

INTRODUCCIÓN

Las industrias de servicios a nivel mundial se encuentran en la búsqueda constante de tecnología y técnicas de gestión, que les permitan ser más eficientes en un panorama donde los productos deben competir con otros de empresas de la misma especialidad y origen. Adicionalmente, adaptarse a la globalización de los mercados. Las antiguas protecciones aduanales fueron cambiadas por protecciones de bloques económicos y rápidamente se están convirtiendo en normas mundiales, donde una empresa situada en algún lugar del orbe, es capaz de retar a cualquier empresa tradicional firmemente establecida. Por ello, sólo las empresas con capacidad de adaptarse de una manera fluida y rápida, tienen probabilidades de triunfar, pues en el mercado actual sólo sobreviven los mejores, no los más fuertes.

Se ha establecido ahora la necesidad de aprender un proceso y, luego, desecharlo, porque aparece otro tecnológicamente más avanzado y económicamente más rentable. Esta capacidad de aprender y producir constantemente requiere de grandes esfuerzos económicos e intelectuales y obliga a formar y rechazar personal continuamente, siempre en la búsqueda de la supervivencia en el mercado y la excelencia técnica y económica.

El concepto del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una filosofía de gestión que puede cambiar radicalmente la cultura de mantenimiento de una empresa en la dirección correcta, pues mejora la productividad radicalmente con inversiones muy bajas de capital y evita una excesiva rotación del personal. El grado de utilización en forma tradicional es una cifra que sólo engloba un concepto técnico muy particular (el grado y utilización de un equipo. En cambio, el TPM encierra un concepto enorme, pues incluye la reducción ó eliminación del desperdicio y tiempos de calibración, la disminución de los tiempos de equipos funcionando en forma ociosa, la optimización de la seguridad del proceso, la estandarización de elementos de máquina y la mejora de la mantenibilidad de los equipos de producción. Muchas veces ésta mejora va asociada a un cambio radical en el diseño del equipo el cual estudiado a fondo, redimensionado y rediseñado para adaptarlo a las necesidades del proceso productivo de la empresa.

Es claro que el TPM es un concepto que se basa en la máxima utilización de los equipos, el cual investiga sobre las relaciones de todo el sistema hombre–equipo–entorno y desarrolla los potenciales ocultos en el sistema, es la repuesta que muchas empresas esperaban desde hace tiempo. Un sinnúmero de empresas en el Japón, muchas otras en Europa y muy pocas en Latinoamérica, practican el TPM a sus empresas y, las que no lo hacen, corren el riesgo de quedar fuera de competencia cuando la globalización los alcance.

En el Mantenimiento Productivo Total (TPM), aparece la efectividad global de los equipos en el centro del concepto y las metas de "cero defecto" y "cero paradas de producción" no son parte del trabajo de un departamento o un círculo de una empresa sino un trabajo de todo el equipo de todo el sector de producción de mantenimiento, incluyendo obreros, técnicos, ingenieros y gerentes. El TPM se orienta a la instalación del mantenimiento autónomo. De esta manera, los miembros de producción se sienten responsables de los equipos, pues le son encomendadas tareas típicas del sector de mantenimiento.

El TPM es una herramienta que necesita de mucho tiempo para dar resultados, incluso algunos autores entre ellos Hartmann, (1992), consideran que un tiempo justo, a fin de obtener la magnitud real del beneficio del uso del TPM, sería de tres a cuatro años después de su instalación. A pesar de ello, rápidamente se observará mejoría en muchos aspectos técnicos y de motivación del personal de la empresa. Lo más difícil es que el personal acepte el TPM como herramienta rutinaria, auténtica y positiva y sólo entonces se obtendrá el máximo beneficio del concepto.

El objetivo de este trabajo, es presentar un modelo que permita enseñar en forma sencilla las ideas fundamentales para entender e implementar el TPM. Está dirigido al personal técnico de la empresa y a los

diseñadores industriales que trabajan en el sector productivo.

CAPITULO I

ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y MANTENIMIENTO DE SUS EQUIPOS

1.1 La Empresa

1.1.1 Nombre y rubro de la Empresa.

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE PHELL DODGE

SMCV es el yacimiento de cobre más antiguo del Perú y uno de los primeros en Sud América. Está ubicada a 24 Km. al sur oeste de la ciudad de Arequipa, en el sur del Perú. Cyprus Climax Metals Company, subsidiaria de Cyprus Amax Minerals Company, adquirió el 92% de las acciones comunes de SMCV el 17 de marzo de 1994 a la empresa estatal MineroPerú, que la explotaba entre los años 1971 y 1993 como una de sus más importantes unidades de producción. Los empleados de SMCV adquirieron el 8% del resto de las acciones.

Entre los importantes cambios producidos en la empresa, figura mejoras en la tecnología y equipos de trabajo, involucrando a todos sus trabajadores dentro de la visión y políticas de la empresa, creando en cada uno la conciencia de seguridad, mejoramiento continuo, innovación, excelencia, protección al medio ambiente, responsabilidad, etc. para realizar el trabajo con calidad, mediante métodos y prácticas seguras y a un costo competitivo. Como resultado de estos cambios, la empresa ha conseguido logros muy importantes principalmente en calidad, seguridad y medio ambiente.

A fines de 1997, la empresa obtuvo la certificación del Grado "A" por el **LME**, y el grado No. 1 por el **COMEX**, para los cátodos producidos en Cerro Verde, los cuales tienen un 99.99% de pureza. Estas certificaciones garantizan la excelente calidad del producto de Sociedad Minera Cerro Verde ante el mercado mundial.

En el rubro de Seguridad, el 15 de enero de 1997 Cerro Verde cumplió 2'121,787 horas trabajadas sin accidentes incapacitantes, estableciendo así un record en el ámbito de su corporación, y en el año 1998 obtuvo una calificación de **cinco estrellas** en el **sistema NOSA**, lo que la ubica entre las únicas tres empresas mineras en Sudamérica que alcanzaron este premio.

Este año también ha obtenido otro galardón como empresa minera protectora del medio ambiente: el "**Premio a la Excelencia Ambiental**", otorgado por el desarrollo de proyectos ejemplares dentro de la minería peruana con registros y estándares que igualan a los mejores desarrollos mineros del mundo en su género.

Y todo ello se ha logrado, con mucho mérito, en un año en el que las perspectivas del mercado del cobre en el mundo no son muy alentadoras, lo que enorgullece más aún a la gente de Cerro Verde, que se esfuerza por lograr los objetivos que se enuncian en su visión.

En Sociedad Minera Cerro Verde laboran actualmente 411 trabajadores, entre funcionarios, empleados y personal extranjero, tiene una producción diaria de 90,000 TM, una capacidad de tratamiento de 26,000 TM diarias.



Figura N°1 Camión de obras 789-B

1.1.2 Organigrama.

1.1.3 Relación de máquinas y equipos.

CANTIDAD	CÓDIGO	MÁQUINA
1	3-100-040-02	CAMIÓN CATERPILLAR 789-B
1	3-100-041-02	CAMIÓN CATERPILLAR 789-B
1	3-100-042-02	CAMIÓN CATERPILLAR 789-B
1	3-100-043-02	CAMIÓN CATERPILLAR 789-B
1	3-100-044-02	CAMIÓN CATERPILLAR 789-B
1	3-100-046-02	CAMIÓN CATERPILLAR 789-B
1	3-100-047-02	CAMIÓN CATERPILLAR 789-B

1.2 Características Generales del Camión de Obras modelo 789-C.



El Camión de Obras 789C se ha proyectado para el rendimiento, diseñado para la comodidad y construido para una larga duración. El camión 789C se ha diseñado para acarreo de alta producción y bajo costo por tonelada en aplicaciones de minería y construcción. Ofrece una operación confiable de larga duración y una robusta construcción con fácil mantenimiento para garantizar larga duración con bajos costos de operación.

1.2.1 TREN DE FUERZA MECÁNICO

Comenzando por el motor diesel Caterpillar 3516B con alta reserva de par e inyectores unitarios electrónicos (EUI), y siguiendo con la servotransmisión electrónica de 6 velocidades y el tren de fuerza mecánico, Caterpillar lo diseña y construye todo para asegurar las más altas normas de calidad, rendimiento, eficiencia y reducción de costos de operación.

Componentes a ser vistos:

- Correspondencia de componentes.
- Control de transmisión y chasis.
- Convertidor de par.
- Transmisión.
- Mandos finales.
- Sistemas de dirección.
- Aros y ruedas.

1.2.1.1 Correspondencia de componentes.

El tren de fuerza mecánico Caterpillar se ha diseñado para una óptima correspondencia de componentes. Se ofrece una amplia gama de aplicaciones para cada engranaje. Un 35% de intervalo entre cada engranaje permite que la transmisión utilice la gama completa de torsiones del motor 3516B, lo cual requiere hacer menos cambios para mayor duración del tren de fuerza. La eficiencia general del tren de fuerza de entre 82 y 85 por ciento se mantiene con hasta un 15 por ciento de pendiente efectiva. Los camiones con tren de fuerza de mando eléctrico producen su máximo de eficiencia de entre 76 y 79 por ciento con aproximadamente 5 a 7 por ciento de pendiente efectiva. La mayor eficiencia del tren de fuerza produce velocidades más altas con menor consumo de combustible para el camión.

1.2.1.2 Control de transmisión y chasis.(TCC)

El módulo de Control de Transmisión y chasis (TCC) se comunica por medio del enlace de datos CAT con el módulo de control electrónico del motor para controlar la velocidad del motor durante los cambios para prolongar la duración del embrague y dar comodidad al operador. Cuando la transmisión está en el 6° cambio, se permite al motor funcionar a 2000 RPM, para que el camión logre velocidades de hasta 54 km/h (34 mph). Los puntos de cambio se fijan en la fábrica para un óptimo rendimiento, eficiencia y duración de los componentes.

1.2.1.3 Convertidor de par.

El convertidor de par con traba combina la máxima fuerza de tracción en las ruedas y los cambios amortiguados del mando del convertidor de par con la eficiencia y el rendimiento de la transmisión directa. El embrague de traba se conecta a aproximadamente 7,2 km/h (4,5 mph). Durante los cambios el embrague de traba se suelta rápidamente y vuelve a conectarse para reducir las cargas de torsión del tren de fuerza. Dicha operación hace posibles cambios más suaves, prolonga la duración de los componentes y brinda más comodidad al operador.

1.2.1.4 Transmisión

La servotransmisión planetaria de 6 velocidades se ha diseñado para que el motor 3516B produzca alta potencia. El diseño hace más robusta la transmisión, con mayor duración entre reacondicionamientos. Para lograrlo, la transmisión utiliza un disco y placa de embrague adicionales para transmitir la potencia. La transmisión utiliza un tanque y circuito de aceite exclusivos para circular aceite más fresco y limpio y para prolongar la duración de los componentes.

1.2.1.5 Mandos finales.

Los grandes mandos finales con diferencial y doble reducción proporcionan una multiplicación de par de 28.8:1 para reducir más el esfuerzo del tren de mando.

1.2.1.6 Sistemas de dirección.

El sistema de dirección hidráulica proporciona una dirección precisa y controlable. El sistema de dirección consiste en un circuito separado de los demás circuitos hidráulicos para impedir la contaminación cruzada y mejorar la facilidad de servicio. Hay acumuladores que proporcionan la dirección auxiliar para uso de emergencia. Se ha diseñado para proporcionar tres giros de 90 grados como mínimo antes de fallar el motor.

1.2.1.7 Aros y ruedas.

Los aros Caterpillar de montaje central y las ruedas traseras fundidas están montadas mediante prisioneros y tuercas para reducir al mínimo el mantenimiento y proporcionar larga duración.

1.2.2 INTEGRACIÓN DE MOTOR CON TREN DE FUERZA

El tren de fuerza inteligente Caterpillar combina los datos del motor, la transmisión y los frenos mediante el enlace de datos CAT para mejorar el rendimiento general del camión. El enlace de datos CAT permite que el motor y la transmisión intercambien información electrónicamente para que los componentes funcionen conjuntamente como sistema a fin de prolongar la duración de los mismos y mejorar la comodidad del operador. El programa de software Técnico Electrónico (ET) puede consultar los datos de diagnóstico almacenados para reducir significativamente la inactividad y mejorar la localización y solución de problemas.

- Enlace de datos Cat.
- Diagnostico y facilidades servicio mejorados

- Control integral de frenado (IBC).

1.2.2.1 Enlace de datos Cat.

El enlace de datos CAT conecta electrónicamente los controles del motor y la transmisión para mejorar el rendimiento integral del tren de fuerza, la confiabilidad y la duración de los componentes a fin de reducir los costos de operación del tren de fuerza. Para disminuir los costos de operación por tonelada el sistema incorpora diversas partes.

1.2.2.1.1 Cambios de velocidades controlados

Se regulan las revoluciones del motor durante cada cambio para reducir el esfuerzo de torsión en la línea de mando a fin de realizar cambios más suaves, prolongar la duración de los componentes y mejorar la comodidad del operador.

1.2.2.1.2 Control de sentido de marcha

El control de sentido de marcha regula la velocidad del motor durante los cambios de sentido de marcha para impedir los daños causados por cambios en el sentido de marcha a alta velocidad. Ello impide cambiar a marcha atrás cuando las velocidades terrestres superan los 4,8 km/h (3 mph). Esto protege la transmisión de las cargas de alto impacto creadas por cambios abusivos en el sentido de marcha.

1.2.2.1.3 Inhibidor de desplazamiento en neutral

El inhibidor de desplazamiento en neutral impide que la transmisión cambie a neutral a velocidades superiores a los 6,5 km/h (4 mph). Ello impide que la transmisión funcione con lubricación insuficiente.

1.2.2.1.4 Inhibidos de cambios con caja levantada

El inhibidor de cambios con caja levantada impide que la transmisión conmute a un cambio superior al cambio preprogramado sin bajar totalmente la caja.

1.2.2.1.5 Neutralizador en retroceso con caja levantada

Si se activa la palanca de levantamiento y la transmisión está en marcha atrás, la transmisión cambiará automáticamente a neutral.

1.2.2.1.6 Protección para velocidad excesiva del motor

El control de la transmisión detecta posibles condiciones de velocidad excesiva y conmuta a un cambio superior. Si las condiciones de velocidad excesiva ocurren en el cambio máximo, el embrague de traba se desconecta.

1.2.2.1.7 Cambio máximo programable

El cambio máximo de la transmisión puede fijarse electrónicamente mediante la herramienta ET. Dicha característica permite que los operadores observen los límites de velocidad. La reprogramación del cambio máximo puede realizarse solamente con la herramienta de servicio Técnico Electrónico (ET).

1.2.2.1.8 Supresión de vacilación de la transmisión

La transmisión no permitirá cambiar a una marcha superior o inferior durante aproximadamente 2,3 segundos

después de aplicarse un cambio. Ello impide la vacilación de la transmisión al operarse cerca de un punto de cambio y reduce al mínimo los cambios de la transmisión para prolongar la duración de los componentes.

1.2.2.1.9 Inhibidor de cambio a baja

La transmisión no permitirá hacer un cambio descendente hasta que la velocidad del motor alcance el punto de cambio; ello impide una condición de velocidad excesiva del motor.

1.2.2.2 Diagnostico y facilidades servicio mejorados

Los controles electrónicos del motor y la transmisión mejoran la capacidad de diagnóstico. La capacidad de almacenar tanto los indicadores activos como los intermitentes simplificará el diagnóstico de problemas y el tiempo total de reparación; ello mejorará la disponibilidad mecánica y reducirá los costos de operación.

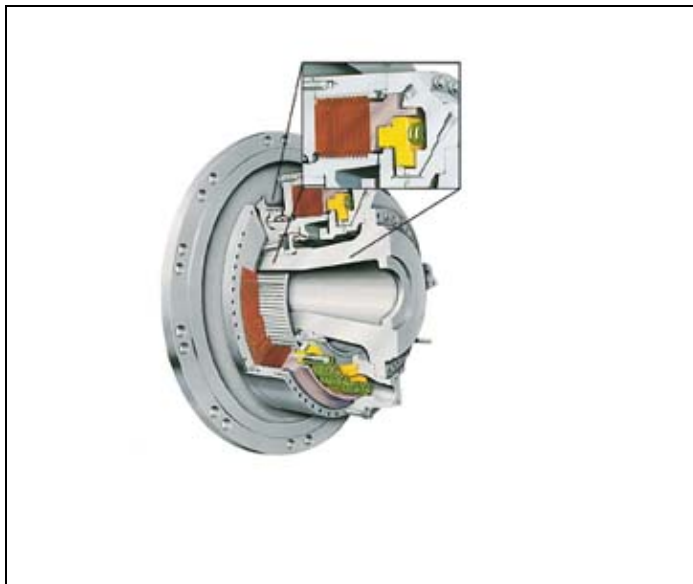
1.2.2.2.1 Técnico Electrónico (ET)

El Técnico Electrónico (ET) permite consultar fácilmente los datos de diagnóstico del servicio mediante una herramienta de servicio. El ET consulta los datos almacenados en los controles del motor y la transmisión mediante el enlace de datos CAT. Los datos de cambios de la transmisión, la velocidad del motor, el consumo de combustible y demás información pueden recuperarse mediante el ET.

1.2.2.3 Control Integral de Frenado (IBC)

El Control Integral de Frenado (IBC) combina en un sistema las mejoras en el control de los frenos para lograr eficiencia y simplificación. Los sistemas IBC, el Control Automático del Retardador (ARC) y el Sistema de Control de la Tracción (TCS) utilizan en su funcionamiento los frenos de disco estándar enfriados por aceite.

1.2.3 FRENOS



Los frenos de discos múltiples Caterpillar con enfriamiento de aceite forzado en las 4 ruedas se enfrían continuamente para ofrecer un excelente frenado y retardo sin desvanecimiento.

El sistema de Control Integral de Frenado (IBC) integra en un solo sistema el Control Automático del Retardador (ARC) en todas las ruedas y el Sistema de Control de la Tracción (TCS) en las ruedas motrices para mejorar el rendimiento y la productividad del camión, y aumentar la confianza del operador.

Partes a ver :

- Frenos de disco.
- Frenos de disco enfriados por aceite.
- Película de aceite.
- Pistones.
- Combustible.
- Retardo en las cuatro esquinas.

1.2.3.1 Frenos de disco

Los frenos de discos múltiples Caterpillar con enfriamiento de aceite forzado en las 4 ruedas se enfrían continuamente para ofrecer un excelente frenado y retardo sin desvanecimiento. El Control Integral de Frenado (IBC) combina el control de los sistemas ARC y TCS, mediante frenos estándar enfriados por aceite para mejorar rendimiento del camión y aumentar la productividad.

1.2.3.2 Frenos de discos enfriados por aceite

Los frenos de discos enfriados por aceite se han diseñado con discos y placas grandes para funcionar de modo confiable y sin ajustes a fin de brindar un rendimiento superior y larga duración en comparación con los sistemas de discos secos tipo zapata.

1.2.3.3 Película de aceite

Una película de aceite impide que haya contacto directo entre los discos. La película absorbe las fuerzas de frenado al someter las moléculas del aceite a esfuerzo cortante. El calor generado se transfiere al aceite y se desplaza hacia los enfriadores para prolongar la duración de los frenos.

1.2.3.4 Pistones

Un diseño de dos pistones patentado por Caterpillar combina en un solo sistema robusto las funciones de pistón de servicio, secundario, de freno de estacionamiento y de retardo.

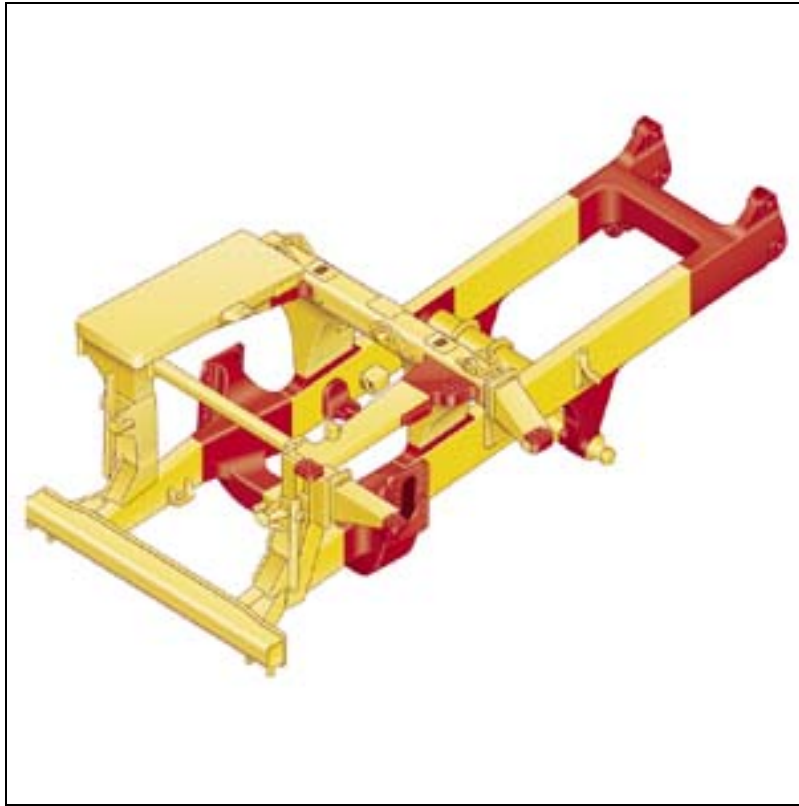
1.2.3.5 Combustible

No se usa combustible durante el retardo. El motor proporciona retardo adicional al funcionar contra la compresión en acarreo cuesta abajo. Durante aplicaciones de retardo, el módulo de control electrónico del motor no inyecta combustible en los cilindros para una excepcional economía de combustible.

1.2.3.6 Retardo en las 4 esquinas

El retardo en las 4 esquinas con fraccionamiento del 60/40 por ciento (traseras/delanteras) en el esfuerzo de frenado proporciona un control superior en condiciones resbaladizas. El control de las 4 esquinas aumenta la confianza del operador al compararlo con los sistemas retardantes dinámicos para ruedas traseras solamente.

1.2.4 Estructuras



Los bastidores de camiones Caterpillar se han construido para resistir las más severas aplicaciones de torsión y alto impacto. El hierro dulce proporciona flexibilidad, larga duración y resistencia a cargas de impacto. El bastidor incorpora 21 piezas fundidas y 2 piezas forjadas a áreas de alto esfuerzo para aumentar la resistencia y prolongar su duración.

Componentes a analizarse:

- Bastidor.
- Piezas Fundidas.
- Estructura ROPS.
- Sistema de suspensión.

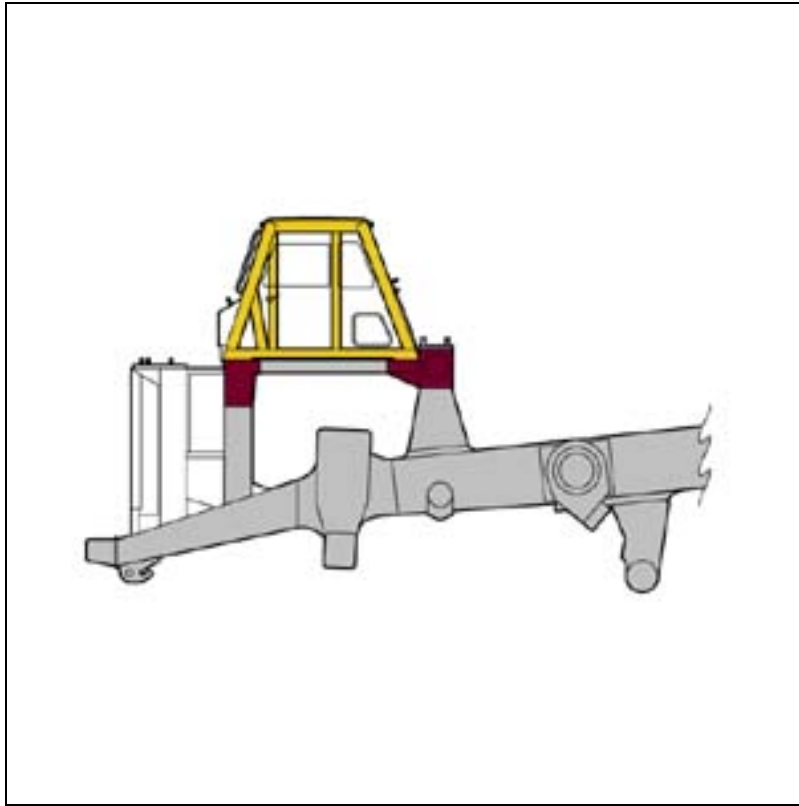
1.2.4.1 Bastidor

El diseño del bastidor con secciones de caja y las soldaduras continuas y de gran penetración resisten el daño de las cargas pesadas sin aumentar su peso. Las reparaciones del bastidor pueden hacerse sin precalentar, a temperaturas ambiente superiores a 16 grados (61 grados F), para evitar la degradación metalúrgica. Los bastidores de camiones Caterpillar utilizan hierro dulce que proporciona flexibilidad, larga duración y resistencia a cargas de impacto incluso en climas fríos. El bastidor incorpora dos piezas forjadas y 21 piezas fundidas a las áreas de alto esfuerzo, para que su fortaleza sea de 2 a 3 veces superior a las estructuras fabricadas de tamaño equivalente.

1.2.4.2 Piezas fundidas

Las piezas fundidas tienen grandes radios con nervaduras internas de refuerzo para disipar los esfuerzos que puedan causar fatiga y agrietamiento. Las piezas fundidas reubican las soldaduras en áreas de menor esfuerzo para prolongar la duración del bastidor.

1.2.4.3 Estructura ROPS (aprobada para protección contra vuelcos)



La estructura ROPS (aprobada para protección contra vuelcos) es parte integral de la cabina y el bastidor. La cabina tiene montaje amortiguado sobre el bastidor para reducir los niveles de ruido y vibración.

1.2.4.4 Sistema de suspensión

El sistema de suspensión se ha diseñado para disipar los impactos de la ruta de acarreo y la carga.

Sistema de Suspensión relacionada a conexión:

- Cilindros.
- Cilindros traseros
- Cilindros delanteros.
- Inclinación del eje delantero y ruedas.

1.2.4.4.1 Cilindros

Hay 4 cilindros variables independientes con suspensión antirrebote para absorber impactos antes de que las fuerzas lleguen al bastidor principal. Ello prolonga la vida del bastidor y brinda una marcha más cómoda al operador.

1.2.4.4.2 Cilindros traseros

Los cilindros traseros permiten la oscilación del eje y absorben los esfuerzos de flexión y torsión causados por rutas de acarreo desparejas y accidentadas en lugar de transmitirlos al bastidor principal.

1.2.4.4.3 Cilindros delanteros

Los cilindros delanteros están montados al bastidor y sirven como pivotes de dirección. Eso proporciona un radio de giro cerrado, buena maniobrabilidad y un mantenimiento reducido para el camión. Las puntas de eje

y ruedas delanteras están montadas rígidamente a los extremos del vástago de los cilindros, para eliminar los ajustes de inclinación del eje delantero y las ruedas.

1.2.4.4 Inclinación de eje delantero y ruedas

La inclinación de eje delantero y ruedas se fija en la fábrica y ya no se requiere hacer ajustes en el campo.

1.2.5 Estación del operador



La estación del operador del camión 789C se ha mejorado significativamente con respecto a los modelos anteriores al diseñarse ergonómicamente para el control absoluto de la máquina en un entorno cómodo y productivo. Todos los controles, las palancas, los interruptores y los medidores se ubican para aumentar al máximo la productividad y disminuir la fatiga del operador.

El control electrónico de levantamiento facilita la operación. La estructura integral ROPS proporciona máxima protección al operador.

Temas a tratarse:

- Visibilidad.
- Cabina.
- Asiento.
- Control de levantamiento.
- Pedal de freno.
- Indicadores Visuales.
- Volante de dirección.
- Consola de la transmisión.
- Almacenamiento.
- Asiento del instructor.
- Ventanilla del operador.
- Controles de operador.
- Calefacción y aire acondicionado.
- Radio.

1.2.5.1 Visibilidad

La excepcional visibilidad en todas las direcciones reducen el esfuerzo excesivo y la fatiga para permitir maniobras confiables y mayor productividad.

1.2.5.2 Cabina

La cabina integral insonorizada con estructura ROPS/FOPS viene como componente estándar. La cabina tiene montaje amortiguado sobre el bastidor principal y aísla al operador del ruido y de las vibraciones. Los niveles de ruido en la cabina son inferiores a 80 dB(A).

1.2.5.3 Asiento

El asiento con suspensión neumática, diseñado ergonómicamente, se ajusta totalmente para comodidad del operador. El cinturón de seguridad retráctil, de 75 mm (3 pulg.) de ancho, proporciona una sujeción positiva y cómoda.

1.2.5.4 Control de levantamiento



El control eléctrico de levantamiento está montado junto al asiento del operador para facilitar la operación. Constituye un control de bajo esfuerzo para reducir al mínimo la exigencia al operador.

1.2.5.5 Pedal de freno

El pedal de freno secundario se aloja sobre el piso para facilitar el control del operador.

1.2.5.6 Indicadores visuales

Los indicadores visuales del VIMS (Sistema de Administración de Información Vital) y el teclado del operador contribuyen a obtener información precisa sobre el estado de la máquina.

1.2.5.7 Volante de dirección

El volante de dirección telescópico e inclinable mejora el ingreso y la comodidad del operador.

1.2.5.8 Consola de la transmisión

El VIMS vigila los sistemas y las funciones vitales de la máquina. Contribuye a orientar al operador en la operación del equipo y lo alerta con respecto a condiciones fuera de especificaciones. Se reduce la inactividad al permitir que el personal de servicio consulte los datos de la máquina para hacer un diagnóstico más rápido y exacto. El VIMS proporciona información para mejorar el control del equipo, aumentar la productividad y reducir el costo por tonelada.

Componentes a verse:

- Sistema de diseñado por Caterpillar.
- Grupo de medidores.
- Teclado de sistema de administración de información vital.
- Centro de mensajes.
- Sistema de advertencias.
- Localización y solución de problemas.
- Control de la producción.
- Paquete de software.

1.2.6.1 Sistema diseñado por Caterpillar

El VIMS (Sistema de Administración de Información Vital) es un sistema integrado, diseñado por Caterpillar, el cual vigila el rendimiento de la máquina para brindar información clave en tiempo real. El VIMS vigila muchos de los sistemas de la máquina mediante un solo sistema que permite intercambiar información rápidamente para hacer operaciones uniformes y eficientes. Eso contribuye a mantener el rendimiento del camión 789C a niveles máximos.

1.2.6.2 Grupo de medidores

El grupo de medidores de la cabina mantiene una constante indicación visual de diversas funciones de la máquina: la temperatura del refrigerante del motor; la temperatura del aceite de los frenos; la presión del sistema neumático; el nivel de combustible.

1.2.6.3 Teclado del Sistema de Administración de Información Vital

El teclado del Sistema de Administración de Información Vital permite al operador o técnico de servicio consultar los valores de los medidores (en tiempo real) y la información almacenada mediante el centro de mensajes. El personal de servicio también puede utilizar el teclado para consultar la información de diagnóstico.

1.2.6.4 Centro de mensajes

El centro de mensajes indica la información solicitada por el operador y utiliza a sistema de advertencias de 3 categorías para alertar al operador sobre alguna condición anormal de la máquina.

1.2.6.5 Sistema de advertencias

El sistema de advertencias de 3 categorías proporciona al operador información preventiva en forma excepcional sobre condiciones anormales de la máquina mediante el centro de mensajes. La información se exhibe cuando las condiciones de un sistema vigilado exceden los límites prescritos para las operaciones regulares.

Categorías de advertencias:

- Categoría I.
- Categoría II.
- Categoría III.

1.2.6.5.1 Categoría I

La categoría I enciende la luz de advertencia cuando se ha identificado una condición en el sistema. (No se requiere tomar medidas en ese momento.) Habitualmente todo lo que hay que hacer es informar al personal de servicio sobre la condición advertida tan pronto como sea posible.

1.2.6.5.2 Categoría II

En la categoría II, destella una luz de advertencia (situada encima del grupo de medidores) además de la luz de advertencia de la categoría I en el tablero de indicadores. Se indican instrucciones sobre cómo modificar la operación de la máquina o qué servicio ha de realizarse.

1.2.6.5.3 Categoría III

En la categoría III, la advertencia más alta, suena una alarma sonora de acción, además de las alarmas de la categoría II. La lámpara de acción y la señal de advertencia se mantienen activadas hasta que las lecturas del sistema vuelven a normalizarse o se apaga la máquina.

1.2.6.6 Localización y solución de problemas

El Sistema de Administración de Información Vital simplifica la localización y solución de problemas, reduce la inactividad y disminuye los costos de operación al permitir la corrección de problemas menores antes de causar daños de mayor alcance. Se incorporan muchos sensores a los sistemas de la máquina para vigilar las condiciones de la misma.

1.2.6.7 Control de la producción

El control de la producción, un componente característico del VIMS (Sistema de Administración de Información Vital), mejora la efectividad del camión y la herramienta de carga para mayor productividad de la flota y menor costo de operación y mantenimiento.

Temas a tratar respecto a la producción:

- Tecnología desarrollada por Caterpillar.
- Producción de camión.
- Luces externas.
- Ciclos
- Acceso a los datos.
- Exactitud.

1.2.6.7.1 Tecnología desarrollada por Caterpillar

El control de la producción utiliza tecnología desarrollada por Caterpillar para detectar la presión de los montantes a fin de determinar la exactitud del peso de la carga útil.

1.2.6.7.2 Producción del camión

El control de la producción aumenta al máximo la producción del camión en tanto se evitan futuros costos e

inactividad debidos a la sobrecarga.

1.2.6.7.3 Luces externas

Las luces externas a ambos lados del camión indican al operador de la herramienta de carga cuándo dejar de cargar.

1.2.6.7.4 Ciclos

El Sistema de Administración de Información Vital almacena 2400 ciclos para crear un registro de peso de carga útil, tiempos de los segmentos del ciclo, distancias de los segmentos del ciclo y horas y fechas reales de cada ciclo.

1.2.6.7.5 Acceso a los datos

Se pueden consultar datos mediante el centro de mensajes, transmitidos por radio opcional o transferidos electrónicamente para su análisis detallado.

1.2.6.7.6 Exactitud

La exactitud del Sistema de Administración de Información Vital se mantiene dentro de un margen de error del 5 por ciento, en más o en menos, con respecto al peso real de un turno de operación normal.

1.2.6.8 Paquete de software para camiones de obra

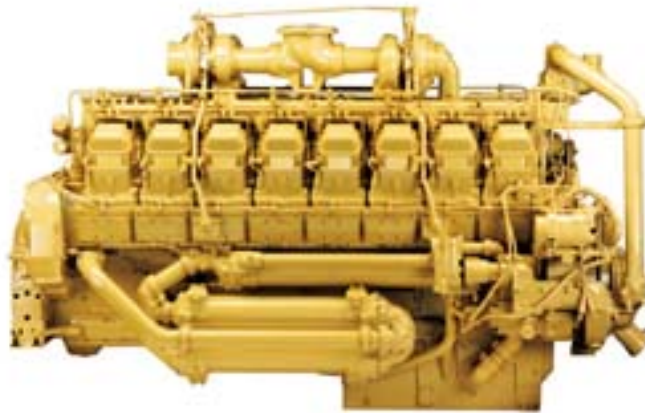
El programa de software VIMS-PC (Sistema de Administración de Información Vital) para camiones de obra permite al personal de servicio transferir un registro completo de datos de producción, eventos de datos de la máquina y diagnóstico del sistema a una computadora portátil. El programa VIMS-PC utiliza dicha información para generar informes prácticos a fin de controlar mejor la máquina. La información también puede usarse para establecer una línea de base para el rendimiento de la máquina en una aplicación específica, así como: mejorar la efectividad de los programas de mantenimiento regular; aumentar al máximo la duración de los componentes; mejorar la disponibilidad de la máquina; y reducir el costo por tonelada.

1.2.6.8.1 Operaciones bien administradas

Las operaciones de minería bien administradas hacen énfasis en aumentar la producción al máximo y reducir los costos, lo cual ha de reducir el costo por tonelada. Cuando se utiliza correctamente, el Sistema de Administración de Información Vital puede usarse para aumentar la productividad y reducir los costos.

1.2.7 MOTOR





El motor diesel Caterpillar con Inyector unitario electrónico (EUI) consiste en un diseño de 4 tiempos que utiliza largas y efectivas carreras de potencia para una combustión más completa del combustible y un rendimiento óptimo. El motor 3516B constituye una unidad de gran cilindrada y bajas revoluciones de operación, diseñado para obtener largas horas de servicio entre uno y otro reacondicionamiento programado y menores costos de operación.

Temas a tratar:

- Reserva de par.
- Inyector unitario electrónico.
- Módulo de control electrónico.
- Pistones.
- Pos-enfriador.
- Resultados del motor con EUI.
- Confiabilidad y larga duración.

1.2.7.1 Reserva de par

La reserva de par proporciona alta fuerza de sobrecarga durante la aceleración y permite hacer menos rebajes sobre pendientes o terrenos de condición blanda para lograr tiempos de ciclo más rápidos. La reserva de par coincide efectivamente con los puntos de cambio de la transmisión para aumentar al máximo la eficiencia y el rendimiento de producción.

1.2.7.2 Inyector unitario electrónico (EUI)

El Inyector unitario electrónico (EUI) constituye un sistema de combustible de inyección directa a alta presión comprobado en el campo. Los nuevos componentes del sistema de combustible proporcionan presiones de inyección más altas que la generación anterior de motores 3500. Las presiones más altas mejoran el tiempo de respuesta y la combustión con emisiones más bajas y menos humo.

1.2.7.3 Módulo de Control Electrónico (ECM)

El Módulo de Control Electrónico (ECM) utiliza un software avanzado para control del motor a fin de vigilar, controlar y proteger el motor mediante sensores electrónicos de autodiagnóstico. El módulo controla una amplia variedad de funciones del motor, al proporcionar una sincronización de inyección infinitamente variable para mantener el máximo rendimiento.

1.2.7.4 Pistones

Los pistones articulados de dos piezas utilizan un diseño con cráter profundo y bajo volumen de grietas que mejora la eficiencia de la combustión, intensifica la eficiencia de combustible y reduce las emisiones.

1.2.7.5 Pos-enfriador

El pos-enfriador de circuito separado permite que el refrigerante del pos-enfriador funcione a menores temperaturas que el agua de las camisas para hacer más densa la carga de aire en la cámara de combustión.

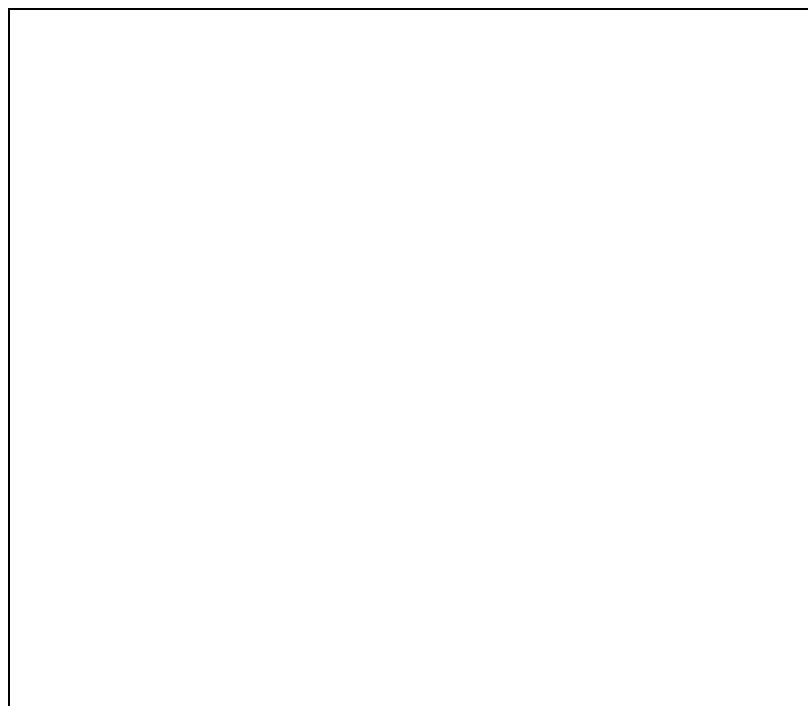
1.2.7.6 Resultados del motor con EUI

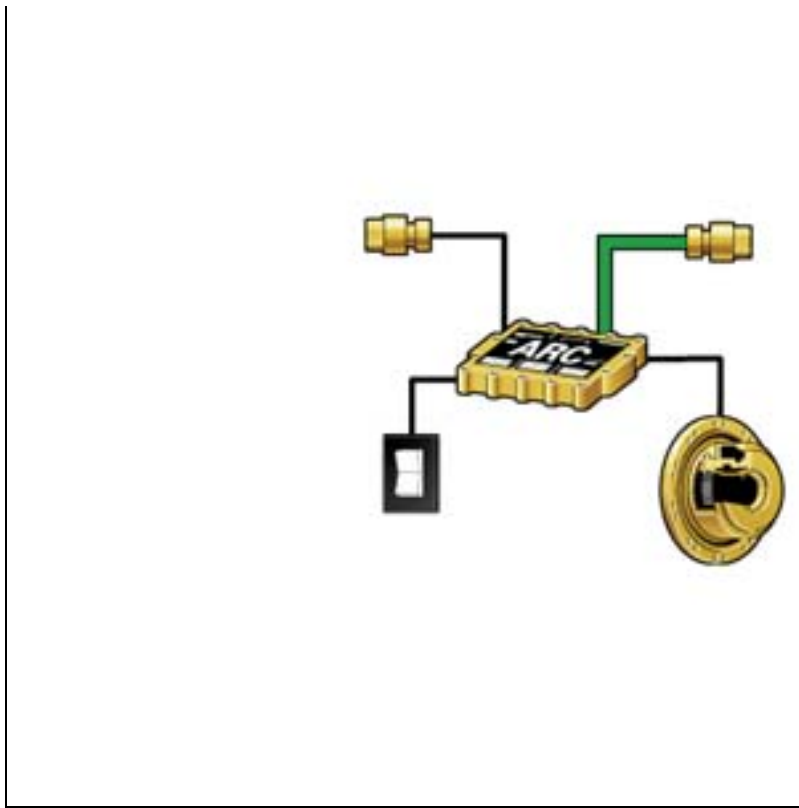
El motor 3516B EUI tiene mayor eficiencia de combustible en un 3 por ciento; los niveles de NOx (combinación de óxido nítrico y dióxido de nitrógeno) se reducen en un 20 por ciento y los niveles transitorios de humo bajan en tanto como un 15 por ciento. No hay reducción de potencia hasta los 2.290 m (7.500 pies).

1.2.7.7 Confiabilidad y larga duración

Hay un intervalo de 500 horas de servicio antes de cambiar el aceite del motor, los filtros de aceite y combustible, para aumentar la disponibilidad mecánica y la producción. Hay protección electrónica adicional para el motor durante arranques en frío, operaciones en gran altitud, taponamiento del filtro de aire y condiciones de alta temperatura en el escape. El rápido diagnóstico de las condiciones del motor permiten hacer mantenimiento y reparaciones efectivos mediante la herramienta de servicio Técnico Electrónico (ET).

1.2.8 CONTROL INTEGRAL DE FRENADO (IBC)





El Control Automático del Retardador (ARC) constituye una parte integral del tren de fuerza inteligente. El mismo controla electrónicamente el retardo en pendientes para mantener un óptimo nivel de revoluciones y enfriamiento del aceite. Los parámetros pueden ajustarse entre 1850 y 1950 RPM en incrementos de 10 RPM. En tanto que el ARC modula los frenos, el operador también puede aplicar fuerza de frenado adicional mediante el retardador manual o el pedal de freno. Cuando el operador aplica el acelerador, se desactiva el ARC. Una función de reanudación automática reactiva el control sin que el operador deba hacer otra cosa.

Temas a tratar:

- Producción.
- Facilidad de control.
- Localización y solución de problemas.
- Fatiga de operador
- Protección para velocidad excesiva de motor.
- Ventajas de control automático de retardador en la producción.
- Sistema de control de la tracción.

1.2.8.1 Producción

El Control Automático del Retardador aumenta la producción con mayores velocidades cuesta abajo. Al mantener velocidades de motor uniformemente más altas, la velocidad total del camión será mayor que la de un camión controlado manualmente.

1.2.8.2 Facilidad de control

El Control Automático del Retardador produce una excelente facilidad de control y reduce el esfuerzo del operador. La modulación automática de los frenos hace posible una marcha más suave, mejora el control en condiciones resbaladizas y permite al operador concentrarse más en la conducción.

1.2.8.3 Localización y solución de problemas

El Control Automático del Retardador agiliza la localización y solución de problemas y el diagnóstico mediante la capacidad de autodiagnóstico y la aptitud para comunicarse con el ET por medio del enlace de datos CAT.

1.2.8.4 Fatiga del operador

El Control Automático del Retardador reduce la fatiga del operador al facilitar la operación.

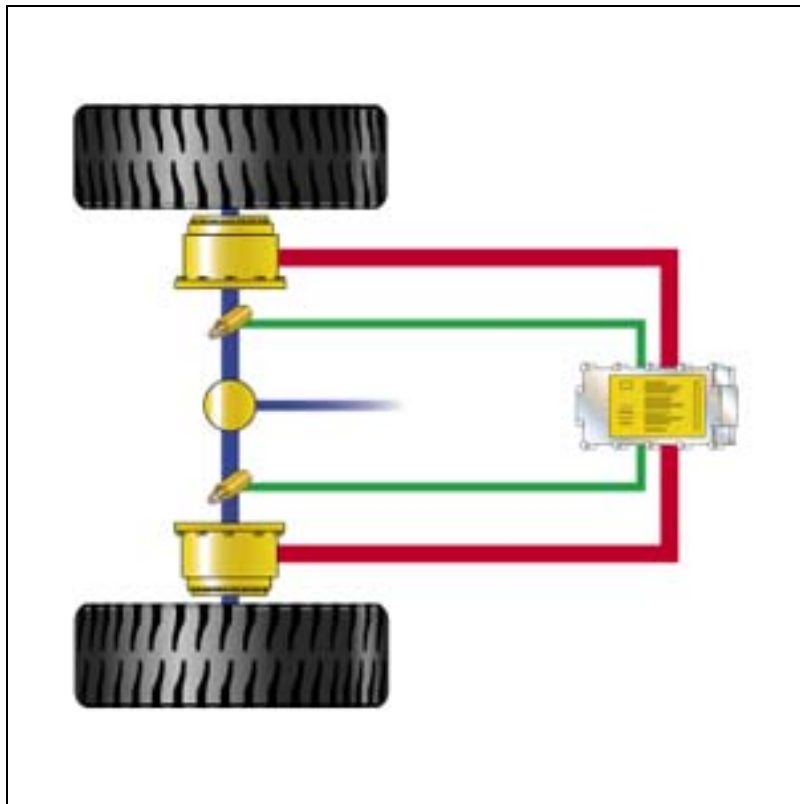
1.2.8.5 Protección para velocidad excesiva del motor

El Control Automático del Retardador protege el motor contra velocidades excesivas. El ARC se activará automáticamente cuando la velocidad del motor supere los niveles predeterminados en fábrica, sin tener en cuenta otras acciones del operador, incluso cuando el sistema esté desconectado, para contribuir a asegurar que no se someta el motor a condiciones de velocidad excesiva.

1.2.8.6 Ventajas del Control del Retardador en la producción

El Control Automático del Retardador puede aumentar la velocidad del vehículo en tanto como un 15 por ciento con respecto al control manual del retardador. El sistema permite que los camiones funcionen a velocidades máximas con el motor a una velocidad uniformemente alta. El manejo del camión mejora significativamente gracias a la modulación de retardo.

1.2.8.7 Sistema de Control de la Tracción (TCS)



Sistema de Control de la Tracción (TCS) mejora la tracción y el rendimiento del camión en condiciones de suelo deficiente al vigilar y controlar electrónicamente el patinaje de las ruedas.

Temas relacionados al TCS:

- Sensores de ejes.
- Diferenciales.

1.2.8.7.1 Sensores de ejes

Los sensores de ejes vigilan la velocidad de las ruedas. Si el patinaje supera el límite fijado, se activan los frenos de disco enfriados por aceite para aminorar la rueda que gira. Entonces se transfiere automáticamente la torsión a la rueda que tenga mejor tracción.

1.2.8.7.2 Diferenciales

Utiliza una acción diferencial normal para lograr maniobras superiores en condiciones de terreno deficientes. Si fallan las condiciones del terreno, la acción diferencial se mantendrá normal para preservar el control y la dirección.

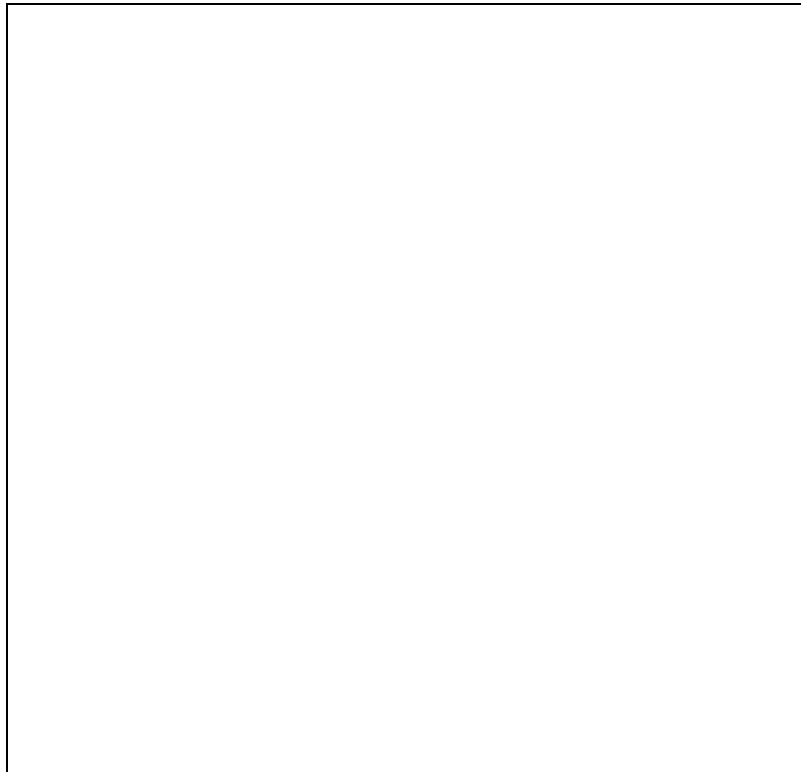
1.2.9 SISTEMAS DE CAJAS PARA CAMIONES

Caterpillar construye una variedad de robustas cajass de larga duración para trabajar en las aplicaciones de minería más exigentes

Temas a tratar:

- Diseño de cajas con doble declive.
- Diseño de caja con piso plano.
- Opciones de modificación especial.
- Opciones de revestimiento.

1.2.9.1 Diseño de caja con doble declive





El diseño de caja estándar con doble declive proporciona una excelente retención de carga, un centro de gravedad bajo y características de descarga limpia.

Temas relacionados:

- Riel superior.
- Inclinación.
- Viga de sección de caja.

1.2.9.1.1 Riel superior

El riel superior de acero laminado reforzado aumenta la fortaleza de la caja y protege la caja contra daños causados por la herramienta de carga o la caída de materiales

1.2.9.1.2 Inclinación

La "V" de 8 grados reduce las cargas de impacto y centra la carga. La inclinación de 7,5 grados hacia adelante de la caja y la inclinación trasera de 16 grados contribuyen a retener las cargas en pendientes pronunciadas.

1.2.9.1.3 Vigas de sección de caja

Las vigas de sección de caja en el piso, las paredes laterales, el riel superior, las esquinas y las áreas del pabellón de la cabina ofrecen mayor resistencia a los impactos.

1.2.9.2 Diseño de caja con piso plano

El diseño de caja con piso plano posibilita descargas medidas y suaves con mayor espacio libre de descarga. El diseño con piso plano mejora la resistencia al desgaste de la sección trasera. Inclinación de 12 grados hacia adelante. Acero con dureza de Brinell número 400.

1.2.9.3 Opciones de modificación especial

Su distribuidor Caterpillar, a través de la división de Productos de Modificación Especial en Fábrica, podrá brindarle un sistema de caja que le ayudará a obtener una solución de acarreo con el costo por tonelada más bajo. Se ofrecen cajas livianas para aumentar al máximo las cargas útiles con materiales más ligeros y menos abrasivos. También se ofrece la opción de cajas que permiten la fácil descarga de materiales pegajosos con altas cualidades de alta adherencia al contacto. Las cajas que proporcionan una mayor área objetiva para la herramienta de descarga constituyen otra opción de modificación especial. Entre los diversos productos ofrecidos se incluye: extensiones de cola de pato, paneles laterales, barras de volteo y cajas para rocas.

1.2.9.4 Opciones de revestimiento

Se ofrecen opciones de revestimiento para prolongar la duración del sistema de caja. Hay una variedad de grados de acero para ofrecer opciones que absorban impactos mientras resisten a la abrasión. Numerosas opciones pueden configurarse para economizar el peso y prolongar la duración: una variedad de grados de acero: con dureza de Brinell de 260, 400 y 500 así como revestimientos de superficie; placas de desgaste en áreas de alto desgaste; opciones de accesorios, tornillería Huckbolt y soldadura.

1.2.10 RESPALDO AL CLIENTE Y FACILIDAD DE SERVICIO



Las máquinas Caterpillar se han diseñado para reducir la inactividad requerida por el mantenimiento, a fin de dedicar más tiempo al trabajo.

Temas a tratar:

- Disponibilidad de las piezas.
- Financiamiento flexible.
- Servicio de administración de la máquina.
- Respaldo con publicaciones.
- Componentes remanufacturados.
- Acceso a nivel de suelo.
- Técnico electrónico.
- Plataforma de mantenimiento.
- Sistema de lubricación automática.
- Centro de servicio de llenado rápido.

- Análisis periódico de aceite.
- Sistema renovador de aceite.
- Cabezas de cilindro.
- Acceso en el bastidor.
- Tomas de presión con acoplador rápido.
- Filtros de aire.
- Conectores eléctricos.

1.2.10.1 Disponibilidad de piezas

Casi todas las piezas Caterpillar se mantienen en inventario. Los distribuidores Caterpillar confían en una red mundial computarizada para encontrar piezas instantáneamente y disminuir la inactividad de su máquina.

1.2.10.2 Financiamiento flexible

Su distribuidor puede coordinar un interesante financiamiento sobre toda la línea de equipos Caterpillar.

1.2.10.3 Servicio de administración de la máquina

Los distribuidores Caterpillar le ayudan a administrar su inversión en equipos. Los análisis de sistemas vehiculares identifican la máquina específica adecuada a las condiciones de su trabajo. Hay programas de mantenimiento efectivos administrados a través de su distribuidor. Su distribuidor ofrece programas de diagnóstico tales como Análisis Periódico de Aceite y Análisis Técnico. Podrá intercambiar componentes para hacer reparaciones rápidas. Puede elegir entre productos remanufacturados o componentes reconstruidos para aumentar al máximo la disponibilidad de su equipo y reducir los costos. Su distribuidor Caterpillar le brindará información para tomar las decisiones de reparación más rentables y proporcionará capacitación para sus operadores y mecánicos.

1.2.10.4 Respaldo con publicaciones

Los manuales de operación y mantenimiento son fáciles de usar y le ayudan a aprovechar al máximo su inversión en equipos.

1.2.10.5 Componentes remanufacturados

Los componentes remanufacturados se ofrecen como alternativa económica para muchos componentes Caterpillar.

1.2.10.6 Acceso a nivel del suelo

El acceso a nivel del suelo hace más conveniente el servicio de los tanques, filtros y drenajes de compartimientos, así como la capacidad de parada del motor. El Sistema de Administración de Información Vital tiene un puerto de acceso a nivel del suelo para facilitar la transferencia de información.

1.2.10.7 Técnico Electrónico

El programa Técnico Electrónico (ET) de Caterpillar consulta fácilmente los datos de la máquina. Ejecuta pruebas rápidamente, realiza calibraciones y recupera datos del sistema para ayudar a detectar y solucionar problemas antes de que causan fallas costosas.

1.2.10.8 Plataforma de mantenimiento

La plataforma de mantenimiento proporciona acceso al motor, los filtros de aire, el tanque hidráulico de la dirección y la caja de la batería.

1.2.10.9 Sistema de lubricación automática

El sistema de lubricación automática suministra grasa a los componentes que la necesitan en forma regular para reducir el mantenimiento y mejorar la disponibilidad de la máquina.

1.2.10.10 Centro de servicio de llenado rápido

El centro de servicio de llenado rápido (Wiggins) se caracteriza por intercambio rápido de aceite y combustible.

1.2.10.11 Análisis Periódico de Aceite

Las válvulas para el Análisis Periódico de Aceite agilizan el muestreo y mejoran la confiabilidad del análisis.

1.2.10.12 Sistema Renovador de Aceite (ORS)

El Sistema Renovador de Aceite (ORS) se ofrece como opción para prolongar los intervalos entre cambios de aceite y reducir el manejo de aceite desechado al quemar constantemente aceite del sumidero en el normal funcionamiento del motor. Debe agregarse aceite de compensación para restaurar el aceite quemado.

1.2.10.13 Cabezas de cilindro

Las cabezas de cilindro individuales e intercambiables pueden desmontarse fácilmente para inspeccionar visualmente las piezas internas.

1.2.10.14 Acceso en el bastidor

El acceso en el bastidor permite hacer el mantenimiento y reparaciones menores sin desmontar ninguno de los componentes principales. Asimismo, facilitar el desmontaje de componentes principales y su reemplazo, si es necesario.

1.2.10.15 Tomas de presión con acoplador rápido

Casi todos los sistemas hidráulicos incluyen tomas de presión con acoplador rápido para posibilitar revisiones y diagnósticos de presión claros y rápidos.

1.2.10.16 Filtros de aire

Los filtros de aire con sello radial son fáciles de cambiar; ello reduce el tiempo necesario para mantener el filtro de aire.

1.2.10.17 Conectores eléctricos

Los conectores eléctricos sellados aíslan el sistema del polvo y la humedad. Los cables se codifican con color para facilitar el diagnóstico y la reparación. Los mazos de cables están trenzados e incluyen un forro protector para impedir que se dañen.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

2.1.1 Origen del TPM.

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como las de control de calidad, Ciclo Deming y otros conceptos de management americano. Posiblemente en la del TPM influyó el desarrollo del modelo *Wide – Company Quality Control* o *Total Quality Management*. En la década de los sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto Kaizen (cuyos detalles se encuentran en el apéndice) o de mejora continua. Esto significó que no solo corregir las averías era la función de mantenimiento, sino mejorar la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

Este progreso de las acciones de mejora llevo a crear el concepto de prevención del mantenimiento, realizando acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos productivos para eliminar actividades de mantenimiento.

La primera empresa en introducir estos conceptos fue la Nippon Denso Co. Ltd. en el año 1971. Es muy seguro que el efecto de la implantación de estrategias de Total Quality Management hicieron que el TPM se desarrollara en esta empresa, ya que también se destaca esta empresa como una de las pioneras en la aplicación de principios como Hoshin Kanri, Daily Management y Cross Functional Management característicos de modelos avanzados del TQM. A esta empresa se le reconoció con el Premio de Excelencia Empresarial y que mas tarde se transformó en Premio PM (Mantenimiento Productivo).

En la década de los ochenta se introdujo el modelo de mantenimiento basado en el tiempo (TBM) como parte del modelo TPM. El aporte del sistema RCM (Reliability Center Maintenance) o mantenimiento centrado en la fiabilidad ayudó a mejorar la eficiencia de las acciones preventivas de mantenimiento.

El TPM ha progresado muy significativamente y continuará beneficiando de los desarrollos recientes de las telecomunicaciones, tecnologías digitales y otros modelos emergentes de dirección y tecnologías de mantenimiento. Posiblemente en los siguientes años se incorporen al TPM modelos probados de gestión de conocimiento, nuevos sistemas económicos y financieros, tecnología para el análisis y estudio de averías automático y nuevos desarrollos.

En el mundo de hoy para una empresa poder sobrevivir debe ser competitiva y sólo podrá serlo si cumple con estas tres condiciones:

- *Brindar un Producto de optima conformidad:* recordemos que ahora en al argot de las normas ISO ya no se habla de calidad sino de conformidad
- *Tener costos competitivos:* una buena gerencia y sistemas productivos eficaces pueden ayudar a alcanzar esta meta
- *Realizar las entregas a tiempo:* aquí se aplican los conceptos del JIT, *Just in Time* o el justo a tiempo.

Cuando nacieron los diferentes sistemas de calidad de una o de otra manera todos y cada uno enfocaban su atención en una o más de las llamadas 5 M:

1. Mano de obra
2. Medio ambiente
3. Materia Prima

4. Métodos

5. Máquinas

Sin embargo el occidente nunca se concentro en la ultima de las cinco M, las máquinas; sino que por el contrario se olvidaron de este aspecto y se concentraron en los otros 4, lo que nunca permitió que sus sistemas alcancen el máximo de su potencial. Es aquí donde entra en escena un nuevo método que toma en cuenta a las 5 M y ofrece maximizar la efectividad de los sistemas, eliminando las pérdidas, así nace el TPM cuyas siglas en español significan Mantenimiento Productivo Total.

2.1.2 Definición.

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM ® (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.

Se asume el término TPM con los siguientes enfoques: la letra M representa acciones de *management* y *mantenimiento*. Es un enfoque de realizar actividades de dirección y transformación de empresa. La letra P está vinculada a la palabra "productivo" o "productividad" de equipos pero hemos considerado que se puede asociar a un término con una visión más amplia como "perfeccionamiento". La letra T de la palabra "total" se interpreta como "*todas* las actividades que realizan *todas* las personas que trabajan en la empresa".

El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

El JIPM define el TPM como: Es un sistema que garantiza la efectividad de los *sistemas productivos* (5 M) cuya meta es tener *cero pérdidas* a nivel de todos los *departamentos* con la participación de todo el personal en *pequeños grupos*, es un sistema orientado a lograr:

- ◆ cero accidentes,
- ◆ cero defectos
- ◆ cero averías
- ◆ cero defectos

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

2.1.3 Objetivo del TPM

Maximizar la efectividad total de los sistemas productivos por medio de la eliminación de sus pérdidas por la participación de todos los empleados en pequeños grupos de actividades voluntarias.

Los objetivos que una organización busca al implantar el TPM pueden tener diferentes dimensiones:

- **Objetivos estratégicos:**

El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costes operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

- **Objetivos operativos:**

El TPM tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallos, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada.

- **Objetivos organizativos:**

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incremento en la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona pueda aportar lo mejor de sí, todo esto, con el propósito de hacer del sitio de trabajo un entorno creativo, seguro, productivo y donde trabajar sea realmente grato.

2.1.4 Características del TPM

Las características del TPM más significativas son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El modelo original TPM propuesto por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas sugiere utilizar pilares específicos para acciones concretas diversas, las cuales se deben implantar en forma gradual y progresiva, asegurando cada paso dado mediante acciones de autocontrol del personal que interviene.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- a) dirección de operaciones de mantenimiento y
- b) dirección de tecnologías de mantenimiento.

El TPM es sinérgico con otras estrategias de mejora de las operaciones como el sistema de producción Justo a Tiempo, Mass Customization, Total Quality Management, Gestión del Conocimiento Industrial, modelos de certificación de sistemas de calidad, etc.

2.1.5 Misión del TPM

La misión de toda empresa es obtener un rendimiento económico, sin embargo, la misión del TPM es lograr que la empresa obtenga un rendimiento económico CRECIENTE en un ambiente agradable como producto de la interacción del personal con los sistemas, equipos y herramientas como se ilustra en la figura 1.

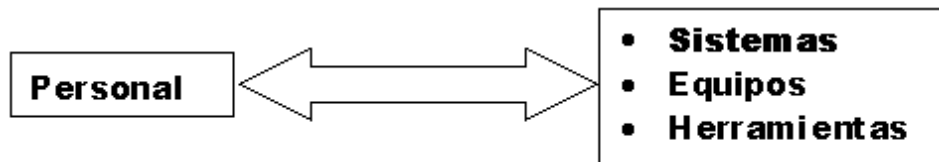


Figura 1, **Interacción del hombre con los equipos, máquinas y herramientas**

2.2 Definición de pérdidas

Perdida es todo aquello que puede ser mejorado, por ejemplo si tenemos una eficacia de un 92%, existe todavía un 8% de pérdida que puede ser mejorado, en otras palabras una pérdida es una oportunidad de optimizar el proceso.

2.3 Pequeños grupos

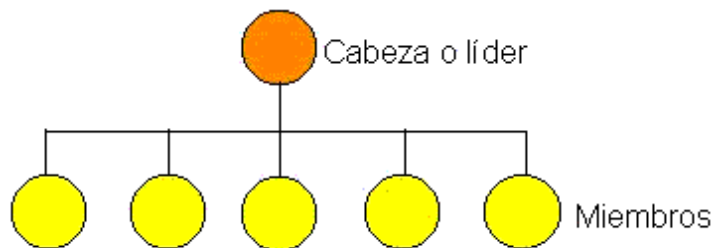


Figura 2, **Estructura de un grupo**

En este proceso la organización se organiza en pequeños grupos de 5 a 6 personas máximo donde existe un líder que es cabeza de un grupo y miembro del siguiente (ver figuras 2 y 3).

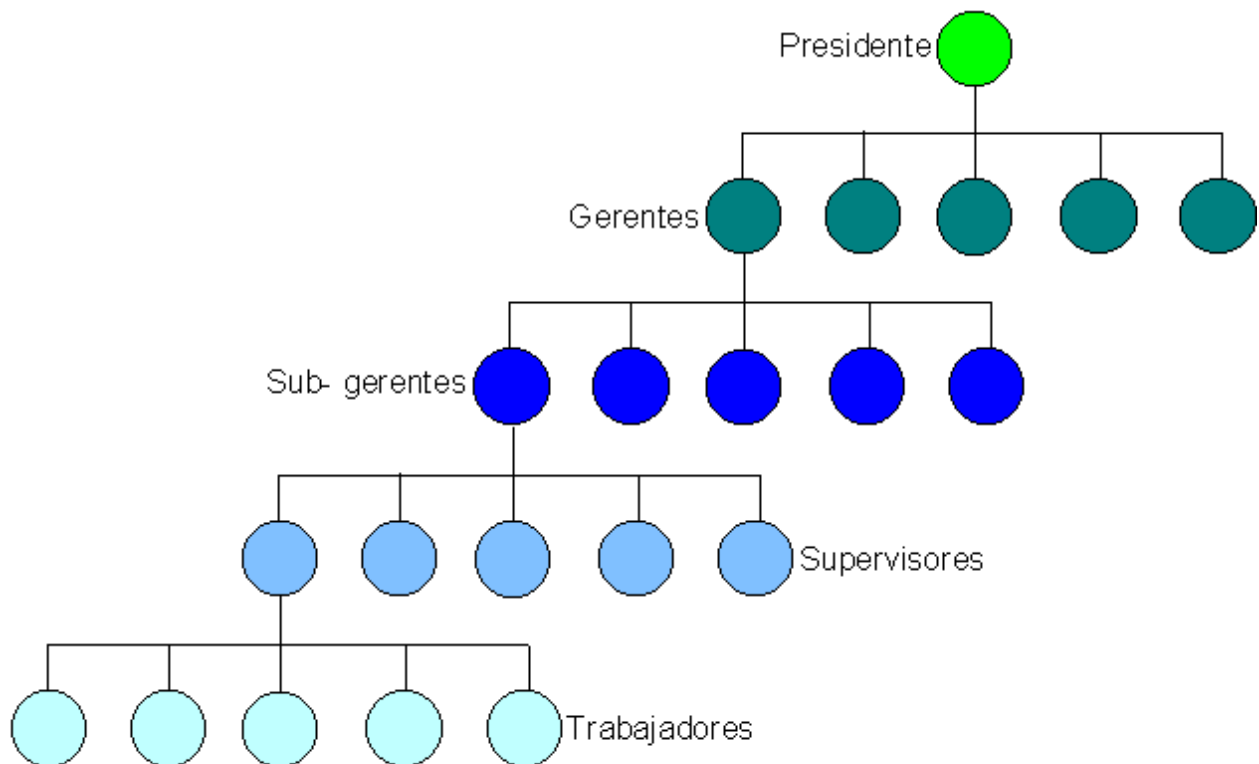


Figura 3, **Distribución de los grupos dentro de la estructura piramidal de la organización**

En la figura 3, se puede apreciar como toda la organización está involucrada en la aplicación del TPM, este

tipo de distribución permite que la empresa trabaje de forma mas organizada y coordinada donde la información sube y baja a través de la estructura piramidal del organigrama de la empresa permitiendo una mejor evaluación y control del proceso.

2.4 Pilares

Para tener una mejor perspectiva del significado del TPM hay que entender que este se sustenta en 8 pilares (ver figura 4).

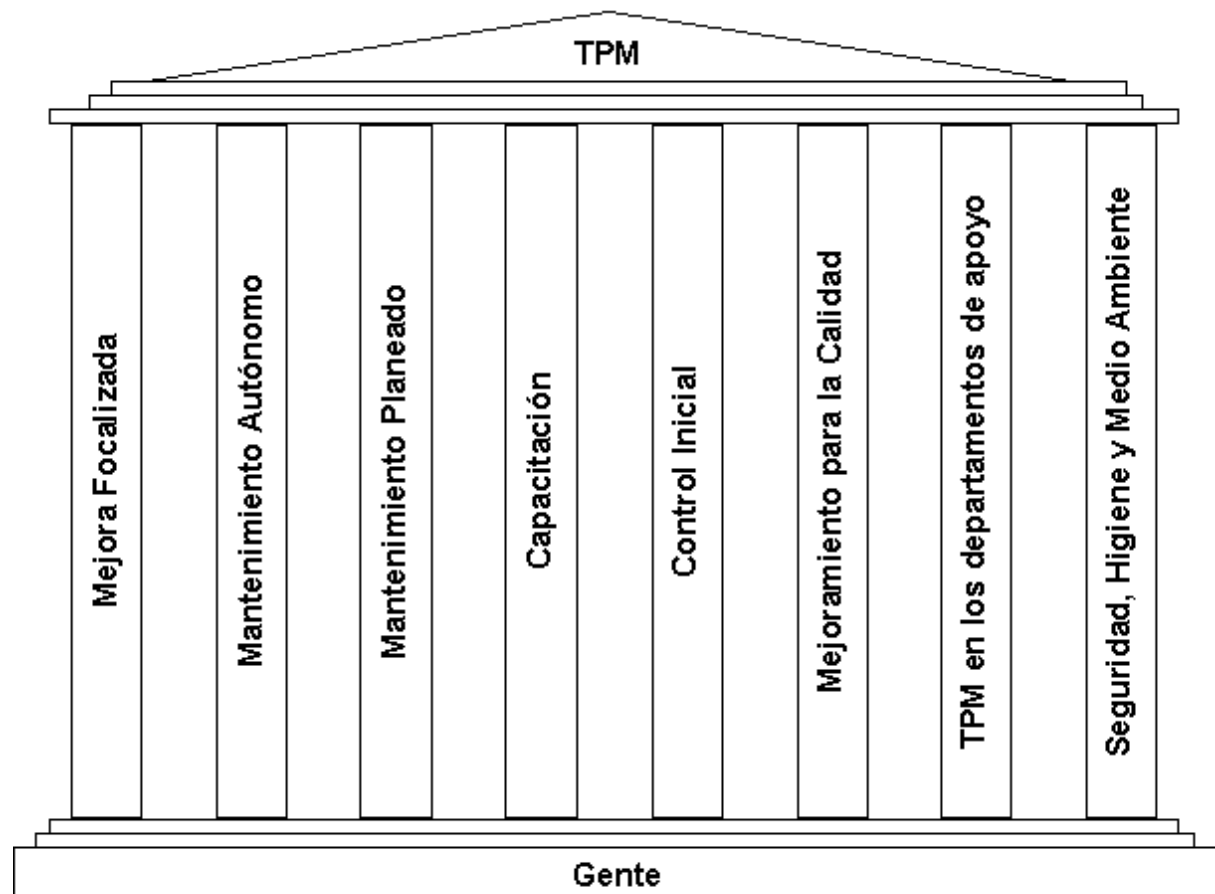


Figura 4, Pilares del TPM

Como muestra la figura 4, el TPM se sustenta sobre 8 pilares que a su vez se sustentan sobre la gente.

2.4.1 Mejora Focalizada

Objetivo: Eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas ocasionadas con el proceso productivo

Las pérdidas pueden ser:

- De los equipos:
 - Fallas en los equipos principales
 - Cambios y ajustes no programados
 - Fallas de equipos auxiliares
 - Ocio y paradas menores
 - Reducción de Velocidad
 - Defectos en el proceso

- Arranque
- Recurso humano:
 - Gerenciales
 - Movimientos
 - Arreglo/ acomodo
 - Falta de sistemas automáticos
 - Seguimientos y corrección
- Proceso Productivo:
 - De los recursos de producción
 - De los tiempos de carga del equipo
 - Paradas programadas

Por lo expuesto anteriormente se sabe que las perdidas se pueden clasificar en perdidas del equipo, recursos humanos y proceso productivo, subdividiéndose cada una en 8, 5 y 3 pérdidas respectivamente sumando las famosas 16 pérdidas que se busca eliminar en el TPM.

Ahora bien antes de pasar a otro punto es importante destacar algunas posibles causas de las pérdidas en los equipos, muchas veces ocurre que las máquinas y/ o equipos se deterioran por falta de un buen programa de mantenimiento o simplemente porque los encargados de observar y corregir estas fallas *aceptan* estas pérdidas; cuando debería ocurrir todo lo contrario los equipos deberían funcionar bien desde la primera vez y siempre.

Los costos de manufactura por lo general pueden distribuirse de la siguiente manera:

- 10% Mano de obra
- 30% Administración
- 60% Producción

Al ver esta distribución de costos resulta obvio el hecho de que al reducir las perdidas en el área de producción se reducirán más de la mitad de las perdidas.

2.4.2 Mantenimiento autónomo

Objetivo: Conservar y mejorar el equipo con la participación del usuario u operador

Concepto: Los operadores se hacen cargo del mantenimiento de sus equipos, lo mantienen y desarrollan la capacidad para detectar a tiempo fallas potenciales

La idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo. No se trata de que cada operario cumpla el rol de un mecánico, sino de que cada operario conozca y cuide su equipo además ¿Quién puede reconocer de forma más oportuna la posible falla de un equipo antes de que se presente? Obviamente el operador calificado ya que él pasa mayor tiempo con el equipo que cualquier mecánico, él podrá reconocer primero cualquier varianza en el proceso habitual de su equipo.

El mantenimiento autónomo puede prevenir:

- Contaminación por agentes externos

- Rupturas de ciertas piezas
- Desplazamientos
- Errores en la manipulación

Con sólo instruir al operario en:

- Limpiar
- Lubricar
- Revisar

2.4.3 Mantenimiento planeado

Objetivo: Lograr mantener el equipo y el proceso en condiciones optimas

Concepto: Un conjunto de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente el proceso

La idea del mantenimiento planeado es la de que el operario diagnostique la falla y la indique con etiquetas con formas, números y colores específicos dentro de la máquina de forma que cuando el mecánico venga a reparar la máquina va directo a la falla y la elimina

Este sistema de etiquetas con formas, colores y números es bastante eficaz ya que al mecánico y al operario le es más fácil ubicar y visualizar la falla.

2.4.4 Capacitación

Objetivo: Aumentar las capacidades y habilidades de los empleados.

Aquí se define lo que hace cada quien y se realiza mejor cuando los que instruyen sobre lo que se hace y como se hace son la misma gente de la empresa, sólo hay que buscar asesoría externa cuando las circunstancias lo requieran.

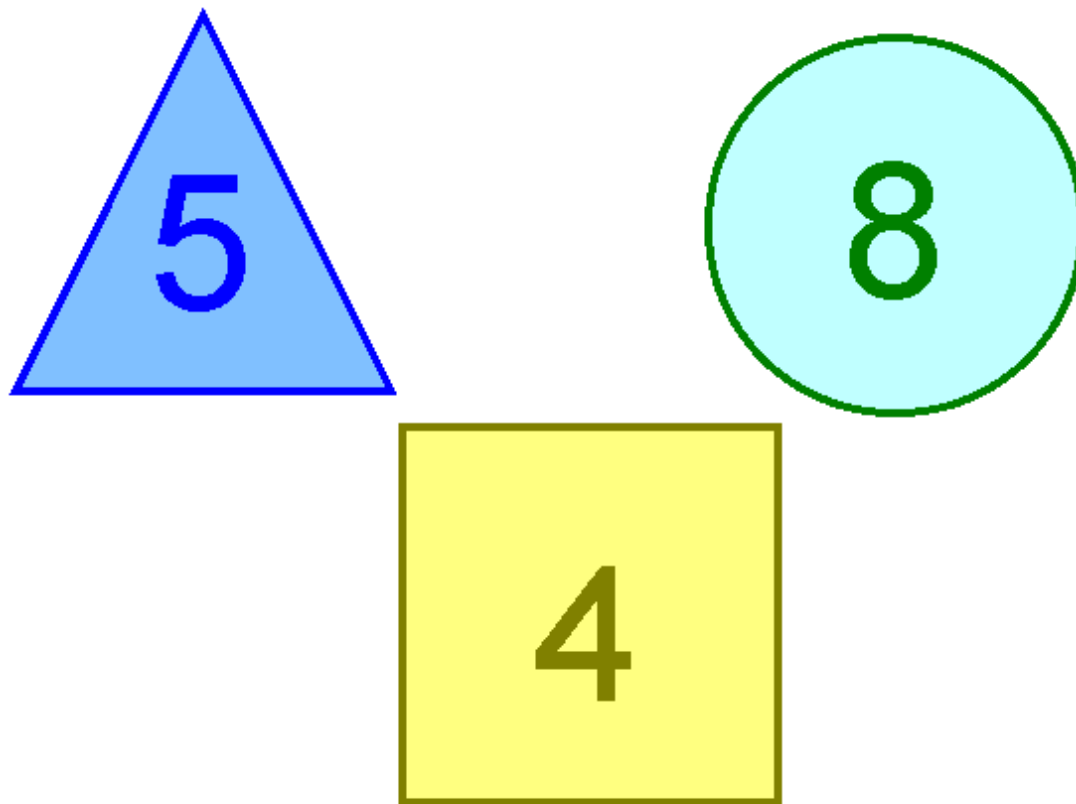


Figura 5, **Modelo del sistema de etiquetas**

2.4.5 Control inicial

Objetivo: Reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento.

Este control nace después de ya implantado el sistema cuando se adquieren máquinas nuevas.

2.4.6 Mejoramiento para la calidad

Objetivo: Tomar acciones preventivas para obtener un proceso y equipo cero defectos.

La meta aquí es ofrecer un producto cero defectos como efecto de una máquina cero defectos, y esto último sólo se logra con la continua búsqueda de una mejora y optimización del equipo.

2.4.7 TPM en los departamentos de apoyo

Objetivo: Eliminar las pérdidas en los procesos administrativos y aumentar la eficiencia.

El TPM es aplicable a todos los departamentos, en finanzas, en compras, en almacén, para ello es importante es que cada uno haga su trabajo a tiempo

En estos departamentos las siglas del TPM toman estos significados

T	Total Participación de sus miembros
P	Productividad (volúmenes de ventas y ordenes por personas)
M	Mantenimiento de clientes actuales y búsqueda de nuevos

Figura 6, **Significado de las siglas del TPM para los departamentos de apoyo**

2.4.8 Seguridad Higiene y medio ambiente

Objetivo: Crear y mantener un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes y sin contaminación.

Aquí lo importante es buscar que el ambiente de trabajo sea confortable y seguro, muchas veces ocurre que la contaminación en el ambiente de trabajo es producto del mal funcionamiento del equipo, así como muchos de los accidentes son ocasionados por la mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo.

2.5 Beneficios

Según su experiencia el ponente argumenta que en un año se recupera la inversión realizada al implantar este sistema y en 4 el ahorro producido permite invertir los recursos en otros proyectos. Aunque estos resultados no se ven de la noche a la mañana y son el producto de un trabajo hecho día a día pero llegar a la meta de cero pérdidas es posible y una vez alcanzada hay que iniciar la búsqueda de otras pérdidas para eliminarlas, en otras palabras estos beneficios sólo se logran con el mejoramiento continuo.

Es importante destacar que la implantación del TPM, contribuye a la reducción de los costos, a realizar las entregas a tiempo, a que el empleado trabaje con mayor seguridad y a elevar la moral del trabajador ya que este participa activamente en u trabajo en equipo y aporta sugerencias.

2.6 Conclusiones

El TPM es el producto de varios sistemas y filosofías de control de calidad y calidad total llevadas a su punto más alto de evolución hasta ahora, por lo que para hacerlo funcionar requiere de un cambio en la filosofía del común denominador del personal de las empresas del nuestro país.

Para hacer que el TPM Funcione hay que lograr hacer realidad el significado

de las tres siglas en la forma que se muestra a continuación:

T	P	M
Total	People	Motivation
Total	Productive	Maintenance
Total	Production	Management
Total	Process	Management
Total	Productive	Manufacturing
Total	Profit	Manufacturing

Figura 7, **Otros significados de las siglas del TPM**

Sólo teniendo a todo el personal de la empresa motivado y con una gerencia productiva cuyo sistema este atento a mejorar continuamente todos los aspectos relacionados con las 5M es que se podrá llegar al punto de cero pérdidas. Es un trabajo que se hace día a día, no es fácil pero con una mente abierta y decidida se puede lograr.

En la figura 7 se muestran las bases de la Gerencia Productiva Total, si no se tiene esta ultima es imposible implantar el TPM con eficacia.

2.7 Las "5S's" una Filosofía Esencial

Cualquiera que haya iniciado un taller de maquinado recientemente, con seguridad ha tenido estos pensamientos: ¿Cómo puedo mejorar la eficiencia, organización en la operación, calidad, seguridad y limpieza del lugar al tiempo que protejo mi inversión? Todd Skaggs, presidente de Metaltek Mfg. Inc., decidió que el proceso de las 5S podía impactar efectivamente la manera en que su empresa estaba haciendo negocios.

Basada en palabras japonesas que comienzan con una "S", esta filosofía se enfoca en trabajo efectivo, organización del lugar, y procesos estandarizados de trabajo. 5S simplifica el ambiente de trabajo, reduce los desperdicios y actividades que no agregan valor, al tiempo que incrementa la seguridad y eficiencia de calidad.

• Seiri (ordenamiento o acomodo)

La primera S se refiere a eliminar del área de trabajo todo aquello que no sea necesario. Una forma efectiva de identificar estos elementos que habrán de ser eliminados es llamado "etiquetado en rojo". En efecto una tarjeta roja (de expulsión) es colocada a cada artículo que se considera no necesario para la operación. Enseguida, estos artículos son llevados a una área de almacenamiento transitorio. Más tarde, si se confirmó que eran innecesarios, estos se dividirán en dos clases, los que son utilizables para otra operación y los inútiles que serán descartados. Este paso de ordenamiento es una manera excelente de liberar espacios de piso desechando cosas tales como: herramientas rotas, aditamentos o herramientas obsoletas, recortes y excesos de materia prima. Este paso también ayuda a eliminar la mentalidad de "Por Si Acaso".

• Seiton (Todo en Su Lugar)

Es la segunda "S" y se enfoca a sistemas de guardado eficientes y efectivos.

- ¿Qué necesito para hacer mi trabajo?
- ¿Dónde lo necesito tener?
- ¿Cuántas piezas de ello necesito?

Algunas estrategias para este proceso de "todo en Su lugar" son: pintura de pisos delimitando claramente áreas de trabajo y ubicaciones, tablas con siluetas, así como estantería modular y/o gabinetes para tener en su lugar cosas como un bote de basura, una escoba, trapeador, cubeta, etc. ¡No nos imaginamos cómo se pierde tiempo buscando una escoba que no está en su lugar! Esa simple escoba debe tener su lugar donde todo el que la necesite, la halle. "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

• Seiso (¡que brille!)

Una vez que ya hemos eliminado la cantidad de estorbos y hasta basura, y relocalizado lo que sí necesitamos, viene una super-limpieza del área. Cuando se logre por primera vez, habrá que mantener una diaria limpieza a fin de conservar el buen aspecto y comodidad de esta mejora. Se desarrollará en los trabajadores un orgullo por lo limpia y ordenada que tienen su área de trabajo. Este paso de limpieza realmente desarrolla un buen sentido de propiedad en los trabajadores. Al mismo comienzan a resultar evidentes problemas que antes eran ocultos por el desorden y suciedad. Así, se dan cuenta de fugas de aceite, aire, refrigerante, partes con excesiva vibración o temperatura, riesgos de contaminación, partes fatigadas, deformadas, rotas, desalineamiento. Estos elementos, cuando no se atienden, pueden llevarnos a una falla del equipo y pérdidas de producción, factores que afectan las utilidades de la empresa.

• Seiketsu (Estandarizar)

Al implementar las 5S's, nos debemos concentrar en estandarizar las mejores prácticas en nuestra área de trabajo. Dejemos que los trabajadores participen en el desarrollo de estos estándares o normas. Ellos son muy valiosas fuentes de información en lo que se refiere a su trabajo, pero con frecuencia no se les toma en cuenta.

Pensemos en lo que McDonalds, Pizza Hut, UPS, el Ejército de los EE.UU. serían si no tuvieran efectivas normas de trabajo o estándares.

- **Shitsuke (Sostener)**

Esta será, con mucho, la "S" más difícil de alcanzar e implementar. La naturaleza humana es resistir el cambio y no pocas organizaciones se han encontrado dentro de un taller sucio y amontonado a solo unos meses de haber intentado la implementación de las "5S's". Existe la tendencia de volver a la tranquilidad del "Status Quo" y la "vieja" forma de hacer las cosas. El sostenimiento consiste en establecer un nuevo "estatus quo" y una nueva serie de normas o estándares en la organización del área de trabajo.

Una vez bien implementado, el proceso de las 5S's eleva la moral, crea impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia la organización. No solo se sienten los trabajadores mejor acerca del lugar donde trabajan, sino que el efecto de superación continua genera menores desperdicios, mejor calidad de productos y más rápida revolvencia, cualquiera de los cuales, hace a nuestra organización más remunerativa y competitiva en el mercado.

APÉNDICE

Apéndice A:

ANEXO A

Karakuri Kaizen

El pasado Octubre se realizó en Nagoya, Japón, la exhibición anual conocida como Karakuri Kaizen. El Karakuri hace referencia a un tradicional arte japonés de emplear pequeños dispositivos, artilugios que pueden emplearse en la vida cotidiana y con el propósito de mejorar la seguridad, control o bienestar de las personas.

La adaptación karakuri a plantas industriales se conoce como Karakuri Kaizen. Se puede interpretar como aquellos dispositivos desarrollados por trabajadores de plantas industriales para mejorar el funcionamiento de la maquinaria, eliminar defectos, evitar accidentes y mejorar la calidad del trabajo diario.

En la exposición de Nagoya se presentaron 64 plantas con 340 muestras de productos "Karakuri". Al evento participaron cerca de 4200 visitantes quienes votaron los mejores karakuri. En esta oportunidad el ganador fue el "rakuraku cart" o carro de fácil manejo presentado por la compañía Yamaha Motors. Otro Karakuri premiado fue el presentado por el trabajador Sr. Itoki Crebio de Toyota con su control visual Kaizen para libros. En esta muestra se conceden premio a la mejor idea y la más práctica.

En esta página pretendemos dar a conocer desarrollos Karakuri que puedan ser compartidos por las empresas, como ejemplo y reconocimiento de las personas que trabajan en la mejora continua de las plantas industriales. En nuestras siguientes publicaciones informaremos sobre la práctica karakuri y realizaremos algunas traducciones de ejemplos de empresas japonesas en espera que nuestros visitantes nos aportan sus ideas.

Apéndice B:

¿QUÉ ES SHITSUKE?

SHITSUKE – DISCIPLINA

Shitsuke o Disciplina significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las

primeras "S" por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos.

Las cuatro "S" anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la Disciplina. Su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

Shitsuke implica un desarrollo de la cultura del autocontrol dentro de la empresa. Si la dirección de la empresa estimula que cada uno de los integrantes aplique el Ciclo Deming en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que la práctica del Shitsuke no tendría ninguna dificultad. Es el Shitsuke el puente entre las 5S y el concepto Kaizen o de mejora continua. Los hábitos desarrollados con la práctica del ciclo PHVA se constituyen en un buen modelo para lograr que la disciplina sea un valor fundamental en la forma de realizar un trabajo.

Shitsuke implica..

- El respeto de las normas y estándares establecidas para conservar el sitio de trabajo impecable.
- Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- Promover el hábito de auto-controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.
- Comprender la importancia del respeto por los demás y por las normas en las que el trabajador seguramente ha participado directa o indirectamente en su elaboración.
- Mejorar el respeto de su propio ser y de los demás.

BENEFICOS DEL SHITSUKE

- Se crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- La disciplina es una forma de cambiar hábitos.
- Se siguen los estándares establecidos y existe una mayor sensibilización y respeto entre personas.
- La moral en el trabajo se incrementa.
- El cliente se sentirá más satisfecho ya que los niveles de calidad serán superiores debido a que se han respetado íntegramente los procedimientos y normas establecidas.
- El sitio de trabajo será un lugar donde realmente sea atractivo llegara cada día.

¿QUÉ ES SEITON?

SEITON – ORDENAR

Seiton consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aplicar Seiton en mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de

los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.

Una vez hemos eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que necesitamos con frecuencia, identificándolos para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta).

Seiton permite:

- Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia.
- Disponer de lugares para ubicar el material o elementos que no se usarán en el futuro.
- En el caso de maquinaria, facilitar la identificación visual de los elementos de los equipos, sistemas de seguridad, alarmas, controles, sentidos de giro, etc.
- Lograr que el equipo tenga protecciones visuales para facilitar su inspección autónoma y control de limpieza.
- Identificar y marcar todos los sistemas auxiliares del proceso como tuberías, aire comprimido, combustibles.
- Incrementar el conocimiento de los equipos por parte de los operadores de producción.

BENEFICIOS DEL SEITON PARA EL TRABAJADOR

- Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo
- Se mejora la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- El aseo y limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- La presentación y estética de la planta se mejora, comunica orden, responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Se libera espacio.
- El ambiente de trabajo es más agradable.
- La seguridad se incrementa debido a la demarcación de todos los sitios de la planta y a la utilización de protecciones transparentes especialmente los de alto riesgo.

BENEFICIOS ORGANIZATIVOS

- La empresa puede contar con sistemas simples de control visual de materiales y materias primas en stock de proceso.
- Eliminación de pérdidas por errores.

- Mayor cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- El estado de los equipos se mejora y se evitan averías.
- Se conserva y utiliza el conocimiento que posee la empresa.
- Mejora de la productividad global de la planta.

¿QUÉ ES SEISO?

SEISO – LIMPIAR

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. Desde el punto de vista del TPM, Seiso implica inspeccionar el equipo durante el proceso de limpieza. Se identifican problemas de escapes, averías, fallos o cualquier tipo de FUGUAI. Esta palabra japonesa significa defecto o problema existente en el sistema productivo.

La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente. Seiso implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario, sería imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo. Se trata de evitar que la suciedad, el polvo, y las limaduras se acumulen en el lugar de trabajo.

Para aplicar Seiso se debe...

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumirse la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo: "la limpieza es inspección"
- Se debe abolir la distinción entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- El trabajo de limpieza como inspección genera conocimiento sobre el equipo. No se trata de una actividad simple que se pueda delegar en personas de menor cualificación.
- No se trata únicamente de eliminar la suciedad. Se debe elevar la acción de limpieza a la búsqueda de las fuentes de contaminación con el objeto de eliminar sus causas primarias

.BENEFICIOS DEL SEISO

- Reduce el riesgo potencial de que se produzcan accidentes.
- Mejora el bienestar físico y mental del trabajador.
- Se incrementa el la vida útil del equipo al evitar su deterioro por contaminación y suciedad.
- Las averías se pueden identificar más fácilmente cuando el equipo se encuentra en estado óptimo de limpieza

- La limpieza conduce a un aumento significativo de la Efectividad Global del Equipo.
- Se reducen los despilfarros de materiales y energía debido a la eliminación de fugas y escapes.
- La calidad del producto se mejora y se evitan las pérdidas por suciedad y contaminación del producto y empaque.

¿QUÉ ES SEIRI?

SEIRI – CLASIFICAR

Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios y que no se requieren para realizar nuestra labor.

Frecuentemente nos "llenamos" de elementos, herramientas, cajas con productos, carros, útiles y elementos personales y nos cuesta trabajo pensar en la posibilidad de realizar el trabajo sin estos elementos. Buscamos tener al rededor elementos o componentes pensando que nos harán falta para nuestro próximo trabajo. Con este pensamiento creamos verdaderos stocks reducidos en proceso que molestan, quitan espacio y estorban. Estos elementos perjudican el control visual del trabajo, impiden la circulación por las áreas de trabajo, induce a cometer errores en el manejo de materias primas y en numerosas oportunidades pueden generar accidentes en el trabajo.

La primera "S" de esta estrategia aporta métodos y recomendaciones para evitar la presencia de elementos innecesarios. El Seiri consiste en:

- Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- Clasificar lo necesario de lo innecesario para el trabajo rutinario.
- Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo
- Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- Organizar las herramientas en sitios donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afectan el funcionamiento de los equipos y que pueden conducir a averías.
- Eliminar información innecesaria y que nos puede conducir a errores de interpretación o de actuación.

BENEFICIOS DEL SEIRI

La aplicación de las acciones Seiri preparan los lugares de trabajo para que estos sean más seguros y productivos. El primer y más directo impacto del Seiri está relacionado con la seguridad. Ante la presencia de elementos innecesarios, el ambiente de trabajo es tenso, impide la visión completa de las áreas de trabajo, dificulta observar el funcionamiento de los equipos y máquinas, las salidas de emergencia quedan obstaculizadas haciendo todo esto que el área de trabajo sea más insegura.

La práctica del Seiri además de los beneficios en seguridad permite:

- Liberar espacio útil en planta y oficinas
- Reducir los tiempos de acceso al material, documentos, herramientas y otros elementos de trabajo.
- Mejorar el control visual de stocks de repuestos y elementos de producción, carpetas con información, planos, etc.
- Eliminar las pérdidas de productos o elementos que se deterioran por permanecer un largo tiempo expuestos en un ambiente no adecuado para ellos; por ejemplo, material de empaque, etiquetas, envases plásticos, cajas de cartón y otros.
- Facilitar el control visual de las materias primas que se van agotando y que requieren para un proceso en un turno, etc.
- Preparar las áreas de trabajo para el desarrollo de acciones de mantenimiento autónomo, ya que se puede apreciar con facilidad los escapes, fugas y contaminaciones existentes en los equipos y que frecuentemente quedan ocultas por los elementos innecesarios que se encuentran cerca de los equipos.

¿QUÉ ES SEIKETSU?

SEIKETSU – ESTANDARIZAR

Seiketsu es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.

Un operario de una empresa de productos de consumo que ha practicado TPM por varios años manifiesta:

Seiketsu implica elaborar estándares de limpieza y de inspección para realizar acciones de autocontrol permanente. "Nosotros" debemos preparar estándares para nosotros". Cuando los estándares son impuestos, estos no se cumplen satisfactoriamente, en comparación con aquellos que desarrollamos gracias a un proceso de formación previo.

Desde décadas conocemos el principio escrito en numerosas compañías y que se debe cumplir cuando se finaliza un turno de trabajo: "Dejaremos el sitio de trabajo limpio como lo encontramos". Este tipo frases sin un correcto entrenamiento en estandarización y sin el espacio para que podamos realizar estos estándares, difícilmente nos podremos comprometer en su cumplimiento.

Seiketsu o estandarización pretende...

- Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras S
- Enseñar al operario a realizar normas con el apoyo de la dirección y un adecuado entrenamiento.
- Las normas deben contener los elementos necesarios para realizar el trabajo de limpieza, tiempo empleado, medidas de seguridad a tener en cuenta y procedimiento a seguir en caso de identificar algo anormal.
- En lo posible se deben emplear fotografías de como se debe mantener el equipo y las zonas de cuidado.
- El empleo de los estándares se debe auditar para verificar su cumplimiento.

- Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo (Jishu Hozen).

BENEFICIOS DEL SEIKETSU

- Se guarda el conocimiento producido durante años de trabajo.
- Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el sitio de trabajo en forma permanente.
- Los operarios aprenden a conocer en profundidad el equipo.
- Se evitan errores en la limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.
- La dirección se compromete más en el mantenimiento de las áreas de trabajo al intervenir en la aprobación y promoción de los estándares
- Se prepara el personal para asumir mayores responsabilidades en la gestión del puesto de trabajo.
- Los tiempos de intervención se mejoran y se incrementa la productividad de la planta.

GERENCIA GENERAL

GERANCIA ADMINISTRATIVA

CAPATAZ

SECRETARÍA

MECANICA – MINA

SUPERVISIÓN MANTENIMIENTO DE MINA

PLANEAMIENTO – MANTENIMIENTO MINA

SUPER INTENDENCIA – MINA

DEPARTAMENTO DE CONTABILIDAD