

Establecimiento de los consumos de piezas de recambios

Las normas de consumo deben ser calculadas sobre bases científicas, teniendo en cuenta las características tecnológicas y explotativas de las máquinas, así como de las condiciones organizativas y materiales que conforman el consumo de recursos.

Palabras clave

Piezas, consumo, normas.

Resumen

En el presente artículo se presentan consideraciones necesarias respecto a la necesidad de prever en una empresa u organización los recambios para de manera ágil garantizar el flujo de producción o la capacidad de trabajo de los conjuntos y máquinas en sentido general. Se plantean ideas acerca de cómo presentar la formulación del cálculo de los recambios y de preceptos actuales técnico-económicos de este análisis.

Sobre este particular se abordan los elementos esenciales de tres determinantes o factores que inciden en la previsión de los recambios, como son la ineficiencia en el logro de la calidad del proceso tecnológico, el trabajo del ejecutor y la calidad con que se efectúa la reparación de los conjuntos y máquinas. Para ilustrar los efectos que sobre estos determinantes influyen en

mayor o menor magnitud, se elaboran los diagramas de Ichikawa necesarios, que se muestran sobre la base de la experiencia práctica los más significativos.

Introducción

Las normas de consumo deben ser calculadas sobre bases científicas, teniendo en cuenta las características tecnológicas y explotativas de las máquinas, así como de las condiciones organizativas y materiales que conforman el consumo de recursos.

El avance periódico de su comportamiento y la corrección de sus desviaciones en el tiempo, es la mejor prueba de su dinamismo, por lo que no se puede pensar en una norma estática sino, al contrario, en una que permita la mejor caracterización de las condiciones reales de explotación y, a la vez, de su perfeccionamiento.

La continua exigencia de la calidad de la producción, que implica un aumento del valor de uso de los productos, las materias primas y materiales, tanto para la fabricación

1 Centro de Mecanización Agropecuaria. UNAH. Habana. Cuba. Profesora Titular. Dra en Ciencias Técnicas.

2 Dr. Facultad de Ingeniería. Universidad de Holguín. Cuba. Profesor Auxiliar. Máster en Maquinaria Agrícola. Doctor en Ciencias Técnicas. Correo electrónico: mclemente@ict.uho.edu.cu

de las piezas nuevas como las recuperadas, es también una vía para lograr la progresividad de las normas de consumo.

Cuando se está ante la necesidad de determinar los módulos de piezas de recambios, surge la duda de cuál será el método correcto de determinarlo pues se conoce que una propia máquina, por la complejidad y diversos factores explotativos a los que están sometidos, hacen que no se puedan establecer con la mayor certeza y objetividad cuál es el módulo exacto para cada pieza o conjunto independiente. Por tal motivo se aplican, fundamentalmente, métodos matemáticos de pronósticos, que si bien son utilizados para otros casos, son factibles de hacerlos extensivos para este caso.

Cuando se trata el tema de establecer una estrategia dinámica del módulo de piezas para la etapa explotativa, es menester considerar por su incidencia el sistema diseñado de mantenimiento, diagnóstico y reparación. Unido a este análisis, por su trascendencia, merece señalarse la cuantía de pérdidas y mermas de los recursos materiales involucrados en estas actividades.

Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló como parte de un proyecto investigativo con las empresas agrícolas azucareras, donde el problema de la garantía de la calidad y el aseguramiento de las piezas de repuesto (en lo adelante recambios) no ha sido resuelto aún por no existir una adecuada disponibilidad de información técnica-económica. Para lograr una correcta formulación del cálculo de los recambios, además de una profunda revisión bibliográfica, se apela al método de expertos, lo que corroboran la validez de la ecuación, mediante la propuesta de factores tendientes a lograr su integralidad. A partir de métodos conocidos de la gestión de calidad integral, y haciendo uso de los diagramas causa-efecto se presentan para

los tres factores o determinantes aquellos elementos o condicionantes que influyen en la satisfacción del cliente o de la propia gerencia en la eficiencia del proceso tecnológico; el trabajo del ejecutor y la calidad de reparación de los conjuntos y máquinas. Se presenta el algoritmo de la ruta crítica del análisis de los sistemas más importantes como es el sistema-objeto y el sistema-medio en cuanto a sus relaciones particulares.

Presentación y discusión de los resultados

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. Sobre esta base, autores como Mikaelian (3) establecen una clasificación de piezas, en tres grupos como son:

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

Por otra parte, Ihle (1) plantea la división de las piezas en clases, en dependencia de la probabilidad de sobrevida (δ) y la vida útil proyectada, que determina las siguientes:

- Piezas durables
- Piezas de desgaste I
- Piezas de desgaste II
- Piezas de rápido desgaste

El establecimiento de esta clasificación es de interés, toda vez que a partir de criterios de expertos, se puede conocer y disponer de información valiosa respecto a valores de orientación, para fijar el “stop” necesario que se pueden prever en los talleres móviles, así como en los puntos de

reparación de las empresas. A pesar de los esfuerzos desarrollados en tal sentido, no se logra una adecuada organización pues existe un grupo de renglones de piezas y tornillería que son de rápido consumo y deben estar situados en los lugares más cercanos.

Es obvio que el cálculo más importante del módulo de piezas de recambio debe ser previsto para aquellas piezas de desgaste I, II y rápido desgaste, considerando conveniente la utilización de valores de orientación, pues se conoce que con frecuencia los modelos matemáticos son en extremo engorrosos.

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 la recopilación de la

información primaria la inserción de modelos matemáticos.

2. El precio del componente, experimentando 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:

I_c : Índice de consumo

P : Precio ponderado

K_r : Coeficiente de reserva

R_n : 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 K_r 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.

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.

Cuanto más rápidamente se restituye la capacidad de trabajo de la máquina, los beneficios productivos se obtienen de manera más inmediata y, por tanto, el costo por paradas disminuye.

Unido a tales precisiones se aborda que la actividad de mantenimiento y reparación se incorpora implícitamente a la toma de decisiones gerenciales, toda vez que ambas actividades se relacionan con los presupuestos para la compra de recambios y materiales auxiliares que garantizan las diferentes tareas y métodos del mantenimiento técnico.

La incidencia de la relación fiabilidad-mantenimiento-pieza de recambio, es en la actualidad objeto de estudio para los explotadores de las máquinas, y al determinar decisiones financieras y comerciales nos adentramos al campo aun no suficientemente trabajado en la actualidad como lo es la reingeniería de procesos o cambios organizacionales.

La máquina, como un objeto de estudio, conlleva un proceso tecnológico de fabricación y explotación, relacionado con su aseguramiento de la calidad, los costos necesarios y la satisfacción del cliente, que se relacionan por supuesto con una fiabilidad estructural, integral y armónica, así como un aseguramiento objetivo de materiales, partes, piezas y de un capital intelectual capaz de responder a los cambios que impone un proceso dialéctico de contradicciones tendientes a obtener una máquina con mejores condiciones técnicas, tecnológicas y productivas, en fin con una máquina competitiva.

En el artículo anterior titulado “El Mantenimiento Técnico un reto histórico-lógico en el perfeccionamiento de la actividad gerencial” presentábamos los factores a tener en cuenta en el modelo de calidad de la actividad de mantenimiento, así como de otros de marcada importancia citados en 1997 por Shkiliova(5) como son la calidad del proceso tecnológico, el trabajo del ejecutor y la calidad de la

técnica reparada. Como se observa, los determinantes gerenciales antes citados, para el caso particular, al unirlos a variables técnicas y lograr su integración, como sucede al establecer el coeficiente de efectividad de la máquina mencionado por Selivanos(6) permiten obtener, por tanto, resultados definitivos para el análisis sinérgicos de todo el proceso de perfeccionamiento de la explotación de las máquinas, como fundamento de garantía de la calidad futura del trabajo de la industria. La existencia de errores en la calidad de la cosecha implica gastos e incorrecciones que llegan a la industria general en valores en ocasiones tan altos que influyen en errores tecnológicos que encarecen de manera extraordinaria el objeto social de la organización.

Esta situación ha influido a tal punto que muchas organizaciones se sometan a un proceso de reingeniería, en la búsqueda de vías para el cambio en la gestión integral de su objeto social.

Aplicando al análisis causa-efecto ilustrado por el conocido gráfico de Ichikawa se presentan las determinantes principales que inciden en la deficiente calidad de los procesos de aseguramiento tecnológico, de los trabajos del ejecutor y de la técnica reparada pues solo estos tres han implicado en una empresa azucarera en el año 2001, pérdidas por encima a un medio millón de pesos: sin calidad no hay eficiencia segura del proceso. A decir de Zaldívar (8) la toma de una decisión prematura implica pérdidas sustanciales; pero la toma dilatada sin contar con la información oportuna es peor, incluso superior al 20% a la anterior. Por tal motivo se consideró oportuno buscar o, al menos, identificarlas como se presentan en las figuras siguientes.

En las figuras 1, 2 y 3 se concretan por estos determinantes que, como se observa, basan su análisis en un enfoque holístico y que por su complejidad merecen una esmerada atención.

Esta situación ha influido a tal punto que muchas organizaciones se sometan a un proceso de reingeniería, en la búsqueda de vías para el cambio en la gestión integral de su objeto social.

En cada uno de los tres determinantes presentados, se observan implícitamente necesidades de recursos, en particular de piezas e insumos de recambios que influyen, lógicamente, en el aseguramiento y calidad de los procesos que estos difieren. Es evidente que al contar con una garantía de estos repuestos se puede obtener una mejor organización de la gestión técnico-económica del proceso gerencial. Este influye en actividades tan importantes y necesarias como la competitividad, calidad la satisfacción del cliente en dependencia al producto elaborado y puesto en la línea de la comercialización.

Se pretende por otro lado en el trabajo presentar la trayectoria crítica de las principales tareas a las que se someten equipos y máquinas (técnica reparada) y que hasta ahora dichas tareas eran violadas, el hecho de establecer un orden lógico para el análisis y que atempere significativamente las causas que determinan la mala calidad de la técnica reparada e influye negativamente en la fiabilidad de los equipos, ha hecho posible considerar una necesidad – posibilidad dialéctica de enfocar con una óptica ingenieril el proceso, logrando con ello considerar un nivel de jerarquía acorde a los nuevos cambios a los que se han esbozado en el trabajo.

Según Shkiliova (5) el aseguramiento de la calidad de la reparación en las condiciones de las empresas se relaciona con una investigación dinámica; que es decidida a través de tres sistemas: el artículo desgastado A, que presenta un sistema complejo desajustado B; la calidad de reparación obtenida durante la ejecución del proceso tecnológico, que es el sistema-objetivo C (t) y los recursos de producción que representan el sistema-medio D (t).

El proceso de reparación se puede presentar como la determinación de la trayectoria del proceso tecnológico del sistema objetivo y el establecimiento de la trayectoria del sistema-medio, con la cual

se logra mantener la equivalencia entre ellos; es decir, $C(t) - D(t)$.

Una vez concretado el análisis técnico de la influencia de los recambios en los factores determinantes ha sido de interés presentar la relación sistema-objetivo y el sistema-medio lo cual ilustra los elementos dinámicos necesarios para llevar a cabo la reparación adecuada de una máquina-tipo en un taller agrícola.

Sistema ingenieril desajustado.

$B \approx$ sistema – objetivo C (to) ~ sistema – medio D (to)

Sistema – objetivo C (to) = $f(X_{pi})$

Sistema – medio D (to) = $f(X_{ri})$ En el estudio de la fiabilidad de los sistemas mecánicos tanto objetivo como medio es necesario tener en cuenta que el análisis integral de los mismos según normas internacionales (UNE 200001-3-1) establece como particularidad el análisis cualitativo y cuantitativo cuyas particularidades son:

Análisis cualitativo (método deductivo e inductivo) es aquel donde se analiza la estructura funcional del sistema, determinando los modos de avería del sistema o de los componentes y los mecanismos de fallo, los efectos y consecuencias de los fallos, así como considerar la mantenibilidad de las diferentes entidades: construir los modelos de fiabilidad o disponibilidad; determinar las posibles estrategias de mantenimiento y reparación, etc.

Análisis Cuantitativo (método analítico o simulación). Tiene como función obtener o identificar datos de fiabilidad o disponibilidad; realizar evaluación numérica de los modelos matemáticos desarrollados, efectuar los análisis de criticidad y sensibilidad de componentes; evaluar las posibles mejoras de funcionamiento del sistema por implantación de equipos o subsistemas redundantes y estrategias de mantenimiento, etc.

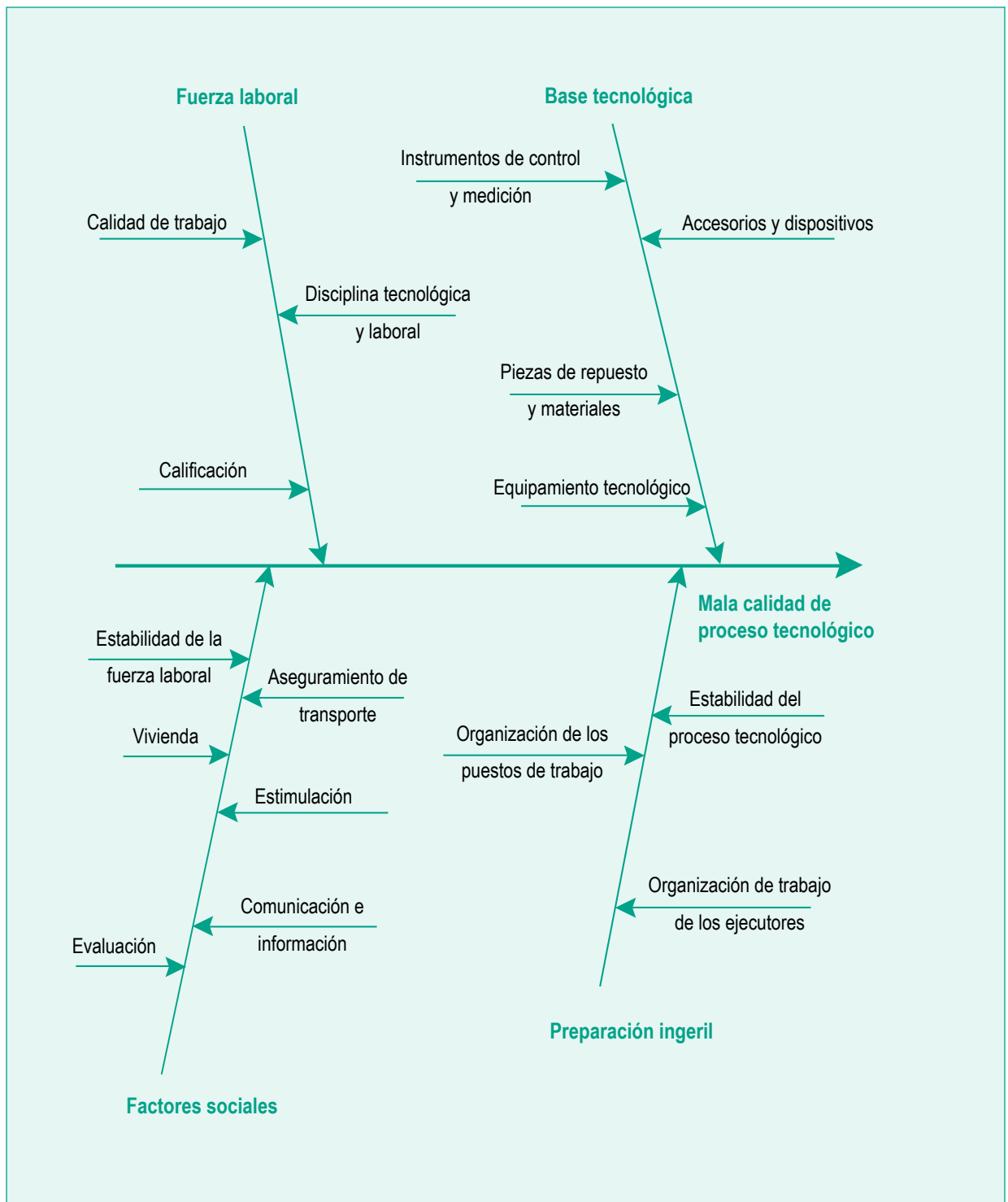


Figura 1

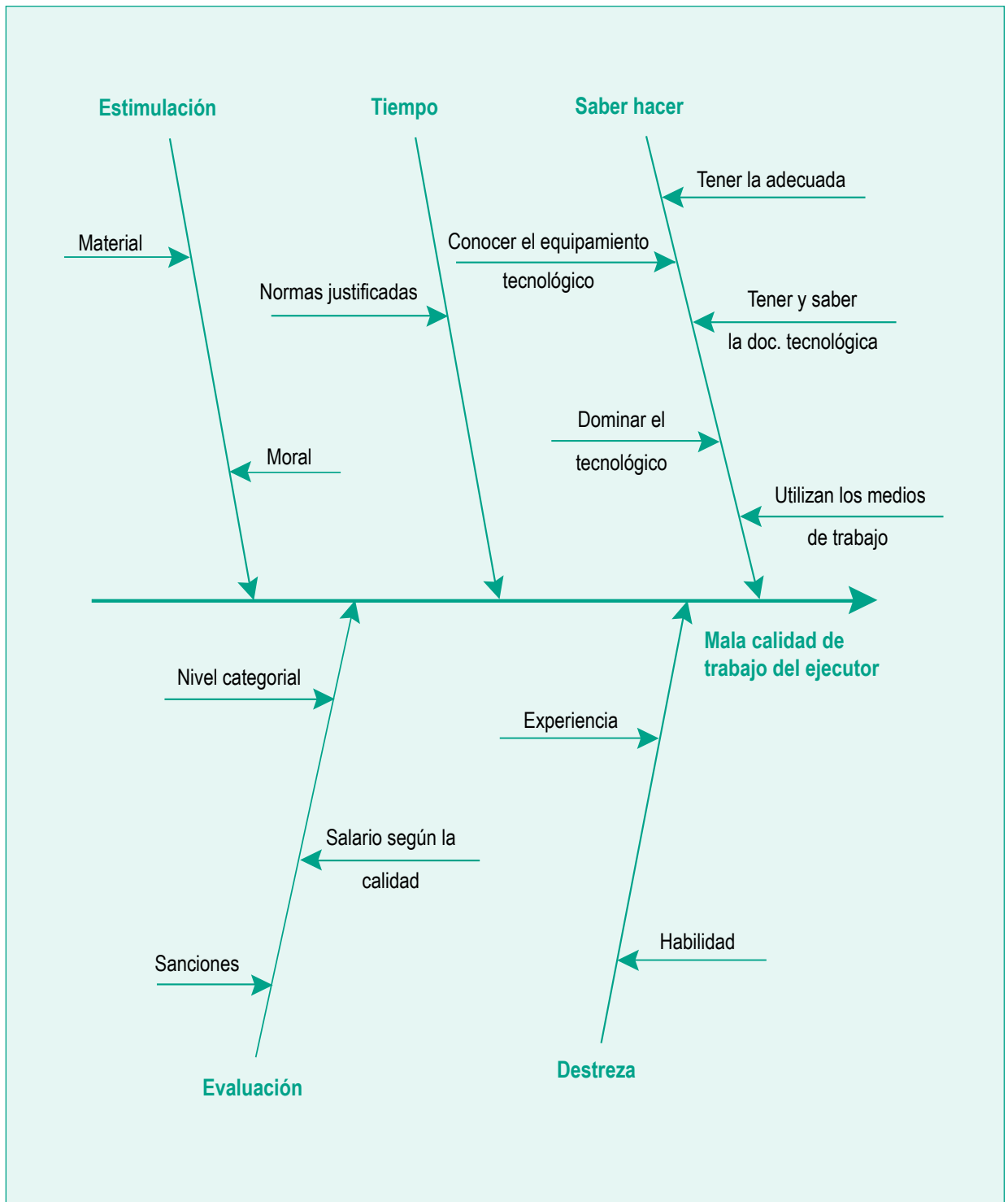


Figura 2

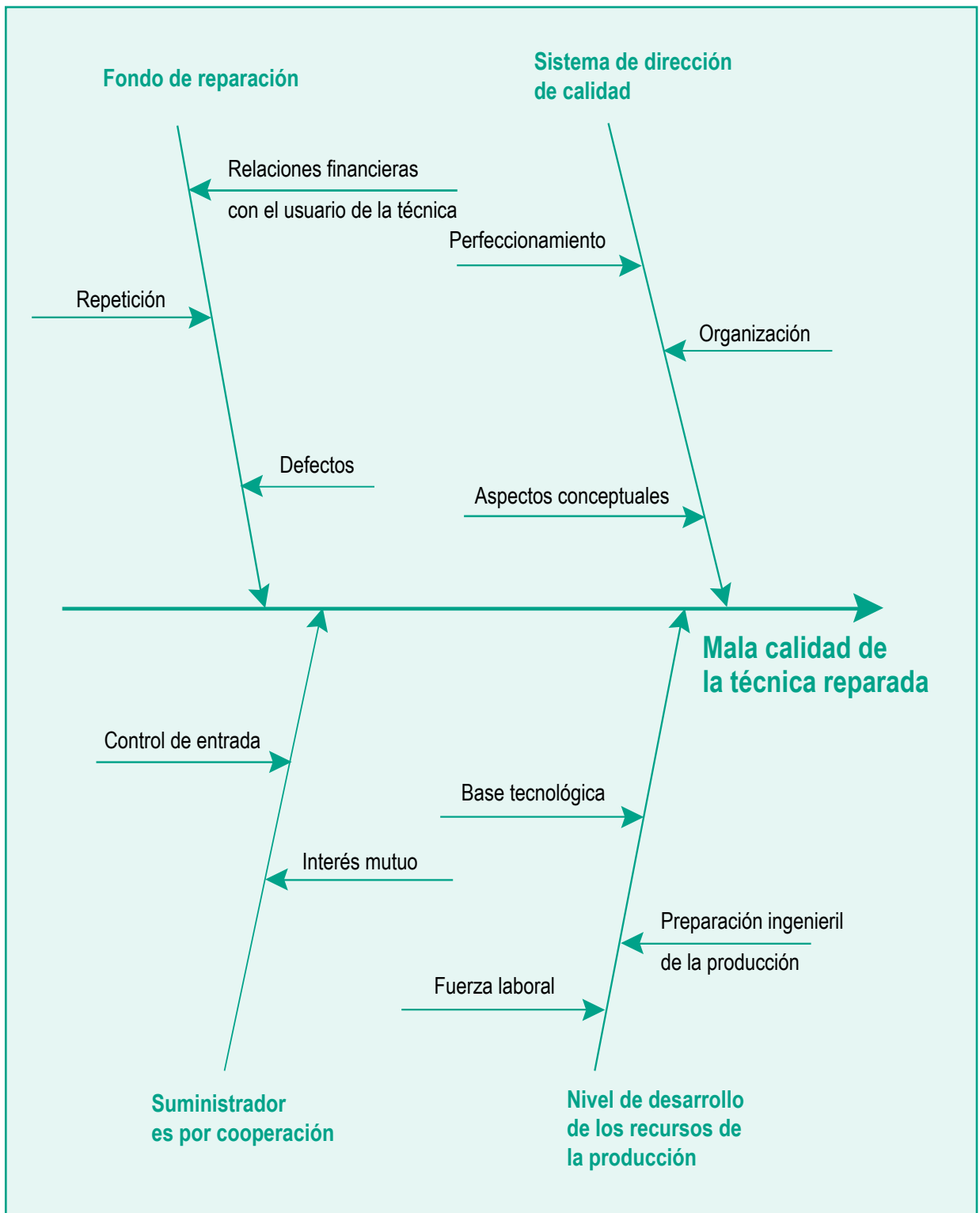


Figura 3

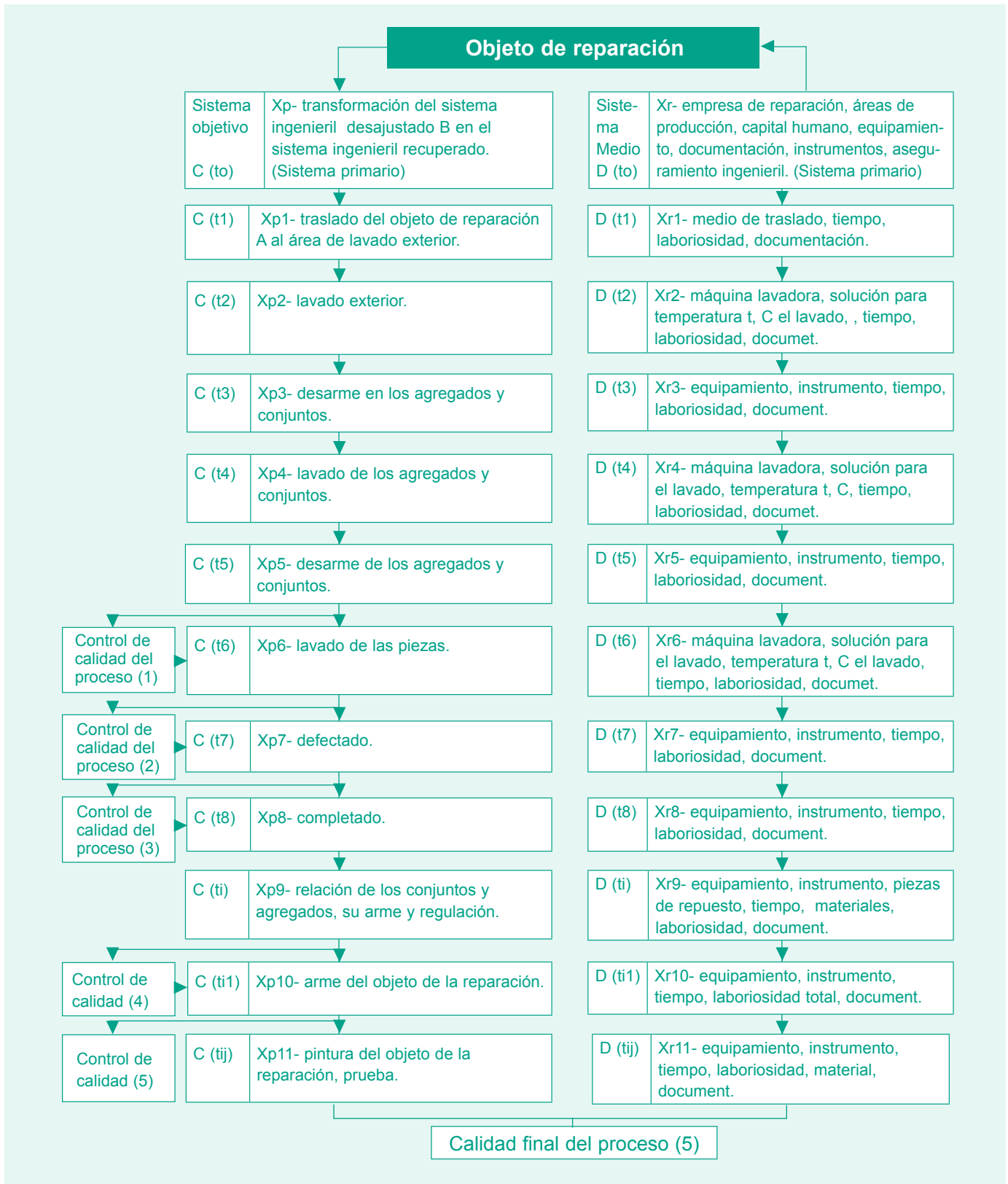


Figura 4. Trayectorias de movimiento en el tiempo t del sistema – objeto C (t) y equivalente sistema – medio D (t) durante la recuperación del artículo desgasto- sistema B.

La especificación de los factores que intervienen en el cálculo de los recambios es un proceso objetivo y sistemático: integrador, por su concepción, e ilustrativo, pues particulariza la complejidad e importancia de cada renglón de piezas, según su incidencia en el tipo de fallo que provoca.

Conclusiones

La especificación de los factores que intervienen en el cálculo de los recambios es un proceso objetivo y sistemático: integrador, por su concepción, e ilustrativo, pues particulariza la complejidad e importancia de cada renglón de piezas, según su incidencia en el tipo de fallo que provoca. Se conocen las causas principales que inciden en la mala calidad de los tres factores principales que afectan la eficiencia en el uso de los recambios como son la calidad del proceso de reparación, el trabajo del ejecutor y la calidad de la técnica reparada. Para llegar a esta aseveración, se utilizó el método causa-efecto o análisis de Ichikawa, determinación del esquema de trayectoria de movimiento de la reparación que permite conocer la satisfacción de los clientes durante el proceso de reparación.

Bibliografía

- Gotz, Ihle. Conferencias sobre la fiabilidad en máquinas agrícolas. ISTH. Holguín, Cuba, 1988.
- Ibarra, Emir. Nociones de fiabilidad. Editorial Maryman. Buenos Aires-Argentina, 1986.
- Mikaelian, Suren. La fiabilidad de las máquinas. Tipo de desgaste. Curso de posgrado. Holguín-Cuba. 1988.
- Norma UNE 200001-3-1. "Técnicas de análisis de la Confiabilidad. Guía Metodológica".
- Parra Escalona, Yunia y Col. Determinación de los índices de consumo de las piezas

de repuesto de las KTP-2M. Aplicación del método de Emir Ibarra. Trabajo de Diploma. UHo. julio, 1996.

Shkiliova, L. Determinación y estudio de los factores influyentes en la calidad de la reparación de la técnica agrícola. Resumen de tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas ISCAH. La Habana. 1997.

Selivanov, A. I. Fundamentos de la teoría del envejecimiento de las máquinas. Editorial Mir. Moscú. URSS, 1992. 320 pp.

Zaldívar S. Mario. Cálculo de los índices técnico-explotativos, productividad y fiabilidad de las cosechadoras de caña KTP-2. Tesis en opción al título académico de Master en Maquinaria Agrícola. Holguín. Cuba. 1996. 57 pp.

Zaldívar S. Mario. Aplicación de las normativas del diagnóstico técnico en las cosechadoras de caña KTP. Ponencia presentada en el II Concurso Nacional Cañaveral. Varadero-Matanzas. 1997. 37 pp.

Zaldívar S. Mario. El mantenimiento técnico como método de dirección de la fiabilidad de las máquinas cosechadoras de caña KTP. Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias técnicas. 1999.

Zaldívar S. Mario. 2006. El Mantenimiento Técnico un reto histórico-lógico en el perfeccionamiento de la actividad gerencial. Revista Tecnología en Marcha vol 19-1, pp 24-30.