

Universidad de Guanajuato



Campus León, División de Ciencias e Ingenierías
Memoria de Ejercicio Profesional

“Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Ángeles León”

Presenta:

Edgar González Campos

Para obtener el grado de:

Licenciado en Ingeniería Biomédica

Asesores:

Ing. César Iván Gonzalez Pérez

Dr. Arturo Vega González

León Guanajuato, Noviembre de 2018



Dedicatoria


A mis padres, Rosalinda y Luis Humberto, por ser mi ejemplo a seguir en perseverancia y dedicación, valores que me han traído hasta este punto. Por ser ese pilar de apoyo y amor incondicional durante toda mi vida y ser ese empuje que me sacó adelante cuando más lo necesité.

A mi hermano Luis Omar quien ha sido mi compañero, cómplice y un gran soporte en todo momento. A mi familia, a mis abuelos, tíos y primos por ser las bases de todo lo que soy, y porque siempre me motivaron a no dejar de estudiar y a seguirme preparando.

A mis amigos que pasaron a ser como mis hermanos y siempre estuvieron presentes en los mejores y peores momentos, apoyándome durante este largo proceso: Miguel, Carlos, Roberto, Rafa.

A mis compañeros de la universidad que terminaron convirtiéndose en grandes amigos y que en incontables ocasiones me ayudaron a salir adelante en la carrera. En especial a los IBS, por los gratos momentos pasados en clases, por esas tardes y noches de estudio, por hacer que estos años fueran una experiencia extraordinaria.

A todos ustedes que me han dejado claro que nunca caminaré solo, les dedico este, mi primer logro de grado académico



Agradecimientos

Quiero agradecer a todo el personal del Hospital Ángeles León por su colaboración para el desarrollo de mi ejercicio profesional. Al ingeniero César González por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, por el conocimiento compartido durante el desarrollo de este proyecto y en estos años de conocerlo. Por ser mi mentor en este que es el comienzo de mi carrera profesional.

Al Dr. Arturo Vega por el apoyo que me brindó durante mi carrera para el desarrollo de mis proyectos. Por orientarme en importantes decisiones académicas, por su tiempo y paciencia para codirigir este proyecto.

A mis compañeros del Departamento de Ingeniería Biomédica, la ingeniera Dolores López, la ingeniera Luzbedi Cabrera y al ingeniero Marco Ontiveros, por recibirme y aceptarme de grata forma como parte del equipo. Por sus enseñanzas, paciencia y el tiempo dedicado para que mi adaptación al trabajo se desarrollara de buena forma.

Finalmente, a la Universidad de Guanajuato y a todos mis maestros por brindarme el espacio y las herramientas para llegar hasta este punto. Al personal académico, administrativo y a todos los que participaron directa o indirectamente en mi desarrollo académico y profesional.



ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen	1
1.- Introducción	1
1.1 El ingeniero biomédico y la ingeniería Clínica	1
1.2 Equipos médicos: Ciclo de vida y Gestión	2
1.3 Ingeniería Clínica e Infraestructura Hospitalaria	5
1.4 Regulaciones Normativas	6
2.- Hospital Ángeles León	7
2.1 Descripción de la Empresa	7
2.2 Departamento de Ingeniería Biomédica	8
2.3 Historial Profesional	10
3.- Desarrollo Profesional, Metodologías	10
3.1 Atención de Reportes y Capacitación a Usuarios	10
3.2 Recepción y Puesta en Marcha de Equipo Médico	11
3.3 Evaluación Tecnológica	12
3.4 Mantenimientos Preventivos y Correctivos	12
3.5 Asistencia Técnica en Cirugías	13
3.6 Evaluación Normativa	14
3.7 Atención y Supervisión a Proveedores	15
3.8 Verificación y Mantenimiento de Instalaciones	15
Discusión y Conclusiones	19
Bibliografía	20
Anexo 1: Tabla de Normas Oficiales Mexicanas	21
Anexo 2: Funciones Específicas del DIB	22
Anexo 3: Ejemplo de Checklist de Verificación	23
Anexo 4: Formato de Recepción de Equipo	24
Anexo 5: Formato de Evaluación Normativa	25
Anexo 6: Carta de no Invasión de Privacidad	26
Anexo 7: Cartas de Aceptación de Memoria	27



RESUMEN

La presente memoria de ejercicio profesional describe el papel que tiene un ingeniero biomédico dentro del departamento de ingeniería biomédica en el “Hospital Ángeles León”. En ella se da una breve introducción a la ingeniería clínica como especialidad de la Ingeniería Biomédica. Se detallan los objetivos buscados y por los cuales existe el departamento en el hospital. Además, se describen de manera puntual las actividades que un ingeniero biomédico lleva a cabo en el ejercicio de su profesión dentro del hospital.

Así mismo, se presenta un análisis de como dichas actividades influyen para lograr los objetivos que se han planteado a nivel corporativo para la existencia del departamento. Entre estos objetivos resaltan principalmente dos: El primero, prolongar la vida útil de los equipos médicos como activos del hospital, y el segundo, que es conformar un equipo multidisciplinario por profesionales de la salud como lo son médicos, enfermeras e ingenieros biomédicos. Esto en favor de garantizar la seguridad del paciente mientras recibe atención médica.

Finalmente se discute sobre la importancia que toma el ingeniero biomédico dentro del hospital ya sea como Jefe de Ingeniería Biomédica, o bien, como Técnico de Ingeniería Biomédica. Se hace un análisis sobre como los conocimientos adquiridos durante el estudio de la carrera han sido utilizados para llevar a cabo el desarrollo de las actividades de un ingeniero clínico dentro del hospital, así como los conocimientos adquiridos en la etapa laboral.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 EL INGENIERO BIOMÉDICO Y LA INGENIERÍA CLÍNICA

La Ingeniería Biomédica como área multidisciplinaria ofrece a sus profesionales un panorama bastante amplio para el desarrollo profesional. La carrera de Ingeniería Biomédica brinda herramientas teóricas y prácticas que dependen de las fortalezas de la institución educativa y de los intereses del estudiante. Esto tiene un impacto en el desarrollo profesional, ya que puede diversificarse significativamente en el área laboral.

La definición de ingeniero biomédico de acuerdo con Joseph D. Bronzino ^[1] es: “*Un profesional que aplica conocimientos de electricidad, mecánica, química, óptica y otros principios de ingeniería para comprender, modificar o controlar los sistemas biológicos (es decir, humanos y animales) así como diseñar y fabricar productos que puedan monitorizar funciones fisiológicas y ayudar en el diagnóstico y tratamiento de pacientes*”. Dentro de la Ingeniería Biomédica se pueden identificar subcategorías. Las cuales se definen por una especialización en diferentes temas, todos ellos relacionados de alguna u otra manera con los sistemas biológicos y la medicina (Fig. 1).

Cuando los ingenieros biomédicos trabajan en un hospital o clínica de salud, son normalmente referenciados como “Ingenieros Clínicos”.

El Colegio Americano de Ingeniería Clínica (ACCE por sus siglas en inglés) define al ingeniero clínico de la siguiente manera: “Un profesional que apoya y promueve la atención al paciente mediante la aplicación de habilidades de ingeniería y gestión a la tecnología de la salud” [2].



Fig. 1 Subcategorías de la Ingeniería Biomédica [1]

La ingeniería clínica es un campo interdisciplinario practicado en una variedad de entornos y que presenta una gran diversidad de desafíos. Conforme la medicina evoluciona, y se vuelve más compleja, las necesidades tecnológicas exigen también mayor grado de complejidad. Sin embargo, la complejidad que se ha alcanzado en ambos campos hace que el entendimiento y coordinación de uno con el otro se torne un proceso difícil. El cual, requiere profesionales que posean conocimientos de ambas partes. En este sentido podemos hablar del Ingeniero Clínico como el puente de comunicación entre el mundo de medicina y el mundo de la tecnología. En palabras de la ACCE “El Ingeniero Clínico es, por educación y capacitación, un solucionador de problemas, trabajando con sistemas humanos y tecnológicos complejos” [2].

1.2 EQUIPOS MÉDICOS: CICLO DE VIDA Y GESTIÓN

La Ingeniería Clínica como especialidad de la Ingeniería Biomédica lleva consigo el estudio y desarrollo de diversas actividades, que por definición tiene como eje principal la gestión del equipo médico. Sin embargo, el ingeniero clínico ha ido tomando terreno en la toma de decisiones que involucran al equipo médico durante todo su ciclo de vida dentro del hospital.

El ciclo de vida del equipo médico comienza cuando se desarrolla tecnología innovadora que ofrece la posibilidad de desarrollar un nuevo producto. Posteriormente pasa por un proceso de investigación y desarrollo que culminará una vez que el prototipo haya pasado las pruebas de seguridad correspondientes.

Una vez que el producto ha sido aprobado, comenzará la fase de comercialización. En este punto el equipo médico ingresará al hospital. A partir de este momento la responsabilidad de gestionar y mantenerlo durante su vida útil será responsabilidad del ingeniero clínico (Fig. 2)

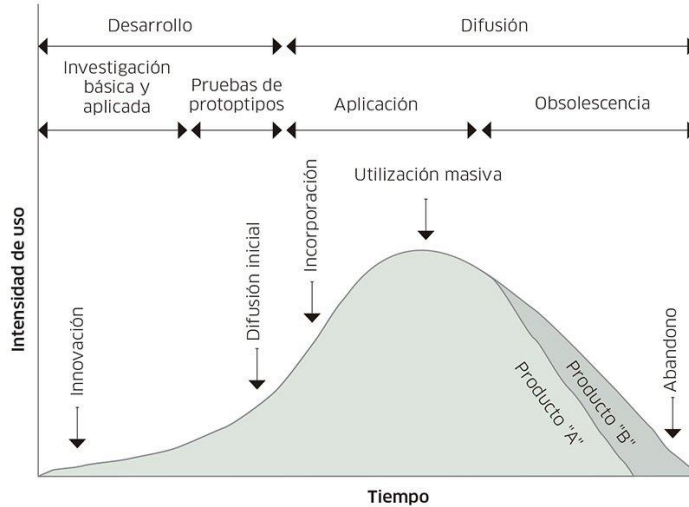


Fig. 2 Ciclo de vida útil del equipo médico [4]

El ciclo de vida de un equipo médico dentro del hospital por sí mismo se divide en diferentes etapas. Todas ellas involucran tareas que buscan los siguientes objetivos; el correcto funcionamiento del equipo, garantizar la seguridad del paciente, anticipar las necesidades tecnológicas del hospital y prolongar la vida útil del equipo médico (Fig.3).

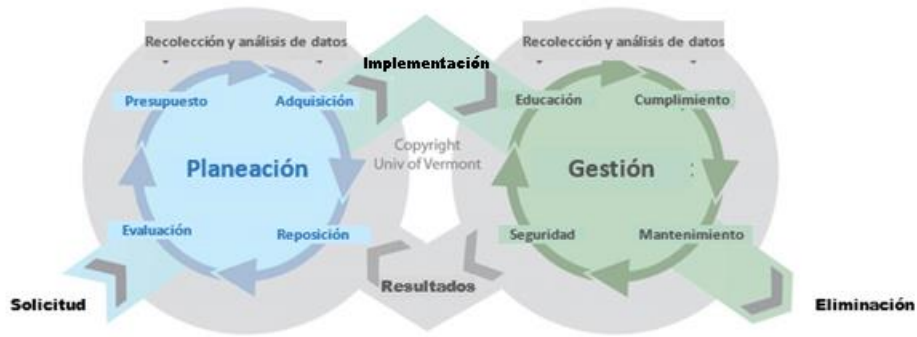


Fig. 3 Participación del ingeniero biomédico dentro del ciclo de vida del equipo médico, Universidad de Vermont [3]

Como se muestra en la Fig. 3, el ciclo de vida útil del equipo médico dentro del hospital se divide en dos etapas principales: la planeación y la gestión. El ciclo comienza con necesidades y solicitudes por parte de médicos y administradores de hospitales. Esto da lugar al proceso de planeación, el cual implica en principio, la evaluación de tecnologías. Para este proceso se pone en perspectiva las necesidades y condiciones del hospital (si es posible albergar la tecnología), si esta es viable económicamente (Fig. 4), y si dicha tecnología se alinea con el plan estratégico del hospital (visión corporativa). Una vez realizada la evaluación, si la tecnología cumple satisfactoriamente con los requisitos descritos, se asigna un presupuesto para ella y pasa a la siguiente fase del ciclo donde se evalúan posibilidades para su adquisición.

Durante el proceso de adquisición se definen de manera puntual las necesidades y las características de la tecnología. Se crea contacto con distintos proveedores que proporcionarán diferentes posibilidades al hospital. Con esto también se negociará el modelo de adquisición, pudiendo ser una compra, renta o comodato. Finalmente se tomará la decisión de que tecnología se adecua más a las necesidades y posibilidades del hospital.

La planeación como primera fase del ciclo de vida de la tecnología médica, dependiendo del establecimiento, se lleva a cabo por un equipo multidisciplinario. El equipo puede incluir médicos, personal administrativo del hospital e ingenieros clínicos. La participación del ingeniero clínico es de suma importancia en dicha fase ya que los conocimientos técnicos que aporta en las etapas de evaluación y adquisición pueden determinar si la tecnología que se va a incorporar es la correcta, y si esta terminará por cumplir la función por la cual fue adquirida.

La segunda fase del ciclo de vida del equipo médico es la de Gestión (Fig.3), esta fase comienza una vez que se instala e implementa la nueva tecnología médica en el hospital.

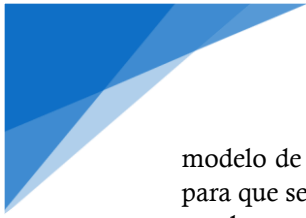
La primera etapa de la fase de gestión consiste en la educación o capacitación. En ella se imparte entrenamiento teórico y práctico al personal que estará encargado de la utilización del equipo nuevo. Pudiendo ser médicos, personal de enfermería, técnicos radiólogos, laboratoristas etc. La fase de educación por lo general corre en su totalidad a cargo del ingeniero clínico. Ya sea directamente impartiendo la capacitación, o bien, gestionando para que un proveedor externo sea quien imparta la capacitación.



Fig. 4 Costos Ocultos en la Incorporación de un Equipo Médico

A continuación, comenzará la etapa de cumplimiento. En esta etapa el ingeniero clínico es responsable de asegurarse de que la tecnología esté cumpliendo con el fin para el cual fue obtenida. Dentro de esta etapa está implícita la verificación de documentación que avale que el equipo cumple con los requerimientos mínimos de operación, como lo puede ser seguridad eléctrica, calibraciones correspondientes, trazabilidad en estas etc. Dicha documentación se obtiene al momento de adquirir el equipo y se renueva cada vez que se le realiza mantenimiento.

La siguiente etapa del ciclo de vida del equipo médico corresponde al mantenimiento. Esta etapa resulta fundamental para el correcto funcionamiento del equipo, además de ayudar a prolongar su vida útil. El mantenimiento preventivo calendarizado suele ser programado por el ingeniero clínico. Dependiendo del



modelo de gestión, puede ser realizado por el mismo ingeniero o ser subrogado a un proveedor externo para que sea realizado. Dentro de esta etapa se incluyen también las verificaciones de rendimiento que se pueden realizar aleatoriamente, así como las pruebas de seguridad que se realizan dentro del mantenimiento preventivo o de manera esporádica. Esto da lugar a la siguiente etapa del ciclo, el de la seguridad. Es de vital importancia realizar la evaluación de que implicaciones lleva consigo el uso de la tecnología médica. De qué manera puede esta afectar al paciente, es decir, riesgos, probables complicaciones, etc. Pese a que la tecnología médica se utiliza para ofrecer mejores posibilidades al paciente en su tratamiento, resulta fundamental evaluar que tanto puede ayudar y que tanto puede afectar. Naturalmente este ejercicio es realizado por los médicos. Sin embargo, existen casos donde también participan profesionales de distintas áreas como lo pueden ser ingenieros clínicos o físicos médicos.

Finalmente, la última etapa del ciclo que corresponde a la eliminación se puede dar por diversos motivos. El primero de ellos es cuando la vida útil del equipo ha llegado a su fin. En México, el tiempo de vida útil estipulado para los equipos médicos corresponde a 5 años ^[5]. Otra posible razón es el caso de que el equipo sufra una falla cuya reparación sea más costosa que la adquisición de tecnología nueva. Mantener el equipo deja de ser económicamente rentable y usualmente se opta por darlo de baja. Otro posible motivo es la obsolescencia que la tecnología médica alcanza pasado determinado tiempo, la aparición de nuevos dispositivos menos dañinos o más precisos acelera el tiempo de vida útil del equipo médico.


El proceso de eliminación y disposición final culmina una vez que el equipo dado de baja abandona el hospital. Como se mencionó anteriormente, la logística de eliminación es un factor que debería abordarse desde la primera fase del ciclo de vida del equipo que es la planeación y que entra en los costos ocultos que se ilustran en la Fig.4.

Un pilar importante dentro del ciclo de vida de la tecnología médica es la recolección y análisis de datos. Se lleva a cabo durante todo el ciclo de vida del equipo médico y consiste en monitorizar permanentemente el estado de la tecnología. Primero, durante la fase de planeación se analizan cuestiones como el estado del mercado de tecnología para la salud, problemas frecuentes o de seguridad de los dispositivos, tendencias médicas, estado de las aseguradoras, entre otros. Por otra parte, la recolección de datos en la fase de gestión representa la experiencia, satisfacción y rentabilidad del equipo. Para ello se recolectan datos como el total de usos, costos de soporte, mantenimiento y errores de usuario comunes. La utilidad de los datos recolectados se ve reflejada una vez que se comienza nuevamente con la fase de planeación para la incorporación de una nueva tecnología, esta vez con un contexto de experiencia que servirá al personal del hospital para tomar mejores decisiones ^[4].

1.3 INGENIERÍA CLÍNICA E INFRAESTRUCTURA HOSPITALARIA

Si bien es cierto que la ingeniería clínica tiene como eje central el correcto funcionamiento de los dispositivos médicos utilizados dentro del hospital y la gestión de la vida útil de los mismos, con el paso del tiempo esta disciplina ha ido evolucionando para llegar a abarcar aspectos de vital importancia dentro de los hospitales. La influencia del ingeniero clínico dentro del hospital ha alcanzado a sectores que anteriormente eran responsabilidad de otros profesionales o incluso se llegaban a pasar por alto. Uno de estos sectores es la de las instalaciones e infraestructura hospitalaria.

En este sentido, la Asociación Americana de Hospitales (AHA por sus siglas en inglés) asigna el término de “Healthcare Facility Manager” o bien “Administrador de instalaciones hospitalarias” para el profesional encargado de gestionar distintas áreas de la infraestructura hospitalaria ^[7].



Entre sus responsabilidades están definidas:

- Planificación, diseño y dirección de actividades relacionadas con proyectos de construcción y renovación. Estas actividades incluyen, pero no se limitan a la solicitud y evaluación de ofertas y consultas con arquitectos, ingenieros y varios contratistas ^[7].
- La conformidad de la instalación con todos los códigos y normas aplicables, incluidas las agencias locales y federales, así como las organizaciones privadas de certificación ^[7].
- Desarrollo y gestión de capital, presupuestos operativos y negociación de acuerdos de servicios ^[7].
- Desarrollo y administración de políticas y procedimientos para administrar los recursos humanos del departamento de administración de instalaciones ^[7].

Por lo tanto, deberá contar con conocimientos que abarquen temas como:


- Refrigeración
- Vapor y Agua caliente
- Distribución Eléctrica
- Plantas de emergencia
- Gas medicinal
- Sistemas de tierra

Existen razones para pensar que un ingeniero clínico puede colaborar también con el mantenimiento, gestión y planeación de nueva infraestructura hospitalaria. Esto con base en la capacidad que tiene el ingeniero clínico para entender cómo se maneja el entorno hospitalario, ya que posee la sensibilidad requerida para saber qué consecuencias puede tener una mala instalación de gases o una red eléctrica defectuosa, por citar algunos ejemplos ^[6].

Operar y gestionar sistemas de aislamiento eléctrico en quirófanos, redes de gases medicinales, sistemas de ventilación con flujo laminar, blindajes de protección radiológica son actividades que requieren habilidades y conocimientos de ingeniería. En general la formación profesional del ingeniero clínico le provee de herramientas suficientes que sirven para entender sofisticados equipos médicos como instalaciones hospitalarias en general. Del mismo modo, manejar presupuestos y dirigir equipos de trabajo son actividades que se realizan en gestión de equipamiento médico y en gestión de infraestructura. Aunque es posible que un ingeniero clínico no identifique la diferencia entre un enfriador de 500 toneladas y una torre de enfriamiento, si es posible que, con una exposición mínima a estos equipos y una revisión bibliográfica, pueda encontrar los principios físicos que rigen a estos equipos, y por lo tanto entender y gestionar el equipo de forma correcta.

1.4 REGULACIONES NORMATIVAS

La gestión y desarrollo efectivos de los departamentos de ingeniería clínica y biomédica en los hospitales requieren un conocimiento básico de agencias de evaluación de tecnología. Las agencias reguladoras establecen estándares de desempeño y mantenimiento de registros para los departamentos y para la tecnología de la que son responsables. Las agencias de evaluación de tecnología son recursos de información por lo que debería ser un papel en constante expansión del ingeniero clínico en los procesos de toma de decisiones tecnológicas de la administración del hospital. Para el ingeniero clínico, muchas agencias promulgan regulaciones y estándares en diferentes áreas, por ejemplo: seguridad eléctrica, seguridad contra incendios, gestión de tecnología, seguridad ocupacional, radiología y medicina nuclear, laboratorios clínicos, control de infecciones, anestesia y equipo respiratorio, distribución de energía, y sistemas de gases medicinales, por mencionar algunas áreas ^[1].



En México la instancia de mayor jerarquía en cuanto a regulación de servicios de salud y hospitales es la Ley General de Salud ^[8]. En ella se estipula a las autoridades sanitarias como la Secretaría de Salud (SSA) y el Consejo de Salubridad General (CSG). Además, nombra a estas entidades junto con la Comisión Federal para la Protección de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) como las responsables de elaborar y emitir las normas oficiales mexicanas relativas a productos, servicios y establecimientos sanitarios.

Por su parte la Ley Federal sobre Metrología y Normalización ^[9] en el Artículo. 3, Fracción XI. Define como “Norma Oficial Mexicana” a la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Respecto al gremio hospitalario existen diferentes normas que regulan el correcto desempeño de los servicios sanitarios y las instalaciones de los establecimientos. Una de las principales es la NOM-016-SSA3-2012^[10] que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada. Ya que los hospitales juegan un factor fundamental para que el Sistema Nacional de Salud pueda resolver la creciente demanda de servicios de atención médica. Hay que notar que en estos establecimientos regularmente se atienden pacientes con padecimientos de mayor gravedad y complejidad, que requieren de atención cada vez más especializada con un enfoque integral. De acuerdo con lo anterior, se puede afirmar que las características de la infraestructura física, instalaciones, mobiliario y equipamiento con que cuentan los hospitales y consultorios para la atención médica especializada a los que se refiere esta norma, se constituyen en elementos básicos. Estos elementos básicos ayudan a que los prestadores de servicios para la atención médica de los sectores público, social y privado puedan ofrecer a los usuarios calidad, seguridad y eficiencia, ya que, a través del aseguramiento de estas acciones, la autoridad sanitaria puede garantizar el derecho a la protección de la salud ^[10].


En el Anexo 1 se muestra una tabla con algunas de las normas oficiales mexicanas más importantes relacionadas a hospitales.

2.- HOSPITAL ÁNGELES LEÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Grupo Ángeles Servicios de Salud (GASS) ^[11] es una empresa 100% mexicana que desde 1986 estimula y apoya el sector de la medicina privada en México. GASS ha impulsado de manera decidida una reforma global en el Sistema de Salud, siendo pioneros y líderes indiscutibles en este ámbito. GASS tiene como visión ser el sistema de salud privado mejor integrado y con cobertura nacional. Reconocido por:

- La alta preparación y capacidad profesional de su equipo humano.
- La tecnología de su plataforma de servicios clínicos.
- El mejor servicio y la atención más cálida.



La misión de GASS engloba capacidad, alta tecnología y calidez en servicios de salud valiéndose de los valores de Trabajo, Honestidad, Compromiso e Innovación.

GASS como una red nacional engloba un total de:

- 15,000 médicos especialistas
- 55 ramas de especialidades
- 12,700 colaboradores
- 234 quirófanos
- 2,554 habitaciones
- 28 centros hospitalarios

Por su parte, el Hospital Ángeles León como parte de la red hospitalaria de GASS, inicia operaciones el día primero de Julio de 2003 como uno de los centros médicos privados de mayor importancia en la región.

Dentro de este laboran más de 200 médicos especialistas de gran importancia en el bajío, abarcando más de 50 especialidades médicas. Además, se ofrecen servicios como: Angiotomografía Coronaria, Audiología, Centro de Reproducción, Hemodiálisis y Diálisis Peritoneal, Hemodinamia, Imagenología, Laboratorio Clínico, Medicina Nuclear, Programa de Trasplantes, Resonancia Magnética, Terapia Física y Rehabilitación, Unidad de Neonatología, Unidad de Terapia Intensiva, Unidad de Urgencias, entre otros.

Con el arranque de operaciones de la nueva Torre Médica de Especialidades en Mayo de 2018, se incorporan diversos servicios entre los cuales destaca el nuevo centro oncológico de diagnóstico y terapia mediante acelerador lineal. Además, con el objetivo de incorporar un equipo PET y radiofarmacia con ciclotrón en un mediano plazo.

El Hospital Ángeles León como hospital de segundo nivel de atención cuenta con un total de 98 camas censables, 14 quirófanos y alrededor de 650 equipos médicos ^[13].

2.2 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA

Dentro del hospital, el Departamento de Ingeniería Biomédica (DIB) es el encargado de administrar y evaluar la tecnología existente. Así como de capacitar a los usuarios de dicha tecnología, está comprendido dentro del programa de Gestión de equipo y tecnología Biomédica perteneciente al comité de Gestión de riesgo y seguridad de las instalaciones ^[12].

El objetivo general del departamento es tener el equipo médico del Hospital Ángeles León en las mejores condiciones; cumpliendo con todas las normas de operación y seguridad para servicio del cuerpo médico y pacientes.

Como objetivos específicos el DIB tiene:

- Mantener en óptimas condiciones de operación toda la tecnología médica que se encuentre dentro del hospital.

- Definir, desarrollar e implementar un programa de Ingeniería Clínica, que ofrecerá soporte técnico y científico a la administración del hospital, al personal médico, paramédicos y a los servicios de atención hospitalaria que lo requieran.
- Administrar toda la documentación, técnica y científica, referente a la tecnología médica, para que los usuarios tengan un fácil acceso a la información.
- Optimizar los costos de operación del departamento, sin el demérito del cuidado y la seguridad del paciente, empleados y cuerpo médico.

El DIB en el Hospital Ángeles León está actualmente conformado por 4 elementos, 3 técnicos de ingeniería biomédica y un jefe de ingeniería biomédica. A su vez, el DIB pertenece al departamento de Dirección de operaciones quien por su parte obedece directamente a Dirección General.

En la Fig. 5 se muestra el organigrama de servicio del DIB.

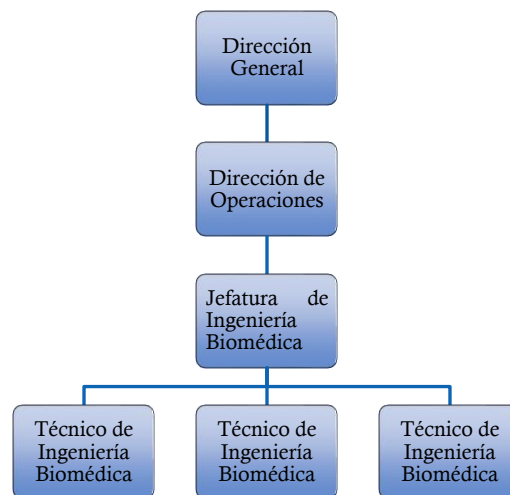


Fig. 5 Organigrama del Departamento de Ingeniería Biomédica

Dentro del DIB existen funciones específicas que se reparten entre los 4 integrantes cubriendo un horario de 8 de la mañana a 7 de la noche de Lunes a Viernes y de 9 de la mañana a 2 de la tarde los días Sábado, repartiendo los fines de semana en guardias ha llamado por si se presenta alguna condición que deba ser atendida a la brevedad.

El DIB tiene coordinación con todos los departamentos, ya que se tiene vinculación por medio operativo y administrativo en todos los niveles, siendo la parte de Servicios Clínicos y de Enfermería con quien se tiene una relación más estrecha. Esto, porque con estos servicios se coordina los días y horarios para realizar las actividades programadas o ejecutar los mantenimientos.

El cuadro del Anexo 2 plantea algunas funciones específicas del DIB, así como los responsables de llevarlas a cabo. Más adelante, en el capítulo 3 se explicará de forma detallada el procedimiento para la realización de tareas incluidas en las funciones específicas.

2.3 HISTORIAL PROFESIONAL

Mi ingreso al Hospital Ángeles León se da originalmente en Junio de 2015 cuando comienzo como practicante a realizar mi servicio social universitario. En ese tiempo cursaba el tercer semestre de la licenciatura, y mi participación en el hospital se limitaba a estar dos días a la semana por periodos de entre dos y tres horas cada día. Las tareas encomendadas en aquel momento no tenían mucha dificultad ni significaban una gran responsabilidad. Sin embargo, esa estancia me permitió conocer la estructura de un departamento de Ingeniería Biomédica ya consolidado dentro de la estructura organizacional de un hospital. Además, me permitió conocer equipos médicos, así como manipularlos de manera práctica.

Durante tres semestres más permanecí realizando mi servicio social en el hospital, en cada semestre aumentaba mi tiempo en el hospital y con ello la cantidad de tareas que se me encomendaban. En esos dos años que estuve como practicante adquirí gran cantidad de conocimientos relacionados a equipo médico, normatividad, gestión, etc. Conocí a fondo el área de la ingeniería clínica con toda la gama de labores que se pueden realizar como ingeniero biomédico dentro de un hospital. Esto me ayudó para tomar la decisión de elegir Ingeniería Clínica como área de enfoque terminal dentro de mi carrera.

En Abril de 2017, mientras cursaba el sexto semestre de la licenciatura, salgo del Hospital Ángeles León ya que se me da la oportunidad de realizar mi servicio social en otros hospitales y mi servicio profesional en una empresa de servicio técnico a equipo médico.

En Junio de 2018, con el arranque de operaciones de la nueva torre de especialidades y mientras cursaba las últimas semanas de mi octavo semestre en la licenciatura, ingreso formalmente a trabajar en el hospital ya que se decide abrir otra plaza para un Técnico en Ingeniería Biomédica. Esto para solventar el trabajo que implica el aumento considerable en el tamaño del recinto.

Durante un periodo de 2 meses fui capacitado por mis compañeros técnicos de ingeniería biomédica y mi jefe, en cuanto a los protocolos a seguir cuando se presentan diferentes situaciones, como por ejemplo atención a reportes, realización de recorridos, asistencia en cirugías y otros procedimientos que se detallarán en el capítulo 3.

3.- DESARROLLO PROFESIONAL, METODOLOGÍAS

3.1 ATENCIÓN DE REPORTES Y CAPACITACIÓN A USUARIOS

Cuando algún equipo médico no funciona adecuadamente o deja de funcionar por completo, el personal que lo utiliza debe realizar un reporte al DIB sobre el fallo que se ha presentado. Estos reportes pueden ser realizados personalmente, por medio de una mesa de ayuda digital o vía telefónica, entonces un elemento del DIB acudirá al área para realizar la verificación del dispositivo reportado.

En el día a día dentro del hospital, la actividad más frecuente para el DIB es la atención de reportes por fallas. La dificultad para resolverlos varía, pero regularmente los fallos reportados se originan por errores de usuario.

Cuando la falla del equipo se da por factores diferentes a mala utilización entonces se pone en marcha el protocolo de mantenimiento correctivo que se menciona en la sección 3.4.

Cuando se da el caso en el que la falla que presenta el equipo es por una mala utilización, se procede a corregir la falla, dar explicación al usuario de porque se originó el fallo y dar una breve capacitación de como utilizar el equipo correctamente.

Para llevar a cabo estos procedimientos, es de vital importancia conocer a fondo el funcionamiento del equipo médico, por ello los elementos del DIB tenemos la responsabilidad de aprender a manipularlos. Dentro del departamento se cuenta con una biblioteca de manuales tanto de usuario como de servicio de los equipos médicos del hospital para estudio y consulta por parte de los elementos del DIB.

El DIB dentro de su plan anual de trabajo incluye jornadas de capacitación en correcto uso del equipo médico para el personal de enfermería. En estas jornadas se habla de aspectos generales sobre la utilización de distintos equipos médicos, los cuales son seleccionados estratégicamente de acuerdo con las necesidades que presenta el hospital. De igual forma, el DIB realiza la gestión para que los proveedores de equipo del hospital impartan capacitaciones cuando se adquiere un equipo nuevo.


3.2 RECEPCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO MÉDICO

La recepción de equipo médico nuevo y reingreso posterior a una reparación es otra de las funciones que desempeña el DIB dentro del hospital. Cuando se recibe un equipo médico que salió del hospital para reparación o que es de nueva adquisición es de suma importancia llevar a cabo pruebas. Esto para verificar que el equipo está trabajando correctamente o bien verificar que la falla, por la cual salió, ha sido reparada.

Dependiendo de que equipo se trate, el DIB cuenta con protocolos específicos para cada caso. En general se realizan pruebas de estado físico, funcionalidad y de seguridad eléctrica utilizando instrumentos del DIB (Fig. 6). Una vez que se realizan las verificaciones correspondientes, se procede a entregar el equipo a su área para su puesta en marcha u operación, se firma un documento de conformidad por parte del supervisor del área a donde pertenece el equipo, personal del DIB y del proveedor que trajo el equipo al hospital.



Fig. 6 Protocolo de verificación de Desfibrilador



El Anexo 4 muestra un ejemplo de formatos utilizados para la verificación funcional y de seguridad de un desfibrilador.

3.3 EVALUACIÓN TECNOLÓGICA

Como ya se mencionó anteriormente, el ciclo de vida útil de un equipo médico dentro de un hospital no solo se limita al tiempo en que este opera, sino que conlleva un procedimiento de planeación antes de la adquisición. En este sentido, la evaluación de tecnología se convierte en un paso muy importante dentro de la planeación.

En el hospital, el DIB realiza directamente la fase de evaluación de tecnologías. Esta evaluación puede ocurrir de dos formas; La primera siendo para incorporación de nueva tecnología y que comienza con la solicitud por parte del médico. El departamento cuenta con protocolos para realizar la compra de nueva tecnología. Dentro de estos protocolos existe documentación en la que el médico solicitante debe justificar porque la tecnología es necesaria. Una vez que se realiza la justificación por parte del personal médico, el DIB pone en marcha el proceso de evaluación donde se analizaran las necesidades puntuales, se buscaran proveedores de tecnología y se evaluaran propuestas. Posteriormente el DIB emite un dictamen sobre que tecnología es más conveniente y envía dicha evaluación al área administrativa del hospital para que se tome la decisión de que tecnología será adquirida.

La segunda forma con la cual puede comenzar el proceso de evaluación ocurre cuando la tecnología que existe en el hospital llega al final de su tiempo de vida útil, y por lo tanto es necesario renovarla. Para este caso, el DIB realiza un análisis donde se toman en cuenta entre otros factores los requerimientos técnicos y normativos mínimos que debe poseer la tecnología. A partir de ese punto el procedimiento es muy parecido al primer caso, es decir, se definen detalles específicos, se buscan proveedores, se solicitan propuestas económicas, se emite un dictamen y se pasa la evaluación al área administrativa.

En este sentido, el conocimiento técnico de la tecnología médica y la actualización constante sobre nuevas tendencias en equipamiento médico cobran un papel bastante importante para el DIB.

3.4 MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS

El mantenimiento del equipo médico, preventivo o correctivo. Juega un papel fundamental en la prolongación de la vida útil del mismo. El mantenimiento es una de las actividades más comunes del DIB.

La programación y calendarización de los mantenimientos preventivos corre por cuenta del Jefe de Ingeniería Biomédica. Sin embargo, en el procedimiento podemos llegar a participar todos los elementos del departamento, ya sea ejecutando los mantenimientos, o bien, supervisando a los proveedores que lo realizan. El diagrama 1 muestra el procedimiento que se sigue para la realización de los mantenimientos preventivos.

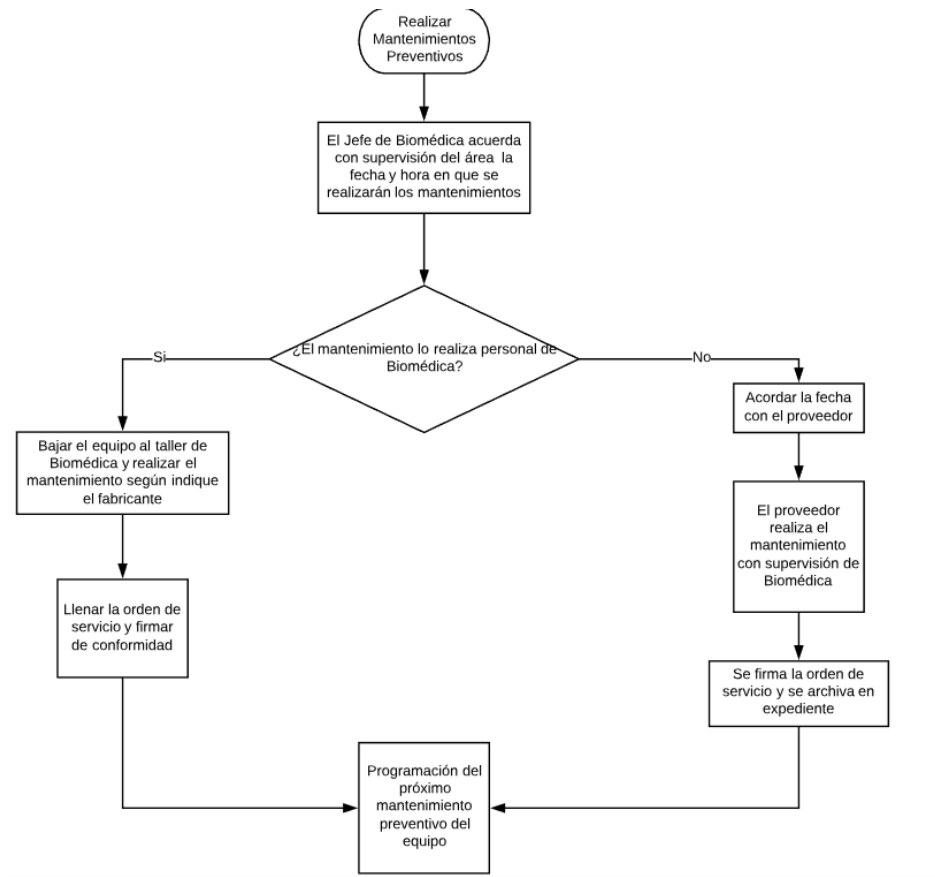


Diagrama 1 Procedimiento a seguir en Mantenimientos Preventivos

Para el caso de los mantenimientos correctivos, se sigue un protocolo parecido al del Diagrama 1. Sin embargo, conlleva un análisis más exhaustivo para tomar la decisión de que acción tomar. Esto porque una falla que requiera mantenimiento correctivo probablemente traerá consigo un tiempo de baja de servicio determinado para el equipo. Por lo que hay que determinar si se comprará refacción, a quien se le comprará y si se reparará por el DIB o si se recurre a un proveedor externo, estas son parte de las decisiones que se toman al momento de corregir una falla en el equipo.

3.5 ASISTENCIA TÉCNICA EN CIRUGÍAS

Como ya se mencionó, uno de los objetivos principales del DIB es el asegurar el correcto funcionamiento del equipo médico para garantizar la seguridad del paciente. Además de encargarse de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos. El DIB tiene la responsabilidad de participar en procedimientos en los cuales, por su complejidad, requieran asistencia de diferentes profesionales. Como ejemplo tenemos procedimientos quirúrgicos, en estos, la salud del paciente se ve vulnerable y es susceptible a diversos riesgos que conlleva la invasión a su sistema fisiológico con elementos como medicamentos, gases anestésicos, instrumental o bien, equipo médico.

El DIB como responsable del equipo médico debe tener disponibilidad inmediata para atender cualquier desperfecto con el equipo médico durante todas las cirugías que se llevan a cabo en el hospital. De igual manera, en procedimientos donde interviene equipo que requiere asistencia técnica constante durante su

utilización, el personal del DIB debe permanecer presente durante todo el tiempo que dure el procedimiento. Para esto, el personal del DIB cuenta con conocimiento de la parte clínica que involucra ingresar y permanecer en quirófanos durante los procedimientos. El personal está capacitado sobre los protocolos de asepsia para laborar áreas blancas, como lo son: uso de ropa quirúrgica, colocación de botas, lavado de manos, campos quirúrgicos, entre otros.

Como ejemplo, en cirugías de endourología el personal del DIB nos encargamos de manipular diferentes equipos como lo son el láser litriptor (Fig. 8) para el cual se se ajusta la frecuencia a la que opera y la potencia requerida según indique el médico, se manipulan también las torres urológicas que incluyen: pantallas, grabadores, fuentes de luz y cámaras de video (Fig. 7). En estas se verifica que la cámara muestre la imagen adecuadamente en la pantalla y que la luz sea adecuada, además de verificar la grabación de los procedimientos.



Fig. 7 Torre de urología manipulada en cirugías




Fig. 8 Laser Litriptor manipulado en cirugías

3.6 EVALUACIÓN NORMATIVA

La supervisión de cumplimiento normativo es una labor de gran importancia dentro del hospital. Dado que las normas son extensas y abarcan temas diversos como lo son administrativos y de procedimientos clínicos. La evaluación completa se realiza por un equipo interdisciplinario conformado por personal médico, de enfermería, administrativos, etc. Sin embargo, las normas oficiales mexicanas incluyen también secciones dedicadas exclusivamente a infraestructura y equipamiento, que son temas de los cuales se encarga el DIB directamente.

En este sentido, el DIB dentro de su plan anual de trabajo incluye periodos de evaluación normativa para los diferentes servicios con los que cuenta el hospital, tomando como base la tabla del Anexo 1. Es importante señalar que como los servicios se encuentran en constante movimiento. Por lo tanto, es posible que factores como el flujo de pacientes, la adquisición de tecnologías nuevas, rotación de personal puedan



llegar a modificar el estado normativo. Por ello, cada año se vuelve a realizar la evaluación normativa correspondiente.

De este modo, el hospital se asegura de que las condiciones en las que ofrece sus servicios sanitarios son las óptimas. Además, se previene ante posibles visitas de agencias reguladoras para fines de auditoría. El Anexo 5 muestra fragmento de un formato de evaluación normativa utilizado durante las jornadas de verificación en el hospital.

3.7 ATENCIÓN Y SUPERVISIÓN A PROVEEDORES

El DIB es responsable de toda la tecnología médica que ingresa al hospital y que opera dentro de sus instalaciones. Incluso si la tecnología no pertenece propiamente al hospital, sino que pertenece a proveedores externos o médicos que laboran en el hospital. El DIB es responsable de verificar y supervisar la tecnología que opera dentro del hospital. Por ello, se han desarrollado protocolos para el ingreso de equipo médico externo, en los cuales el personal del DIB debe hacer una verificación de que es lo que ingresa y en qué condiciones ingresa.

Por otro lado, siguiendo con los procedimientos establecidos para realización de mantenimientos preventivos y correctivos. Cuando ingresa un proveedor a realizar los mantenimientos, el DIB debe ofrecer atención a estos para que puedan realizar su trabajo correctamente. Es decir, garantizar la disponibilidad del equipo y un área para trabajar. Del mismo modo se les brinda apoyo para el desarrollo de su trabajo, proporcionando herramientas que pudieran hacer falta o bien, asistencia técnica en caso de requerirlo. En otros casos, el DIB debe estar presente mientras los proveedores realizan los mantenimientos, esto a manera de supervisión para el cumplimiento de las cláusulas establecidas en los contratos de mantenimiento.

Finalmente, para terminar con los procesos descritos anteriormente. Todo ingreso o salida de equipo, así como la finalización de procedimientos de mantenimientos deben tener su documentación asociada y el visto bueno del DIB sobre los procedimientos realizados. En este sentido el DIB debe tener disponible a por lo menos uno de sus elementos en horario laboral para atender a las necesidades, supervisar las labores y recibir la documentación correspondiente.

3.8 VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

Otra responsabilidad del departamento es la verificación y mantenimiento de infraestructura en áreas específicas. Estas son: instalaciones de gases medicinales y planta de tratamiento de agua para hemodiálisis. La planeación del mantenimiento de equipos como compresores de aire, tanque de oxígeno estacionario, sistema de osmosis inversa se lleva a cabo por el DIB.

Dentro del DIB se llevan a cabo periódicamente programas de verificación de estas instalaciones. Estos, además de garantizar su correcto funcionamiento, sirven como medida de prevención para detectar fallas en etapas tempranas, y así poder solucionarlas antes de que afecten el trabajo del personal médico.

Entre estos programas se encuentran recorridos de inspección en el área de gases medicinales, tanto de la central como de la red que se encuentra dentro del hospital. Para ello se realiza verificación de los tanques, compresores, y tableros. El diagrama 2 muestra el procedimiento de verificación del estado de las instalaciones de gases medicinales.

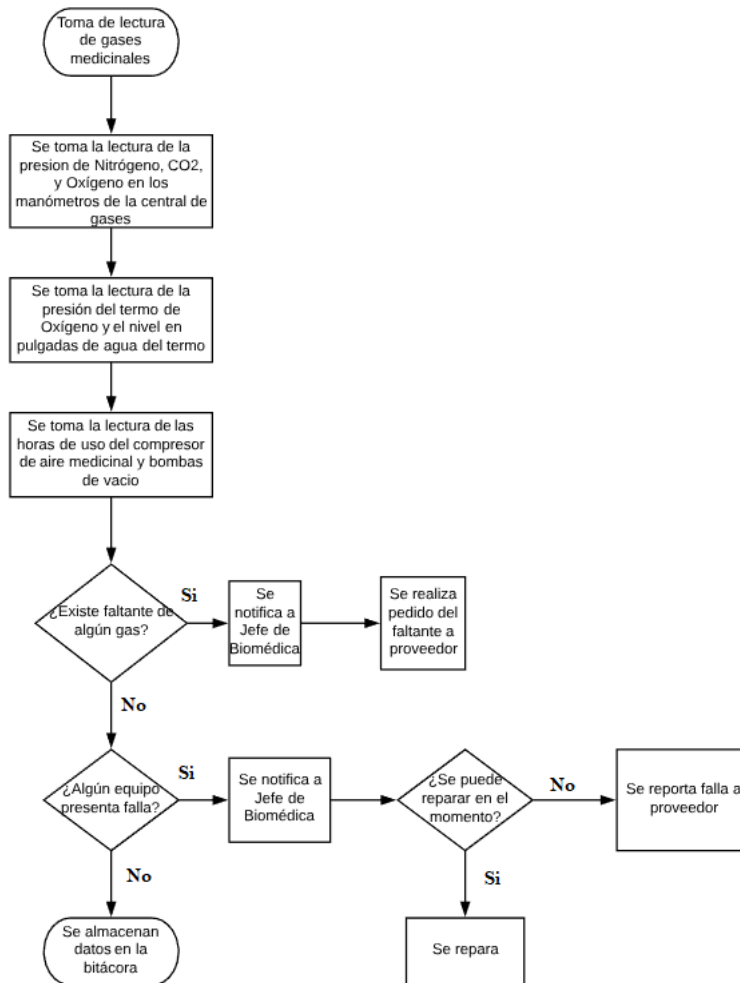


Diagrama 2 Proceso de verificación de instalaciones de gases medicinales

Del mismo modo, existen protocolos internos del DIB para verificación rápida del equipamiento en áreas de atención a pacientes. Se realizan en periodos distintos dependiendo del área. El diagrama 3 presenta el procedimiento seguido para verificación de las salas de quirófano.

Para estos protocolos, el DIB cuenta con formatos que indican brevemente los elementos a verificar, estos se llenan conforme se realizan los recorridos. Al finalizar el recorrido se pide una firma de conformidad con la verificación realizada al personal encargado del área y se registra el formato dentro de una bitácora específica para cada área.

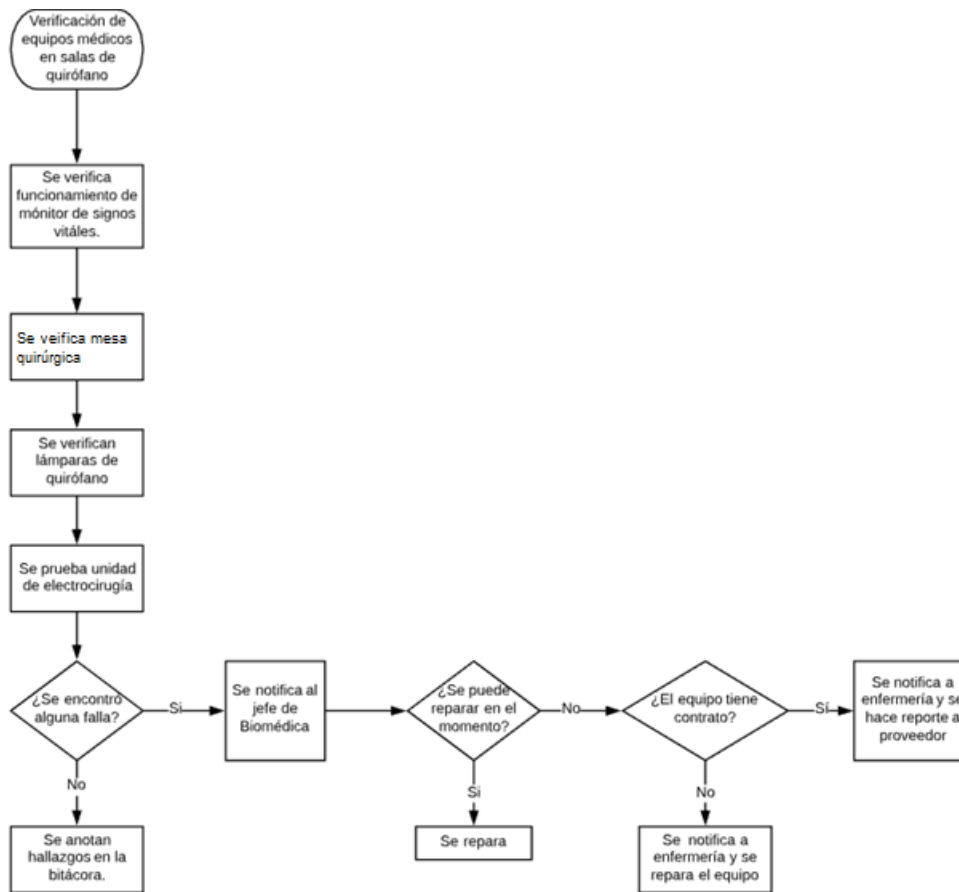
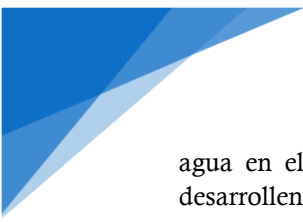


Diagrama 3 Proceso de verificación de salas en el quirófano

Con el arranque de operaciones de la nueva Torre de Especialidades Médicas (TEM), y el crecimiento considerable en infraestructura y número de equipos médicos dentro del hospital, fue necesario diseñar protocolos que garantizaran su correcto estado para prestar servicios de salud.

Considerando que la TEM presta servicios de cirugía ambulatoria, hemodiálisis, clínica de diagnóstico y radioterapia, esta debe cumplir con los requerimientos normativos específicos. Su infraestructura y equipamiento es bastante similar a la del hospital. La TEM cuenta con central y red de gases propia, subestación eléctrica y sistemas de aislamiento en las salas de procedimientos, además, de una planta de tratamiento de agua para el servicio de hemodiálisis.

Con base en estas características, se diseñó un protocolo que abarca los aspectos de mayor importancia para asegurar el correcto funcionamiento de la TEM y con ello garantizar la seguridad del paciente. En este protocolo se incluyeron verificaciones de instalaciones de gases medicinales: Compresor de aire, compresor de vacío, reserva de CO₂ y reserva de Nitrógeno para su uso en procedimientos quirúrgicos. De igual manera se incluyó la verificación de la planta de tratamiento de agua para hemodiálisis. En este proceso se revisa el encendido del sistema de osmosis inversa y que exista suficiente abastecimiento de



agua en el tanque. Esto para que los tratamientos que se realicen durante el transcurso del día se desarrollen sin ningún inconveniente. Finalmente, se decidió incluir el equipamiento biomédico que se encuentra dentro de las salas de procedimientos de los cuales se encarga directamente el DIB, es decir: Mesas de cirugía, lámparas de cirugía, unidades de electrocirugía y la verificación de insumos para el monitor de signos vitales de las máquinas de anestesia.

Para la realización de este protocolo se debe tomar en cuenta que la TEM ofrece sus servicios en un horario de 9:00 a.m. a 4:00 p.m.. Por ello el personal del DIB debe llevar acabo el recorrido de inspección antes del inicio de operaciones o bien después del cierre y limpieza de las instalaciones.

El procedimiento seguido para realizar el protocolo se asemeja mucho a lo que se observa en los diagramas 2 y 3. Del mismo modo, se cuenta con documentación impresa que avala lo realizado en las inspecciones tal como en los protocolos que se llevan a cabo en el edificio principal del hospital.

El Anexo 3 muestra el documento con los aspectos a verificar durante el recorrido.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La presente memoria de ejercicio profesional describió las actividades que desempeña un ingeniero biomédico siendo parte de un Departamento de Ingeniería Biomédica dentro de un hospital privado de segundo nivel. El presente documento abordó la teoría sobre cómo es que la ingeniería clínica ha tomado terreno dentro de la estructura organizacional de los hospitales. Si bien es cierto que en el Hospital Ángeles León el Técnico de Ingeniería Biomédica no alcanza a realizar la totalidad de las actividades descritas en el ciclo de vida del equipo médico, si abarca la gran mayoría de ellas.

En la práctica, el desempeño del ingeniero biomédico resulta una tarea que involucra diversos conocimientos, habilidades y responsabilidades. Primeramente, conocimientos teóricos y prácticos de materias como electricidad, fluidos, electrónica, anatomía, fisiología, biofísica y radiología por el contacto que se tiene con la tecnología médica e infraestructura, llegando a abarcar incluso temas de ingeniería económica para temas de evaluación y adquisición. En este sentido, no podemos hablar de un ingeniero biomédico que no cuente con bases sólidas en conocimientos de ciencias naturales y exactas.

Al mismo tiempo y no menos importante existen habilidades ajenas a la formación académica del ingeniero biomédico que resultan fundamentales para que el desarrollo profesional sea óptimo, por ejemplo: Comunicación y trabajo en equipo. Esto es fundamental ya que la ingeniería biomédica dentro del hospital se desarrolla en un ambiente donde conviven profesionales de diferentes áreas. Saber comunicarse para entender y darse a entender con los compañeros médicos, personal de enfermería, técnicos radiólogos etc. es de gran importancia.

En cuanto a las responsabilidades, debe destacarse el compromiso que tiene un Ingeniero Biomédico con su profesión, en la cual puede llegar a ser requerido en cualquier momento. Por lo cual requiere tener disponibilidad de 24 horas los días que se necesite. Además, debe contar con efectividad en solución de problemas y ética, esto por el gremio tan delicado que es el del cuidado de la salud y las consecuencias que lleva una mala práctica de cualquier profesional que se involucre en el área.

En el presente documento se demostró, mediante las metodologías que se presentan, que un departamento de ingeniería biomédica requiere de personal calificado para realizar las actividades que la jornada laboral exige. Así mismo, con base en trabajo planeado y estructurado a detalle, y metodologías efectivas, un departamento de ingeniería biomédica puede llegar a tener demasiada influencia en temas clínicos, ingenieriles y administrativos en la organización de un hospital.

Finalmente, como parte de la experiencia que he tenido en el campo laboral considero que los conocimientos que requiere un ingeniero biomédico que se dedica a la ingeniería clínica no pueden quedarse limitados a lo aprendido en la carrera. La innovación constante que se produce en el campo de la tecnología médica, y en cuanto a temas de estrategias administrativas y corporativas, implica que sus profesionales deben profundizar en temas que pudieran parecer ajenos a la ingeniería, así como estar en constante actualización académica.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Joseph D. Bronzino. (2006). The Biomedical Engineering Handbook, Third Edition. Boca Raton, Florida: Taylor and Francis Group.
- [2] ACCE. (1992). About ACCE. 2018, de ACCE Sitio web: <https://accenet.org/about/Pages/ClinicalEngineer.aspx>
- [3] Universidad de Vermont. (2005). Healthcare Technology Life Cycle. 2018, de Universidad de Vermont Sitio web: <http://its.uvm.edu/TSP/About/Staff.html>
- [4] OMS. (2013). Healthcare systems and Technology. Medicines and Health Technologies Online Course, 1, Week 2. Septiembre 21, 2018
- [5] Diario Oficial de la Federación. (2012). Parámetros de estimación de vida útil. 22 de Septiembre de 2018, de Diario Oficial de la Federación Sitio web: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5264340&fecha=15/08/2012
- [6] Joseph Dyro. (2004). The Clinical Engineering Handbook. USA: Academic Press.
- [7] American Hospital Association. (2017). Certified Healthcare Facility Manager. Chicago Illinois: AHA Certification Center.
- [8] Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (2018). Ley General de Salud, Diario Oficial de la Federación.
- [9] Congreso de los Estados Unidos Mexicanos (1992). Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Diario Oficial de la Federación.
- [10] Consejo de Salubridad General y Secretaría de Salud (2012) NOM-016-SSA3-2012, Diario Oficial de la Federación.
- [11] GASS. (2017). Grupo Ángeles Servicios de Salud. 25 de Septiembre de 2018, de GASS Sitio web: <https://www.gass.com.mx/>
- [12] César Iván González Pérez. (2016) Manual de Políticas y Procedimientos del Departamento de Ingeniería Biomédica Hospital Ángeles León. GASS
- [13] GASS. (2018). Hospital Ángeles León. 2018, de GASS Sitio web: <https://hospitalesangeles.com/leon>

ANEXO 1: TABLA DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Norma Oficial Mexicana	Contenido
NOM-001-SEDE-2012, Artículo 517	INSTALACIONES ELECTRICAS
NOM-002-SSA3-2007	PARA LA ORGANIZACION, FUNCIONAMIENTO E INGENIERIA SANITARIA DE LOS SERVICIOS DE RADIOTERAPIA
NOM-003-SSA3-2010	PARA LA PRÁCTICA DE LA HEMODIALISIS
NOM-005-SSA3-2010	QUE ESTABLECE LOS REQUISITOS MINIMOS DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE ESTABLECIMIENTOS PARA LA ATENCION MEDICA DE PACIENTES AMBULATORIOS
NOM-006-SSA3-2011	PARA LA PRACTICA DE LA ANESTESIOLOGIA
NOM-007-SSA3-2011	PARA LA ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO DE LOS LABORATORIOS CLINICOS
NOM-016-SSA3-2012	QUE ESTABLECE LAS CARACTERISTICAS MINIMAS DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE HOSPITALES Y CONSULTORIOS DE ATENCION MEDICA ESPECIALIZADA
NOM-025-SSA3-2013	PARA LA ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE CUIDADOS INTENSIVOS
NOM-026-SSA3-2012	PARA LA PRACTICA DE LA CIRUGIA MAYOR AMBULATORIA
NOM-027-SSA3-2013	REGULACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD. QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS DE FUNCIONAMIENTO Y ATENCIÓN EN LOS SERVICIOS DE URGENCIAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS PARA LA ATENCIÓN MÉDICA
NOM-040-NUCL-2016	REQUISITOS DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA PARA LA PRÁCTICA DE MEDICINA NUCLEAR
NOM-229-SSA1-2002	SALUD AMBIENTAL. REQUISITOS TECNICOS PARA LAS INSTALACIONES, RESPONSABILIDADES SANITARIAS, ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LOS EQUIPOS Y PROTECCION RADIOLOGICA EN ESTABLECIMIENTOS DE DIAGNOSTICO MEDICO CON RAYOS X
NOM-240-SSA1-2012	INSTALACION Y OPERACIÓN DE LA TECNOVIGILANCIA

Tabla 1 Normas oficiales Mexicanas relacionadas a hospitales

ANEXO 2: FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL DIB

Jefe de Ingeniería Biomédica	<ul style="list-style-type: none">• Coordinar las operaciones del personal adscrito al DIB.
Jefe de Ingeniería Biomédica	<ul style="list-style-type: none">• Propone a la dirección las necesidades de equipo médico, instalaciones y herramientas
Jefe de Ingeniería Biomédica	<ul style="list-style-type: none">• Elaborar cuadros comparativos de los presupuestos para la adquisición de equipos o contratación de servicios.
Personal del DIB	<ul style="list-style-type: none">• Realizar revisiones del estado general de los equipos en los distintos servicios del hospital.
Personal de DIB	<ul style="list-style-type: none">• Mantener en correcta operación los equipos médicos asignados, realizando mantenimientos preventivos y correctivos
Personal del DIB	<ul style="list-style-type: none">• Hacer recorridos periódicos por el hospital, constatar el correcto funcionamiento del equipo médico
Personal del DIB	<ul style="list-style-type: none">• Ser el vínculo entre los médicos y la actualización de tecnología

Tabla 2 Funciones específicas del DIB

ANEXO 3: EJEMPLO DE CHECKLIST DE VERIFICACIÓN



Rutina de Verificación de Equipamiento Biomédico e Infraestructura Torre Médica de Especialidades

FECHA:		REALIZA:							
HORA:									
CASA DE GASES									
Presión de Aire:		Horas de Trabajo, Aire:							
Presión en Vacío:		Horas de Trabajo, Vacío:							
Presión de Nitrógeno:		Presión de CO2:							
HEMODIALISIS		SI	NO	OBSERVACIONES:					
Reserva de Agua									
Osmosis Inversa encendida									
SALAS DE PROCEDIMIENTOS/CUBÍCULOS		1		2		3		4	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Posiciones de Mesa Quirúrgica									
Encendido de Lámparas Quirúrgicas									
Equipo de Electrocirugía									
Latiguillos ECG									
Brazaletes PNI									
Sensor SPO2									
OBSERVACIONES:									
RECUPERACIÓN/CUBÍCULOS		1		2		3		4	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Encendido de Monitor									
Latiguillos ECG									
Sensor SPO2									
Brazaletes PNI									
VERIFICACIÓN DESFIBRILADOR		<input type="checkbox"/>							
VERIFICACIÓN ESTUCHE DE DIAGNÓSTICO		<input type="checkbox"/>							
OBSERVACIONES:									

Firma Biomédica

Firma Personal de Hemodialisis

Firma Personal Enfermería

Fig. 9 Formato de verificación de la TEM

ANEXO 4: FORMATO DE RECEPCIÓN DE EQUIPO

Departamento de Ingeniería Biomédica
 Ficha de Recepción de Desfibrilador: Pruebas de Seguridad y Funcionalidad

Marca:	Serie:	Fecha:
Modelo:	Área:	

Características a Inspeccionar	Pasa	No Pasa	NA	Observaciones
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
Estado físico de carcasa				
Estado físico de botones y perilla				
Estado físico de cable AC				
Estado físico de letiguillos				
Estado físico de pelis y cable troncal				
Estado físico de pantalla				
CARACTERÍSTICAS DE FUNCIÓN				
Encendido en AC				
Encendido en Baterías				
Prueba de teclado y botones				
Encendido de leds				
Lectura de ECG en modo monitor				
Prueba de alarmas				
Lectura de SPO2				
Prueba de tiempo de carga				
Prueba de descarga a 10 J				
Prueba de descarga a 70 J				
Prueba de Descarga a 150 J				
Prueba de desarmado de carga				
Prueba de impresión				
PRUEBAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA				
Resistencia de Cable AC				
Resistencia de Protección a Tierra				
Corriente de fuga a Tierra NC				
Corriente de fuga a Tierra SFC				
Corriente de fuga de Chasis NC				
Corriente de fuga de Chasis SFC				
Corriente de fuga de Paciente RA en NC				
Corriente de fuga de Paciente RA SFC				
Corriente de fuga de Paciente LA en NC				
Corriente de fuga de Paciente LA SFC				
Corriente de fuga de Paciente LL en NC				
Corriente de fuga de Paciente LL SFC				

Observaciones Adicionales:

Firma de Supervisor de Área

Firma Biomédica

Firma de Proveedor del equipo

Fig. 10 Formato de pruebas de recepción de equipo

ANEXO 5: FORMATO DE EVALUACIÓN NORMATIVA

UNIDAD DE TERAPIA INTENSIVA

I. Marco normativo

No.	Norma	Tema
1	NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización).
2	NOM-016-SSA3-2012	Que establece las características mínimas de infraestructura y equipamiento de hospitales y consultorios de atención médica especializada.
3	NOM-025-SSA3-2013	Para la organización y funcionamiento de las unidades de cuidados intensivos.

II. Infraestructura y equipamiento

NOM-016-SSA3-2012				
Fácil acceso desde las áreas de cirugía, tococirugía, urgencias y hospitalización.				
Control de acceso directo a la unidad para visitantes y familiares, así como filtro de acceso para colocarse ropa reutilizable o desechable (bata, gorro y cubrebocas) y lavarse las manos.				
El filtro de acceso a la unidad de cuidados intensivos debe contar con lavabo, dispensadores de jabón germicida líquido, gel (alcohol isopropílico) y toallas desechables o sistema de aire para secado de manos.				
Los cubículos o módulos deben estar ubicados en torno de la central de enfermeras, a efecto de que el personal del servicio pueda observar a los pacientes y desplazarse rápidamente para la atención directa del paciente que lo requiera.				
La central de enfermeras, debe contar con un sistema de comunicación bidireccional y de alarma, conectada a cada cubículo o módulo.				
En cada cubículo o módulo deberán existir dos tomas fijas para el suministro de oxígeno medicinal, una toma fija de aire comprimido, así como dos tomas fijas de aspiración controlada. Canastilla con frasco empotrada en cada cama.				
En cada cubículo o módulo deberán existir enchufes grado médico, con 16 contactos como mínimo, diferenciados por código en relación con la fuente de suministro de energía y el voltaje.				
Los lavabos, tanto los necesarios para el área general, como para cada cubículo de aislamiento, deben contar con dispensadores de jabón germicida líquido, gel (alcohol isopropílico) y toallas desechables o sistema de aire para secado de manos.				
Cuarto séptico cercano al área, con tarja, mesa de trabajo y repisas de acero inoxidable para el almacenamiento de utensilios varios.				
Área de lavado de instrumental, con agua corriente, tarja y área de secado.				
Sala de espera propia o compartida con otros servicios, misma que debe contar con servicios sanitarios.				
Área de atención a pacientes				
Mobiliario				
Bote para basura municipal (bolsa de cualquier color, excepto rojo o amarillo).				
Bote para RPBI (bolsa roja).				
Cama de hospitalización tipo hidráulica, de múltiples posiciones, con cabecera desmontable o abatible, con barandales integrados y con ruedas.				

Fig. 11 Formato de evaluación normativa en UTI

ANEXO 6: CARTA DE NO INVASIÓN DE PRIVACIDAD



Av. Cerro Gordo No. 311
Col. Lomas del Campestre
C.P. 37150. León, Gto.
Tel. 788-56-00, 788-57-00

León, Guanajuato a 12 de Noviembre de 2018

A quién corresponda:

Por medio de la presente hago constar que lo presentado en el trabajo *"Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Angeles León"* **NO** invade de ninguna manera la privacidad del Hospital ni sus pacientes y que la información vertida en el trabajo no viola ninguna ley de derecho de autor o propiedad intelectual, por lo cual le es permitido al Sr. Edgar González Campos la utilización de esta misma para la presentación de su trabajo para la obtención del grado de Lic. en Ingeniería Biomédica de la Universidad de Guanajuato.

Sin más momento y agradeciendo de antemano su atención brindada a la presente, me reitero a sus apreciables órdenes para cualquier duda o comentario.

Atte.



Ing. César González Pérez
Jefe de Ingeniería Biomédica
HOSPITAL ANGELES LEÓN

Comité de Ética en investigación de
Operadora de Hospitales Angeles S.A. de C.V.
Sucursal Hospital Angeles León

ANEXO 7: CARTAS DE ACEPTACIÓN DE MEMORIA



Av. Cerro Gordo No. 311
Col. Lomas del Campestre
C.P. 37150. León, Gto.
Tel. 788-56-00, 788-57-00


Asunto: Aceptación de la Memoria de Ejercicio Profesional
Edgar González Campos

León, Guanajuato, a 12 de Noviembre de 2018

Dr. David Yves Ghislain Delephine
Director de la División de Ciencias e Ingenierías, Campus León
Universidad de Guanajuato

Por medio de la presente hago constar que he revisado la Memoria del Ejercicio profesional de Edgar González Campos la cual se titula "*Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Angeles León*", designado en el Oficio Num. SAC-248/2018, por lo que me permito sugerir que se le permita realizar la defensa de su trabajo para la obtención del título de *Licenciado en Ingeniería Biomédica*.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano la atención, quedo a sus órdenes para cualquier duda o comentario.

ATENTAMENTE

ING. CÉSAR GONZÁLEZ PÉREZ
JEFE DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
HOSPITAL ANGELES LEÓN

Hospital Angeles
LEON
Av. Cerro Gordo No. 311
Col. Lomas del Campestre
C.P. 37150 León, Gto.
Tel. 788-56-00, 788-57-00

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Dr. Arturo Vega González
Profesor Titular A de T. C.
Departamento de Ingenierías Química,
Electrónica y Biomédica
e-mail: a.vega@ugto.mx

León, Guanajuato a 12 de noviembre de 2018

Asunto: Conformidad de tesis

Dr. David Yves Ghislain Delepine
Director de la División de Ciencias e Ingenierías
Universidad de Guanajuato

PRESENTE

Estimado Dr. Ghislain Delepine

Me dirijo a Usted para informarle que he revisado el manuscrito de memoria de ejercicio profesional desarrollado por el alumno **Edgar González Campos** para la obtención de grado de Licenciado en Ingeniería Biomédica. Dichas memorias se intitulan "Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Ángeles León".

Considero que el trabajo reúne las características de nivel y calidad suficientes para la modalidad de titulación por experiencia profesional. Por lo que recomiendo ampliamente que el alumno Edgar González Campos presente la disertación de su trabajo ante el jurado que ha sido designado para tal fin.

Sin más por el momento quedo de Usted para cualquier duda o aclaración y aprovecho la ocasión para enviarle un saludo cordial.

Atentamente
"La Verdad Os Hará Libres"

Dr. Arturo Vega González

División de Ciencias e Ingenierías, Campus León

Loma del Bosque 103
Lomas del Campestre, León, Guanajuato,
México, CP 37150.
Tel. 01 (477) 788 5100 ext. 8463, 8435, Fax. (477) 788-5100 ext. 8410
www.dci.ugto.mx



Oficio número: TCF-18-221
Asunto: Aceptación
León, GTO, 12 de noviembre de 2018

Dr. David Ives Ghislain Delepine

Director de la División de Ciencias e Ingenierías
Universidad de Guanajuato campus León

Por este medio le comunico que he leído el trabajo con título *Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Ángeles León*, realizado por el estudiante de la licenciatura en Ingeniería Biomédica Edgar González Campos.

Cabe señalar que el estudiante González Campos ha mostrado gran dominio de su trabajo y ha atendido oportunamente las observaciones que se le han indicado, por lo que sugiero se le de la oportunidad de llevar a cabo su defensa para la obtención del grado de Licenciado en Ingeniería Biomédica

Agradezco de antemano su fina atención a la presente.

ATENTAMENTE

“LA VERDAD OS HARÁ LIBRES”


Dr. Teodoro CORDOVA-FRAGA

Profesor Titular B
Perfil PRODEP
SNI Nivel II

C.c.p. Archivo

División de Ciencias e Ingenierías, Campus León
Loma del Bosque 103, Fracc. Lomas del Campestre, 37150 León, GTO, Mx
Tel. 477 788-5100 Ext. 8454, . theo@fisica.ugto.mx . <http://www.dci.ugto.mx>



Av. Cerro Gordo No. 311
Col. Lomas del Campestre
C.P. 37150. León, Gto.
Tel. 788-56-00, 788-57-00

Asunto: Aceptación de la Memoria de Ejercicio Profesional
Edgar González Campos

León, Guanajuato, a 12 de Noviembre de 2018

Dr. David Yves Ghislain Delephine
Director de la División de Ciencias e Ingenierías, Campus León
Universidad de Guanajuato

Por medio de la presente hago constar que he revisado la Memoria del Ejercicio profesional de Edgar González Campos la cual se titula "*Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Angeles León*", designado en el Oficio Num. SAC-248/2018, por lo que me permito sugerir que se le permita realizar la defensa de su trabajo para la obtención del título de *Licenciado en Ingeniería Biomédica*.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano la atención, quedo a sus órdenes para cualquier duda o comentario.

ATENTAMENTE

ING. GENARO FLORES ÁLVAREZ
DIRECTOR DE OPERACIONES
HOSPITAL ANGELES LEÓN



León, Guanajuato a 12 de noviembre de 2018

Asunto: Conformidad de tesis

Dr. David Yves Ghislain Delepine
Director de la División de Ciencias e Ingenierías
Universidad de Guanajuato

PRESENTE

Estimado Dr. Ghislain Delepine:

Me dirijo a usted para informarle que he revisado el manuscrito de memoria de ejercicio profesional desarrollado por el alumno **Edgar González Campos** para la obtención de grado de Licenciado en Ingeniería Biomédica. Dichas memorias se titulan "*Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Ángeles León*".

Considero que el trabajo reúne las características de nivel y calidad suficientes para la modalidad de titulación por experiencia profesional. Por lo que recomiendo ampliamente que el alumno Edgar González Campos presente la disertación de su trabajo ante el jurado que ha sido designado para tal fin.

Sin más por el momento quedo de usted para cualquier duda o aclaración y aprovecho la ocasión para enviarle un saludo cordial

Atentamente


Ing. Sergio Omar Rodríguez Navarro

Directo General

Biomedex Ingeniería Biomédica



León Guanajuato a 13 de noviembre de 2018

Asunto: Aceptación de tesina

Dr. David Yves Ghislain Delepine
Director de la División de Ciencias e Ingenierías
Campus León, Universidad de Guanajuato

PRESENTE

Estimado Dr. Ghislain Delepine:

Por medio de la presente me dirijo a usted para informarle que he revisado de manera exhaustiva el documento titulado: "Desempeño del Ingeniero Biomédico en el Hospital Ángeles León". Que ha sido desarrollado por el alumno **Edgar González Campos**, y que pretende ser defendido como parte de la modalidad de titulación por **memoria de ejercicio profesional**.

Considero que el documento cuenta con las características necesarias para ser presentado ante jurado, por lo cual recomiendo se otorgue la oportunidad al alumno de defender dicho proyecto.

Sin más por el momento y agradeciendo su atención, quedo de usted para cualquier duda o aclaración.

ATENTAMENTE



Ing. Daniel Alejandro De Anda Cuéllar