

El mantenimiento técnico en la actividad gerencial

Fecha de recepción: 15/08/06

Fecha de aceptación: 20/11/06

Mario C. Zaldívar Salazar¹

Las experiencias adquiridas, luego de muchos años de práctica de ningún modo pueden acelerar el desarrollo del conocimiento en el campo de la explotación sin un respaldo experimental y teórico y, desde luego, sin la aplicación del sistema actual de reposición de la capacidad de trabajo denominado Ingeniería del Mantenimiento.

Palabras claves

Mantenimiento, Fiabilidad, Gerencia.

Key Words

Maintenance, Reliability, Management.

Resumen

Las experiencias adquiridas, luego de muchos años de práctica de ningún modo pueden acelerar el desarrollo del conocimiento en el campo de la explotación sin un respaldo experimental y teórico y, desde luego, sin la aplicación del sistema actual de reposición de la capacidad de trabajo denominado Ingeniería del Mantenimiento.

La utilización óptima de las máquinas es un proceso fundamental en el sistema de explotación, su efectividad depende ante todo del modo racional de su uso. En este proceso cumplen con una importante función las propiedades que determinan la funcionalidad, el rendimiento, la fiabilidad y las tareas del mantenimiento. Las

relaciones que se establecen entre ellos y sus características emplean un enfoque por procesos que sería un método directo y con grandes posibilidades de éxito.

Abstract

The experiences taken through many years of practice accelerate the development of knowledge in the exploitation field without an experimental and theoretical support and without the application of the actual system of reposition of the working capacity denominated Maintenance Engineering.

The optimum use of machines is a fundamental process in the exploitation system. Its effectivity depends above all on the way it is used. Different properties play an important role in this process determining the functionability, performance, reliability and maintenance. The relationships that settle down among them, and their characteristics for this to use a processes approach would be a direct method and with big possibilities of success.

1. Dirección de Ciencia y Técnica. Ministerio de Educación Superior. Cuba
Correo electrónico: mzaldivar@reduniv.edu.cu

Descripción del trabajo

Desde la época medieval hasta nuestros días, el mantenimiento se ha ido desarrollando como una función básica de cualquier actividad productiva de tipo rudimentario y artesanal en los inicios y más perfeccionada tecnológicamente ahora, y se busca como elemento común, independientemente a la época, el correcto funcionamiento de los utensilios, equipos, maquinaria, instalaciones y servicios, por medio de las técnicas necesarias que puedan permitir las mínimas interrupciones de la actividad.

Con la aparición de las máquinas en el proceso productivo, el mantenimiento se entiende como la definición más simple de la tarea de reparación, incluso en bibliografías técnicas se menciona este término como similar a determinadas acciones del mantenimiento, justo en el momento de aparecer el fallo o cuando estaba a punto de producirse.

Con el decursar del tiempo, la actividad de mantenimiento quedó constituida como un departamento dedicado a la reparación de averías, pero sin organización alguna.

En el año 1925, se observa la necesidad de organizar en las industrias el mantenimiento necesitando un carácter más científico. Se hace necesario, por lo tanto, establecer una estructura organizacional adecuada y que respondiera a las exigencias del momento. En tal sentido, debían aplicarse las técnicas necesarias para evitar las interrupciones en la cadena productiva, como consecuencia de un defecto, desgaste o rotura en una máquina o instalación. Es así como se comienzan a elaborar los programas de planificación de las reparaciones y no esperara solventar el problema cuando ya ha aparecido el desperfecto; en fin, nos encontramos en los albores de los actuales planes de mantenimiento y reparación.

Tal planificación fue especialmente activa hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando se convirtió en una tarea de máxima importancia y prioridad dentro de las

fábricas. En los inicios de la década de los cuarenta, en un período crítico de la historia, se exigía a la industria la máxima productividad lo que suponía mantener una continuidad y constancia en el proceso de fabricación. Sin embargo en años posteriores empezaron a verse obligados los directivos a desarrollar estudios de los equipos, investigaciones de posibles fallas, recopilación de datos y elaboración de modelos estadísticos, etc. Se convierte, por lógica del propio desarrollo de la industria y las exigencias del mercado el trabajo de mantenimiento en una técnica con una fundamentación matemática nunca antes alcanzada, aparece la Teoría de la Fiabilidad o Confiabilidad.

En los años sesenta, con el dinamismo de las industrias electrónicas, aeronáutica y espacial, se hacen ya necesarias técnicas y tecnologías de mantenimiento más sofisticadas basadas en la predicción y prevención de defectos con un sensible análisis de las particularidades costo-beneficio.

La crisis energética del año 1973, con todas sus consecuencias, contribuyó en gran medida a la optimización técnica y económica del Mantenimiento a la vez la evolución de la ciencia metrológica, la informatización, la electrónica y los modernos métodos de dirección empresarial han influido en que nos encontremos en la tercera generación del mantenimiento, lo suficientemente desarrollada como para conocer la situación real de los equipos e instalaciones mediante la aplicación de las técnicas electrónicas e informáticas nos encontramos en la etapa de la ingeniería del mantenimiento.

Los retos a los que debe enfrentarse la función de mantenimiento en estos años y los próximos serán los derivados de la presión económica, energética, medio ambiental, empleo y seguridad e higiene del trabajo.

La investigación que se presenta constituye un estudio teórico sobre los

Con la aparición de las máquinas en el proceso productivo, el mantenimiento se entiende como la definición más simple de la tarea de reparación, incluso en bibliografías técnicas se menciona este término como similar a determinadas acciones del mantenimiento, justo en el momento de aparecer el fallo o cuando estaba a punto de producirse.

elementos constituyentes de la actividad del mantenimiento, desde su surgimiento hasta su concepción científica, así como de valoraciones realizadas acerca de los métodos de determinación de la Fiabilidad a partir de la teoría de casos. Durante el análisis realizado se propone el modelo de calidad que tiene como objetivo revolucionar los métodos antiguos de dirección por otros actuales que tienden a jerarquizar el mantenimiento como un proceso de gestión integral relacionado con otros procesos gerenciales importantes cuyo fin es dar respuesta sistemática y dinámica a las variables satisfacción del cliente, competitividad y calidad del producto.

Algunas de las variables que entran en juego a la hora de definir el mantenimiento y su organización son el tipo de instalación, el proceso productivo, el grado de tecnificación y automatización, la capacidad del personal, el estado de la maquinaria y equipos, los recursos disponibles, etc.

La gestión del mantenimiento, hoy día, no cuenta aun con un adecuado reconocimiento incluso no existe un concepto concreto y definitivo de mantenimiento, en tanto que su organización si bien depende del tipo de instalación y sus resultados influyen en diversas variables de la gestión, no se jerarquizan como aquellos que se determinan para otros procesos sustantivos de la empresa, no muy pocos directivos conocen de la incidencia del mantenimiento en la logística, economía de almacén y de la gestión de los recursos humanos.

Algunas de las variables que entran en juego a la hora de definir el mantenimiento y su organización son el tipo de instalación, el proceso productivo, el grado de tecnificación y automatización, la capacidad del personal, el estado de la maquinaria y equipos, los recursos disponibles, etc.

Es vital conseguir minimizar los costos de explotación durante la vida útil utilizando los métodos más adecuados técnico-económicos y matemáticos con el fin de garantizar la continuidad del funcionamiento independientemente a estos costos mínimos; además de asegurar condiciones óptimas de seguridad, sin olvidar el uso racional de las técnicas

productivas y el correcto aseguramiento técnico material.

Normalmente, los métodos de mantenimiento se aplican y combinan dentro de una industria para intentar conseguir los máximos resultados económicos y técnicos. La incidencia de nuevas políticas o métodos como el mantenimiento proactivo y el basado en la fiabilidad, ambos perfeccionan los métodos del MPP; y el predictivo, que se identifica como aquel basado en el estado de condición. Sin duda, la aplicación de una u otra política incluso de varias a la vez determinan un amplio espectro de funciones técnicas y gerenciales que se deben garantizar; el objetivo de tales prescripciones incide en la calidad, competitividad y el análisis de los costos en su concepción más amplia. El hecho de lograr tales propósitos constituye el reto de mayor pertinencia e impacto de una organización, los métodos novedosos de dirección junto con las estrategias dinámicas de gestión han permitido, en la actualidad valorar las funciones inherentes del mantenimiento como un proceso relacionado con la gestión de la calidad, fiabilidad y gestión económica de manera integral. Sin dudas nos adentramos al analizar los procesos sustantivos en los que actúa el mantenimiento en el estudio de la fiabilidad.

La fiabilidad constituye uno de los problemas fundamentales de la Ingeniería moderna. A medida que la ciencia y la técnica han progresado ha ganado en importancia, al extremo que hoy día no se puede hablar de competitividad de los productos sino se ponen al descubierto los indicadores de fiabilidad relacionados también con los de calidad.

El estudio y evolución de los fallos es el elemento distintivo del análisis de la fiabilidad. O sea, es el fallo la mejor y mayor fuente de información para la determinación de la fiabilidad; sobre estos se teje la red de métodos de cálculos de

En cada uno de los métodos de ensayos se realizan mediciones individuales, diagnósticos y controles. En la actualidad se trabaja con métodos de simulación y pruebas extremas con el objetivo en los laboratorios de conocer el comportamiento de las máquinas en condiciones reales, etc. En estos casos, se calculan los índices de durabilidad, muy difíciles de calcular de otra forma.

la fiabilidad y cuando expresamos fallo lo hacemos a partir de su ocurrencia o estados de deterioros aunque de manera explícita no se haya presentado el fallo pero puede estar latente, por esta razón fiabilidad-mantenimiento y calidad constituyen elementos sinérgicos de la gestión empresarial aunque algunos le reste importancia.

La relación fiabilidad –mantenimiento–calidad además de conceptual es práctica, de ahí que se establezcan diferentes métodos de cálculo según las bibliografías del tema se establecen dos grandes métodos, los ensayos de determinación y los ensayos de control.

Los primeros tienen como objetivos determinar los índices cuantitativos de comportamiento, las leyes de distribución de los fallos y el comportamiento futuro de los componentes y piezas.

Los segundos se emplean para determinar la correspondencia entre los índices de fiabilidad y las exigencias de las normas, especificándose de estas respuestas las medidas de mantenimiento a tomar o de trabajos sustanciales de reparación.

En cada uno de los métodos de ensayos se realizan mediciones individuales, diagnósticos y controles. En la actualidad se trabaja con métodos de simulación y pruebas extremas con el objetivo en los laboratorios de conocer el comportamiento de las máquinas en condiciones reales, etc. En estos casos, se calculan los índices de durabilidad, muy difíciles de calcular de otra forma.

En cada uno de los métodos tratados la aplicación de la estadística y las probabilidades es esencial; por eso se ha considerado por los expertos que las leyes de la Estadística, más usadas en el tratamiento de los fenómenos de la fiabilidad son las leyes Normal, Exponencial, Poisson y la más completa, pues analiza los tres segmentos de la Curva de Davies de la relación tiempo-desgaste, como lo es la distribución de Weibull.

Un elemento significativo que aporta el estudio sinérgico de la relación fiabilidad-mantenimiento-calidad es el referido al cálculo de los repuestos o sea el conocimiento de la cantidad esperada de fallo en el tiempo y la garantía de reposición en el tiempo de las piezas. Estos elementos se calculan a partir de los índices K y B de la distribución de Weibull, conociendo de antemano el coeficiente de variación de las piezas y conjuntos en análisis así como de las cantidades de actividades que se realizan con el mantenimiento según los manuales establecidos por los fabricantes o de las actividades propuestas por los controles históricos que existan.

Dentro de todas las piezas que conforman una máquina, se debe partir del hecho de reconocer que no todas de igual forma deciden la fiabilidad de la máquina, sino que unas son más significativas que otras; de ahí que se hable de piezas críticas por su valor económico (complejidad, comercialización, precio, etc.) y consumo preponderante. A criterio del autor, las piezas las podemos clasificar en tres grupos:

- Piezas críticas de rápido desgaste (poca fiabilidad).
- Piezas que no se desgastan o fiables (absolutamente fiables).
- Piezas de desgaste lento (fiabilidad media).

El establecimiento del módulo, a través de las consideraciones del cálculo de los índices de consumo, utilizando los métodos conocidos de ensayo Ibarra, Rössner, métodos estadísticos y pronósticos, entre otros, deben obedecer, además, a una estrategia financiera. Atendiendo al estudio de diferentes métodos recogidos en la bibliografía técnica, se ha considerado prudente proponer de forma general el módulo o stop y se conformará a criterios del autor, a partir de cinco factores antes no previstos como sistema, que son:

1. Consumo de la pieza y cálculo del índice, aplicando con la recopilación de la información primaria la inserción de modelos matemáticos.
2. El precio del componente, experimentándose en este, un índice de ponderación que permita darle el verdadero valor a la pieza.
3. El coeficiente de reserva en almacén.
4. Factor de repetición de la pieza en la máquina.
5. Seguridad estadística de reaprovisionamiento.

Estos factores se formulan de la siguiente forma:

$$\text{Módulo de piezas de repuesto} = I_c \cdot P \cdot K_r \cdot R_n \cdot S$$

Donde:

Ic: Índice de consumo

P: Precio ponderado

Kr: Coeficiente de reserva

Rn: Factor de repetición

S: Seguridad estadística de reaprovisionamiento fundamentalmente 0,90 (90%) para las organizaciones (empresas) explotadoras del equipo.

En el caso de P a través de la ponderación, se establecen cinco intervalos que, son:

Índice de ponderación	
0.10	Cuando el precio unitario de la pieza es menor de 5 pesos (moneda país).
0.15	De 5 a 20 pesos.
0.20	De 21 a 40 pesos.
0.40	De 41 a 70 pesos.
0.50	De 71 a 100 pesos.
0.80	Más de 100 pesos.

El coeficiente de reserva Kr de 1 a 1,7 se establece con el valor 1- 1,3 para aquellas de menor consumo; las más críticas llegan a ser valoradas entre 1,4 y 1,7 por ser las de mayor valor y consumo. Ejemplo:

motores, componentes de sistemas hidráulicos, tornillería, engranes, etc.

Sin dudas, el poder aportar una ecuación integradora para el cálculo del módulo, implica realizar un aporte modesto al estudio de la fiabilidad pues, como propiedad compleja de la máquina, no se puede obviar el aseguramiento técnico-material y la capacitación técnica, la práctica ha demostrado que no siempre se cuentan con los controles, la conciencia y la convicción de que el aspecto económico, en ocasiones, es decisivo en la toma de una determinación sobre lo que se debe priorizar para la mejor salud de una entidad. Por lo tanto estamos abogando por la aplicación de un enfoque reingenieril en las tareas sustantivas del fiabilidad-mantenimiento-calidad.

La reingeniería como cambio renovador de misiones y expectativas conlleva un importante viraje en la cultura de la organización, y exige que los empleados asuman el compromiso de trabajar para sus clientes con una actitud integradora de los procesos de su entidad, borrando los formalismos de las cadenas de mando en ocasiones obsoletas y carentes de criterios técnico-económicos sustentables para los cambios de un mundo innovativo y pertinentemente más globalizado.

La reingeniería, al transformar los procesos, libera tiempos de los directivos para que estos, además de su superación, puedan ayudar a sus subordinados a realizar un trabajo más útil y competitivo. Los directivos en una empresa rediseñada necesitan sólidas habilidades comunicativas y convertirse con su ejemplo y superación en un asesor de esta, que pueda suministrar recursos, orientar y brindar respuestas adecuadas y abarcadoras así como velar por el desarrollo profesional de sus subordinados.

Al hablar de indicadores técnico-económicos, no se puede desestimar el papel que representa la información como premisa esta debe poseer una estabilidad y

sistematicidad mayor que las funciones, procesos o actividades. La organización de estos datos no es arbitraria sino que responde a un sólido criterio de afinidad entre datos que conforman una categoría o conjunto, entidades, sujetos o eventos que tienen una existencia continua y constituye la infraestructura de información básica de la organización.

La estrategia orientada a la toma de los datos de la gestión del mantenimiento define el modelo de la organización independiente de la tecnología que posee, pues lo más importante en este caso es procesar la información y llegar a una adecuada y certera toma de decisión. Periódicamente se deben examinar los planes de la organización (empresa) ya que los cambios en las estrategias pueden modificar funciones, lo cual debe reflejarse en el modelo calidad diseñada.

Sobre este particular, se infiere que toda organización como objeto particular posee una estructura organizacional

de mantenimiento que, como proceso, presenta una autonomía relativa, gestión de personal y recursos asignados por lo que debe garantizar, a la vez, un modelo de calidad que responde al modelo general de calidad de la empresa.

En la figura 1 se presenta el modelo de calidad diseñado para el proceso de gestión del mantenimiento en incidencia directa con la pertinencia e impacto de la organización en la sociedad, la información disponible, recogida del comportamiento de las máquinas y equipos garantizan no solo la previsión de fallos, sino la previsión de recursos materiales y financieros con vistas a establecer los futuros planes de mantenimiento y reparaciones, que permitan con esto la toma de decisiones gerenciales que van desde la reposición de máquinas y equipos, compra de insumos hasta la ejecución de nuevas inversiones. El sistema de información necesaria contempla los aspectos recogidos en la figura 2.

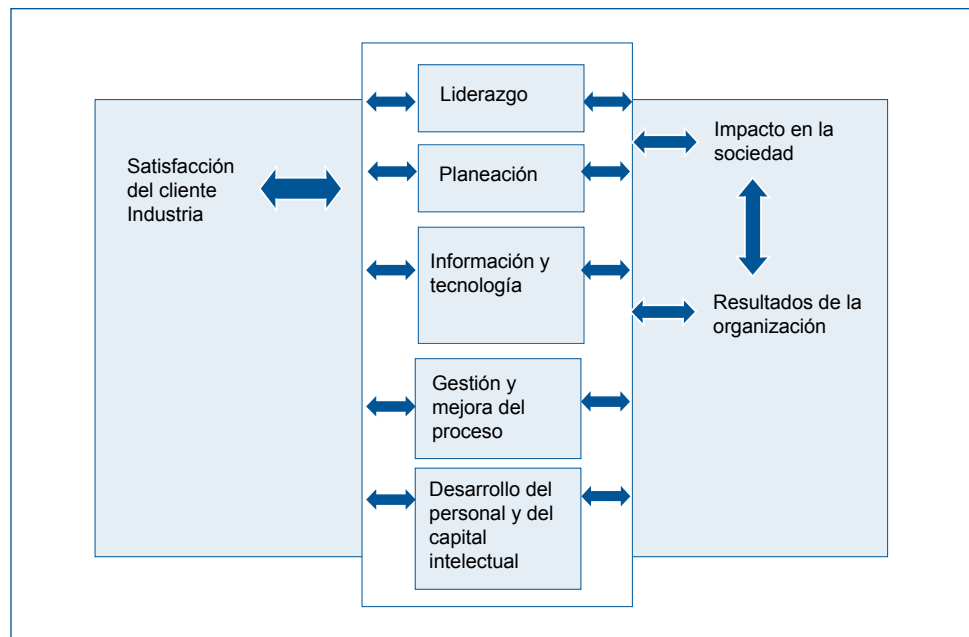


Figura 1. Modelo de calidad en la gestión del mantenimiento

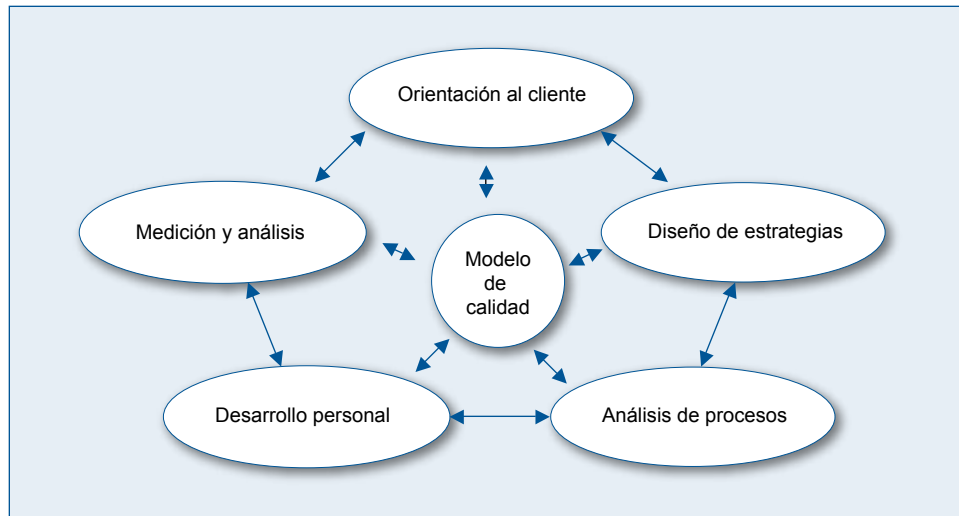


Figura 2. Información determinante en el modelo de calidad

El valor más importante que le observamos al trabajo es su incidencia social dirigido a los técnicos y directivos empresariales, el modelo de calidad presentado no es cosa del azar sino la necesidad de tener un patrón de conducta para la potenciación del Mantenimiento como elemento sinérgico de la trama empresarial.

Los procedimientos establecidos en el modelo de calidad refleja la aspiración de una política concreta, que basada en la práctica circunstancial, dinámica y de perfeccionamiento continuo permiten elevar el papel determinante y sinérgico de la organización respecto a la gestión del mantenimiento, por tanto se propone que el modelo este diseñado a partir de diferentes factores que implican decisiones gerenciales como son:

1. Satisfacción del cliente.
2. Calidad en el servicio.
3. Calidad y armonía en el trabajo.
4. Comunicación organizacional.
5. Uso eficiente de los recursos.
6. Respeto al entorno y a las políticas medioambientales.
7. Mejora continua y diseño de procesos de reingeniería.

Análisis del efecto económico y social

El trabajo que se presenta obedece al estudio desarrollado durante varios años en

la temática del mantenimiento y fiabilidad y que se perfila hoy a partir de los nuevos enfoques económicos y de la Reingeniería; el mantenimiento como proceso no está exento de estos acontecimientos donde se impone en el mercado internacional, y en el nacional ocurrirá así que los indicadores de competitividad se correspondan con una eficiencia marcada por la actitud del equipo a ser reparado y adecuado al mantenimiento con alta fiabilidad estructural segura y en el menor tiempo posible se le restituya la capacidad de trabajo con una garantía de repuestos a la mano de todos los implicados, si no se logra esto como sistema, cuán alejado estamos del concepto de máquina, equipo y piezas sostenibles para el mercado social, los aportes del trabajo se enmarcan en este criterio, el mantenimiento es sustentable en la medida en que se observe y trate como integrador de aspectos económicos, técnico y gerenciales.

El valor más importante que le observamos al trabajo es su incidencia social dirigido a los técnicos y directivos empresariales, el modelo de calidad presentado no es cosa del azar sino la necesidad de tener un patrón de conducta para la potenciación del

Mantenimiento como elemento sinérgico de la trama empresarial.

Conclusiones y recomendaciones

Resulta necesario e interesante estudiar el comportamiento de las máquinas y equipos durante la etapa de explotación observando la efectividad de las actividades de mantenimiento, a partir de las repuestas de ese comportamiento calcular los índices de fiabilidad y técnicos-económicos, llegando a conclusiones importantes acerca de mejorar y perfeccionar la política y gestión del proceso del mantenimiento en su conjunto.

Sin duda el establecimiento de un modelo de calidad para la gestión del mantenimiento contribuye a elaborar la eficiencia y credibilidad del proceso de aseguramiento de esta actividad y su influencia en la toma de decisiones gerenciales.

La actividad de mantenimiento no se puede ver aislada de los demás procesos sustanciales de la organización: todo

cambio en la política gerencial influye en un cambio necesario de la gestión del mantenimiento.

Bibliografía

- Franken, P y Col. Fiabilidad y mantenimiento técnico. Enfoque matemático. Editorial Mir. Moscú URSS-1988.
- Gota. IHLE. Conferencias sobre Fiabilidad de máquinas agrícolas. Holguín, Cuba, 1988.
- Ibarra-Emir. Nociones de fiabilidad. Editorial Maryman. Buenos Aires. Argentina, 1986.
- Parra Escalona, Yunia. Determinación de los índices de consumo de piezas de repuesto. Aplicación del método de Emir Ibarra. Trabajo de Diploma. UHo. Julio 2002.
- Ramírez Nelson. El mantenimiento técnico y su incidencia en la fiabilidad, para la etapa de explotación. Trabajo de Diploma. UHo, Julio 2005.
- Zaldívar S., Mario. Apuntes básicos para un libro de texto sobre el mantenimiento técnico y fiabilidad. UHo, Enero 2004.
- Zaldívar S., Mario. El mantenimiento predictivo, vía para la dirección de la fiabilidad de las máquinas agrícolas. Revista Tecnología en marcha. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Vol 16-3. 2003.