsecretaría de Integración y Desarrollo del Sector Salud. La creación del CENETEC en la Secretaría de Salud, -por Decreto Presidencial, el 19 de enero de 2004- obedece a la necesidad del Sistema Nacional de Salud de México de contar con información sistemática y objetiva de la evaluación, gestión y uso apropiado de las tecnologías para la salud, que brinde datos fiables sobre la efectividad, seguridad, aplicaciones y normatividad en materia de tecnologías para la salud que apoyen la toma de decisiones y el uso óptimo de los recursos⁵.

El CENETEC tiene elaborados una serie de listados con el equipamiento con el que debe contar cada área de un centro de salud y los divide según el tipo de hospital y número de camas censables. Están basados en investigaciones y en la Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000.

En esta norma se presentan los requisitos mínimos de infraestructura y equipamiento para hospitales y consultorios de atención médica especializada, incluyendo la infraestructura y el equipamiento para ejercer actividades directivas y de formación de personal de salud, establecido como obligatorio por la Ley General de Salud y su Reglamento en materia de prestación de Servicios de Atención Médica. Esta Norma Oficial Mexicana es obligatoria para todos los hospitales de los sectores público, social y privado, cualquiera que sea su denominación, que realicen internamiento de enfermos para la ejecución de los

procesos de diagnóstico, tratamiento médico o quirúrgico, o rehabilitación y para los consultorios que presten atención médica especializada⁶.

Los métodos de estadística de inferencia simulan la fenomenología en diversas disciplinas. Es decir, en el caso de ingeniería biomédica y medicina, podemos enunciar las pruebas de un equipo médico nuevo o agente terapéutico reciente, en el que las probabilidades de éxito o fracaso implican una serie de factores o variables difíciles de controlar (Castilla, 1991).

De esa forma, las respuestas favorable y desfavorable se manifiestan probabilísticamente, es decir, si la efectividad de un nuevo equipo médico está en función de: a) la capacidad y experiencia del médico experimentador en diagnosticar el proceso patológico, para el cual está destinado el instrumento, b) la correcta capacitación sobre el uso del instrumental médico, c) el paciente recibe el tratamiento con el equipo médico y éste haya sido utilizado a una potencia o programación adecuada, para alcanzar un uso efectivo sobre el enfermo.

Bajo el supuesto de que todas las variables anteriores estuvieran controladas, cabría esperar la cura de todos los pacientes o ninguno recibiera beneficio alguno; sin embargo, en la realidad esto no acontece así, pues algunos enfermos se curan y otros no (Castilla, 1991).

Para el caso, la elección de una prueba estadística en forma adecuada, basada en el modelo experimental, en el tipo de escala según la cual se hicieron las mediciones de las observaciones, la hipótesis y la potencia-eficiencia de la prueba estadística permitirá auxiliarse de la toma de decisiones, bajo un riesgo de probabilidad de error, para aceptar y rechazar la hipótesis.

Por tanto, para obtener resultados confiables no basta con auxiliarse de la estadística en general, además elegir un instrumento adecuado para representar las tendencias, valores o resultados que se quieran comprobar. Si en un primer intento los análisis estadísticos no demuestran nada o poco tienen que ver con la hipótesis, no significa que el problema no haya llegado a una solución, no se eligió pertinentemente al instrumento estadístico adecuado desde un inicio.

El coeficiente de correlación es la medida de la intensidad de la relación lineal entre dos variables. Puede tomar valores desde menos uno hasta uno, indicando que mientras más cercano a uno sea el valor del coeficiente de correlación, más fuerte será la asociación lineal entre las dos variables. Mientras más cercano a cero sea el coeficiente de correlación indicará una débil asociación entre ambas variables. Si es igual a cero se concluirá la no existencia de relación lineal alguna entre ambas variables. Si el coeficiente da -1, la correlación es inversamente proporcional. (Webster, 2000)

2.5 Tecnología básica en el hospital

Existen estudios como los del CENETEC acerca de la gestión del equipo médico en el que señalan puntual que el equipamiento médico en un hospital todavía no responde a la demanda real de servicios de la población que atiende. No cuenta con suficientes recursos para apoyo al mantenimiento y operación. Están subutilizados en algunas instituciones donde sólo operan en el turno matutino o sobre utilizados en donde ya el equipo rebasó su vida útil y sigue operando deficientemente.

Es indispensable contar con un modelo de equipamiento para cada área de un hospital, clínica, centro de salud o institución privada, para asegurar la más alta calidad en la asistencia de los pacientes.

Es importante señalar que no todas las áreas objetivo de este estudio utilizan el mismo tipo de equipos, ni tampoco con la misma potencia y configuración. Depende del tipo de paciente, del estado del mismo y de la habilidad y experiencia del médico, enfermera o clínico en cuestión, además por razones evidentes, la naturaleza del servicio hace que la cantidad, tipo y configuración de los equipos varíe.

Como ejemplo, un ventilador de apoyo respiratorio, equipo donde el funcionamiento no puede oscilar ni fallar ni un solo momento, el mantenimiento y

atención deben ser prioritarios, se distingue de un baumanómetro, porque su reemplazo o disfunción no representa peligro para el paciente, es un equipo de diagnóstico no invasivo. Es importante aclarar que todos los equipos médicos son importantes y representan un apoyo en el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, pero recalcar que existen equipos con un nivel de cuidado crítico mayor.

La cantidad de equipos médicos que el CENETEC indica como mínimos indispensables por área y por tipo de hospital se encuentra detallada en la Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000. Para fines de ésta investigación se tomaron en cuenta sólo los de las áreas que se estudiaron y por el tipo de hospital (Que para el Gea González le corresponde un Hospital de 180 camas censables). Estas tablas vienen detalladas en el capítulo de Resultados, específicamente en las páginas 40, 42, 44, 46, 48 y 50 de la presente investigación.

Capítulo 3. Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB)

Por ser un departamento crucial para la investigación, se describe su función, miembros y actividades.

La Ingeniería Biomédica es la especialidad profesional que integra herramientas técnicas y administrativas para facilitar y mejorar la atención de la salud. La importancia de esta profesión radica en los conocimientos de mecánica, electrónica, instrumentación, medicina y administración, que en conjunto permite desempeñar labores de alta especialización⁷.

El DIB es el encargado de administrar y supervisar la tecnología en el hospital. En el HGDMGG está conformado por un jefe de departamento, de preferencia Ingeniero Biomédico, un asistente administrativo, dos ingenieros biomédicos y dos técnicos, con una formación académica sobre electrónica o biomédica. Sus labores están comprendidas de las siete a las 16 horas de lunes a viernes.

De acuerdo al manual de organización específico del HGDMGG (emitido el 30 de octubre de 2007), el departamento de Ingeniería Biomédica tiene como objetivo: “Vigilar y mantener el óptimo funcionamiento de los equipos médicos a través del establecimiento de programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, los cuales incluyan estrategias de control en los procesos de adquisición de tecnología y de capacitación al personal operativo”. Y como funciones:

- Establecer, evaluar, supervisar y ejecutar los programas de mantenimiento predictivo y preventivo para los equipos médicos de la Institución.
- Ejecutar servicios de mantenimiento correctivo a equipos médicos de mediana y baja tecnología.
- Evaluar y supervisar la realización de mantenimientos correctivos a equipo médico, por evento, ejecutados por proveedores de servicio contratados por la Subdirección de Servicios Generales.

- Vigilar el cumplimiento de las obligaciones de prestadores de servicio de mantenimiento a equipos médicos contratados anualmente por la Subdirección de Servicios Generales.
- Definir el programa de mantenimiento preventivo y correctivo anual que permita mantener en óptimas condiciones de funcionamiento el equipo médico de la Institución.
- Detectar las necesidades de capacitación específica relacionadas con el equipo médico y promover su realización a fin de lograr la óptima utilización de los recursos disponibles.
- Colaborar con el establecimiento y ejecución de los mecanismos necesarios a seguir para la adquisición de nueva tecnología médica, acorde a las necesidades, especificaciones y normas de seguridad correspondientes.
- Coordinar, organizar y supervisar actividades de vinculación académica con diversas instituciones educativas, las cuales permitan la captación de Recursos Humanos externos para la realización de proyectos específicos de Ingeniería Biomédica en la institución.
- Evaluar y dictaminar sobre el estado útil del equipo médico de las diferentes áreas o servicios de la Institución.

El jefe del DIB tiene como objetivo general el dirigir y coordinar las actividades del departamento. Como objetivo específico el de controlar y evaluar los resultados periódicos de los Ingenieros Biomédicos a su cargo. Entre sus actividades diarias constantes están la revisión de reportes de servicio, oficios y documentos relacionados con el departamento y supervisión de actividades de subordinados. Como actividades periódicas están las reuniones con directivos, evaluación de resultados trimestrales, revisión de informes mensuales y quincenales y participación en licitaciones públicas de equipo médico. Eventualmente realiza la resolución de problemas relacionados con el servicio de Ingeniería Biomédica, juntas y/o reuniones no previstas, emergencias sanitarias y en algunos casos reparación de equipo médico.

Por otro lado, el Ingeniero Biomédico tiene como objetivo general el asegurarse del correcto funcionamiento de los equipos médicos. Su objetivo específico es reparar y dar mantenimiento a los equipos médicos del hospital y supervisar los servicios externos de reparación de equipos médicos. Sus actividades diarias constantes comprenden el recorrido de áreas médicas y revisión del instrumental médico, así como la reparación de equipo dañado y/o con problemas. Las actividades periódicas son la supervisión de servicios prestados por empresas externas (contratos y/o garantías de mantenimiento) y la capacitación a usuarios. Finalmente como actividades eventuales: Instalación de equipo nuevo y apoyo en licitaciones públicas de equipo médico

El DIB cuenta con el instrumental y material necesario para el desempeño de sus labores, efectúa pedidos de piezas, refacciones, consumibles y componentes cada cierto período de tiempo. Además tiene equipo de medición y diagnóstico necesario para mantener los equipos médicos en buen estado. Cuenta con multímetros, osciloscopios de onda, amperímetros, analizador de corriente de fuga, herramientas en general como son pinzas, destornilladores, perilleros, lanas, llaves allen, etc.

A la fecha el inventario de equipos médicos que tiene registrado (agosto de 2013) el DIB consta de aproximadamente 1702 equipos. Las áreas que más dependen de la tecnología son 17: Terapia Intensiva, Bioterio, Cirugía Plástica Reconstructiva, Cirugía Ambulatoria, Endoscopia, Ginecología, Inhaloterapia, Medicina Interna, Neonatología, Oftalmología, Otorrinolaringología, Pediatría, Quirófano, Rayos X, Urgencias, Urología y Tococirugía. Estas son las que presentan mayor demanda de servicios por parte del DIB.

El inventario tiene un margen de error de aproximadamente un 5%. La causa es porque el DIB es de reciente creación (8 años), y antes no se reportaba ningún cambio en el inventario, sino que cada área médica era la encargada de administrar su propia tecnología. Pero son pocos los equipos médicos sin

inventariar. El proceso correcto es que cada área médica o departamento receptor de una nueva tecnología médica notifique al DIB, para registrar esa entrada y pueda programarle capacitación, mantenimientos preventivos y tenga el contacto de la empresa que lo vendió, para posteriores reclamaciones de garantía o pedimento de refacciones, según sea el caso. Otro cambio en el inventario no registrado por el DIB es cuando de forma incorrecta el área usuaria da de baja la tecnología sin notificarlo. En ocasiones cuando el DIB se presenta a revisar el instrumento se da por enterado de la baja, pero esto puede tardar muchas veces hasta un año, ya que algunos equipos tienen como revisión periódica esa cantidad de tiempo. Es por eso crucial mantener informadas a las áreas sobre la obligación de notificar altas y bajas de sus equipos. Aunque este tipo de casos son aislados, pues por lo general la empresa proveedora de la tecnología acude de primera instancia al DIB para entregar sus nuevos instrumentos y así continuar con el proceso de instalación y puesta en marcha. Pero es por este tipo de casos que no se puede hablar de un registro exacto, sino aproximado, aunque sea quizá el 5% de la base instalada sin registro. Fue propósito de esta investigación el recabar un inventario exacto del instrumental, pero sólo en las seis áreas objeto de estudio.

Capítulo 4. Metodología

4.1 Planteamiento del problema

Para iniciar la investigación se partió del planteamiento del problema de escasez de tecnología y el impacto que tiene en distintas áreas del HGDMGG en los índices de mortalidad de la población atendida por ese nosocomio.

Las variables del estudio se dividen en dependiente e independiente (fig. 4). La variable independiente en éste caso es la tecnología médica no mayor a 10 años de antigüedad y sus indicadores serán: el número de monitores de signos vitales, de electrocardiógrafos, de desfibriladores, de ventiladores, de bombas de infusión, de incubadoras, de cunas de calor radiante, entre otros, en las áreas con ésta tecnología.

Se desarrolló una fórmula para identificar el grado de equipamiento médico que tiene un área contra el que por norma (NOM-197-SSA1-2000) debería tener, el índice de tecnología médica, siendo éste la variable independiente.

La variable dependiente es el índice de mortalidad de cada área y sus indicadores son el número de muertes y de ingresos, medidos en un período de seis meses.

Figura 4. Tabla de variables y sus indicadores

	Dependiente	Independiente
Variable	Índice de mortalidad	Índice de tecnología médica
Indicadores	Número de muertes Número de Ingresos	Número de monitores
		Número de electrocardiógrafos
		Número de desfibriladores
		Número de ventiladores
		Número de bombas de infusión
		Número de incubadoras
		Número de cunas de calor radiante

Fuente: Elaboración propia / 2014

Adicional a esto, se elaboró un cuestionario con cinco preguntas cerradas relacionadas al uso de la tecnología médica, que dio información sobre la forma, frecuencia y principales problemas de uso. Se entregó a 24 personas de las áreas de estudio (Anexo C).

4.2 Planteamiento y delimitación espacio-temporal

La investigación se realizó en el Hospital General Dr. Manuel Gea González de la ciudad de México en un período temporal de seis meses, porque las estadísticas en el hospital se hacen trimestrales, se utilizaron los datos de enero de 2014 a marzo de 2014 y de abril de 2014 a junio de 2014. Se hizo en tiempos actuales debido a que las tecnologías cambian día con día y es preciso realizar una investigación actual.

La investigación se efectuó en seis áreas específicas del hospital: Terapia intensiva adultos, Terapia intensiva pediátrica, Tococirugía, Medicina interna, Terapia intensiva neonatal y Urgencias de adultos, porque las características son similares y requieren de la ayuda tecnológica para la atención médica y todas presentan índices de mortalidad. Se excluyeron áreas del hospital en las que la tecnología médica no es necesaria y aquellas donde no se manejan índices de mortalidad, como puede ser la consulta externa o rehabilitación física. El cuestionario lo respondieron cuatro personas de cada área médica, dando un total de 24, en el mismo período de tiempo.

Los alcances del estudio son para cualquier institución del sector salud que cuente con un departamento de Ingeniería Biomédica o área encargada de gestionar el equipo médico. Las limitaciones: sólo servirán para instituciones del sector público, pues los hospitales privados se manejan bajo otras políticas en cuanto a la adquisición y gestión de su tecnología.

4.3 Propósitos del estudio

El propósito del estudio fue identificar carencias y deficiencias que impiden el correcto equipamiento médico del hospital, que afecta de manera directa a la población atendida. También para identificar una correlación entre la deficiencia de tecnología médica y tasas de mortalidad de ciertas áreas médicas del HGDMGG.

4.4 Justificación

Es de suma importancia en el HGDMGG contar con un estándar y cuadro básico de equipamiento por área, para que los servicios de atención médica eleven la calidad y los índices de mortalidad disminuyan.

Para la ciencia médica es una ayuda considerable tener instrumental y equipo médico suficiente y eficiente al mismo tiempo para ayudar en el tratamiento de enfermedades, detección y diagnóstico de males, así como herramientas primordiales en procedimientos médicos.

Hoy día, en la era de la información y la tecnología, cada vez con mayor necesidad de auxiliarse de instrumentos que eliminen el error humano, por lo que un área bien equipada, con tecnología actual y personal bien capacitado puede producir mejores resultados y elevar la calidad y seguridad en la atención médica.

Por lo tanto, el estudio reviste importancia para mejorar la calidad del servicio médico y su modelo se puede aplicar para cualquier institución de salud pública en México, tiene un alcance nacional.

4.5 Objetivos de la investigación

Objetivo Terminal

Medir el impacto de la escasez de tecnología médica, para determinar si incide en el aumento de los índices de mortalidad en el Hospital General Dr. Manuel Gea González.

Objetivos Específicos

- Identificar las áreas médicas con mayor deficiencia de tecnología, para tomarlas como modelo de estudio.
- Relacionar las bases de datos existentes con el estudio, para llegar a una conclusión verídica.
- Describir los factores que influyen en la falta de tecnología médica, para relacionarlos con el problema.
- Mencionar los factores que influyen en la falta de utilización de la tecnología médica, para relacionarlos con el problema.
- Enunciar los factores que influyen en la falta de actualización de tecnología médica.
- Desarrollar una fórmula que indique el grado de equipamiento médico que tiene un área médica, de acuerdo con normas nacionales e internacionales.

Supuesto

Se parte del supuesto que la falta de tecnología en un área médica del HGDMGG incide directamente en la calidad de la atención médica y por consiguiente en los índices de mortalidad.

Consecuencias derivadas del estudio

Detectar de manera oportuna la carencia de tecnología médica y sus causas lleva como consecuencias prácticas el administrar, adquirir y mantener el equipo

médico necesario para el hospital para que el servicio médico mejore y disminuya los niveles de mortalidad en la población que atiende.

4.6 Hipótesis e Hipótesis nula

La escasez de tecnología médica en el Hospital General Dr. Manuel Gea González incide en el aumento de los índices de mortalidad. La hipótesis nula es que la escasez de tecnología médica no incide de forma significativa en el aumento de los índices de mortalidad del hospital.

4.7 Descripción del modelo utilizado

Se analizaron seis áreas del HGDMGG: Terapia Intensiva Adultos, Terapia Intensiva Pediátrica, Tococirugía, Medicina Interna, Terapia Intensiva Neonatal y Urgencias. Las razones por las cuales se eligieron es que todas deben contar con tecnología médica para detección, diagnóstico, monitoreo y tratamiento de la población atendida; sin embargo, existen diferencias en cuanto a equipamiento médico, pues algunas tienen deficiencias en la cantidad de equipos y otras cuentan con mayor tecnología médica. Se hizo un comparativo de variables e indicadores, para demostrar que las áreas con mayor tecnología médica tienen una mejor eficiencia y menores índices de mortalidad.

Los indicadores a estudiar fueron: número de equipos médicos y número de muertes (durante dos trimestres).

Otro aspecto importante a describir fue el inventario de equipo médico. Se contaron el número de monitores de signos vitales, incubadoras, oxímetros de pulso, desfibriladores, bombas de infusión, entre otros, así como el número de años que tienen trabajando, pues en ocasiones son instrumentos obsoletos o inoperantes.

Se considera que un equipo es obsoleto cuando tiene más de 10 años de antigüedad. Se contabiliza desde el momento en que salió al mercado, no en el que llegó al hospital. En ocasiones existe equipo donado que ya tenía tiempo

trabajando en otro hospital y la antigüedad por lo tanto es mucho mayor de la que se creía. Es también un factor importante el considerar que México no es un país puntero en cuanto a tecnología, sino más bien receptor.

Para propósitos de éste estudio se desarrolló un índice de tecnología médica (ITM), que consiste en medir el número de equipos médicos que un área tiene contra los que por Norma (NOM-197-SSA1-2000) deberían tener (fig. 5). Con esto se hace una correlación directa entre el índice de tecnología médica y el índice de mortalidad de cada área y buscar si guardan una correlación positiva, negativa o nula, con la ayuda de instrumentos estadísticos.

Figura 5. Fórmula para determinar el índice de tecnología médica

$$\text{ITM} = \frac{\text{Número de equipos médicos existentes}}{\text{Número de equipos médicos que debería tener}} \times 100$$

Fuente: Elaboración propia / 2014




Si por ejemplo, el área de Urgencias tiene 35 equipos en su inventario, cuando por norma (NOM-197-SSA1-2000) debería contar con 52, se dice que su Índice de Tecnología Médica es de 67.3 (resultado de dividir 35 entre 52 y multiplicarlo por 100). Otro ejemplo puede ser el área de Terapia intensiva adultos; tiene 62 equipos médicos en su inventario, cuando por norma debería tener 65, su I.T.M sería de 95.3, un número bastante aceptable.

No existe aún una tabla de valores del índice de tecnología médica donde se pueda determinar si el valor es aceptable o inaceptable, o deficiente un área en cuanto a su equipamiento médico, pero se puede inferir que un valor de I.T.M menor a 75 ya es un indicador de que esa área tiene deficiencias a tomar en cuenta en su tecnología médica. La razón por la cual no existe esa tabla de

valores del I.T.M y su correspondiente veredicto, es porque se tiene que comprobar primero si existe una correlación directa entre las muertes y la falta de tecnología, para entonces realizar un estudio sobre los estándares ideales para los departamentos, basados en el índice de tecnología médica.

Para fines de la investigación se determinó: un valor de ITM menor a 60 es crítico y requiere atención, entre 60 y 80 es un valor aceptable pero debe mejorarse y mayor a 80 es un valor ideal (fig. 7). La utilización de la escala se basó en la teoría de convertir datos cuantitativos a cualitativos. La elección del número y valores de los puntos de corte puede efectuarse de acuerdo a criterios establecidos en trabajos anteriores, por razones teóricas basadas en información clínica o fisiológica, pero otras veces es el propio investigador quién decide los puntos de corte a establecer (Molinero, 2003).

Figura 6. Tabla de valores del ITM

ITM	
Índice de tecnología médica	
Valor	Ponderación
< 60	Crítico 
60-80	Aceptable 
> 80	Ideal 

Fuente: Elaboración propia / 2014

Para el cuestionario aplicado en el HGDMGG se elaboró con cinco preguntas de relevancia en el uso de la tecnología médica. Su principal objetivo fue analizar las causas por la que la tecnología no es usada adecuadamente, cuales eran los problemas a los que se enfrenta el usuario, con qué frecuencia y de qué forma la utiliza y cuáles serían sus recomendaciones para aprovecharla mejor. Se eligieron preguntas cerradas con opción múltiple para cuantificar la información y en algunas se admitía más de una respuesta. La forma en la que se cuantificó este tipo de respuestas fue frecuencial. A mayor frecuencia de esa respuesta mayor influencia en los resultados.

4.8 Instrumento estadístico utilizado

En la presente investigación el instrumento elegido fue el análisis de regresión y correlación para representar la correlación que guardan las variables de estudio, el índice de tecnología médica y el índice de mortalidad

En el análisis de regresión se desarrolló una ecuación misma que relaciona las variables desconocidas con la variable conocida. El estudio de la relación entre dos o más variables se conoce como análisis de correlación, sirve para determinar el grado de relación que existe entre las variables (Webster, 2000).

Figura 7. Rango de valores del coeficiente de correlación en porcentajes

Correlación Nula	Correlación débil	Correlación Media o moderada	Correlación fuerte o estrecha	Correlación perfecta
0	25%	50%	75%	100%

Fuente: Elaboración propia / 2014

El análisis de regresión es calcular la recta para conocer la tendencia o proyección de los datos, se elabora un

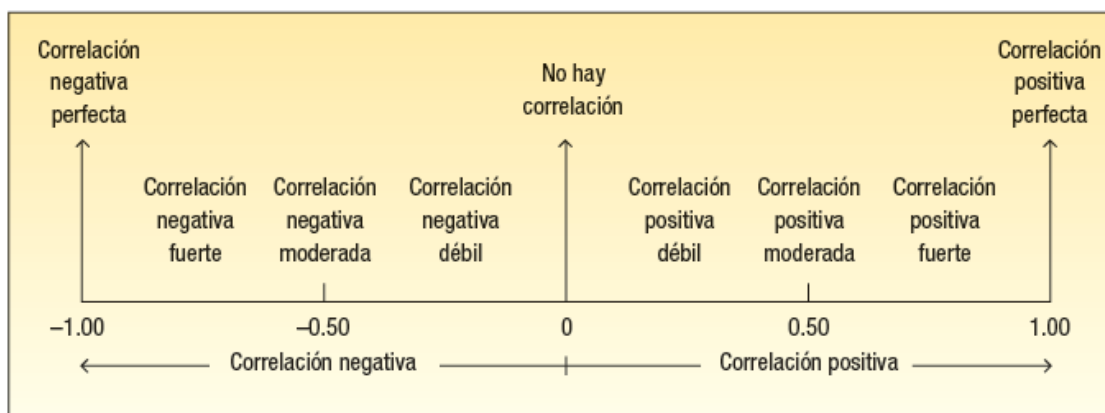
- Diagrama de dispersión, de esparcimiento o nube de puntos.
- Se realiza el cálculo de la ecuación lineal de regresión por el método de mínimos cuadrados: Recta de regresión: $Y_r = ax + b$.
- Y se efectúa el cálculo de la desviación estándar de regresión.

En el análisis de correlación, que mide el grado de asociación entre las variables, se hace el

- Cálculo del coeficiente de determinación: R^2
- Cálculo del coeficiente de correlación: R .

Se determina entonces si el tipo de regresión es positiva o negativa, de acuerdo al resultado de la ecuación lineal y se analiza si el grado de correlación es fuerte o débil, dependiendo del valor del coeficiente de correlación.

Figura 8. Fuerza y dirección del coeficiente de correlación



Fuente: Lind, Marchal, Wathen. 2008

4.9 Selección de los sujetos de estudio

Se seleccionaron seis áreas del hospital para hacer una comparación entre ellas, con características similares como el número de camas, de pacientes atendidos y personal médico que labora ahí. Además de áreas médicas con deficiencias en cuanto a tecnología médica instalada y otras que cuentan con ella en forma suficiente y actualizada. Por tanto, se excluyeron del estudio áreas que son muy diferentes en cuanto a número de camas, naturaleza de su servicio médico y aquellas donde la tecnología médica no es necesaria para desarrollar con eficiencia sus labores, como el caso de la consulta externa, donde no hay hospitalizaciones, por nombrar una.

Para el cuestionario se eligieron sólo a personas relacionadas con la tecnología médica en sus labores, como médicos, enfermeras, auxiliares de enfermería, jefes de servicio, médicos residentes y pasantes de enfermería. Se excluyeron a personas que no tienen relación con la tecnología médica, como camilleros, personal de intendencia, administrativos y guardias.

4.10 Instrumentos para la recolección de los datos

Para las tasas de mortalidad se hizo uso de la estadística que realiza el Hospital General Dr. Manuel Gea González de manera trimestral. Para determinar el número de equipos médicos en cada área estudiada se comparó la base de instalada de equipos con la que cuenta el DIB con un recuento personal que se hizo en cada área al momento de la investigación. Para el caso del cuestionario se aplicó a 24 usuarios de la tecnología médica, de las 6 áreas: 4 auxiliares de enfermería, 5 enfermeras especialistas, 6 jefes de servicio, 5 médicos residentes y 4 enfermeras generales.

4.11 Procesamiento de los datos para su análisis

Se usó el software de hoja de cálculo para hacer tablas, gráficas y cálculos de las estadísticas recopiladas. Se graficaron los indicadores de las áreas con mayor y menor cantidad de tecnología instalada.

Se utilizaron gráficas tipo histograma, de pastel y tablas comparativas para enfatizar las diferencias y analizar la información, para después inferir las causas de lo encontrado, es decir, demostrar si la hipótesis es cierta o no.

Se graficó la frecuencia de las respuestas a las cinco preguntas del cuestionario, para realizar un análisis sobre uso, frecuencia, tamaño y problemas al interactuar con tecnología médica.

Capítulo 5. Resultados

De acuerdo con los datos recabados en el HGDMGG, la base instalada de equipos con una antigüedad no mayor a 10 años se describe en las tablas y gráficas de la 1 a la 9. El tipo de equipo médico está en la primera columna, en la segunda está la cantidad según la norma NOM-197-SSA1-2000 y el modelo de equipamiento del CENETEC para un hospital de 180 camas censables debería tener el área, en la tercera la cantidad que tiene el HGDMGG y en la cuarta el ITM, que resulta de dividir la tercera columna entre la segunda por 100.

Se recabaron datos en seis áreas del Hospital: Urgencias, Tococirugía, Medicina Interna, Terapia Intensiva Pediátrica, Terapia Intensiva Adultos y Terapia Intensiva Neonatal. Por cada una de ellas se elaboró una tabla y al final vienen los totales. (Tablas 1-6). También se elaboró una gráfica de los equipos médicos que por norma debería tener contra los que tiene el HGDMGG (Gráficas 1-6).

La interpretación de cada tabla y gráfica se presenta en el desarrollo de las mismas.

Tabla 1. Equipos médicos en el área de Urgencias del HGDMGG

Área de URGENCIAS			
Hospital de 180 camas			
Equipo médico	Cantidad por norma	Cantidad en el HGDMGG	ITM
Anestesia básica, unidad de	1	0	0
Aspirador neumático de pared	1	1	100
Aspirador para succión rápida. equipo portátil	1	1	100
Aspirador portátil para succión continua	20	13	65
Báscula con estadímetro	4	2	50
Báscula para bebé	4	1	25
Bomba de infusión de doble canal	6	8	133
Cama eléctrica para cuidados intensivos con báscula y colchón activo antiescaras	2	0	0
Carro rojo con equipo de reanimación, desfibrilador-monitor-marcapaso.	7	2	29
Central de monitoreo para múltiples camas. 8 camas	2	0	0
Cuna de calor radiante	1	1	100
Desfibrilador externo automático, portátil.	1	0	0
Electrocardiógrafo multicanal (3 canales 12 derivaciones).	2	1	50
Equipo de ultrasonido para estudios generales	2	0	0
Equipo para ventilación transtraqueal percutánea	1	1	100
Esfigmomanómetro aneroide de pedestal	8	6	75
Esfigmomanómetro de pared	24	4	17
Esfigmomanómetro portátil.	2	2	100
Fonodetector	2	0	0
Glucómetro	1	1	100
Incubadora de traslado	6	1	17
Lámpara de examinación con fuente de luz de fibra óptica.	10	0	0
Lámpara quirúrgica sencilla de operación manual.	2	1	50
Laringoscopio.	5	5	100
Monitor de signos vitales (básico)	13	8	62
Monitor de signos vitales avanzado	2	0	0
Monitor de signos vitales para el traslado del paciente.	4	2	50
Oxímetro de pulso.	11	3	27
Sistema calentamiento warm touch con accesorios adulto/pediátrico	2	0	0
Termómetro electrónico	5	3	60
Unidad radiológica portátil. (digital)	2	0	0
Ventilador de traslado pediátrico-adulto. (ciclado por volumen y presión)	4	0	0
Ventilador volumétrico neonatal-pediátrico-adulto	2	3	150
TOTAL	160	70	44

Gráfica 1. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Urgencias del HGDMGG

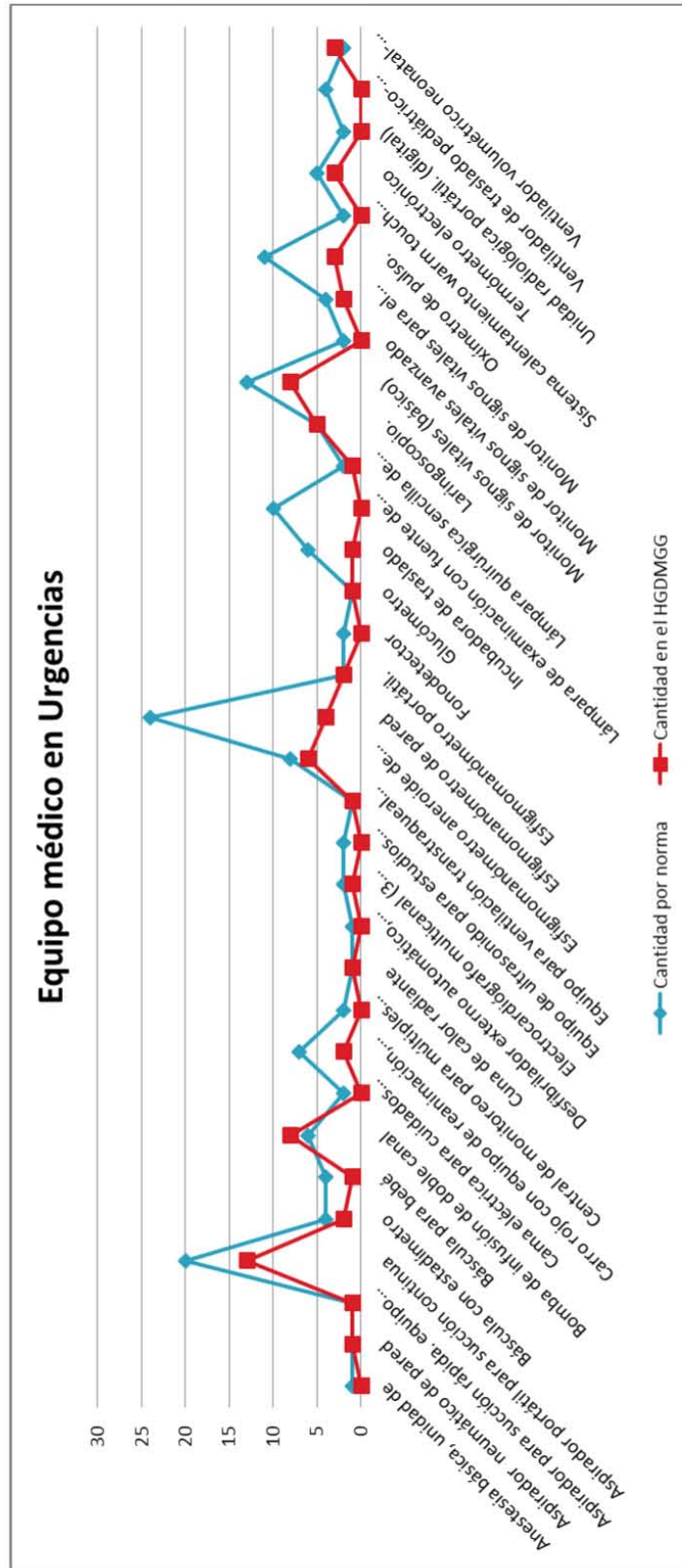


Tabla 2. Equipos médicos en el área de Tococirugía del HGDMGG

Área de TOCOCIRUGÍA				
Hospital de 180 camas				
Equipo médico	Cantidad por norma	Cantidad en el HGDMGG		ITM
Anestesia básica, unidad de	15	3	✘	20
Aspirador neumático para quirófano	2	0	✘	0
Aspirador gástrico para succión continua e intermitente	6	4	⚠	67
Báscula con estadímetro	4	2	✘	50
Báscula para bebé	6	0	✘	0
Bomba de infusión volumétrica	2	2	✔	100
Cardiotocógrafo	3	1	✘	33
Carro rojo con equipo de reanimación, desfibrilador-monitor.	12	2	✘	17
Cuna de calor radiante	4	4	✔	100
Cuna de calor radiante para cuidados intermedios con fototerapia	12	2	✘	17
Equipo de ultrasonido para estudios generales	3	1	✘	33
Esfigmomanómetro anerode de pedestal	10	5	✘	50
Esfigmomanómetro de pared	3	3	✔	100
Fonodetector	12	3	✘	25
Incubadora de traslado	4	1	✘	25
Lámpara de examinación con fuente de luz de fibra óptica.	29	12	✘	41
Lámpara quirúrgica doble.	2	1	✘	50
Lámpara quirúrgica portátil para emergencia.	6	1	✘	17
Laringoscopio.	7	5	⚠	71
Monitor de signos vitales (básico)	18	10	✘	56
Oxímetro de pulso.	22	15	⚠	68
Termómetro electrónico	1	0	✘	0
Unidad de electrocirugía de uso general. (alta frecuencia para hemostasia y corte)	2	2	✔	100
Unidad radiológica portátil. (digital)	2	1	✘	50
Ventilador de volumen para traslado intrahospitalario.	2	0	✘	0
TOTAL	189	80	✘	42

Gráfica 2. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Tococirugía del HGDMGG

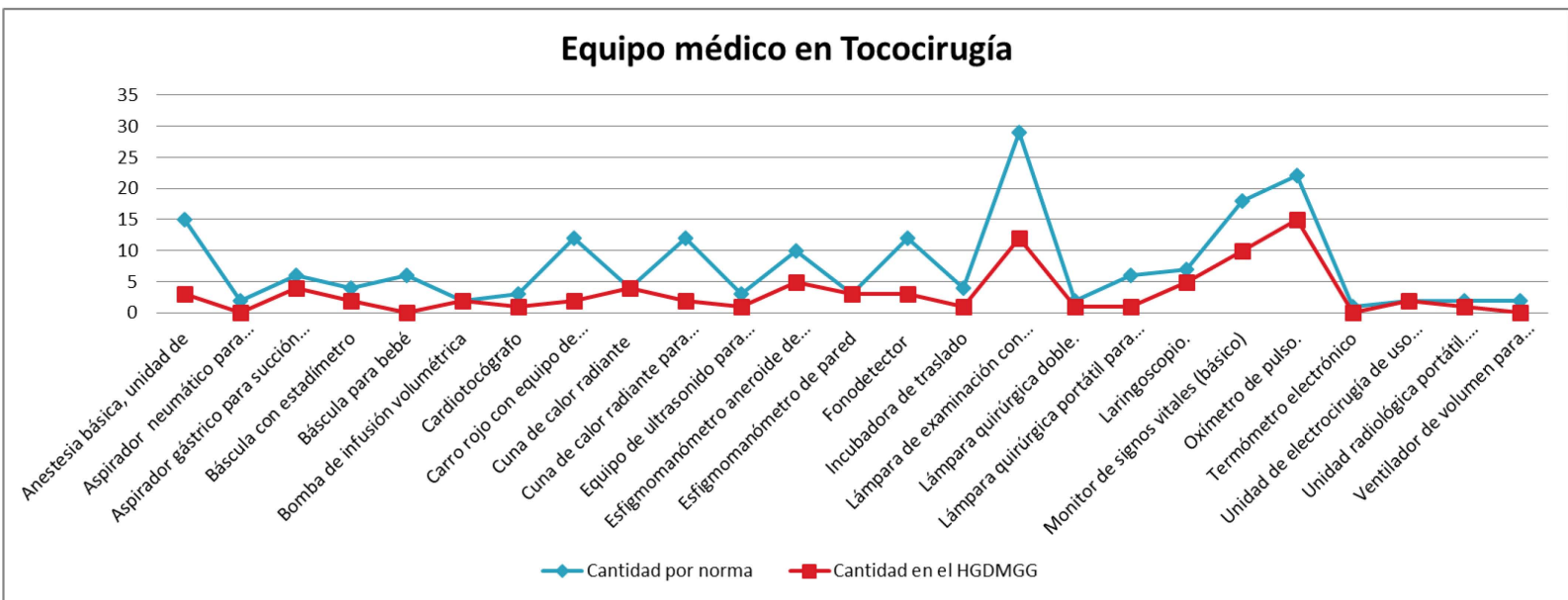


Tabla 3. Equipos médicos en el área de Medicina Interna del HGDMGG

Área de MEDICINA INTERNA			
Hospital de 180 camas			
Equipo médico	Cantidad por norma	Cantidad en el HGDMGG	ITM
Aspirador gástrico para succión continua e intermitente	1	1	✓ 100
Aspirador portátil para succión continua	63	25	✗ 40
Báscula con estadímetro	1	1	✓ 100
Bomba de infusión volumétrica	1	1	✓ 100
Carro rojo con equipo de reanimación, desfibrilador-monitor.	6	2	✗ 33
Electrocardiógrafo multicanal (3 canales 12 derivaciones).	48	2	✗ 4
Esfigmomanómetro de pared	48	20	✗ 42
Esfigmomanómetro portátil.	48	15	✗ 31
Lámpara de examinación con fuente de luz de fibra óptica.	6	2	✗ 33
Laringoscopio.	48	10	✗ 21
Monitor de signos vitales (básico)	55	15	✗ 27
TOTAL	325	94	✗ 29

Gráfica 3. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Medicina Interna del HGDMGG

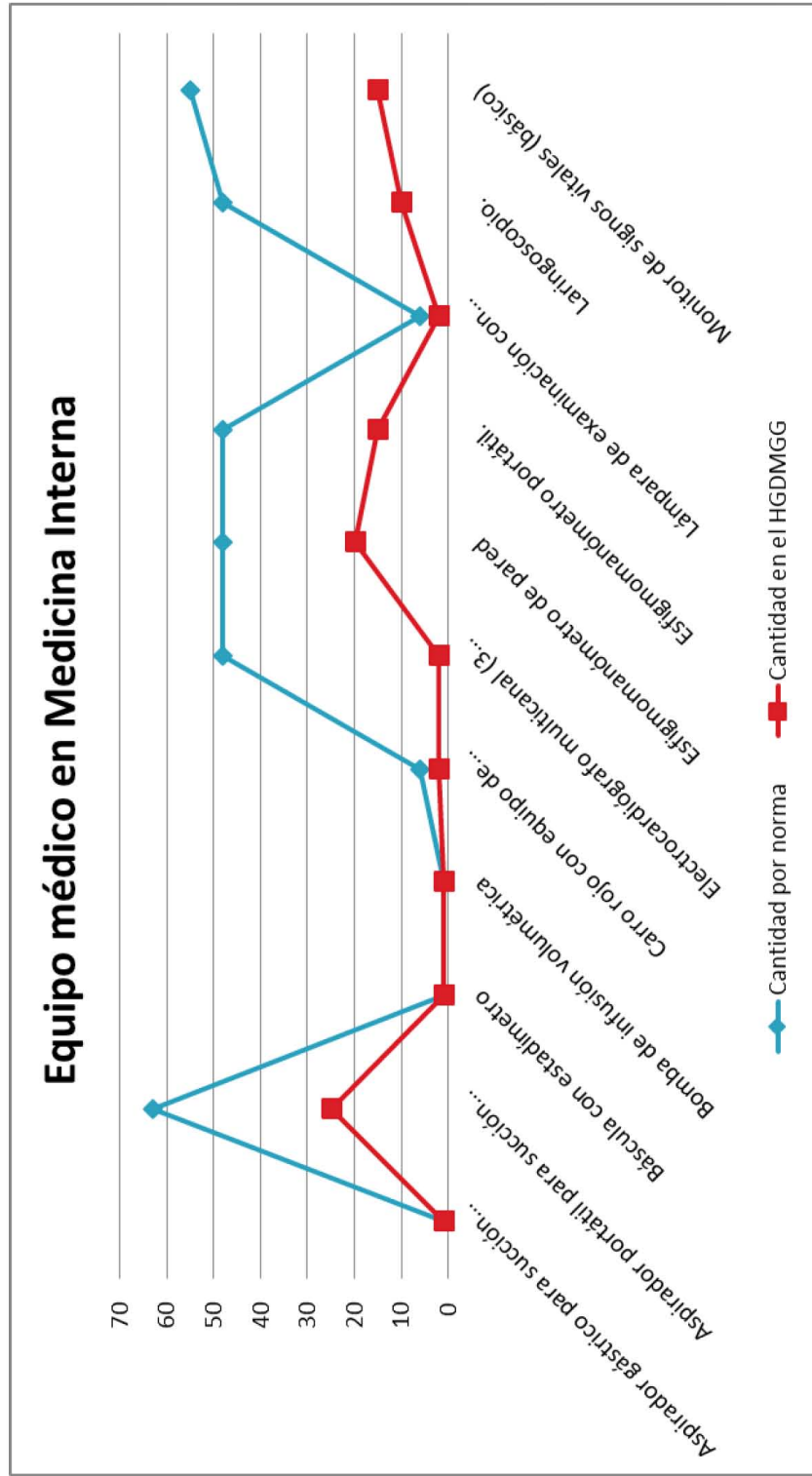


Tabla 4. Equipos médicos en el área de Terapia Intensiva Pediátrica del HGDMGG

Área de TERAPIA INTENSIVA PEDIÁTRICA			
Hospital de 180 camas			
Equipo médico	Cantidad por norma	Cantidad en el HGDMGG	ITM
Aspirador portátil para succión continua	9	5	✘ 56
Bomba de infusión de doble canal	8	8	✔ 100
Carro rojo con equipo de reanimación, desfibrilador-monitor-marcapaso.	3	2	⚠ 67
Central de monitoreo para múltiples camas. 8 camas	1	0	✘ 0
Electrocardiógrafo multicanal (3 canales 12 derivaciones).	1	2	✔ 200
Esfigmomanómetro aneroide de pedestal	2	2	✔ 100
Esfigmomanómetro de pared	7	5	⚠ 71
Glucómetro	4	3	⚠ 75
Lámpara de examinación con fuente de luz de fibra óptica.	2	2	✔ 100
Laringoscopio.	3	6	✔ 200
Monitor de signos vitales avanzado	15	6	✘ 40
Unidad radiológica portátil. (digital)	2	1	✘ 50
Uroanálisis, equipo para. lector de tiras reactivas	2	0	✘ 0
Ventilador volumétrico neonatal-pediátrico-adulto	8	5	⚠ 63
TOTAL	67	47	⚠ 70

Gráfica 4. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Terapia Intensiva Pediátrica del HGDMGG

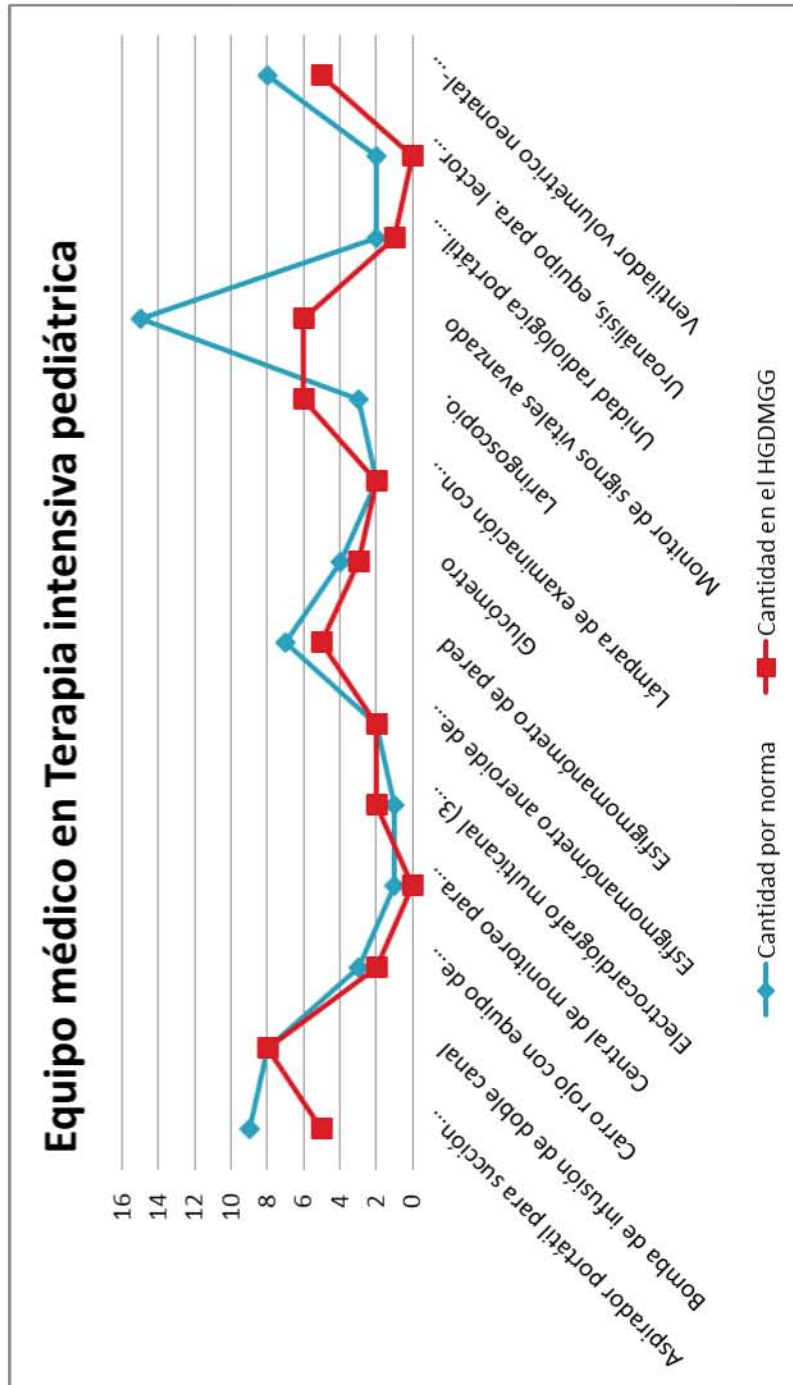


Tabla 5. Equipos médicos en el área de Terapia Intensiva Adultos del HGDMGG

Área de TERAPIA INTENSIVA ADULTOS				
Hospital de 180 camas				
Equipo médico	Cantidad por norma	Cantidad en el HGDMGG		ITM
Aspirador portátil para succión continua	12	10	✓	83
Bomba de infusión de doble canal	10	10	✓	100
Carro rojo con equipo de reanimación, desfibrilador-monitor-marcapaso.	1	1	✓	100
Central de monitoreo para múltiples camas	1	0	✗	0
Electrocardiógrafo multicanal (3 canales 12 derivaciones).	3	2	⚠	67
Esfigmomanómetro aneroide de pedestal	2	1	✗	50
Esfigmomanómetro de pared	9	7	⚠	78
Gases y electrolitos, analizador de	2	2	✓	100
Glucómetro	4	3	⚠	75
Lámpara de examinación con fuente de luz de fibra óptica.	2	2	✓	100
Laringoscopio.	4	5	✓	125
Monitor de signos vitales avanzado	29	8	✗	28
Monitor de signos vitales para el traslado del paciente.	6	2	✗	33
Sistema calentamiento warm touch con accesorios adulto/pediátrico	1	0	✗	0
Sistema de compresión vascular	7	2	✗	29
Unidad radiológica portátil. (digital)	1	1	✓	100
Ventilador de volumen para traslado intrahospitalario.	4	1	✗	25
Ventilador volumétrico neonatal-pediátrico-adulto	11	5	✗	45
Total	109	62	✗	57

Gráfica 5. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Terapia Intensiva Adultos del HGDMGG

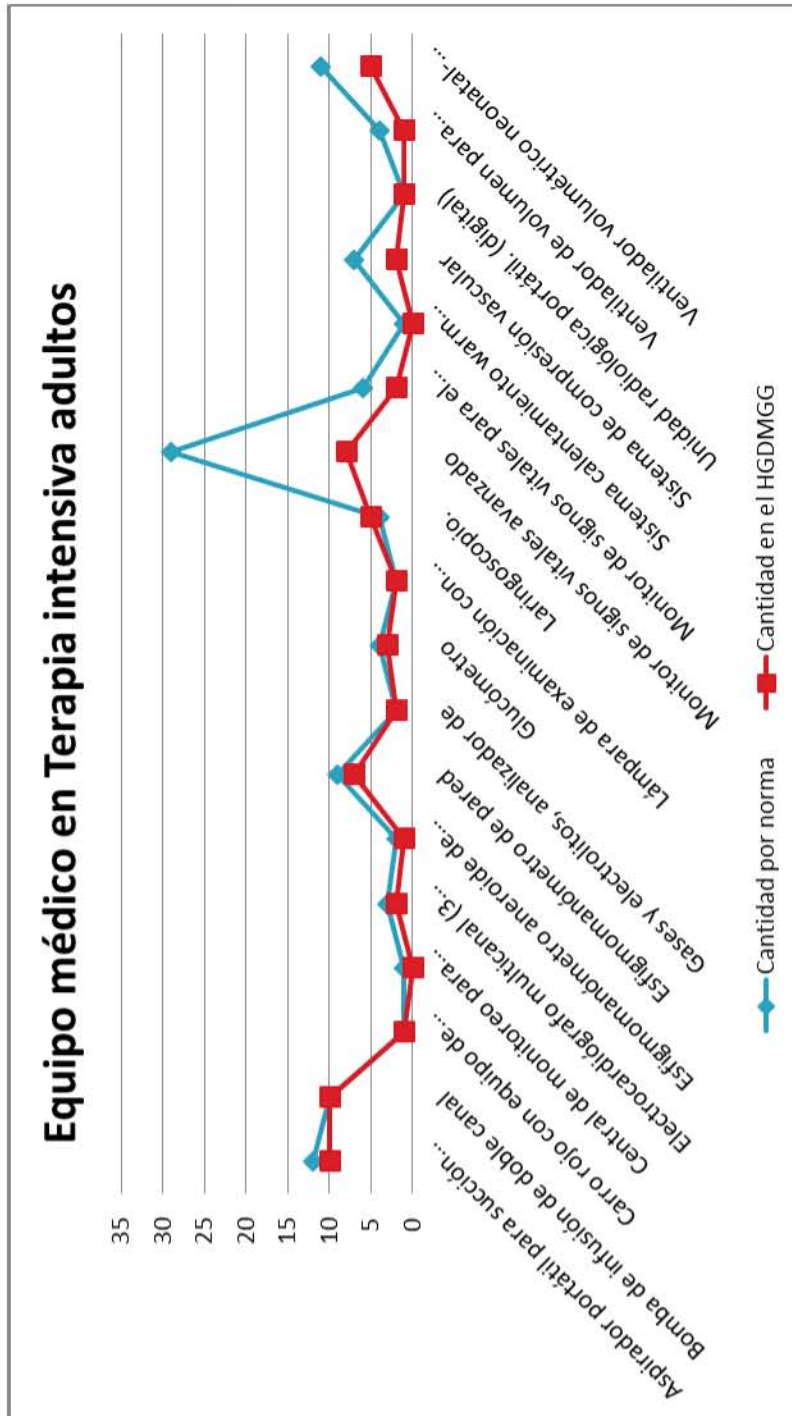
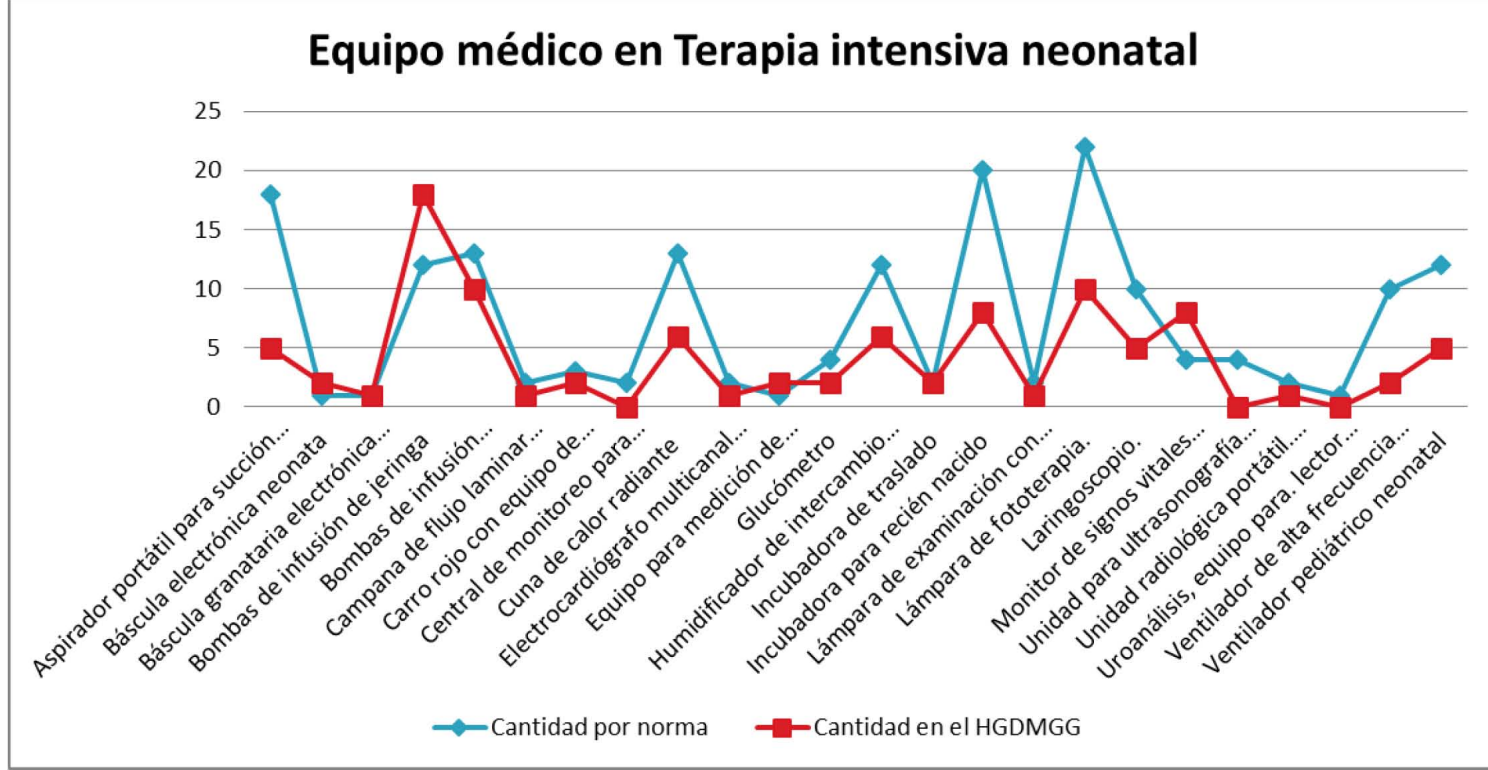


Tabla 6. Equipos médicos en el área de Terapia Intensiva Neonatal del HGDMGG

Área de TERAPIA INTENSIVA NEONATAL				
Hospital de 180 camas				
Equipo médico	Cantidad por norma	Cantidad en el HGDMGG		ITM
Aspirador portátil para succión continua	18	5	✘	28
Báscula electrónica neonata	1	2	✔	200
Báscula granataria electrónica digital	1	1	✔	100
Bombas de infusión de jeringa	12	18	✔	150
Bombas de infusión volumétrica de alta precisión adulto	13	10	⚠	77
Campana de flujo laminar vertical.	2	1	✘	50
Carro rojo con equipo de reanimación, desfibrilador-monitor-marcapaso.	3	2	⚠	67
Central de monitoreo para múltiples camas	2	0	✘	0
Cuna de calor radiante	13	6	✘	46
Electrocardiógrafo multicanal (3 canales 12 derivaciones).	2	1	✘	50
Equipo para medición de bilirrubina	1	2	✔	200
Glucómetro	4	2	✘	50
Humidificador de intercambio calor - humedad	12	6	✘	50
Incubadora de traslado	2	2	✔	100
Incubadora para recién nacido	20	8	✘	40
Lámpara de examinación con fuente de luz de fibra óptica.	2	1	✘	50
Lámpara de fototerapia.	22	10	✘	45
Laringoscopio.	10	5	✘	50
Monitor de signos vitales avanzado	4	8	✔	200
Unidad para ultrasonografía transcraneal	4	0	✘	0
Unidad radiológica portátil. (digital)	2	1	✘	50
Uroanálisis, equipo para. lector de tiras reactivas	1	0	✘	0
Ventilador de alta frecuencia oscilatoria pediátrico/neonatal	10	2	✘	20
Ventilador pediátrico neonatal	12	5	✘	42
Total	173	98	✘	57



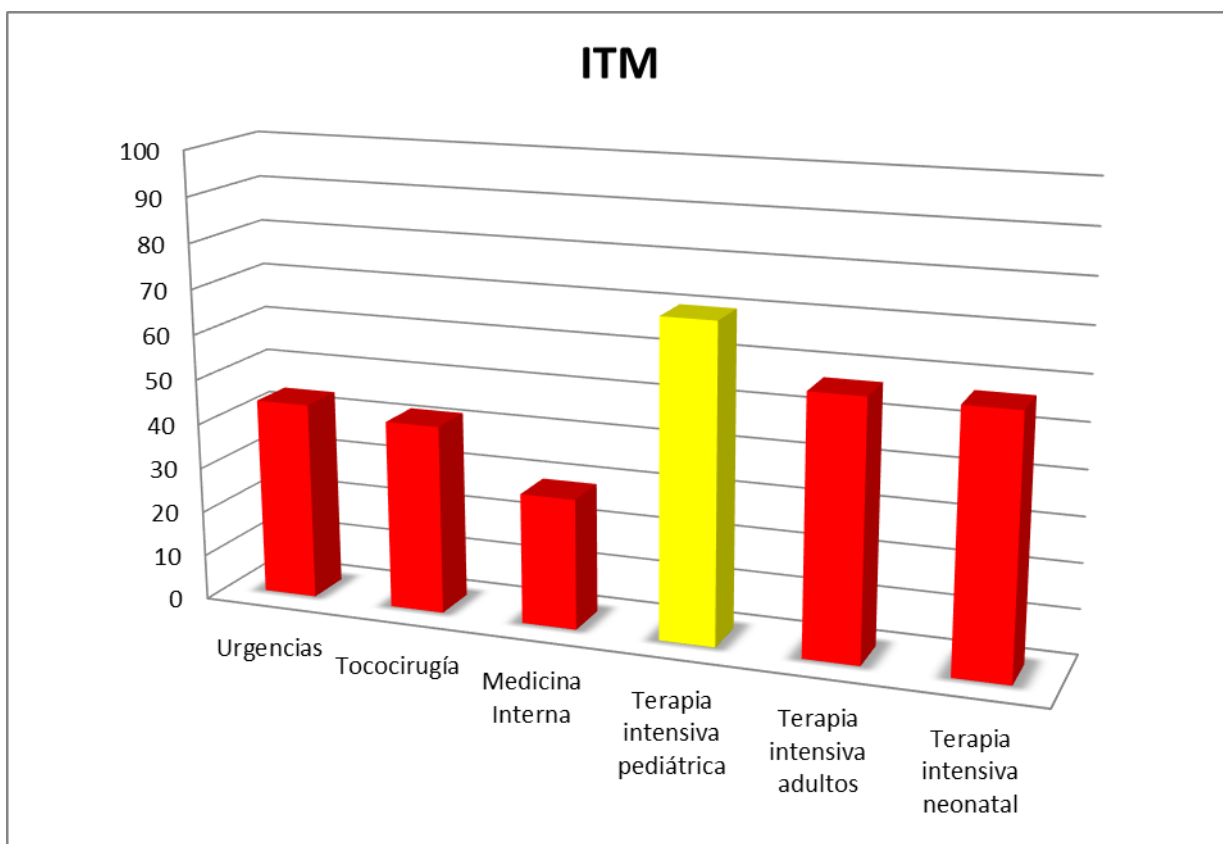
Gráfica 6. Equipo instalado vs Equipo por Norma en Terapia Intensiva Neonatal del HGDMGG

De acuerdo con los resultados obtenidos en cada área, se realizó una tabla del ITM (Tabla 7) donde se observa que la única con un ITM aceptable es Terapia Intensiva Pediátrica. El resto se encuentra en niveles críticos.

Tabla 7. ITM por área

Índice de Tecnología médica por área	
Área	ITM
Urgencias	✘ 44
Tococirugía	✘ 42
Medicina Interna	✘ 29
Terapia intensiva pediátrica	⚠ 70
Terapia intensiva adultos	✘ 57
Terapia intensiva neonatal	✘ 57

Gráfica 7. Índice de Tecnología Médica por área

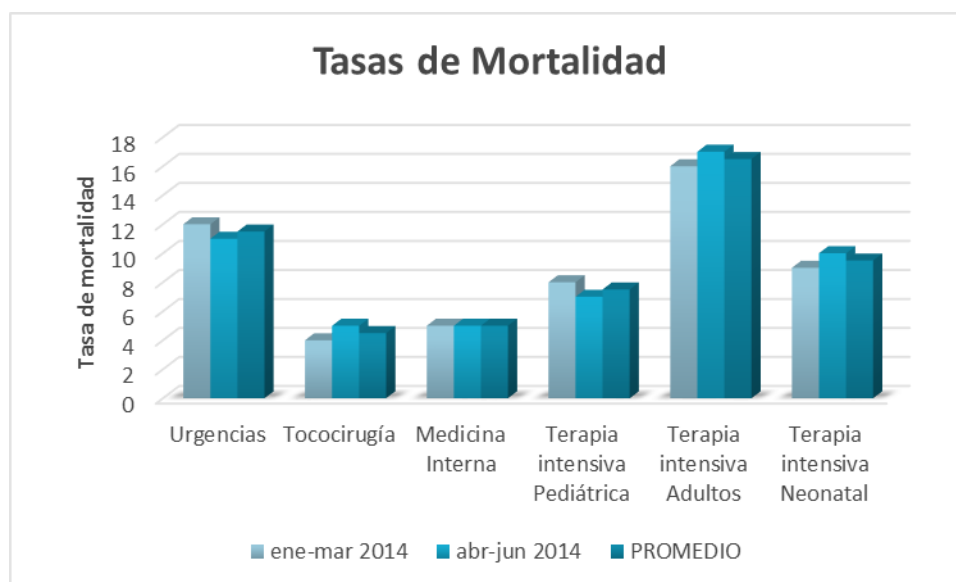


Por otro lado, el departamento de Bioestadística del HGDMGG proporcionó la información relacionada con las tasas de mortalidad de las seis áreas que fueron objeto de estudio (Tabla 8). La estadística la realizan de forma trimestral. Para fines de la investigación se hizo un promedio de los dos períodos.

Tabla 8. Tasas de mortalidad por área

Tasas de Mortalidad			
Hospital General Dr. Manuel Gea González			
	ene-mar 2014	abr-jun 2014	PROMEDIO
Urgencias	12	11	11.5
Tococirugía	4	5	4.5
Medicina Interna	5	5	5
Terapia intensiva Pediátrica	8	7	7.5
Terapia intensiva Adultos	16	17	16.5
Terapia intensiva Neonatal	9	10	9.5

Gráfica 8. Tasas de Mortalidad por área

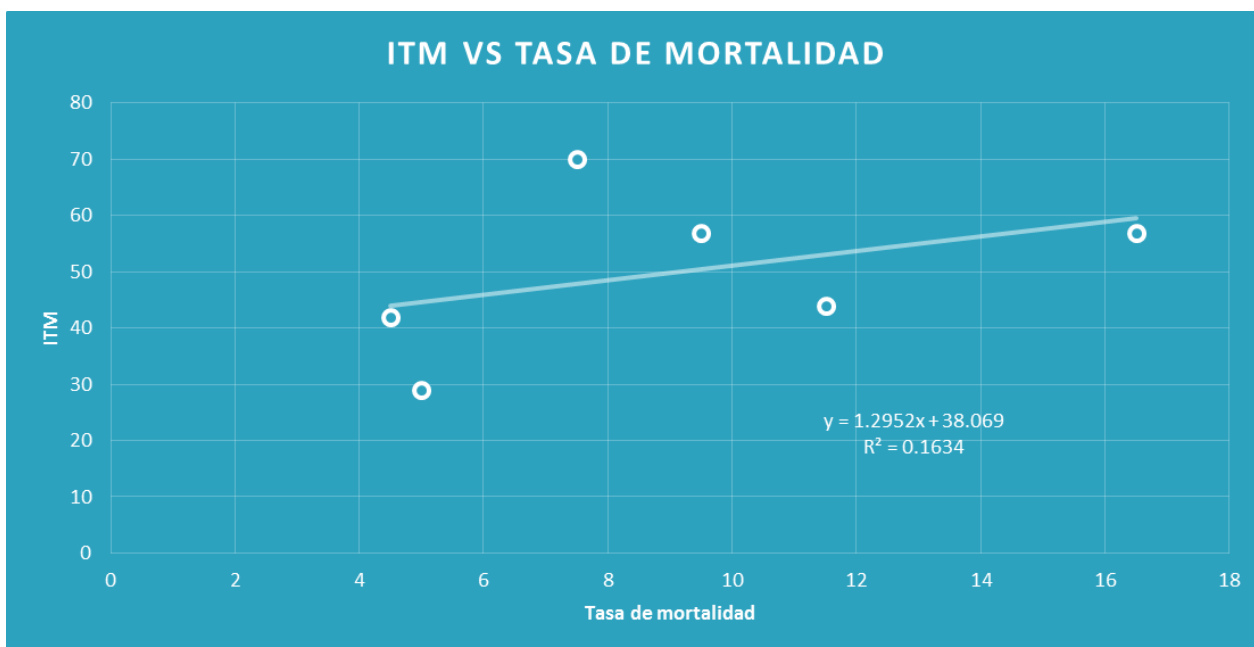


Con los valores de ITM y tasa de mortalidad de cada área, se generaron la tabla y la gráfica 9, con lo que se calculó la ecuación de la recta, coeficiente de determinación, coeficiente de correlación y su grado de correlación.

Tabla 9. ITM vs Tasa de Mortalidad

ITM vs Tasa de Mortalidad		
Área	Tasa de Mortalidad	ITM
Urgencias	11.5	44
Tococirugía	4.5	42
Medicina Interna	5	29
Terapia intensiva pediátrica	7.5	70
Terapia intensiva adultos	16.5	57
Terapia intensiva neonatal	9.5	57

Gráfica 9. ITM vs Tasa de Mortalidad



Ecuación de la recta:

$$y = 1.2952x + 38.069$$
, por tanto es positiva.

Coefficiente de determinación:

$$R^2 = 0.1634$$

Coefficiente de correlación:

$$R = 0.4042$$

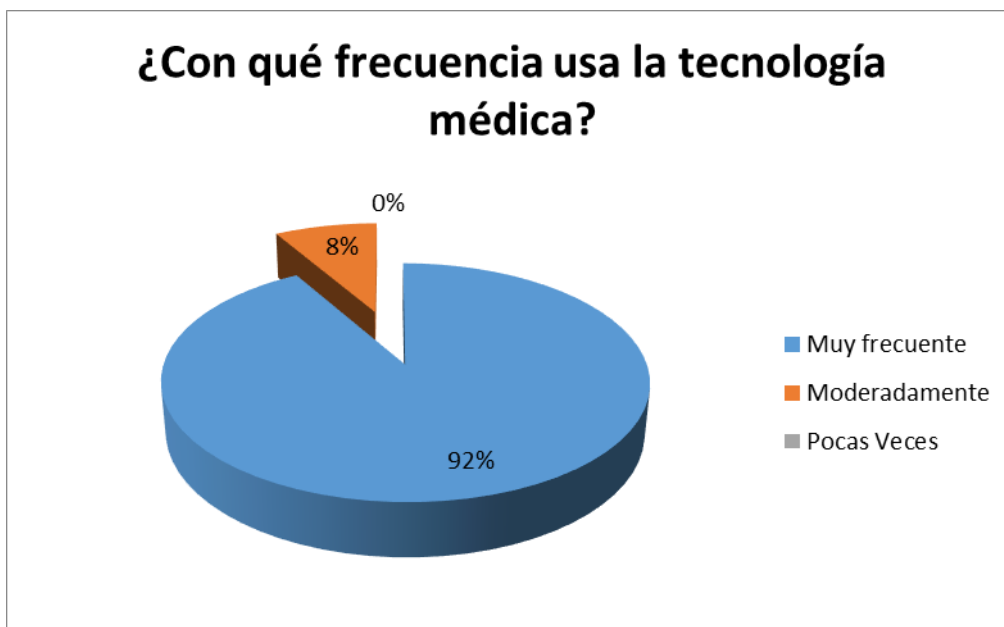
Grado de correlación:

$$40.42\%$$
, por tanto es moderado.

De lo cual se infiere que es una correlación positiva y moderada. Esto quiere decir que la hipótesis de la investigación no se cumplió, sino que se verificó la hipótesis nula, es decir, que no hay una correlación estrecha entre el ITM y las tasas de mortalidad. Cabe destacar que cuando una correlación es moderada no es significativo si es positiva o negativa, ya que tuviera que ser estrecha (mayor a 75%) para poder indicar algo al estudio. La condición para que la hipótesis de la investigación fuera cierta, era que se hubiera obtenido una correlación negativa estrecha, lo cual no se obtuvo. Sin embargo, si podemos notar que de acuerdo a las normas de equipamiento médico existe deficiencia en la cantidad instalada en esas seis áreas médicas estudiadas, ya que sólo una de ellas (Terapia Intensiva Pediátrica) tiene un nivel aceptable, el resto es crítico.

Para el cuestionario: se aplicó a 24 usuarios de la tecnología médica, de las 6 áreas: 4 auxiliares de enfermería, 5 enfermeras especialistas, 6 jefes de servicio, 5 médicos residentes y 4 enfermeras generales. Los resultados se reflejan en las gráficas de la 10 a la 14.

Gráfica 10. Pregunta 1

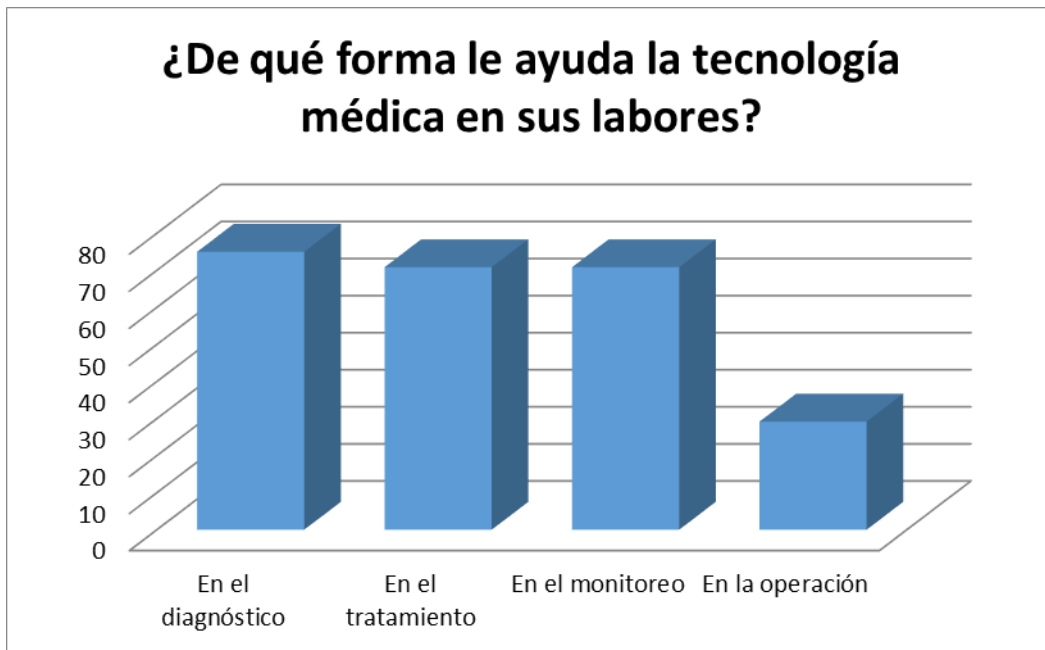


Muy frecuente: **22**

Moderadamente: **2**

Pocas veces: **0**

Gráfica 11. Pregunta 2



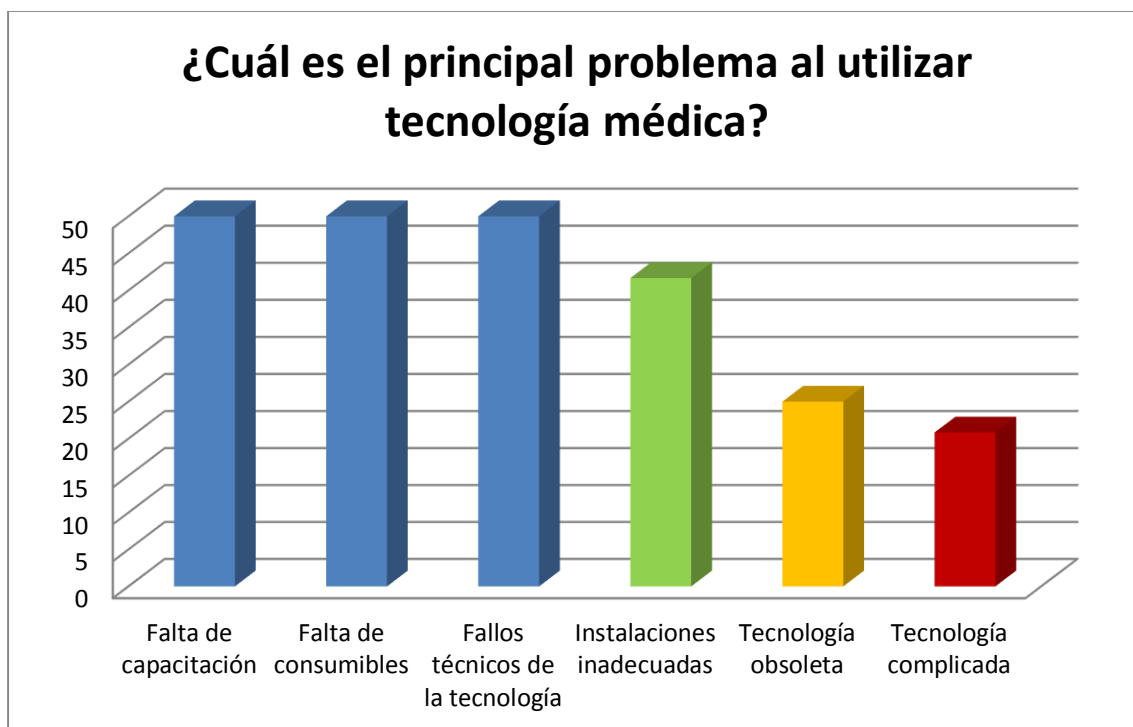
En el diagnóstico: **18**

En el tratamiento: **17**

En el monitoreo: **17**

En la operación: **7**

Gráfica 12. Pregunta 3



Falta de capacitación: **12**

Tecnología complicada: **5**

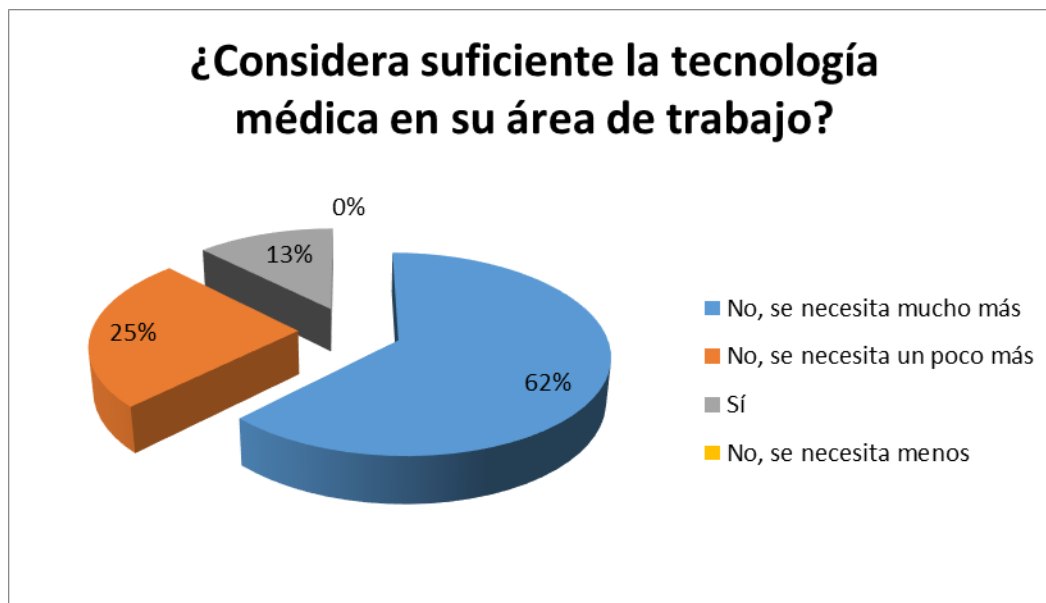
Tecnología obsoleta: **6**

Falta de consumibles: **12**

Fallos técnicos de la tecnología: **12**

Instalaciones inadecuadas: **10**

Gráfica 13. Pregunta 4



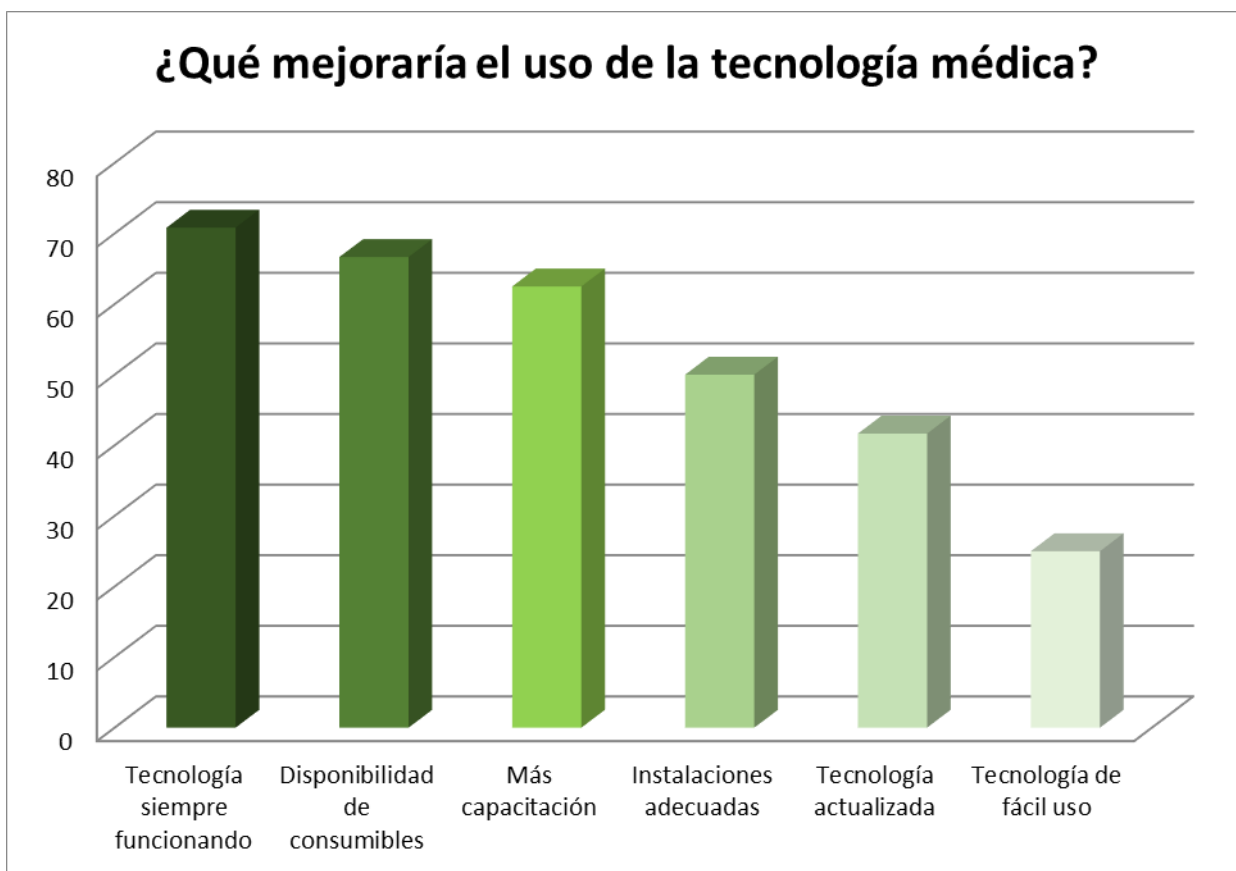
Sí: **3**

No, se necesita mucho más: **15**

No, se necesita un poco más: **6**

No, se necesita menos: **0**

Gráfica 14. Pregunta 5



Más capacitación: **15**

Tecnología actualizada: **10**

Tecnología siempre funcionando: **17**

Instalaciones adecuadas: **12**

Tecnología de fácil uso: **6**

Disponibilidad de consumibles: **16**

Resultados de la aplicación del cuestionario:

- La mayoría de los usuarios (92%) utiliza de forma **frecuente** la tecnología.
- Sus principales usos son para **Diagnóstico, tratamiento y monitoreo**.
- Los principales problemas identificados son la **falta de capacitación** (50%), de **consumibles** (50%) y **fallos técnicos** (50%).
- La mayoría (62%) cree que se **necesita mucho más** tecnología médica.
- Las acciones que los usuarios creen que mejorarían el uso de los equipos médicos son **Tecnología siempre funcionando** (71%), disponibilidad de **consumibles** (67%) y **más capacitación** (63%).

Derivado de la presente investigación se observa de forma general que existen dos grandes problemáticas con relación a la tecnología médica en el HGDMGG:

1. Escasez y/o falta.
2. Sub-utilización de la ya existente.

El problema de la escasez quedó demostrado con el inventario realizado, donde se puede ver el número de equipos existentes contra lo que debería tener por norma es inferior en la mayoría, dando como resultado un ITM crítico en 5 de las 6 áreas estudiadas. El porqué de la escasez es un círculo vicioso que comprende a varios actores: el DIB, el área médica, Servicios Generales- Administración y Secretaría Salud. El DIB no tiene un inventario exacto del equipo médico y por tanto no cuenta con una base para comparar lo que tiene contra lo que debería tener por norma. El DIB tampoco conoce las cantidades que por norma el CENETEC le recomienda tener como mínimo en cada servicio médico. El área médica no solicita al DIB la adquisición de nueva tecnología, ya sea por medio de los usuarios finales, jefes de servicio o médicos adscritos, no le comunica sus necesidades tecnológicas de manera formal y en ocasiones ni siquiera informalmente. El departamento de servicios generales al no recibir peticiones de adquisición de tecnología por parte del DIB y/o por el área interesada, no gestiona con la Administración su compra. Y cuando en contadas ocasiones han recibido alguna petición informal, su respuesta es que no hay presupuesto. El problema de

presupuesto es generado por la Secretaría de Salud, puesta ésta entidad es la encargada de gestionar recursos a las instituciones que tiene a su cargo. Pero se vuelve al inicio del círculo vicioso, ya que las áreas interesadas y el DIB no realizan peticiones de adquisición de tecnología porque de antemano suponen que no hay presupuesto. La Secretaría de Salud podrá alegar que no tiene presupuesto porque el Gobierno destina una cantidad presupuestal insuficiente a la salud de los mexicanos. Pero es labor de todos los niveles del sector salud en México el documentar sus necesidades de forma adecuada.

El segundo problema derivado del presente estudio es la sub-utilización de la tecnología médica en el HGDMGG. De acuerdo con el cuestionario, se observan principalmente tres cuestiones: la **falta de capacitación**, de **consumibles**, de **instalaciones adecuadas** y **fallas técnicas** de los equipos médicos. El DIB es responsable de gestionar la capacitación de los usuarios, pues muchas veces se capacita el personal al momento de la instalación del equipo, pero no se vuelve a hacer en toda la historia del instrumento. Como cualquier área médica tiene una rotación constante de personal, los nuevos usuarios sólo reciben de viva voz la capacitación por medio de sus compañeros con más antigüedad en el servicio, teniendo como resultado que después de un año la mayoría del personal está mal o simplemente no está capacitado. El jefe de servicio tampoco solicita un programa de capacitación formal. En cuanto a la falta de consumibles es responsabilidad de cada área médica el solicitarlos, cosa que no pasa de manera periódica, ya sea porque no existe una planeación adecuada en los pedimentos o porque no hay presupuesto para adquirirlos. El problema del presupuesto tiene el mismo origen del que se habló líneas arriba. En cuanto a las fallas técnicas de los equipos es un poco más complejo de analizar: el DIB no cuenta con suficiente personal para cubrir las necesidades del hospital. Hacen falta ingenieros para poder resolver los problemas técnicos que presentan los equipos. Y la falta de personal se origina porque no hay presupuesto y el DIB no documenta formalmente la necesidad de personal. Cuando un equipo fuera de contrato si es posible revisarlo, en muchas ocasiones se necesitan refacciones, las cuales no se adquieren por falta de presupuesto y de una petición formal. Cuando el equipo

descompuesto está dentro de contrato o garantía, la empresa responsable en ocasiones no atiende en tiempo y forma, ya sea porque el DIB no le da el seguimiento adecuado o porque la empresa contratada no da un buen servicio. Y en muchas ocasiones la empresa contratada no presta un servicio de calidad porque es una empresa pequeña y en algunos casos informal. La razón por la cual se contrata a este tipo de empresas es porque cotizan barato y como el problema de presupuesto está inmerso en todos los niveles, se opta por ellas. Finalmente el problema de instalaciones inadecuadas se deriva de que tanto el área médica interesada como el DIB no hacen una petición formal de su ampliación, modificación o remodelación. El departamento de servicios generales en conjunto con la administración del Hospital es responsable de asegurarse que las instalaciones cumplan con las necesidades de la población que atiende, pero no existe una planeación para este rubro. Se desarrollaron dos diagramas de Ishikawa para ilustrar estos problemas (Figs. 9 y 10).

Figura 9. Diagrama de Ishikawa de la escasez de tecnología en el HGDMGG

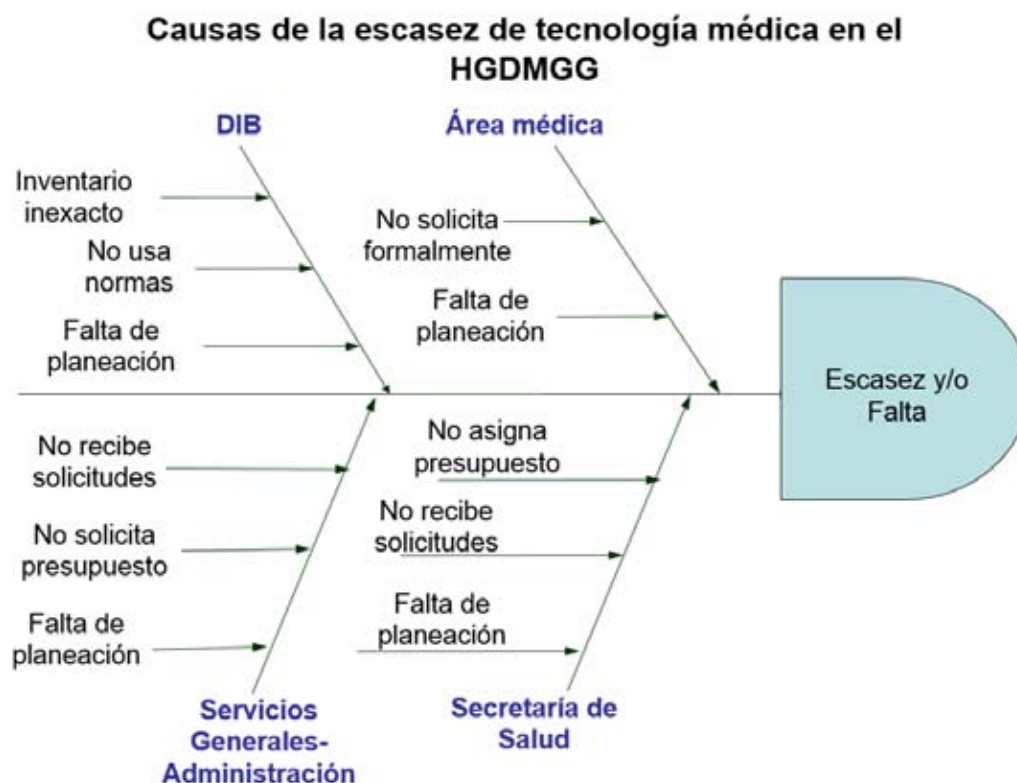
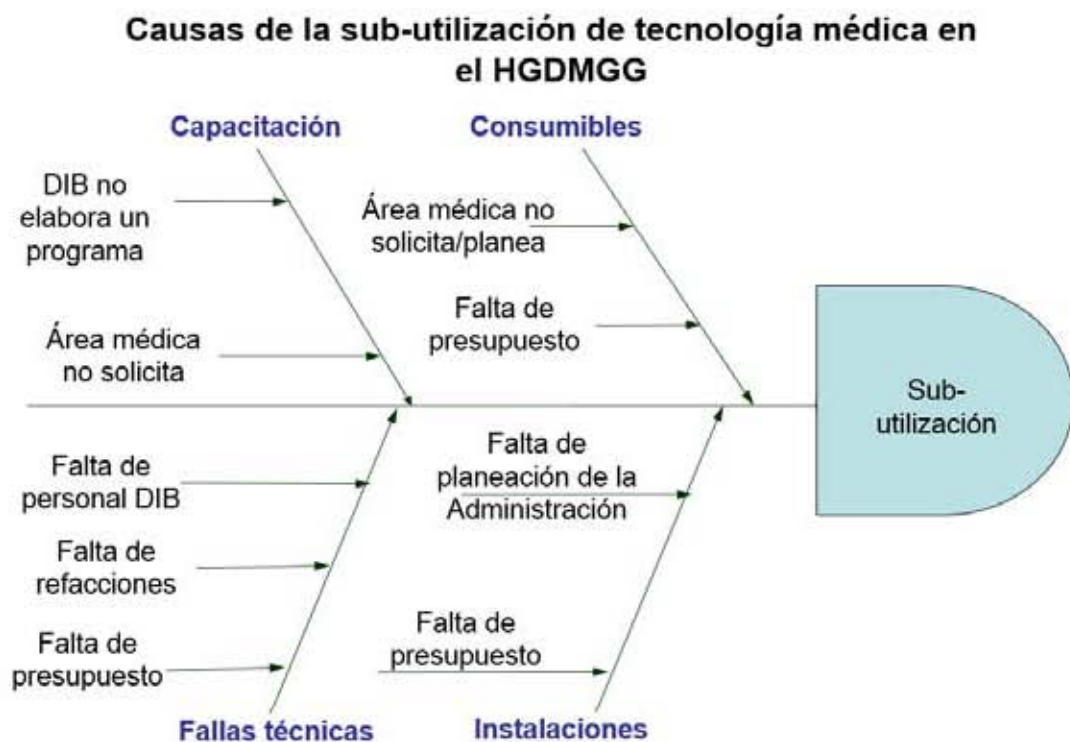


Figura 10. Diagrama de Ishikawa de la sub-utilización de tecnología en el HGDMGG



Capítulo 6. Recomendaciones

Si se divide el problema entre la falta y/o escasez y la sub-utilización de la tecnología médica en el Hospital General Dr. Manuel Gea González (HGDMGG) las recomendaciones derivadas de esta investigación son:

Para el problema de la escasez y/o falta las recomendaciones son las siguientes:

- El Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) debe contar con un inventario actualizado y exacto de todos los equipos médicos de la institución.
- El DIB debe realizar una comparación de lo que el Hospital tiene contra lo que por la Norma Oficial Mexicana NOM-197-SSA1-2000 debe tener.
- En conjunción con el Jefe de Servicio del área interesada, el DIB deberá obtener las necesidades tecnológicas para después asesorarlo técnicamente, proporcionándole fichas técnicas de los equipos para ver si cumplen con las necesidades de su área.
- El DIB deberá elaborar una solicitud de adquisición de tecnología documentada por cada área en conjunto con el Jefe de Servicio, basada en la norma NOM-197-SSA1-2000, y presentarla a la Subdirección de Servicios Generales y/o Administración.
- En el caso de no contar con presupuesto, la Administración del Hospital debe hacer solicitud formal hacia la Secretaría de Salud, presentando la documentación necesaria, sobre la necesidad de equipar las áreas interesadas.
- El DIB deberá contar con una base de datos actualizada que le informe sobre la fecha de instalación de cada tecnología, para que en 10 años máximo a su ingreso gestione su posterior actualización y salida.

Para el problema de la sub-utilización, las recomendaciones son las siguientes:

- El DIB deberá elaborar un programa de capacitación por cada equipo y área del HGDMGG.

- Los Jefes de Servicio deberán estar involucrados con la capacitación técnica de los equipos, solicitándolas cuando crean pertinente por causa de la rotación de su personal.
- El Jefe de Servicio debe realizar una planeación para el pedimento de los consumibles, a fin de evitar la inutilización de los equipos.
- El área de Servicios Generales debe planear anualmente la cantidad y clase de consumibles que utilizarán los equipos médicos, para considerar este gasto en el presupuesto anual. Esta información la debe obtener de cada área médica.
- El DIB debe documentar las razones por las cuales necesita más ingenieros, basándolas principalmente en la necesidad de atender los mantenimientos correctivos de los equipos que se encuentran fuera de servicio.
- El DIB debe documentar la necesidad de presupuesto para adquirir refacciones que solucionarán los desperfectos de los instrumentos.
- El DIB en conjunto con el Jefe de servicio del área involucrada deben documentar la necesidad de contratar empresas certificadas y/o proveedores exclusivos a la Administración, a fin de evitar la baja calidad de la atención por empresas pequeñas o irregulares.
- El Jefe de Servicio en conjunto con el DIB deben presentar una solicitud formal a la Administración sobre la necesidad de ampliar, remodelar o modificar las instalaciones para el correcto funcionamiento de los equipos, o en su caso para ampliar la base instalada de los mismos.
- La Administración debe contar con una planeación de tipo económica y arquitectónica para mantener siempre en buenas condiciones las instalaciones del nosocomio y así elevar la calidad de la atención médica.

Conclusiones

Aunque no se encontró una correlación estrecha entre el Índice de Tecnología Médica (ITM) y las Tasas de Mortalidad, se halló que el problema de la escasez y falta de tecnología médica en el Hospital General Dr. Manuel Gea González (HGDMGG) alcanza niveles críticos, pues de las 6 áreas estudiadas, ninguna tuvo un nivel ideal de ITM, teniendo 5 de ellas niveles críticos y apenas una aceptable. Las causas principales son que el Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) en conjunto con el área médica no solicitan una petición documentada y con base en la norma NOM-197-SSA1-2000 para adquirir tecnología nueva o reemplazar la que ya está obsoleta. El departamento de Servicios Generales en conjunto con la Administración tampoco tiene un programa de ampliación y renovación de la tecnología del hospital, aduciendo siempre la falta de presupuesto. La Secretaría de Salud y a su vez el gobierno mexicano no asigna el suficiente presupuesto a este tipo de Instituciones, cerrando el círculo vicioso que deriva en la disminución de la calidad en la atención médica, ya que tanto el DIB como el área médica no solicitan nuevos equipos porque suponen siempre que no hay dinero para adquirirlos. La recomendación para convertir este círculo en virtuoso es realizar una petición documentada y con base en normas en todos los niveles: operativo, administrativo y financiero.

Muchos de los equipos médicos del HGDMGG son sub-utilizados debido a falta de capacitación, consumibles, fallas técnicas e instalaciones inadecuadas. Todos estos problemas pueden solventarse con una buena planeación, tanto técnica como presupuestal. Es quitarse el paradigma de “no hay presupuesto” y ser más proactivos, tanto el médico residente, la enfermera, el jefe de servicio, el ingeniero biomédico y el administrador del hospital. Si se empiezan a documentar los problemas, se respaldan en normas y se le da un constante seguimiento podemos empezar a cambiar paradigmas y elevar el nivel de atención sanitaria en nuestro país.

Anexos

Anexo A. Petición para llevar a cabo la investigación y utilizar el nombre del Hospital General Dr. Manuel Gea González.....	69
Anexo B. Autorización de la Jefatura de Ingeniería Biomédica para llevar a cabo la investigación y el nombre del Hospital General Dr. Manuel Gea González.....	70
Anexo C. Cuestionario.....	71

México, Distrito Federal, a 4 de noviembre de 2013

**ING. EDNA SANTA RANGEL RANGEL
ENCARGADA DEL AREA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
DEL HOSPITAL GENERAL DR. MANUEL GEA GONZÁLEZ**

PRESENTE.

Con motivo de dar término a mis estudios de Maestría en Administración (Sistemas de Salud) en la Unidad de Posgrado de la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM y considerando que en el ámbito de la Ingeniería Biomédica existen situaciones que pueden ser mejoradas, es lo que motiva que atentamente solicite a usted su autorización para utilizar el nombre del Hospital General Dr. Manuel Gea González en la investigación cuyo tema es "Análisis de la escasez de tecnología médica en el Hospital General Dr. Manuel Gea González"

Esperando verme favorecido con su anuencia.

ATENTAMENTE



ING. MARCOS IVAN MARTÍNEZ SUÁREZ





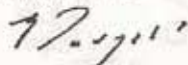
México D. F. a 6 de noviembre del 2013.
DIB/230/2013

ING. MARCOS IVAN MARTÍNEZ SUÁREZ

Con relación a su escrito de fecha 4 de noviembre del año en curso, la Institución que represento en mi carácter como Encargada del área de Ingeniería Biomédica, no tiene ningún inconveniente en que sea utilizado el nombre del Hospital General Dr. Manuel Gea González, para el trabajo de investigación denominado **Análisis de la escasez de tecnología médica en el Hospital General Dr. Manuel Gea González**, considerando las aportaciones que brindará en beneficio de la Institución, así como de la comunidad a quien se dirigen dichas acciones.

Sin más por el momento.

ATENTAMENTE


ING. EDNA RÁNGEL RANGEL
ENCARGADA DE INGENIERIA BIOMEDICA

Anexo C: Análisis del impacto de la escasez de tecnología médica en el Hospital General Dr. Manuel Gea González

Cuestionario

Puesto que desempeña: _____

1. ¿Con que frecuencia utiliza la tecnología médica para desempeñar sus labores?

Muy frecuente

Moderadamente

Pocas veces

2. ¿De qué forma le ayuda la tecnología médica en sus labores? Puede elegir más de una respuesta.

En el diagnóstico

En el tratamiento

En el monitoreo

En la operación

3. ¿Cuál es el principal problema que tiene al utilizar tecnología médica? Puede elegir más de una respuesta.

Falta de capacitación

Tecnología complicada

Tecnología obsoleta

Falta de consumibles

Fallos técnicos de la tecnología

Instalaciones inadecuadas

4. ¿Considera suficiente la cantidad de tecnología médica en su área de trabajo?

Sí

No, se necesita mucho más

No, se necesita un poco más

No, se necesita menos

5. De las siguientes acciones ¿Cuál cree que mejoraría el uso de la tecnología médica en su área? Puede elegir más de una respuesta.

Más capacitación

Tecnología actualizada

Tecnología siempre funcionando

Instalaciones adecuadas

Tecnología de fácil uso

Disponibilidad de consumibles

Gracias

Glosario

CENETEC: Centro Nacional de Excelencia Tecnológica.

DIB: Departamento de Ingeniería Biomédica.

DOF: Diario Oficial de la Federación.

FDA: Food and Drug Administration.

HGDMGG: Hospital General Dr. Manuel Gea González.

ITM: Índice de Tecnología Médica.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

Bibliografía

Alleyne GAO. (1998) *Información en salud para todos*. Laerte Packer A, Castro Elaine de Biblioteca Virtual en Salud. Sao Paulo: OPS/OMS. p. 17-34.

Ashley JSA, Pasker P, Beresford JC. (1972) *How much clinical investigation?* s/l: Lancet p. 890-2.

Banta, H. D. (1981) *Policies toward medical technology: an international review*. *International Journal of Health Services*. p. 631-52

Black D. (1979) *The paradox of medical care*. Londres: JR Coll Physicans. p.13:57-65.

Castilla, L. (1991) *Estadística simplificada: para la investigación en ciencias de la salud*. México: Trillas. p. 5-7

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2007) *Modelos y guías de equipamiento para hospitales / Modelo de equipamiento de hospitales generales de 30, 60, 90, 120 y 180 camas*. Vol. 2. México: Secretaría de Salud.

Churchill LR. (1987) *Rationing Health Care in America: perceptions and principles of justice*. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press.

García, P. (1997) *Medicina virtual: en los bordes de lo real*. Madrid, España: Editorial Debate. p. 79-82

Gaynor G H. (1999) *Manual de Gestión en Tecnología. Una estrategia para la competitividad de las empresas*. Colombia: Mc Graw Hill. Colombia. p. 50-52.

Jennet B. (1986) *High technology medicine. Benefits and Burdens*. Oxford University Press. p.53-74.

Lind, Marchal, Wathen.(2008). *Estadística aplicada a los negocios y a la economía*. México: Mc. Graw Hill-Irwin. p. 462.

Rivero O., Tanimoto M. (2000) *El ejercicio actual de la medicina*. México: Siglo XXI editores. p. 9-11, 74-105.

Sánchez A., Báez RM, Tillán S, Alvero Y. (1991) Reflexiones: Información, Salud y Tecnología. *Revista Internacional CMA-AMECA* (1):p 5-8.

Weaver R. (1988) *The diffusion of decision support technology in medicine.*_ The University of Connecticut.

Webster A., (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la Economía*. México: Mc. Graw Hill-Irwin.

White, J K. (1985) Health care in an era of cost containment. *Health Affairs*; pp 105-18

Woolhandler S, Himmelstein DU, Labar B, Lang S. (1987) *Transplanted technology: third world options and first world science*. N Engl: J Med. p.317:504-6.

Arquitectura Verde: la Fachada de la Torre de Especialidades Médicas en México que consume la contaminación. Recuperado el 06 de octubre de 2013 en <http://www.ecoosfera.com/2013/04/arquitectura-verde-la-fachada-de-la-torre-de-especialidades-medicas-en-mexico-que-consume-la-contaminacion/>

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2013) *Gestión de equipo médico en México*. México. Recuperado el 23 de septiembre de 2013 en http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/presentaciones-foro2008/i_clinica/viernes/5PAE_GEM.pdf

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2013) *Modelos de equipamiento*. México. Recuperado el 26 de octubre de 2013 en <http://www.cenetec.salud.gob.mx/interior/modelos equip.html>

Hospital General Dr. Manuel Gea González (2013). *Código de ética*. México. Recuperado el 06 de octubre de 2013 en http://www.hospitalgea.salud.gob.mx/interior/general/codigo_etica.html

Hospital General Dr. Manuel Gea González (2013). *Misión y Visión*. México. Recuperado el 06 de octubre de 2013 en <http://www.hospitalgea.salud.gob.mx/interior/general/misivisi.html>

Hospital General Dr. Manuel Gea González (2013). *Antecedentes*. México. Recuperado el 06 de octubre de 2013 en <http://www.hospitalgea.salud.gob.mx/interior/general/antecede.html>

Moliner LM., Asociación de la Sociedad Española de Hipertensión. (2003). *Elección de los puntos de corte para convertir una variable cuantitativa en cualitativa*. Recuperado el 19 de octubre de 2013 en <http://www.seh-lelha.org/pdf/pcorte.pdf>

Portal de Obligaciones de Transparencia (2012). *Hospital General Dr. Manuel Gea González*. Instituto Federal de Acceso a la Información: México. Recuperado el 07 de octubre de 2013 en <http://portaltransparencia.gob.mx/pot/informe/consultarInforme.do?method=consultarInforme&idInforme=16& idDependencia=12195& idDependencia=12195>

Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (2013). *Definiciones*. Recuperado el 10 de octubre de 2013 en <http://www.somib.org.mx/define.html>

Referencias

1. <http://www.hospitalgea.salud.gob.mx>
2. <http://www.hospitalgea.salud.gob.mx/interior/general/misivisi.html>
3. [http://www.hospitalgea.salud.gob.mx/descargas/Libro Blanco Torre de Especialidades.pdf](http://www.hospitalgea.salud.gob.mx/descargas/Libro_Blanco_Torre_de_Especialidades.pdf)
4. <http://www.ecoosfera.com/>
5. <http://www.cenetec.salud.gob.mx/>
6. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/197ssa10.html>
7. www.somib.org.mx