



**REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y
TECNOLOGÍA**

**EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE
EQUIPOS ODONTOLÓGICOS DEL HOSPITAL SAN MIGUEL ARCÁNGEL DE LA
REPÚBLICA DE PANAMÁ.**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO LICENCIATURA EN REDES
Y TELECOMUNICACIONES CON ÉNFASIS EN COMUNICACIONES
INALÁMBRICAS**

**Tutor: Samuel Ortega
Autor: Yamisury Herrera**

Ciudad de Panamá, 15 de marzo de 2024



**REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y
TECNOLOGÍA**

**EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE
EQUIPOS ODONTOLÓGICOS DEL HOSPITAL SAN MIGUEL ARCÁNGEL DE LA
REPÚBLICA DE PANAMÁ.**

**PROYECTO DE TRABAJO PARA OPTAR AL GRADO LICENCIATURA EN REDES
Y TELECOMUNICACIONES CON ÉNFASIS EN COMUNICACIONES
INALÁMBRICAS**

Autora: Yamisury Herrera

Ciudad de Panamá, 15 de marzo de 2024



Ciudad de Panamá, 15 de marzo de 2024.

Profesor

Nagib Yassir García

Coordinador del Comité de Titulación de Estudios de Grado y Postgrado

Presente

En mi carácter de Tutor del Trabajo de Grado de Licenciatura, presentado por la Bachiller, YAMISURY HERRERA, para optar al grado de, LICENCIATURA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES CON ÉNFASIS EN COMUNICACIONES INALÁMBRICAS considero que el trabajo: reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Jurado examinador que se designe.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Nagib Yassir García", is written over a solid horizontal line. The signature is fluid and cursive.

Línea de Investigación:
Tecnología Aplicada a la Salud Humana



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y TECNOLOGÍA**

**INFORME DE ACTIVIDADES DE TUTORÍA OPCIÓN DE TITULACIÓN DE TRABAJO DE GRADO DE
LICENCIATURA**

Carrera de Licenciatura: LICENCIATURA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES CON ÉNFASIS EN COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

Estudiante: YAMISURY HERRERA

Tutor: Prof. SAMUEL I. ORTEGA C.

Título del trabajo de grado: EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EQUIPOS ODONTOLÓGICOS DEL HOSPITAL SAN MIGUEL ARCÁNGEL DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ.

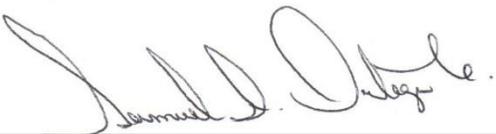
Línea de Investigación: TECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD HUMANA

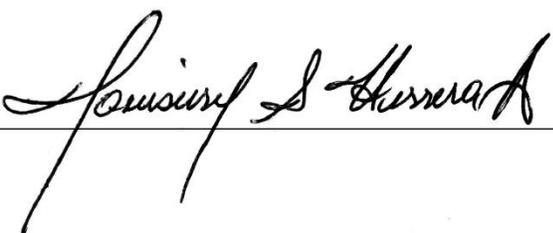
SESIÓN	FECHA	HORA REUNIÓN.	ASPECTO TRATADO	OBSERVACIÓN
1.	Julio, 2023	6:00PM	Índice marco Teórico	No aplica
2.	Agosto, 2023	6:00PM	Desarrollo marco Teórico	No aplica
3.	Septiembre 2023	6:00PM	Desarrollo marco Teórico, elaboración de instrumento de obtención de datos	No aplica
4.	Octubre 2023	6:00PM	Desarrollo de marco Teórico, Revisión por especialistas de instrumento de obtención de datos – Realización de entrevistas	No aplica
5.	Noviembre 2023	6:00PM	Desarrollo de marco Teórico, Realización de entrevistas	No aplica
6.	Diciembre 2023	6:00PM	Desarrollo de marco teórico, Realización de entrevistas	No aplica
7.	Enero 2024	6:00PM	Selección de información en base al diseño investigativo de Teoría Fundamentada	No aplica
8.	Febrero 2024	6:00PM	Revisión de pares	No aplica
9.	Marzo 2024	6:00PM	Ultimación de detalles	Se realizarán ciertas consultas al docente de la materia por parte de la Universidad

Titulo definitivo:

EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EQUIPOS ODONTOLÓGICOS DEL HOSPITAL SAN MIGUEL ARCÁNGEL DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ.

Comentarios finales acerca de la investigación: Declaramos que las especificaciones anteriores representan el proceso de dirección del trabajo de grado arriba mencionado.





DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a mis hijos y Kiara Arrocha, cuyo amor incondicional y constante, apoyo han sido mi mayor inspiración y fortaleza a lo largo de este camino académico.

A mi madre Sixta Abiva que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos, oraciones y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi líder Hugo Castillo que de forma directa contribuyo a mi formación académica y personal, ¡gracias infinitas! Este logro es también es suyo."

RECONOCIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de grado.

Por el apoyo incondicional de mis hijos, pareja y familia por su amor, paciencia y sacrificio fueron fundamentales para que pudiera dedicarme plenamente a la culminación de esta meta. A ellos les debo todo mi éxito.

Agradezco a mi Tutor el Ing. Biomédico Samuel Ortega de grado por su orientación experta, apoyo constante y sabios consejos a lo largo de todo el proceso de investigación. Su dedicación y compromiso fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

También quiero agradecer a todos los profesores y profesionales que compartieron su conocimiento y experiencia conmigo, brindándome las herramientas necesarias para llevar a cabo esta investigación de manera rigurosa y exhaustiva.

Agradezco a mis compañeros de clase y amigos por su estímulo, comprensión y colaboración durante esta etapa académica. Sus palabras de aliento y su apoyo incondicional fueron una gran fuente de motivación para mí.

Finalmente, agradezco a todas las personas que participaron de alguna manera en este proyecto, ya sea brindando información, consejos o simplemente palabras de aliento. Su contribución fue invaluable y no será olvidada.

Gracias a todos por formar parte de este importante logro en mi vida profesional, sin su ayuda y apoyo este trabajo no habría sido posible.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
PORTADA	1
PORTADA INTERNA	2
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR (A)	3
INFORME DE ACTIVIDADES DE TUTORÍA OPCIÓN DE TITULACIÓN	4
DEDICATORIA	6
RECONOCIMIENTO	7
ÍNDICE GENERAL	8
INDICE DE TABLAS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULOS	
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
Objetivos	17
Formulación	17
Justificación	18
II. MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL	20
1. Instituciones de Salud en Panamá	20
1.1. Ministerio de Salud	20
1.2. Caja de Seguro Social	21
2. Hospital San Miguel Arcángel	21
2.1. Historia	22
2.2. Servicios médicos	22

2.2.1. Odontología	23
2.3. Departamento de Biomédica	25
2.4. Departamento de Informática	25
3. Dispositivos médicos	26
3.1. Concepto	26
4. Mantenimiento de equipos médicos	27
4.1. Concepto	27
4.2. tipos	28
5. Introducción a la conectividad inalámbrica para rutinas de mantenimiento de equipos médicos	30
5.1. Protocolos	32
5.2. Plataformas	34
5.3. Interfaces	36
5.4. Ejemplos de plataformas, protocolos e interfaces	37
5.4.1. Alfa	37
5.4.2. Health Device Profile	38
5.4.3. Bluetooth Smart	39
5.5. Beneficios a personal de salud, técnicos e ingenieros con la posibilidad de manejo remoto de equipos médicos en sus rutinas de mantenimiento	41
5.5.1. Para personal de salud	42
5.5.2. Para técnicos e ingenieros	43
6. Equipos médicos actuales que manejan protocolos de manejo remoto en uso y mantenimiento	44
7. Estudios previos relacionados	46
III. METODOLOGÍA O MARCO METODOLÓGICO	48
Tipo de investigación	48
Procedimientos	50

IV. RESULTADOS	53
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	56
CONCLUSIONES	64
REFERENCIAS	65
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

1. Guía del Entrevistador	2.
3. Relación de Categorías Axiales vs Categorías Abiertas de la División OPM	4.
5. Relación de Categorías Axiales vs Categorías Abiertas de la División OPIB	6.
7. Relación de Categorías Axiales vs Categorías Abiertas de la División OPIS	8.
9. Categorías axiales OPM, OPIM y OPIS vs Categorías selectivas	10.



REPÚBLICA DE PANAMÁ
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA FACULTAD
DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y TECNOLOGÍA

EVALUACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA DE EQUIPOS ODONTOLÓGICOS DEL HOSPITAL SAN MIGUEL ARCÁNGEL DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ.

Autor (a): Yamisury Herrera
Tutor (a): Samuel Ortega A
Año: 2024

RESUMEN

El presente estudio sienta las bases para el desarrollo de proyectos aplicados que involucran tecnología inalámbrica, específicamente al ámbito de la salud, y en este caso particular a la odontología. Es importante reconocer el valioso aporte de los ingenieros de diversas áreas en el diseño y ejecución de proyectos, realizados con el fin de mejorar a la comunidad y su entorno; sin embargo, muchas veces se requiere de estudios de factibilidad o de exploración que permita considerar todos los impactos que tendrá la ejecución de un determinado proyecto. Con miras a ello, este estudio expone claramente los aspectos más importantes que se deben considerar al intentar implementar un proyecto que involucre tecnología inalámbrica a la salud bucal del pueblo panameño, apuntando a uno de los mayores problemas de las instituciones de salud: la ejecución de los mantenimientos de los equipos médicos. A pesar de que la ingeniería está íntimamente relacionada con las ciencias exactas, este trabajo investigativo propone, además abordar los problemas que pueda suscitarse en el campo de la misma ingeniería, una forma interesante de abordar los temas ingenieriles desde su perspectiva meramente teórica. Se verá con detalle en el desarrollo de la presente investigación, que es fundamental tomar en cuenta que para implementar tecnologías inalámbricas en el manejo de los mantenimientos de los equipos odontológicos de un hospital (en este caso el Hospital San Miguel Arcángel), es necesario tomar en cuenta al personal médico, los técnicos e ingenieros biomédicos, los ingenieros en sistemas e informática; y que a su vez se debe incluir a la administración en la toma de decisiones, con una comunicación efectiva y tomando en cuenta las posibles dependencias que se puedan presentar una vez se implemente un determinado proyecto en este campo.

Palabras clave: Tecnología inalámbrica, comunicación, implementación, mantenimiento, ingeniería biomédica.

Línea de Investigación: Tecnología Aplicada a la Salud Humana



**REPUBLIC OF PANAMA
UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA FACULTY
OF COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**EVALUATION FOR THE IMPLEMENTATION OF WIRELESS COMMUNICATION OF
DENTAL EQUIPMENT OF THE SAN MIGUEL ARCÁNGEL HOSPITAL OF THE
REPUBLIC OF PANAMA.**

**Autor (a): Yamisury Herrera
Tutor (a): Samuel Ortega
Year: 2024**

ABSTRACT

The present study lays the foundations for the development of applied projects that involve wireless technology, specifically in the field of health, and in this case, dentistry. It is important to recognize the valuable contribution of engineers from various areas in the design and execution of projects, carried out with the aim of improving the community and its environment; However, feasibility or exploration studies are often required to consider all the impacts that the execution of a given project will have. With a view to this, this study clearly exposes the most important aspects that must be considered when trying to implement a project that involves wireless technology in the oral health of the Panamanian people, pointing to one of the biggest problems of health institutions: the execution of maintenance of medical equipment. Although engineering is closely related to the exact sciences, this research work also proposes addressing problems that may arise in the field of engineering itself, an interesting way of approaching engineering issues from a purely theoretical perspective. It will be seen in detail in the development of this research that it is essential to take into account that to implement wireless technologies in the management of maintenance of the dental equipment of a hospital (in this case the San Miguel Arcángel Hospital), it is necessary to take taking into account medical personnel, biomedical technicians and engineers, systems and computer engineers; and that in turn the administration must be included in decision-making, with effective communication and taking into account the possible dependencies that may arise once a certain project in this field is implemented.

Keywords: Wireless technology, administration, implementation, maintenance, biomedical engineering.

Research Line: Technology Applied to Human Health

INTRODUCCIÓN

La ingeniería ha jugado un papel crucial en el desarrollo de las generaciones de los pueblos. Esa curiosidad y la necesidad de solventar problemas en beneficio de las personas y por ende de la comunidad y su entorno; les ha llevado a desarrollar tecnologías antes impensables por cualquier ser humano. Acortar distancias en minutos, en tramos que antes llevaban días y quizás meses en recorrer, el avance en la medicina para salvar vidas, la comunicación remota que fue fundamental en el desarrollo de la última pandemia de COVID-19; son solo algunos ejemplos que los desarrollos ingenieriles han permitido alcanzar. En el caso particular de las tecnologías remotas, cada vez más se va influenciando para la transmisión de energía y comunicación sin necesidad de cableado, ni grandes requisitos a nivel de infraestructura. Esto ha sido visible no solo en las comunicaciones, sino también en campos como la educación, administración y la salud. Los ingenieros contemporáneos apuntan a tratar a pacientes de la manera menos invasiva posible, e incluso han sugerido el manejo remoto de tecnologías para seguimiento, diagnóstico y monitoreo. Además, se propone poder brindar mantenimiento a equipos de forma inalámbrica para mejorar el tiempo de respuesta ante algún daño o llevada a cabo de compromiso de mantenimientos regulares que sean necesarios para estos.

De esta forma, el presente estudio tiene como finalidad evaluar la posible implementación de la realización de mantenimientos remotos (conectividad inalámbrica) a equipos médicos, en específico a los del área de odontología, tomando como referencia el Hospital San Miguel Arcángel.

Este estudio se realiza como una heteroevaluación unidireccional individual sumativa, como trabajo final para optar por la Licenciatura en Redes y Telecomunicaciones con Énfasis en Comunicaciones Inalámbricas, como opción de la asignatura: Trabajo de Grado, bajo la dirección del Dr. Nagib Yassir García y tutoría del Mgter. Samuel I. Ortega C.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el actual siglo XXI, es notable observar la incorporación de la tecnología en todas las actividades en la que los seres humanos se desarrollan. Es posible observar, la influencia tecnológica que se ha vuelto fundamental y elemental en todas las profesiones actuales. Es vital observar el aporte de las tecnologías en la educación, la industria, las comunicaciones, las actividades recreativas, el turismo, en fin, en todas las actividades en las que se ve inmerso el ser humano.

La tecnología ha facilitado, mejorado y optimizado muchas de las actividades que en sus inicios eran impensables desarrollarlas en el tiempo y con los resultados, con los que se desarrollan y obtienen hoy.

En la industria, la automatización de procesos con mejores resultados ha representado un gran impulso en la economía mundial.

En la docencia, y luego de haber pasado una de las peores pandemias que ha visto la humanidad, la tecnología ha jugado un papel fundamental en la transmisión de la información y en la evaluación de los conocimientos aprendidos.

Por su parte, en el sector salud, el aporte de la tecnología ha sido vital para la mejora de las personas con padecimientos, e incluso en ser oportunos para salvar muchas vidas. Caso concreto, el apoyo del desarrollo tecnológico que ayudó de manera increíble en el manejo de la pandemia por COVID-19, desde el diagnóstico médico, hasta el soporte de vida de individuos convalecientes.

A pesar de que ha sido grande el impulso de la medicina por el apoyo directo del soporte tecnológico, aún hay mucho por alcanzar.

En este sentido, es fundamental la aplicación de las tecnologías en la medicina, palpadas en el desarrollo de mejores fármacos para tratar enfermedades, la producción de materiales que ayuden a las funciones vitales de los diferentes órganos y sistemas del cuerpo humano, el diseño y fabricación de equipos médicos que mejoren todas las funciones que se realizan en las instituciones de salud.

Con respecto al desarrollo de equipos que mejoren la atención médica, empleando los más recientes avances tecnológicos, requieren además de su implementación, de un seguimiento en el funcionamiento de estos. Este seguimiento, entendido como

mantenimiento, ha sido vital para el correcto funcionamiento de los equipos y por ende de las funciones que se desempeñan en el sector salud.

A pesar de los grandes avances tecnológicos en el desarrollo de equipos que ayuden a la labor médica, existen grandes retos, como lo son el optimizar el desarrollo de estos procesos denominados mantenimientos para lograr que las tecnologías puedan llegar a la vida útil para la cual han sido desarrollados.

En los hospitales, existen departamentos que trabajan de la mano con el personal de salud en la implementación, selección y seguimiento de todas las tecnologías médicas que se emplean en estos. El principal departamento que participa directamente en las actividades mencionadas es el Departamento de Biomédica.

Además del mantenimiento de los equipos médicos, para la mejora en la atención sanitaria, existen otros factores que influyen en la duración y desempeño de las tecnologías médicas. Uno de ellos es el tipo de institución sanitaria en el que se encuentran ubicados, esto es, el departamento de salud en el que está ubicado (Odontología, Laboratorio Clínico, Urgencias, Quirófanos, otros), así como la clasificación de las instituciones sanitarias atendiendo al origen de presupuesto para su gestión, es decir instituciones de salud públicas (estatales) y privadas (particulares).

En efecto, no hace falta realizar grandes esfuerzos, en observar que la demanda en la atención sanitaria es mucho mayor en el sector estatal, que en el sector particular. Por lo que el desgaste en el uso de las tecnologías médicas en las instituciones pertenecientes al sector estatal será mucho mayor.

De este análisis, surge la necesidad de poder apoyar en el ámbito de salud, con los aportes de la tecnología, en la aplicación de mecanismos que permitan asegurar que no solo se implemente las tecnologías médicas, sino que puedan permanecer en el tiempo establecido por los fabricantes que han desarrollado dichas tecnologías.

Los proveedores de tecnologías médicas juegan un papel fundamental en la incorporación de las tecnologías médicas más recientes en la atención sanitaria. De hecho, en los primeros periodos subsiguientes a la instalación, muchos de otorgan garantía a los equipos médicos instalados durante un periodo de tiempo pactado entre la institución sanitaria y el proveedor de la tecnología.

Objetivos:

Objetivo general

- Conocer la postura del personal de salud relacionado a las tecnologías médicas de salud en el sector odontológico y la implementación de la comunicación remota de los mantenimientos relacionados.

Objetivos específicos

- Recopilar información relacionada con la atención sanitaria, las tecnologías médicas, tecnologías inalámbricas de comunicación y personal de salud relacionada al área de odontología.
- Aplicar instrumentos para obtención de información del personal de salud relacionado con el área de odontología del Hospital San Miguel Arcángel.
- Comunicar los resultados obtenidos luego de la aplicación de instrumentos de medición mediante un reporte escrito.

Formulación:

A pesar de ello hay un escalón en la comunicación por parte de los diversos departamentos o unidades ejecutoras de la atención sanitaria, y el recordar el tiempo oportuno para la realización de los determinados mantenimientos, con miras a garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos médicos, así como extender la vida útil de estos; vida útil indicada por los fabricantes de las tecnologías médicas.

Surgen entonces ciertas interrogantes relacionadas al análisis descrito anteriormente:

- ¿Cómo es posible apoyar a las tecnologías médicas?
- ¿Qué se debe mejorar para brindar una atención más oportuna por parte de las unidades ejecutoras de atención sanitaria?
- ¿Existen tecnologías que apoyen a la tecnología?
- Será necesario garantizar

- ¿Será rentable para las instituciones de salud reemplazar las tecnologías médicas por falta de mantenimiento en los equipos, en lugar de inversión en el mantenimiento de las actuales?

Luego de analizar la forma en que las tecnologías pueden aportar y seguir aportando a la labor de todos los profesionales del mundo, y en particular a los del sector salud también se puede preguntar cómo la Ingeniería en Redes y Telecomunicaciones puede apoyar a la labor médica, y al conector entre la medicina y la tecnología médica: la Ingeniería Biomédica. Surge entonces el siguiente problema de investigación:

¿Mejoraría la atención sanitaria en un determinado departamento de atención en salud de una institución sanitaria si se mejoran los mecanismos en el que se comunican actualmente los mantenimientos de las tecnologías médicas?

La pregunta anterior es muy abarcadora, por lo que tomando en cuenta en el acceso de la información, instituciones, departamentos y unidades ejecutoras sanitarias; el problema de investigación a resolver luego del desarrollo de este trabajo investigativo es el siguiente:

¿Mejoraría la atención sanitaria en el Departamento de Odontología del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá si se mejoran los mecanismos en el que se comunican la solicitud de los mantenimientos de las tecnologías médicas al Departamento de Biomédica y de los proveedores de salud?

Justificación

La realización del presente estudio es necesaria para la mejora en la atención sanitaria de todas las instituciones sanitarias de salud de la República de Panamá.

Con la atención expedita de los mantenimientos preventivos por parte de los Departamentos de Biomédica de las instituciones sanitarias o de los proveedores de tecnologías médicas, se mejorará la atención sanitaria al mantener en óptimas condiciones las tecnologías sanitarias.

De igual forma, servirá de base para la actualización de la comunicación de necesidad de mantenimientos a otras unidades ejecutoras o departamentos de atención sanitaria.

También este estudio servirá de base, a futuros estudios que busquen implementar una tecnología inalámbrica específica en el proceso de comunicación de mantenimientos de tecnología médicas.

Se podrá aspirar también a poder diagnosticar de manera remota, y de ser posible solucionar problemas que requieran de un mantenimiento de tipo correctivo.

Además, este estudio servirá de base para la toma de decisiones (administradores, directores médicos, jefes de departamentos) sobre selección de nuevas tecnologías médicas en el entorno sanitario.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL

Para desarrollar el presente estudio es necesario conocer los aspectos relacionados al sector salud y a las tecnologías inalámbricas, en particular, a aquellas que están en proceso de implementación o que se han implementado en el diseño y fabricación de dispositivos médicos.

1. Instituciones de Salud en Panamá

Las entidades del sector salud se clasifican en públicas, privadas y mixtas. Dentro de las públicas se encuentran las entidades que conforman a la Caja de Seguro Social y el Ministerio de Salud, siendo este último el ente rector de la salud en Panamá. De igual forma se cuenta con entidades mixtas que son apoyadas en su gestión por el gobierno, pero no en el 100% de la misma, y que obtienen los otros recursos para llevar a cabo las diversas funciones mediante autogestión como, por ejemplo: PROBIDSIDA y APLAFA.

1.1. Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud de Panamá (denominado por sus siglas MINSA) es un ministerio de la República de Panamá que forma parte del Órgano Ejecutivo.

En su página web indica que su visión es:

“CAMBIO EN LA SALUD, UN COMPROMISO DE TODOS” (MINSA, 2012)

De igual forma la misión del MINSA ES:

“Garantizar a toda la población, con enfoque de género, el acceso a la atención integral, a través de servicios públicos de salud, humanizados en todos sus niveles de intervención, basados en la estrategia de atención primaria, y el desarrollo de las funciones de rectoría, gestión y transformación, privilegiando la equidad, la eficiencia y la calidad con calidez durante la atención, asegurando los procesos

de transparencia en el uso de los recursos y el desarrollo de las actuaciones en salud con la participación ciudadana, en la construcción de las condiciones necesarias para la producción social de la salud” . (MINSAs, 2012)

Es el ente rector de la Salud en Panamá.

1.2. Caja de Seguro Social

La página web de la Caja de Seguro Social de Panamá, define a la misma como:

“... es la institución que brinda protección social a los trabajadores y sus familias en Panamá.” (CSS, 2024)

Es conocida como CSS por sus siglas. Y de manera ideal es el brazo ejecutor, la fase técnica que debe encargarse de brindar los servicios de salud a los que están asegurados.

Con respecto a su historia, es conveniente mencionar que:

“La Caja de Seguro Social fue fundada por medio de la Ley 23 del 21 de marzo de 1941. Dicha Ley empezó a regir a partir del 31 de marzo de ese mismo año, por lo cual el día de la Seguridad Social en Panamá se conmemora en esa fecha. Ahora bien, no fue a partir de ese momento que existieron en nuestro país por primera vez sistemas previsionales; ciertamente, desde los inicios de nuestra vida republicana habían existido leyes tendientes a brindar protección a la clase trabajadora.” (CSS, 2024)

2. Hospital San Miguel Arcángel

El Hospital San Miguel Arcángel es una entidad de salud que nace como figura de Hospital Integrado y pasa a figura de patronato, para recientemente ser reconocido como uno de los hospitales regionales estatales que conforman la estructura de salud del país, formando parte 100% del MINSAs en cuanto a financiamiento.

2.1. Historia

Con respecto a la creación del Hospital San Miguel Arcángel, la página web “consulta-le” indica que:

“El Hospital San Miguel Arcángel (HISMA), es un hospital regional de segundo nivel, situado en la ciudad de Panamá, distrito especial de San Miguelito, inaugurado en diciembre de 1998 y constituyéndose desde ese entonces, en el Hospital Regional de la región de salud de San Miguelito. Surgió como una alternativa para el abordaje y resolución de algunos de los problemas del sistema salud, como lo son la ineficiencia, inequidad, falta de oportunidad en la prestación de los servicios y la insatisfacción de la población.” (consulta-le, 2021)

2.2. Servicios médicos

Dentro de los servicios médicos que ofrece el Hospital San Miguel Arcángel se encuentran:

- Urgencias
- Cirugía
- Ginecología obstetricia
- Medicina general
- Geriátría
- Psiquiatría
- Laboratorio
- Hospitalización
- Odontología
- Medicina interna
- Gastroenterología
- Pediatría
- Neonatología

2.2.1. Odontología

La Real Academia de la Lengua Española define el concepto de “odontología” como sigue:

“Estudio de los dientes y del tratamiento de sus dolencias.” (RAE, 2024)

Por su parte, la Clínica Universidad de Navarra define a la odontología de la siguiente forma:

“La Odontología es una rama esencial de las ciencias de la salud que se enfoca en el estudio, diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades, trastornos y condiciones del sistema estomatognático, el cual incluye los dientes, las encías, el tejido periodontal, el maxilar, la mandíbula, y las estructuras relacionadas en la cavidad oral y maxilofacial. Esta disciplina médica combina tanto aspectos estéticos como funcionales para mejorar no solo la salud dental de los pacientes, sino también su calidad de vida a través de una amplia gama de procedimientos y técnicas especializadas.” (Clínica Universidad de Navarra, 2023)

Sea cual fuese la definición, la odontología juega un papel fundamental en el mantenimiento de la salud integral de los individuos. Los odontólogos, en conjunto con los asistentes en odontología son los que llevan a cabo todas las funciones relacionadas con la salud bucal.

Para llevar a cabo sus funciones los departamentos de odontología de los hospitales cuentan con insumos y equipos diversos.

Dentro de los insumos más empleados en los departamentos de odontología se encuentran:

- jeringas
- gasas
- esponjas hemostáticas
- ionómeros de vidrio
- resinas
- instrumental diverso

- materiales de restauración
- anestесias

Dentro de los equipos médicos más empleados en los departamentos de odontología se encuentran:

- sillón dental
- lámpara de fotopolimerización
- aparatos ultrasónicos para profilaxis dental
- succión y compresor dental
- rayos x intraoral
- sensores digitales o lectores de placas
- autoclaves
- destiladoras
- piezas de mano
- lubricadores de piezas de mano
- amalgamadores.

Estos equipos son usados de manera constante, ininterrumpida durante las jornadas de atención, cuya frecuencia es muy superior a la frecuencia de un consultorio de odontología a nivel privado. Lo anterior dependiendo de la institución.

En la actualidad muchos equipos requieren intervención tecnológica para activación, por ejemplo, ciertas autoclaves necesitan conectarse con internet para que los fabricantes corroboren datos y pueda ponerse en marcha. Así mismo se ha hablado de que ciertos sillones dentales tienen la opción de bluetooth para asistirle en mantenimientos específicos de manera remota y mantener la mayor parte del tiempo las condiciones óptimas de los diversos equipos.

2.3. Departamento de Biomédica

CESALUD hace referencia a los departamentos de Biomédica a nivel de Latinoamérica:

“En México y Latinoamérica los Departamentos de Ingeniería Biomédica (DIB) surgen ante la necesidad de gestionar el equipo médico desde la planeación y su disponibilidad dentro de los hospitales. Hoy en día es clave para la toma de decisiones en hospitales a nivel directivo, ya que se encargan del uso eficiente y seguro de las tecnologías en salud y estas son fundamentales en cualquier establecimiento que provee atención a la salud.” (CESALUD, 2023)

En Panamá todos los hospitales regionales que pertenecen al MINSA cuentan con un Departamento de biomédica encargados de velar en la toma de decisiones en cuanto a la adquisición de las tecnologías médicas, mantener la vida útil de los diversos equipos que están bajo su jurisdicción, brindar entrenamiento y docencia al personal sobre el correcto funcionamiento de los equipos médicos, así como realizar el enlace con los proveedores de equipos médicos de las instituciones de salud que le han facilitado equipos médicos a la institución sanitaria y permanecen aún en el período de garantía.

2.4. Departamento de Informática

Los departamentos de informática pueden ser definidos, acorde al Blog de ComparaSoftware, de la siguiente manera:

“Las empresas necesitan un departamento de informática para alcanzar sus objetivos. Ellos son los encargados de que la red informática de ordenadores funcione correctamente, y todos los sistemas respondan en su debido tiempo y forma. Ellos implementan y gestionan los Services Management de una compañía.” (ComparaSoftware, 2022)

Aunado a ello, ComparaSoftware indica que las funciones que realiza los departamentos de informática incluyen:

- Realizar las tareas de mantenimiento de los equipos, programas y la seguridad regularmente.
- Efectuar optimizaciones que procuren el aumento del rendimiento de forma periódica.
- Atención a los usuarios y clientes de la empresa, en cuanto a información y/o ayuda técnica.
- Ejecutar análisis de seguridad en todos los ámbitos de la empresa.
- Evaluar las necesidades de recursos. Esto implica actualizaciones a implementar, nuevos programas o equipos a adquirir.

(ComparaSoftware, 2022)

Es posible observar la notoria relación entre las tecnologías y los equipos médicos que están a cargo de ser cuidados para optimizar su vida útil por los departamentos de biomédica.

3. Dispositivos médicos

3.1. Concepto

La OMS define a los dispositivos médicos de la siguiente manera:

“Producto, instrumento, aparato o máquina que se usa para la prevención, el diagnóstico o el tratamiento de enfermedades y dolencias, o para detectar, medir, restaurar, corregir o modificar la anatomía o función del organismo con un fin sanitario. Habitualmente, el objetivo que se persigue con un dispositivo médico no se alcanza por medios farmacológicos, inmunológicos ni metabólicos.” (OMS, 2012)

De igual forma, la OMS indica que los equipos médicos pueden ser definidos de la siguiente manera:

“Dispositivo médico que exige calibración, mantenimiento, reparación, capacitación del usuario y desmantelamiento, actividades que por lo general están

a cargo de ingenieros clínicos. Los equipos médicos se usan con un fin determinado de diagnóstico y tratamiento de enfermedades o de rehabilitación después de una enfermedad o lesión; se los puede usar individualmente, con cualquier accesorio o consumible o con otro equipo médico. El término “equipo médico” excluye los implantes y los dispositivos médicos desechables o de un solo uso.” (OMS, 2012)

4. Mantenimiento en equipos médicos

4.1. Concepto

El mantenimiento en equipos médicos remotos implica la gestión y supervisión de dispositivos médicos de manera remota, utilizando tecnología de comunicación inalámbrica y sistemas de monitoreo en línea. Aquí hay algunos aspectos importantes a considerar en el mantenimiento de equipos médicos remotos:

Conectividad confiable: Es fundamental garantizar una conexión de red confiable y segura para permitir el acceso remoto a los equipos médicos. Esto puede implicar el uso de redes privadas virtuales (VPN), conexiones seguras a internet y medidas de seguridad cibernética para proteger la integridad y la privacidad de los datos.

Plataformas de gestión remota: Utilizar plataformas de gestión remota diseñadas específicamente para equipos médicos puede simplificar y centralizar la supervisión y el mantenimiento de dispositivos dispersos en diferentes ubicaciones. Estas plataformas pueden proporcionar herramientas para monitorear el estado del equipo, realizar diagnósticos remotos, programar mantenimiento preventivo y recibir alertas de problemas potenciales.

Actualizaciones de software y firmware: El mantenimiento remoto permite la implementación de actualizaciones de software y firmware de manera rápida y eficiente, sin la necesidad de desplazarse físicamente hasta el lugar donde se encuentra el equipo. Esto garantiza que los dispositivos estén siempre actualizados con las últimas características y correcciones de seguridad.

Diagnóstico remoto de problemas: Los técnicos pueden utilizar herramientas de diagnóstico remoto para identificar problemas de funcionamiento en los equipos médicos y tomar medidas correctivas de manera remota. Esto puede incluir la revisión de registros de mantenimiento, la ejecución de pruebas de diagnóstico y la resolución de problemas de software o hardware.

Gestión de alarmas y alertas: Las plataformas de gestión remota pueden proporcionar funcionalidades para gestionar alarmas y alertas generadas por los equipos médicos. Esto incluye la capacidad de recibir notificaciones de eventos críticos, como fallos de sistema, condiciones de funcionamiento anormales o necesidad de mantenimiento preventivo.

Capacitación del personal: Es importante proporcionar capacitación adecuada al personal clínico y técnico en el uso de herramientas de mantenimiento remoto y en la interpretación de datos de monitoreo en línea. Esto garantiza que el personal esté preparado para responder de manera efectiva a situaciones de mantenimiento y emergencias.

En resumen, el mantenimiento en equipos médicos remotos permite la supervisión y gestión eficiente de dispositivos médicos distribuidos en diferentes ubicaciones, utilizando tecnología de comunicación inalámbrica y plataformas de gestión remota. Al aprovechar estas herramientas, es posible garantizar un funcionamiento óptimo y confiable de los equipos médicos, contribuyendo así a la calidad y la seguridad de la atención al paciente.

4.2. Tipos

En el mantenimiento de equipos médicos remotos, se pueden aplicar diferentes tipos de mantenimiento según las necesidades específicas del equipo y las condiciones operativas. Algunos de los tipos de mantenimiento comunes en equipos médicos remotos incluyen:

Mantenimiento preventivo: Este tipo de mantenimiento se realiza de manera regular y programada para prevenir fallos y mantener el equipo en condiciones óptimas de funcionamiento. Incluye actividades como inspecciones periódicas, limpieza, calibración, pruebas de funcionamiento y reemplazo de piezas desgastadas.

Mantenimiento predictivo: El mantenimiento predictivo implica el uso de herramientas de monitoreo y diagnóstico remoto para predecir cuándo es probable que ocurra un fallo en

el equipo. Se utilizan sensores y sistemas de monitoreo en línea para recopilar datos sobre el estado del equipo y analizar tendencias que puedan indicar la necesidad de intervenciones de mantenimiento.

Mantenimiento correctivo: El mantenimiento correctivo se lleva a cabo en respuesta a fallos o problemas identificados en el equipo. Puede implicar la resolución remota de problemas de software, la realización de diagnósticos remotos para identificar la causa raíz del problema y la implementación de medidas correctivas, ya sea de manera remota o mediante una visita in situ si es necesario.

Mantenimiento proactivo: El mantenimiento proactivo implica tomar medidas preventivas o correctivas para abordar problemas potenciales antes de que causen un fallo en el equipo. Esto puede incluir la aplicación de actualizaciones de software y firmware de manera preventiva, la identificación de problemas emergentes durante el monitoreo remoto y la implementación de acciones correctivas antes de que se produzcan fallos graves.

Mantenimiento de software: El mantenimiento de software implica la gestión y actualización de software en los equipos médicos remotos. Esto puede incluir la implementación de parches de seguridad, actualizaciones de características y correcciones de errores para garantizar que el software esté actualizado y funcionando correctamente.

Mantenimiento de red: En el caso de equipos médicos que dependen de una red para su funcionamiento remoto, el mantenimiento de red es importante para garantizar una conectividad confiable y segura. Esto puede implicar la gestión de firewalls, configuraciones de red, medidas de seguridad cibernética y monitoreo de la calidad de la red.

Al combinar estos diferentes tipos de mantenimiento en equipos médicos remotos, es posible garantizar un funcionamiento óptimo y confiable del equipo, maximizando su vida útil y contribuyendo a la calidad y la seguridad de la atención médica.

5. Introducción a la conectividad inalámbrica para rutinas de mantenimiento de equipos médicos

La introducción de equipos médicos inalámbricos ha revolucionado la forma en que se realizan los diagnósticos, se monitorean los pacientes y se administra la atención médica en general. Estos dispositivos utilizan tecnología inalámbrica para transmitir datos de forma remota, lo que permite una mayor movilidad, comodidad y acceso a la información médica en tiempo real. Desde monitores de signos vitales hasta dispositivos de imágenes médicas, la gama de equipos médicos inalámbricos es amplia y diversa, y su impacto en la atención médica es significativo.

La capacidad de recopilar datos de forma remota y transmitirlos a los profesionales de la salud ha mejorado la eficiencia en el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes. Por ejemplo, los monitores de signos vitales inalámbricos permiten a los médicos y enfermeras supervisar constantemente la condición de un paciente, incluso cuando están fuera de la habitación. Esto es especialmente importante en entornos como las unidades de cuidados intensivos, donde la supervisión continua es fundamental para la atención del paciente.

Además, los equipos médicos inalámbricos ofrecen una mayor comodidad para los pacientes al eliminar la necesidad de cables y dispositivos engorrosos. Esto puede mejorar la experiencia del paciente y reducir el estrés asociado con los procedimientos médicos.

La tecnología inalámbrica también ha facilitado la creación de dispositivos portátiles y wearables que permiten a las personas monitorear su salud en tiempo real desde la comodidad de sus hogares. Estos dispositivos pueden rastrear datos como la frecuencia cardíaca, la actividad física y la calidad del sueño, y enviar alertas a los usuarios y profesionales de la salud cuando se detectan anomalías.

Sin embargo, la adopción de equipos médicos inalámbricos también plantea desafíos en términos de privacidad y seguridad de los datos. Es crucial garantizar que la transmisión de datos sea segura y esté protegida contra posibles amenazas cibernéticas.

En resumen, los equipos médicos inalámbricos representan un avance significativo en la atención médica, ofreciendo beneficios en cuanto a movilidad, comodidad y acceso a la información médica en tiempo real. Con el continuo desarrollo de la tecnología

inalámbrica, se espera que estos dispositivos desempeñen un papel aún más importante en la mejora de la atención médica y el bienestar de los pacientes.

El mantenimiento de equipos médicos inalámbricos es fundamental para garantizar su funcionamiento seguro y eficaz. Aquí hay algunas rutinas importantes que se deben tener en cuenta al realizar el mantenimiento de estos dispositivos:

1. **Inspección visual regular:** Realizar inspecciones visuales periódicas de los equipos para detectar signos de daño físico, desgaste o deterioro. Esto puede incluir verificar los cables, conectores, pantallas y carcasa del dispositivo.
2. **Actualización de software:** Asegurar de mantener actualizado el software de los equipos médicos inalámbricos. Las actualizaciones de software pueden incluir correcciones de errores, mejoras de seguridad y nuevas características que pueden mejorar el rendimiento y la seguridad del dispositivo.
3. **Pruebas de funcionamiento:** Realizar pruebas de funcionamiento regulares para verificar que los equipos médicos inalámbricos estén operando correctamente. Esto puede incluir pruebas de conectividad inalámbrica, calibración de sensores y verificación de la precisión de las mediciones.
4. **Limpieza y desinfección:** Seguir las instrucciones del fabricante para limpiar y desinfectar los equipos médicos inalámbricos de manera segura y efectiva. Es importante utilizar los productos y métodos de limpieza recomendados para evitar dañar los dispositivos o comprometer su funcionamiento.
5. **Revisión de baterías:** Si los equipos médicos inalámbricos utilizan baterías recargables, verifica regularmente el estado de las baterías y reemplázalas según sea necesario. Las baterías defectuosas pueden afectar el rendimiento del dispositivo y representar un riesgo para la seguridad del paciente.
6. **Gestión de la seguridad de la información:** Asegurar de implementar medidas de seguridad de la información para proteger los datos de los pacientes y garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información transmitida por los equipos médicos inalámbricos.
7. **Capacitación del personal:** Proporcionar capacitación adecuada al personal de salud que utiliza y mantiene los equipos médicos inalámbricos. Es importante que el personal esté familiarizado con los procedimientos de mantenimiento, limpieza y uso seguro de los dispositivos.

8. Registro de mantenimiento: Llevar un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento realizadas en los equipos médicos inalámbricos, incluyendo fechas, descripciones de las tareas realizadas y cualquier problema o anomalía detectada durante el proceso.

Al seguir estas rutinas de mantenimiento, puedes contribuir a prolongar la vida útil de los equipos médicos inalámbricos y garantizar su funcionamiento seguro y confiable en entornos clínicos.

5.1. Protocolos

Los protocolos para equipos de monitoreo médico inalámbricos son fundamentales para garantizar la precisión, la seguridad y la confidencialidad de los datos recolectados y transmitidos por estos dispositivos. Aquí tienes algunos protocolos comunes que se aplican en el contexto de equipos de monitoreo médico inalámbricos:

1. Protocolos de seguridad de la red inalámbrica: Establece protocolos de seguridad robustos para proteger la red inalámbrica utilizada por los equipos médicos. Esto puede incluir el uso de cifrado de datos (como WPA2), autenticación de usuarios y dispositivos, segmentación de la red, monitoreo de tráfico y detección de intrusiones para prevenir accesos no autorizados y proteger la integridad y confidencialidad de los datos transmitidos.
2. Protocolos de autenticación y autorización: Implementa protocolos de autenticación y autorización sólidos para verificar la identidad de los usuarios y garantizar que solo personal autorizado tenga acceso a los datos de monitoreo médico. Esto puede incluir el uso de contraseñas seguras, sistemas de autenticación de dos factores y la asignación de roles y privilegios de acceso según las responsabilidades del usuario.
3. Protocolos de cifrado de datos: Utiliza protocolos de cifrado de datos para proteger la confidencialidad y la integridad de la información transmitida entre los dispositivos de monitoreo médico inalámbricos y los sistemas de almacenamiento y análisis de datos. Esto puede incluir el uso de cifrado de extremo a extremo (end-to-end encryption) para proteger los datos durante su transmisión y almacenamiento.

4. Protocolos de gestión de riesgos: Desarrolla y implementa protocolos de gestión de riesgos para identificar, evaluar y mitigar los riesgos asociados con el uso de equipos de monitoreo médico inalámbricos. Esto puede incluir la realización de evaluaciones de seguridad y privacidad, la identificación de posibles amenazas y vulnerabilidades, y la implementación de medidas de control y mitigación de riesgos para garantizar la seguridad y la confidencialidad de los datos.

5. Protocolos de actualización de software y firmware: Establece protocolos para garantizar que el software y el firmware de los equipos de monitoreo médico inalámbricos se mantengan actualizados y sean parcheados regularmente para mitigar vulnerabilidades de seguridad conocidas. Esto puede incluir la implementación de políticas de actualización automáticas, la evaluación de la seguridad de las actualizaciones antes de su implementación y la realización de pruebas de interoperabilidad para garantizar que las actualizaciones no afecten el funcionamiento de los dispositivos.

6. Protocolos de gestión de incidentes de seguridad: Establece protocolos para la detección, notificación y gestión de incidentes de seguridad relacionados con los equipos de monitoreo médico inalámbricos. Esto puede incluir la implementación de sistemas de monitoreo de seguridad en tiempo real, la capacitación del personal en la identificación y reporte de incidentes de seguridad, y la definición de procedimientos de respuesta y recuperación ante incidentes para minimizar el impacto de posibles brechas de seguridad.

Los protocolos más modernos en equipos de monitoreo inalámbrico médico se centran en garantizar la seguridad, la confidencialidad y la interoperabilidad de los datos, así como en optimizar la eficiencia y la precisión de la transmisión de datos. A continuación, se presentan algunos de los protocolos más destacados en este ámbito:

- Bluetooth de baja energía (BLE): Bluetooth Low Energy es un protocolo de comunicación inalámbrica diseñado específicamente para dispositivos con requisitos de energía muy bajos, como los dispositivos médicos portátiles y wearables. BLE ofrece una conexión estable y eficiente para la transmisión de datos entre dispositivos médicos y aplicaciones móviles.
- IEEE 802.11 (Wi-Fi): Los estándares de Wi-Fi basados en IEEE 802.11 proporcionan conectividad inalámbrica de alta velocidad y amplia cobertura para equipos

de monitoreo médico, lo que permite la transmisión rápida y confiable de datos en entornos clínicos.

- IEEE 802.15.6 (WBAN): El estándar IEEE 802.15.6, conocido como Wireless Body Area Network (WBAN), está diseñado específicamente para la comunicación inalámbrica entre dispositivos médicos y sensores colocados en el cuerpo humano. WBAN permite la transmisión segura y confiable de datos biométricos y de salud en entornos médicos.
- Protocolo de Transferencia de Imágenes (DICOM): El estándar DICOM es ampliamente utilizado en equipos de imágenes médicas, como dispositivos de resonancia magnética, tomografía computarizada y ecografía, para la transmisión segura de imágenes médicas y datos asociados entre dispositivos y sistemas de información médica.
- HL7 (Health Level Seven): HL7 es un conjunto de estándares para el intercambio de información de salud entre sistemas de información médica, incluidos dispositivos de monitoreo médico inalámbrico. HL7 facilita la interoperabilidad y la integración de datos entre dispositivos médicos y sistemas de registros médicos electrónicos (EMR).
- Protocolos de cifrado y autenticación avanzados: Se utilizan protocolos de cifrado avanzados, como TLS (Transport Layer Security) y SSL (Secure Sockets Layer), para proteger la confidencialidad y la integridad de los datos transmitidos entre dispositivos médicos y sistemas de información médica. Además, se implementan técnicas de autenticación robustas, como el uso de certificados digitales y tokens de seguridad, para verificar la identidad de los usuarios y dispositivos.

Estos protocolos representan algunas de las tecnologías más modernas y avanzadas utilizadas en equipos de monitoreo médico inalámbrico para garantizar la seguridad, la confidencialidad y la interoperabilidad de los datos en entornos clínicos.

5.2. Plataformas

Las plataformas de equipos de monitoreo médico inalámbrico son sistemas o entornos tecnológicos que permiten la gestión, integración y análisis de datos provenientes de dispositivos médicos inalámbricos. Estas plataformas proporcionan un medio para recopilar, almacenar, visualizar y analizar datos de monitoreo médico, así como para

compartir esta información con profesionales de la salud, pacientes u otros sistemas de salud.

Las plataformas de equipos de monitoreo médico inalámbrico suelen ofrecer una variedad de funcionalidades, que pueden incluir:

Integración de dispositivos: Permiten la conexión e integración de una amplia gama de dispositivos de monitoreo médico inalámbricos, como medidores de glucosa en sangre, monitores de presión arterial, oxímetros de pulso, dispositivos de electrocardiografía, entre otros.

Gestión de datos: Ofrecen herramientas para recopilar, almacenar y gestionar datos de monitoreo médico de manera segura y eficiente. Esto puede incluir funciones para etiquetar y organizar datos, así como para garantizar el cumplimiento de las normativas de privacidad y seguridad de la información médica.

Visualización de datos: Proporcionan interfaces de usuario intuitivas y personalizables para visualizar datos de monitoreo médico en tiempo real. Esto puede incluir gráficos, tablas, informes y otras representaciones visuales de datos que permitan a los usuarios analizar y comprender fácilmente la información.

Análisis y alertas: Ofrecen herramientas de análisis de datos que permiten identificar patrones, tendencias y anomalías en los datos de monitoreo médico. Además, pueden generar alertas automáticas para notificar a los usuarios sobre cambios importantes en los datos o eventos médicos relevantes.

Integración con sistemas de salud: Permiten la integración con sistemas de registros médicos electrónicos (EMR), sistemas de información hospitalaria (HIS) y otros sistemas de salud, facilitando el intercambio de datos de monitoreo médico entre diferentes sistemas y profesionales de la salud.

Interoperabilidad: Garantizan la interoperabilidad entre diferentes dispositivos de monitoreo médico inalámbricos y plataformas de salud, utilizando estándares de interoperabilidad como HL7 (Health Level Seven) y DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).

En resumen, las plataformas de equipos de monitoreo médico inalámbrico son herramientas tecnológicas que facilitan la gestión, integración y análisis de datos de

monitoreo médico, contribuyendo así a mejorar la eficiencia y la calidad de la atención médica.

5.3. Interfaces

Las interfaces de equipos de monitoreo médico inalámbricos son los puntos de interacción entre los usuarios (como pacientes o profesionales de la salud) y los dispositivos de monitoreo. Estas interfaces pueden variar en forma y función dependiendo del tipo de dispositivo y su propósito específico. Aquí hay algunos ejemplos de interfaces comunes en equipos de monitoreo médico inalámbricos:

1. Interfaz de usuario en dispositivos físicos: Muchos dispositivos de monitoreo médico inalámbricos, como medidores de glucosa en sangre, monitores de presión arterial y oxímetros de pulso, cuentan con pantallas y botones físicos que permiten a los usuarios interactuar con el dispositivo directamente. Estas interfaces suelen mostrar información relevante, como mediciones de salud o instrucciones de uso, y permiten a los usuarios configurar y controlar el dispositivo.
2. Aplicaciones móviles: Muchos equipos de monitoreo médico inalámbricos se conectan a aplicaciones móviles que proporcionan una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar en dispositivos como teléfonos inteligentes y tabletas. Estas aplicaciones permiten a los usuarios ver y analizar datos de monitoreo en tiempo real, recibir notificaciones y alertas, establecer objetivos de salud y compartir datos con profesionales de la salud o cuidadores.
3. Plataformas en línea: Algunos equipos de monitoreo médico inalámbricos se integran con plataformas en línea que permiten a los usuarios acceder y gestionar sus datos de salud desde cualquier dispositivo con conexión a Internet. Estas plataformas suelen ofrecer características adicionales, como herramientas de análisis de datos, registros de salud electrónicos (EHR) y comunidades en línea donde los usuarios pueden compartir experiencias y obtener apoyo.
4. Interfaces de voz: Con el avance de la tecnología de reconocimiento de voz, algunas interfaces de equipos de monitoreo médico inalámbricos ahora incluyen capacidades de interacción por voz que permiten a los usuarios controlar el dispositivo y acceder a información mediante comandos de voz.

5. Interfaces de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR): Algunos dispositivos de monitoreo médico inalámbricos pueden aprovechar las interfaces de realidad aumentada o realidad virtual para proporcionar información visual o guiar al usuario durante el proceso de monitoreo o tratamiento.

Estas son solo algunas de las interfaces comunes en equipos de monitoreo médico inalámbricos. La elección de la interfaz adecuada depende de factores como el tipo de dispositivo, las necesidades y preferencias del usuario, y los objetivos de monitoreo médico específicos.

5.4. Ejemplos de plataformas, protocolos o Interfaces de usuario para equipos médicos configurables por aplicación (Puedes investigar otras plataformas, protocolos e interfaces)

5.4.1. Altia

Altia es una empresa tecnológica especializada en ofrecer soluciones de software y servicios de consultoría en el ámbito de las tecnologías de la información (TI). Fundada en España en 1994, Altia se ha convertido en una empresa líder en el sector, con presencia internacional y una amplia cartera de clientes en diversos sectores industriales. Las principales áreas de actividad de Altia incluyen:

1. Desarrollo de software: Altia desarrolla aplicaciones y soluciones de software a medida para empresas de diferentes sectores, incluyendo industrias como automotriz, telecomunicaciones, servicios financieros, salud, entre otros. Sus servicios abarcan desde el análisis de requisitos y diseño de arquitectura hasta la implementación, pruebas y mantenimiento de sistemas.

2. Consultoría tecnológica: Altia ofrece servicios de consultoría en tecnología de la información para ayudar a sus clientes a maximizar el valor de sus inversiones en tecnología. Esto incluye asesoramiento en estrategia tecnológica, gestión de proyectos, optimización de procesos y transformación digital.

3. Outsourcing de TI: Altia proporciona servicios de outsourcing de TI, permitiendo a sus clientes externalizar la gestión y operación de sistemas de información y aplicaciones, así como la contratación de personal especializado en tecnología.

4. Soluciones de movilidad: Altia ofrece soluciones de movilidad empresarial, incluyendo desarrollo de aplicaciones móviles, diseño de interfaces de usuario, integración con sistemas empresariales y gestión de dispositivos móviles (MDM).

5. Soluciones de gestión de contenidos: Altia desarrolla soluciones de gestión de contenidos empresariales, incluyendo sistemas de gestión de documentos, portales web corporativos, intranets y sistemas de gestión de conocimiento.

En resumen, Altia es una empresa tecnológica con amplia experiencia en el desarrollo de software, consultoría tecnológica y servicios de outsourcing de TI, que ofrece soluciones innovadoras y personalizadas para satisfacer las necesidades de sus clientes en el ámbito de las tecnologías de la información.

5.4.2. Health Device Profile (HDP)

es un estándar de comunicación inalámbrica utilizado en dispositivos médicos. Es parte de la especificación Bluetooth Medical Device Profile (MDP) y está diseñado específicamente para permitir la comunicación entre dispositivos médicos y dispositivos móviles compatibles con Bluetooth.

El objetivo principal del HDP es proporcionar un marco estándar para la interoperabilidad entre dispositivos médicos y dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes, tabletas o computadoras portátiles. Esto permite que los datos de dispositivos médicos, como monitores de glucosa en sangre, medidores de presión arterial, dispositivos de electrocardiografía, oxímetros de pulso, entre otros, se transmitan de manera segura y confiable a dispositivos móviles para su visualización y análisis.

El HDP define perfiles específicos para diferentes tipos de dispositivos médicos, estableciendo requisitos y especificaciones técnicas para la comunicación inalámbrica entre dispositivos médicos y dispositivos móviles. Esto garantiza que los dispositivos médicos compatibles con HDP sean interoperables con diferentes dispositivos móviles que admitan este estándar, lo que facilita la integración de datos de monitoreo médico en sistemas de información de salud y aplicaciones de salud personal.

En resumen, el Health Device Profile (HDP) es un estándar de comunicación inalámbrica utilizado en dispositivos médicos para facilitar la interoperabilidad con dispositivos

móviles, permitiendo la transmisión segura y confiable de datos de monitoreo médico a través de conexiones Bluetooth.

5.4.3. Bluetooth Smart

Bluetooth Smart es una versión de la tecnología Bluetooth de bajo consumo de energía, también conocida como Bluetooth de baja energía (BLE). Fue introducida como parte de la especificación Bluetooth 4.0 en 2010 y ha sido ampliamente adoptada en dispositivos modernos debido a su eficiencia energética y su capacidad para proporcionar conectividad inalámbrica de bajo consumo para una variedad de aplicaciones.

Las características principales de Bluetooth Smart incluyen:

1. **Bajo consumo de energía:** Bluetooth Smart está diseñado para minimizar el consumo de energía, lo que lo hace ideal para dispositivos alimentados por baterías, como dispositivos portátiles, dispositivos médicos, sensores y dispositivos de seguimiento de actividad.
2. **Rango de operación:** Aunque su rango de operación es menor en comparación con las versiones anteriores de Bluetooth, Bluetooth Smart ofrece un alcance suficiente para la mayoría de las aplicaciones de dispositivos personales y de hogar inteligente.
3. **Conectividad instantánea:** Bluetooth Smart permite una rápida conexión entre dispositivos, lo que facilita la interacción entre dispositivos y la transmisión de datos.
4. **Compatibilidad con dispositivos antiguos:** Bluetooth Smart es compatible con dispositivos Bluetooth existentes, lo que permite la interoperabilidad entre dispositivos nuevos y antiguos.

Bluetooth Smart se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo dispositivos de monitoreo médico, dispositivos portátiles de fitness, dispositivos de domótica, dispositivos de seguimiento de objetos y mucho más. Su bajo consumo de energía lo hace particularmente adecuado para aplicaciones que requieren una larga duración de la batería, como monitores de salud que deben funcionar continuamente durante largos períodos de tiempo.

Existen diversas plataformas y sistemas utilizados en equipos de monitoreo médico inalámbricos para la gestión de datos, la visualización de información y la

integración con sistemas de salud. A continuación, mencionaré algunas de las plataformas más utilizadas en este ámbito:

1. HealthKit (Apple): HealthKit es una plataforma desarrollada por Apple que permite a los usuarios recopilar, almacenar y compartir datos de salud y estado físico desde diferentes dispositivos y aplicaciones. HealthKit proporciona una interfaz unificada para integrar datos de monitoreo médico inalámbrico en la aplicación Health en dispositivos iOS, lo que facilita el seguimiento y la gestión de la salud del usuario.

2. Google Fit: Google Fit es una plataforma similar a HealthKit desarrollada por Google que permite a los usuarios recopilar y gestionar datos de salud y estado físico desde diferentes dispositivos y aplicaciones. Google Fit se integra con dispositivos Android y wearables compatibles, proporcionando una interfaz unificada para el seguimiento y la visualización de datos de monitoreo médico inalámbrico.

3. Fitbit Health Solutions: Fitbit ofrece una plataforma completa de salud y bienestar que incluye dispositivos wearables, aplicaciones móviles y servicios en la nube para el monitoreo y la gestión de la salud y el estado físico. Fitbit Health Solutions se utiliza en entornos clínicos y corporativos para el seguimiento de la salud de los empleados, la gestión de enfermedades crónicas y la promoción de un estilo de vida saludable.

4. Microsoft HealthVault: Microsoft HealthVault es una plataforma de gestión de la salud personal que permite a los usuarios almacenar, compartir y controlar sus datos de salud y bienestar desde diferentes dispositivos y aplicaciones. HealthVault proporciona una interfaz segura y interoperable para integrar datos de monitoreo médico inalámbrico en sistemas de información médica y aplicaciones de salud personal.

5. Epic Systems (MyChart): Epic Systems es uno de los principales proveedores de sistemas de registros médicos electrónicos (EMR) utilizados en hospitales y sistemas de salud. MyChart es la plataforma de paciente de Epic que permite a los usuarios acceder a sus registros médicos, programar citas, comunicarse con proveedores de atención médica y recibir notificaciones sobre resultados de pruebas y mediciones de monitoreo médico inalámbrico.

Estas son algunas de las plataformas y sistemas más utilizados en equipos de monitoreo médico inalámbricos para la gestión de datos y la integración con sistemas de salud. Cada una de estas plataformas ofrece características y funcionalidades únicas para

satisfacer las necesidades específicas de los usuarios y proveedores de atención médica.

5.5. Beneficios a personal de salud, técnicos e ingenieros con la posibilidad de manejo remoto de equipos médicos en sus rutinas de mantenimiento

El monitoreo de equipos inalámbricos en el sector de la salud ofrece una serie de beneficios tanto para el sector de la salud en general como para los técnicos e ingenieros involucrados en el mantenimiento y la gestión de estos dispositivos. Algunos de estos beneficios incluyen:

1. **Mejora en la atención al paciente:** El monitoreo inalámbrico de equipos médicos permite un seguimiento continuo y en tiempo real de los pacientes, lo que puede ayudar a detectar y prevenir complicaciones de salud de manera más rápida y eficiente. Esto puede resultar en una atención más oportuna y personalizada, mejorando así la calidad de la atención al paciente.
2. **Mayor eficiencia operativa:** Los dispositivos médicos inalámbricos pueden integrarse con sistemas de información de salud y registros médicos electrónicos (EHR), lo que facilita la recopilación, el almacenamiento y el análisis de datos. Esto puede mejorar la eficiencia operativa al reducir la necesidad de entrada manual de datos y proporcionar acceso instantáneo a información relevante para la toma de decisiones clínicas.
3. **Prevención de errores humanos:** El monitoreo inalámbrico de equipos médicos puede ayudar a reducir los errores humanos al automatizar procesos de recolección y análisis de datos. Esto minimiza la posibilidad de errores de ingreso de datos y garantiza una mayor precisión en la información recopilada, lo que puede llevar a una toma de decisiones clínicas más precisa y segura.
4. **Mejora en la gestión de recursos:** El monitoreo inalámbrico de equipos médicos permite una mejor gestión de recursos al proporcionar datos en tiempo real sobre la utilización de equipos y la carga de trabajo del personal. Esto permite una asignación más eficiente de recursos y una planificación más efectiva de la capacidad, lo que puede ayudar a optimizar los costos operativos y mejorar la productividad del personal.

5. Acceso remoto y mantenimiento proactivo: Los técnicos e ingenieros pueden beneficiarse del monitoreo inalámbrico al tener la capacidad de acceder y diagnosticar los equipos de manera remota. Esto les permite identificar problemas de manera proactiva y realizar mantenimiento preventivo antes de que ocurran fallas importantes. Además, el acceso remoto puede reducir los tiempos de respuesta y los costos asociados con el mantenimiento en el sitio.

En resumen, el monitoreo de equipos inalámbricos en el sector de la salud ofrece una serie de beneficios que van desde una mejor atención al paciente y una mayor eficiencia operativa hasta la prevención de errores humanos y una gestión más efectiva de recursos. Tanto el sector de la salud como los técnicos e ingenieros pueden aprovechar estas ventajas para mejorar la calidad y la seguridad de la atención médica.

5.5.1. Para personal de salud

El manejo remoto de equipos médicos en las rutinas de mantenimiento ofrece una serie de beneficios significativos para el personal de salud:

Menor interrupción de las operaciones clínicas: El mantenimiento remoto permite que los técnicos e ingenieros realicen diagnósticos y reparaciones sin necesidad de desplazarse físicamente hasta el lugar donde se encuentra el equipo médico. Esto reduce la interrupción de las operaciones clínicas al minimizar el tiempo de inactividad del equipo.

Respuesta más rápida a problemas: Al tener la capacidad de acceder y diagnosticar los equipos de forma remota, el personal de mantenimiento puede identificar y resolver problemas más rápidamente. Esto ayuda a minimizar los retrasos en la atención al paciente causados por problemas técnicos con los equipos médicos.

Mayor disponibilidad de equipos: El mantenimiento remoto puede ayudar a garantizar que los equipos médicos estén disponibles cuando se necesiten para el tratamiento de los pacientes. Al detectar y resolver problemas de manera rápida y eficiente, se reduce la posibilidad de que los equipos estén fuera de servicio durante períodos prolongados.

Mejora de la seguridad del paciente: El mantenimiento preventivo y la resolución rápida de problemas técnicos pueden contribuir a la seguridad del paciente al garantizar que los

equipos médicos funcionen correctamente y de manera confiable durante los procedimientos médicos y los cuidados intensivos.

Reducción de costos: El mantenimiento remoto puede ayudar a reducir los costos asociados con el mantenimiento de equipos médicos, como los costos de viaje y el tiempo de inactividad del equipo. Al minimizar los retrasos en la atención al paciente y prolongar la vida útil de los equipos, también puede ayudar a reducir los costos operativos a largo plazo.

Mejora de la satisfacción del personal: Al minimizar los problemas técnicos y reducir el tiempo de inactividad del equipo, el mantenimiento remoto puede contribuir a un entorno de trabajo más eficiente y satisfactorio para el personal de salud. Esto puede aumentar la satisfacción laboral y mejorar la calidad de la atención brindada a los pacientes.

En resumen, el manejo remoto de equipos médicos en las rutinas de mantenimiento ofrece una serie de beneficios para el personal de salud, incluida una menor interrupción de las operaciones clínicas, una respuesta más rápida a problemas técnicos, una mayor disponibilidad de equipos, una mejora de la seguridad del paciente, una reducción de costos y una mejora de la satisfacción del personal.

5.5.2. Para técnicos e ingenieros

El manejo remoto de equipos médicos en las rutinas de mantenimiento ofrece numerosos beneficios para técnicos e ingenieros:

Eficiencia mejorada: El acceso remoto a los equipos médicos permite a los técnicos e ingenieros diagnosticar y solucionar problemas sin la necesidad de desplazarse físicamente hasta el lugar donde se encuentran los dispositivos. Esto ahorra tiempo y recursos, mejorando la eficiencia en la gestión de mantenimiento.

Reducción de costos: Al eliminar la necesidad de viajes frecuentes al sitio para el mantenimiento de equipos médicos, se reducen los costos asociados con el transporte y el tiempo dedicado a los desplazamientos. Además, la resolución rápida de problemas puede prevenir costosos tiempos de inactividad no planificados.

Acceso a distancia a la información: Los sistemas de manejo remoto suelen proporcionar acceso instantáneo a manuales de servicio, historiales de mantenimiento, diagramas de

circuitos y otra documentación relevante para los equipos médicos. Esto permite a los técnicos e ingenieros acceder a la información necesaria para diagnosticar y solucionar problemas de manera rápida y efectiva.

Mayor seguridad: El mantenimiento remoto reduce la exposición de los técnicos e ingenieros a entornos potencialmente peligrosos, como salas de operaciones o áreas estériles. Al realizar diagnósticos y correcciones desde una ubicación segura, se minimiza el riesgo de accidentes o lesiones asociadas con el mantenimiento en el lugar.

Actualizaciones de software y firmware: Los sistemas de manejo remoto permiten la implementación de actualizaciones de software y firmware de forma rápida y eficiente. Esto garantiza que los equipos estén actualizados con las últimas características y correcciones de seguridad, mejorando su rendimiento y confiabilidad.

Mejora de la productividad: La capacidad de realizar diagnósticos y mantenimiento de manera remota aumenta la productividad del personal técnico e ingenieril al permitirles atender múltiples dispositivos simultáneamente desde una ubicación centralizada.

En resumen, el manejo remoto de equipos médicos en las rutinas de mantenimiento ofrece una serie de beneficios para técnicos e ingenieros, incluida una mayor eficiencia, reducción de costos, acceso a distancia a la información, mayor seguridad, actualizaciones de software y firmware, y mejora de la productividad. Esto permite un mantenimiento más efectivo y eficiente de los equipos médicos, lo que a su vez contribuye a la calidad y la seguridad de la atención al paciente.

6. Equipos médicos actuales que manejan protocolos de manejo remoto en uso y mantenimiento

Hay una amplia gama de equipos médicos actuales que utilizan protocolos de manejo remoto para su uso y mantenimiento. Algunos de los ejemplos más comunes incluyen:

Monitores de signos vitales: Los monitores de signos vitales, como los monitores de presión arterial, oxímetros de pulso y monitores de frecuencia cardíaca, a menudo están equipados con capacidades de comunicación inalámbrica que permiten la transmisión de datos de forma remota a sistemas de monitoreo centralizados.

Dispositivos de electrocardiografía (ECG): Los dispositivos de ECG pueden tener capacidades de transmisión inalámbrica que permiten la monitorización remota de la actividad eléctrica del corazón. Esto puede ser especialmente útil en la monitorización de pacientes ambulatorios y en la detección temprana de anomalías cardíacas.

Bombas de infusión: Las bombas de infusión utilizadas para administrar medicamentos y fluidos a los pacientes a menudo están equipadas con capacidades de comunicación inalámbrica que permiten el monitoreo remoto de la dosis administrada y la configuración de la bomba desde una ubicación centralizada.

Dispositivos de imágenes médicas: Algunos dispositivos de imágenes médicas, como los escáneres de resonancia magnética y tomografía computarizada, pueden tener capacidades de transmisión de datos que permiten el acceso remoto a imágenes y datos de pacientes para su análisis y diagnóstico por parte de radiólogos y otros profesionales de la salud.

Dispositivos de terapia respiratoria: Los dispositivos de terapia respiratoria, como los ventiladores mecánicos y los dispositivos de CPAP (presión positiva continua en las vías respiratorias), a menudo están equipados con capacidades de comunicación inalámbrica que permiten el monitoreo remoto de la función pulmonar y la configuración del dispositivo.

Bombas de insulina: Las bombas de insulina utilizadas para administrar insulina a pacientes con diabetes pueden tener capacidades de comunicación inalámbrica que permiten la monitorización remota de los niveles de glucosa en sangre y la configuración de la bomba desde un dispositivo móvil.

Estos son solo algunos ejemplos de equipos médicos actuales que utilizan protocolos de manejo remoto en su uso y mantenimiento. La tecnología continúa evolucionando rápidamente, y es probable que cada vez más dispositivos médicos incorporen capacidades de comunicación inalámbrica para permitir el monitoreo y el mantenimiento remoto.

7. Estudios previos relacionados

La gestión del mantenimiento de equipos médicos es un tema fundamental para la seguridad y el costo de los dispositivos médicos con el fin de mejorar los objetivos del sistema de dispositivos médicos. Necesitamos una herramienta de evaluación integral que cubra todos los aspectos de la gestión del mantenimiento de equipos médicos en los hospitales. En este sentido, la identificación de los factores influyentes es fundamental. Objetivo: El objetivo de la presente revisión sistemática fue extraer los factores que afectan la gestión del mantenimiento de equipos médicos. Materiales y métodos: Realizamos una búsqueda exhaustiva en bases de datos que incluyen OVID, PubMed, ProQuest, Scopus, Embase, Science Direct y web of science sin limitación de tiempo hasta octubre de 2015. El resultado se actualizó en junio de 2017. Los criterios de inclusión fueron todos los estudios relacionados con la gestión del mantenimiento de equipos médicos y mencionaron al menos un factor que afecta este proceso. Dos revisores independientes verificaron el proceso de investigación, la selección de artículos y la evaluación de la calidad. La calidad de los estudios se evaluó mediante la lista de verificación QASP y STROBE. Resultados: En este estudio se incluyeron un total de 29 artículos. Todos los artículos incluidos estaban en idioma inglés. Finalmente, se identificaron 89 factores que inciden en la gestión del mantenimiento de equipos médicos. De los factores se encontraron cinco relacionados con el ítem recursos, 12 factores relacionados con el servicio, cuatro factores relacionados con la educación, 15 de estos factores relacionados con el control de calidad, 19 factores relacionados con la inspección, 12 factores relacionados con el banco de información y 22 factores relacionados con gestión. Conclusión: Los factores influyentes (gestión, recursos, banco de información, inspección, control de calidad, educación y servicio) están implicados en la toma de decisiones en apoyo de la selección, compra, reparación y mantenimiento de equipos médicos, especialmente para los administradores de bienes de capital y los ingenieros médicos en hospitales y también para la evaluación de este proceso. La identificación y clasificación de factores influyentes puede ser de ayuda para generar alertas críticas sobre equipos más propensos a problemas de mantenimiento.

Affecting Medical Equipment Maintenance Management: A Systematic Review

April 2018 Journal of Clinical and Diagnostic

Research 12(4):IC01-IC07

DOI:10.7860/JCDR/2018/31646.11375

License CC BY-NC-ND

Los dispositivos y equipos médicos modernos se han vuelto muy complejos y sofisticados y se espera que funcionen en entornos estrictos. Los hospitales deben asegurarse de que sus dispositivos médicos críticos sean seguros, precisos, confiables y que funcionen al nivel de rendimiento requerido. Aunque la importancia, la aplicación de todos los modelos de inspección, mantenimiento y optimización a los dispositivos médicos es bastante nueva. En Canadá, la mayoría, si no todas, las organizaciones de atención médica incluyen todos sus equipos médicos en su programa de mantenimiento y solo siguen las recomendaciones de los fabricantes para el mantenimiento preventivo. Entonces, las estrategias de mantenimiento actuales empleadas en hospitales y organizaciones de salud tienen dificultad para identificar riesgos específicos y aplicar actividades óptimas de reducción de riesgos. Este documento aborda estos vacíos encontrados en la literatura para la inspección y el mantenimiento de equipos médicos y revisa varios aspectos importantes, incluidas las políticas actuales que se aplican en los hospitales. Finalmente, sugerimos investigaciones futuras que serán el punto de partida para desarrollar herramientas y políticas para una mejor gestión de dispositivos médicos en el futuro.

Medical devices inspection and maintenance; a literature review

January 2014

Conference: IIE

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA O MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

- Según el propósito: De Campo.
- Nivel de profundidad: Exploratoria.
- Manipulación de las variables: No experimental.
- En base a la inferencia: Hipotético deductivo.
- En función de tipos de datos empleados: Cualitativa.
- Según la temporalidad: Transversal.
- Paradigma en la que se inscribe el estudio: Cualitativo.
- Diseño de la investigación: Esta investigación corresponde a una investigación de tipo teoría fundamentada de tipo emergente.
- Definición de variables e indicadores, si es necesario: se enuncian conceptualmente y operacionalizan en términos que especifican la forma como se manifiestan a los fines del estudio.

Dado que la investigación es de campo se incluyeron los siguientes aspectos:

- Población y muestra:

La población en investigación es un conjunto completo de elementos que poseen un parámetro común entre sí.

Una muestra es la parte más pequeña del total, es decir, un subconjunto de toda la población. Cuando se realizan encuestas, la muestra son los miembros de la población que son invitados a participar en la encuesta.

En los estudios de tipo cualitativo no existen parámetros definidos para calcular la muestra ideal; sin embargo, diversos autores señalan la aproximación de una muestra para el correcto desarrollo de un estudio. En el caso particular de los estudios tipo Teoría fundamentada, diversos autores señalan que una muestra aceptable está entre 20 a 30 participantes, y en efecto esto quedó definido una vez agotamos las ideas en base a las etapas de análisis de resultados. En el caso particular del presente trabajo la muestra seleccionada finalmente fue de 21 individuos.

- Técnicas e Instrumentos: La técnica empleada para la realización de este estudio fue la entrevista de tipo abierta y realizada de manera individual. La entrevista es una actividad presencial entre dos o más personas, que consiste en que una persona (entrevistador) de manera oral extrae información de otra persona (entrevistado), así mismo se intercambian opiniones e información sobre una temática en particular.

Esta fue realizada al siguiente personal:

- Personal médico: Odontólogos y técnicos en odontología o asistentes dentales.
- Departamento de Biomédica: Técnicos e Ingenieros Biomédicos
- Departamento de informática: Técnicos e Ingenieros en informática, programación, sistemas.

Se empleo como instrumento de recolección de datos una guía para el entrevistador. La guía de la entrevista establece una orientación precisa al momento de diseñar la misma, es un refuerzo para que el entrevistador concentre su tiempo en recabar la información concreta con respecto al tema que se indaga y no dispersarse en aspectos superfluos o no relevantes al caso. En este caso en particular, la guía del entrevistador incluyó los siguientes aspectos:

Tabla N°1: Guía del Entrevistador

<p><i>Estudio</i></p> <p>EVALUATION FOR THE IMPLEMENTATION OF WIRELESS COMMUNICATION OF DENTAL EQUIPMENT OF THE SAN MIGUEL ARCÁNGEL HOSPITAL OF THE REPUBLIC OF PANAMA.</p>
<p><i>Datos del entrevistado</i></p> <p>Nombre del entrevistado: _____</p> <p>Profesión: _____</p> <p>Años de servicio: _____</p> <p>Años de experiencia en el sector: _____</p>

Preguntas

Refiérase a la implementación de la comunicación inalámbrica de los reportes de mantenimientos de los equipos médicos del Dpto. de Odontología del Hospital.

Ventajas de la conectividad inalámbrica en el tiempo de respuesta a situaciones particulares que puedan ocurrir a los equipos médicos del Dpto. de Odontología del Hospital.

Aspectos negativos de la conectividad inalámbrica en el tiempo de respuesta a situaciones particulares que puedan ocurrir a los equipos del Dpto. de Odontología del Hospital.

Fuente: Yamisury Herrera, Investigación: Evaluación para la implementación de comunicación inalámbrica de equipos odontológicos del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá.

- Procedimientos

Luego de recabar información relacionada a la conectividad inalámbrica y su influencia en el sector salud, en particular en el mantenimiento de los equipos médicos; se decide seleccionar un hospital en la ciudad para llevar a cabo el estudio. De esta forma, el Hospital Regional San Miguel Arcángel por su ubicación y accesibilidad es escogido para llevar a cabo este estudio.

Luego de coordinar los permisos necesarios, y de focalizar en un área específica del amplio sector salud, se escoge al Departamento de Odontología por la cantidad de equipos que se manejan, y la emergente promoción de los fabricantes de tecnologías en incorporar conectividad inalámbrica en las tecnologías médicas.

Luego de una revisión exhaustiva de literatura, se acuerda aterrizar el apoyo de los individuos para conocer sus posturas, de esta forma se selecciona al personal acorde con los involucrados con el tópico principal de estudio, estos individuos fueron:

- Personal médico: Odontólogos y técnicos en odontología o asistentes dentales.
- Departamento de Biomédica: Técnicos e Ingenieros Biomédicos
- Departamento de informática: Técnicos e Ingenieros en informática, programación, sistemas.

Antes de la recolección de los datos, las muestras fueron seleccionadas como teóricas o conceptuales, ya que la selección posee atributos que apoyaron a evaluar la hipótesis sugerida al inicio del proceso de investigación.

Posteriormente a la recolección de los datos, se empleó el muestreo de casos importantes para localizar los casos indispensables o la información de carácter vital para el estudio, de tal forma que pudiese llevarse a cabo cada una de las etapas que requiere el desarrollo de un estudio de tipo cualitativo con diseño de teoría fundamentada emergente.

La recolección de los datos se realizó con una guía para entrevistar, y se llevaron a cabo entrevistas a 21 personas de los 3 grupos mencionados arriba de la siguiente manera:

- Personal médico: 8 Odontólogos y 6 técnicos en odontología o asistentes dentales.
- Departamento de Biomédica: 1 Técnico y 2 Ingenieros Biomédicos
- Departamento de informática: 2 Ingenieros en sistemas, 1 licenciado en informática, 1 ingeniero en programación.

Los datos recolectados fueron ordenados y codificados acorde con el método generalizado con respecto al diseño del estudio (Tipo Teoría Fundamentada Emergente), llevándose a cabo las siguientes etapas:

- Codificación abierta
 - Codificación axial
 - Codificación selectiva
- La "Validez" significa que algo es preciso. En la investigación, la validez está relacionada con la fuerza de la medición o con qué tanto hace lo que dice que hará. Es decir, que el instrumento mida exactamente lo que indica que hará. Por ejemplo, una prueba psicológica que está diseñada para medir la depresión pero que realmente mide los niveles de felicidad tendrían una baja validez. Un ejemplo sencillo: Si una lavadora no lava la ropa apropiadamente, sino que meramente la revuelve, entonces no es una herramienta válida para lavar ropa.
- Pruebas de validez interna del instrumento. El instrumento de recolección de datos (en este caso: guía para entrevistador) fue revisado por 3 especialistas:
1. Lic. José Concepción (Profesor de Español)
 2. Ing. Oriel Cedeño (Ingeniero en Sistemas)

3. Ing. Eduardo Amaya (Ingeniero Biomédico)

Y por supuesto fue revisado por el profesor tutor de esta investigación: Ing. Samuel Ortega (Ingeniero biomédico)

- La confiabilidad. A pesar de que en los estudios cualitativos es complejo llegar a un consenso o generalizar en base a los datos recolectados, las respuestas obtenidas al realizar las entrevistas eran consistentes, aunque no idénticas en esencia.

- Prueba de confiabilidad de un instrumento. Para tal efecto se realizó entrevistas a personal similar a los detallados en los apartados anteriores (1 ingeniero biomédico, 1 odontólogo y 1 ingeniero en sistemas) y posteriormente fue revisado y evaluado por los profesionales del inciso anterior quienes coincidieron en la confiabilidad del instrumento empleado para la adquisición de los datos.

Es importante mencionar que previo a la aplicación de las entrevistas se obtuvo el consentimiento informado por parte de los participantes, en donde se explicó la finalidad de la entrevista y el uso de la información obtenida posteriormente, así como el tema de la confidencialidad en la que se aseguró que los nombres de los individuos no figurarían en el reporte final de la investigación.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Luego de recopilar la información la misma fue seleccionada de manera cuidadosa y agrupada en diversas categorías buscando encontrar la relación propuesta al inicio del proceso de investigación.

De esta forma se obtiene la siguiente data en donde se resumen los aspectos más relevantes relacionados al estudio en mención. Se desprendieron en el total de las 21 entrevistas aplicadas a los siguientes:

1. Opinión del Personal Médico (OPM)
2. Opinión de Personal de Ingeniería Biomédica (OPIB)
3. Opinión del Personal del área de informática (Sistemas) (OPIS)

desprendiéndose los siguientes datos.

Resultados de las entrevistas realizadas al Personal Médico (OPM)

- Equipos médicos en desuso
- Falta de mantenimiento
- Demora en la atención de pacientes
- Demora en el tiempo de respuesta ante equipos dañados
- Falta de comunicación interdepartamental
- Falta de comunicación con proveedores
- Renovación de equipos
- Nuevas tecnologías o tecnologías emergentes
- Incorporación de la inteligencia artificial
- Mejora en la atención de pacientes
- Facilidad en el proceso de comunicación
- Capacitación al personal
- Mal uso de equipos
- Falta de experiencia de los técnicos
- Inclusión del personal administrativo en la toma de decisiones
- Viabilidad económica
- Reemplazo de equipos obsoletos

- Presupuesto asignado
- Acceso a Internet

Resultados de las entrevistas realizadas al Personal de Biomédica

- Confidencialidad en el manejo de la información
- Manejo de las plataformas informáticas
- Necesidad de existencia de un Dpto. de Biomédica
- Mejora en el tiempo de respuesta de mantenimientos
- Incorporación de nuevas tecnologías
- Costo de servicios
- Dependencia tecnológica
- Presupuestos asignados
- Licencias propias
- Licencias compartidas
- Requerimientos a nivel de Hardware (Computadoras)
- Necesidad de reemplazar equipos médicos
- Adecuaciones de equipos existentes
- Actualizaciones de plataformas digitales
- Factibilidad
- Responsabilidad en el manejo de plataformas
- Aumento de personal
- Dependencia de proveedores locales
- Dependencia de fabricantes
- Ataques informáticos
- Dependencia energética
- Eliminación de relaciones interpersonales
- Aumento de funciones o responsabilidades
- Participación administrativa
- Extrapolación a otras áreas del hospital
- Entrenamiento
- Inclusión de nuevas tecnologías como apoyo

- Programas informáticos en idioma español
- Caídas del sistema
- Aumento en el consumo de energía eléctrica

Resultados de las entrevistas realizadas al área de informática (Sistemas)

- Presupuesto
- Aumento de funciones y responsabilidades
- Demanda en la atención médica
- Consulta administrativa y técnica
- Conocimiento de los requerimientos tecnológicos
- Velocidad del internet
- Confidencialidad en el manejo de la información
- Fortalecimiento de los sistemas informáticos a nivel de Hardware
- Fortalecimiento de los sistemas informáticos a nivel de Software
- Percepción del personal médico
- Implicaciones del Dpto. de Biomédica
- Ataques informáticos
- Delicadeza de dispositivos informáticos
- Mejora en la atención sanitaria
- Capacidad de respuesta de los departamentos
- Docencia sobre tecnologías emergentes
- Inteligencia artificial
- Benchmarking
- Evaluación costo-beneficio
- Revisión de protocolos de mantenimiento actuales
- Eficacia y eficiencia de los procesos

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS DATOS Y DE LA INFORMACIÓN

Luego de haber recopilado la información vital de las entrevistas realizadas, se procedió a la codificación de estos. Primero detallando las categorías abiertas, luego subagrupándolas como axiales y por último seleccionando las categorías que proporcionan una respuesta al problema de investigación propuesto.

De esa forma se desprenden tres niveles de agrupación que se detallan a continuación.

Nivel 1 (OPM): Categorías abiertas

- Equipos médicos en desuso
- Falta de mantenimiento
- Demora en la atención de pacientes
- Demora en el tiempo de respuesta ante equipos dañados
- Falta de comunicación interdepartamental
- Falta de comunicación con proveedores
- Renovación de equipos
- Nuevas tecnologías o tecnologías emergentes
- Incorporación de la inteligencia artificial
- Mejora en la atención de pacientes
- Facilidad en el proceso de comunicación
- Capacitación al personal
- Mal uso de equipos
- Falta de experiencia de los técnicos
- Inclusión del personal administrativo en la toma de decisiones
- Viabilidad económica
- Reemplazo de equipos obsoletos
- Presupuesto asignado
- Acceso a Internet

Nivel 1 (OPIB): Categorías abiertas

- Confidencialidad en el manejo de la información
- Manejo de las plataformas informáticas
- Necesidad de existencia de un Dpto. de Biomédica
- Mejora en el tiempo de respuesta de mantenimientos
- Incorporación de nuevas tecnologías
- Costo de servicios
- Dependencia tecnológica
- Presupuestos asignados
- Licencias propias
- Licencias compartidas
- Requerimientos a nivel de Hardware (Computadoras)
- Necesidad de reemplazar equipos médicos
- Adecuaciones de equipos existentes
- Actualizaciones de plataformas digitales
- Factibilidad
- Responsabilidad en el manejo de plataformas
- Aumento de personal
- Dependencia de proveedores locales
- Dependencia de fabricantes
- Ataques informáticos
- Dependencia energética
- Eliminación de relaciones interpersonales
- Aumento de funciones o responsabilidades
- Participación administrativa
- Extrapolación a otras áreas del hospital
- Entrenamiento
- Inclusión de nuevas tecnologías como apoyo
- Programas informáticos en idioma español
- Caídas del sistema
- Aumento en el consumo de energía eléctrica

Nivel 1 (OPIS): Categorías Abiertas

- Presupuesto
- Aumento de funciones y responsabilidades
- Demanda en la atención médica
- Consulta administrativa y técnica
- Conocimiento de los requerimientos tecnológicos
- Velocidad del internet
- Confidencialidad en el manejo de la información
- Fortalecimiento de los sistemas informáticos a nivel de Hardware
- Fortalecimiento de los sistemas informáticos a nivel de Software
- Percepción del personal médico
- Implicaciones del Dpto. de Biomédica
- Ataques informáticos
- Delicadeza de dispositivos informáticos
- Mejora en la atención sanitaria
- Capacidad de respuesta de los departamentos
- Docencia sobre tecnologías emergentes
- Inteligencia artificial
- Benchmarking
- Evaluación costo-beneficio
- Revisión de protocolos de mantenimiento actuales
- Eficacia y eficiencia de los procesos

Posteriormente se agruparon las categorías abiertas de cada división (OPM; OPIB y OPIS) en un segundo nivel (sub-categorías) correspondientes a la codificación axial. Esto se muestra en las tablas que se encuentran a continuación.

Tabla N° 2. Relación de Categorías Axiales vs Categorías Abiertas de la División OPM

Categoría Abierta	Categoría Axial
<ul style="list-style-type: none"> - Equipos médicos en desuso - Falta de mantenimiento - Demora en el tiempo de respuesta ante equipos dañados - Renovación de equipos - Mal uso de equipos - Reemplazo de equipos obsoletos 	Selección, cuidados y mantenimiento de equipos médicos
<ul style="list-style-type: none"> - Demora en la atención de pacientes - Mejora en la atención de pacientes - Falta de experiencia de los técnicos 	Atención sanitaria oportuna e integral
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de comunicación interdepartamental - Falta de comunicación con proveedores - Facilidad en el proceso de comunicación - Capacitación al personal 	Comunicación efectiva
<ul style="list-style-type: none"> - Nuevas tecnologías o tecnologías emergentes - Incorporación de la inteligencia artificial - Acceso a Internet 	Sistemas tecnológicos
<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión del personal administrativo en la toma de decisiones - Viabilidad económica - Presupuesto asignado 	Aspectos administrativos

Fuente: Yamisury Herrera, Investigación: Evaluación para la implementación de comunicación inalámbrica de equipos odontológicos del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá.

Tabla N°3. Relación de Categorías Axiales vs Categorías Abiertas de la División OPIB

Categoría Abierta	Categoría Axial
<ul style="list-style-type: none"> - Confidencialidad en el manejo de la información - Mejora en el tiempo de respuesta de mantenimientos - Eliminación de relaciones interpersonales 	Comunicación efectiva
<ul style="list-style-type: none"> - Manejo de las plataformas informáticas - Incorporación de nuevas tecnologías - Dependencia tecnológica - Licencias propias - Licencias compartidas - Requerimientos a nivel de Hardware (Computadoras) - Actualizaciones de plataformas digitales - Ataques informáticos - Inclusión de nuevas tecnologías como apoyo - Programas informáticos en idioma español - Caídas del sistema 	Tecnología aplicada
<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de existencia de un Dpto. de Biomédica - Necesidad de reemplazar equipos médicos - Adecuaciones de equipos existentes - Entrenamiento 	Administración de Equipos médicos
<ul style="list-style-type: none"> - Costo de servicios - Presupuestos asignados - Factibilidad - Responsabilidad en el manejo de plataformas - Aumento de personal - Aumento de funciones o responsabilidades - Participación administrativa - Aumento en el consumo de energía eléctrica - Extrapolación a otras áreas del hospital 	Toma de decisiones administrativas

<p>- Evaluación para la implementación de comunicación inalámbrica de equipos odontológicos del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá.</p>	<p>Evaluación para la implementación de comunicación inalámbrica de equipos odontológicos del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá.</p>
---	---

Fuente: Yamisury Herrera, Investigación: Evaluación para la implementación de comunicación inalámbrica de equipos odontológicos del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá.

Tabla N° 4. Relación de Categorías Axiales vs Categorías Abiertas de la División OPIS

Categoría Abierta	Categoría Axial
<ul style="list-style-type: none"> - Presupuesto - Aumento de funciones y responsabilidades - Consulta administrativa y técnica - Evaluación costo-beneficio - Eficacia y eficiencia de los procesos 	Implicación de la Administración en la toma de decisiones
<ul style="list-style-type: none"> - Demanda en la atención médica - Percepción del personal médico - Implicaciones del Dpto. de Biomédica - Mejora en la atención sanitaria - Capacidad de respuesta de los departamentos - Revisión de protocolos de mantenimiento actuales 	Importancia de los aportes del personal de salud
<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de los requerimientos tecnológicos - Velocidad del internet - Fortalecimiento de los sistemas informáticos a nivel de Hardware - Fortalecimiento de los sistemas informáticos a nivel de Software - Ataques informáticos - Delicadeza de dispositivos informáticos - Docencia sobre tecnologías emergentes - Inteligencia artificial - Benchmarking 	Tecnología aplicada
<ul style="list-style-type: none"> - Confidencialidad en el manejo de la información 	Confidencialidad en el manejo de la información

Fuente: Yamisury Herrera, Investigación: Evaluación para la implementación de comunicación inalámbrica de equipos odontológicos del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá.

A continuación, se muestra la relación de las 3 divisiones fuentes de entrevistas y sus categorías axiales, dando lugar a una sola categoría macro denominada selectiva.

Tabla N°5. Categorías axiales OPM, OPIM y OPIS vs Categorías selectivas

Categorías Axiales OPM	Categorías Axiales OPIM	Categorías Axiales OPIS	Categorías Selectivas
Comunicación efectiva	Comunicación efectiva		Comunicación
Sistemas tecnológicos	Tecnología aplicada	Tecnología aplicada	Tecnología
Aspectos administrativos	Toma de decisiones administrativas	Implicación de la administración en la toma de decisiones	Administración
Selección, cuidados y mantenimiento de equipos médicos/ Atención sanitaria oportuna e integral	Administración de equipos médicos	Importancia de los aportes del personal de salud	Personal de salud
	Limitación en el desarrollo de funciones		Limitaciones
		Confidencialidad en el manejo de la información	Confidencialidad

Fuente: Yamisury Herrera, Investigación: Evaluación para la implementación de comunicación inalámbrica de equipos odontológicos del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

En base a las categorías axiales observadas en los cuadros anteriores es posible revisar que todas incluyen aspectos tecnológicos en efecto, participación del personal administrativo e implicación fundamental del personal del área de salud, recalcando la comunicación entre estos 3 elementos principales, tomando en cuenta la confidencialidad de la información y las posibles limitaciones que puedan desprenderse en la toma de decisiones, misma que debe darse de manera conjunta.

En otras palabras, la implementación de las nuevas tecnología emergentes, en este caso en particular la aplicación de los sistemas inalámbricos en el proceso de mantenimiento de los equipos médicos, será bien recibida siempre y cuando se tomen en cuenta no solo a los participantes técnicos del área (personal médico, ingenieros biomédicos y de sistemas) sino también a los departamentos administrativos, tomando en cuenta que las decisiones deben basarse en una buena comunicación de estos 4 entes, recalcando la importancia de mantener la confidencialidad de la información y reduciendo al mínimo la dependencia de factores externos como los mencionados en las categorías abiertas y axiales.

Dicho de otro modo y de forma más específica, para la implementación de la comunicación inalámbrica de los reportes de mantenimientos a los equipos médicos relacionados al Departamento de Odontología del Hospital San Miguel Arcángel de la República de Panamá, deben tomarse en cuenta al personal médico, al personal de ingeniería biomédica, de sistemas e informática y por supuesto al personal administrativo, quiénes tomarán la decisión más oportuna en conjunto basándose en una buena comunicación (efectiva) y salvaguardando por encima de todo la confidencialidad de los datos de la institución y por ende de los usuarios finales (pacientes).

REFERENCIAS

Caja de Seguro Social. (2024). *CAJA DE SEGURO SOCIAL Historia*
<https://w3.css.gob.pa/historia/>

Capacitación y Educación en Salud CES. (9 de octubre de 2020). *Blog Cesalud*.
<https://www.cesalud.com/blog/121-el-papel-del-departamento-de-ingenieria-biomedica-en-instituciones-de-salud.html>

Clínica Universidad de Navarra. (2023). *Diccionario Médico Odontología*
<https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/odontologia>

ComparaSoftware Blog. (1 de julio de 2022). *Departamento de informática: qué es y las funciones de cada área*.
<https://blog.comparasoftware.com/departamento-de-informatica/>

Consulta-le. (2021). *Hospital San Miguel Arcángel (HISMA)*.
<https://www.consulta-le.com/directory/hospital-san-miguel-arcangel-hisma/>

Ministerio de Salud. (2012). *MINISTERIO DE SALUD ACERCA DE*.
<https://www.minsa.gob.pa/institucion/acerca>

Organización Mundial de la Salud. (2012). *Introducción al programa de mantenimiento de equipos médicos*. Editorial de la OMS.

Real Academia de la Lengua Española. (2024). *Diccionario de la Lengua Española*.
<https://dle.rae.es/odontolog%C3%ADa?m=form>

Sampieri, R. (2014). *Metodología de La Investigación*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Useche, M. Artigas, W. (2019). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos*. Editorial Gente Nueva.

ANEXOS



Vistas entrando al Hospital San Miguel Arcángel



Vistas hacia del recorrido al Hospital realizando las entrevistas de investigación



Vista en justo antes de entrar al departamento de Biomédica



Vista de mi llegada antes de la entrevista al departamento informática