

# **DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANEJO DE ACTIVOS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO, RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ**

por

Edwin E. González Montalvo

Tesis sometida como parte de los requisitos para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN CIENCIAS  
EN  
INGENIERÍA CIVIL**

**UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ  
2011**

Aprobado por:

---

José L. Perdomo Rivera, PhD  
Presidente del Comité Graduado

---

Fecha

---

Antonio A. González Quevedo, PhD  
Miembro del Comité Graduado

---

Fecha

---

Francisco Maldonado Fortunet, PhD  
Miembro del Comité Graduado

---

Fecha

---

Omell Pagán Parés, PhD  
Representante de Estudios Graduados

---

Fecha

---

Ismael Pagán Trinidad, MSCE  
Director del Departamento

---

Fecha

## **Abstract**

Asset Management is an integrated approach for the efficient use of equipments and buildings and the optimization of their economic value. This optimization can be achieved through the effective monitoring of the asset during its life cycle providing the proper maintenance or replacement/remodeling as needed. This work describes an effort for the design of an asset management system for the new biology building, the new business administration building, and “cooling towers” of the refrigeration system of the Mayagüez Campus of the University of Puerto Rico. For these facilities, the goal was the design of processes, procedures, and information systems focused on asset management, repair status, life cycle cost, prediction of maintenance cost, among others. In order to be able to automate the asset management process the program CWORKS CMMS (Computerized Maintenance Management System) from Systems Berhad was used. Then a web-based tool was designed which is the main contribution of this investigation. With the implementation of this web-based system, an adequate monitoring of the assets could be achieved. This could ensure the proper maintenance is given when needed, therefore prolonging the service life of all vital components and creating long-term strategies for infrastructure investment. This system can now be implemented for all the buildings in the Mayagüez Campus.

## **Resumen**

El manejo de activos se refiere a un enfoque integrado para utilizar eficiente los activos y optimizar el valor de los mismos en términos económicos. Esta optimización puede conseguirse a través del monitoreo efectivo del activo durante el ciclo de vida del activo de manera que se pueda proveer mantenimiento o reemplazo/remodelación según sea necesario. Este trabajo presenta un esfuerzo para el diseño de un sistema automatizado para el manejo de activos para los nuevos edificios de Biología, Administración de Empresas y las torres de enfriamiento del sistema central de refrigeración del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico (UPRM). Comenzando con estas instalaciones, se pretendía el desarrollo de procesos, procedimientos y sistemas de información enfocados al manejo de activos, incluyendo estado actual, historial de reparaciones, costo de ciclo de vida, predicción de costos de mantenimiento, entre otros. Para poder automatizar el proceso de manejo de activos se utilizó el programa CWORKS CMMS (Computerized Maintenance Management System) de la compañía Systems Berhad. Luego se procedió a diseñar una herramienta disponible en Internet la cual es la contribución principal de esta investigación. Con la implantación de este sistema en Internet se podrá dar un buen cotejo de los activos para asegurar que se le de el mantenimiento adecuado cuando sea requerido. De esta manera, se pudiera alargar la vida útil de los componentes vitales de un edificio y crear estrategias a largo plazo con respecto a inversiones en infraestructura. Después de probar este sistema para las tres instalaciones pilotos, el mismo se puede implantar para todos los edificios del campus mayagüezano.

## **Dedicatoria**

A mis padres, Edwin González Cabán y Ana G. Montalvo Vázquez; por  
ustedes soy quien soy hoy.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer antes que todo a Dios, gracias a Él por la fortaleza para poder terminar esta meta. De Dios es toda la Gloria.

A los miembros del Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura; la administración y facultad, por todo el apoyo durante mi vida universitaria. A los miembros de mi comité graduado; el Dr. Antonio González Quevedo y el Dr. Francisco Maldonado Fortunet por brindarme de su tiempo y experiencia. Pero un agradecimiento muy especial al Dr. José L. Perdomo Rivera, presidente del comité graduado, por confiar en mí y por motivarme a continuar en todo momento. Muchísimas gracias por todo, he aprendido mucho de usted.

A mi familia, Mami, Papi, Gelita (Angie) y Rita. Gracias a todos por motivarme a lograr este gran reto. En especial a Rita, mi correctora personal, gracias por todo tu apoyo y perseverancia.

Por último, pero no menos importante, a alguien muy especial, Ramaris, gracias por hacerme sonreír en los momentos difíciles.

¡Gracias a todos!

## Tabla de Contenido

Abstract .....	ii
Resumen.....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
Lista de Figuras .....	viii
Lista de Tablas .....	ix
Capítulo 1: Introducción .....	1
Trasfondo .....	1
Identificación del Problema .....	3
Objetivos .....	4
Justificación .....	4
Beneficios .....	5
Contribución .....	6
Limitaciones.....	6
Alcance de este Trabajo .....	6
Esquema de la Tesis.....	7
Capítulo 2: Revisión de Literatura .....	8
Investigaciones Previas.....	8
Automatización del Proceso de Manejo de Activos .....	13
Capítulo 3: Metodología .....	15
Capítulo 4: Esfuerzo de Automatización .....	20
Implementación en la Universidad .....	20

Adaptación del Programa.....	20
Descripción de los Módulos en el Menú Principal .....	24
Prueba de Prototipo: Edificios y Terrenos .....	35
Capítulo 5: Diseño de una herramienta “Web-Based” .....	36
Sincronización de Oficinas .....	38
Componentes de Herramienta en Internet .....	39
Manejo de Órdenes de Trabajo .....	39
Función de Planificación.....	39
Función de Programación .....	39
Función de Costo/Presupuesto .....	40
Inventario .....	40
Indicadores Claves de Funcionamiento .....	40
Componentes en Internet .....	41
Notificación de Problemas Menores .....	41
Herramienta para Órdenes de Trabajo .....	43
Herramienta para Mantenimiento Preventivo .....	45
Ejemplos de Posibles Aplicaciones .....	47
Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones .....	52
Conclusiones .....	53
Posibles Extensiones del Uso del Programa .....	54
Investigaciones Futuras.....	55
Comentarios Finales .....	56
Bibliografía y Referencias .....	57
Apéndice A: Manual de Usuario.....	.
Apéndice B: Certificación # 30 2004-2005 .....	.
Apéndice C: Certificación # 30 2005-2006 .....	.

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1: METODOLOGÍA .....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 2: PANTALLA PRINCIPAL ORIGINAL .....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA 3: PANTALLA PRINCIPAL MODIFICADA .....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA 4: MENÚ PRINCIPAL ORIGINAL .....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 5: MENÚ PRINCIPAL MODIFICADO.....</b>	<b>23</b>
<b>FIGURA 6: PÁGINA PARA CREAR ORDEN DE TRABAJO ORIGINAL.....</b>	<b>24</b>
<b>FIGURA 7: PÁGINA PARA CREAR ORDEN DE TRABAJO MODIFICADA.....</b>	<b>25</b>
<b>FIGURA 8: PANTALLA DEL MÓDULO DE ACTIVOS.....</b>	<b>26</b>
<b>FIGURA 9: PANTALLA PRINCIPAL DEL MÓDULO DE LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 10: PANTALLA PRINCIPAL DEL MÓDULO DE EMPLEADOS.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 11: PANTALLA PRINCIPAL DEL MÓDULO DE BASE DE DATOS MAESTRA .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 12: PANTALLA PRINCIPAL DEL MÓDULO DE REPORTES.....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 13: PANTALLA PRINCIPAL DEL MÓDULO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 14: PÁGINA PARA CREAR UN ITINERARIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>33</b>
<b>FIGURA 15: PANTALLA DE SALIDA ORIGINAL.....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 16: PANTALLA DE SALIDA MODIFICADA.....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 17: ESQUEMA DEL SISTEMA “WEB-BASED”.....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 18: DISEÑO DE INTERFACE PARA PROBLEMAS MENORES.....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 19: EJEMPLO DE PÁGINA EN INTERNET DE PROBLEMAS MENORES.....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 20: DISEÑO DE INTERFACE DE ÓRDENES DE TRABAJO.....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 21: EJEMPLO DE PÁGINA EN INTERNET DE ÓRDENES DE TRABAJO .....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 22: DISEÑO DE INTERFACE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....</b>	<b>46</b>
<b>FIGURA 23: EJEMPLO DE PÁGINA EN INTERNET DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....</b>	<b>47</b>
<b>FIGURA 24: EJEMPLO DE ROTURA DE ACTIVO CON CONTRATO DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 25: EJEMPLO DE ROTURA EN ELEVADOR EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS .....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 26: EJEMPLO DE ROTURA DE ACTIVO SIN CONTRATO DE MANTENIMIENTO.....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 27: EJEMPLO DE ROTURA EN CHILLER EN BIOLOGÍA .....</b>	<b>51</b>



## **Lista de Tablas**

<b>Tabla 1: Evaluación de Programas.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 2: Frecuencia de Mantenimiento.....</b>	<b>46</b>

# **Capítulo 1: Introducción**

## **Trasfondo**

Muchas veces se piensa erróneamente que el ciclo de vida de una instalación se cumple en el momento en que se termina de construir y ésta es ocupada. El ciclo de vida de una instalación incluye todas las fases como la planificación, el diseño, la construcción, la ocupación, la operación, las actualizaciones y al final de su vida útil demolición o la rehabilitación para otro uso. Tanto el sector privado como el público invierten mucho dinero en la infraestructura e instalaciones de un país. El Gobierno construye instalaciones que le provean un servicio de calidad a sus ciudadanos y se espera que estas funcionen óptimamente durante muchos años. Pero el estado actual de las instalaciones en Puerto Rico nos demuestra que en realidad no se le presta atención al mantenimiento de las instalaciones para lograr su operación óptima. Los componentes de una edificación se arreglan o se reemplazan cuando se rompen o cuando ya no pueden rendir más la función deseada. Es de suma importancia comenzar a ver las instalaciones como estructuras que se habitan y utilizan diariamente; no como estructuras de las cuales se entra y sale. Luego que el edificio se termina de construir y se comienza a utilizar; debe comenzar el mantenimiento preventivo y proactivo de todos los componentes del mismo. El aspecto económico no se debe limitar al costo de construcción, sino que debe considerar el costo durante toda la vida útil de la estructura, incluyendo los costos de operación, mantenimiento y reparaciones (Lluch, 2005).

Encontrar la mejor combinación que permita realizar el mantenimiento unido al uso es esencial para que cualquier organización pueda ofrecer los servicios de manera eficiente. Todo lo que construimos puede ser visto como un activo o una inversión que necesita mantenimiento para que mantenga su valor óptimo a través de su ciclo de vida (Hassanain et al., 2003). Las edificaciones están compuestas de distintos elementos los cuales tienen diferentes ciclos de vida, pero hay algunos componentes como los mecánicos y eléctricos que tienen vidas útiles menores y estos necesitan el

mantenimiento constante para asegurarse que trabajen cumpliendo los requisitos para los cuales fueron diseñados. La tarea más retadora para el encargado de las instalaciones es el mantener las instalaciones operando; esto requiere que se tome acción rápidamente para crear un ambiente agradable para el usuario y alargar la vida útil de los sistemas (Elazouni & Shaikh, 2008). Para que nuestro cuerpo funcione de una forma óptima tomamos vitaminas y nos hacemos cotejos médicos esporádicamente. Así nos cercioramos de que no tendremos problemas mayores que nos afecten seriamente en el futuro. De esta misma forma, tenemos que visualizar nuestras edificaciones. Tenemos que desde que comenzamos a utilizar nuestras instalaciones verificar, tomar datos y ajustar los equipos (ajustarlos a los cambios inesperados) para que estos trabajen de la forma en la que fueron diseñados y de una forma óptima.

El manejo de infraestructura (“infrastructure management”) es el proceso administrativo de crear, planificar y proveer el mantenimiento que requiere la infraestructura de una organización. Este manejo interdisciplinario garantiza un rendimiento aceptable del sistema de infraestructura a través de su vida útil.

El manejo de activos (“asset management”) es más específico que el manejo de infraestructura. El manejo de activos busca optimizar el valor de los activos en términos económicos, lo que puede conseguirse a través de cotejo efectivo del activo durante el ciclo de vida. Los activos para un sistema de infraestructura incluyen recursos, instalaciones, capital y la gente que interactúa con el sistema.

Es imprescindible que se conozcan los activos que se van a administrar. Para esto hay que conocer:

- El valor presente de reemplazo
- Valor de remodelación
- La condición actual e historial de mantenimiento
- Estándares de mantenimiento requeridos para los activos
- Mantenimiento óptimo requerido para proveer servicio confiable o servicio costo efectivo

- Costo aproximado de mantenimiento futuro

Con ésto en mente, se puede crear un plan de manejo de activos para infraestructura el cual debe incluir:

- Niveles de servicio requeridos
- Evaluación de la condición actual del activo
- Requerimientos de inversión actuales y futuros
- Planes de mantenimiento y operación tanto a corto como a largo plazo

Los planes para el manejo de los activos tienen que ser actualizados de manera consistente a través de la vida útil de los activos para que contengan toda la información al día de los activos.

### **Identificación del Problema**

Basado en el deterioro de las instalaciones a través de todo el sistema de la Universidad de Puerto Rico (UPR), la Junta de Síndicos de la UPR aprobó la certificación 30 sobre *Normas y Procedimientos para la Planificación Institucional, Diseño, Administración, Construcción y Ocupación y Mantenimiento del Programa de Mejoras Permanentes de la UPR*. Basado en esta certificación se le solicitó a la UPRM “*que desarrolle planes de mantenimiento, que incluya los sistemas y subsistemas de cada edificación, tales como: sistemas mecánicos, plomería, electricidad y los subsistemas de instalaciones especializadas como laboratorios (alarmas, extracción de gases, entre otros).*”

Para atender la petición de la Junta de Síndicos se diseñó un programa de manejo de activos. Este programa incluye los datos de las operaciones y funciones asociadas y concernidas con las premisas construidas dentro del ambiente de construcción y los activos que lo componen (Edum-Fotwe et al., 2003). A diario, el manejo efectivo de dicho programa nos brinda el ambiente de trabajo seguro y eficiente que necesitamos para cumplir nuestras responsabilidades como institución universitaria. Este ambiente lo podemos alcanzar con la creación de un programa de mantenimiento preventivo de nuestras instalaciones.

## **Objetivos**

El propósito de esta investigación es diseñar un sistema para el manejo de activos de los edificios de Biología (nuevo), Administración de Empresas (nuevo) y las torres de enfriamiento del sistema central de refrigeración del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico.

Para alcanzar este objetivo, se realizaron los siguientes sub objetivos:

- Estudiar el proceso actual de mantenimiento
- Adaptar una versión automatizada del programa de Systems Berhad CWORKS CMMS (Computerized Maintenance Management System) para el Recinto Universitario de Mayagüez para asegurarnos que se le da el mantenimiento rutinario a los componentes para evitar el deterioro de las instalaciones
- Diseñar una versión “Web” del sistema

Con la entrada en vigor de este sistema se podría proveer mejor mantenimiento a los activos, lo que pudiera alargar la vida útil de los componentes vitales de estos edificios, como también presupuestar necesidades futuras para éstos.

## **Justificación**

Es muy común que los administradores piensen que los activos disponibles tienen una vida infinita o que no requieren mantenimiento preventivo. Esto resulta en deterioro de los activos y pérdidas en el valor o el nivel de servicio. La infraestructura, siendo la fundación de la riqueza y calidad de vida de la sociedad, requiere que se maneje efectivamente al igual que se le provea mantenimiento a sus activos. La combinación de instalaciones, públicas o privadas, permiten que se puedan proveer los servicios esenciales para sostener el nivel de vida esperado de cualquier sociedad. Cuando se habla de infraestructura, no es crítico solamente optimizar el valor monetario, pero, además, es

importante mantener niveles adecuados de servicio a los usuarios, seguridad y asegurarse que el activo se usa hasta el máximo de su vida útil. Si se le da el mantenimiento requerido pudiera ser que pudiera usarse más allá de su vida útil.

El estado actual de las instalaciones de la UPR en Mayagüez confronta numerables retos de mantenimiento; con frecuencia se construyen costosas instalaciones y se utilizan, pero no se le provee un mantenimiento adecuado. Dado a esta forma de funcionamiento es que tenemos el requisito de la Junta de Síndicos antes mencionado. Las prácticas actuales comunes dictan que a una instalación se le da mantenimiento cuando surge una falla en alguno de sus componentes. Un buen ejemplo es el edificio de Química, el cual es relativamente nuevo pero aparenta todo lo contrario. Esto no permite que el Recinto Universitario de Mayagüez se ubique en la posición que le corresponde como una excelente universidad a nivel hemisférico.

## **Beneficios**

Dada la condición actual de las instalaciones de la UPRM esta investigación aporta grandes beneficios; como lo son:

- Promover el desarrollo de sistemas de inventario de activos, evaluaciones para reparar los sistemas cuando sea necesario y no cuando fallen
- Alargar la vida útil de los componentes vitales de los edificios
- Desarrollar una base de datos con información de varias oficinas que pueda ser utilizada por el personal que tiene que lidiar directamente con la infraestructura de la UPRM
- Se podrá presupuestar necesidades futuras de mantenimiento y expansión
- Estar a la vanguardia en cuanto al manejo de activos se refiere para proveer servicios de calidad a los usuarios de la infraestructura

## **Contribución**

Se diseñó una herramienta que pudiera ser utilizada a través del Internet (Web-Based) para mantener la infraestructura del Recinto a la par de los estándares del siglo XXI. Todas estas herramientas, que no existen en la actualidad permitirán que la Universidad posea unas instalaciones que le permitan desarrollarse al máximo de su potencial. La investigación realizada y el producto final son la base y los cimientos para investigaciones de modelos futuros como; tamaños de brigada, productividad, vida útil de sistemas en el ambiente del Caribe entre otros.

## **Limitaciones**

El estudio realizado en la UPRM pretendía considerar toda la información correspondiente a los activos de la institución. Sin embargo, este estudio al igual que muchos estudios, está limitado por la información que pudiera estar disponible. Algunas limitaciones del estudio realizado incluyen que:

- No existe un archivo identificando los activos y sus componentes
- No existen bitácoras del mantenimiento realizado a los activos
- Se presume que los activos están trabajando de forma óptima, debido a que no existen bitácoras para esto
- Se presume que los activos están siendo revisados y mantenidos a los estándares establecidos por el fabricante; algo que no pudo ser comprobado debido a la falta de bitácoras

## **Alcance de este Trabajo**

El Recinto Universitario de Mayagüez tiene distintas instalaciones e infraestructura que componen su campus en Mayagüez. El alcance de esta tesis es el siguiente:

- El inventario que se realizó es mayormente de sistemas eléctricos, mecánicos y de alarmas; no se consideraron otros componentes de los edificios como cerraduras, sistemas de incendio, pupitres, bombillas y paredes de “gypsum board”

- Sólo se consideraron la torre de enfriamiento del sistema de refrigeración central del campus, el nuevo edificio de Biología y el nuevo edificio de Administración de Empresas en el estudio

## **Esquema de la Tesis**

Esta tesis describe el diseño de un sistema de manejo de activos para el mantenimiento preventivo en instalaciones del Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. El primer capítulo presenta la introducción al documento y el trabajo realizado. El segundo capítulo presenta un resumen de las investigaciones realizadas anteriormente en las áreas de manejo de activos y mantenimiento preventivo. El tercer capítulo describe la metodología utilizada para realizar la investigación. En el cuarto capítulo se muestra el esfuerzo de automatización del Programa CWORKS de Systems Berhad y la implantación en la Universidad. El quinto capítulo describe el diseño para la aplicación “Web-Based” con ejemplos de cómo luciría esta. El sexto capítulo contiene los hallazgos realizados, el resultado de la investigación y las recomendaciones para investigaciones futuras. Las referencias se encuentran luego de las conclusiones. El Apéndice A contiene el Manual de Usuario del Programa que se modificó. Los Apéndices B y C contienen las Certificaciones que la Junta de Síndicos emitió y que dieron pie a esta investigación.



## **Capítulo 2: Revisión de Literatura**

Dada la importancia que representan los activos para cualquier empresa pública o privada, se han realizado estudios en los cuales se busca desarrollar sistemas que permitan manejar los activos de dichas empresas más eficientemente. A continuación se presentan varios de estos estudios.

### **Investigaciones Previas**

Edum-Fotwe et al. (2003) presentan un nuevo enfoque para el mantenimiento preventivo; no sólo aplicarlo cuando estén construidas las instalaciones sino que diseñarlas con el mantenimiento en mente. Esto fue para el diseño de un hospital y pasó a ser de sólo una actividad que se realiza en la compañía a una iniciativa de inversión para el futuro tomando en cuenta el mantenimiento al diseñar los sistemas del hospital.

Erdener (2003) argumenta que debe haber una conexión entre el diseño y el manejo de las instalaciones. Muchas veces no se incorpora el mantenimiento en la etapa de diseño y esto es un grave error porque se pierde la oportunidad de aprovechar el conocimiento previo y se cometen los mismos errores nuevamente. El no aplicar este enfoque resulta en que en el momento en que se entregan las instalaciones hay grandes decepciones entre lo que se recibe y lo que el usuario esperaba obtener. Una de las razones por lo que esto sucede es dado a la pobre comunicación entre las partes y los pocos fondos que se le proveen al encargado del mantenimiento para hacer su trabajo de una forma eficiente.

Hassanain et al. (2003) presentan un modelo general con el cual se puede ver las interacciones entre distintas divisiones de conocimiento para el mantenimiento

preventivo. Además, estudiaron tres programas de computadora dado que los actuales, hasta ese momento, ejercían solo una función. Por ejemplo: sólo creaba inventarios o sólo permitía crear un calendario para el mantenimiento. Ellos se dieron cuenta que este tipo de programas son los que prevalecían en el mercado. El modelo que generaron, aunque muy general, se puede adaptar a la investigación y nos permitiría integrarle datos de conocimiento actual.

Shiem-Shin Then (2003) argumenta que la meta de la organización debe explicar claramente su intención para con sus activos y su plan estratégico para su mantenimiento. Shiem-Shin desarrolló un modelo de manejo de recursos integrados para ver como interactúa con el plan de negocios de la organización y el manejo de los activos. Pudo ver que los esfuerzos para mejorar la capacidad organizacional de la compañía deben estar guiados por modelos que puedan ser entendidos por todas las personas involucradas. Enfatiza en la importancia que la alta gerencia le debe proveer a estos aspectos para que tengan los recursos necesarios para que se realicen satisfactoriamente.

Junnila et al. (2006) argumentan sobre la huella ecológica en las distintas etapas del ciclo de vida de instalaciones en Europa y los Estados Unidos. En su estudio, en la etapa de uso y mantenimiento sólo explican como mantenimiento el pintar, reponer insulaciones y reparaciones por roturas; no nos habla sobre mantenimiento preventivo. Lo que refuerza nuestro punto de que el mantenimiento preventivo no es contemplado por los administradores.

Elazouni and Shaikh (2008) estudiaron el tamaño adecuado de las brigadas de mantenimiento en una universidad en el Mediano Oriente. Estos están de acuerdo que el costo de mantenimiento de las instalaciones es uno sumamente caro; parte de ésto es el costo de mano de obra. Es sumamente importante planificar eficientemente las brigadas para tener la cantidad necesaria de mano de obra, para que no se necesiten demasiados en un momento, pero que tampoco se tengan demasiados que estén parados sin hacer nada en otro instante. Luego de tomar en consideración la cantidad de trabajadores necesarios para realizar los mantenimientos preventivos y los cotejos que se necesitan ellos calcularon la cantidad de personal diestro necesario para realizar las diferentes tareas de mantenimiento preventivo.

Goti et al. (2008) presentan como crear un proceso para implantar RCM (*Reliability-Centered Maintenance*) ó Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad en compañías pequeñas que no cuentan con el personal o recursos necesarios para implantarlo como en las compañías grandes. Esto proviene de un estudio realizado en la Universidad de Mondragón en tres compañías españolas. En ese estudio el autor simplifica a cinco puntos el proceso en el cual se debe basar el RCM, estos son:

- Control de documentos
- Análisis de modos de falla y sus causas
- Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo
- Desarrollo de un sistema de manejo de mantenimiento
- Una retroalimentación continua y análisis de resultados

Hulit (2008) comenta que mientras la energía era barata, las compañías no se enfocaban en bajar los costos de ésta, pero dada la situación actual están buscando formas de ahorrar. Nos menciona que realizar mantenimiento preventivo permite que el equipo trabaje a su eficiencia óptima y que requiera menos energía. Un equipo con pobre mantenimiento requiere más energía, por lo tanto al realizar el mantenimiento preventivo los ahorros pueden llegar al 20%, además del ahorro en labor, reemplazo del activo y pérdida de producción que puede llegar a ser hasta de tres a cinco veces más del costo de mantenimiento preventivo. Comenta que al comenzar se mantenga algo simple y se trabaje con la información del manufacturero atacando los sistemas que consumen más energía como los HVAC. Los “chillers” o refrigeradores, por ejemplo, consumen 30% más energía de la requerida por ineficiencias.

Penrose (2008) habla sobre todos los ahorros y beneficios que se pueden lograr con la simple tarea de realizar el mantenimiento adecuado en el momento preciso por las razones específicas y en el equipo necesario. Comenta que el 60% de los programas de mantenimiento son reactivos, o sea que se actúa cuando se deja de operar el activo. Hoy en día el 90% de las iniciativas de mantenimiento fracasan y 57% de las aplicaciones de CMMS fracasan. Nos menciona que toma de 12 a 24 meses el que un programa de mantenimiento se aplique y comience a mostrar resultados. Con cosas tan sencillas como llevar una bitácora de las garantías se pueden ahorrar desde cientos de miles a millones de dólares en una compañía. Según el Departamento de Energía de Estados Unidos el mantenimiento adecuado puede ahorrar en energía de 10 a 15%. La planificación y programación de la mano de obra y la supervisión es sumamente vital dado a que de las 8

horas de trabajo sólo de una a cuatro horas en promedio son productivas, lo cual no tiene que ver con el mantenimiento sino con los supervisores.

Pond (2008) nos habla sobre las omisiones mayores al realizar el mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en el monitoreo de la temperatura, vibraciones y ultrasonidos del equipo y como podemos evitar estas omisiones. Las siguientes se pueden aplicar al mantenimiento preventivo. La primera falla es el comprar equipo nuevo para la inspección y no invertir en contratar y adiestrar al personal. Si no se va a tener empleados que puedan utilizar las herramientas, no se va a obtener ningún beneficio de éstas. La segunda es no tener un orden de prioridad para las órdenes de trabajo. Tiene que haber un orden para atender las órdenes y se tiene que respetar. Dado que las tareas de mantenimiento preventivo son en equipo que funciona y no está dando problemas, los supervisores tienden a asignar el personal a otras tareas y se va desplazando el mantenimiento preventivo fuera de la fecha ideal. La última falla es la falta de apoyo al sistema de mantenimiento porque no es simplemente tener un programa de mantenimiento; ésta es sólo una pata de la mesa, hace falta un buen control de las órdenes de trabajo, inventario adecuado, el entrenamiento y una buena planificación y calendarización.

Williamson (2008) nos habla de cómo podemos en la industria aprender de los equipos de mantenimiento en las carreras de carros conocidas como “National Association for Stock Car Auto Racing” (NASCAR) en cuanto a mantenimiento preventivo. Cuando el auto entra a arreglarse tienen que repararlo lo más rápido posible para regresar lo más pronto a

la competencia; pero no es cuan rápido lo hagan es ese momento sino la eficiencia que tengan al hacerlo. El hacerlo mal significa volver a realizar la tarea, pérdida de posición en la carrera, daños, accidentes, heridas, pérdidas financieras, igual que en la industria. Nos describe un caso ficticio de una parada de un carro para arreglarlo, cuando no estaba programado dicho arreglo. Por lo tanto, no tienen las piezas y herramientas necesarias al momento, no se coordinan para realizar el trabajo y terminan llegando en último lugar. Un equipo como éste, nos dice Williamson, no puede competir a pesar de tener el mejor auto, el conductor con la mayor experiencia y todos los recursos económicos necesarios. Al igual que en NASCAR, en la industria lo que hace falta es un equipo ganador. Todo funciona sin problemas, o sea cuando las herramientas, el personal, el proceso de trabajo y el liderazgo están enfocados en un fin común. No se puede ser competitivo con la mejor maquinaria y un mantenimiento menos que estelar.

### **Automatización del Proceso de Manejo de Activos**

Existen varios programas de computadora que permiten manejar los activos y de manera automática generar órdenes de mantenimiento para los activos. Además permiten planificar mantenimiento preventivo para los activos. Estos programas son: DataStream 7i de la compañía Infor y CWorks de System Berhad.

El programa CWorks básico es gratuito, pero ofrecen varios módulos a la venta y un costo para utilizarlo “web based”. CWorks utiliza como plataforma el programa de Microsoft Access® y es uno “Open Source” o con código de origen disponible; lo que permite que se le realicen todos los cambios deseados. Tiene varios módulos que permiten mantener inventario de los activos, crear órdenes de trabajo, crear órdenes de

mantenimiento preventivo, dejar mensajes a las personas encargadas y mantener información de los suplidores y los contratos.

El programa DataStream de Infor es el que se encuentra en este momento en el Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico. Este es uno “web based” por lo que cualquier persona involucrada puede utilizarlo e interactuar con los demás a través del Internet. Tiene varios módulos que permiten mantener inventario de los activos, crear órdenes de trabajo, crear órdenes de mantenimiento preventivo, inventario de piezas, permite archivar documentos dentro del programa, crear firmas digitales, calcula la depreciación de los activos, se puede monitorear el uso de combustible en los vehículos, se puede interactuar con el programa de Microsoft Project® y tiene un sistema de mensajes internos como una especie de e-mail. Según una reunión que se tuvo con el Director de la Oficina de Conservación de las Instalaciones Universitarias del Recinto de Río Piedras de la UPR, el ingeniero Edgardo Rodríguez, el costo de éste es de setenta mil dólares.

Todas estas referencias contribuyeron de una manera u otra al diseño del programa de manejo de activos. Las contribuciones específicas se discutirán en el capítulo 5.

## **Capítulo 3: Metodología**

El propósito de esta sección es explicar la metodología que se utilizó para desarrollar y diseñar un sistema de manejo de activos para el Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. Este se preparó y corrió primeramente en los edificios de Biología, Administración de Empresas y las torres de enfriamiento del sistema central de refrigeración de la UPRM; de esta manera poner a prueba el sistema para que sea uno efectivo y se puedan ver sus beneficios a corto plazo. El diseño permite la capacidad para ampliar la herramienta a otras instalaciones y posibles usos en la UPRM; permitiendo que la Universidad posea unas instalaciones que le permitan desarrollarse al máximo de su potencial.

### **Metodología**

Primeramente se visitaron todas las instalaciones, esto con la intención de ver donde estaban los equipos y establecer contacto con las personas encargadas. Para esto se llevaron a cabo reuniones con las personas de mayor jerarquía a cargo de la instalación. En el edificio de Administración de Empresas, la reunión se realizó con la Decana, la Prof. Eva Zoe Quiñónez; en Biología con la Directora del Departamento, la Dra. Lucy Williams y para conocer las torres de enfriamiento, con el Director de Edificios y Terrenos el Ing. Roberto Ayala. Como nos explicó Shiem-Shin (capítulo 2, página 9), vimos el compromiso que hay en la alta gerencia para con las instalaciones y que estas rindan su máxima vida útil. La reunión con estos fue una fundamental dado que ellos conocían todos los problemas existentes con las instalaciones y las personas claves que las mantenían; de esta manera poniéndonos en contacto con estas personas.



Una vez se conocían las instalaciones, se hicieron visitas periódicas en conjunto con los empleados a cargo de las operaciones diarias de los componentes del sistema. De estas visitas surgió que no se mantenía un itinerario de mantenimiento, ni un inventario de los activos. Como aprendimos con Junnila (capítulo 2, página 9) y comprobamos, el mantenimiento preventivo no es contemplado por los administradores, y más aun, vimos que faltaban estas herramientas claves. Herramientas claves, como lo vimos con Goti (capítulo 2, página 10), cuando nos habla del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad y sus dos primeros puntos clave: el de control de documentos y el de análisis de modos de falla y sus causas.

Dada la inexistencia del inventario de activos se procedió a desarrollar un inventario de los sistemas en los edificios. Para esto se tomó la información recopilada y se prepararon archivos con la información de los activos y su localización. Una vez se completó el inventario de los activos y sus componentes se analizaron los datos recopilados para decidir qué elementos eran necesarios dentro del inventario. Luego se visitaron las instalaciones nuevamente para recopilar la información que faltaba.

Con este inventario se definieron e investigaron todos los sistemas recopilando toda la información útil para nuestra investigación. Como lo son:

- diagramas de enfriamiento
- tipos de equipo
- funcionamiento, entre otros

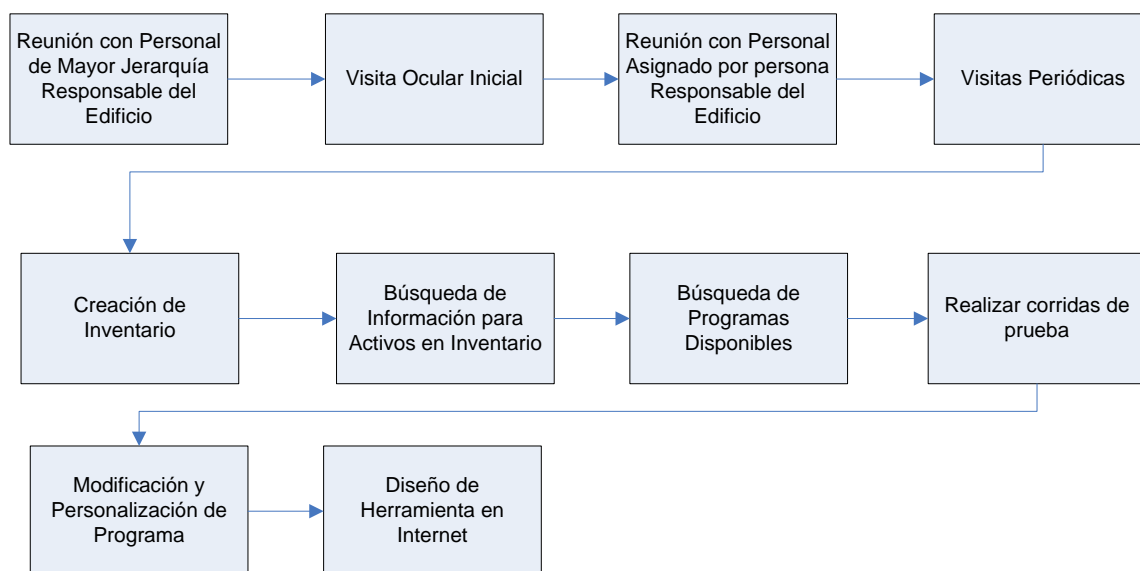
Ya una vez se conocía como funcionaban los sistemas y sus componentes, se buscaron costos actuales y de reemplazo para los sistemas; esto se hizo revisando:

- los documentos contractuales

- contratos de servicio
- garantías
- facturas de reemplazo
- certificaciones del contratista

Esta información se encontraba en la oficina de las personas encargadas de las instalaciones. Otros documentos que no se encontraban allí se buscaron en la Oficina de Investigación Institucional y Planificación que está adscrita a la Rectoría.

Con la ayuda de las personas encargadas de los sistemas en cada uno de los edificios y utilizando las especificaciones del manufacturero que se encontraron, se determinaron las necesidades de mantenimiento tanto actuales como futuras para el buen funcionamiento de los sistemas.



*Figura 1: Metodología*

## Estudio de Sistemas Computarizados

Una vez se completó el inventario y sus componentes se comenzó la exploración de los programas de computadoras disponibles en el mercado como “IBM Maximo Asset Management”, “INFOR Data Stream” y “CWORKS CMMS”. Esto fue de suma importancia para poder identificar cual se adaptaba mejor a las necesidades existentes. Se vieron las funciones disponibles dentro de cada programa; la integración de alarmas, comunicación vía “Internet”, costo y facilidad de uso.

**Tabla 1: Evaluación de Programas**

Criterios de Evaluación	C WORKS CMMS	IBM Maximo Asset Management	INFOR Data Stream
Órdenes de Trabajo	Sí	Sí	Sí
Mantenimiento Preventivo	Sí	Sí	Sí
Inventario	Sí	Sí	Sí
Reportes	Sí	Sí	Sí
Indicadores Claves de Funcionamiento	No	Sí	Sí
Integración de Alarmas	Sí	Sí	Sí
Comunicación vía Internet	No	Sí	Sí
Costo	Gratis	Incrementa con integración de módulos	Incrementa con integración de módulos
Facilidad de Uso	Fácil	Se necesita tomar seminarios	Se necesita tomar seminarios
"Open Source"	Sí	No	No

Se seleccionó el programa CWorks de Systems Berhad dado que en su estado básico es gratuito y nos brinda las herramientas necesarias para realizar el trabajo deseado. Como lo son los módulos que permiten mantener inventario de los activos, crear órdenes de trabajo, crear órdenes de mantenimiento preventivo, dejar mensajes a las personas encargadas y mantener información de los proveedores y los contratos. Esto nos permite

mantener un inventario actualizado de los activos y crear órdenes de trabajo y mantenimiento preventivo para estos. Además, es un programa “Open Source” o con código de origen disponible; lo que permite que se le realicen todos los cambios deseados.

Ya seleccionado el programa a utilizarse se entró la información recopilada para cada una de las instalaciones bajo estudio y se analizó la información obtenida para verificar su certeza y confiabilidad. Esto se realizó haciendo corridas de prueba e imprimiéndolas y verificándolas manualmente.

Ya seleccionado el programa que se utilizaría, comenzó la automatización de este que se explicará en el próximo capítulo. Lo que permitió adaptarlo a la UPRM, modificándolo y personalizándolo sin significar un gasto mayor.

Una vez se realizó la automatización y se conocían las herramientas necesarias que esta debía poseer se comenzó el diseño de la herramienta en Internet, teniendo en mente los ahorros que Penrose (capítulo 2, página 11) comentó. Que con tan sólo llevar una bitácora de las garantías se pueden ahorrar desde cientos de miles a millones de dólares en una compañía. Este diseño se discute a profundidad en el capítulo 5.

## **Capítulo 4: Esfuerzo de Automatización**

### **Implementación en la Universidad**

El Recinto Universitario de Mayagüez no cuenta con ningún tipo de sistema para mantener un inventario del equipo y del mantenimiento que se le está brindando a éste. Al no contar con un sistema, no se provee el mantenimiento adecuado lo que ocasiona el deterioro de los equipos y por ende las instalaciones.

El propósito de esta investigación era desarrollar un sistema para el manejo de activos de los edificios de Biología, Administración de Empresas (nuevo) y las torres de enfriamiento del sistema central de refrigeración del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. Lo que se pretendía era:

- Estudiar el proceso actual de mantenimiento.
- Adaptar una versión automatizada del programa de Systems Berhad CWORKS CMMS (Computerized Maintenance Management System) para el Recinto Universitario de Mayagüez para asegurarnos que se le da el mantenimiento rutinario a los componentes para evitar el deterioro de las instalaciones. El cual se explica en este capítulo.
- El diseño de la plataforma “Web-Based” que se discutirá en el próximo capítulo.

### **Adaptación del Programa**

Una vez que se identificó toda la información necesaria para desarrollar un sistema de manejo de activos, se procedió a adaptar una aplicación de computadoras a las necesidades de la UPRM. Para el esfuerzo de automatización del proceso de manejo de activos se utilizó el programa CWORKS CMMS (*Computerized Maintenance*

*Management System*) de la compañía Systems Berhad. Éste utiliza como plataforma el programa de Microsoft Access®. CWORKS es gratuito y es uno “*Open Source*” o con código de origen disponible, lo que permite que se le realicen todos los cambios deseados.

El programa permite mantener un inventario de los sistemas que tienen las instalaciones y crear órdenes de trabajo para sus mantenimientos preventivos y programados. No sólo se pueden crear órdenes para situaciones no previstas en el mismo momento en el que uno se percata, sino que también nos permite crear un itinerario de mantenimiento preventivo. El programa recopila la localización del activo, la información del personal encargado del mantenimiento, los suplidores y los contratos de mantenimiento que se tienen o tuvieron.

El programa en su estado original está en el idioma inglés. Se considero apropiado traducirlo al español para facilitar su uso a los empleados encargados de estos menesteres en la UPRM. Esta herramienta sirvió para diseñar la herramienta en Internet mostrada en el próximo capítulo y servirá de transición en lo que ésta entra en función.

A continuación se presentaran los cambios que se le han realizado al programa. La Figura 2 muestra la pantalla principal del programa original.



*Figura 2: Pantalla principal original*

La Figura 3 muestra la pantalla principal del programa ya modificada y adaptada para la UPRM.



*Figura 3: Pantalla principal modificada*

## Menú Principal

La Figura 4 muestra el menú principal original del programa.

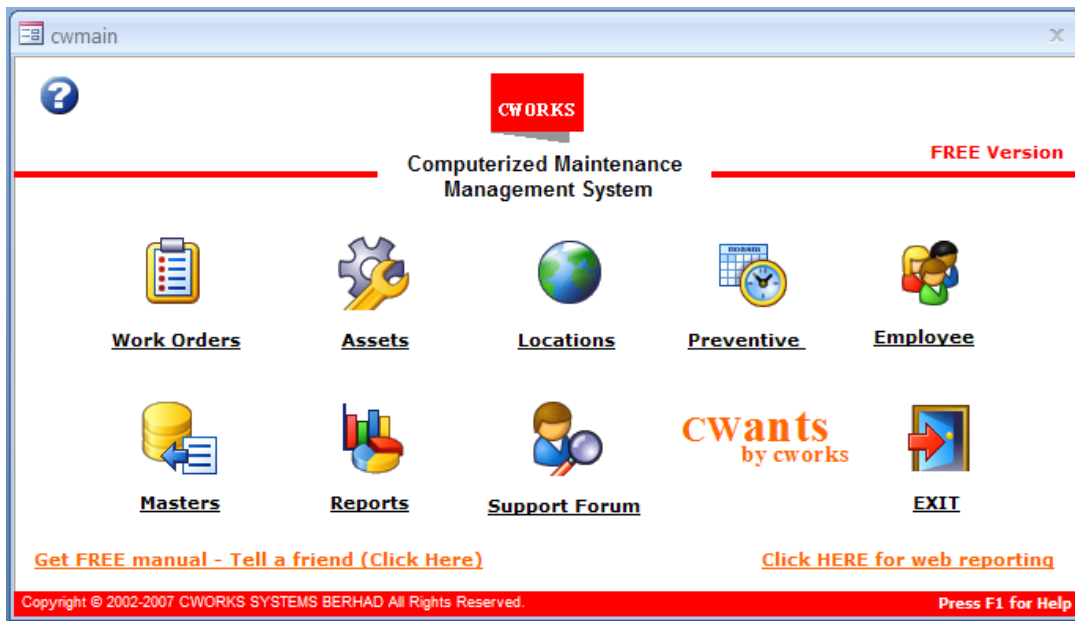


Figura 4: Menú principal original

La Figura 5 muestra el menú principal ya modificado en español y personalizado.



Figura 5: Menú principal modificado



## Descripción de los Módulos en el Menú Principal



### Órdenes de Trabajo

El módulo de órdenes de trabajo permite ver toda la lista de órdenes hechas y crear nuevas órdenes.

Crear las órdenes para el mantenimiento es la clave para un Programa de Mantenimiento eficiente.

Se pueden crear por dos razones:

- Para crear una que no estaba programada ya sea por un supervisor o por alguna rotura no esperada.
- Para programar mantenimiento regular o preventivo en los activos.

La Figura 6 muestra la hoja para crear órdenes de trabajo original en el idioma inglés.

Figura 6: Página para crear orden de trabajo original

La Figura 7 muestra la hoja para crear nuevas órdenes de trabajo ya modificada a español.

**New Work Order**

Orden de Trabajo | Cierre de Órdenes de Trabajo

# Orden: 0000000000 Fecha/Hora de Recibo: 12/7/2008 9:37:45 PM  
 Estatus: Open

Descripción de Problema: [Empty text area]

Asignado a: [Dropdown] Tipo de Trabajo: [Dropdown]  
 Fecha requerido: [Text] Prioridad: [Dropdown]  
 PM No: [Text]  
 PM Task No: [Text]

**Información de Peticionario**  
 Empleado: [Dropdown]  
 Teléfono: [Text]  
 Facsimil: [Text]  
 Celular: [Text]  
 e-mail: [Text]

**Información/Localización de Activo**  
 # Localización: [Dropdown]  
 # Activo: [Dropdown]  
 Estatus: [Text]  
 Garantía/Contrato: [Text]  
 Fecha de Terminación de Garantía: [Text]  
 Activo: [Text]  
 Localización: [Dropdown]  
 Notas al Técnico: [Text]  
 Recibido por: [Dropdown]  
 # de Brigada: [Dropdown]

**Guardar** **Cerrar**

Figura 7: Página para crear orden de trabajo modificada

El encasillado de “# Orden” y la hora de creación son asignados automáticamente por el programa. El estatus con el que comenzará es “Open” lo que quiere decir que la orden está abierta y no se ha realizado ningún trabajo. Luego llena los demás encasillados para los cuales tiene información. Al terminar le da clic al botón de “Guardar”. Una vez creada la orden de trabajo aparecen otras pestañas las cuales permiten entrar el costo de piezas, de labor, el total y cerrar la orden. También puede imprimir la orden de trabajo.

Activos



El módulo de activos mantiene el inventario. Contiene toda la información sobre cada activo dentro del sistema, desde la localización hasta la historia de órdenes de trabajo realizadas a este activo.

Luego que da clic al botón de Activos. Se abrirá la siguiente ventana:

Asset #	Asset Description	Asset Status	Location No	Location Des
1	Torre de Enfriamiento 1	Active	1	Biologia
2	Torre de enfriamiento 2	Active	1	Biologia
3	Chiller 1	Active	1	Biologia
4	Chiller 2	Active	1	Biologia
5	Compresor 1A	Active	1	Biologia
6	Compresor 1B	Active	1	Biologia
7	Compresor 2A	Active	1	Biologia
8	Compresor 2B	Disposed	1	Biologia
9	Evaporador 1	Active	1	Biologia
10	Evaporador 2	Active	1	Biologia
11	Condensador 1	Active	1	Biologia
12	Condensador 2	Active	1	Biologia
13	Air Handling Unit 1	Active	1	Biologia
14	Air Handling Unit 2	Active	1	Biologia
15	Air Handling Unit 3	Active	1	Biologia
16	Air Handling Unit 4	Active	1	Biologia
17	Air Handling Unit 5	Active	1	Biologia

Below the table, there are search filters and buttons:

- Filters: ☐ # Activo, ☐ Descripción de Activo, ☐ Estatus, ☐ Localización, ☐ Descripción de Localización
- Buttons: **Buscar**, **A->Z**, **Activo Nuevo**, **Ver Todos**, **Cerrar**

Figura 8: Pantalla del módulo de activos

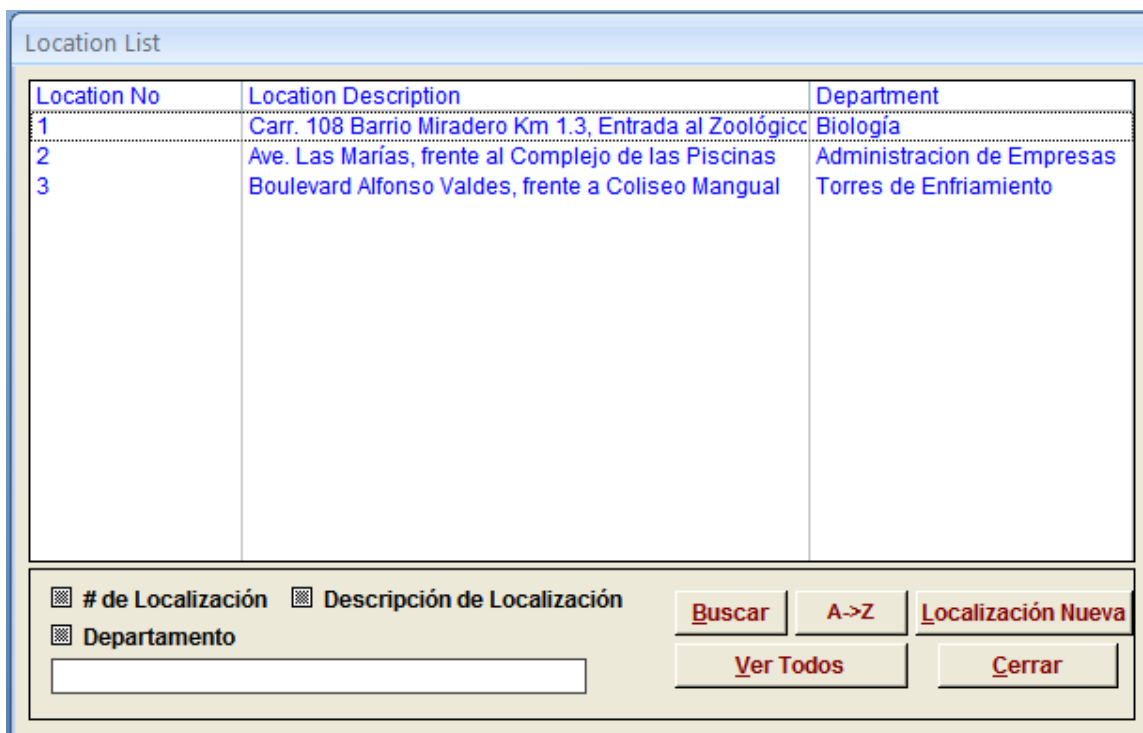
Aquí puede dar doble clic a un activo para ver la información sobre éste como contrato, si tiene alguno, empleados asignados, historial de órdenes de trabajo y costo, entre otros. Se puede buscar los activos marcando el encasillado con el criterio de búsqueda deseado.

Banco de Instalaciones



El módulo de banco de instalaciones mantiene el archivo de todas las localizaciones de los activos.

Luego que da clic al botón de Banco de Instalaciones. Se abrirá la siguiente ventana:



Location No	Location Description	Department
1	Carr. 108 Barrio Miradero Km 1.3, Entrada al Zoológico	Biología
2	Ave. Las Marías, frente al Complejo de las Piscinas	Administración de Empresas
3	Boulevard Alfonso Valdes, frente a Coliseo Mangual	Torres de Enfriamiento

Search filters: ☐ # de Localización ☐ Descripción de Localización ☐ Departamento

Buttons: **Buscar** **A->Z** **Localización Nueva** **Ver Todos** **Cerrar**

Figura 9: Pantalla principal del módulo de localización

Aquí puede dar doble clic a una localización para ver la información sobre ésta. Se puede buscar las localizaciones marcando el encasillado con el criterio de búsqueda deseado.

Empleados



El módulo de empleados mantiene el archivo de todos los empleados que se tiene para el mantenimiento y mantiene una lista de las actividades hechas por éstos. Además mantiene una lista de los activos para los cuales un empleado está certificado o capacitado para mantener.

Luego que da clic al botón de Empleado. Se abrirá la siguiente ventana:



Emp/Req No	Emp/Req Name	Designation	Department
2	Daniel Arroyo	Refrigeración	
3	Enrique Rivera	Jefe Mantenimiento	
4	David Olan		
1	Maria Cortez		Biologia

☐ # Empleado    ☐ Nombre Empleado    ☐ Designación    ☐ Departamento

*Figura 10: Pantalla principal del módulo de empleados*

Aquí puede dar doble clic a un empleado para ver la información sobre éste y el equipo para el cual está adiestrado para mantener. Se puede buscar los empleados marcando el encasillado con el criterio de búsqueda deseado.

## Bases Maestras de Datos



Aquí se almacena toda la información necesaria para que el programa funcione.

Luego que da clic al botón de las bases maestras de datos la siguiente pantalla aparecerá:

Departamento	Descripción
1	Biología
2	Administracion de Empresas
3	Torres de Enfriamiento
AC-187	Ing. Civil

*Figura 11: Pantalla principal del módulo de base de datos maestra*

Aquí tiene varias pestañas para seleccionar.

En la de “Departamento”, puede crear un nuevo Departamento y asignarle un número y nombre a éste. Luego le da clic a “Guardar”.

En la de “Código de Falla” puede crear un número y un nombre para las fallas que tienen en los activos. Luego le da clic a “Guardar”.

En la de “Categoría de Activos” puede crear un número y una descripción para los activos. Luego le da clic a “Guardar”.

En la pestaña de “Suplidores/Contratistas” puede ver la información de los suplidores y contratos actuales. Además puede entrar la información de uno nuevo llenando la información y dando clic en “Guardar”.

En las pestañas de “Activos”, “Localización” y “Empleados/Peticionarios” se puede ver la información de los que ya están en el inventario. También puede dar clic en el botón para crear un archivo nuevo y crearlo.



Reportes

Dentro del módulo de reportes se encuentran todos los reportes que el programa crea para imprimir o enviar por correo electrónico.

Luego que da clic al botón de Reportes. Se abrirá la siguiente ventana:



Figura 12: Pantalla principal del módulo de reportes

Aquí le da clic al reporte deseado y luego le da clic al botón de “Ver Reporte”, se abrirá una página con el reporte y lo podrá imprimir.



Mantenimiento Preventivo

El módulo de mantenimiento preventivo permite el calendarizar y generar órdenes de trabajo para el mantenimiento preventivo.



Luego que da clic al botón de Activos. Se abrirá la siguiente ventana:



*Figura 13: Pantalla principal del módulo de mantenimiento preventivo*

Tiene que crear las tareas de mantenimiento preventivo dando clic en “Lista de Tareas de Mantenimiento Preventivo” Ahí da clic a nueva tarea y llena la información requerida.

Luego para crear el itinerario le da clic a “Itinerario de Mantenimiento Preventivo”. Ahí le da clic “Nuevo Itinerario PM.” Llena todo los blancos y le da clic a “Save”.

Una vez creada puede ver la orden de mantenimiento preventivo con doble clic y la siguiente pantalla se abrirá:

Figura 14: Página para crear un itinerario de mantenimiento preventivo

Si marca “Programada” el programa continuará creando órdenes aún cuando no se cierre la anterior, si por el contrario marca “Actual” ella no crea más órdenes hasta que se cierre la ya creada. Si le quita la marca a “Estatus” el programa dejará de crear estas órdenes automáticamente.

Salir del Programa 

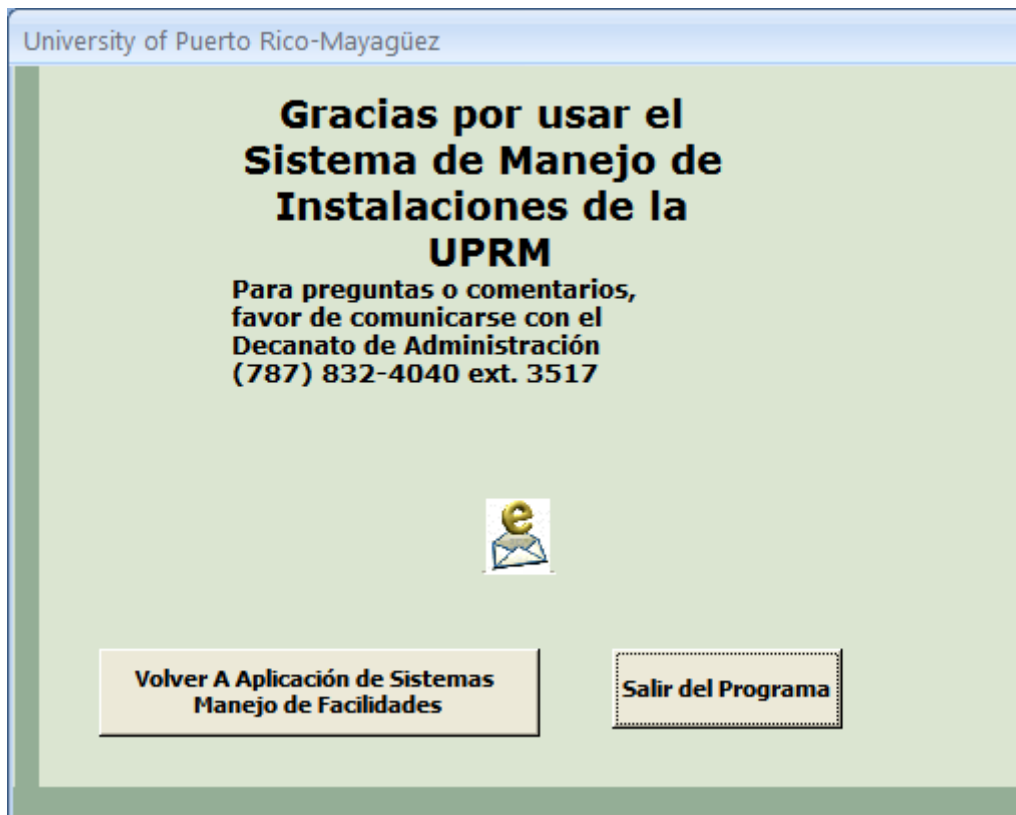
Para cerrar o salir del programa.

La Figura 15 muestra la página de salida original.



*Figura 15: Pantalla de salida original*

La Figura 16 muestra la página de salida ya modificada y personalizada para la UPRM.



*Figura 16: Pantalla de salida modificada*

## **Prueba de Prototipo: Edificios y Terrenos**

Se hicieron corridas de prueba con el sistema completado para verificar que todo estuviera funcionando como se esperaba, que no había errores y que se obtiene la información correcta. Se redactó un manual para las personas que utilizarán el sistema diariamente, este manual se encuentra en el apéndice A. El manual también puede ser utilizado por personas que necesitan obtener información para propósitos de presupuesto o revisar que se estén realizando los trabajos a tiempo.

Esta herramienta será una de transición en lo que entra en funciones la herramienta que se muestra en el próximo capítulo.

## **Capítulo 5: Diseño de una herramienta “Web-Based”**

En este capítulo se presenta el diseño de una herramienta “Web-Based” o disponible en Internet para el manejo de activos en las instalaciones de la UPRM. La ventaja de esta herramienta es que permite acceso a toda la información de las instalaciones y el mantenimiento de sus respectivos equipos, en todo momento desde cualquier localización. Esto es suma importancia dado que en un mundo globalizado e interconectado a través del Internet es sumamente importante que la UPRM se inserte en los métodos más utilizados y ágiles para el mantenimiento de los activos.

Para que sea exitoso y utilizado por las partes responsables de proveer mantenimiento a las instalaciones, este programa tiene que cumplir con los siguientes criterios.

- **Facilidad de uso** - El programa debe ser uno fácil e intuitivo en su uso. Esto permitirá que las personas se sientan confiados de que saben utilizar bien el programa. Esto facilitará su uso e incorporación a las operaciones diarias del Recinto.
- **Apoyo de la gerencia** - Se necesita el completo y total apoyo de la gerencia para que los empleados utilicen la nueva herramienta y se realicen las tareas de mantenimiento preventivo. El ser humano se resiste al cambio, no le gusta realizar las tareas de forma distinta a la cual está acostumbrado. Si la administración no apoya la implantación de la herramienta, es muy probable que el intento de implantación fracase. Es por esto que es necesario el apoyo de la gerencia. Estos deben motivar al equipo de trabajo a que adopten los cambios. Para esto, sería ideal explicarle los beneficios, de esta manera la adaptación será más natural y expedita. Pero, la gerencia no está exenta de resistirse al cambio.
- **Curva de aprendizaje rápida** - Como en toda tarea repetitiva, existe un incremento en el ritmo de aprendizaje de las personas a medida que van utilizando el programa. Según aumente la utilización de la herramienta, más rápido y más fácil será la utilización de la misma. La curva de aprendizaje o el tiempo en el que se

aprende a utilizar la herramienta debe ser uno rápido para que las personas no desistan de utilizarlo y puedan aprovechar al máximo sus beneficios.

- Proceso de trabajo bien definido - El proceso u orden en que se realice el trabajo debe ser uno claramente especificado. La jerarquía organizacional, como el proceso de utilización de la herramienta, deben estar bien definidos para no crear confusiones en el momento de realizar el trabajo, como por ejemplo, al cumplimentar las órdenes cuando se finalizan.

Los cuatro criterios están interconectados entre sí. Si alguno no se cumple se afecta el éxito y la continua utilización de la herramienta.

La Figura 17 muestra un flujograma con los elementos que componen la herramienta “Web- Based”. Esta herramienta maneja dentro de sí un inventario de los edificios y los activos en cada uno de ellos, además tendrá la capacidad para mantener un archivo de los contratos y garantías, si existiesen para ellos. La herramienta además contara con un inventario de los empleados y las cualificaciones de estos. También tendrá una sincronización con la oficina de nómina y la de compras. Además, contiene la función de Órdenes de Trabajo; la que incluye las de Mantenimiento Correctivo y Preventivo y los Reportes que surgen de estos.

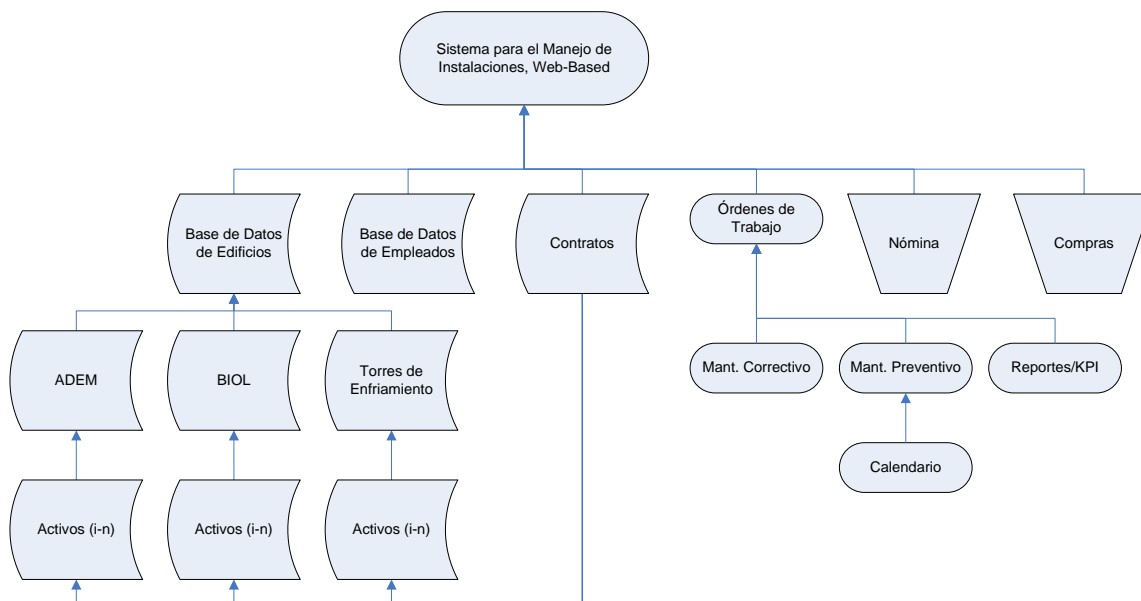


Figura 17: Esquema del Sistema “Web-Based”

Hay que mencionar que el ejemplo muestra los edificios bajo estudio, pero la herramienta proveerá espacio para que a esta se le puedan integrar más edificios y activos.

## Sincronización de Oficinas

Los Departamentos de Compra, Propiedad y Nómina se sincronizarán con la Oficina de Edificios y Terrenos para que a través de la herramienta trabajen con mayor eficiencia. El Departamento de Compras podrá tener el itinerario de reparaciones por adelantado y podrá presupuestar las necesidades de antemano y se podrán tener las piezas disponibles para cuando se necesiten. La integración del Departamento de Propiedad permitirá tener el inventario en una sola base de datos, limpiándolo de activos que han sido decomisados e incorporar los activos nuevos. Finalmente, pero no menos importante, la sincronización con la Oficina de Nómina. Esta sincronización permite obtener el costo total de labor de las reparaciones realizadas sumado al costo de piezas y herramientas nos da el costo total por reparación.

## **Componentes de Herramienta en Internet**

Además de los pasados criterios la herramienta que estará en el Internet tendrá los siguientes componentes:

- Manejo de órdenes de trabajo
- Función de planificación
- Función de programación
- Función de costo/presupuesto
- Inventario
- Indicadores claves de funcionamiento

### **Manejo de Órdenes de Trabajo**

Este componente está sumamente atado a los puntos claves esbozados anteriormente. Se necesita el apoyo de la Gerencia en un proceso ágil y que no se vea atrasado en procesos altamente burocráticos; con un proceso bien definido y una herramienta fácil de usar lo que ayuda a un aprendizaje rápido. Más adelante en este capítulo se explicará la composición de la herramienta.

### **Función de Planificación**

La planificación nos permite establecer metas en un futuro y trazar planes para alcanzarlas. Ya sea la mano de obra necesaria, como las herramientas necesarias para poder llevarlo a cabo. Personal encargado en Edificios y Terrenos podrá asignar personal a las brigadas de mantenimiento si las pre-asignadas por el programa se encuentran enfermas, de vacaciones o reportados por el Fondo del Seguro del Estado. Con un fácil acceso a los periodos de mantenimiento se podrían realizar eficientemente los planes de uso.

### **Función de Programación**

La función de programación nos permitirá calendarizar todos los eventos de mantenimiento; ya sean preventivos, correctivos, de emergencia o actualizaciones.



## **Función de Costo/Presupuesto**

Esta función permitirá estimar y llevar una bitácora de los costos relacionados a los trabajos; ya sean de nómina, herramientas y piezas. Este control de los costos permitirá presupuestar las futuras inversiones en el mantenimiento de las instalaciones.

## **Inventario**

Tener un inventario de todos los activos no tan sólo permite tener mayor control, sino que crea ahorros. Esto debido a que permite realizar compra de piezas de reemplazo cuando es necesario y no tenerlas cuando no se necesitan y peor aún, que nunca se lleguen a utilizar. Un buen programa de inventario permitirá que se actualice y se remuevan los activos decomisados.

## **Indicadores Claves de Funcionamiento**

Los indicadores claves de funcionamiento (Key Performance Indicators (“KPI”) por sus siglas en inglés) son de suma importancia. Estos permitirán mejorar la efectividad y aumentar la eficiencia y el éxito de las reparaciones. Estos KPI, como por ejemplo, el tiempo promedio entre roturas (Mean Time Between Failure (“MTBF”) por sus siglas en inglés) permitirán llevar estadísticas de los trabajos que se están realizando y la eficiencia de ellos. Teniendo el MTBF a la mano sabemos qué equipo es el que está fallando más en cierto intervalo de tiempo. Otros KPI pueden ser:

- Costo Presupuestado/Costo Real
- %Mantenimiento Preventivo/%Mantenimiento Correctivo
- Disponibilidad
- Retraso

Varias de estas estadísticas se podrán publicar en el Internet para que toda la comunidad las pueda obtener fácilmente aumentando la transparencia en el Recinto.

## **Componentes en Internet**

Esta nueva herramienta nos permitirá integrar toda la comunidad universitaria.

### **Notificación de Problemas Menores**

Los estudiantes, empleados y profesores podrán reportar problemas que ellos encuentren como bombillas fundidas, filtraciones de techos, aires acondicionados dañados, entre otros.

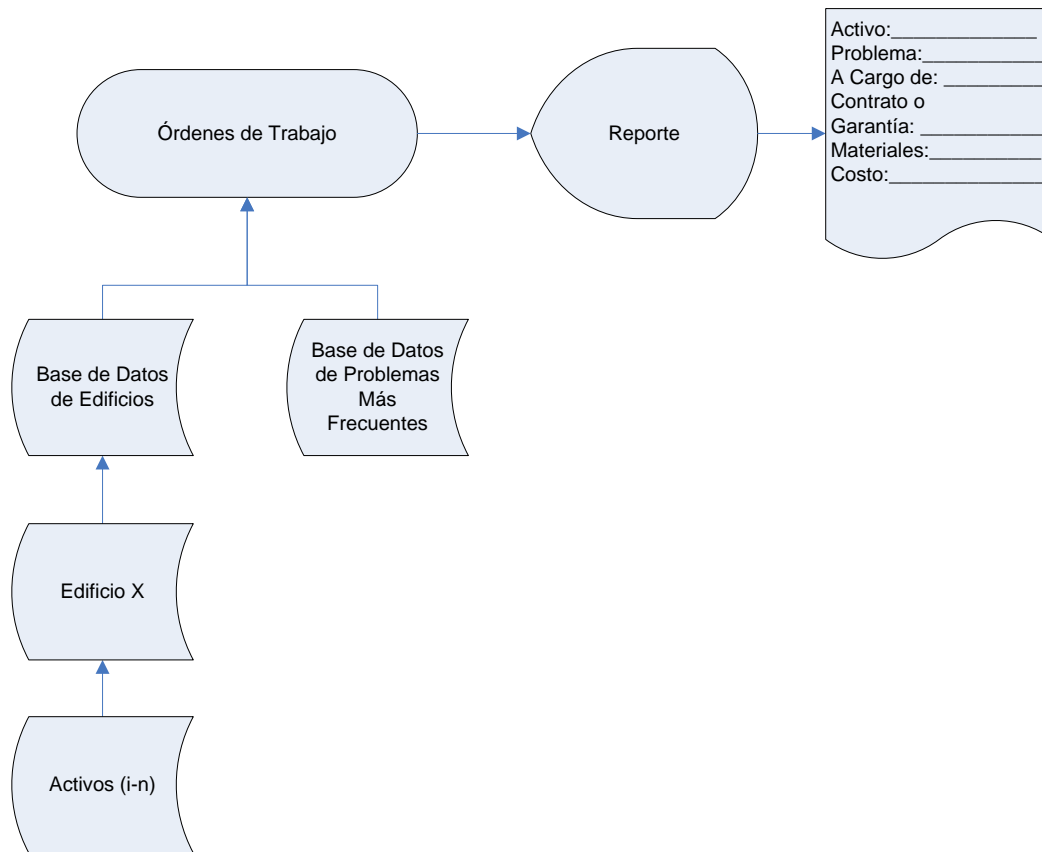
Tendrá tres componentes:

- Seleccionarán el tipo de problema (mecánico, eléctrico, etc.)
- Localización (edificio, piso, salón, etc.)
- Comentarios

Luego oprimirán el botón de someter.

Para poder reportar algún problema, el peticionario tiene que estar registrado en el portal de la UPRM. Para esto, se va a requerir que el peticionario ingrese su cuenta de usuario en el portal de la UPRM.

La Figura 18 muestra el diseño de lo explicado anteriormente, lo que es una interface en línea que puede ser accesada por cualquier miembro de la comunidad de la UPRM. El Reporte le llega a la persona a cargo en un email mediante una notificación automática.



*Figura 18: Diseño de interface para Problemas Menores*

La Figura 19 muestra como se vería esta interface en Internet. En la figura se pueden observar los blancos con la información que hay que proveer. Una vez se provee esta información y se presiona “someter” el programa envía la notificación automática vía Internet.

**Sistema para el Manejo de Instalaciones - Reporte de Roturas**

[Reporte de Roturas >](#)

**Reportar Rotura**

Localización:  Rotura:

Activo:

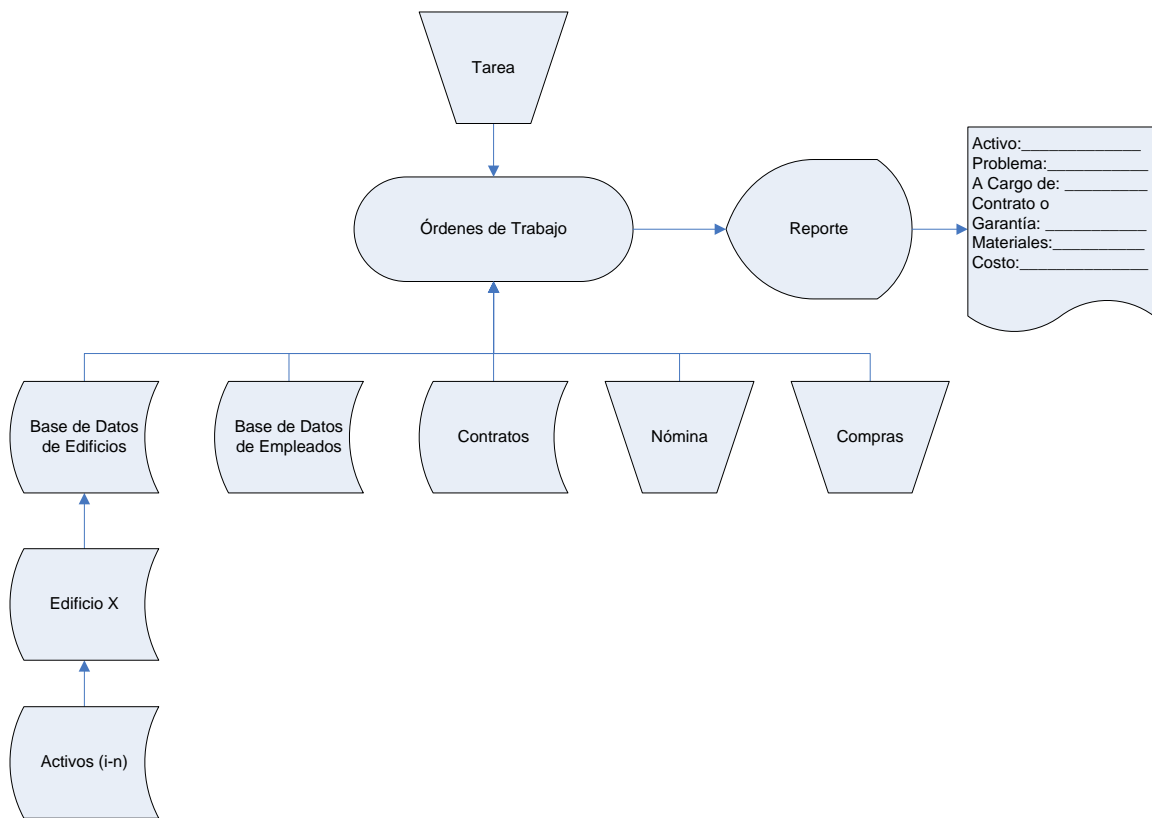
Descripción:

Done

*Figura 19: Ejemplo de página en Internet de Problemas Menores*

## Herramienta para Órdenes de Trabajo

La Figura 20 muestra el diseño para las órdenes de trabajo. La manera en la que ésta opera es que se indica la tarea a realizar o la rotura. De aquí se selecciona de las bases de datos del sistema el edificio y el activo que requiere el trabajo. El programa selecciona si el activo tiene garantía o contrato de mantenimiento y el empleado asignado con las cualificaciones para realizar el trabajo. El programa obtiene el costo de nómina de el o los empleados asignados y sincroniza con la oficina de compras para los materiales necesarios. De aquí sale un informe para el empleado con el problema, el activo, su localización, si tiene garantía o contrato de mantenimiento. Luego de realizado el trabajo se integra el tiempo que tomo arreglarlo y se obtiene un informe con el costo total de reparación.



*Figura 20: Diseño de interface de Órdenes de Trabajo*

La Figura 21 muestra como se vería esta interface en Internet. En la figura se pueden observar los blancos con la información que hay que proveer. Una vez se provee esta información, el programa prepara el informe y envía la notificación automática vía Internet.

Bienvenidos

▼ A) Ordenes de Trabajo

Crear Orden

Ordenes Activas

Ordenes Terminadas

▼ B) Mantenimiento Preventivo (MP)

Calendario

Crear Orden de MP

C) Instalaciones

D) Activos

E) Empleados

F) Reportes

Sitemap

[Edit sidebar](#)

[A\) Ordenes de Trabajo >](#)

## Crear Orden

Localización: -Selecione-

Tipo de Trabajo: -Selecione-

Activo: -Selecione-

Prioridad: -Selecione-

Rotura: -Selecione-

Descripción:

Someter

Done

Figura 21: Ejemplo de página en Internet de Órdenes de Trabajo

### Herramienta para Mantenimiento Preventivo

La Figura 22 muestra el diseño para la herramienta de Mantenimiento Preventivo. Esta funciona de la misma manera que la herramienta de Órdenes de Trabajo para mantenimiento correctivo o de emergencia, pero con la diferencia que ésta integra una función para calendarizar o fijar anticipadamente las fechas de mantenimiento a lo largo de un período y permite tener en reportes la frecuencia que se quiere llevar en el activo.

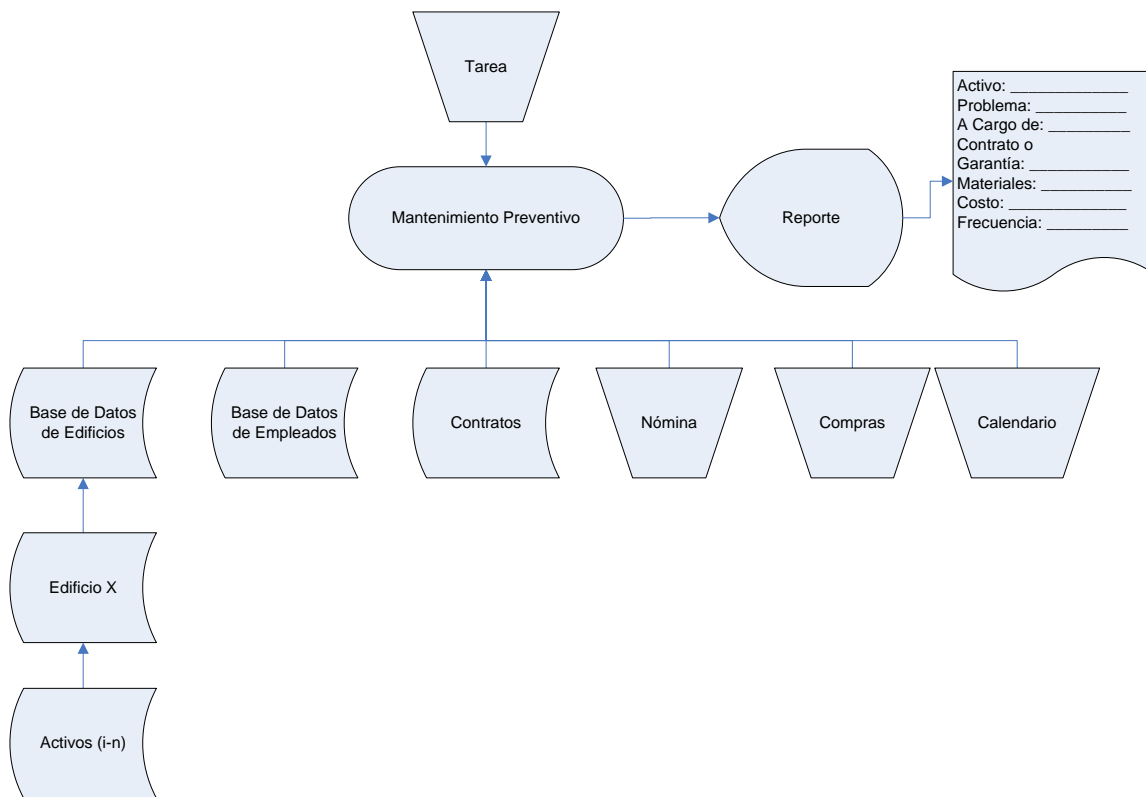


Figura 22: Diseño de interface de Mantenimiento Preventivo

La Tabla 2 presenta el resumen típico que podría mostrar la frecuencia para el mantenimiento:

**Tabla 2: Frecuencia de Mantenimiento**

Actividades de Mantenimiento Preventivo						
	Diario	Semanal	Bi-Semanal	Mensual	Bi anual	Anual
Tarea i						
Tarea n						

En la Figura 23 se puede ver como sería esta interface en Internet. En la figura se muestran los blancos que hay que incluir. Luego de proveer la información, el programa prepara el informe, calendariza las actividades y envía las notificaciones automáticas vía Internet.

**Sistema para el Manejo de Instalaciones**

**Bienvenidos**

- ▼ A) Ordenes de Trabajo
  - Crear Orden
  - Ordenes Activas
  - Ordenes Terminadas
- ▼ B) Mantenimiento Preventivo (MP)
  - Calendario
  - Crear Orden de MP**
- C) Instalaciones
- D) Activos
- E) Empleados
- F) Reportes
- Sitemap

[Edit sidebar](#)

[B\) Mantenimiento Preventivo \(MP\) >](#)

### Crear Orden de MP

Localización:

Activo:

Descripción:

Sun	Mon	Tue	Wed
27	28	Mar 1	
6	7	8	
13	14	15	
20	21	22	
27	28	29	

Done

*Figura 23: Ejemplo de página en Internet de Mantenimiento Preventivo*

## Ejemplos de Posibles Aplicaciones

En la Figura 24 muestra el flujograma en caso de que ocurra una rotura de un elevador en el edificio de Administración de Empresas. Del menú de instalaciones, se selecciona el Edificio de Administración de Empresas y el elevador que se dañó. Basado en la información almacenada, el programa verifica si hay un contrato de servicio o si todavía el activo tiene garantía. Para este activo, el programa identifica que hay un contrato de mantenimiento vigente. Se prepara un informe que indica que el activo tiene un contrato de servicio vigente, el # de teléfono a llamar y el procedimiento a seguir.



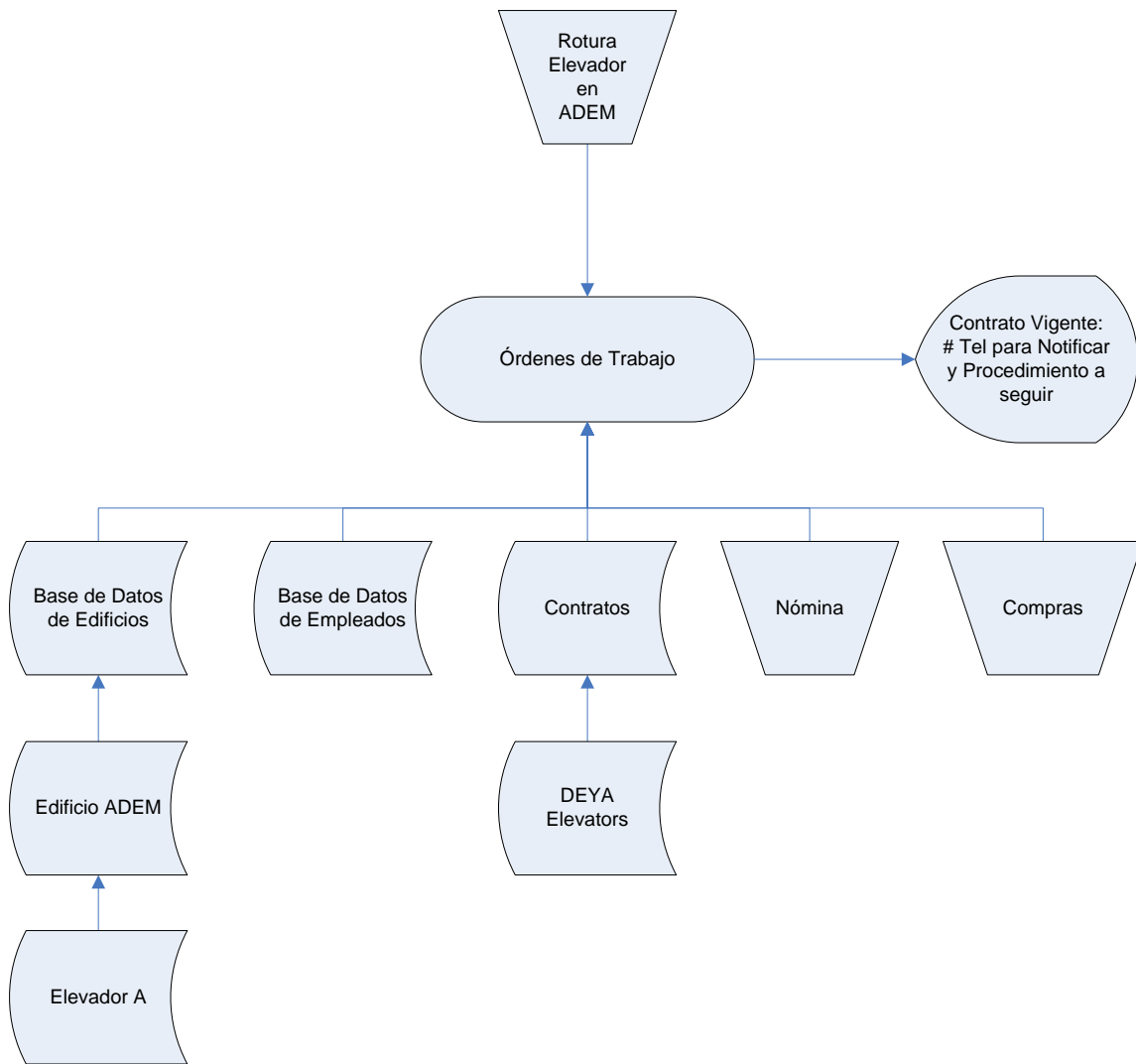


Figura 24: Ejemplo de rotura de activo con contrato de mantenimiento

En la Figura 25 se puede ver como sería esta interface en Internet cumplimentada por el usuario. En la figura se muestran los blancos completados. Luego de presionar “someter”, el programa prepara el informe y envía las notificaciones automáticas vía Internet indicando que el activo tiene un contrato de servicio vigente, el # de teléfono a llamar y el procedimiento a seguir.

**Sistema para el Manejo de Instalaciones**

Bienvenidos

[A\) Ordenes de Trabajo >](#)

**Crear Orden**

Localización:

Tipo de Trabajo:

Activo:

Prioridad:

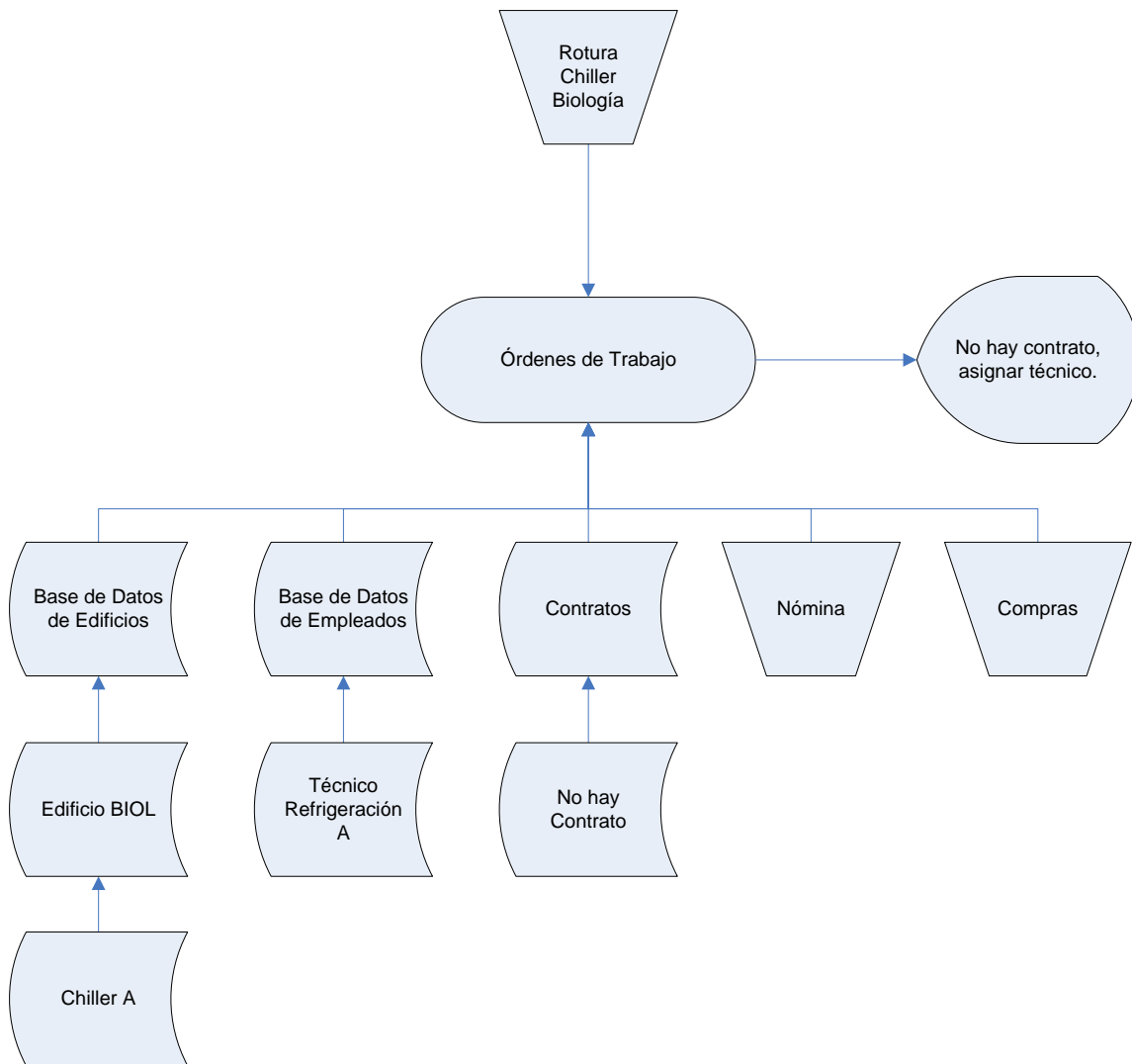
Rotura:

Descripción:

El elevador A tiene problemas cerrando la puerta de acceso.

*Figura 25: Ejemplo de rotura en Elevador en Administración de Empresas*

La Figura 26 muestra un ejemplo del proceso en caso de que ocurra la rotura de un Chiller en el edificio de Biología. Del menú se selecciona el Edificio de Biología y el Chiller que se dañó. El programa verifica si hay algún contrato de servicio. No se encuentra ningún contrato y se le indica al usuario. En adición, el programa indica y asigna el empleado calificado para realizar el trabajo.



*Figura 26: Ejemplo de rotura de activo sin contrato de mantenimiento*

Una vez el técnico realiza el trabajo indica el tiempo que tomó y se produce un informe con el costo total de reparación.

En la Figura 27 se puede ver como sería esta interface en Internet cumplimentada por el usuario. En la figura se muestran los blancos completados. Luego de presionar “someter”, el programa prepara el informe y envía las notificaciones automáticas vía Internet indicando que el activo no tiene un contrato de servicio vigente; asignando el técnico capacitado para esta rotura.

*Figura 27: Ejemplo de rotura en Chiller en Biología*

Esta herramienta a través del Internet (Web-Based) permitirá que la UPRM posea unas instalaciones que le permitan desarrollarse al máximo de su potencial. La investigación realizada y el producto final son la base y los cimientos para investigaciones futuras, en el próximo capítulo, encontrará varios ejemplos.

## **Capítulo 6: Conclusiones y Recomendaciones**

El manejo de activos busca optimizar el valor de los activos en términos económicos, lo que puede conseguirse a través de monitoreo efectivo del activo durante el ciclo de vida. Los activos para un sistema de infraestructura incluyen recursos, instalaciones, capital y la gente que interactúa con el sistema. Esta optimización puede conseguirse a través del monitoreo efectivo del activo durante el ciclo de vida del activo de manera que se pueda proveer mantenimiento, reemplazo, actualización o remodelación según sea necesario. Este trabajo presentó un esfuerzo para el diseño de un sistema automatizado para el manejo de activos en la UPRM, que fue desarrollado con información de edificios de la UPRM y validado con los nuevos edificios de Biología, Administración de Empresas y las torres de enfriamiento del sistema central de refrigeración del Recinto.

Comenzando con estas instalaciones, se pretendía el desarrollo de procesos, procedimientos y sistemas de información enfocados al manejo de activos, incluyendo el estado actual, historial de reparaciones, costo de ciclo de vida, predicción de costos de mantenimiento, entre otros. En el capítulo 2, se presentó un resumen de trabajos previos relacionados al mantenimiento preventivo. Estos van desde como comenzaron los programas de computadora que facilitaban el mantenimiento, hasta la idea de diseñar las instalaciones con el mantenimiento como criterio de diseño. En el capítulo 3, se explicó la metodología que se utilizó para desarrollar el sistema de manejo de activos, además se explica el proceso para poner a prueba el sistema para que este fuera uno efectivo y se pudieran ver sus beneficios a corto plazo. Con esta metodología se puede replicar la investigación; tanto para la adaptación de una aplicación como se explicó en el capítulo 4

o para construir una herramienta disponible en el Internet como la que se diseñó en el capítulo 5. El implantar esta herramienta efectivamente, permitiría alargar la vida útil de los componentes vitales de un edificio y crear estrategias a largo plazo con respecto a inversiones en infraestructura.

## **Conclusiones**

Es una realidad que en muchas organizaciones no se le presta atención al mantenimiento de las instalaciones, esto puede ocurrir por razones dentro o fuera del control de los administradores. Por ejemplo; recibir una baja en la asignación de fondos es algo que esta fuera de las manos de los administradores; en cambio, el poseer y utilizar una herramienta de manejo de activos esta en el control de los administradores. En la UPRM no se cuenta con ningún tipo de sistema para llevar un inventario del equipo y del mantenimiento que se le está brindando a éste. Tenemos programas de computadoras disponibles que nos permiten mantener una base de datos con toda la información necesaria sobre nuestros activos. Esto nos permite llevar un inventario al día de nuestras instalaciones y poder manejarlas de una forma más eficiente. Las primeras versiones de programas para manejo de activos no proveían funciones para realizar distintas tareas, como la de controlar el inventario, crear órdenes de trabajo e informar el estado del activo de una forma interconectada. Era necesario tener distintos programas a la vez lo que ocasionaba confusión y que no se llevara una buena bitácora del trabajo. La herramienta diseñada en el capítulo 5 permite unir las funciones que antes estaban fragmentadas y ofrece la oportunidad de ocupar el vacío existente en la UPRM por la falta de una. Con la implantación del plan de mantenimiento preventivo en las

instalaciones de la UPRM se podrá evitar el deterioro de las instalaciones y tener un inventario real de los activos con el estado en que se encuentran. De esta manera se podrá brindar la atención necesaria a cada activo y estos se mantendrán en sus óptimas condiciones, brindando ahorros sustanciales a la Universidad. Ahorros que hoy día con el alza en el costo del petróleo son sumamente relevantes, por ejemplo, tener la posibilidad de ahorrar entre 10% y 15% en el consumo de energía con tan solo proveer el mantenimiento adecuado. Esto pudiera permitir que la UPRM utilizara eficientemente sus fondos, dado que no tendrá que estar reemplazando equipos innecesariamente, de modo que estará sirviéndole a la comunidad universitaria por mucho tiempo. Una vez la herramienta “Web-Based” este construida e implantada en toda la UPRM, se podrá presupuestar los costos de mantenimiento de las instalaciones y el costo total del ciclo de vida de futuras instalaciones que se vislumbre construir. Además, existe la posibilidad de ofrecerle la herramienta a otros Recintos Universitarios, Agencias del Gobierno Central y Corporaciones Públicas; teniendo la posibilidad de comercializar la herramienta y poder ayudar en la conservación de las instalaciones del Pueblo de Puerto Rico. Con el diseño de esta herramienta “Web-Based”, la UPRM podrá insertarse en las mejores prácticas para el mantenimiento de sus instalaciones, mantenerse a la par con las mejores Universidades de Estados Unidos y Europa, pero con la habilidad de adaptar la herramienta a sus necesidades.

### **Posibles Extensiones del Uso del Programa**

Una herramienta como la diseñada en esta investigación es de gran utilidad para la UPRM. Son muchos los usos que se le podrían dar; como los siguientes:

- Considerar utilizar el programa para todos los edificios del Recinto
- Considerar expandir la base de datos para otros componentes de los edificios
- Incorporar el programa para la infraestructura del Campus, por ejemplo: pavimento, tuberías
- Incorporar el programa para que considere todos los vehículos del Recinto; incluyendo el sistema de “trolleys”, para el control de los marbetes y otros componentes
- Con los datos recopilados del sistema se puedan estudiar los beneficios del mantenimiento preventivo en universidades

## **Investigaciones Futuras**

Con la implantación de esta herramienta en la UPRM y la disponibilidad de toda la información que se puede recopilar a través de esta; son muchas las investigaciones que se podrían realizar como lo son:

- Crear modelo de vida útil de componentes de sistema de enfriamiento en el Caribe; donde el clima es uno mucho más húmedo y caluroso que en otras partes de Estados Unidos
- Estudio sobre los ahorros o beneficios económicos obtenidos realizando mantenimiento preventivo comparado con el reemplazo de los equipos por roturas
- Modelo de productividad en el Departamento de Edificios y Terrenos en el Recinto Universitario de Mayagüez
- Comportamiento de los activos en función de la frecuencia del mantenimiento
- Estudio del tamaño necesario de brigadas y su productividad



## **Comentarios Finales**

El mantenimiento preventivo de las instalaciones de la UPRM permitirá alargar la vida útil de todos sus activos. Esto permitirá que los recursos limitados con que cuenta se puedan asignar de una forma mucho más eficiente; a la vez que permite que la UPRM se encamine a otro centenario de vida sirviéndole a la comunidad.

## Bibliografía y Referencias

CWorks Systems Berhad (2002-2008) “The Easy Route to Maintenance Reports”  
< <http://www.cworks.com.my>>(Junio, 2008).

Edum-Fotwe, F. T., Egbu, C., Gibb, A. G. F. (2003). “Designing Facilities Management Needs into Infrastructure Projects: Case from a Major Hospital.” *J. Perf. Constr. Fac.*, 17(1), 43-50.

Elazouni, A. M., Shaikh, A. (2008). “Simulation Model for Determining Maintenance Staffing in Higher Education Facilities.” *J. Perf. Constr. Fac.*, 22(1), 54-61.

Erdener, E. (2003) “Linking Programming and Design with Facilities Management” *J. Perf. Constr. Fac.*, 17(1), 4-8.

Goti, A., Egaña, M., Iturritxa, A., Gardella, M. (2008) “RCM For Small-To Medium-Sized and Lean Organizations” *Maintenance Technology*, 21(12), 12-17.

Hassanain, M. A., Froese, T. M., Vanier, D. J. (2003). “Framework Model for Asset Maintenance Management.” *J. Perf. Constr. Fac.*, 17(1), 51-64.

Hulit, B. (2008) “Proactive Maintenance Helps Reduce Energy Costs” *Maintenance Technology*, 21(8), 17.

Infor (2008) “DataStream 7i”  
<<http://www.datastream.net/english/products/datastream7i.aspx>> (Agosto, 2008).

Junnila, S. Horvath, A. Acree, A. (2006) “Life-Cycle Assessment of Office Buildings in Europe and the United States” *J. Infrastruct. Syst.*, 12(1), 10-17.

Lluch J. F. (2005). “Proceso Tradicional de Construcción” *Gerencia e Ingeniería de Construcción*. Editorial de La Universidad de Puerto Rico, 3<sup>era</sup> Edición, San Juan, P.R., 11-64.

Penrose, H. W. (2008) “Physical Asset Management for the Executive”  
*Maintenance Technology*, 21(9), 16-21.

Pond, M. (2008) “The Pitfalls of Pd M” *Maintenance Technology*, 21(11), 18-22.

Rondeau, E.P., Brown, R.K., Lapidés, P.D. (2006) “Facility Management” John Wiley & Sons, Inc., 2<sup>da</sup> Edición, Hoboken, NJ.

Shiem- Shin Then, D. (2003) “ Integrated Resources Management Structure for Facilities Provision and Management” *J. Perf. Constr. Fac.*, 17(1), 34-42.

Stein, B., Reynolds, J.S. (2000) “Mechanical and Electrical Equipment for Buildings” John Wiley & Sons, Inc., 9<sup>na</sup> Edición, New York, U.S.A.

Williamson, B. (2008) “Pit Crews, Race Teams & Preventive Maintenance”  
*Maintenance Technology*, 21(11), 10-12.

## **Apéndice A: Manual de Usuario**

Universidad de Puerto Rico  
Recinto de Mayagüez  
Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura

## Manual de Usuario

Mayo de 2011

# Índice

Lista de Figuras y Tablas .....	iii
Introducción .....	4
Funciones del Teclado y el Mouse .....	5
Comenzar a usar el programa .....	6
¿Como cambiar de base de datos? .....	8
Descripción de los Módulos en el Menú Principal .....	10
Módulo de Bases de Datos Maestras .....	12
Módulo de Banco de Instalaciones .....	15
Módulo de Empleados .....	18
Módulo de Activos.....	21
Módulo de Órdenes de Trabajo.....	24
Órdenes de Trabajo .....	25
Como abrir una Orden de Trabajo .....	25
Módulo de Mantenimiento Preventivo .....	28
Módulo de Reportes .....	31

## Lista de Figuras y Tablas

<i>Tabla 1: Acciones del Mouse.</i>	5
<i>Tabla 2: Funciones del Teclado.</i>	5
<i>Figura 1: Ventana de seguridad.</i>	6
<i>Figura 2: ¿Quiere abrir el archivo ( file)?</i>	6
<i>Figura 3: Ventana para abrir el programa.</i>	7
<i>Figura 4: Pantalla principal del programa.</i>	7
<i>Figura 5: ¿Se quiere conectar a la siguiente base de datos?</i>	8
<i>Figura 6: Pantalla para buscar la base de datos.</i>	8
<i>Figura 7: Proceso para cambiar de base de datos.</i>	8
<i>Figura 8: Pantalla de actualización.</i>	9
<i>Figura 9: Pantalla de menú principal.</i>	9
<i>Figura 10: Pantalla principal del módulo de base de datos maestra.</i>	13
<i>Figura 11: Pantalla de suplidores y contratistas.</i>	14
<i>Figura 12: Pantalla principal del módulo de localización.</i>	16
<i>Figura 13: Pantalla de entrada para nueva localización.</i>	17
<i>Figura 14: Pantalla principal del módulo de empleados.</i>	19
<i>Figura 15: Página para crear un récord de un nuevo empleado.</i>	20
<i>Figura 16: Pantalla del módulo de activos.</i>	22
<i>Figura 17: Página para crear un récord de un nuevo activo.</i>	23
<i>Figura 18: Pantalla para crear una nueva orden de trabajo.</i>	26
<i>Figura 19: Pestaña para cerrar una orden de trabajo.</i>	27
<i>Figura 20: Pantalla principal del módulo de mantenimiento preventivo.</i>	29
<i>Figura 21: Página para crear un itinerario de mantenimiento preventivo.</i>	30
<i>Figura 22: Pantalla principal del módulo de reportes.</i>	32

## **Introducción**



## Funciones del Teclado y el Mouse


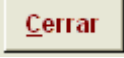
A través de este manual de usuario se usarán los siguientes términos para describir las acciones del Mouse y el Teclado:

### Acciones del Mouse:

Acción	Resultado.
Clic	Presionar y soltar el botón izquierdo del Mouse.
Doble Clic	Clic el botón izquierdo dos veces seguidas.
Clic derecho	Presionar y soltar el botón derecho del Mouse.
Marcar el encasillado	Poner la flecha del Mouse sobre un encasillado y clic para activar o desactivar. Se activa poniéndole un marcador en el encasillado.

*Tabla 1: Acciones del Mouse.*

### Funciones del Teclado:

Acción	Resultado.
<Tab>	Mueve el foco del cursor al próximo blanco o control.
<Enter>	Puede mover el foco del cursor al próximo blanco o control disponible, como puede crear una transacción.
<Delete>	Para borrar lo escrito en los blancos.
<Esc>	Para una función.
	Clic para grabar cualquier cambio.
	Para salir de la pantalla en la que se encuentra. Si lo oprime en una pantalla nueva antes de grabar la información esta se borrará. Si lo hace en una pagina ya existente le preguntara si quiere grabar el cambio o no.

*Tabla 2: Funciones del Teclado.*

## Comenzar a usar el programa

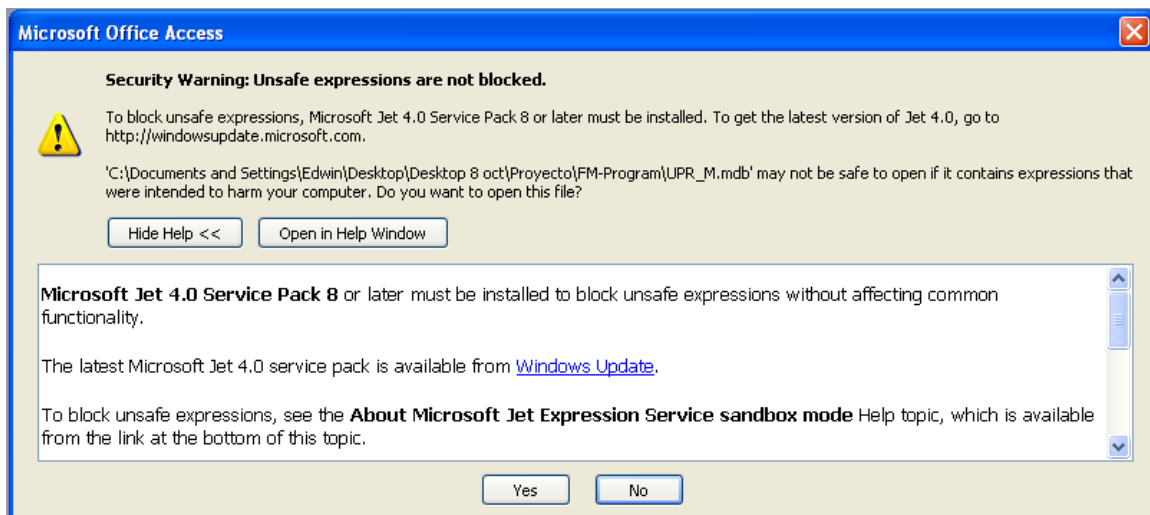
Depende el nivel de seguridad en su computadora le pueden aparecer las siguientes ventanas:

De Clic a No.



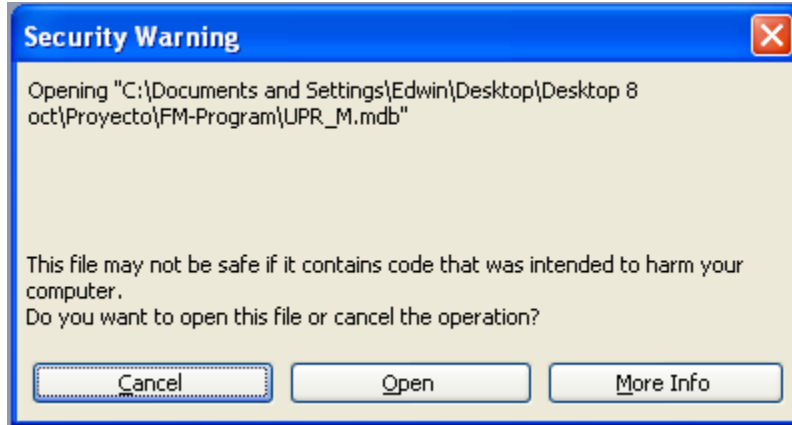
*Figura 1: Ventana de seguridad.*

De Clic Yes



*Figura 2: ¿Quiere abrir el archivo ( file)?*

De Clic a Open



*Figura 3: Ventana para abrir el programa.*

Aparecerán las siguientes ventanas:



*Figura 4: Pantalla principal del programa.*

Puede que no tenga la base de datos, el programa le buscará una y le preguntará si la quiere abrir, de clic a “Yes”. Si no desea ésta de clic a “No”.

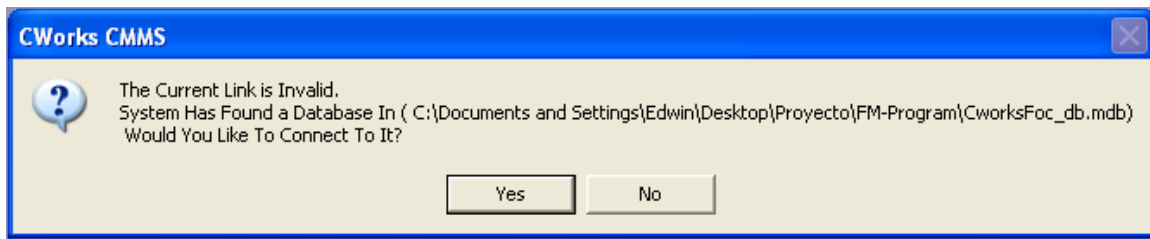


Figura 5: ¿Se quiere conectar a la siguiente base de datos?

Si dio clic a “No”, le aparecerá la siguiente ventana:

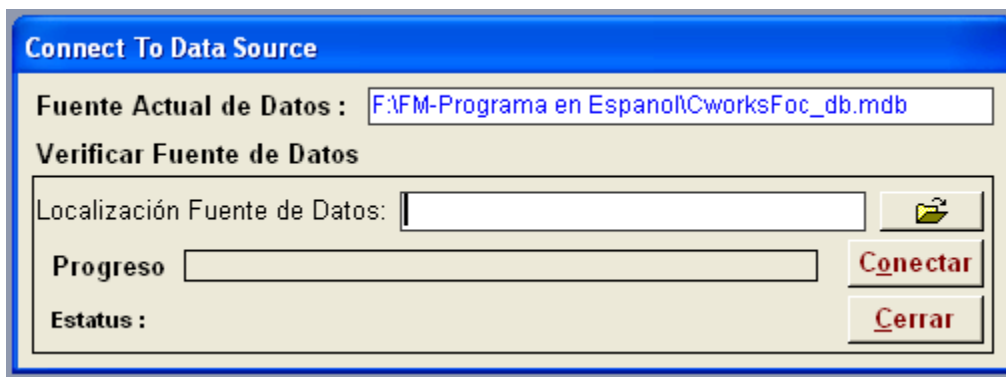



Figura 6: Pantalla para buscar la base de datos.

Aquí, busca el documento dando clic en el botón . Una vez seleccionado le da clic a **Conectar**.

### ¿Como cambiar de base de datos?

Si desea cambiar de base da datos da clic a file y le da clic a DataLink y ahí le aparecerá la pantalla anterior para buscar la nueva base de datos.

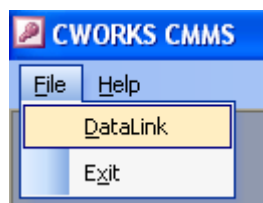
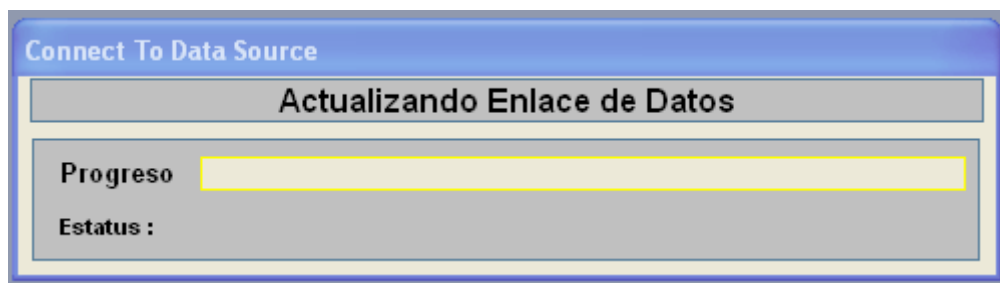


Figura 7: Proceso para cambiar de base de datos.

Luego que da clic a **Conectar** aparecerá la siguiente ventana:



*Figura 8: Pantalla de actualización.*

Luego aparecerá el Menú Principal:



*Figura 9: Pantalla de menú principal.*

## Descripción de los Módulos en el Menú Principal

### Órdenes de Trabajo



El módulo de órdenes de trabajo permite ver toda la lista de órdenes hechas y crear nuevas órdenes.

### Activos



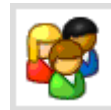
El módulo de activos mantiene el inventario. Contiene toda la información sobre cada activo dentro del sistema, desde la localización hasta la historia de órdenes de trabajo realizadas a este activo.

### Banco de Instalaciones



El módulo de banco de instalaciones mantiene el archivo de todas las localizaciones de los activos.

### Empleados



El módulo de empleados mantiene el archivo de todos los empleados que se tiene para el mantenimiento y mantiene una lista de las actividades hechas por éstos. Además mantiene una lista de los activos para los cuales un empleado está certificado o capacitado para mantener.

## Bases de Datos Maestras



Aquí se almacena toda la información necesaria para que el programa funcione.

## Reportes



Dentro del módulo de reportes se encuentran todos los reportes que el programa crea para imprimir o enviar por correo electrónico.

## Mantenimiento Preventivo



El módulo de mantenimiento preventivo permite el calendarizar y generar órdenes de trabajo para el mantenimiento preventivo.

## Salir del Programa



Para cerrar o salir del programa.

## **Módulo de Bases de Datos Maestras**





## Bases de Datos Maestras

Aquí se encuentran toda la información necesaria para el mantenimiento efectivo.

Luego que da clic al botón de las bases de datos maestras la siguiente pantalla aparecerá:

Departamento	Descripción
1	Biología
2	Administracion de Empresas
3	Torres de Enfriamiento
AC-187	Ing. Civil

*Figura 10: Pantalla principal del módulo de base de datos maestra.*

Aquí tiene varias pestañas para seleccionar.

En la de “Departamento”, puede crear un nuevo Departamento y asignarle un número y nombre a éste. Luego le da clic a “Guardar”.

En la de “Código de Falla” puede crear un número y un nombre para las fallas que tienen en los activos. Luego le da clic a “Guardar”.

En la de “Categoría de Activos” puede crear un número y una descripción para los activos. Luego le da clic a “Guardar”.

En la pestaña de “Suplidores/Contratistas” puede ver la información de los suplidores y contratos actuales. Además puede entrar la información de uno nuevo llenando la información y dando clic en “Guardar”.

**Master List**

Departamento Código de Falla Categoría de Activos **Suplidores/Contratistas** Activos Localización Empleados/Peticionarios Misc

**Récord Nuevo**

# de Suplidor

Nombre

Contacto

Puesto

Dirección

Ciudad

Estado

Código Postal

País

Teléfono

Fax

Servicios

**Lista de Suplidores/Contratistas**

Supplier No	Supplier Name
1	Mc Quay Air Conditioning
2	Universal Protection & Maintenance
3	Deya Elevator Inc.
4	Acotrol Alarm & Control System
5	Industrial Electronics Repair Services

Figura 11: Pantalla de suplidores y contratistas.

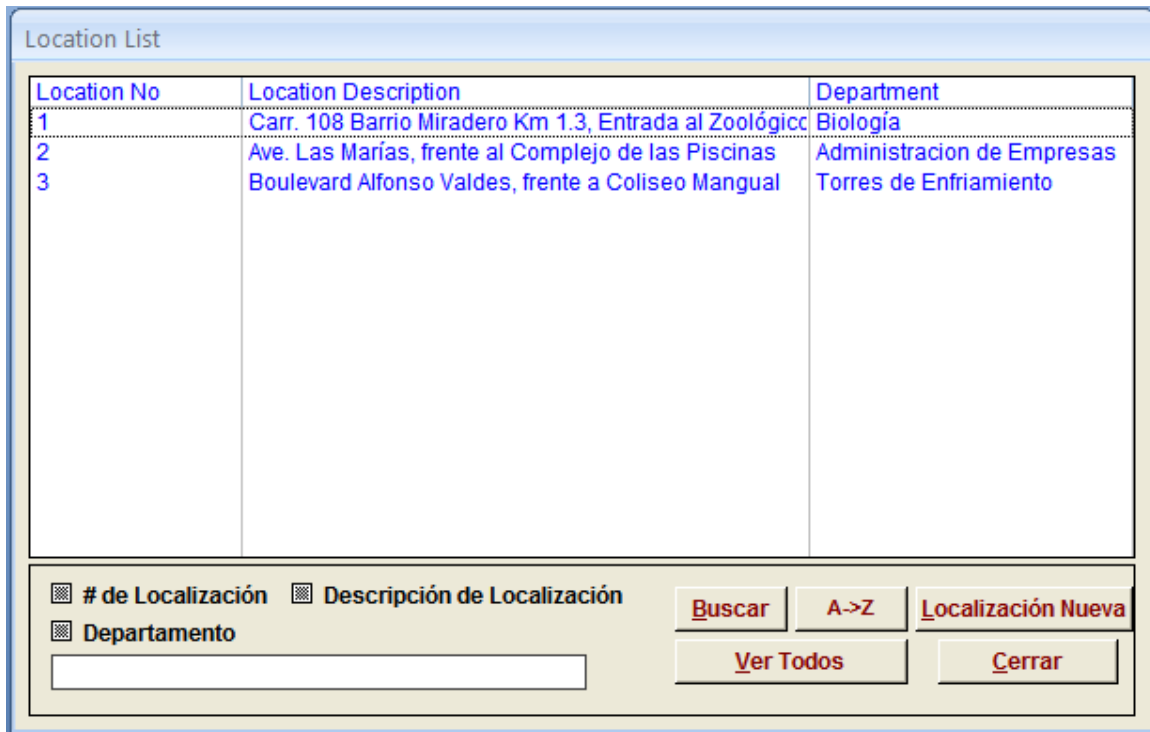
En las pestañas de “Activos”, “Localización” y “Empleados/Peticionarios” se puede ver la información de los que ya están en el inventario. También puede dar clic en el botón para crear un archivo nuevo y crearlo como se explicará más adelante en estos módulos.

## **Módulo de Banco de Instalaciones**



## Banco de Instalaciones

Luego que da clic al botón de Banco de Instalaciones. Se abrirá la siguiente ventana:



Location List

Location No	Location Description	Department
1	Carr. 108 Barrio Miradero Km 1.3, Entrada al Zoológico	Biología
2	Ave. Las Marías, frente al Complejo de las Piscinas	Administración de Empresas
3	Boulevard Alfonso Valdes, frente a Coliseo Mangual	Torres de Enfriamiento

☐ # de Localización    ☐ Descripción de Localización    ☐ Departamento

**Buscar**    **A->Z**    **Localización Nueva**

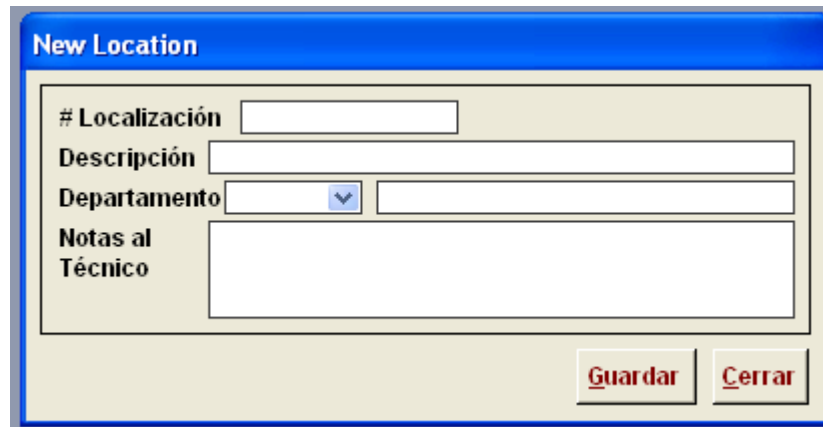
**Ver Todos**    **Cerrar**

Figura 12: Pantalla principal del módulo de localización.

Aquí puede dar doble clic a una localización para ver la información sobre ésta. Se puede buscar las localizaciones marcando el encasillado con el criterio de búsqueda deseado.

Si se quiere entrar una nueva localización se da clic en **Localización**.

La siguiente pantalla aparecerá:



The image shows a software window titled "New Location" with a blue header bar. The main area has a light beige background and contains the following fields:

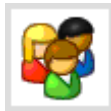
- # Localización**: A single-line text input field.
- Descripción**: A single-line text input field.
- Departamento**: A dropdown menu with a blue arrow icon, followed by a single-line text input field.
- Notas al Técnico**: A multi-line text area.

At the bottom right of the form, there are two buttons: **Guardar** (with a red underline) and **Cerrar** (with a red underline).

*Figura 13: Pantalla de entrada para nueva localización.*

El “# Localización” uno se lo asigna a la localización. Luego llena los demás encasillados. Al terminar le da clic al botón de “Guardar”.

## **Módulo de Empleados**



## Empleados

Luego que da clic al botón de Empleado. Se abrirá la siguiente ventana:

Emp/Req No	Emp/Req Name	Designation	Department
2	Daniel Arroyo	Refrigeración	
3	Enrique Rivera	Jefe Mantenimiento	
4	David Olan		
1	Maria Cortez		Biologia

☐ # Empleado    ☐ Nombre Empleado    ☐ Designación    ☐ Departamento

**Buscar**    **A->Z**    **Nuevo Empleado**    **Ver Todos**    **Cerrar**

Figura 14: Pantalla principal del módulo de empleados.

Aquí puede dar doble clic a un empleado para ver la información sobre éste y el equipo para el cual está adiestrado para mantener. Se puede buscar los empleados marcando el encasillado con el criterio de búsqueda deseado.

Si se quiere entrar información para un nuevo empleado se da clic en **Nuevo Empleado**.

La siguiente pantalla aparecerá:

New Employee/Requester	
# Empleado	
Nombre	
Dirección	
Posición	
Teléfono Trab.	
Extensión	
Teléfono Casa	
Fax	
Departamento	
Oficina	
Email	
Celular	
Salario por Hora	0.00
Tiempo Extra 1	0.00
Tiempo Extra 2	0.00
Tiempo Extra 3	0.00
Categoría	<input checked="" type="checkbox"/> Empleado <input type="checkbox"/> Cliente
<div>Guardar Cerrar</div>	

*Figura 15: Página para crear un récord de un nuevo empleado.*

El “# Empleado” uno se lo asigna al empleado. Luego llena los demás encasillados para los cuales tiene información. Al terminar le da clic al botón de “Guardar”.

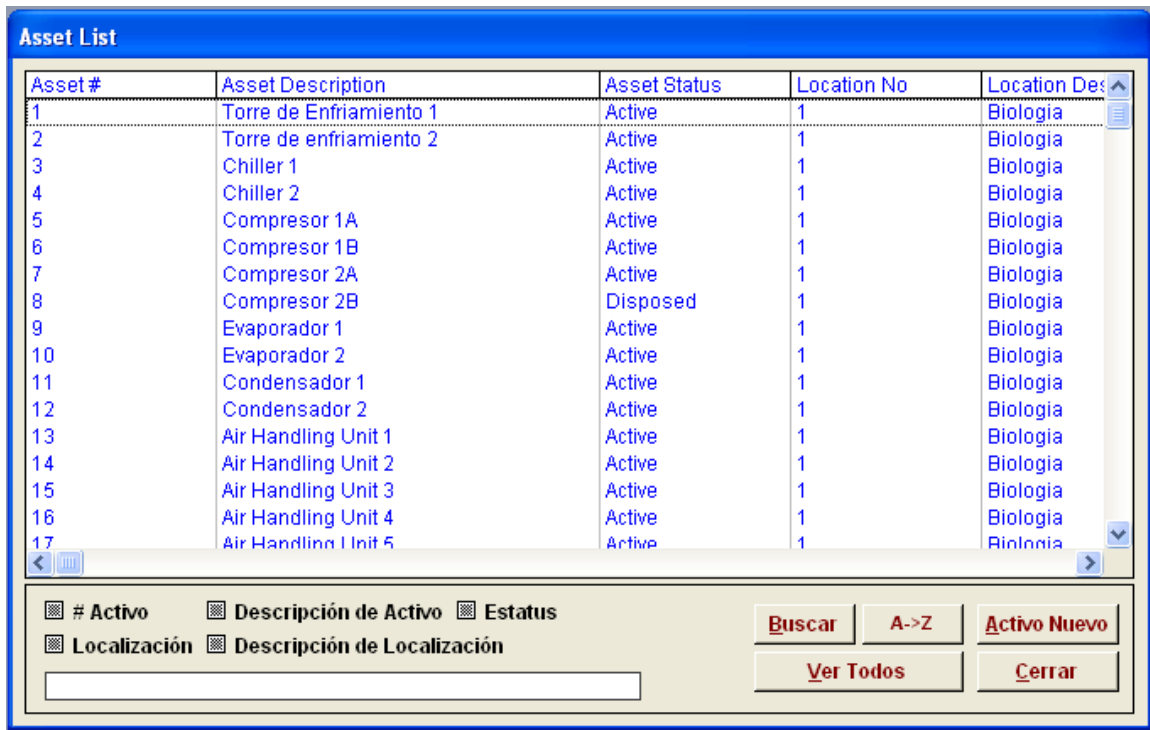


## **Módulo de Activos**



## Activos

Luego que da clic al botón de Activos. Se abrirá la siguiente ventana:



Asset #	Asset Description	Asset Status	Location No	Location Des
1	Torre de Enfriamiento 1	Active	1	Biologia
2	Torre de enfriamiento 2	Active	1	Biologia
3	Chiller 1	Active	1	Biologia
4	Chiller 2	Active	1	Biologia
5	Compresor 1A	Active	1	Biologia
6	Compresor 1B	Active	1	Biologia
7	Compresor 2A	Active	1	Biologia
8	Compresor 2B	Disposed	1	Biologia
9	Evaporador 1	Active	1	Biologia
10	Evaporador 2	Active	1	Biologia
11	Condensador 1	Active	1	Biologia
12	Condensador 2	Active	1	Biologia
13	Air Handling Unit 1	Active	1	Biologia
14	Air Handling Unit 2	Active	1	Biologia
15	Air Handling Unit 3	Active	1	Biologia
16	Air Handling Unit 4	Active	1	Biologia
17	Air Handling Unit 5	Active	1	Biologia

Below the table, there are search filters and buttons:

☐ # Activo    ☐ Descripción de Activo    ☐ Estatus  
☐ Localización    ☐ Descripción de Localización

Buttons: **Buscar**, **A->Z**, **Activo Nuevo**, **Ver Todos**, **Cerrar**

Figura 16: Pantalla del módulo de activos.

Aquí puede dar doble clic a un activo para ver la información sobre éste como contrato, si tiene alguno, empleados asignados, historial de órdenes de trabajo y costo, entre otros. Se puede buscar los activos marcando el encasillado con el criterio de búsqueda deseado.

Si se quiere entrar un nuevo activo se da clic en **Activo Nuevo**.

La siguiente pantalla aparecerá:

The screenshot shows a web application window titled "New Asset". It has three tabs: "Activo" (selected), "Relaciones", and "Información Adicional". The "Activo" tab contains the following fields:

- Número Activo: Text input
- Descripción: Text input
- Localización: Text input with a dropdown arrow
- Departamento: Text input with a dropdown arrow
- Categoría: Text input with a dropdown arrow
- Estatus: Text input with a dropdown arrow
- Criticalidad: Text input with a dropdown arrow
- Emp. Autorizado: Text input with a dropdown arrow
- Notas al Técnico: Text area
- Manufacturero: Text input
- Núm. de Modelo: Text input
- Núm. de Serie: Text input

The "Información Adicional" tab contains the following fields:

- Contratista: Text input with a dropdown arrow
- Garantía/Contrato: Text input with a dropdown arrow
- Fecha Exp. Garantía: Text input
- Notas de Garantía/Contrato: Text area
- Notas del Activo: Text area
- Proveedor: Text input with a dropdown arrow
- Precio de Compra: Text input with "0.00" pre-filled
- Fecha de Compra: Text input
- Valor Actual: Text input with "0.00" pre-filled
- Fecha de Disposición: Text input

At the bottom right, there are two buttons: "Save" and "Close".

*Figura 17: Página para crear un récord de un nuevo activo.*

El encasillado de “Número Activo” uno se lo asigna al activo. Luego llena los demás encasillados para los cuales tiene información. Al terminar le da clic al botón de “Save”. En la pestaña de “Información Adicional” tiene espacio para ésta. En la pestaña de “Relaciones” puede poner si el activo es dependiente de otro y cuales dependen de él.

Es requerido llenar los encasillados de número de activo, descripción, localización y departamento para poder crear el activo.

## **Módulo de Órdenes de Trabajo**



## Órdenes de Trabajo

Que son las Órdenes de Trabajo

Estas contienen información tal como dónde, cuándo y cómo se realizará el trabajo. Mantienen un archivo de las actividades de mantenimiento y guardan información valiosa como el tiempo y el costo. Es de suma importancia que se entren los datos correctos al momento de crearlas.

Crear las órdenes para el mantenimiento es la clave para un Programa de Mantenimiento eficiente.

Se pueden crear por dos razones:

1. Para crear una que no estaba programada ya sea por un supervisor o por alguna rotura no esperada.
2. Para programar mantenimiento regular o preventivo en los activos.

## Como abrir una Orden de Trabajo

Cuando se le da clic al botón de Orden de Trabajo sale una pantalla con todas las órdenes de trabajo creadas.

Aquí puede:

- Dar doble clic a una orden para ver la información sobre ésta.
- Se puede buscar las órdenes marcando el encasillado con el criterio de búsqueda deseado.
- Puede seleccionar imprimir un grupo de órdenes.

Si se quiere crear una nueva orden de trabajo se le da clic al botón de “Nueva Orden”. La siguiente pantalla aparece:

**New Work Order**

Orden de Trabajo Cierre de Órdenes de Trabajo

# Orden: 0000000000 Fecha/Hora de Recibo: 12/9/2008 9:51:40 PM Estatus: Open

Descripción de Problema

Asignado a: Tipo de Trabajo: Fecha requerido: Prioridad: PM No: PM Task No:

Información de Peticionario

Empleado: Teléfono: Facsimil: Celular: e-mail:

Información/Localización de Activo

# Localización: # Activo: Estatus: Garantía/Contrato: Fecha de Terminación de Garantía: Activo: Localización: Notas al Técnico: Recibido por: # de Brigada:

Guardar Cerrar

Figura 18: Pantalla para crear una nueva orden de trabajo.

El encasillado de “# Orden” y la hora de creación son asignados automáticamente por el programa. El estatus con el que comenzará es “Open” lo que quiere decir que la orden está abierta y no se ha realizado ningún trabajo. Luego llena los demás encasillados para los cuales tiene información. Al terminar le da clic al botón de “Guardar”.

Una vez creada la orden de trabajo aparecen otras pestañas las cuales permiten entrar el costo de piezas, de labor, el total y cerrar la orden. También puede imprimir la orden de trabajo.

The screenshot shows a software window titled "Work Order". It has a tabbed interface with the following tabs: "Orden de Trabajo", "Cierre de Orden" (which is the active tab), "Labor", "Asunto Directo", and "Costo de Orden de Trabajo".

Inside the "Cierre de Orden" tab, there are several input fields and sections:

- # de Orden:** A text box containing "0000000001".
- Estatus del Trabajo:** A dropdown menu currently showing "Open".
- Hora y Fecha:** A section with three columns: "Estimado", "Actual", and "Fecha de Comienzo Meta PM".
  - Evaluación:** Input fields for "Estimado" and "Actual".
  - Comienzo:** Input fields for "Estimado" and "Actual".
  - Terminación:** Input fields for "Estimado" and "Actual".
- Fecha de Entrega:** An input field.
- Duración Estimada:** An input field containing "0.00".
- Código de Falla:** A dropdown menu.
- Aceptado por:** An input field.
- Descripción de Causa:** A large text area.
- Acción Tomada:** A large text area.
- Prevención Tomada:** A large text area.

At the bottom right of the window, there are three buttons: "Orden Nueva", "Cerrar Orden", and "Cerrar".

Figura 19: Pestaña para cerrar una orden de trabajo.

Aquí se puede entrar el tiempo estimado y actual que tomó realizar la orden, así como si la orden esta atrasada porque se está esperando por una pieza. Para cerrar la orden se selecciona "closed" en el encasillado de "Estatus del Trabajo". **Luego de cerrada una orden ya no se puede modificar.**

## **Módulo de Mantenimiento Preventivo**





## Mantenimiento Preventivo

Luego que da clic al botón de Activos. Se abrirá la siguiente ventana:



*Figura 20: Pantalla principal del módulo de mantenimiento preventivo.*

Tiene que crear las tareas de mantenimiento preventivo dando clic en “Lista de Tareas de Mantenimiento Preventivo” Ahí da clic a nueva tarea y llena la información requerida.

Luego para crear el itinerario le da clic a “Itinerario de Mantenimiento Preventivo”. Ahí le da clic “Nuevo Itinerario PM.” Llena todo los blancos y le da clic a “Save”.

Una vez creada puede ver la orden de mantenimiento preventivo con doble clic y la siguiente pantalla se abrirá:

The screenshot shows a software window titled "Current PM Schedule". Inside, there's a tab labeled "Itinerario de Mantenimiento". The form contains the following fields and controls:

- # PM:** A text box containing the number "3".
- Nombre:** A text box containing "Limpieza de Filtros".
- Tipo de Trabajo:** A dropdown menu set to "Preventive".
- Brigada:** A dropdown menu set to "Mechanical".
- Por:** A section with two options: "Activo" (checked) and "Localización" (unchecked).
- Activo Section:**
  - Asset No:** A dropdown menu set to "17" with a tooltip "Air Handling Unit 5".
  - Location No:** A text box containing "1" with a tooltip "Biologia".
- Localización Section:**
  - Location No:** A dropdown menu and a text box, both currently empty.
- Generación de PM tipo:**
  - Programada:** Checked checkbox.
  - Actual:** Unchecked checkbox.
  - Estatus:** Checked checkbox.
- # de Tarea:** A dropdown menu set to "0003" with a tooltip "Limpieza de Filtros".
- Unidad de Frecuencia:** A dropdown menu set to "Months".
- Frecuencia:** A text box containing "1".
- Dias:** A text box containing "28".
- Dias de Periodo de Trabajo:** A text box containing "1".
- Fecha de Comienzo:** A date field showing "11/15/2008".
- Fecha Meta de Comienzo:** A date field showing "1/10/2009".
- Mecha Meta Terminación:** A date field showing "1/10/2009".
- Próxima Fecha Comienzo:** A date field showing "2/7/2009".
- Buttons:** "Ver Itinerario" (highlighted in red) and "Cerrar" (in the bottom right corner).

Figura 21: Página para crear un itinerario de mantenimiento preventivo.

Si marca "Programada" el programa continuará creando órdenes aún cuando no se cierre la anterior, si por el contrario marca "Actual" ella no crea más órdenes hasta que se cierre la ya creada. Si le quita la marca a "Estatus" el programa dejará de crear estas órdenes automáticamente.

## **Módulo de Reportes**



## Reportes

Luego que da clic al botón de Reportes. Se abrirá la siguiente ventana:



*Figura 22: Pantalla principal del módulo de reportes.*

Aquí le da clic al reporte deseado y luego le da clic al botón de “Ver Reporte”, se abrirá una página con el reporte y lo podrá imprimir.

## **Apéndice B: Certificación # 30 2004-2005**



JUNTA DE SÍNDICOS  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

CERTIFICACIÓN NÚMERO 30  
2004-2005

Yo, Salvador Antonetti Zequeira, Secretario de la Junta de Síndicos de la Universidad de Puerto Rico, CERTIFICO QUE:

La Junta de Síndicos, en su reunión ordinaria del sábado, 23 de octubre de 2004, previa recomendación de su Comité de Planta Física y con el endoso del Presidente de la Universidad de Puerto Rico, aprobó la:

**POLÍTICA GENERAL SOBRE LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y  
FINANCIAMIENTO DEL PROGRAMA DE MEJORAS PERMANENTES DE LA  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO**

- POR CUANTO: La Universidad de Puerto Rico es uno de los patrimonios arquitectónicos y naturales de mayor riqueza estética de nuestro país que se suma a su valor cultural y social por todos apreciado.
- POR CUANTO: La Universidad de Puerto Rico debe ser, por la responsabilidad que le impone su función educativa y cultural, garante de belleza, de buena ejecución y de cuidado esmerado de su patrimonio.
- POR CUANTO: El ambiente edificado y natural de la Universidad debe propiciar un clima acogedor para todos los componentes de la comunidad universitaria y estimular las tareas académicas, investigativas, de creación y el servicio.
- POR CUANTO: Los edificios y espacios universitarios deben responder a las ideas de los mejores expertos de la arquitectura nacional e internacional.
- POR CUANTO: La denominación de las estructuras y espacios universitarios debe responder al carácter patrimonial de la Universidad de Puerto Rico.
- POR CUANTO: La visión de largo plazo de la Universidad se constituye por las estrategias de planificación integrada entre su gestión académica,



de investigación, estético cultural y el ambiente edificado y natural.

**POR CUANTO:** Por su naturaleza de institución pública de educación superior tiene una responsabilidad ineludible ante el país con la administración eficiente de Programa de Mejoras Permanentes y de los fondos que lo financian.

**POR CUANTO:** La Universidad debe revisar, actualizar y adoptar normas y procedimientos que garanticen su fiel cumplimiento con todas estas responsabilidades patrimoniales y de visión de futuro que el país le reconoce.

**POR TANTO:** Resuélvase que el Presidente de la Universidad de Puerto Rico, en un período no mayor de setenta y cinco días (75), a partir de la aprobación de esta certificación, someterá para la ratificación de la Junta de Síndicos, las normas y procedimientos para la planificación institucional, diseño, administración, construcción y ocupación y mantenimiento del Programa de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico. Estas normas se regirán por los siguientes principios:

**DE LA PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL PROGRAMA:**

1. La Junta de Síndicos aprobará, previa recomendación del Presidente, un Programa de Mejoras Permanentes para la Universidad de Puerto Rico cada cinco años financiado mediante emisión de bonos.
2. El Programa de Mejoras Permanentes será el resultado de la planificación de la infraestructura física y tecnológica necesaria para el desarrollo de la agenda académica, de investigación y de servicio de la Universidad de Puerto Rico y se articulará tomando en consideración las necesidades del Sistema Universitario como tal, las de las unidades que son parte de dicho Sistema y las posibilidades de iniciativas entre unidades.
3. El Programa de Mejoras Permanentes se articulará en función de tres fundamentos sustantivos: el fundamento ético, el fundamento epistemológico y el fundamento estético.



4. El diseño en la Universidad de Puerto Rico se regirá por la Política Institucional de la Promoción de la Excelencia en el Diseño de los Espacios Abiertos y Construidos establecida por la de la Junta de Síndicos (Certificación Núm. 87 (2001-2002)); por la Política Institucional Sobre el Arte Público en la Universidad de Puerto Rico establecida por la de la Junta de Síndicos (Certificación Núm. 134 (2003-2004)), y por las guías y estándares que para dicho fin se establezcan.
5. Todo proyecto de mejora permanente<sup>1</sup> a desarrollarse en cualquier dependencia de la Institución deberá formar parte del Programa de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico.
6. Cada Rector será responsable de someter, cada cinco años, su propuesta de los proyectos de mejoras permanentes que interesa incluir en el Programa de Mejoras Permanentes, de acuerdo con las guías que el Presidente establezca para dicho fin e incluirá un plan sistemático de mantenimiento para cada proyecto.
7. Para asegurar que la infraestructura física y tecnológica responda efectivamente a la agenda de desarrollo de la Universidad de Puerto Rico, la articulación del Programa de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico, incluirá el endoso de las siguientes oficinas: Vicepresidencia para Asuntos Académicos; Vicepresidencia en Investigación y Tecnología; Oficina de Finanzas y Oficina de Presupuesto.

DE LA ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA:

8. El Presidente y los rectores serán responsables de implantar el Programa para el pleno desarrollo del patrimonio edilicio de la Universidad de Puerto Rico integrando las políticas institucionales para el desarrollo de la recaudación de fondos privados, para el arte público en la Universidad de Puerto Rico,

---

<sup>1</sup> Mejora permanente – 1) Construcción de uno o más edificios, estructuras o instalaciones necesarias, aconsejables o deseables para el funcionamiento de la Universidad; 2) equipo que sea incluido como parte de la construcción o que sea necesario para hacer la instalación, estructura o edificio utilizable; o 3) toda aquella inversión que represente un aumento en valor de cualquier edificio, estructura o instalación existente; o 4) obras para el mejoramiento a la infraestructura incluyendo instalaciones y equipos de apoyo; o 5) la implantación de las nuevas tecnologías de información y comunicaciones; o 6) obras necesarias para el cumplimiento con las leyes o los reglamentos estatales o federales relacionadas con calidad ambiental, salud, seguridad o cualquier otro requisito de ley.





la denominación de estructuras y espacios, vínculos con la comunidad de exalumnos y estrategias dirigidas a la dignificación y divulgación de este patrimonio.

9. La Oficina de Desarrollo Físico e Infraestructura de la Universidad de Puerto Rico administrará el Programa de Mejoras Permanentes rigiéndose por las guías que para dicho fin se establecerán, incluyendo, entre otros: guías para la programación, diseño, adopción de los principios de sana administración de fondos públicos, construcción, ocupación y mantenimiento del Programa de Mejoras Permanente.
10. Los procesos de subasta para la realización de los proyectos de mejoras permanentes de la Universidad de Puerto Rico se regirán por el Reglamento de Subastas de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico, aprobado por la Junta de Síndicos (Certificación Núm. 169 (2002-2003)).
11. El Presidente tendrá la discreción de autorizar aumentos en costos debidamente justificados que sean necesarios para continuar el desarrollo de un proyecto hasta un máximo de 10% del costo del proyecto; *disponiéndose, sin embargo*, que el Presidente podrá delegar en el Director de Desarrollo Físico e Infraestructura y en el Director de Finanzas de la Universidad de Puerto Rico, para que en conjunto, aprueben aumentos en costo hasta \$125,000 dólares.
12. La emisión de bonos y líneas de crédito interinas para el financiamiento del Programa de Mejoras Permanentes requerirán la aprobación de la Junta de Síndicos.
13. Las transferencias de fondos a las unidades para los proyectos se harán de acuerdo al ritmo real de desembolsos, que serán sometidos y certificados por los rectores.
14. El Presidente establecerá guías especiales que regirán la aprobación de los proyectos de mejoras permanentes en las siguientes categorías: a) emergencias, b) de menos de \$125,000 dólares y c) proyectos auspiciados con fondos fuera de la emisión de bonos.



15. Se autoriza al Presidente a utilizar los intereses generados por el fondo de construcción como fuente de financiamiento del Programa de Mejoras Permanentes.
16. La Oficina de Desarrollo Físico e Infraestructura de la Universidad de Puerto Rico será responsable de establecer una base de datos electrónica del Programa de Mejoras Permanentes estructurada para viabilizar el seguimiento, supervisión y evaluación del desarrollo de cada proyecto y del Programa.
17. Todas las personas que participen en cualquiera de los aspectos del Programa de Mejoras Permanentes, ya sean las de planificación, diseño, administración, financiación, implantación o evaluación, velarán por la utilización efectiva y eficiente del tiempo, de manera que el Programa pueda realizarse en un periodo óptimo.

DE LA EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:

18. El Presidente programará auditorías periódicas sobre la ejecución del Programa de Mejoras Permanentes.
19. El Presidente rendirá informes semestrales a la Junta de Síndicos sobre el estado de desarrollo de los proyectos en el Programa de Mejoras Permanentes y sobre las enmiendas, si alguna, que corresponda hacer en ese momento.

Por la presente, quedan derogadas las Certificaciones Núm. 189 (2000-2001); Núm. 82 (2000-2001); Núm. 2 (2000-2001); Núm. 161 (1997-1998); Núm. 116 (1996-1997); y cualquier otra carta circular, memorando o directriz relacionada con el Programa de Mejoras Permanentes.

Y PARA QUE ASÍ CONSTE, expido la presente Certificación, en San Juan, Puerto Rico, hoy 25 de octubre de 2004.



Salvador Antonetti Zequeira  
Secretario

## **Apéndice C: Certificación # 30 2005-2006**



JUNTA DE SÍNDICOS  
UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO

CERTIFICACIÓN NÚMERO 30  
2005-2006

Yo, Salvador Antonetti Zequeira, Secretario de la Junta de Síndicos de la Universidad de Puerto Rico, CERTIFICO QUE:

La Junta de Síndicos, en su reunión ordinaria del sábado, 15 de octubre de 2005, previa recomendación del Comité de Planta Física y del Presidente de la Universidad de Puerto Rico y de conformidad con lo dispuesto en la Certificación Núm. 30 (2004-2005) de este cuerpo, *Política General sobre la Elaboración, Desarrollo y Financiamiento del Programa de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico*, acordó:

**Ratificar las Normas y Procedimientos para la Planificación Institucional, Diseño, Administración, Construcción y Mantenimiento del Programa de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico, que se publican como anejo de esta certificación.**

**El Presidente de la Universidad mantendrá informada a la Junta de Síndicos sobre su implementación, así como de las enmiendas que se requieran como resultado de la misma.**

Y PARA QUE ASÍ CONSTE, expido la presente Certificación, en San Juan, Puerto Rico, hoy 17 de octubre de 2005.



  
Salvador Antonetti Zequeira  
Secretario



## Anejo

### **Normativa General Sobre la Elaboración, Desarrollo y Financiamiento del Programa de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico**

#### **Concepto**

Cada cinco años la Junta de Síndicos aprobará, previa recomendación del Presidente de la Universidad de Puerto Rico, el Programa de Mejoras Permanentes, el cual será financiado mediante emisión de bonos y cualesquiera otros fondos especificados para mejoras permanentes.

El Programa de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico será el resultado de la programación del desarrollo físico, infraestructural y tecnológico necesario para el desarrollo de la agenda académica, cultural, de investigación y de servicio de la Universidad de Puerto Rico.

El Programa se planificará tomando en consideración las necesidades sistémicas como tal, las de las unidades que son parte de dicho Sistema y las posibilidades de iniciativas entre unidades.

El Programa se articulará en función de tres fundamentos sustantivos: epistemológico, ético y estético.

**Fundamento epistemológico:** permite una aproximación crítica a los diagnósticos y recomendaciones técnicas y programáticas de las estructuras a construirse o a ser intervenidas. La actualización programática y la adecuación de las tecnologías constructivas, infraestructuras e informáticas serán una importante arista en la articulación de las intervenciones arquitectónicas.

**Fundamento ético:** plantea el deber y compromiso de la Universidad de Puerto Rico de proveer espacios dignos para el ejercicio de la investigación, la cátedra, el desarrollo cultural y los servicios a la comunidad interna y externa.

**Fundamento estético:** representa la base conceptual que permitirá una intervención inteligente y sensible en los espacios universitarios. La experiencia estética, espacial y formal, es parte intrínseca de la formación intelectual del universitario. Esta experiencia estética comienza por el



disfrute pleno de los espacios naturales y construidos, hasta la apreciación artística del vocabulario arquitectónico y el arte.

## **Articulación del Programa**

### **Propuesta de los Rectores**

Los Rectores, someterán al Presidente de la Universidad de Puerto Rico, una propuesta de Programa de Mejoras Permanentes para su unidad, la cual deberá estar lista en el año anterior a la emisión de bonos. Esta propuesta:

Se preparará utilizando las guías para la planificación de la construcción, remodelación o ampliación de las estructuras físicas necesarias para atender la agenda académica, cultural, de investigación y de servicio de la unidad.

Integrará las Políticas institucionales para la recaudación de fondos privados y para el desarrollo del arte público en la Universidad.

Tomará en consideración posibilidades de iniciativas conjuntas con otras unidades del sistema universitario.

Incorporará la proyección de gastos operacionales para cada estructura incluyendo un plan sistemático de mantenimiento.

Incluirá el plan de remodelación, ampliación o demolición de estructuras que queden vacantes.

## **Elaboración de guías**

### **La articulación de la propuesta del los Rectores.**

La Oficina de Desarrollo Físico e Infraestructura proveerá, por medio de Seriados, guías para la articulación de la propuesta de los Rectores del Programa de Mejoras Permanentes de cada unidad partiendo de la normativa vigente y de cualesquiera otras certificaciones que la Junta de Síndicos apruebe sobre este tema.

**Seriado ODFI 1:** Sobre la planificación y diseño del Programa de Mejoras Permanentes de las unidades

Este Seriado proveerá, entre otras cosas relacionadas con la etapa de planificación del Programa de las unidades, lo siguiente:



Criterios para el desarrollo de iniciativas conjuntas entre unidades del sistema universitario.

Documentos y endosos requeridos para cada proyecto a incluirse en la propuesta de Programa de la unidad

Certificaciones vigentes de política académica en general que incidan sobre la planificación de proyectos en el Programa de Mejoras Permanentes.

Metodología para los estimados de costos de los proyectos

Metodología para las proyecciones de costos operacionales de las nuevas estructuras o remodelaciones

### **La promoción de la Excelencia en el Diseño**

El diseño en la Universidad de Puerto Rico se regirá por las siguientes certificaciones de la Junta de Síndicos y por las guías específicas que proveerá la Oficina de Diseño y Construcción:

Certificación número 87 (2001-2002): Política Institucional de la Promoción de la Excelencia en el Diseño de los Espacios Abiertos y Construidos

Certificación número 134 (2003-2004), Política Institucional Sobre el Arte Público en la Universidad de Puerto Rico.

Seriado ODC 1: Estándares para el diseño

Este seriado incluirá los estándares para el diseño de los diferentes espacios a ser construidos o intervenidos, códigos que deben cumplirse, estándares tecnológicos,

Criterios para la elaboración y evaluación del Programa Arquitectónico de los proyectos

Criterios para el cumplimiento con la Política Institucional Sobre el Arte Público en la Universidad de Puerto Rico



## **Construcción**

La Universidad de Puerto Rico utilizará el Documento de Condiciones Generales para la Contratación de Proyectos que proveerá la Oficina de Diseño y Construcción de la Administración Central.

### **Sobre la Administración del Programa de Mejoras Permanentes**

La Oficina de Desarrollo Físico e Infraestructura de la Universidad de Puerto Rico administrará el Programa de Mejoras Permanentes rigiéndose por las guías establecidas para ese fin. Estas guías incluyen: programación de los proyectos, diseño, construcción, ocupación y mantenimiento y principios de sana administración de fondos públicos.

La Oficina de Desarrollo Físico e Infraestructura producirá Seriados para cada área de injerencia administrativa en el Programa de Mejoras Permanentes.

Seriado ODFI 2: Sobre la programación de los proyectos

Seriado ODFI 3: Sobre la administración de los fondos

Auditorías periódicas

Informes semestrales a la Junta de Síndicos

Transferencias de fondos

base de datos electrónica para monitoreo continuo de los flujos de fondos y del desarrollo de los proyectos

Seriado ODFI 4: Guías especiales para proyectos de mejoras para atender emergencias, aumentos en costo, proyectos con financiamiento externo, proyectos de menos de \$125,000

La Oficina de Diseño y Construcción producirá Seriados para la administración de las áreas de diseño, construcción, ocupación y mantenimiento continuo

### **Sobre el Financiamiento del Programa de Mejoras Permanentes**

La Oficina de Finanzas de la Administración Central de la Universidad de Puerto Rico tiene la responsabilidad de gestionar todo lo relacionado con las emisiones de bonos y líneas de crédito para el financiamiento del Programa de Mejoras Permanentes.

Estos fondos se administrarán siguiendo la normativa establecida por la Oficina de Finanzas de la Administración Central sobre la Contabilidad de los Fondos de Mejoras Permanentes.





## **Subastas**

Los procesos de subasta para la realización de los proyectos de mejoras permanentes del Programa de Mejoras Permanentes se regirán por el Reglamento de Subastas de Mejoras Permanentes de la Universidad de Puerto Rico, Certificación Número 20 (2003-2004).

La Oficina de Diseño y Construcción en sus seriados producirá unas guías para la preparación de los documentos requeridos para iniciar los procesos de subasta.

## **Denominaciones de Estructuras, monumentos y espacios abiertos en la Universidad de Puerto Rico**

La denominación de estructuras, monumentos y espacios en la Universidad de Puerto Rico se regirá por la Certificación Número 131 (2001-2002) aprobada por la Junta de Síndicos para ese fin.