**1. Introducción**

La permanente inversión de recursos en la construcción y equipamiento de servicios para la atención a la salud de la población, tanto de los sectores público, privado y de cooperación externa, ha condicionado el funcionamiento de los estable­cimientos de salud, sin el necesario apoyo técnico y presupuestario de un subsistema organizado, funcional y responsable de la preservación y mantenimiento de dicho patrimonio.

Actualmente la infraestructura física, las instalaciones y el equipamiento de los establecimientos de atención médica, se encuentran en gran medida, sin la adecuada protección en lo que a servicios de mantenimiento y conservación se refiere.

La inexistencia de un “sistema de gestión de mantenimiento” para la conserva­ción de edificios, instalacio­nes y equipos, con la sufi­ciente capacidad técnica y administrativa, acorde con el incremento en cantidad y complejidad de los servicios médico-asistenciales, ha producido un acelerado y constante deterioro en la capacidad instalada de los hos­pitales del país.

Dicho alto grado de obsolescencia físico-funcional, ha dado origen a la necesidad de reinvertir elevadas sumas de dinero, comprometiendo los escasos recursos financieros que, en otras condiciones podrían ser destinados a la conservación y/o mejoramiento de los establecimien­tos de salud.

Además, se ha evidenciado que el usuario/operario, desconoce los procedimientos de operación de una amplia gama de equipos y que las empresas proveedoras privadas, no cuentan con la capacidad suficiente para la prestación de asistencia técnica. También, el Estado, no se asegura contrac­tualmente, ó no hace cumplir que las empresas proveedoras cuenten con los ma­teriales y accesorios de repuesto, necesarios para la funcionalidad en la vida útil de los equipos que ven­den.

Analizando esta situación para la protección de la infraestructura fí­sica de salud, es imprescindible implementar políticas de Ingeniería, Manteni­miento y Conserva­ción de los Recursos Físicos en Salud, de esa realidad surge la realización del presente trabajo.

El Hospital Daniel Bracamonte de la ciudad de Potosí a lo largo de su historia ha sufrido muchos cambios, sin embargo él más importante se ha dado a partir de 1997 cuando la COOPERACION ITALIANA inicia el proyecto HOSPITAL DANIEL BRACAMONTE siendo el único hospital de 3er nivel de la cuidad de Potosí y al contar con mucha afluencia de personas de distintas edades el hospital no se da abasto para la atención de sus pacientes por la repentina falla de los equipos médicos.

La propuesta permitirá que el personal del área de mantenimiento del hospital Daniel Bracamonte pueda contar con protocolos de mantenimiento para la realización de los distintos tipos de mantenimiento que los equipos médicos requieren contando con un plan anual de mantenimiento; a su vez también permitirá la sistematización de las hojas de trabajo

**2. Antecedentes**

El desarrollo de las nuevas tecnologías y el avance de la medicina al nivel mundial, han dado un impulso notable en el tratamiento de las enfermedades de la humanidad, debido a esto se han ido implementando medias de seguridad y protocolos para la mantención de los equipos médicos.

En este sentido en el Congreso Latino Americano de Ingeniería Biomédico llevada a cabo el 2001 en mayo del 23 al 25, se propuso un sistema de registro y control de equipos médicos y de aseguramiento por M.Arce, M.Morejon Alfonso de la universidad Pilar del Rio, Cuba. Este sistema clasifica por familias a los equipos como también por funciones, trabajan con **el modelo de estado** técnico donde se recoge la situación técnica de cada uno de los equipos como ser los equipos rotos, propuesto para baja técnica; **el modelo necesidad** de equipos mediante el cual expresan sus necesidades por equipos.[1]

En el Congreso Latino Americano de Ingeniería Biomédico llevada a cabo el 2001 en mayo del 23 al 25, se realiza una propuesta de Gestión de Mantenimiento para Equipos Médicos realizado por E.Rodrigues, A.Miguel, M.C.Sanches, este trabajo va dirigido a poder establecer de manera más objetiva la función de equipo, la aplicación clínica y ,los requisitos de mantenimiento mediante una tabla referida a la asignación de peso por criterios, el cual nos permite calcular el índice de mantenimiento preventivo e inspecciones IMP. [2]

El 22 de septiembre de 2011 CNET S.A realiza el lanzamiento de un sistema de Mantenimiento de Equipo Médico denominado ADMENET Es un sistema de control de mantenimientos de equipos creado para llevar la administración de órdenes de trabajo, así como el manejo de instalaciones e identificación de equipo, el registro y la programación de mantenimiento de equipos, también permite el control y la administración de reparaciones realizadas, genera reportes informativos del proceso y del equipo, incluye el proceso de control de inventarios y compras, así como informes de desempeño y calidad. En el campo de equipo médico permite adaptarse a la facturación que solicita la caja costarricense de seguro social.

Así también ADMENET permite que el usuario puede registrar en el sistema la información de su empresa, sus empleados, clientes y proveedores, así como los equipos y repuestos que maneja, puede ingresar las instalaciones que realiza de cada uno de los equipos, así como programar cuando se le va a dar el mantenimiento respectivo y finalmente almacenar los informes de cada una de las reparaciones/revisiones que se realicen a los equipos. Igualmente se puede realizar la compra de los equipos y repuestos necesarios y llevar control del inventario, así como realizar la facturación de equipos, repuestos y reparaciones, obteniendo un control de las cuentas por pagar y cuentas por cobrar. Este programa solo puede ser adquirido por medio de una compra con la empresa es decir su uso no es gratuito. [3]

El estudio de lo anteriormente mencionado nos ayuda a obtener las siguientes conclusiones: El mantenimiento preventivo operativo y funcional de los equipos médicos son muy importantes para alargar su vida útil de tales equipos por eso se necesita contar con un personal capacitado en este tipo de trabajo y poder contar con los protocolos de mantenimiento los cuales coadyuven con esta función.

La presente propuesta constituye un sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos para el Hospital "Daniel Bracamonte", con el cual se pretende subsanar muchas de las ineficiencias a la hora de realizar los distintos tipos de mantenimiento que los equipos requieren.

**3. Situación problémica**

El Hospital "Daniel Bracamonte" al ser un hospital de 3er nivel, cuenta con mucho equipamiento de salud, del cual está a cargo el área de mantenimiento del hospital.

Uno de los principales problemas es que el personal de mantenimiento no cuenta con la capacitación y/o formación adecuada para diagnosticar y manipular todos los equipos médico del Hospital esto a causa de que en la cuidad de Potosí no se cuenta con una institución que brinde enseñanzas de manipuleo y mantenimiento de los equipos médicos actuales.

Así mismo el hospital Daniel Bracamonte al ser un hospital dependiente del gobierno no cuenta con muchos recursos económicos como para poder realizar talleres de capacitación para el personal que se dedica al Mantenimiento del Hospital, esto ocasiona que el personal no cuente con un cronograma detallado el cual pueda colaborar con el personal para realizar los distintos tipos de mantenimiento y poder seguir un protocolo para identificación de problemas y fallas.

Esto origina que los equipos médicos fallen de manera repentina y que su arreglo tarde de acuerdo a la contratación de servicios lo cual origina una pérdida económica para el hospital, pero también origina que los pacientes del hospital no sean atendidos oportunamente y que haya bastantes quejas sobre la atención recibida.

**4. Problema**

¿Cómo coadyuvar al manejo y control del mantenimiento de los equipos médicos del Hospital Daniel Bracamonte?

**5. Objeto de estudio**

El presente trabajo tiene como objeto de estudio a los sistemas automatizados de Gestión de mantenimiento.

**6. Campo de acción**

Sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos basado en protocolos hospitalarios para el Hospital Daniel Bracamonte.

**7.Objetivo**

Desarrollar un sistema de gestión de mantenimiento basado en protocolos hospitalarios para coadyuvar en el manejo y control de mantenimiento de equipos médicos del Hospital Daniel Bracamonte.

**8. Preguntas científicas**

¿Cuáles son los fundamentos teóricos que sustentan al Sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos basado en protocolos hospitalarios para el Hospital Daniel Bracamonte?.

¿Cómo se realiza actualmente el manejo y control de los equipos médicos del Hospital Daniel Bracamonte?

¿Cómo obtener el Sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos basado en protocolos hospitalarios para Hospital Daniel Bracamonte?

¿Cómo demostrar la funcionalidad del Sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos basado en protocolos hospitalarios para el hospital Daniel Bracamonte?

**9. Tareas de investigación**

**1.-** Elaboración de un marco teórico que permita fundamentar el Sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos basado en protocolos hospitalarios para el Hospital Daniel Bracamonte mediante la lectura y sistematización de material bibliográfico especializado en la temática.

**2.-**Obtención de un diagnostico que nos permita determinar la situación actual del manejo de manteamiento de los equipos médicos del Hospital "Daniel Bracamonte", atreves del uso de métodos y técnicas de investigación.

**3.-** Obtención del sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos basado en protocolos hospitalarios para el Hospital Daniel Bracamonte Utilizando las herramientas de desarrollo SQLserver 2012 juntamente con Visual Studio Express y el lenguaje C# con metodología ágil SCRUM el cual usa un ciclo de vida iterativo incremental, ArgoUML.

**4.-** Validación del Sistema de gestión de mantenimiento de equipos médicos para el Hospital "Daniel Bracamonte", mediante validaciones de aceptación del sistema, integridad del sistema.

**10. Diseño metodológico**

El presente trabajo presenta una investigación aplicada, se utilizara:

**11. Métodos teóricos.-**

**11.1. El análisis**

Se utilizara el análisis para capturar una información más detallada sobre el manejo del mantenimiento de los equipos médicos del hospital Daniel Bracamonte, de esta manera poder respondiendo a las interrogantes:¿*Quien se hace cargo cuando un equipo médico falla?,*¿ *Cómo se identifica las fallas de un equipo médico?,* ¿*Se sique algún procedimiento?* , todo esto coadyuvara a poder realizar el marco teórico del presente trabajo.

**11.2. La síntesis**

La síntesis cual coadyuvara a unir todas las partes analizadas anteriormente y posibilitara descubrir relacione esenciales y características generales entre los procedimientos de manejo de mantenimiento analizados.

**12. Métodos empíricos.**-

**12.1. La entrevista**

Se utilizara la entrevistala cual colabora a deducir y poder llegar de lo general del sistema con el cual cuenta ahora a lo particular de cada accionar de todos los miembros del departamento es decir ver las cualidades que posee cada uno de los miembros del departamento de mantenimiento y poder identificar donde están las fallas de dicho departamento.

**13. Técnicas de investigación.-**

**13.1. La observación directa**

La observación directa permitirá poder realizar una evaluación de las acciones que se realiza la momento de identificar, prevenir y realizar una reparación de un equipo médico de manera particular el accionar del departamento de mantenimiento del hospital.

**14. Justificación**

**14.1.**La **justificación social**

Se justifica socialmente ya que coadyuvara directamente al departamento de mantenimiento del hospital Daniel Bracamonte a la preventiva o oportuna detección de desperfectos en los equipos médicos como también a garantizar su adecuado funcionamiento y prolongar el tiempo de vida útil del mismo. También se beneficiaran indirectamente los pacientes que visitan al hospital a los cuales se podrá brindar una mejor calidad de atención con equipos médicos en buen funcionamiento y de esta manera reducir riesgos para la vida de las personas que acuden a la institución.

**14.2. Económicamente**

Se justifica económicamente porque el proyecto cuenta con todo el apoyo que se requiere y que las herramientas las cuales de usaran son de uso libre como el lenguaje C# es de uso libre y el ID de desarrollo será VISUAL STUDIO EXPRESS que llega a ser la versión libre de VISUAL STUDIO y ArgoUML que es una herramienta CASE gratuita, el gestor de base de datos el cual es SQL-SERVER 2012 del cual el hospital cuenta con la licencia correspondiente, por este motivo la institución no llegara a realizar gasto alguno para la realización del proyecto.

**14.3. Técnicamente**

Se justifica técnicamente por la aplicación de metodologías y técnicas de modernización del Mantenimiento y su aplicación real.

**14.3.1. Metodología SCRUM** se utilizara esta herramienta dado que utiliza un proceso iterativo y que va incrementándose, gradualmente, se basan en un ágil desarrollo de software a través de etapa que se contempla a asignas roles practicas definidas este utiliza el ciclo de vida iterativo incremental.

**14.3.2. Lenguaje C#,** es un lenguaje de programación simple pero eficaz, diseñado para escribir aplicaciones empresariales. El lenguaje C# es una evolución de los lenguajes C y C++. Utiliza muchas de las características de C++ en las áreas de instrucciones, expresiones y operadores.

**14.3.3. Visual Studio Express,**Visual Studio express permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET (a partir de la versión .net 2002, se incorpora la versión Framework 3.5, Framework 4.0 y Framework 4.5 para las ediciones 2005, 2008, 2010 y 2012). Así se pueden crear aplicaciones que se intercomuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web y dispositivos móviles. Cabe destacar que estas ediciones son iguales al entorno de desarrollo comercial de Visual Studio Professional pero sin características avanzadas.

**14.3.4. SQL-server 2012,** utiliza Programación (T-SQL, tipos de datos, FileTable), Administración (SQL Server Management Studio, administración basada en directivas), Seguridad básica (separación de funciones, auditoría básica)

**14.3.5 ArgoUML,**es una aplicación de diagramado de [UML](http://es.wikipedia.org/wiki/UML) escrita en [Java](http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n_Java) y publicada bajo la [Licencia BSD](http://es.wikipedia.org/wiki/Licencia_BSD). Dado que es una aplicación [Java](http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1quina_virtual_Java), está disponible en cualquier plataforma soportada por Java.

**15.Aporte práctico**. El aporte del presente trabajo se centra en la implementación de una gestión que abarque la administración y planificación del mantenimiento de los equipos, bienes y su modernización con una propuesta de Mantenimiento Asistido por computador, el cual coadyuvara al área de mantenimiento a realizar el mantenimiento preventivo con la ayuda de protocolos hospitalarios coadyuvado con un plan maestro de mantenimiento, los cuales serán de apoyo para que el equipo médico pueda cumplir su vida útil, también se contemplara en manteamiento correctivo con la hoja de trabajo del hospital.

**16.** **Alcances.** Los alcances del proyecto vienen dados por:

- Registro del equipo médico con la apertura de historial del mismo con la ayuda de la ficha técnica aprobada por SEDES.

- Registro de procedimientos de mantenimiento preventivos basados en las guías de mantenimiento las cuales se encuentran al momento de la entrega de los equipos médicos.

- Registro de plan maestro de mantenimiento referido al plan anual de mantenimiento que posee el departamento de mantenimiento del hospital.

- Registro de reparaciones coadyuvado con la hoja de trabajo piloto del área de mantenimiento del hospital.

- Registro de mantenimiento correctivo con sistematización de las hojas de trabajo que se presentan ante fallas ocurridas específicamente en los equipos médicos.

- Organización de reportes y datos de los mantenimientos realizados para futuras auditorias.

- Manejo de la Gestión de Mantenimiento asistido por computador que coadyuve a los encargados de mantenimiento del hospital.

**17. Limites.** Los limitesdel proyecto son:

- El sistema será solo de uso cerrado para el hospital Daniel Bracamonte es decir no se comunicara con ningún otro sistema.

- El sistema será de uso exclusivo para el área de mantenimiento de del hospital Daniel Bracamonte ya que el hospital no cuenta con una red que cubra todas la aéreas del mismo.

- No realizara el reporte de monto económico de la prestación de servicio externo especializado cuando se contrata a un técnico externo para la revisión de un equipo médico.

- No contempla la administración económica que los equipos requieren al momento de remplazar partes defectuosas ya que los datos son manejados por el área de cotizaciones del hospital Daniel Bracamonte.

**18. Estructura tentativa**

El presente trabajo estará organizado en tres capítulos los cuales se detallan a continuación.

**CAPITULO I:** Denominado **Marco teórico** en el que se detallaran todos los fundamentos teóricos, en las cuales se sustentaran el presente proyecto de grado, tanto en la parte del sistema de control basado en protocolos hospitalarios para coadyuvar en el manejo y control de mantenimiento de equipos médicos del Hospital Daniel Bracamonte, como en el uso de herramientas para la realización del proyecto , abalando así el trabajo de investigación, los cuales coadyuvan al lector a logar una mejor comprensión acerca del tema, de la misma forma se muestra todos los conocimientos necesarios permitiendo así una buena orientación al problema planteado.

**CAPITULO II: Planificación y diseño,** que muestra la obtención de los requerimientos de todo el proyecto, dando a conocer los pasos, los cuales nos dan una idea del proyecto, posteriormente se presentaran un conjunto de pasos que permitirán clasificar las tareas para su posterior cumplimiento con el uso de la metodología mencionada con la cual se tendrá un estudio profundo de todas las relaciones del sistema especificando las características del sistema terminado.

**CAPITULO III:** Orientado a la **implementación y pruebas**, donde se especifica los componentes necesarios para la implantación del sistema y en función a este poder realizar las diferentes pruebas de funcionalidad y aceptación que validen el correcto funcionamiento de la aplicación y el cumplimiento de los requisitos.

**19. Cronograma de trabajo**

La presente propuesta del proyecto está contemplada para ser realizada en un tiempo determinado. (ver anexo 3)

**20. Referencia bibliográfica**

[1] Sistema de registro y control de equipos médicos y de aseguramiento

Universidad de Pinar del Rio, Marti 270, C.P.20100, Ciudad Pinar del Rio, Cuba

[2] Gestión de Mantenimiento para Equipos Médicos

Centro de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería Eléctrica, ISPJAE

[3] CND: Tecnológica Sistem. Costa Rica: cnet.co.cr [actualizado 13 de febrero de 2014] disponible en [www.cnet.co.cr](http://www.cnet.co.cr/)

**21. Bibliografía**

1. Guía de equipamiento y mantenimiento para establecimientos de salud del primer nivel de atención. Ministerio de Desarrollo Humano, Secretaria Nacional de Salud, Dirección del sistema Publico OPS/OMS. La Paz- Bolivia.

2. Manual de normas para el mantenimiento de equipo médico e instrumental. Ed. Liliana Rojas (UNICEF): ministerio de salud y deportes 2007.

3. Mantenimiento y reparación del equipo de laboratorio, diagnostico por imagen y hospital. Organización Mundial de la Salud Ginebra 1996

4. Serie de Documentos Técnicos para reparación y mantenimiento de Instrumental Nuclear. Vol. 4. Santo Domingo del 2000.

5. Plan de mantenimiento de equipos biomédicos del servicio de neonatología del Hospital Daniel Bracamonte Potosí . Tec. Sup. Egr. Freddy Pérez Aliaga. Marzo 2005.