

# ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO

Pedro Cárdenas Díaz  
Capitán de Fragata

## Introducción.

El propósito de este artículo es presentar una retrospectiva y una prospectiva de la función de mantenimiento desde el punto de vista de la administración, que sirva como una contribución en la elaboración de políticas de alistamiento del material. Para tal efecto, se pretende destacar la evolución del pensamiento administrativo y el desarrollo del concepto proceso en una organización, los cuales plantean un enfoque diferente que se intenta aplicarlo a la gestión de mantenimiento.

Los cambios que se producen en la ciencia de la administración y en la aplicación de técnicas al material tienen su origen en la evolución tecnológica; por tanto, se estima necesario como requisito previo y exigencia permanente, valorar la dimensión de esta evolución, porque ella representa la variable más importante en el análisis del mantenimiento.

El acelerado impacto de la tecnología en la actividad humana, desde una perspectiva global, lo expresa Toffler ingeniosamente: "Si dividiéramos los 50.000 años de nuestra existencia en ciclos de 62 años, se pueden contabilizar 800 ciclos. De éstos, 650 el hombre vivió en cavernas, solamente en los últimos 70 ciclos se usa la escritura como un medio de comunicación, hace 6 ciclos que se conocieron las letras impresas, sólo hace 4 ciclos que se mide el tiempo con precisión; en los 2 últimos se ha usado el motor eléctrico y sólo en el último ciclo se han desarrollado todos los bienes materiales que hoy día empleamos".<sup>1</sup>

La tecnología es un recurso que implica innovar o materializar ideas creativas que puedan

ser llevadas a la práctica con la suficiente difusión para que sus resultados sean incorporados a la organización, cumpliendo los procedimientos y utilizando las técnicas que aseguren su empleo. Sin embargo, existe un riesgo al innovar, que ocurre a menudo cuando se realizan únicamente experimentos que no llegan nunca a concretar un aporte real a la organización. Para evitar tal riesgo, se debe enfrentar el desafío: conocer, aplicar y dominar la tecnología disponible; en términos prácticos, significa mantener el material en su estado operacional de diseño. En la medida que los equipos cumplan su función, es factible pensar en innovar y avanzar hacia un futuro desarrollo; la alternativa es vivir restaurando sin conocer las efectivas capacidades del material.

El mantenimiento, por tanto, tiene un doble valor, porque además de cumplir su papel fundamental de garantizar el funcionamiento del material, es una herramienta eficaz para impulsar la tecnología, que en el mantenimiento significa: mejorar la calidad y seguridad de las operaciones y reducir sus costos. Una alta calidad de mantenimiento rompe el círculo negativo que se produce cuando la atención está centrada en el presente y pasado, lo que trae como consecuencia efectuar una deficiente prevención y aplicar sólo paliativos que se traducen en aumentos de problemas; esto último demanda permanentes esfuerzos en "apagar incendios", cuya respuesta significa centrar la atención en el presente y pasado, iniciándose nuevamente el ciclo.

Un pronóstico simple afirma que el futuro depara desafíos superiores y los cambios sucederán con mayor frecuencia. Evitar el planeamiento para enfrentar los cambios o declinar aprender del

<sup>1</sup> Toffler A., "Future Shock". N. York, 1970.

pasado para no repetir los errores, es una carta segura para inmovilizar una organización. La adopción o implantación de nuevas nociones administrativas derivadas del análisis, del diagnóstico, de la evaluación o planificación y aplicadas a la propia organización, constituyen una necesidad, sobre todo cuando están en juego recursos valiosos o los objetivos tienen un alto precio.

Administrar adecuadamente el mantenimiento implica conocer la tecnología disponible, utilizarla y transferirla a la institución orgánicamente. En la medida que se mantengan los niveles de diseño del material, existen opciones para enfrentar el futuro y los cambios, y avanzar hacia un nuevo desafío tecnológico. Significa construir un círculo positivo que se inicia cuando hay tiempo para estudiar mejoras e innovaciones que se apliquen a los sistemas en funcionamiento, los cuales reducirán los problemas y aumentarán el tiempo disponible para pensar en el futuro y, en consecuencia, iniciar el ciclo de nuevo, y estudiar mejoras e innovaciones.

### Administración.

La administración como ciencia social que busca explicar los fenómenos que ocurren en una organización a través del método científico, no goza de la característica de una disciplina exacta, donde una regla se aplica al problema y ésta acierta una solución inmediata. En consecuencia, la respuesta al problema de administración es compleja y sus efectos se evalúan con el tiempo, porque la solución está en permanente evolución, en la medida que el hombre va incorporando la tecnología y éste encuentre nuevas herramientas para dar un enfoque que comprenda cómo optimizar sus recursos y maximizar sus resultados.

Desde Taylor, que aplicó la relación hombre-máquina para optimizar el uso de la mano de obra en los estudios de tiempo y movimiento de un trabajo, y Fayoll, que clasificó las actividades de una administración y definió los 14 principios clásicos, son muchos los exponentes que han contribuido a desarrollar la administración como ciencia hasta hoy día, cuando está prevaleciendo el enfoque de calidad total, que integra diferentes herramientas y aplica un análisis global a la organización para optimizar los resultados.

Para observar hasta donde han evolucionado las teorías administrativas, es necesario recapitular. Escogiendo, a modo de ilustración, el

desarrollo que han tenido el concepto de asignación de las responsabilidades, como asimismo, la variedad de formas de organización, quedan en evidencia los distintos cambios de enfoque que han ocurrido en la administración.

Las primeras teorías sobre la administración se caracterizaron, entre otros aspectos, porque identificaron el éxito de la gestión administrativa solamente en la dirección. Se asumía que una cabeza sobresaliente en la organización era suficiente para asegurar los triunfos, pero fue con el enfoque sistémico, que ubica a la organización en un medio determinado e interrelaciona los componentes de la administración con el objetivo final, que se estableció el progresivo avance sobre la asignación de las responsabilidades en la gestión administrativa, que ha ido paulatinamente comprometiendo a toda la organización. El resultado ya no depende exclusivamente de la autoridad. Los objetivos que la autoridad recibe como una condición impuesta, también inciden en el resultado.

Cuando apareció el concepto de la organización por objetivo, la responsabilidad completa ya no permaneció sólo en el administrador, quien debe motivar a sus subalternos haciéndolos participar en las tareas de planificación, midiendo sus resultados a través de un método de realimentación; ahora, cada miembro debía además plantearse sus objetivos personales en función de la organización y luchar por cumplirlos. Más adelante, la teoría de decisiones, enfatizando el proceso como una cadena de decisiones para evaluar las alternativas que se producen cuando hay incertidumbre, incorporó niveles en la organización con responsabilidades específicas. Posteriormente, el concepto de control de gestión estableció unidades independientes para evaluar resultados, gastos y logros, de acuerdo a sus decisiones; con ello extendió aún más las responsabilidades al interior de la organización.

Actualmente, no se concibe que los miembros de la organización sólo esperen órdenes para ejecutar su trabajo; la autoridad es responsable de dirigir, de ejercer el liderazgo, de proporcionar medios, pero cada miembro tiene responsabilidades que cumplir, tiene ingenio que aportar y aspiraciones que satisfacer. Usualmente hoy día, se reconocen las deficiencias en la organización como fallas de internalización del personal; es decir, falta de compromiso con los objetivos finales. La organización funciona bien cuando todos

están comprometidos con el resultado. El trabajo es una actividad vital para cada hombre; su aporte a la organización pasa por la realización de sentirse útil, reconocido y participe del resultado. Hoy día la administración, reconociendo tal postulado, lo incorpora explotando los factores motivadores y neutralizando los insatisfactores que afecten al personal.

Este último aspecto también ha incidido en la determinación de las formas de organización, porque tampoco la mejor estructura u organigrama para ordenar las actividades dentro de una organización es determinante, si no existe coincidencia de objetivo en todo sus integrantes, desde la cabeza hasta el último miembro. El administrador sólo podrá organizarlos si contempla el anhelo personal de cada miembro, en términos de darles coherencia con el objetivo final de la empresa.

En la evolución de las formas de organización, inicialmente se privilegió potenciar la unidad de dirección, que centralizaba, planificaba y controlaba todas las actividades de la organización; sólo se descentralizaba la ejecución. Este criterio fue cediendo paso a la necesidad de racionalizar el tamaño de la unidad de dirección, creando órganos de apoyo administrativo y de apoyo técnico, pero existiendo una fuerte centralización del control sobre las actividades productivas. Más tarde, el concepto de departamentalización hizo necesario distribuir la supervisión en niveles, dependiendo de la cantidad de personas que se controlaban. Las organizaciones crecieron verticalmente y obviamente la comunicación interna se hizo más difícil, porque la cabeza se alejó de los pies. Se intentó establecer grupos de tareas más funcionales.

Las organizaciones balanceadas fueron la respuesta al problema anterior. Mintzberg postuló una relación analógica con respecto al cuerpo humano, donde los órganos centrales, mantienen el control, alimentan la dirección, la cabeza, y se sostienen en los pies, sus ejecutores. Si no hay proporcionalidad orgánica, el sistema no funciona adecuadamente. La analogía con la familia, donde el padre y la madre son la unidad de dirección, también se postuló como criterio de organización, la que se denominó organización matricial. Las estructuras se cuadraron, la dirección se separó por funciones, supervisando a través de dos frentes. Finalmente, la teoría del flujo de trabajo aportó el criterio de organizar los procesos y, pese

a que complicó las estructuras, dio un paso importante en la transición para encontrar nuevas relaciones de organización.

El aporte más significativo es producto de la consolidación de la economía sobre el principio del mercado. Este, como agente regulador de precios, donde familias y empresas intercambian recursos y bienes, también ha propiciado la utilización del concepto de competencia en los análisis de la organización. Cuando cada miembro de la organización tiene una responsabilidad al interior de ésta, se puede considerar que su responsabilidad representa un servicio para otro miembro, al que se denomina cliente interno; del mismo modo, las responsabilidades de los otros miembros de la organización, cuando participan en la responsabilidad de un tercero, constituyen un servicio que se representa con la función de proveedor, pues satisface un requerimiento. De esta forma, la organización se transforma en una competencia por servir más plenamente a cada miembro (cliente interno) y exigir que el otro (proveedor interno) cumpla con mayor celo sus responsabilidades. Ahora son los procesos los que deben producir los resultados; por tanto, las estructuras ya no hacen énfasis en las relaciones verticales, sino en las horizontales, aplanándose la organización. Asimismo, cuando las deficiencias en los proveedores internos quedan de manifiesto, aparece la alternativa de utilizar proveedores externos para cumplir dicho papel; las ventajas comparativas decidirán.

Este último enfoque cobra vital importancia en la función de mantenimiento, que debe entenderse como un proceso que demanda una alta integración de responsabilidades para lograr un eficiente resultado. La función de mantenimiento debe comprometer a toda la organización; una buena administración debe constituir un desafío para cada miembro. Con este enfoque integral se puede aplicar hoy día una nueva estrategia para administrar la función de mantenimiento.

Las empresas mayoritariamente tienden a administrar recursos con bajos costos, reducido capital de trabajo e inversiones limitadas. Sin embargo, las instituciones se caracterizan porque sus recursos son representados por grandes activos fijos y financian con un alto costo su capital de trabajo; lo anterior, sumado a los elevados gastos de operación, constituye la razón fundamental para dimensionar y valorar la aplicación



de una eficiente administración en la función de mantenimiento.

## Mantenimiento.

La función de mantenimiento en las organizaciones militares se relaciona con la logística, porque ella constituye uno de sus elementos funcionales. Sin desconocer que en la planificación de guerra es mandatorio cumplir con los procedimientos que organizan la logística y definen las tareas de mantenimiento en una operación, en tiempo de paz el mantenimiento es una tarea permanente que se administra empleando las herramientas propias de una ciencia dinámica que utiliza leyes, variables y métodos técnicos, con el objeto de maximizar la seguridad o garantía y minimizar los costos de operación.

Las primeras actividades de mantenimiento que se aplicaron fueron para administrar la reparación del material; el debate técnico se centraba entre volver a construir o reparar lo fallado. Los astilleros preferían fabricar antes que reparar. Fue el desarrollo del submarino nuclear en la década del 50 el que aportó el concepto ciclos de vida para el material; junto a ello, la noción del mantenimiento preventivo, desarrollado por la aeronáutica, forjó la idea de planificar una recuperación, ejecutar un análisis de fallas y evaluar la reparación de piezas.

Los arsenales, órganos de administración del material, provistos con enormes cantidades de pertrechos y talleres de reparaciones, fueron el comienzo de la evolución de la organización del mantenimiento. Del monopolio del material se dio paso a la distribución de funciones; distintos órganos asumen diversas responsabilidades; el almacenamiento de material es una actividad, la reparación es otra, así se inició la construcción de caminos independientes. Era la etapa de la organización con énfasis en establecer procedimientos. El buque también asume orgánicamente su cuota de responsabilidad para el mantenimiento y el abastecimiento, es responsable de ejecutar tareas hasta un determinado grado de profundidad en establecidas frecuencias y almacenar en pañoles las partes que en dichas tareas utilizan; también se aplica el concepto de reparación por reposición. Los recursos comenzaban a gravitar en la actividad y la aplicación de técnicas de planificación fue la respuesta administrativa.

Más adelante, el diagnóstico dio paso a la flexibilización de los parámetros de planificación de

ciclos. Los esfuerzos se reorientan para desarrollar diversos tipos de inspecciones y evaluar métodos en pruebas de banco con el fin de reducir costos de recuperación. Sólo se ejecutaría mantenimiento a los equipos que un fundamento técnico lo avalara. Más tarde se estudiaron los parámetros de operación, desarrollándose el análisis de las tendencias o monitoreo del comportamiento operacional del equipo, lo que posteriormente permitió utilizar modelos de simulación para reducir la incertidumbre y pronosticar las fallas. El resultado es que hoy en día se progresa en incorporar el concepto de auto test, que realiza el diagnóstico automáticamente, procesando parámetros de confiabilidad e indicando la mejor oportunidad de ejecutar el mantenimiento.

En la evolución antes descrita, no son ajenas al desarrollo tecnológico las técnicas de sistemas digitales que han invadido prácticamente todos los campos, mejorando la supervisión, la representación y el registro de la operación de los equipos, información fundamental para ejecutar el mantenimiento. Pero, a pesar que se ha avanzado y se conoce con mejor certeza el comportamiento del equipo y pronósticos de fallas y se dispone de más herramientas de evaluación y reparación, la evolución de la administración del mantenimiento no alcanza una posición equivalente; aún persisten criterios que la consideran una función secundaria, de apoyo y tratan sus problemas desde una perspectiva técnica, buscando la solución en las estructuras.

Actualmente el mantenimiento se debe analizar con un enfoque global que no se restringe exclusivamente a la actividad de reparar o sostener el funcionamiento del material, hoy día es necesario identificar y evaluar técnicamente las variables que afectan los resultados o participan en su ejecución. La infraestructura, el personal, la documentación técnica, herramientas y los repuestos, no pueden administrarse separadamente, porque todos son parte del mismo proceso; con ellos, en conjunto, se puede establecer un diagnóstico completo sobre las actividades que definen la función de mantenimiento, tales como control de material, niveles de mantenimiento, sistemas de compras, instrucción de personal, planificación de operaciones, bases de mantenimiento, control de calidad, reingeniería, producción de talleres, etc.

El diagrama de Ishikawa, herramienta de representación visual para ordenar familias de ideas

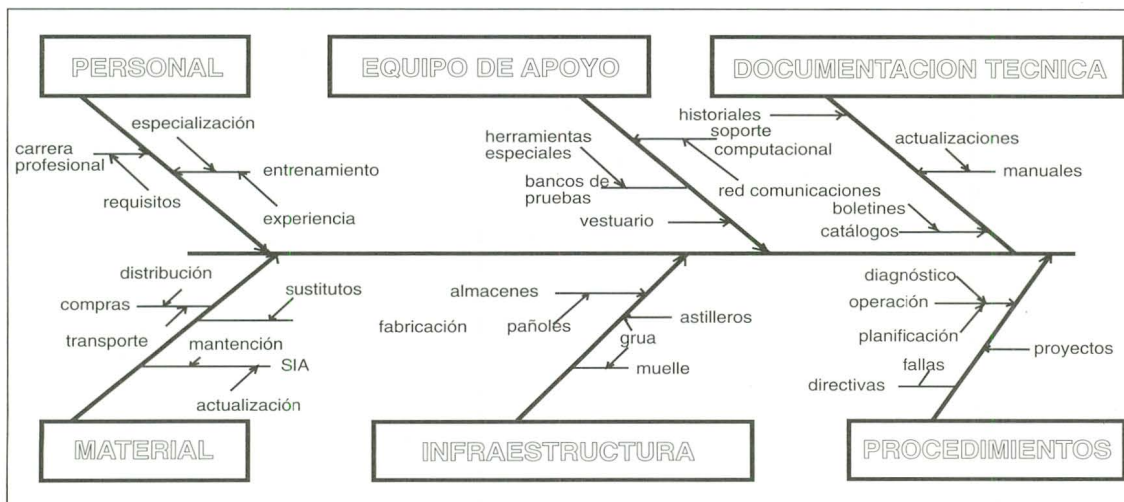


Figura 1  
Factores de Mantenimiento (diagrama de Ishikawa)

o factores, aplicado a la función de mantenimiento, permite observar los factores que intervienen en el proceso, y cómo éstos, a su vez, también son afectados por diversos componentes que influyen en la gestión. Fig. 1

\*\*\*

A continuación se exponen algunos efectos significativos que tienen los factores en el proceso de mantenimiento, con el fin de promover un análisis global de la gestión que contribuya a su mejor administración.

### Factor Materiales.

Por mucho tiempo se ha considerado que el método de control del material es el punto de partida para establecer la organización del mantenimiento, definiéndose por lo general, que la responsabilidad del material establece una relación directa con la mantención. De esta forma, la organización del material organiza indirectamente el mantenimiento. Sin embargo, hoy día, es el mantenimiento el que compromete a la organización del material.

Si se observa el desarrollo de la organización del material, se constata que hay variadas formas de organizarlo y todas ellas comprometen al mantenimiento. Cuando el material se organiza por funcionalidad: armamentos, maquinarias, mobiliario, transportes, tiene la desventaja de no reconocer áreas de materiales inventariables comunes que son administradas por parcelas inde-

pendientes; por ejemplo: un motor eléctrico que cumple funciones en parcelas diferentes, tendrá controles distintos. La optimización de este enfoque depende de la calidad de los sistemas de información. Sí, en cambio, se emplea una organización por costos de inventario, se logra reducir los gastos redundantes; sin embargo, se sacrifica control técnico sobre el material, criterio que se hace inconveniente para los inventarios de alto valor. Su mejor aplicación es compatible en organizaciones especializadas y con poca variedad de bienes. El criterio de organizar el material en base a sus características operacionales, implica organizar el material por áreas geográficas o tipos de unidades; su énfasis está en la utilización de sistemas distribuidos de control, otorgando mayor autonomía a órganos intermedios y dejando sólo la función de planificación de largo plazo con administración centralizada; su desventaja es el permanente esfuerzo por reducir acopios repetidos; del mismo modo, sacrifica control sobre las actividades cotidianas o de alta frecuencia de mantenimiento, regularmente comunes, al carecer de una supervisión normalizadora, factor significativo en las acciones de servicio corrientes, es decir, calibramientos, ajustes, lubricaciones, limpiezas, etc.

Cualquier clase de administración del material es satisfactoria en la medida que cumpla su objeto, comúnmente velar por la custodia del bien o establecer la responsabilidad civil sobre él, y acopiarlo para satisfacer su demanda; pero tales fines no pueden afectar su uso flexible, oportuno y efi-

caz para cumplir el propósito de servir al mantenimiento y operación de los sistemas. El mantenimiento y el abastecimiento están estrechamente relacionados; en el caso del abastecimiento por lotes, es evidente que afecta a su proceso la confección de repuestos, las actualizaciones permanentes que sufren los equipos y la creciente compatibilidad de sustitutos, que hacen más compleja su administración. La tendencia actual es buscar métodos que ejecuten un eficiente uso del material, disminuyendo la inversión en custodia o en controles de almacenamiento y aumentando en sistemas de informaciones ágiles y oportunos; así los costos y tiempos de transporte se reducen, los sistemas de información son más eficaces, las comunicaciones son más expeditas y las transacciones comerciales son más rápidas; todo sugiere operar con menores stocks de material y mayores alternativas de abastecimientos.

En una primera aproximación, al revisar los requerimientos del mantenimiento desde la perspectiva de la administración del material, sobresale el asunto de su clasificación, en términos de considerar nuevos parámetros de control. La alternativa de comprar, fabricar, sustituir, tiene que estar contemplada en el sistema de información, incluyendo los respectivos costos asociados y plazos de entrega y la comprobación del funcionamiento de los repuestos que deben procesarse como parte de la retroalimentación del sistema, único método para no repetir los errores. El factor material y, en particular su clasificación, requiere una administración flexible, lo que ayer era un bien inventariable, mañana será un elemento desechable; lo que demandaba un control como inventario fijo unitario puede constituirse en un elemento rotatable masivo; asimismo, los precios de los elementos también fluctúan; suben cuando se vuelven escasos o bajan cuando se masifica su producción. Consecuentemente, es razonable reestudiar la clasificación del material y, si es conveniente agruparlo con nuevos criterios seleccionados según un método que asegure el cumplimiento de las exigencias de mantenimiento.

### **Factor Documentación Técnica.**

Documentación Técnica se denomina a la información relacionada con el material que emite tanto el fabricante o constructor, como el operador o mantenedor, factor que constituye un

natural sistema de informaciones cuya omisión en un plan de mantenimiento puede llegar a significar un alto costo, porque existe una alta probabilidad de error si se ejecuta un mantenimiento indocumentado; asimismo, implica un alto riesgo, al comprometerse la seguridad del personal y material. Los manuales de operación, los manuales de mantenimiento, las cartas con árboles de falla, los catálogos de partes, los planos, croquis, etc. son algunos de los elementos que debe incluir este sistema. Su administración demanda, además, cumplir con un proceso de actualización constante, a fin de poner al día los datos que los fabricantes emiten para optimizar su producto, que en conjunto con la actualización de la información que genera el propio usuario, tales como informes técnicos, historiales, protocolos de pruebas y registros de datos de operación, permiten planificar, ejecutar y supervisar una acción de mantenimiento.

La documentación técnica es un elemento que ha ido adquiriendo importancia en la mantención. Con el transcurso del tiempo, las interacciones entre el fabricante y el operador han aumentado paulatinamente, ya sea porque este último ha aceptado una dependencia voluntaria u obligatoria, o porque el fabricante ha desarrollado una estrategia de servicio al cliente, con el interés de mantener una asistencia con una profusa difusión. Cualquiera sea la causa, hay un mayor volumen de información que debe recepcionarse, procesarse y analizarse por un órgano técnico y distribuirse con la opinión pertinente para que pueda ser utilizada por los operadores. A su vez, cada operador o mantenedor debe cumplir las disposiciones que contienen tales documentos. Normalmente son indicaciones sobre experiencias de fallas, modificaciones para mejorar la seguridad o garantía de los equipos, nuevos datos de catalogamiento de repuestos, progresos en prácticas de operación, normas de servicios, etc. En la industria aeronáutica estos documentos son empleados rutinariamente y se les reconoce como boletines de servicio o cartas informativas.

El complemento más importante en este sistema de informaciones es el almacenamiento y registro de los datos históricos que cada equipo va generando a lo largo de su vida útil. La veracidad, oportunidad y coherencia de esta información, son requisitos indispensables, pese a que no siempre se vela por el cumplimiento de tal obligación. Para asegurar este propósito, hay organizaciones que contemplan preparar personal cali-

ficado o especializado con el fin de administrar esta actividad -mantener historiales- y lograr así, contribuir efectivamente a la ejecución del mantenimiento. Si se incluye además en esta administración, el manejo de la documentación técnica que permanentemente está actualizando el servicio de post-venta del fabricante, se obtendrá el máximo beneficio.

La documentación técnica actualmente amerita una administración que vaya más allá de cumplir el acostumbrado propósito de poner en marcha por primera vez un equipo o hacer instrucción a personal inexperto. Hoy día, y más en el futuro, son mayores las necesidades de comunicarse y procesar información de modo sistemático para apoyar el proceso de toma de decisiones en el mantenimiento.

### **Factor Equipo de Apoyo.**

Este factor corresponde a lo medios físicos que permiten ejecutar el mantenimiento; incluye apoyo computacional, herramientas especiales, bancos de prueba, equipo de protección personal y dispositivos especiales, que normalmente el fabricante recomienda o exige para cumplir con determinadas acciones de mantenimiento; su disponibilidad comúnmente determina la capacidad para reacondicionar un determinado equipo.

Este factor no implica un inventario extenso, pero en general sus costos son elevados y su comercializado emplea condiciones especiales. Tales facilidades importan la autosuficiencia o independencia del operador o mantenedor, que no siempre es de fácil obtención cuando involucra una tecnología altamente desarrollada por el fabricante. Como su empleo condiciona el proceso de mantenimiento, el esfuerzo debe orientarse no sólo a proveer un servicio independiente que optimice la distribución y utilización de los equipos de apoyo, sino también considere que este factor es parte integral del resto y por lo tanto, debe existir una concordancia con la disponibilidad de materiales, con el personal entrenado y los requerimientos de infraestructura, a fin de ejecutar un trabajo de calidad.

Hasta hace algún tiempo era factible, con cierta facilidad, reproducir o construir artesanalmente bancos, herramientas especiales o dispositivos de prueba; pero, actualmente, la aplicación de sistemas de circuitos integrados, programación lógica digital y programas de aplica-

ción -software- desarrollados masivamente en los bancos de pruebas, aconsejan orientar los esfuerzos de instrucción a dominar estas técnicas para mantener la capacidad de sustituir y progresar vía desarrollo local.

Otro aspecto que ha comenzado a modificar el escenario en este campo, es la lenta expansión de empresas dedicadas a prestar servicios de mantenimiento a través de apoyos específicos. Actualmente, en el mercado se venden servicios de diagnóstico, de control de calidad, desarrollo de herramientas computacionales para administración de material o documentación, todas las cuales representan una alternativa válida frente al proveedor interno. La decisión de empleo de estos servicios requiere de un análisis que evalúe la dependencia y sus costos asociados e identifique las ventajas para el proceso; contratos administrados con las correspondientes protecciones de seguridad y fiel cumplimiento son factible de adoptar, como ya sucede en países desarrollados, donde la ejecución de trabajos de nivel overhaul o depósito, vía propuesta, se adjudican a la industria privada.

### **Factor Infraestructura.**

La infraestructura es la capacidad de sostenimiento básico que se requiere para ejecutar un trabajo de envergadura: almacenes para acopiar equipos de recambio, muelles, talleres, varaderos, medios de suministros para dar servicios o para sustituir la maquinaria de a bordo, representan a este factor. Sin infraestructura es imposible realizar una reparación o recambio de un equipo mayor; pese a que se considera normalmente las capacidades de los astilleros como la única infraestructura de mantenimiento, las facilidades de servicios habituales también constituyen una capacidad de infraestructura que, dotada y abastecida en calidad y cantidad de medios y suministros, como grúas, poder eléctrico, agua, aire y vapor en los muelles, puede acometer con éxito una empresa de mantenimiento mayor.

Para que la infraestructura cumpla su propósito de satisfacer las necesidades en el proceso de mantenimiento, los pañoles, los enlaces de comunicaciones, el transporte, los muelles, y en general todas las facilidades, deben administrarse con una perspectiva integral que optimice su explotación en conjunto. Este requisito requiere una estricta coordinación, porque los requerimientos comúnmente son simultáneos; la

falencia de sólo una facilidad para cumplir con un programa de mantenimiento, puede significar pérdidas ociosas para las restantes.

Afortunadamente, la tendencia del desarrollo de estos recursos expresan una evolución positiva. Ayer dominaba el concepto de infraestructura especializada, el empleo de medios con dedicación exclusiva y facilidades de propósitos específicos; hoy día, sacrificándose privilegios, se emplean sistemas multidisciplinarios o multipropósitos; a modo de ejemplo, los talleres modernos cuentan con más capacidades y ejecutan mayor variedad de trabajos, con lo cual se logra optimizar el personal y la propia infraestructura. Lo anterior no debe confundirse con simplificación; no obstante tal característica de multiplicidad los futuros desarrollos demandan infraestructura con mayor tecnología y los equipos incorporan mayor grado de complejidad, precisión y sofisticación.

Otra tendencia que se observa, es el desarrollo de facilidades móviles, que a través de equipamiento portátil y autónomo, apoyan las tareas de mantenimiento en el área de operaciones. Esta infraestructura, que proporciona poder eléctrico, aire, vapor, etc., no sólo cumple una función para situaciones de emergencia, sino también como el resultado de aplicar una práctica habitual de mantenimiento en bases con menores capacidades, con la ventaja que su movilidad permite programar su empleo en distintos escenarios. Por otro lado, las unidades reducen sus requerimientos de diques, al sustituir los trabajos de medición que requieran inmovilidad, por equipos portátiles que se emplean a flote.

Considerando que la infraestructura son facilidades que se especifican para una prolongada vida útil e involucran inversiones que se amortizan en el largo plazo, su desarrollo debe administrarse a través de proyectos que incluyan un análisis tecnológico que evalúe el impacto de la nueva infraestructura con respecto a las tendencias y progresos del material. A modo de ilustración, el soporte computacional, las redes de comunicaciones y los elementos que proveen conectividad entre diferentes sistemas de información, que son actualmente necesidades inmediatas para apoyar un sistema de administración de mantenimiento, deben responder a un programa global que incluya desde los astilleros comprometidos hasta el último pañol de repuestos, porque las tendencias sugieren emplear sistemas integrados de información.

## Factor Personal.

El personal, piedra angular de cualquier sistema, plantea la mayor preocupación; significa tener presente que las decisiones, exclusividad del ser humano, tienen efectos concluyentes en el resultado final de una planificación o ejecución de un trabajo de mantenimiento. Cuando una apreciación errónea fluye a través de una cadena integrada por personas, la consecuente resolución puede llegar a tener efectos catastróficos, si oportunamente no se toman las decisiones apropiadas para corregir la falla. Por tanto, una primera cuestión es asegurar la calificación del personal para participar en las diferentes actividades; es decir, que reciba: instrucción, entrenamiento y habilitación. Lo segundo es hacerle comprender, que el mantenimiento es un proceso que compromete a todos, y en la medida que tal concepto se internalice, es factible desarrollar un nivel de alistamiento óptimo del material. La idea es que la gente reconozca las relaciones que inciden en su labor y a partir de ellas optimizar el proceso.

A pesar que la presencia humana es indispensable en cualquiera de los escenarios relacionados con el mantenimiento, sólo el personal que está dedicado exclusivamente a ejecutar labores directas de mantención es el responsable de conducir su administración; cada acción de mantención requiere de equipos de apoyo, materiales, documentación e infraestructura, y debe coordinarse por un órgano ejecutivo, quien además vele por el cumplimiento total del plan. Del mismo modo, considerando la amplitud del mantenimiento, es conveniente que el personal sea orientado y ejecute particularmente, una de las cinco actividades características: servicio, pruebas, inspección, reparación o reacondicionamiento, porque cada una responde con un patrón de proceso distinto. Es más fácil administrar independiente una actividad que simultáneamente cinco; además, es mejor cumplir bien una de ellas que ejecutar regularmente todas. En la figura 2 se exponen cuáles son estas actividades características.

En la evolución del factor personal se destaca la relación del binomio operador-mantenedor, pues aquí se han producido cambios importantes. Antiguamente, el operador familiarizado con el equipo podía cumplir ciertas tareas de mantención; del mismo modo, el mantenedor también era un potencial operador; la pequeña diferencia la producía el entrenamiento. Hoy día, es precisa-



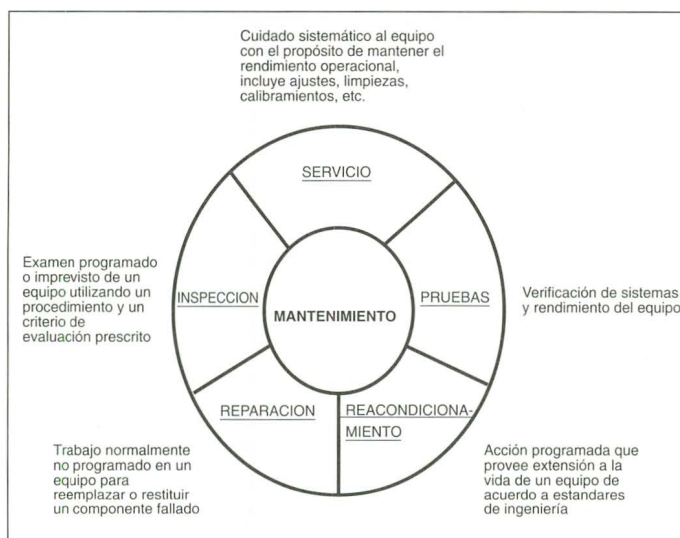


Figura 2  
Actividades características del mantenimiento<sup>2</sup>

mente el entrenamiento, que hace imposible una compatibilidad quien produce la gran diferencia. A medida que la tecnología se incorpora, los equipos van sustituyendo personas; por tanto, ahora sólo un operador ejecuta funciones que ayer las efectuaban varios; por otra parte, la simplificación en la operación asistida por sistemas de control automático, ha complicado el diseño de los equipos y por ende su mantenimiento, exigiendo técnicas más especializadas al personal que debe mantenerlo. Todo lo anterior hace necesario entrenar al personal permanentemente en su campo específico, produciéndose incompatibilidades si se quieren ejecutar ambas acciones exitosamente.

La planificación que establece niveles de mantenimiento para asignar tareas a los órganos ejecutores, como es, por ejemplo, las acciones de depósito al astillero y las de primer nivel al personal del buque, es un criterio que limita el desarrollo competitivo entre ellos, al privar al personal de a bordo para ejecutar un overhaul o al astillero para que ejecute una limpieza a un equipo. Un órgano ejecutor debe ser competitivo en una actividad característica, pero no por eso restringido sólo a ella. La organización y la planificación son herramientas útiles cuando conducen el desarrollo que tienen las organizaciones para mejorar su calidad y sus costos, aspecto impor-

tante para que el personal pueda aumentar sus capacidades.

Otro aspecto para destacar en el factor personal, es la importancia de la actividad característica "servicio", cuya responsabilidad recae comúnmente en los operadores. El mantenimiento de niveles, la limpieza, el ajuste final o calibramientos son servicios que es fundamental realizar de acuerdo al programa de mantención y cumplimiento de los estándares dispuestos. Esta labor implica "dar en el blanco", porque comprobar el grado de efectividad de un sistema no depende de las pruebas en banco ni de los informes de reparación; tampoco depende del entrenamiento operativo, que puede estar excelentemente logrado en acciones simuladas, sino de la sintonía de la instalación en servicio durante una operación real.

### Consideraciones Finales.

La función de mantenimiento ya no es sólo la actividad de ejecutar un programa de mantención, ahora se requiere administrar un proceso que transforma diferentes medios y recursos en un servicio de mantenimiento, cuyo objeto es realizar las acciones necesarias para llevar a un buque a sus condiciones especificadas de operación. Para cumplir esta tarea, considerando el

<sup>2</sup> Ramsey R., "Maintaining a Maritime Force", 1989.

tamaño de la organización y su constante crecimiento, no se puede esperar que todos los medios y recursos operen armónicamente cuando son conducidos o coordinados por un organismo administrador central, que sería óptimo; intentarlo significa reorganizar estructuras con el riesgo implícito de no tener la certeza que el resultado mejora la gestión; lo más probable es que exista un costo oportunidad que implique aumentar costos de operación o mayor dotación en la nueva organización. La solución que se propone es intentar cambiar las nociones de administración para comprender que el mantenimiento es un proceso dinámico que compromete a todos los organismos, haciéndolos competir para que sean un buen proveedor de servicios o se comporten como un cliente exigente cuando los reciben. Cada hombre en particular es responsable por el proceso, no sólo el que ejecuta la tarea de mantención directa sobre el material, sino también el que provee suministros, vestuario, instrucción o vigilancia; todos los factores están relacionados en el proceso.

En este proceso que importa desde el medio externo, suministros, equipos, materiales, personal y documentación, y exporta un producto, mantenimiento, necesita que durante esta conversión, se introduzcan las normas, aspiraciones y valores que rigen en la organización. Este es el factor procedimientos, que contiene un *modus vivendi* que logra transformar la eficiencia potencial desde un ambiente técnico en la eficiencia real a un ambiente social. Tales procedimientos no son exclusivamente directivas ni regulaciones, también están incluidos los elementos que le dan contenido al trabajo en sí; esto es, permitir que en cada tarea exista realización personal, responsabilidad, progreso y reconocimiento. Para lograr que el esfuerzo sea fructífero debe asegurarse un ambiente laboral higiénico y valórico, generarse los incentivos y expectativas consecuentes, como asimismo, promoverse la educación que cultiva la creatividad y el concepto de calidad en los trabajos.

Al observar el comportamiento de las tendencias en los factores recién expuestos, y cómo éstos se relacionan con el personal, sobresalen algunas falencias tales como una base teórica y un adiestramiento práctico en el manejo de la documentación técnica, a objeto de que pueda interpretarla y utilizarla, como asimismo, producirla; del mismo modo, es necesario familiarizarlo con sistemas informáticos, a objeto sean explotados eficientemente. También se debe considerar que la evolución hacia sistemas con mejor expedición en la operación pero más complejos en su mantención, demanda personal con mayor capacidad de ingenio, creatividad y análisis para escudriñar la solución de fallas.

Con relación a los procedimientos de orden externo, como las políticas, reglamentos y directivas, se puede decir que ellos están para optimizar la ejecución del proceso. Lo importante en las normas sobre ejecución de proyectos, planes de instrucción y entrenamiento, programas de mantención, informes periódicos, tareas de planificación, evaluación de diagnósticos, etc., es que contengan parámetros de medición que alimenten al administrador y al sistema para sensar el rendimiento de los trabajos o la calidad de dichos procedimientos; la alternativa de no contemplar una realimentación es generar regulaciones o protecciones que se transformarán en el corto plazo en letra muerta y en un estorbo al proceso.

Por último, es necesario observar que la evolución tecnológica tiene una tendencia hacia la automatización de la operación y por ende, un desafío para la mantención. Los sistemas serán fáciles de manejar mientras exista detrás el computador asistente, pero desde la interfase hombre-máquina hasta el diseño conceptual del equipo, hay elevados desarrollos tecnológicos que fácilmente el que mantiene es capaz de dimensionar y valorar. Por tanto, cumplir tareas de mantenimiento son una ocasión y un privilegio para sentir el avance de la técnica y la aplicación de las ciencias.

## BIBLIOGRAFIA

- Material and Logistic Management, Transportation System Consulting Corp., 1984.
- Maintenance Engineering Handbook, L. Higgins, Mc Graw Hill, New York, 1977.
- Administración de Empresas, L. Hall, EDAF. Madrid, 1979.
- Manual de Mantenimiento Industrial, L.C. Morrow, CECSA, México, 1973.
- Administración, David R. Hampton, Mc Graw Hill, México, 1989.
- Administración Moderna. Koontz O'Donnell, Mc Graw Hill, México. 1979.