



# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

## **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **INFORME FINAL DEL PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

#### **“IMPLEMENTAR Y ARRANCAR EL TPM EN LOS NUEVOS ROBOTS DE SELLO VOLKSWAGEN DE MEXICO”**

DESARROLLADO POR:

**MIGUEL ANGEL LASTRA PASCACIO**  
**06270096**

ASESOR

ING. JOSE DEL CARMEN VAZQUEZ HERNANDEZ

ASESOR EXTERNO

ING. MIGUEL ANGEL VELASCO RAMIREZ

REVISOR

ING. SABINO VELAZQUEZ TRUJILLO

Tuxtla Gutiérrez, Chis. (Julio del 2010)



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

Puebla, Pue a 03 de Agosto de 2010  
INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ  
PRESENTE

ATN: M.C. ROBERTO CARLOS GARCIA GOMEZ  
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE  
GESTION TECNOLOGICA Y VINCULACION

Por medio de la presente se hace constar que **LASTRA PASCACIO MIGUEL ANGEL** con **NÚMERO CONTROL 06270096** de la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** del plantel a su cargo, realizó **RESIDENCIA PROFESIONAL** en Volkswagen de México, participando en el desarrollo del proyecto **IMPLEMENTAR Y ARRANCAR EL TPM EN LOS ROBOTS DE SELLO** en el departamento de **PINTURA NAVE 83** bajo la asesoría de **VELASCO RAMIREZ MIGUEL ANGEL**, durante el periodo comprendido del **03 DE FEBRERO DE 2010** hasta el **03 DE AGOSTO DE 2010** con horario de **8:00 a 17:00** horas para así cubrir **960** horas.

Se extiende la presente a petición del interesado para los fines que a él convenga.

ATENTAMENTE

Lic. MARIA MAGALI ISLAS SANCHEZ

Coordinación General de Practicantes Nacionales



**Volkswagen de México**  
**S.A. de C.V.**

03 AGO 2010

**PRACTICANTES NACIONALES**



## INDICE

### LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1. Mantenimiento Autónomo	35
Tabla 3.2. Temas de seguridad	39
Tabla 3.3. Lista Equipo de Protección Personal	42

### LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Organigrama General	9
Figura 2.2. Organigrama Producción y Logística	10
Figura 3.1. Pilares del TPM	20
Figura 3.2. Implementación del TPM	25
Figura 3.3. Pasos del Mantenimiento Autónomo	32
Figura 3.4. Pérdidas por deterioro forzado	46
Figura 3.5. Diagrama de Limpieza	49
Figura 3.6. Tarjetas	51
Figura 3.7. Diagrama de colocación de tarjetas	54
Figura 3.8. Gráfica de tarjetas	55
Figura 3.9. Estructura de las pérdidas	58
Figura 4.1. Lay Out de Sello	75
Figura 4.2. Celda UBS	76
Figura 4.3. Estatus General de los Robots	88
Figura 4.4. Grafica Gad Innen Robot 1	89
Figura 4.5. Grafica Gad Innen Robot 2	90
Figura 4.6. Grafica Gad Aussen Robot 1	91
Figura 4.7. Grafica Gad Aussen Robot 2	92
Figura 4.8. Grafica Gad Aussen Robot 3	93
Figura 4.9. Grafica Gad Aussen Robot 4	94
Figura 4.10. UBS Robot 1	95
Figura 4.11. UBS Robot 2	96
Figura 4.12. Estribos Robot 1	97
Figura 4.13. Estribos Robot 2	98



Figura 4.14. Pistola MFRG	104
Figura 4.15. Parrillas	104
Figura 4.16. Pistola MFRG	104
Figura 4.17. Charola porta cables	105
Figura 4.18. 7º. Eje del Robot	105
Figura 4.19. 7º. Eje del Robot	105



Introducción	I
<b>1. Dimensionamiento del problema</b>	<b>1</b>
1.1. Definición del problema	2
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos Generales y Específicos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Alcances y Limitaciones	3
1.4.1. Alcances	3
1.4.2. Limitaciones	3
<b>2. Descripción general de la empresa y Área de aplicación</b>	<b>4</b>
2.1. Descripción general de la empresa	5
2.1.1. Antecedentes	5
2.1.2 Volkswagen de México	7
2.1.3. Misión	8
2.1.4. Visión	8
2.1.5. Organigrama general Volkswagen de México	9
2.1.6. Organigrama pintura	10
2.2. Área de aplicación	11
2.2.1. Descripción del área de estudio	11
<b>3. Fundamento Teórico</b>	<b>13</b>
3.1. Mantenimiento	14
3.1.1. Concepto	14
3.2. Mantenimiento Productivo Total	18
3.2.1. Concepto	18
3.3. Mantenimiento Autónomo	26
3.4. Paso "0" Preparativos	34
3.5. Paso "1" Limpieza e Inspección inicial	47
3.6. Paso "2" Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles	62
3.7. Paso "3", Elaborar estándares previos	63



3.8. Paso “4”, Entrenamiento y realización de procedimientos de inspección	65
3.9. Paso “5”, Autodiagnóstico	68
4.0. Paso “6”, Estandarización	69
4.1. Paso “7”, Gestión Autónoma	72
<b>4. Propuesta metodológica del Mantenimiento Autónomo</b>	<b>73</b>
4.1. Identificación del área y su propuesta metodológica	74
4.2. Resultados Previos para identificar Status	87
<b>5. Resultados de Aplicación</b>	<b>106</b>
<b>6. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>110</b>
6.1. Conclusión	111
6.2. Recomendaciones	112
<b>Anexos</b>	
<b>Anexo A. Manual Paso “0”</b>	
<b>Anexo B. Manual Paso “1”</b>	
<b>Anexo C. Lecciones de un solo punto</b>	
<b>Anexo D. Gráficas de Eficiencia</b>	
<b>Bibliografía</b>	



## **Introducción**

El TPM o Gestión Total de la producción y Mantenimiento Productivo Total, es un sistema corporativo que busca mantener al máximo la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo los métodos necesarios que ayuden a prevenir las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Lo principal que busca es “Cero accidentes, Cero defectos y Cero fallas o averías” en todo el ciclo de vida del sistema productivo.

Con la Implementación del presente proyecto se buscará entonces, que existan cero defectos, cero accidentes y cero averías; favoreciendo así el proceso productivo. Para lograr esto, es necesario que todas las áreas involucradas, funcionen en una total coordinación; desde la alta gerencia, hasta los especialistas y técnicos de los niveles operativos.

El Mantenimiento Autónomo es uno de los pilares principales del TPM; busca que los operadores de producción sean capaces de realizar actividades de mantenimiento en su propio equipo para que el personal de mantenimiento sea verdaderamente especialista.

El beneficios que se obtendrá al poner en marcha este pilar, es que los operarios conozcan a fondo cada una de las partes que conforman su equipo, la limpieza que se le deba dar, a qué tiempo, y cuáles son las medidas de seguridad que deben tomar para realizar el mantenimiento.



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## **1. DIMENSIONAMIENTO DEL PROBLEMA**



## **1.1. Definición del problema**

La problemática a solucionar, consiste en que no existe la filosofía del TPM en la nave 83 de pintura, lo que ocasiona que los robots sufran de deterioro forzado y como consecuencia se generan paros que afectan la productividad de los mismos.

## **1.2. Justificación**

En virtud de que las instalaciones son recientes, la compañía ha establecido un programa de prevención utilizando la filosofía del TPM; ya que los robots tienen un tiempo de mantenimiento de cada 2 años. Se pretende que los EP's conozcan su equipo y así poder aumentar la productividad del proceso y además, prolongar la vida útil de los robots.

## **1.3. Objetivos Generales y Específicos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Implementar y Arrancar el TPM en los nuevos Robots de Sello

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Arrancar el Mantenimiento Autónomo del Paso 1 al 3 para los robots de sello.
- Tener el seguimiento de los indicadores y resultados de una manera más eficiente.
- Cuantificar económicamente los ahorros o beneficios generados por el Mantenimiento Autónomo.



## **1.4. Alcances y Limitaciones**

### **1.4.1. Alcances**

- Aumentar la productividad
- Que los robots puedan realizar más operaciones de las que hacen actualmente.
- Que el TPM se convierta en una herramienta de uso cotidiano, pero con un alto nivel de eficiencia.

### **1.4.2. Limitaciones**

- Resistencia de los técnicos al cambio.
- Que no se logren corregir las fallas en cuanto a la consistencia del sello aplicado.
- Conocimiento incompleto del PDM (**P**rocedimiento **D**etallado de **M**ontaje) de los modelos a fabricar.



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA Y ÁREA DE APLICACIÓN**



## **2.1. Descripción General de la Empresa**

### **2.1.1. Antecedentes**

Volkswagen (en alemán 'automóvil del pueblo') es un fabricante de automóviles con sede en Wolfsburg, Alemania; forma parte del Grupo Volkswagen, el mayor fabricante de automóviles de Europa y segundo a nivel mundial, sólo detrás de Toyota.

Tiene dentro de su sistema de producción las marcas Audi, Seat, Skoda, Lamborghini, Bugatti y Bentley. En el caso de los vehículos Audi, Skoda y Seat, sin ser de la marca, llevan motores Volkswagen.

El nombre Volkswagen se debe a que en los años 1930 surgió en Alemania el proyecto de construir un automóvil que fuese accesible para un gran número de personas. Cuando Adolf Hitler se alza con el poder en 1933, decide poner en marcha un plan de fomento de la industria del automóvil, con el objetivo de relanzar sus fábricas y hacerlas más competitivas frente a las inglesas y las francesas.

Aunque sus primeros pasos comenzaron antes de la Segunda Guerra Mundial, no fue hasta los años cincuenta, cuando el Escarabajo se convierte en un vehículo de gran aceptación social tanto en Europa como América. En 1955 salió de la fábrica el ejemplar un millón, y en 1972 el Escarabajo como ya se le conocía en todo el mundo, superó el récord de unidades fabricadas de un automóvil, que ostentaba Ford con su modelo "T", al alcanzar la cifra de 15, 007, 034 Volkswagen fabricados.



En 1978 el Escarabajo dejó de fabricarse en Alemania al bajar la demanda en la mayoría de los países; ya que habían aparecido en el mercado mundial automóviles equivalentes, pero de diseño y tecnología mucho más actuales. Siguió produciéndose no obstante en México, desde donde se atendía el mercado interior y el de los países latinoamericanos, en los que éste seguía teniendo una buena acogida. Durante finales del siglo pasado, el "Vocho" era considerado «el automóvil del siglo».

El grupo dispone de 45 fábricas en 19 países, y está presente en 150 países, con organizaciones comerciales propias. Wolfsburg, es actualmente sede principal del Grupo Volkswagen. El escudo de armas de la ciudad (que entre 1951 y 1963 aparecería en las versiones de exportación de los Volkswagen), fue diseñado por un dibujante apellidado Kern; lo componían la figura del tradicional castillo de dos torres y puerta levadiza, con un estilizado lobo en las almenas. En su vértice, unas líneas onduladas simbolizaban el Mittellandkanal.

Volkswagen ha construido en los últimos años en Dresde, una fábrica totalmente nueva, de cristal, que permite a los visitantes ver en detalle todo el proceso de fabricación. En Wolfsburg ha edificado la Ciudad del Automóvil, un conjunto de edificios destinados al público, en los que se pueden ver exposiciones sobre la historia de la compañía y sobre el mundo del automóvil, y en la que los compradores pueden recoger personalmente sus automóviles Volkswagen.



### **2.1.2. Volkswagen de México**

Volkswagen de México S.A. de C.V., es la empresa filial de Volkswagen, establecida en 1964 en las afueras de la ciudad mexicana de Puebla; donde aproximadamente laboran unas 14,900 personas. Los primeros autos salieron en 1967 de sus líneas de producción. La planta de Volkswagen de México, es la empresa más grande de Puebla y en esta fábrica fue producido hasta el 30 de julio de 2003, el Volkswagen Sedán; actualmente son producidos los modelos Jetta, Bora, New Beetle así como el modelo Golf Variant.

Esta planta tiene gran importancia estratégica para el Grupo Volkswagen, ya que es la segunda más grande fuera de Alemania, además de que el 80% de los vehículos producidos se destinan a la exportación a más de 120 países del mundo. A partir del año 2000 se redujo la producción debido a las bajas ventas que se experimentaban en Estados Unidos. En años posteriores, volvió a aumentar nuevamente, alcanzando la cantidad de 411,000 vehículos producidos en 2007; a principios de 2008 salió de la línea de producción el New Beetle número un millón.

Después de General Motors, Nissan y Ford Motor Company, Volkswagen de México, a partir del 2008, se ha colocado en la cuarta posición de ventas en el mercado mexicano.



### **2.1.3. Misión**

Entusiasmar a nuestros clientes en todo el mundo con automóviles innovadores, confiables y amigables con el medio ambiente, así como con servicios de excelencia, para obtener resultados sobresalientes.

### **2.1.4. Visión**

- Ser una empresa exitosa que genera utilidades de manera sustentable.
- Afianzarse como una empresa líder en el mercado mexicano, logrando satisfacer y retener al cliente ofreciendo un servicio de excelencia.
- Ser competitivos y confiables en el desarrollo y la producción.
- Estar integrados como un equipo de colaboradores competentes, comprometidos y satisfechos.
- Contar con procesos innovadores, confiables y transparentes, enfocados a una calidad excelente y la satisfacción de nuestros clientes.



### 2.1.5. Organigrama General Volkswagen de México.

Volkswagen de México, está constituido por 12 áreas diferentes, donde cada una tiene relación con la fabricación del automóvil; ver la **fig. 2.1**, donde se hace referencia de la misma. La realización del proyecto fue en el área de Producción y Logística.

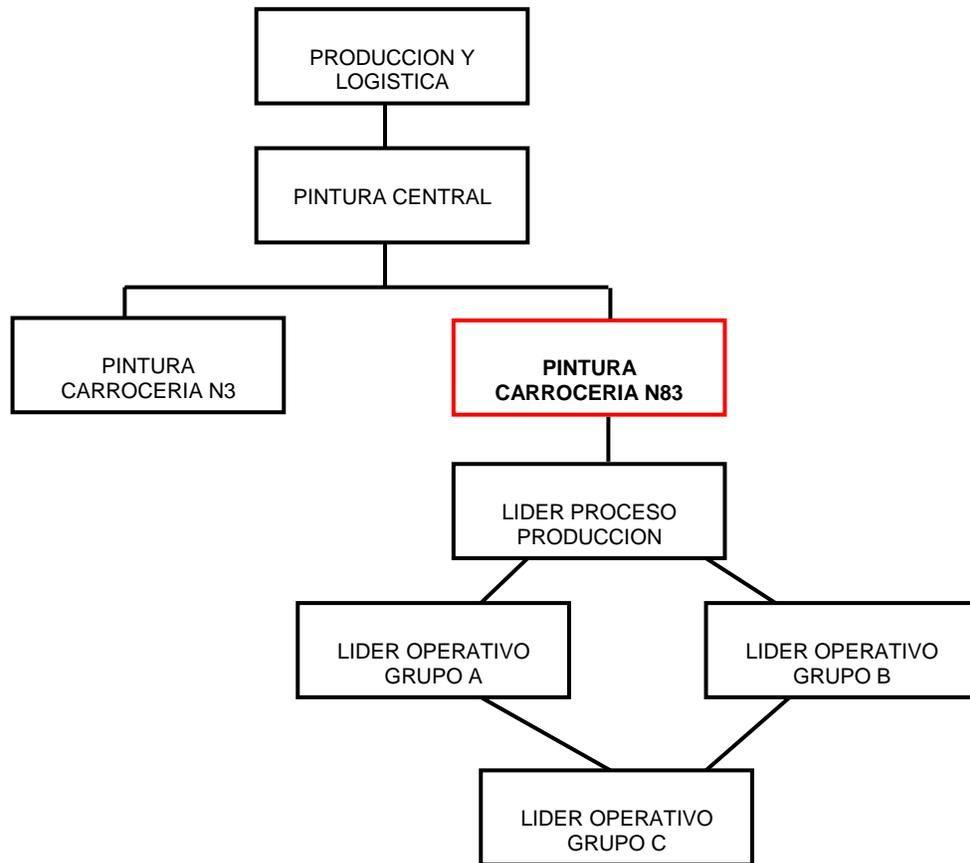


Fig. 2.1. Organigrama General



### 2.1.6. Organigrama Pintura

Como se mencionó anteriormente, la realización del proyecto, fue en el área de Producción y Logística, en Pintura central, Pintura de carrocerías en la Nave 83. Ver **fig. 2.2**.



**Fig. 2.2.** Organigrama Producción y Logística



## 2.2. Área de Aplicación

### 2.2.1. Descripción del Área de Estudio

Grupo Volkswagen de México en su proceso de producción cuenta con diferentes áreas, como son: Prensas, Hojalatería, Pintura y Montaje.

**Prensas**, es el primer paso de la producción, donde se construye la carrocería, a través de un sistema que transforman pliegos de lámina en distintas piezas; en este primer paso se utilizan mensualmente cerca 6,800 toneladas de lámina.

**Hojalatería**, es donde las piezas son ensambladas hasta formar la carrocería completa; para llevar a cabo este proceso, se cuenta con más de 700 robots de soldadura y con 52 cabinas de soldadura láser.

Una vez construida la carrocería el siguiente paso en el proceso de producción es pintura.

El tratamiento al que se somete la carrocería en el proceso de pintura se divide en: Limpieza, llamado **VBH** y desengrasado **KTL**, los cuales consisten en entrar en una serie de tinas con sustancias químicas con la finalidad de quitarle todas las impurezas que la carrocería traiga de los procesos anteriores.

El siguiente paso del proceso de Pintura, es el **Sello** y en él, la carrocería pasa por tres primeras celdas, que es donde se encuentran los robots; la primera celda llamada **GAD INNEN (Interiores)**, aplica el sello en el interior de la carrocería y **GAD AUSSSEN (Partes bajas)**, le agrega sello en las partes bajas y en el compartimiento del motor.



**UBS (Partes bajas)**, que se encarga de aplicarle sello en las partes bajas por medio de aspersion y también al compartimiento de equipaje; el sello tiene como objetivo principal evitar la corrosión y las entradas de agua.

En esa misma área se encuentra **Sello fino**; el cuál es aplicado por técnicos que le dan los remates finales y se encargan de recorrer el sello en donde el robot no pudo cubrirlo.

Y por último se encuentra la **celda de Estribos**, donde el sello es aplicado por medio de aspersion en los estribos de la carrocería.

En el proceso de pintura como última paso, se tiene la entrada de las carrocerías a las cabinas de pintura, la cual se hace por medio de robots donde la carrocería pasa por un sensor antes de ingresar a la cabina, y en el cual se le asigna el color que tendrá; posteriormente pasa por el área de barniz, el cual también es aplicado por medio de robots.

La última fase del proceso de producción de Volkswagen es **Montaje**. En esta etapa se lleva a cabo el ensamble de todos los componentes del automóvil, como son: el tablero, tren motriz, las puertas, etc.; después del ensamblado, los autos son probados al 100% en aspectos como ruido, hermeticidad y funcionamiento en general.

Este proyecto se realiza para el área de Sello y tiene como objetivo primordial, Implementar y Arrancar el TPM en los robots; para la realización del mismo se utiliza el segundo pilar del TPM, llamado Mantenimiento Autónomo y sus dos primeros pasos. Por lo extenso del proyecto solo se aplicará “Preparativos del Paso 0” y “Paso 1, que se conoce como Limpieza e Inspección Inicial”.



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



### **3. FUNDAMENTO TEÓRICO.**



### **3.1. Mantenimiento**

#### **3.3.1. Concepto**

D. Keith Denton, (1984) dice; Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de fiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones.

El autor Grimaldi, Simonds (1985) define; al Mantenimiento como, acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto periódico como permanente, preventivo y correctivo.

Molina, José, (2005) dice; el Mantenimiento es el conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida.

Dounce Villanueva, Enrique, (2006) afirma; El mantenimiento consiste en preservar la maquinaria y mantener la calidad del producto que ésta proporciona.

Díaz de Santos, Souris, (1992) define; El mantenimiento son todas las actividades desarrolladas con el fin de conservar las instalaciones y equipos en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico.



## **Historia del Mantenimiento**

El mantenimiento nació con el Homo Sapiens, en el pensamiento rudimentario del hombre de hace aproximadamente 250,000 años, durante la existencia de los grupos nómadas, dedicados a la cacería de animales y a la recolección de alimentos vegetales; sus herramientas eran rudimentarias: lanzas, garrotes, piedras, cuchillos de piedras, etc., la cuáles en cualquier momento podían obtener de su entorno por lo que no les importaba desecharlas una vez rotas, ni les tenían ningún tipo de cuidado o mantenimiento.

Estas herramientas prácticamente eran sus máquinas que les ayudaban a subsistir y a las que poco a poco hicieron más eficientes. Debido al incremento del raciocinio, llegó el momento en que esas máquinas fueron para ellos cada vez más importantes y se rehusaban a tirarlas, por lo que aún sin tener conciencia de ello desarrollaron las primeras labores de mantenimiento hace aproximadamente 120, 000 años; es decir, toda la Edad Antigua. [Mantenimiento Industrial, 2006].

El mantenimiento se divide en: Mantenimiento correctivo y preventivo.

### **Mantenimiento correctivo**

Es el conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura han tenido una parada forzada o imprevista. Este es el sistema más generalizado, por ser el que menos conocimiento y organización requiere. Se divide en No planeado y Planeado.



No planeado:

- El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.
- Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).
- En el caso de ejemplo, la detección de la fuga de gas compromete a la Gerencia tomar la decisión de reparar la pérdida de gas, actuando ante una emergencia (generalmente **la detección** de un gas combustible, implica la existencia de una concentración peligrosa en el aire ambiente, la cual es explosiva).

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad.

También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.



## **Planeado**

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos, documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento.

## **Mantenimiento preventivo**

Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas.

Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente; implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves. [El Mantenimiento, fuente de beneficios, 1992]



## **3.2. Mantenimiento Productivo Total**

### **3.2.1. Concepto**

Según el autor Dounce Villanueva Enrique, (2006) afirma; el TPM es un sistema de administración diseñado para facilitar el desarrollo de la industria, que se apoya en la participación proactiva de todo el personal que compone la empresa.

El Manual del Mantenimiento Autónomo, (2004) define; al TPM como un sistema que se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo.

El Instituto Japonés, (2004) dice; el TPM es un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos.

El autor González Fernández, Francisco Javier, (2005) describe; al TPM como un sistema de gestión de mantenimiento que se basa, entre otros fundamentos, en implementar el mantenimiento autónomo, que es llevado a cabo por los propios operarios de producción; lo que implica la responsabilidad activa de todos los empleados.

Según el autor Sacristán Rey, Francisco, (2005) define; al Mantenimiento Productivo Total: Como el conjunto de disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar que las máquinas, instalaciones y organización de una línea de producción puedan desarrollar el trabajo que tienen previsto en un determinado Plan de Producción en constante evolución.



El TPM está fundamentado en la metodología del mantenimiento preventivo y productivo originado en los EUA. Fue desarrollado e introducido a Japón hasta que en el año de 1971, la compañía Nippon Denso implementó por primera vez el TPM en Japón logrando éxitos brillantes y ganando el premio TPM a la excelencia. Este fue el inicio del TPM en Japón. Desde entonces se ha difundido principalmente en la compañía Toyota y sus filiales.

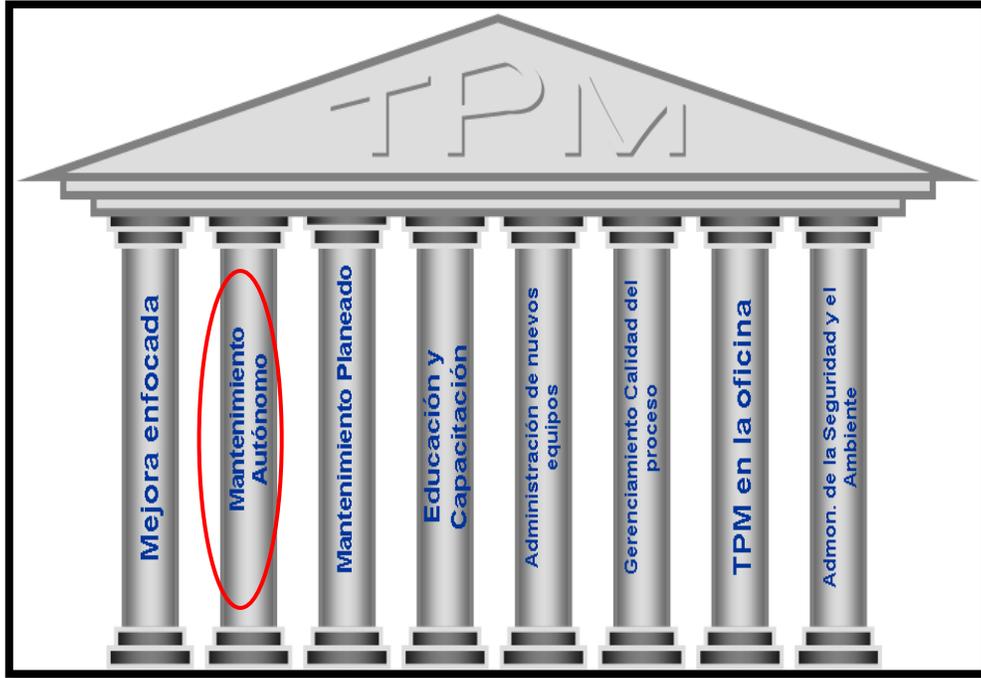
El TPM se aplica en todas las áreas de la empresa, incluyendo producción, planeación, mantenimiento y departamentos administrativos y es necesaria la participación de todos los integrantes de la empresa, desde los miembros de la alta dirección hasta los especialistas y técnicos de los niveles operativos.

Se puede resumir que el propósito del TPM según el Instituto Japonés, es el siguiente:

Mejorar las personas + Mejorar las Máquinas = Mejorar la empresa

El TPM hace posible la diferencia de una organización en relación a su competencia, debido al impacto producido en la reducción de las fallas y optimización del proceso lo cual reduce los costos, mejora los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales apreciados por el cliente; eliminando las 16 pérdidas a través del desarrollo de 8 pilares que lo sostienen. [Instituto Japonés, 2004]

El TPM está formado por 8 pilares, según el Instituto Japonés. Ver **fig. 3.1**.



**Figura 3.1.** Pilares del TPM  
(Fuente: Manual Paso "0", Volkswagen 2004)

PILAR	META
Mejora enfocada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lograr CERO pérdidas de averías y defectos.</li> <li>Llevar la eficiencia productiva hasta su límite.</li> <li>Formar operadores que saben de equipamiento.</li> <li>Proteger cada quien su propio equipamiento.</li> <li>Eficiantar el área de mantenimiento para no generar los 8 grandes desperdicios.</li> <li>Elevar el nivel de habilidades de los operadores y los técnicos de mantenimiento.</li> <li>Acordar período de producción de pruebas de productos desarrollados.</li> <li>Acortar período de desarrollo, diseño y producción de equipos.</li> <li>Arranques verticales.</li> <li>Lograr cero defectos mediante sostener y mantener condiciones de equipamiento.</li> <li>Cero perdidas de funcionamiento.</li> <li>Crear oficinas eficientes.</li> <li>Desempeño con apoyo de producción.</li> <li>Sostener Cero Accidentes.</li> <li>Lograr un Lugar de trabajo saludable y motivado.</li> </ul>
Mantenimiento Autónomo	
Mantenimiento Planeado	
Educación y Capacitación	
Administración de Nuevos Equipos	
Gerenciamiento Calidad del proceso	
TPM en la oficina	
Administración de la Seguridad y el Ambiente	



La práctica del TPM se inicia con la valoración de las pérdidas, que impiden lograr mejores resultados de los sistemas productivos. Son dieciséis las pérdidas que impiden la eficiencia global del sistema productivo.

Ocho están relacionadas con las pérdidas de eficiencia del equipo (averías, cambios, ajustes, puestas en marcha, pérdida de velocidad, defectos, paradas menores, pérdida por parada planificada).

Cinco pérdidas, impiden la eficiencia del trabajo de las personas (dirección, movimientos, organización de las líneas de producción, pérdidas resultantes al automatizar, medidas y ajustes).

Tres pérdidas, adicionales impiden el uso pleno de los recursos de producción (pérdida por desperdicio de materiales, pérdidas de energía y pérdida de moldes, herramientas, cuchillas, etc.). Una vez valoradas las pérdidas, se preparan gráficos o tablas para poder conocer la evolución de estos parámetros. [Manual Paso "0", Volkswagen de México, 2004]

### **Ventajas del Mantenimiento Productivo Total:**

Estas son algunas importantes ventajas que se pueden obtener al realizar una adecuada implementación de esta técnica.

- **Reducción del número de averías de equipo**

Un importante número de las averías que son reparadas por los departamentos de mantenimiento podrían haber sido resueltas por el personal de producción; sobre todo aquellas más evidentes para las que los operarios de producción se encuentren capacitados.



- **Reducción del tiempo de espera y preparación de los equipos de trabajo**

Si existe una gran separación organizativa entre producción y mantenimiento, el tiempo de respuesta ante una pequeña anomalía o ante una revisión cotidiana siempre es importante y negativo. Si el propio operario de producción subsana los pequeños fallos y realiza las pequeñas revisiones e inspecciones, este tiempo no se reduce; se elimina.

- **Aumento del control de herramientas y equipos**

El hecho de asignar de forma inequívoca a cada operario o responsable de producción un determinado número de herramientas o equipos productivos implicará una mayor responsabilidad y control sobre los mismos, eliminándose el traspaso de responsabilidades operación-mantenimiento, ante revisiones o fallas.

- **Conservación del medio ambiente y ahorro de energía**

Realizar revisiones por parte del personal implicará menores tiempos muertos y ausencia de trabajos de la máquina o equipo en vacío, con la mejora que ellos implica no solamente para la vida útil de la máquina sino para el ahorro energético asociado.

- **Mayor formación y experiencia de los recursos humanos**

El hecho de que el personal de producción se dedique única y exclusivamente a tareas fabriles, y sobre todo cuando ésta es extremadamente repetitiva, siempre implica un elevado nivel de tedio potencial, accidentabilidad, errores, etc. Si el personal de producción conoce mejor los equipos productivos, sin lugar a dudas tendrá un mayor dominio del medio y ello implicará una mayor formación y conocimiento del proceso en que se encuentra inmerso.



## **Beneficios de la Implementación del TPM**

Al implementar el TPM se obtendrán beneficios en: reducción de averías en los equipos, disminuir los defectos de calidad, mejorar la productividad, recortar los costes laborales, reducción de inventarios, accidentes y fomentar la participación de los empleados. [Mantenimiento Productivo Total Conceptos, 2004]

- **Productividad**  
La productividad neta por 1.5 a 2.0 veces
- **Numero de averías en las instalaciones se reducirán.** La eficacia general de 1.5. hasta 2.0, veces mayor.
- **Calidad:**  
Reducción en reclamaciones por proceso en un 75%.
- **Costos:**  
Los costos de producción reducirán en un 30%
- **Seguridad:**  
Eliminación de los accidentes e incidentes de contaminación



## **Implementación del Mantenimiento Productivo Total**

Las metas y objetivos que deben marcarse en una implementación de mantenimiento productivo total son las siguientes:

1. Mejorar significativamente la eficiencia del conjunto de la empresa y la productividad del personal global de producción y mantenimiento.
2. Implantar un sentimiento de propiedad de los operarios de producción sobre sus equipos y sistemas, a través de un programa de formación.
3. Promover la mejora continúa a través de grupos de trabajo que inculquen la idea de unión y coordinación entre producción, ingeniería y mantenimiento que tanta falta hace en las empresas.

La estrategia en la implementación de TPM debe basarse, en la participación de los agentes involucrados.

Para implementar el TPM se debe poner atención a dichas propuestas que puede implicar, la remodelación del propio Lay-Out del área en cuestión y la modificación de parte de sus equipos y maquinaria. En ciertas ocasiones los agentes de producción se les va incorporando actividades de inspección y limpieza que no venían haciendo, además de la mentalización en línea con los objetivos de mejora empresariales, hay que facilitarles la incorporación, para que dicha integración e implementación sea la mejor posible.



Una vez tomada la decisión de implantar TPM y basándose en la necesidad de una adecuada formación del personal de producción, en formas motivadoras e incentivadoras, en una política clara de descentralización de las responsabilidades y de los recursos con auténtica participación de los involucrados. Para un mejor entendimiento ver la **fig. 3.2.** [Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, 2005]



**Fig. 3.2.** Implementación del TPM

(Fuente: Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, 2005)



### **3.3. Mantenimiento Autónomo**

El Mantenimiento Autónomo se trata de cambiar la manera de pensar y actuar. Pasar del tradicional: “yo produzco, tú reparas” al “protejamos nuestro equipo con nuestra propias manos”. Se busca aprovechar la capacidad del equipamiento al máximo y sostener los resultados de las mejoras desarrolladas.

#### **Objetivos del Mantenimiento Autónomo**

- Prevenir el deterioro acelerado
- Alcanzar rangos de funcionamiento ideales
- Interés por parte del departamento de producción de aquellas tareas de mantenimiento básicas que alivien la situación del departamento de mantenimiento y le permitan dar un enfoque a sus acciones más orientado a mejoras. [El Mantenimiento fuente de beneficios, 1992]

Para su implementación, el Mantenimiento Autónomo está formado por aspectos importantes: Habilidades que se le exigen al operario y las 4 Fases para elevar el nivel de los operarios.

El Mantenimiento Autónomo se enfoca a la eliminación de las 8 grandes pérdidas que obstaculizan la eficiencia de los equipos.

1. Averías
2. Cambios y ajustes
3. Cambio de modelo
4. Arranques
5. Paros menores y operación en vacío
6. Baja de velocidad
7. Defectos y retrabajos
8. Paros planeados



El Mantenimiento Autónomo tiene como lema: “Proteger nuestro equipo con nuestras propias manos”; realizando la inspección, lubricación, cambio de partes, reparaciones, detección temprana de anomalías y revisión de la precisión, nosotros mismos.

Si el operario toca y mueve el equipo cuando realiza aprietes, lubricaciones y limpiezas, puede detectar anomalías y evitar de antemano la mayoría de las averías.

### **Habilidades que se exigen al operario**

En el Mantenimiento Autónomo se llevan a cabo actividades para prevenir el deterioro principalmente. Para ello necesitamos que los operarios conozcan bien su equipo y que no se dediquen únicamente a operar la máquina sino que también apoyen el trabajo que tradicionalmente realiza el personal de mantenimiento.

Para convertirse en un operario conocedor de su equipamiento se requiere principalmente las siguientes 4 habilidades:

#### **1. Habilidad para reconocer las anomalías**

Puede fácilmente descubrir el resultado de una anomalía al decir: “Se descompuso” o “salieron piezas defectuosas”. Sin embargo, las anomalías que se quieren que encuentren los operarios deben ser aquellas que tienen el potencial de convertirse en la causa de una avería o defecto de calidad.



Los operarios son los únicos que tienen oportunidad de estar en contacto permanente con el equipamiento y poder detectar anticipadamente este tipo de anomalías.

## **2. Habilidad para tomar medidas y eliminar la anomalía**

Por supuesto que la detección de anomalías por sí sola no nos lleva al aprovechamiento satisfactorio de la capacidad del equipamiento. La segunda habilidad a desarrollar para convertirse en operarios expertos en su equipamiento es que adquieran la capacidad de atender y restaurar rápidamente las anomalías detectadas.

El objetivo es recuperar las condiciones originales del equipamiento a través de eliminar las anomalías que pueden causar algún problema, en otras palabras, hacer que el equipo funcione como estaba originalmente planeado.

## **3. Habilidad para definir cuantitativamente el estándar de lo normal y anormal**

Si la capacidad para detectar anomalías dependiera de la intuición y la experiencia, no lograría que todo el personal involucrado adquiriera la misma capacidad.

De allí que la tercera habilidad para convertirse en un operario experto en su equipamiento sea la habilidad para definir cuantitativamente el criterio o la condición que distingue lo normal de lo anormal en aquellas partes críticas (cuellos de botella) del equipamiento y que el mismo operario debería poder controlar.



#### **4. Habilidad para sostener y controlar, respetar las reglas establecidas**

Para poder trabajar con confianza, se debe cuidar el equipamiento y lograr que sea seguro y se mantenga así. Para ser operarios expertos, la cuarta habilidad que se requiere es la habilidad de mantener y administrar el equipamiento.

Lo importante en este aspecto, es que se cumpla con las actividades que se tienen que hacer en el tiempo estipulado. Ejemplos: “lubricar todos aquellos puntos con la frecuencia y cantidad de aceite establecida”, “limpiar las partes en movimiento, giratorios y con fricción”, “revisar correctamente que los estándares o condiciones de las partes críticas del equipamiento estén en su lugar”. [Curso de Líderes en Gemba 2, 2004]

#### **Las 4 fases para elevar el nivel de los operarios**

Es ilógico pensar que los operarios puedan adquirir inmediatamente las 4 habilidades que los conviertan en expertos. Por eso se propone realizarlo en las siguientes 4 etapas y asegurar cada uno de los resultados.

##### **1. Primera fase**

Es necesario que los operarios:

1. Pueden reconocer las anomalías de los equipamientos como tales.
2. Aprendan la filosofía y manera de desplegar las mejoras en los equipamientos.



Para ellos, es absolutamente indispensable que sientan el equipamiento que utilizan día a día con sus manos. Cuando lo tocan pueden descubrir anomalías como “tuercas flojas” y “vibración de motores”. Luego, deberán eliminar la anomalía regresando el equipo al estado correcto original (restauración).

## 2. Segunda fase

Para elevar el nivel de los operarios se trata de “comprender el funcionamiento y estructura del equipamiento y poder detectar la causa de la anomalía”.

Para lograr esto, es importante dibujar un diagrama estructural sencillo que contemple “la forma cómo funciona el equipamiento”. También será necesario expresar en un diagrama de red de lubricantes, “La ruta por la que pasa el lubricante para llegar a su destino final”.

Una vez que se tenga lo anterior, es importante organizar los puntos de control que se deben observar para no producir más anomalías, que se realice la limpieza y lubricación de manera puntual y que se lleve a cabo un diagnóstico del equipamiento.

## 3. Tercera Fase

Es necesario “comprender la relación entre máquina y la calidad y ser capaz de detectar las causas y predecir los defectos de la calidad”.



En la tercera fase, el punto clave es que a través de las actividades de limpieza, la inspección diaria, el control de tendencias periódicas y el análisis de los defectos; las anomalías que se piensa podrían ser la causa o estar relacionadas con los defectos de calidad “pueden ser detectadas antes de que se conviertan en defectos de calidad”.

#### 4. Cuarta Fase

Que los operarios puedan “ser capaces de reparar el equipamiento”.

Al lograr comprender la función y estructura del equipamiento y poder descubrir las anomalías y problemas como causas, se vuelve necesario adquirir la habilidad para hacer retroceder todos esos problemas hasta llegar al estado ideal del equipo.

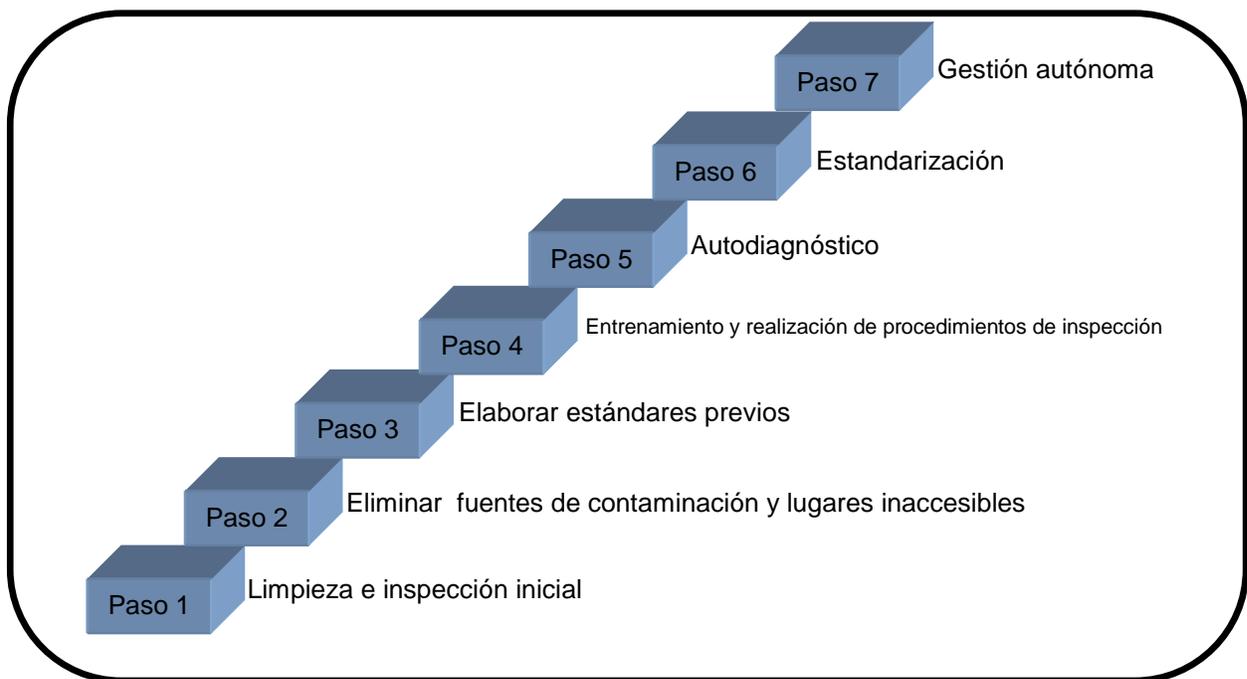
Al contemplar las 4 fases se estará en condiciones de detectar anomalías causantes de defectos y averías, y también puede tomar las medidas adecuadas para prevenir estos problemas, es decir convertirse en expertos en el equipamiento y al mismo tiempo perfeccionar su funcionamiento y el nivel de las actividades inherentes, creando en conjunto un ascenso en espiral de la productividad.

En otras palabras, el equipamiento mejorara su estado cuando el operario empiece a manipularlo y conocerlo, y al observar esos cambios, el operario empezará a cambiar su forma de pensar y su interacción con el equipamiento. Eso a su vez, hará que el nivel del equipamiento mejore aún más, que los operarios vayan incrementando sus habilidades y conocimientos y que el nivel de las actividades se vaya perfeccionando.



Es importante que el operario busque su propio desarrollo a través del trabajo. Los operarios expertos en su equipamiento se vuelven indispensables para el desarrollo de las empresas. [Curso de Líderes en Gemba 2, 2004]

El mantenimiento autónomo está constituido por 7 pasos, los cuales son: Limpieza e inspección inicial, eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles, elaborar estándares previos, entrenamiento y realización de procedimientos de inspección, estandarización y gestión autónoma. Ver **fig. 3.3**.



**Figura 3.3.** Pasos del Mantenimiento Autónomo  
(Fuente: Curso de Líderes en Gemba 2, 2004)

A continuación se describen los pasos importantes del Mantenimiento Autónomo.



#### Limpieza inicial:

El objetivo de esta fase es el de realizar una limpieza a fondo de los equipos, de tal forma que al mismo tiempo ésta suponga una forma de inspección que ayude a detectar todo tipo de anomalías.

#### Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles:

Si en la primera fase la intención era limpiar, en esta segunda el objetivo es no ensuciar y poner los medios para facilitar las inspecciones. Para ello habrá que localizar los puntos de suciedad y contaminación más importantes. Éstos son más fácilmente detectables gracias a la limpieza inicial, pudiendo observar cuáles son los que tienen un deterioro más rápido.

#### Elaborar estándares previos:

Los estándares son las hojas donde se detallan las acciones necesarias para preservar las condiciones alcanzadas tras los pasos 1 y 2. La experiencia adquirida tras las dos primeras fases permitirá a los grupos TPM la elaboración de los estándares en colaboración con el departamento de mantenimiento. La efectividad de los estándares será mayor si los elaboran aquellos que han de seguirlos.

#### Entrenamiento y realización de procesos de inspección:

La finalidad de este paso es la de instruir a los operarios en los aspectos comunes de los diferentes equipos y en las peculiaridades de cada uno. En este paso los operarios han de recibir una formación básica.



Gestión autónoma. En este paso hay dos objetivos básicos:

- Actualizar los estándares realizados en los pasos 3 y 4 y mejorarlos.
- Dominar la instalación de forma que se consiga mejorar la calidad del producto. [El Mantenimiento Productivo Total, Una herramienta para la reducción de costes en las empresa, 2002]

### 3.4. Paso “0” Preparativos

El paso “0” tiene como significado conocer a detalle todas las partes que integran tu equipo, cuales son las herramientas para realizar una correcta limpieza y las medidas de seguridad adecuadas, el grupo que estará encargado del proyecto, las metas y tiempos fijados para su implementación, etc.

Para una correcta implementación lleva consigo los siguientes pasos: Ordenar las condiciones básicas del área, Conocimiento del equipo en línea, Quienes participan en la Implementación del Mantenimiento Autónomo, Definición de las reglas para la limpieza, Reuniones, Elaboración de un plan.



El paso "0" busca sentar las bases para una correcta, segura y efectiva implementación del Mantenimiento Autónomo, mediante la sensibilización del personal a través de: Ver **tabla 3.1**.

**Tabla 3-1. Mantto. Autónomo**  
(Fuente: Manual del Paso "0" Volkswagen de México)

---

**1. Comprender el objetivo.**

**2. Formar el Equipo**

**3. Establecer un plan para:**

**3.1 El desarrollo del M.A. bajo condiciones de seguridad**

**3.2. Conocer y eliminar las condiciones del deterioro forzado en el equipo**

**3.3. Comprender el funcionamiento del equipo**

**3.4. Detección y desarrollo de las Habilidades requeridas en el Mantenimiento Autónomo**

---

### **Ordenar las condiciones básicas del área**

Aún no se empieza con el desarrollo del paso 1 (Limpieza e inspección inicial) pero es necesario que antes se ponga en orden el área de trabajo.

Las condiciones básicas son las condiciones mínimas indispensables que nos evitan tener accidentes, pérdidas de tiempo, desperdicios; por no tener nuestra área de trabajo en orden, entre otros.



Se debe iniciar con conceptos como 5S' s bien desarrollados e implementados en el área:

- a) La herramienta adecuada del área, debe estar en su lugar.
- b) No debe haber materiales en el piso.
- c) Las áreas deben estar delimitadas, etc.

### **Conocimiento del equipo en línea**

Si se quiere llegar a la ambiciosa meta de una correcta implementación de la metodología, primero se tiene que entender cómo funciona nuestro equipo en su totalidad, tener que ser exhaustivos en este punto para entender cuáles son sus movimientos, conocer los parámetros necesarios para garantizar la calidad del producto, cómo está compuesto, etc.

En este paso es necesario pararse frente al equipo, encabezados por algún especialista para observar la máquina que en el futuro será el objeto de toda nuestra atención e interés; pero no se debe conformarse con esto, hay que ir más allá, destapar todo lo que se pueda, preguntar todo cuanto sea posible para conocer y aprender, ensuciarse las manos tocando y moviendo cada componente, dejar a un lado el miedo y la reserva.

Se tiene que ser muy crítico, para algunos será el primer contacto pero esto no será motivo para no ser exhaustivo; por el contrario es la oportunidad de ponerse al corriente en cuanto a conocimiento se refiere.



## **Quiénes participan en la implementación del Mantenimiento Autónomo**

El grupo de Miembros del área TPM va a estar formado por aquellas personas involucradas en el proceso o las que se ven afectadas por el problema detectado en el análisis, por ejemplo:

- Coordinadores de producción y mantenimiento.
- Personal especialista de producción y mantenimiento.
- Promotores de TPM, personal de planeación, etc.

Una ventaja se obtiene cuando en los grupos de miembros de áreas TPM formados se integran por personas de diferentes áreas (Multidisciplinarios) como son producción, calidad, planeación, mantenimiento, etc., ya que se puede juntar el conocimiento y experiencia de todos para lograr el resultado esperado.

El TPM busca fortalecer el trabajo en equipo, incrementar la moral en el trabajador, crear un espacio donde cada persona puede 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.

Para ello se pueden redactar una serie de reglas que todos los miembros en conjunto pueden establecer.



## **Definición de las reglas para la limpieza**

Asignar a cada miembro del equipo un área específica para trabajar con base en sus habilidades y desarrollar un método de limpieza es indispensable para iniciar con condiciones ergonómicas adecuadas.

La idea es aprovechar los conocimientos del personal experto para capacitar e involucrar al resto de los miembros del área TPM.

¿Qué se necesita?

- Preparar la herramienta necesaria y adecuada de acuerdo al lugar o punto de limpieza para evitar desperdicios de tiempo.
- Cámara, video.
- Pluma y tarjetas azules y rojas para apuntar las anomalías y dudas.

## **Reuniones**

Después de cada práctica de limpieza según la frecuencia establecida, el grupo de trabajo realiza reuniones para tocar los temas o puntos que ameriten ser analizados los cuales serán claves para el éxito.

- Estandarizar los criterios para determinar si algo es anomalía (resolver dudas).
- Llenar el formato de hallazgos importantes.
- Estandarizar los nombres para las anomalías.
- Realizar OPL's de las anomalías encontradas.



- Realizar planes futuros (Profundizar más en alguna parte, tratar temas de interés, etc.)

Todas estas actividades se registran en minutas o bitácoras que evidencien el trabajo realizado, para llevar el control de los tiempos y establecer las medidas correctivas o pendientes resultantes de las mismas.

### Establecimiento de un Plan

El personal que realiza el Mantenimiento Autónomo está sometido a riesgos suplementarios por la propia peligrosidad de las instalaciones donde realizan esta actividad, será pues necesario llevar un control cuidadoso de los trabajos para reducir al máximo los riesgos del personal que realiza tales tareas. Por eso la seguridad será un tema importante antes y durante el desarrollo de toda la metodología y se designa buena parte del tiempo disponible para tratarlo.

En el paso CERO, se revisarán 4 temas de seguridad:

**Tabla 3.2.** Temas de Seguridad

(Fuente: Manual del Paso "0" Volkswagen de México)

1. Listado de las probables causas que podrían generar una lesión.	Seguridad
2. Determinar el Equipo de Protección Personal (EPP) para realizar el Mantenimiento Autónomo.	Equipo de protección personal
3. Reunir las herramientas y equipos adecuados para el Mantenimiento Autónomo.	Herramientas y equipo
4. Medidas adicionales a considerar para iniciar el Mantenimiento Autónomo seguro.	Medidas de seguridad



## **La Seguridad es Primero**

Para realizar el Mantenimiento Autónomo en forma segura es importante que todos razonen los conceptos de seguridad y aplicar medidas de prevención de accidentes antes, durante y después de realizar nuestras actividades.

A continuación se definen los conceptos más utilizados en seguridad.

- Seguridad Industrial.

Es el conjunto de técnicas que permiten localizar y evaluar los riesgos y establecer las medidas para prevenir los accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales.

- Acto Inseguro

Es toda acción de una persona(s) que pueda resultar en un accidente, enfermedad ocupacional o daño al medio ambiente.

- Condición Insegura

Es la situación en la que se encuentran equipos o instalaciones que tiene el potencial de producir un accidente, enfermedad ocupacional o daño al medio ambiente.

- Peligro

Fuente o situación con un potencial para dañar en términos de lesión o enfermedad, daño a la propiedad, daño al medio ambiente de trabajo o una combinación de éstos.



- **Riesgo**  
Combinación de la probabilidad y consecuencia(s) de un evento peligroso específico ocurrente.
- **Incidente**  
Suceso repentino no deseado y que pudo ocasionar lesiones y/o daños.
- **Accidente**  
Suceso repentino no deseado que interrumpe la actividad normal y que ocasiona lesiones y/o daños.
- **Lesión**  
Es el perjuicio a los recursos humanos
- **Higiene en el Trabajo**  
Disciplina dirigida al reconocimiento, evaluación y control de los agentes a que están expuestos los trabajadores en su centro laboral y que pueden causar una enfermedad de trabajo.

### **Determinar el equipo de protección personal (EPP) para realizar M.A**

El equipo de protección personal (EPP) es una barrera entre una persona y un riesgo. El propósito principal consiste en prevenir las lesiones protegiendo a las personas contra una exposición innecesaria a los riesgos.

Por ejemplo, al realizar el Mantenimiento Autónomo, puede estar expuesto a proyección de partículas de polvo, humos, bordes filosos u otras situaciones de riesgo, por esta razón es necesario determinar el EPP (Equipo de Protección



Personal) a utilizar realizando una revisión de pies a cabeza, con el siguiente listado. Ver **tabla 3.3**

**Tabla 3.3.** Listado de EPP  
(Fuente: Manual Paso "0" Volkswagen de México)

EPP	NECESARIO	
	SI	NO
<b>Protección Cabeza</b>		
Casco Contra Impactos		
Capucha		
Cofia		
Otros		
<b>Protección Ojos Cara</b>		
Anteojos de protección		
Goggles		
Pantalla Facial		
Careta para Soldar		
Gafas para Soldar		
Otros		
<b>Protección Oídos</b>		
Tapones Auditivos		
Conchas Acústicas		
Otros		
<b>Protección A. Respiratorio</b>		
Resp. Contra partículas		
Resp. Contra gases y vapores		
Respirador desechable		
Respirador autónomo		
Otros		
<b>Protección Extremidades Superiores</b>		
Guantes sustancias químicas		
Guantes uso eléctrico		
Guantes contra altas temperaturas		
Guantes dieléctricos		
Mangas o muñequeras		
Otros		



## **Reunir las herramientas y equipos adecuados para el M.A.**

Para la mayor parte de los trabajos requiere del empleo de herramientas y equipo adecuadas, para el Mantenimiento Autónomo es necesario contar con herramientas y equipos en buen estado y se utilicen en forma correcta.

Entre las herramientas y equipos que se debe contar están:

- Trapos para limpieza
- Desengrasante con atomizador
- Escoba y recogedor
- Brocha para juntar rebabas
- Aspiradora
- Recipientes y bolsas para basura
- Recipientes para residuos peligrosos
- Herramientas de desensamble
- Tarjetas y candados de seguridad para colocar enclavamientos

## **Medidas adicionales a considerar para iniciar el M.A. seguro.**

Una vez determinado el riesgo, con el EPP y reunir las herramientas y equipos, está listo para iniciar el M.A., sin embargo es importante seguir las siguientes recomendaciones de seguridad:

1. Antes de iniciar los trabajos de M.A., revisa los procedimientos de seguridad, si no se conoce preguntar, si hay duda solicita apoyo del Departamento de Seguridad Industrial del área.



2. Antes de utilizar cualquier sustancia química peligrosa para realizar la limpieza, verificar la Hoja de Datos de Seguridad (HDS) de la sustancia.
3. Eliminar o controlar los peligros inminentes en el área que se realizará M.A<sup>1</sup>.
4. Identificar las señales de seguridad y cumplirlas permanentemente.
5. Aplicar el uso de tarjetas de bloqueo y/o candados para evitar que alguien más pueda poner en marcha el equipo cuando se esté en el interior.
6. Al realizar el M.A., no usar anillos, pulseras, reloj, cadenas o prendas sueltas.
7. Al realizar las actividades de M.A., evitar juegos, bromas y mantenerse concentrado en todas las actividades a realizar.
8. Mantener permanentemente limpia el área donde se realiza el trabajo.
9. Utilizar métodos de seguridad para mover, jalar o empujar los materiales o equipo.
10. Utilizar herramientas y equipos adecuados, NO realizar otro tipo de trabajos que no se recomienden en el procedimiento del M.A.

---

<sup>1</sup> M.A. Mantenimiento Autónomo



## Deterioro

Existen dos tipos de deterioro: natural y forzado.

**Deterioro natural** es que le ocurre a los componentes de la máquina cuando esta opera en condiciones para las que fue diseñada tales como velocidad de operación, material de trabajo, tipo de lubricante, cargas y esfuerzos, ambiente de trabajo.

**Deterioro forzado** es el que ocurre cuando no se ha restaurado completamente las condiciones básicas, no se han eliminado las fuentes de contaminación ni se ha facilitado el acceso a puntos difíciles para limpieza e inspección. Este deterioro se presenta porque hay partes de la máquina trabajando en condiciones extremas diferentes para las que fue diseñada, tales como suciedad, carga excesiva, falta lubricación, altas temperaturas, etc. [Laverde Álvarez, Humberto, 2009]

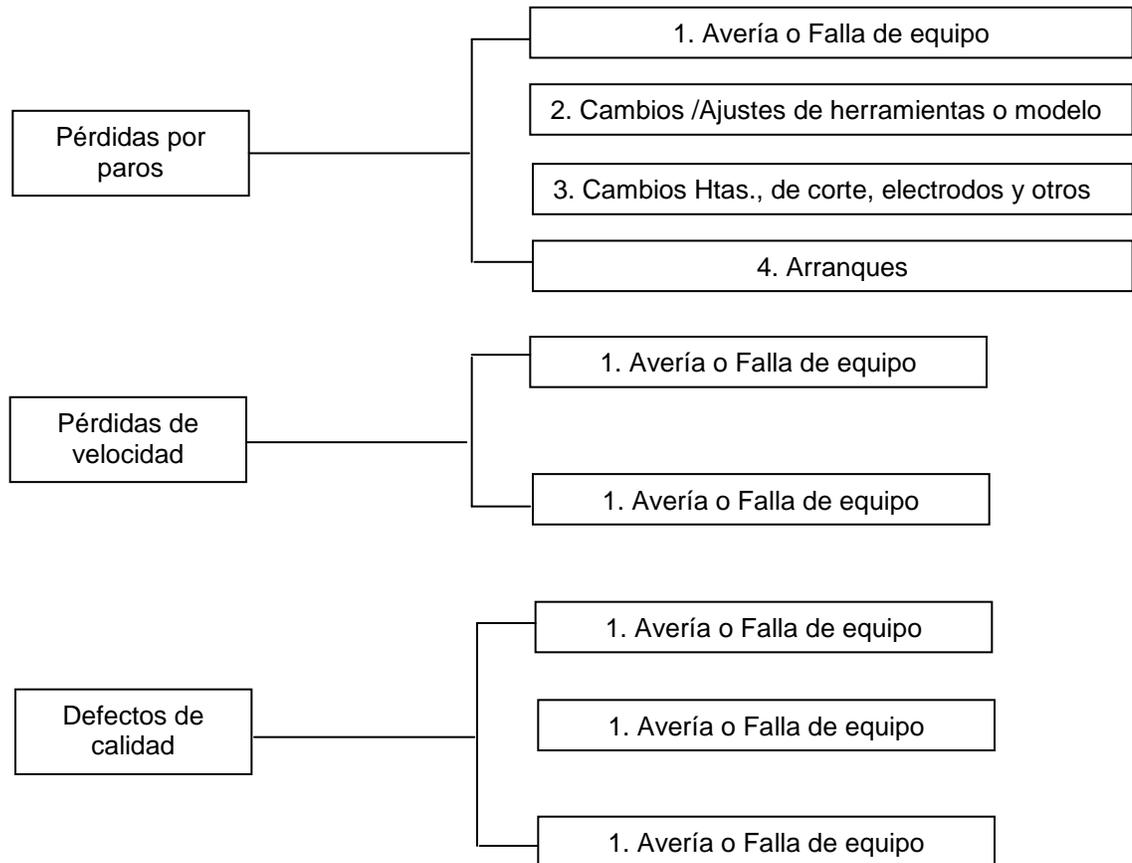
El polvo y suciedad hacen difícil descubrir aflojamientos, traqueteos o fisuras y falta de lubricante causando que se deje el deterioro forzado desatendido.

Las causas que generan el deterioro forzado en el equipo son:

- Medio ambiente agresivo
- Planes de lubricación inadecuados
- Falta de especialización del personal para realizar labores de mantenimiento



El deterioro forzado produce diversas pérdidas que afectan al equipo. Ver **fig. 3.4.**



**Fig. 3.4. Pérdidas por deterioro forzado**  
(Fuente: Manual Paso "0" Volkswagen de México)



### **3.5. Paso “1”, Limpieza e Inspección Inicial**

El paso 1 puede definirse, como el hecho de que al tocar el equipo con sus propias manos y fomentando la curiosidad hacia el equipo se puede descubrir anomalías y repararlas. Es decir limpiando se descubren todas las fallas que el equipo contenga.

Para esto, este segundo paso está formado por lo siguiente: Que busca la limpieza, Puntos claves para promover la limpieza, Como llevar a cabo la limpieza en general, Detección de anomalías, Tipos de anomalías que se pueden encontrar al inspeccionar, Tarjetas, Graficar tarjetas, etc.

Busca:

- Evitar el deterioro debido a suciedad y polvo
- Exponer los defectos latentes y llevar a cabo las restauraciones

#### **Qué busca la limpieza**

Que mediante la limpieza se hagan evidentes las fallas, (fugas, aflojamientos, daños, etc). No se trata nada mas de limpiar el equipamiento sino que se debe tocar cada componente del equipo; ensuciarse las manos y eliminar la suciedad en su totalidad, descubriendo así las fallas.

“La Limpieza es Detección”

#### **Secuencia de la Limpieza**

1. La limpieza es inspección
2. La inspección es detección
3. La detección de anomalías nos permiten reparar, restaurar y mejorar el equipo.



## Puntos claves para promover la limpieza

- Los miembros del área de TPM deberán planear; quién, cuando, qué, hasta donde y con qué van hacer la limpieza registrando todas estas actividades en un Plan Maestro.
- Por otro lado, el gerente debe estar bien enterado del plan elaborado, realizar ajustes y asegurar que el plan sea alcanzable con esfuerzo y dar seguimiento a su ejecución.
- Al hacer esto, los Miembros del área TPM crearán el hábito de dar seguimiento a los planes que ellos mismos establecen.
- Como punto clave común para todos los pasos, incluyendo la limpieza inicial, asegurarse que sean “exhaustivos”.
- Serán necesario involucrar al especialista para que oriente sobre las actividades de mantenimiento y limpieza del área.

## Cómo llevar a cabo la limpieza en general

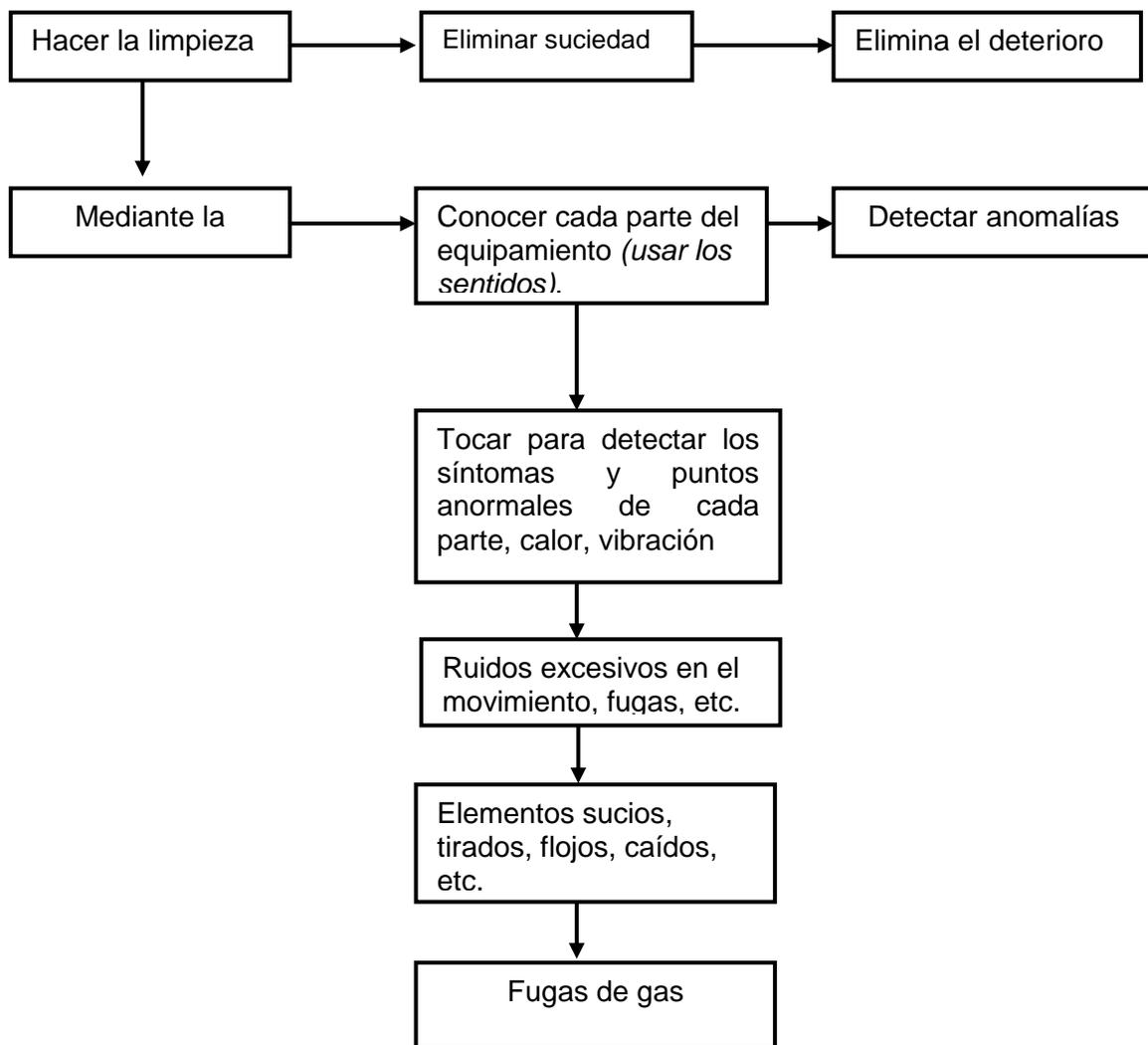
Mediante la limpieza se hacen evidentes las fallas (fugas, aflojamientos, daños, etc.) y se logra mostrar por que “La limpieza es detección”.

No se trata simple de limpiar el equipo, sino hay que **tocar** cada componente del equipo, ensuciarse las manos y eliminar la suciedad cabalmente descubriendo así las fallas.



Mediante la observación del equipo también se descubren fallas.

- Observar el equipo en funcionamiento para detectar fallas que prevengan accidentes, defectos y averías. Ver **fig. 3.5**.



**Figura 3.5.** Diagrama de Limpieza  
(Fuente: Manual del Paso "1" Volkswagen de México)



## **Detección de anomalías**

Al estar limpiando una y otra vez se descubren las anomalías, se debe inspeccionar buscando que el equipo regrese a su estado original. Todos aquellos lugares donde parezca que “algo esta raro”, “algo está mal” es probable que sean anomalías.

## **Tipos de anomalías que se puede encontrar al inspeccionar**

Pueden ser detalles como pequeños rayones, suciedad, juego, un componente chueco, etc., que aparentemente no tienen nada que ver con averías o con efectos.

Es importante también buscar anomalías en los movimientos así como un estado estático. Una vez más la idea es ser exhaustivo.

Anomalías comunes. Los siguientes son fenómenos que se consideran anomalías, por lo que es importante exponerlos todos.

- Polvo, cochambre
- Aceite, agua derramada
- Faltantes
- Torcidos, desgaste
- Óxido, corrosión
- Malos olores
- Deformaciones y cambio de color
- Vibración
- Juego, traqueteo
- Movimientos anormales
- Ruidos anormales



## Tarjetas

Las Tarjetas TPM son utilizadas para señalar las anomalías encontradas durante las limpiezas e inspecciones iniciales de una forma gráfica.

Existen 2 tipos de tarjetas: Tarjetas rojas y azules. Ver **Figura. 3.6**

The image shows two TPM cards side-by-side. The left card has a red dashed border and the right card has a blue dashed border. Both cards are titled 'TPM' and have a 'Mantenimiento Autónomo Pasos' section with a grid of numbers 1 through 5. Below this is a section for 'Anomalías detectadas' with a 'Fecha detectada' field (Day, Month, Year) and a 'Quién encontró' field. A large box for '(Descripción del problema)' is at the bottom. At the very bottom of each card, it says 'Colocar esta hoja en el equipamiento'.

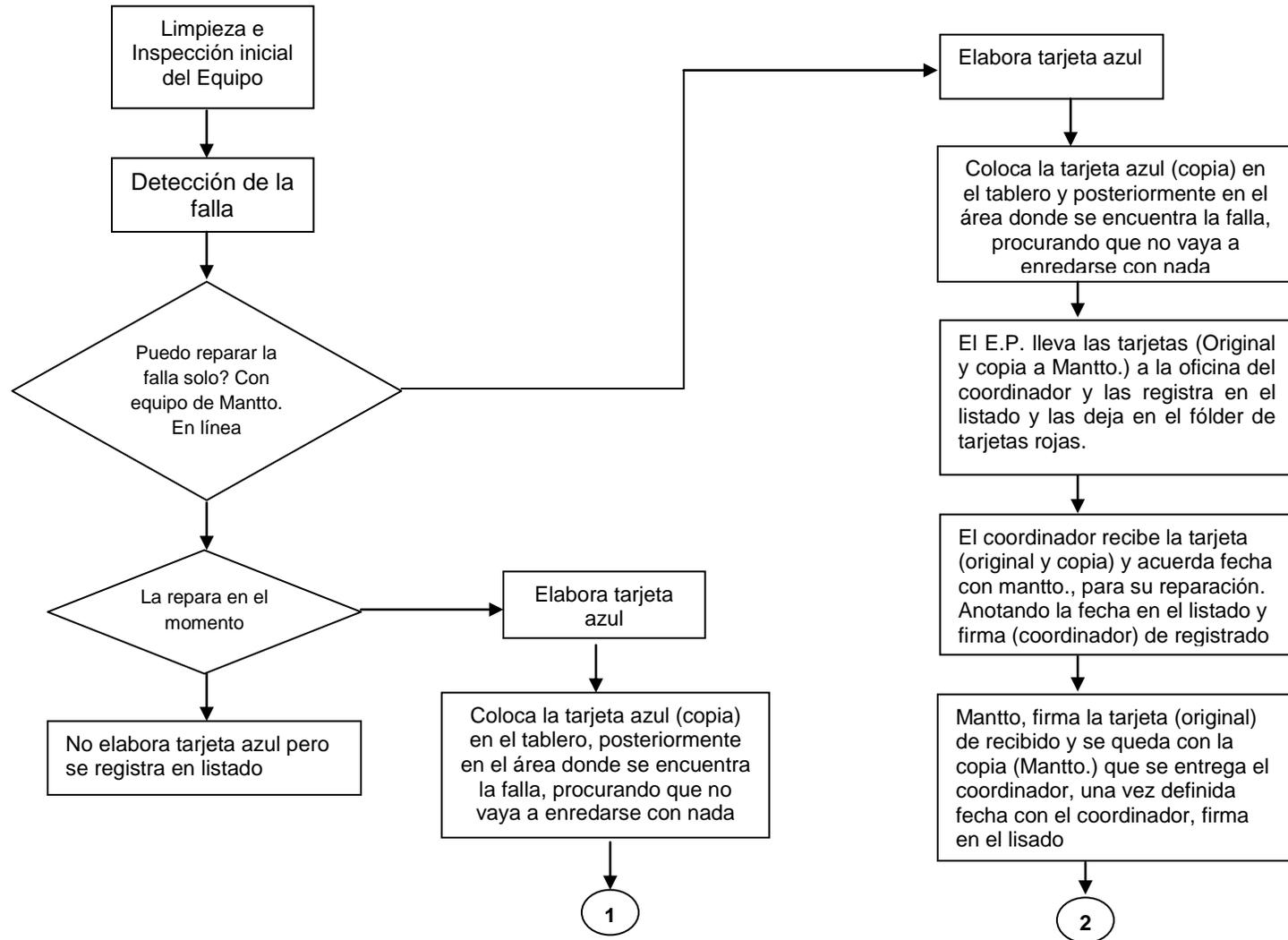
**Figura 3.6.** Tarjetas  
(Fuente: Manual Paso “1” Volkswagen de México)

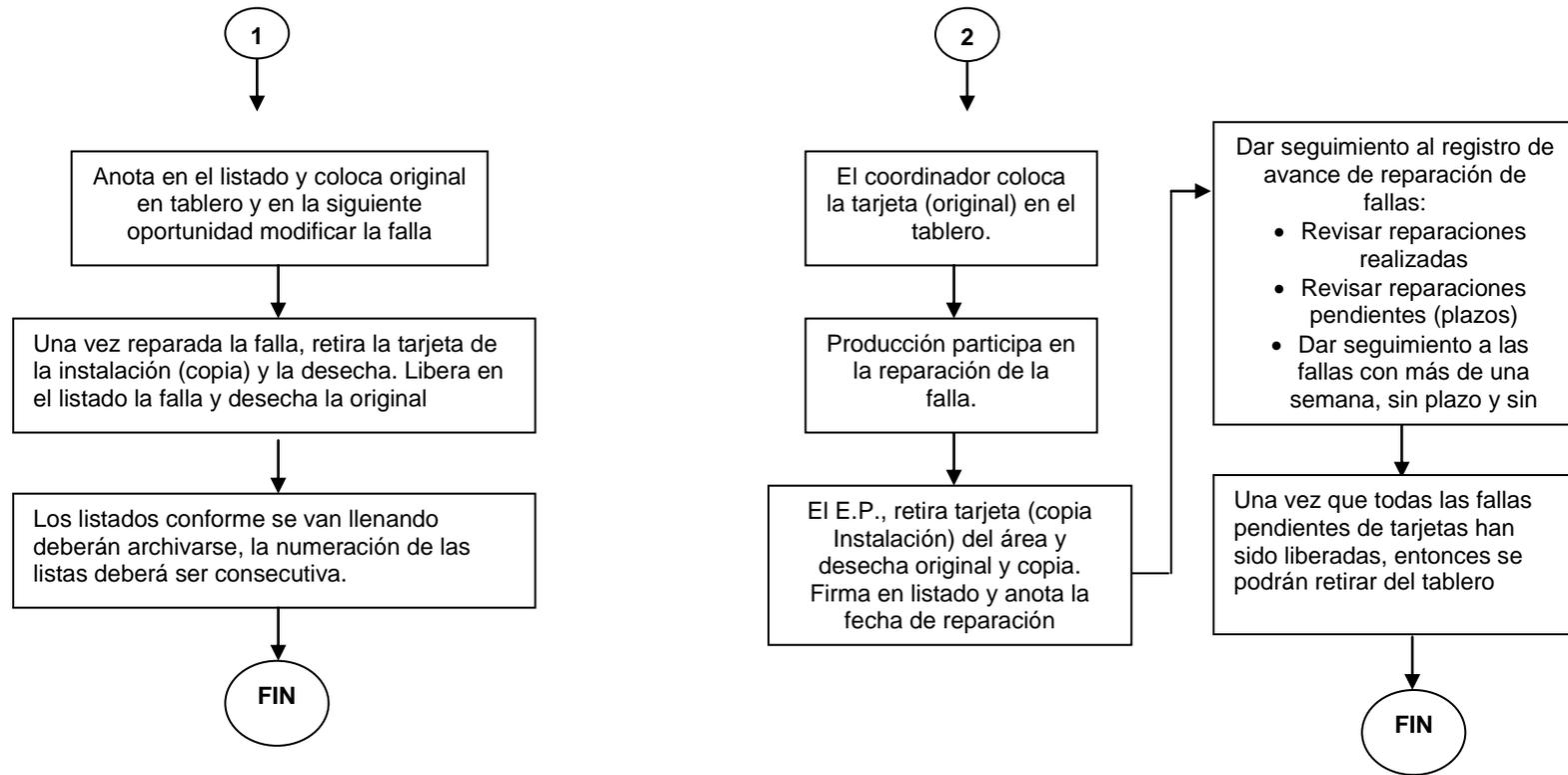
- Hay que colocar tarjetas en aquellos lugares donde se detectaron anomalías. Eso lo identificamos como “Colocación de tarjetas”.
- Se debe buscar que las tarjetas colocadas sean resueltas a la brevedad posible.
- Aquellas tarjetas que no pueden ser cerradas inmediatamente deben ser planeadas para ser resueltas.



- Tienen que dividir el equipo o instalación por secciones y entonces colocar los elementos que componen cada sección para realizar una matriz-defectos con la finalidad de ir colocando en cada sección las tarjetas que se van encontrando para identificar en que parte del equipo o instalación se haya el mayor número de defectos (puntos débiles del equipo o instalación) a esto se le llama: “Hoja para la identificación de anomalías”
- Es necesario crear también un dibujo esquemático del equipo y colocarlo en un tablero para que cada vez que se realizan las actividades de limpieza e inspección se vayan colocando aquí todas las tarjetas que se van detectando, la finalidad es ver de manera gráfica en que partes se están detectando más defectos.

Para un mejor entendimiento ver la **fig. 3.7**, donde se muestra el Diagrama de Colocación de Tarjeta.





**Fig. 3.7.** Diagrama de Colocación de Tarjetas  
(Fuente: Manual Paso "0" Volkswagen de México, 2004)



## Graficar Tarjetas

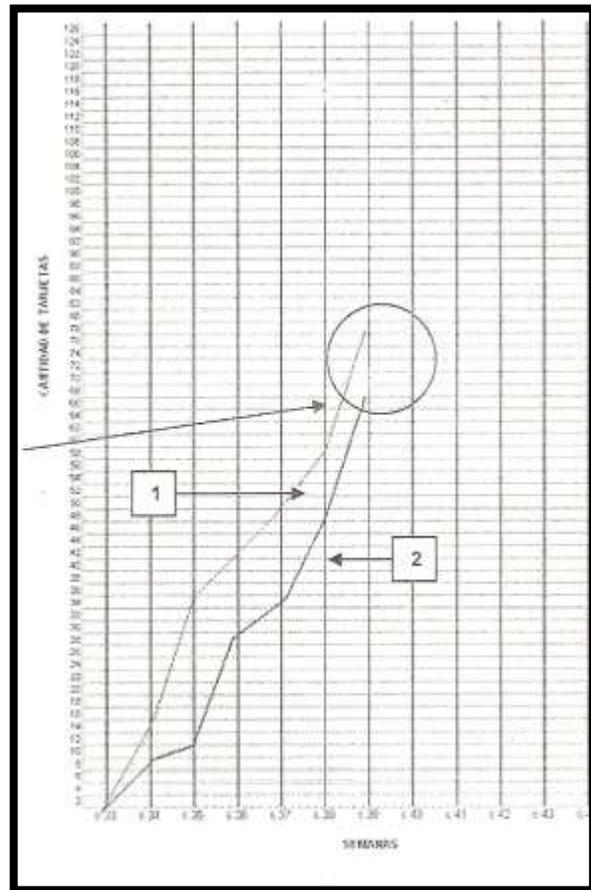
Se tiene que expresar el número de tarjetas generadas y tarjetas resueltas en una gráfica de tendencia acumulativa, se sugiere actualizar a mano por cualquier miembro del team para indicar que el sistema está vigente.

1. Se gráfica el número total de tarjetas rojas y azules abiertas por evento (anomalías del equipo) contra.
2. El número total de tarjetas rojas y azules cerradas por evento (porcentaje de restauración del equipo).

También se puede graficar en forma acumulativa el número de tarjetas generadas y cerradas por participante.

Como se puede observar en la **fig. 3.8**, se gráfica el número de tarjetas por resolver.

El objetivo es lograr que la brecha se cierre y las dos líneas se toquen, lo que quiere decir que hemos cerrado todas las tarjetas generadas.



**Fig. 3.8.** Gráfica de tarjetas  
(Fuente: Manual Paso "1" Volkswagen de México)



La finalidad de graficar una tendencia acumulativa es visualizar cuantos defectos en total se van detectando en el equipo y cuántos en total se van restaurando (% de restauración).

Mientras más eventos de limpieza e inspección inicial existan, el número de tarjetas disminuirá debido a que las anomalías se han detectado y se han restaurado.

## **OPL's**

Una OPL es una Lección de un solo Punto, por sus siglas en ingles (One Point Lesson).

Una OPL es generada en cualquiera de los siguientes casos:

- a) Cuándo genera un conocimiento básico, es decir, cuando es utilizada para transmitir información al personal que no lo tiene acerca de actividades básicas de su operación o equipo.
- b) Cuándo se tiene un caso de mejora aplicado y que puede replicarse en algún caso similar que facilite la implementación de la misma.
- c) Cuándo existió una duda o algún problema en mi operación y que fue explicada o solucionada y finalmente el conocimiento generado por esto pueda ser multiplicado. [Manual del Paso "1", Volkswagen de México, 2004]



## **Estructura de pérdidas, Efectividad Global del Equipamiento “OEE”**

El OEE muestra el porcentaje de efectividad de una máquina con respecto a su máquina ideal equivalente. La diferencia la constituyen las pérdidas de tiempo, las pérdidas de velocidad y las pérdidas de calidad.

El concepto de OEE nace como un KPI (Key Performance Indicator, en español Indicador Clave de Desempeño) asociado a un programa estándar de mejora de la producción llamado TPM (**T**otal **P**roductive **M**aintenance – **M**anagement, en español Mantenimiento Productivo Total). El objetivo principal del programa TPM es la reducción de costos.

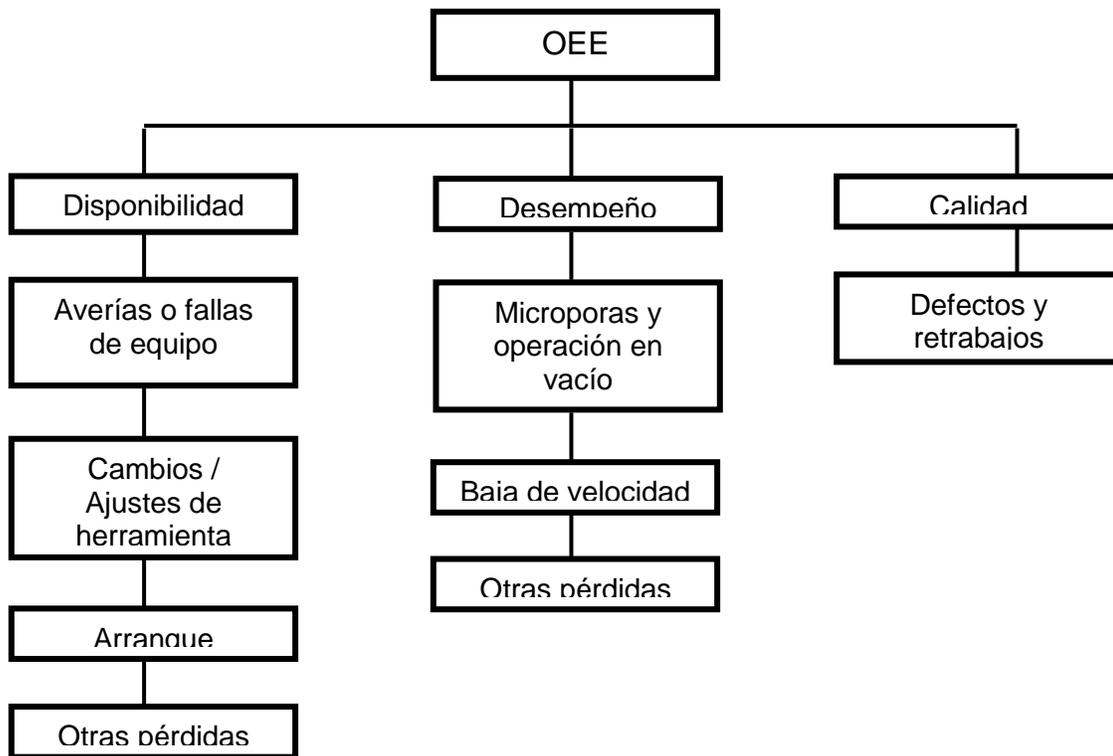
El OEE mide la efectividad de las máquinas y líneas a través de un porcentaje, que es calculado combinando tres elementos asociados a cualquier proceso de producción:

- Disponibilidad: tiempo real de la máquina produciendo
- Desempeño: producción real de la máquina en un determinado periodo de tiempo.
- Calidad: producción sin defectos generada



Al mismo tiempo, el OEE analiza y califica los diferentes tipos de pérdidas que pueden producirse en un proceso productivo. Esta clasificación proviene de la misma manera del TPM, en el que se definen “Seis Grandes Pérdidas”. Estas pérdidas hacen reducir el tiempo efectivo de proceso y la producción óptima a alcanzar. [Una Herramienta de Mejora; el OEE, 2009]

El OEE se clasifica, como se mencionó en Disponibilidad, Desempeño y Calidad, ver **fig. 3.9**, donde se describe la estructura de las pérdidas.



**Fig. 3.9.** Estructura de las pérdidas  
(Fuente: Manual Paso “1”, Volkswagen de México)



## Disponibilidad

### Pérdidas de Tiempo:

La pérdida de tiempo se define como el tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo pero no lo ha estado: Ningún producto sale de la máquina.

### Las pérdidas son:

#### Averías:

Un repentino e inesperado fallo o avería genera una pérdida en el tiempo de producción. La causa de esta disfunción puede ser técnica u organizativa (por ejemplo; error al operar la máquina, mantenimiento pobre del equipo). El OEE considera este tipo de pérdida a partir del momento en el cual la avería aparece.

#### Esperas:

El tiempo de producción se reduce también cuando la máquina está en espera. La máquina puede quedarse en estado de espera por varios motivos, por ejemplo; debido a un cambio, por mantenimiento, o por un paro para ir a merendar o almorzar. En el caso de un cambio, la máquina normalmente tiene que apagarse durante algún tiempo, cambiar herramientas, útiles u otras partes.

La técnica de SMED (en inglés Single Minute Exchange of Die; en español técnica de paradas al estilo fórmula uno para realizar un abastecimiento/cambios necesarios) **define** el tiempo de cambio como el tiempo comprendido entre el último producto bueno del lote anterior y el primer producto bueno del nuevo lote. Para el OEE, el tiempo de cambio es el tiempo en el cual la máquina no fabrica ningún producto. [Conceptos de organización industrial, 1998]



## **Desempeño**

**Pérdidas de Velocidad:** Una pérdida de velocidad implica que la máquina está funcionando pero no a su velocidad máxima. Existen dos tipos de pérdidas de velocidad:

### **Microparadas:**

Cuando una máquina tiene interrupciones cortas y no trabaja a velocidad constante, estas microparadas y las consecuentes pérdidas de velocidad son generalmente causadas por pequeños problemas tales como bloqueos producidos por sensores de presencia o agarrotamientos en las cintas transportadoras. Estos pequeños problemas pueden disminuir de forma drástica la efectividad de la máquina.

En teoría las microparadas son un tipo de pérdida de tiempo. Sin embargo, al ser tan pequeñas (normalmente menores de 5 minutos) no se registran como una pérdida de tiempo.

### **Velocidad Reducida:**

La velocidad reducida es la diferencia entre la velocidad fijada en la actualidad y la velocidad teórica o de diseño. En ocasiones hay una considerable diferencia entre lo que los tecnólogos consideran que es la velocidad máxima y la velocidad máxima teórica. En muchos casos, la velocidad de producción se ha rebajado para evitar otras pérdidas tales como defectos de calidad y averías. Las pérdidas debidas a velocidades reducidas son por tanto en la mayoría de los casos ignoradas o infravaloradas.

### **Pérdidas de Calidad (Disminución de Calidad):**

La pérdida de calidad ocurre cuando la máquina fabrica productos que no son buenos a la primera. Se pueden diferenciar dos tipos de pérdidas de calidad:



#### Deshechos:

Deshechos son aquellos productos que no cumplen los requisitos establecidos por calidad, incluso aquellos que no habiendo cumplido dichas especificaciones inicialmente puedan ser vendidos como productos de calidad menor. El objetivo es “cero defectos”. Fabricar siempre productos de primera calidad desde la primera vez.

Un tipo específico de pérdida de calidad son las pérdidas en los arranques. Estas pérdidas ocurren cuando:

- Durante el arranque de la máquina, la producción no es estable inicialmente y los primeros productos no cumplen las especificaciones de calidad;
- Los productos del final de la producción de un lote se vuelven inestables y no cumplen las especificaciones;
- Aquellos productos que no se consideran como buenos para la orden de fabricación y, consecuentemente, se consideran una pérdida.

Normalmente este tipo de pérdidas se consideran inevitables. Sin embargo, el volumen de estas puede ser sorprendentemente grande.

#### Retrabajo:

Los productos retrabajados son también productos que no cumplen los requisitos de calidad desde la primera vez, pero pueden ser reprocesados y convertidos en productos de buena calidad. A primera vista, los productos retrabajados no parecen ser muy malos, incluso para el operario pueden parecer buenos. Sin embargo, el producto no cumple las especificaciones de calidad a la primera y supone por tanto un tipo de pérdida de calidad. [Una Herramienta de Mejora; el OEE, 2009]



### **3.6. Paso “2”, Eliminar fuentes de contaminación y lugares inaccesibles**

Consisten en aprovechar la motivación generada para realizar mejoras y obtener resultados más objetivos; así como para mejorar la gestión y que el mantenimiento se pueda hacer de manera más sencilla para prevenir el deterioro.

Objetivo:

- Identificar la fuente de suciedad y eliminarla
- Limitar al mínimo (contención, localización), el área que se ensucia
- Perfeccionarlo para que sea fácil de limpiar
- Colocar ventanillas y desarrollar ideas en las cubiertas para que sea fácil de inspeccionar

Mediante la limpieza inicial se ve claramente cómo afecta las fuentes de suciedad, polvo y materias extrañas la calidad del equipo y el producto. Por esta razón y para acortar el tiempo de limpieza, se debe dar prioridad a la eliminación de las fuentes de suciedad.

Cuando se habla de fuentes de suciedad nos referimos a fuentes de desechos, rebaba metálica y materias extrañas que se adhieren a componentes de sistemas de transportación y aceite, agua o ripio que salen del mismo equipo, así como suciedad y polvo que se mete del exterior.

Los equipos se averían y causan defectos debido a su deterioro. Existen dos tipos: natural y forzado.



Cuando los componentes se deterioran por su uso regular, se le llamará deterioro natural. Sin embargo, si no se limpia o lubrica algún lugar que requiere de ello, o se ignora someterlo a cargas excesivas o juego existente en algunas partes, ocurre un deterioro forzado por no hacer lo que debería haberse hecho. [Manual Paso 1, Volkswagen de México]

### **3.7. Paso “3”, Elaborar estándares previos**

Establecer los estándares previos a seguir, no impuesto por otras personas ajenas al team, sino por las personas que participen en el mantenimiento.

Para elaborar los estándares previos se debe tener los siguientes tres elementos: Ganas de hacerlo, habilidad para hacerlo y oportunidad para hacerlo. No es algo que se pueda llevar a cabo únicamente con voluntad. La razón principal por lo que no se lleva a cabo totalmente es que las personas que definen los estándares y las personas que los siguen no son las mismas. Sigue predominando la cultura de “yo (administrador o staff) defino los estándares, tu (operario) los llevas a cabo”.

Por eso, las personas que lo tiene que llevar a cabo no comprenden ni la razón por la cual necesita realizarlo, ni el método. Y finalmente, el tiempo no le alcanza para realizar todo lo que se termina imponiendo.

#### **Que se tiene que realizar, y quien lo define**

Para asegurar que se sigan los estándares, las personas que lo van a llevar a cabo deben decidir cada actividad. Eso es lo más importante. Este es el primer paso de la gestión autónoma. Para esto se necesita lo siguiente:

- Comprender la necesidad de cada labor



- Que tengan la habilidad para elaborar los estándares
- Que elaboren los estándares por sí mismos

Para que se pueda obtener las habilidades para elaborar estándares, es necesario realizar una capacitación para enseñar el sentido básico de los estándares, dales una muestra de algún estándar y explicarlos.

### **Mediante la elaboración de los estándares, tomar conciencia de su actuación**

Elaborar los estándares equivale a que cada miembro defina el rol a desempeñar, destacando que cada quien defina su rol, con el mejor esfuerzo a llevarse a cabo. Esto es la base del trabajo de equipo.

### **Satisfacción de elaborar los estándares**

En ocasiones es normal que los miembros del grupo sientan alegría en poder decidir las labores que ellos mismos van a tener que desempeñar. Normalmente, los operarios no disfrutan la experiencia de decidir lo que deben hacer. Al observar los estándares de limpieza y lubricación que los grupos elaboraron, muchas veces sorprende el nivel de detalle y el trabajo que le dedican.

### **Objetivo del tiempo de limpieza y lubricación y la repetición al hacer mejoras**

Al realizar la limpieza y elaborar los estándares, se debe pensar en las limitaciones de tiempo para hacer la limpieza y la lubricación. Este objetivo de tiempo debe ser marcado por el supervisor. Por ejemplo, 10 minutos al inicio o al término de cada turno, 30 minutos durante el fin de semana o 1 hora al fin de mes. [Curso de líderes en GEMBA 2, 2004]



Si el tiempo no entra dentro de este objetivo en el primer estándar tentativo, deberá realizar mayores esfuerzos para llevar a cabo las mejoras.

Para ello será necesario el apoyo y colaboración total de los gerentes y del staff, para estandarizar las mejoras y apoyar los aspectos técnicos.

### **3.8. Paso “4”, Entrenamiento y realización de procedimientos de inspección**

Que las personas puedan llevar a cabo inspecciones de forma más detallada, ya con los conocimientos aprendidos y con las habilidades adquiridas en los pasos anteriores.

Para llevar a cabo este paso es necesario tomar en cuenta lo siguiente: Como implementar el paso 4, Identificar cursos necesarios para que los operarios puedan llevar a cabo la inspección general, etc.

#### **Implementación del Paso “4”**

Para llevarlo a cabo, se debe considerar lo siguiente:

1. Identificar los cursos necesarios para que los operarios pueden llevar a cabo la inspección general.
2. Preparar el material didáctico y proponer el plan de educación y capacitación para la inspección general.
3. Llevar a cabo la capacitación de los líderes.
4. Transmitir los conocimientos a los operarios (capacitarlos de uno en uno).



## **Identificar los cursos necesarios para que los operarios puedan llevar a cabo la inspección general**

Analizar las materias que los operarios necesitan estudiar para poder administrar el equipo. Se mencionan algunas materias que deben ser incluidas: elementos de fijación (tuercas y tornillos), lubricación sistemas neumáticos, sistemas hidráulicos, mecanismos de transmisión, sistemas eléctricos, etc.

## **Preparar el material didáctico y proponer el plan de educación y capacitación para la inspección general**

Se debe elaborar el material didáctico y planear la agenda de capacitación por materia. Este material didáctico incluye prototipos para capacitación técnico-práctica, fotos, lecciones de un punto, manuales de inspección general y listas de verificación.

## **Educación para los Líderes**

Los líderes deben recibir la capacitación de parte del staff y el personal de mantenimiento a través de manuales, prototipos, los objetos o equipos actuales. Aprenderán los puntos básicos con respecto al funcionamiento, la estructura, como realizar un ajuste correcto, las precauciones de uso y los puntos que deberán ser revisados diariamente.



## **Transmitir los conocimientos a los operarios**

En vez de transmitir directamente los conocimientos a los operarios, los líderes deben adaptar lo aprendido a sus equipamientos y procesos.

Cuando no se tiene un verdadero entendimiento de un tema, no es posible enseñar a otros. Sin embargo, al analizar la información y pensar cómo adaptarla mejor para que los operarios lo puedan entender, por primera vez lograrán realmente diferir y comprender bien la información y tomar el liderazgo.

Al realizar todo esto, el líder ira elevando su propio nivel al estar preguntando y consultando al staff y personal de mantenimiento todas aquellas dudas que surjan en el momento que traten de explicarle algo algún compañero del equipo.

No se debe olvidar examinar al operario, y cerciorarse que realmente haya comprendido lo que se le enseñó durante la capacitación trasmitida. De otra manera, empezarán a haber problemas, ya que los líderes esperan que los operarios puedan aplicar todo lo que les enseñaron. [Curso de líderes en GEMBA, 2004]



### **3.9. Paso “5”, Autodiagnóstico**

En este paso se revisan los estándares tentativos aplicados en el paso anterior, para que se puedan ejecutar dentro de un tiempo establecido.

Finalmente se llega a la etapa en que se puede decidir cuál es la mejor combinación de mantenimiento autónomo y especializado para crear un sistema de mantenimiento adecuado a nuestras necesidades.

Los estándares de inspección coinciden con los estándares de inspección autónoma que se trata de elaborar por parte de operaciones. Sin embargo, los estándares de inspección del departamento de mantenimiento están elaborados de acuerdo a la perspectiva de mantenimiento especializado.

En el “autodiagnóstico” se integrarán ítems particulares que no estaban incluidos dentro de los puntos de inspección general, pero que es más conveniente que los efectúen como parte del mantenimiento autónomo.

Por el lado del mantenimiento especializado, se integran puntos de inspección que hasta ahora no podían ser incluidos por no contar con suficientes recursos y que al transferir parte de su trabajo a los operarios ahora si podrán realizar.

#### **Ciclo de Inspección**

Los Ciclos de Inspección asignados en el Mantenimiento Autónomo deben ser diarios, semanales, mensuales y hasta trimestrales. En el área de producción es casi imposible asignarle más tiempo a la inspección diaria.



La inspección diaria se hace únicamente en aquellos puntos que son críticos para prevenir la seguridad y los problemas de calidad. Así que se deben ser integrados al trabajo cotidiano y el operario debe aprender a hacerlo correctamente.

El punto clave aquí es que, es mejor limitar los puntos de inspección diaria, pero que realmente puedan ser ejecutados, en vez de imponer a los operarios un plan que desde el principio va a ser imposible de cumplir.

### **Tiempo requerido para la Inspección**

El tiempo que se puede asignar a la inspección depende del elemento a inspeccionar, el ciclo requerido y el equipamiento. También depende de las condiciones existentes en la línea de producción para definir cuanto tiempo se puede asignar sin afectar a la producción.

Tomando en cuenta las labores y los equipamientos que tienen a su cargo los operadores, se tendrá que examinar si ejecutan la inspección con las máquinas en operación o detenidas.

## **4. Paso “6”, Estandarización**

Organizar y acomodar los múltiples objetos que hay en el área de producción, revisar los elementos de inspección que debemos seguir y ordenar las funciones de cada operario.

Para llevar a cabo este paso, se realizan las siguientes actividades: **Como desplegar el Paso 6, Importancia de los elementos que tiene nivel de acotamiento**



## **bajo, Mejoramiento de los elementos con métodos ineficientes y Revisión de los Estándares y métodos de revisión.**

Para tener un lugar de trabajo sin problemas porque mantenemos el equipamiento en buenas condiciones, se debe esclarecer la relación entre “la precisión del equipamiento y la calidad” “la precisión de los componentes y la calidad” “La metodología de trabajo y la calidad” “La previsión de las herramientas y la calidad”. Lo que se hace en este paso es aterrizar esta información en estándares.

### **Desplegar el Paso 6**

Para empezar, cuales son los elementos de control diario que se tienen que ejecutar en el área de producción. Realizar una lista detallada de todos ellos.

Cada uno de estos elementos, revisar el grado de acatamiento actual en el área y elaborar una lista de todos aquellos problemas que deben ser resueltos.

### **Importancia de los elementos que tienen un nivel de acatamiento bajo**

Para aquéllos elementos que hayan salido con un bajo nivel de acatamiento es importante estudiar el resultado y objetivo de ejecución, para examinar su verdadera importancia y validez.

Puede ser que existan elementos que fueron formulados hace mucho tiempo y que han quedado obsoletos con los cambios. También debe haber elementos que toman mucho tiempo, esfuerzo y no impactan lo suficiente para justificarlos. Es por eso que se recomienda examinar uno por uno los elementos con bajo nivel de “acatamiento”



y clasificarlos para ver cuales deben eliminarse, cuales deben mejorarse y aquellos que necesitan volverse a enseñar para que sean acatados.

### **Mejoramiento de los elementos con métodos ineficientes**

Para hacer más eficiente los elementos, es muy efectivo concentrarse en “Poco, largo y corto”. Eso es; pocas reglas, ciclos de ejecución largos, y tempo de duración de cada elemento corto. Otra manera efectiva es identificar los obstáculos (o cuellos de botella) y empezar realizando mejoras en esos elementos.

### **Revisión de los Estándares y los métodos de revisión**

Revisar y elaborar estándares y parámetros una vez realizadas las actividades descritas. Es importante acomodar un sistema de revisión para que en el futuro, todo elemento que no sea acatado pueda ser detectado de manera inmediata.

Cumplir con las reglas es un papel sumamente importante que le corresponde al operario. El acomodar un sistema de revisión es una condición indispensable para poder administrar correctamente el lugar de trabajo. [Curso de Líderes en GEMBA 2, 2004]



## **4.1 Paso “7”, Gestión Autónoma**

Desplegar actividades de gestión autónoma con relación a todas las actividades de pequeños grupos en general.

Para poner en marcha la gestión autónoma, primero se debe hacer una evaluación independiente para medir el nivel de sostenimiento, mejoramiento y resultados. Los elementos que todavía no hayan alcanzado el nivel deseado, deberán ser retroalimentados al plan de mejorar anual o semestral para que a través de la repetición, se mejore el nivel de las actividades y habilidades.

La evaluación del nivel de gestión autónoma debe ser revisada cada 6 meses al igual que el plan de mejoras.



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## **4. PROPUESTA METODOLÓGICA DEL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO**



En este capítulo se describirán las actividades involucradas en el desarrollo de la metodología para el desarrollo del proyecto.

#### 4.1. Identificación del área y su propuesta metodológica

El proyecto está enfocado al Área de Sello; seleccionado por ser donde existen mayores problemas en el manejo de los robots.

El área de sello, está constituida por 4 celdas, allí se encuentran los robots y 22 tactos donde los técnicos hacen la aplicación del sello fino.

La problemática en la nave 83 de pintura, consiste en que aunque ya existe la filosofía del TPM, no se había aplicado en el área, lo que trae como consecuencia que los EP's<sup>2</sup> desconozcan del tema y no la desarrollen en su área de trabajo.

En virtud de lo grande que es el Área de Sello; se enfoca a la celda de UBS, atendiendo los problemas de limpieza. Ver **figuras** 4.1 y 4.2.

---

<sup>2</sup> EP's Especialistas en Producción

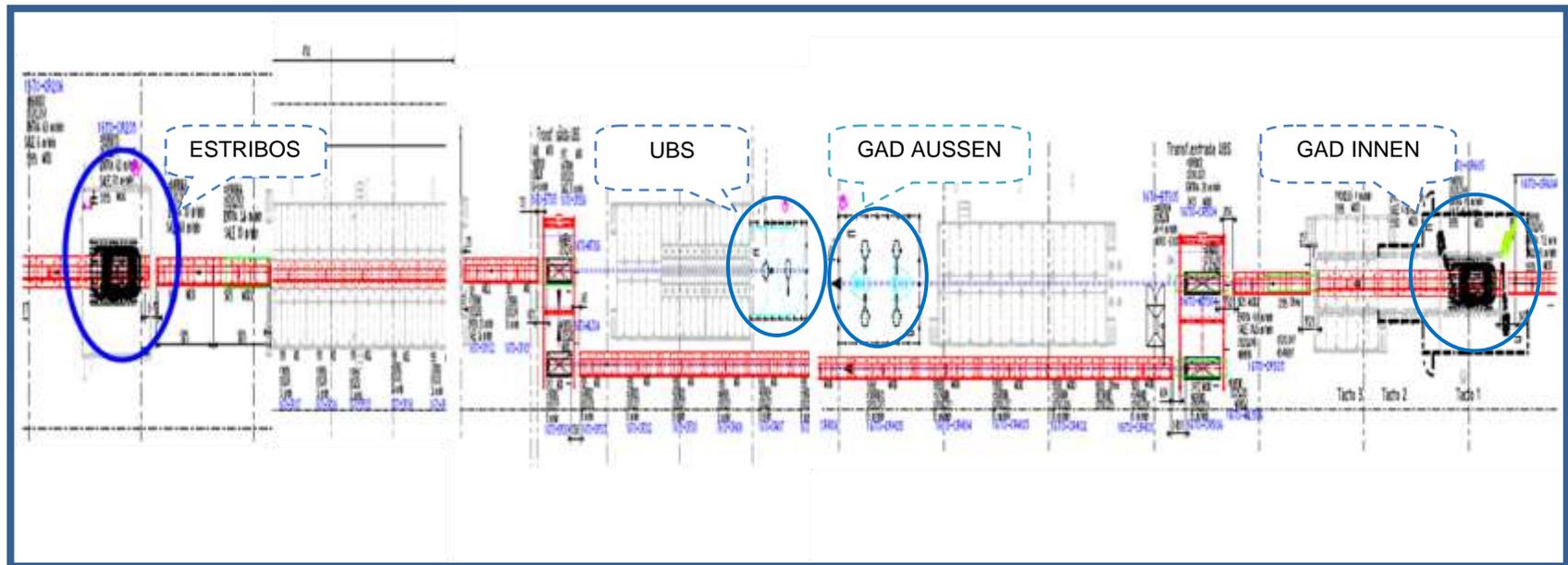


Fig. 4.1. Lay Out de Sello

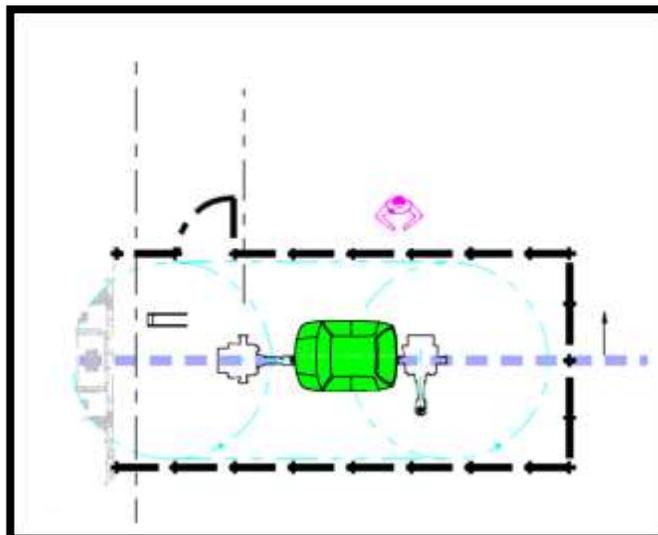


Fig.4. 2. Celda UBS

El no tener integrado un equipo de TPM trae consigo varias consecuencias, como por ejemplo:

- Que la celda UBS<sup>3</sup> siempre esté sucia, llena de sello por todas partes.
- Que los robots sufran de deterioro forzado por falta de limpieza
- Que las partes que integran a los robots se dañen con mucha facilidad por la falta del TPM.
- Que en virtud de la falta de limpieza, la instalación da la apariencia de ser muy obsoleta.

## Diagnóstico

Lo primero a realizar es generar los pasos correspondientes acerca del TPM y entregárselos a los EP's, implicando las fases del mantenimiento autónomo, elaborando un manual del paso cero donde se habla de los requisitos para certificarse.

<sup>3</sup> UBS: Under Boden Schutz



Con la elaboración del manual se busca lograr los objetivos siguientes:

- Mostrar cada una de las partes que integran la celda UBS y su funcionamiento.
- Conocer las partes que conforman a los robots, para qué sirven y cómo darle mantenimiento.
- Las normas de seguridad que los EP's deben de tomar en cuenta al realizar la limpieza correspondiente.
- Familiarizarse con los íconos que se utilizan cuando exista algún riesgo.
- Conocer las cantidades de lubricante que llevan los robots, para no tener un deterioro forzado y qué partes de la celda tienen deterioro forzado.
- El levantamiento de tarjetas, rojas y azules para ver cuáles son las fallas que tienen los equipos y reportarlos si es necesario.
- Y por último, realizar lecciones de un solo punto donde se muestran las partes de la celda, las partes de los robots y todo su funcionamiento; así como las medidas de seguridad que se deben tener; representando todo lo anterior de forma gráfica para que se pueda interpretar con más facilidad.

El Manual que se divide en dos secciones: Manual del Paso "0" y del Paso "1".

## **Sección A: Manual Paso "0"**

### **Paso 1:**

En el primer manual, se abordó todo lo relacionado a los preparativos del paso "0", dejando bien claro cuál es el objetivo principal del mismo y las fases que se necesitan para elevar el nivel de los operarios. Cabe mencionar, que las características de este paso, fueron descritas en el fundamento teórico.



## **Paso 2:**

Como continuación a la realización del mismo se les enseñó cuales son los puntos a considerar para la aplicación del paso “0” y que son de suma importancia para la certificación y elaboración del manual.

Los puntos que se consideraron fueron: la seguridad, el deterioro forzado, el funcionamiento del equipo y las habilidades que se requieren para poder manejar los robots.

En el caso de la seguridad, se contemplan los cuidados que ellos deben tener al entrar a las celdas, las causas que generan una lesión, la seguridad en el área y el equipo de protección que deben de portar para realizar la limpieza.

En el punto del Deterioro forzado se les mencionó su significado, las causas que lo originan, cuáles son las pérdidas que puede ocasionar, las averías y los paros menores que trae consigo.

## **Paso 3:**

Se realiza un catalogo en la línea de producción, donde se muestra cuáles son las causas que originan las averías en los equipos y las consecuencias que trae; de igual manera, se tomaron en cuenta los defectos de calidad, el deterioro forzado y la pérdida velocidad.

Los defectos de calidad son una consecuencia de no mantener limpia el área de trabajo y en el caso del deterioro forzado, se fue ilustrando por medio de imágenes cuáles son las partes del equipo que más sufren de deterioro forzado; todo esto para que los EP's se dieran cuenta y pusieran más atención en el manejo del equipo.



En las pérdidas de velocidad se les mencionó las causas que lo provocan. Y como ejemplo se pone el lubricante que los robots usan, donde se muestra el contenedor totalmente vacío, que eso ocasiona un deterioro forzado en los robots.

#### **Paso 4:**

Como continuación del manual se describieron cuales son los tipos de anomalías que existen en el equipo y su posible origen.

También se describe la estructura de los robots, es decir, las partes que lo integran y los cuidados que se deben de tomar al realizar el mantenimiento.

En la nave de Pintura existen 4 celdas con robots. En la primera celda hay dos robots en piso y dos en el techo; en la segunda, cuatro robots en piso, la tercera celda contiene dos robots y la última, está constituida por dos robots.

Los robots son de la compañía ABB y está constituido por 6 ejes y montado en su 7º. Eje; las partes que lo integran son: muñeca, brazo superior, brazo inferior, bastidor y base.

#### **Paso 5:**

Así mismo, como parte del manual, se detalla cómo está integrada la celda UBS, que es en la que se aplica el proyecto.

La celda UBS está constituida por dos robots ABB, una pistola de aplicación, integrada al brazo del robot y cuatro cámaras ISRA. La función de las cámaras es la de posicionar la carrocería en la celda; es decir, toma una foto que envía al panel del controlador para que detecte que modelo es el que está en la celda.



El Panel del Operador es donde se encuentran todos los botones que hacen funcionar a la celda.

Fue de suma importancia que los EP's conocieran todas las simbologías necesarias para manejar los robots, que les permita tomar las medidas adecuadas para prever un accidente.

Se incluyeron todas las simbologías necesarias que los EP's deben de conocer referente al equipo y las relativas a las normas de seguridad que se deben tomar en cuenta cuando se instalen las piezas de los robots.

#### **Paso 6:**

En el manual se hizo referencia del mantenimiento que se le debe de dar a los equipos y en con qué frecuencia. El mantenimiento se da cada 2 años dependiendo el uso a que estén sometidos los robots.

Como parte de la estructura del equipo, como ya se mencionó anteriormente, se describen las partes que conforman a la pistola de aplicación. Está formada por una lanza la cual puede ser larga o corta, dependiendo de la versión, cabezal de boquillas, módulo frontal con válvulas, módulo básico, conexión del cable del mando y del aire comprimido, conexión del producto e interface del robot.

La función de la pistola es la de aplicar el sello en la carrocería; posee tres boquillas de aplicación, de 0°, 45° y 90°. En el proceso se usan las tres boquillas.

También como parte de la seguridad que se debe de tener al manipular la pistola, se puso la simbología necesaria para que ellos lo conozcan y tomen las precauciones debidas.



El mantenimiento de los robots se da en diferentes formas, para esto se dividió en diario, semanal, mensual y anual.

En el diario, se revisa que no existan fugas y limpieza de boquillas; en el caso de las boquillas se limpian a cada hora o en pausas de comida, ya que por el uso que tienen tienden a taparse y no aplican bien el material.

Semanal, se cambian las fundas de los robots, para que se mantengan limpios y se pueda prevenir el deterioro forzado, se revisa que las tuercas de los robots estén bien apretadas para evitar posibles problemas.

Mensual, se hace una revisión exhaustiva de los robots y las partes que lo integran; en el caso de la pistola, se limpia completamente para que no presente ninguna falla, se limpian los cables de los robots asegurando que no exista ninguna fuga, revisar que todas las tuercas estén bien apretadas, si hay alguna en mal estado se cambian.

Anual, se hacen los cambios de todas las mangueras que integran al equipo para asegurar que estén en perfectas condiciones.

Para la realización de la limpieza en la celda y para un mejor entendimiento, se elaboraron una serie de pasos sencillos, con la finalidad de que a los EP's les sea más fácil realizar. Es muy importante recalcar, que antes de hacer la limpieza cuenten con todas las herramientas necesarias, así como con el equipo adecuado.



Consta de 7 pasos fundamentales para la realización de la misma; la primera, fue contar con el equipo de protección adecuado, la segunda, tener las herramientas necesarias y la tercera, observar que los robots estén en posición HOME. Esto es muy importante para la seguridad del EP, ya que si entra a la celda y los robots están en movimiento estos pueden ocasionarle severos daños; para ésto se debe de esperar que el robot termine de realizar su aplicación y se quede parado, a esto se le llama posición HOME.

El cuarto paso consiste en abrir la puerta, para que automáticamente se detenga el sistema; el quinto, realizar la limpieza necesaria, y el sexto consiste en que al finalizar la limpieza se debe cerrar la puerta, resetear el sensor, ya que como fue abierto, el robot lo registra como una falla; por lo que entonces, es necesario resetearlo y oprimir el arranque conectado.

El arranque conectado es un botón que enciende el sistema; cada vez que se abre la puerta y se active la alarma, el arranque se apaga y toda la celda queda inhabilitada. Después de realizar modificaciones, limpieza, etc., es necesario oprimir este botón para que se restablezca toda la celda

Como último paso y más importante, debe observarse que esté activado el puenteo de seguridad; este botón es primordial para la seguridad de quien se encuentre dentro de la celda, ya que si no está activado corre el riesgo de que otra persona lo active y los robots entren en funcionamiento.

Al término de la limpieza es necesario pasar el controlador en modo manual, ya que se desajustan los robots; entonces es conveniente hacer modificaciones, para que las aplicaciones vuelvan a su estado normal.



Es importante que en este paso se empiece a realizar el levantamiento de tarjetas con el objetivo de saber cuáles son las anomalías que existen en el equipo y así llevar un control de las mismas.

### **Paso 7:**

Para lograr la certificación del paso, es necesario solicitar un diagnóstico, para saber si se lograron cumplir todos los objetivos planteados. Los aspectos más importantes que se deben tomarse en cuenta para poder certificarse son: saber si se logró el nivel requerido, retroalimentarse con los logros que se obtuvieron y los que no se pudieron alcanzar, además de encontrar las causas del porqué no se lograron.

### **Sección B: Manual Paso “1”**

#### **Paso 1:**

El siguiente paso del proyecto, consiste en realizar ayudas visuales a los EP's en cuanto al PASO 1 “Limpieza e Inspección Inicial”. Lo cual incluye lo siguiente:

- Limpieza e inspección inicial de celda UBS.
  
- Materiales a utilizar para poder limpiar dicha celda.
  
- Procedimiento para realizarlo
  
- Tiempo en el que se realiza la misma:
  - Huecos > 8min.
  - Huecos > 10min.
  - Huecos > 20min: Pausas de comida o por falta de carrocerías.



- Fines de semana:
  - Limpieza general y profunda del robot.
  - Apoyo en cambio de herramientas. Este aspecto se refiere al momento en que se realiza un cambio de pistola ya sea por qué está aplicando mal o como mantenimiento preventivo.
  - Ajustes mayores de programación.
- Identificar las entradas de agua de las diferentes carrocerías.
- Mediante el conocimiento de los cordones de la carrocería, se identifica cuáles recorren los técnicos y en base a eso, buscar el porqué y realizar la mejora.

## **Paso 2:**

Para reforzar el conocimiento, se elabora un manual, en el cual se tomó en cuenta todo lo descrito anteriormente y que busca darles una orientación precisa sobre el objetivo principal que se desea alcanzar con la aplicación del paso “1”.

La limpieza la realizan en varias formas, una de éstas es al inicio de turno. Cada equipo debe encargarse de dejar limpios los robots de las cuatro celdas y reportar en una bitácora todo lo que sucedió durante el turno.

Para la realización de la limpieza, se debe de contar con las herramientas necesarias, que son: papeles kimberly y celulosa, que sirven para quitar el sello de las partes de los robots. Brocha para quitarle el polvo que se acumule en la pistola o en los platos de los robots, en el caso de estribos; en ocasiones se utiliza thinner para quitar el sello que esté más adherido.



La limpieza se realiza en los huecos que existan durante el turno. Un hueco es el tiempo que se pasa sin carrocerías.

En un hueco > a 8 minutos, se limpian las boquillas, se purgan y calibran los robots, se aprietan tornillos, se cambian orrings (hules que van dentro de las boquillas de la pistola de aplicación) y se limpian mangueras.

La purga se realiza cada que se mueva un robot y consiste en que el robot tire el sello que trae acumulado para evitar que este se tape y empiece a chorrear todo el material; calibrar, es regresar al robot a sus niveles adecuados.

Se aprietan los tornillos que sujetan a la pistola de aplicación, ya que por el uso se aflojan. El cambio de orrings, consiste en reemplazar unos empaques que van en los tres puntos de aplicación de la pistola.

En la limpieza de las mangueras, se limpian con thinner para quitarle todo el sello que se acumula, y se limpian los cables que van de la pistola de aplicación al brazo del robot, para evitar que sufra deterioro forzado.

Los huecos > a 20 minutos, que son las pausas de comida; se utilizan para realizar modificaciones en los cordones<sup>4</sup> de la carrocería marcados por calidad o también para optimizar las aplicaciones.

Los fines de semana, es cuando se pueden agregar nuevos cordones a la carrocería, ya que en ciertos fines de semana no hay producción y tienen el tiempo necesario para realizar la limpieza profunda del robot en todas sus partes.

---

<sup>4</sup> Cordón: Son los puntos que cubren los ensambles de la carrocería.



### **Paso 3:**

Como parte del proyecto se tenía que aumentar la productividad en el área de sello, con base en las 4 celdas de robots que existen en la misma.

Se checa cordón por cordón para saber cuántas aplicaciones realiza por robot, lo cual se realiza con ayudas visuales, donde se compara un DEBE (es el estado ideal del cordón) vs ES (el estado real).

Todo lo anterior se hizo con la finalidad de conocer la eficiencia de cada robot, ya que otro de los objetivos del proyecto, es la reducción de personas en sello y con ello lograr que los robots hagan más aplicaciones.

Se diseña un catalogo de todas las fallas que tiene los robots, con ayuda del PDM e ir tratando de encontrar la solución para que alcancen su máxima eficiencia. Después de haber realizado el catálogo de fallas, se fue checando cada uno de los cordones con ayuda de los EP's y con la aprobación del coordinador en turno; tomando en cuenta los siguientes rubros para poderlos calificar: Trayectoria de aplicación, Cobertura de ensamble, Apariencia y Genera retrabajo.

Se utiliza la simbología OK si cubre todos los rubros que se le califican y NO OK cuando no los cumple. Al tener toda la información, se establece un status general de todas las celdas y también de robot por robot; para calcular la eficiencia de los robots, se toma en cuenta los rubros ya mencionados y se considera como 10% cuando el cordón está mal y 20 % si estaba bien pero no cumplía con las especificaciones de calidad.



Para que un robot tenga una alta eficiencia, debe de tener el 100% cubriendo todos los rubros a calificar, pasar las pruebas de entradas de agua y tener todas sus aplicaciones en estado OK. Se le agregan nuevas aplicaciones a la carrocería con el fin de que el robot ejecute más funciones.

También, para poder llegar a la eficiencia esperada, se realiza un formato donde se anotan todas las aplicaciones realizadas y calcular la eficiencia diariamente.

El uso del formato que se menciona, permite hacer un comparativo semanal y ver cómo se han comportado los robots y si se han mantenido las aplicaciones correctamente.

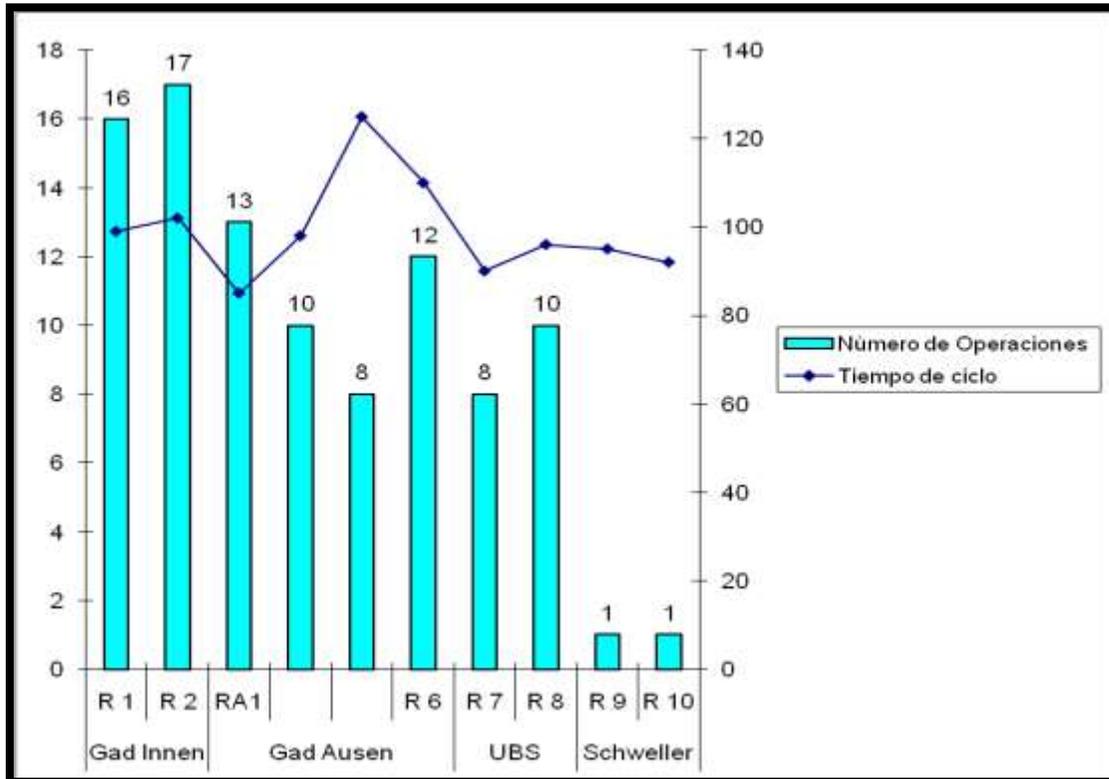
El objetivo central, es lograr que el proceso esté automatizado y que se minimicen los problemas que afecten a la producción y lograr el estatus general del comportamiento de los Robots de Sello al inicio de la aplicación del proyecto, en cuanto a los rubros: Número de Operaciones, Tiempo de ciclo, Trayectoria de aplicación, Cobertura de ensamble, Apariencia y Genera retrabajo; si la apariencia no cumple con lo establecido entonces esta Genera un retrabajo.

#### **4.2. Resultados Previos para identificar Status**

Apoyados con Excel y Minitab se realizaron las gráficas del primer status de los robots de sello. Ver **gráficas** del 1 al 11 que se exponen a continuación:



ESTATUS GENERAL DE LOS ROBOTS DE SELLO



	GAD INNEN		GAD AUSSEN				UBS		ESTRIBOS	
	R1	R2	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R1	R2
Numero de operaciones	16	17	13	10	8	12	8	10	1	1
Tiempo de ciclo	99	102	85	98	125	110	90	96	95	92

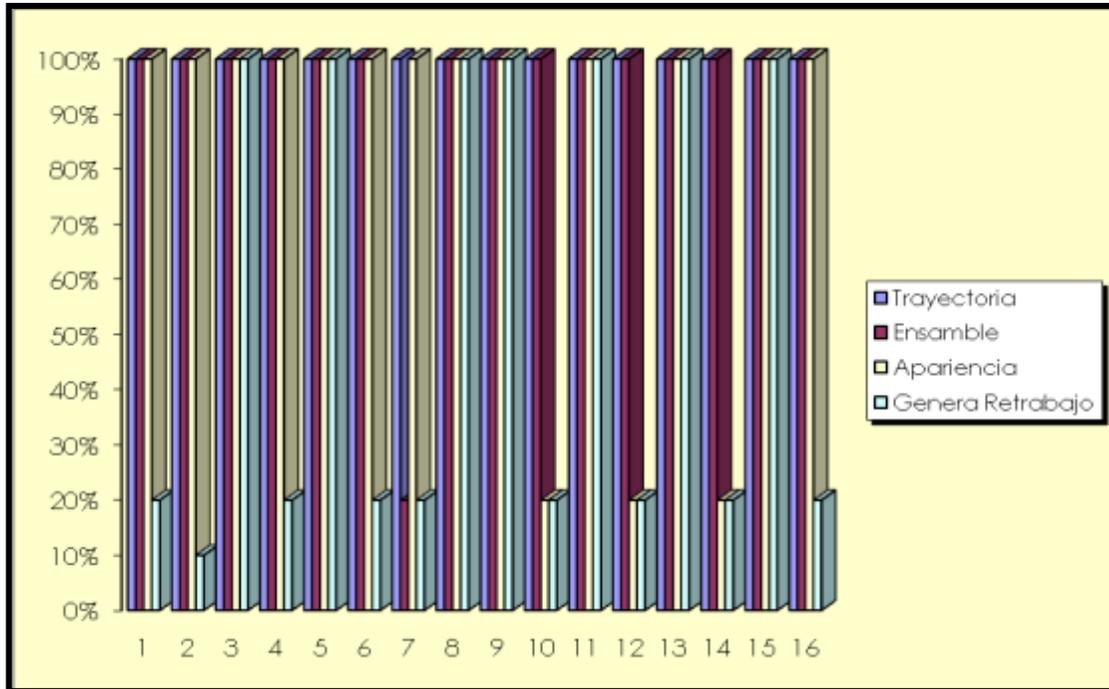
Fig. 4.3. Estatus General de robots

Los valores de la gráfica se tomaron del número de aplicaciones que realiza cada uno de los robots y el tiempo de ciclo, es el tiempo estimado que tarda en las operaciones que realiza.

En el caso de la eficiencia de cada uno de los robots, para obtenerla, se hizo una tabla, la cual contenía los rubros que se mencionaron anteriormente; se coloca el 100% si el cordón cumple con los 4 aspectos a calificar, 10% si el cordón está mal y 20% cuando está bien; pero no cumple con los requerimientos de calidad. Esto se checa con cada una de las partes que integran a la carrocería.



GAD INNEN  
ROBOT 1

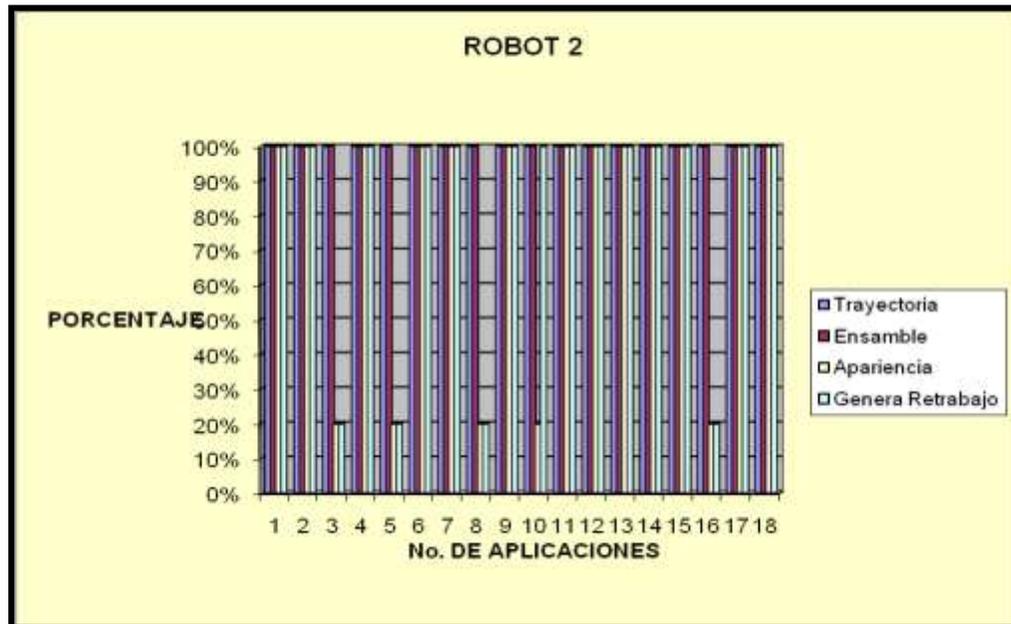


Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	20%
2	100%	100%	100%	10%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	20%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	20%
7	100%	20%	100%	20%
8	100%	100%	100%	100%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	20%	20%
11	100%	100%	100%	100%
12	100%	100%	20%	20%
13	100%	100%	100%	100%
14	100%	100%	20%	20%
15	100%	100%	100%	100%
16	100%	100%	100%	20%

Fig. 4.4. Gad Innen Robot 1



GAD INNEN

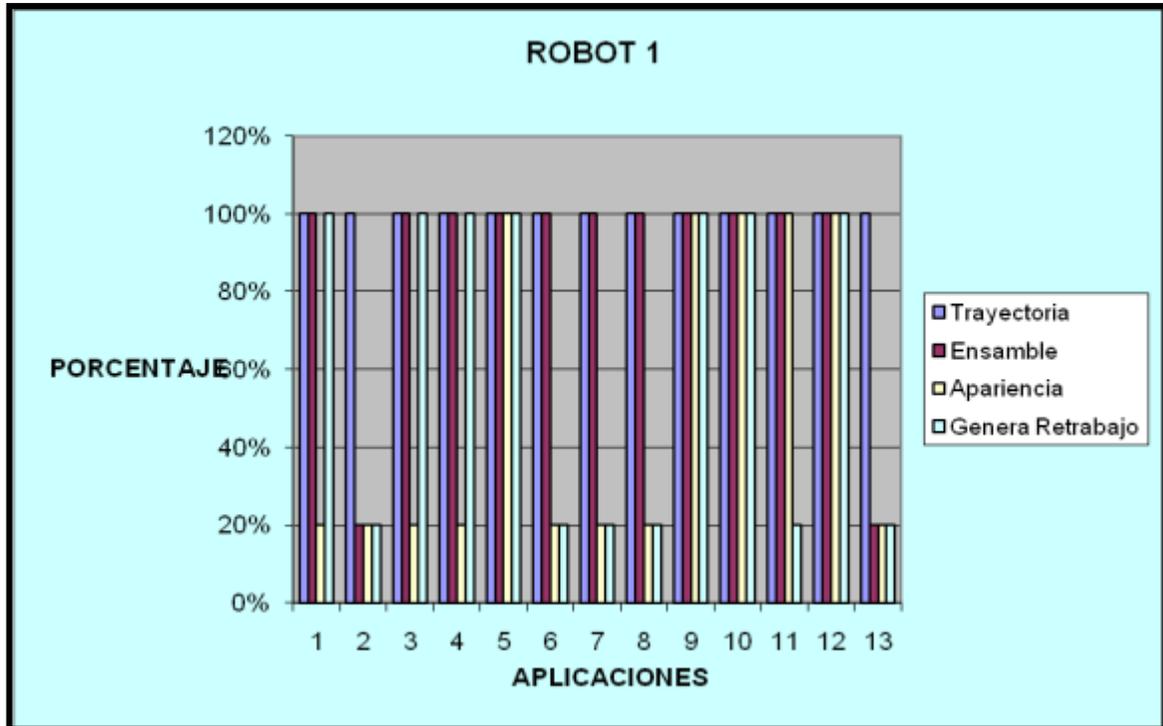


	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	20%	20%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	20%	20%
6	100%	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	20%	20%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	20%	100%
11	100%	100%	100%	100%
12	100%	100%	100%	100%
13	100%	100%	100%	100%
14	100%	100%	100%	100%
15	100%	100%	100%	100%
16	100%	100%	20%	20%
17	100%	100%	100%	100%
18	100%	100%	100%	100%

Fig. 4.5. Gad Innen Robot 2



GAD AUSSEN

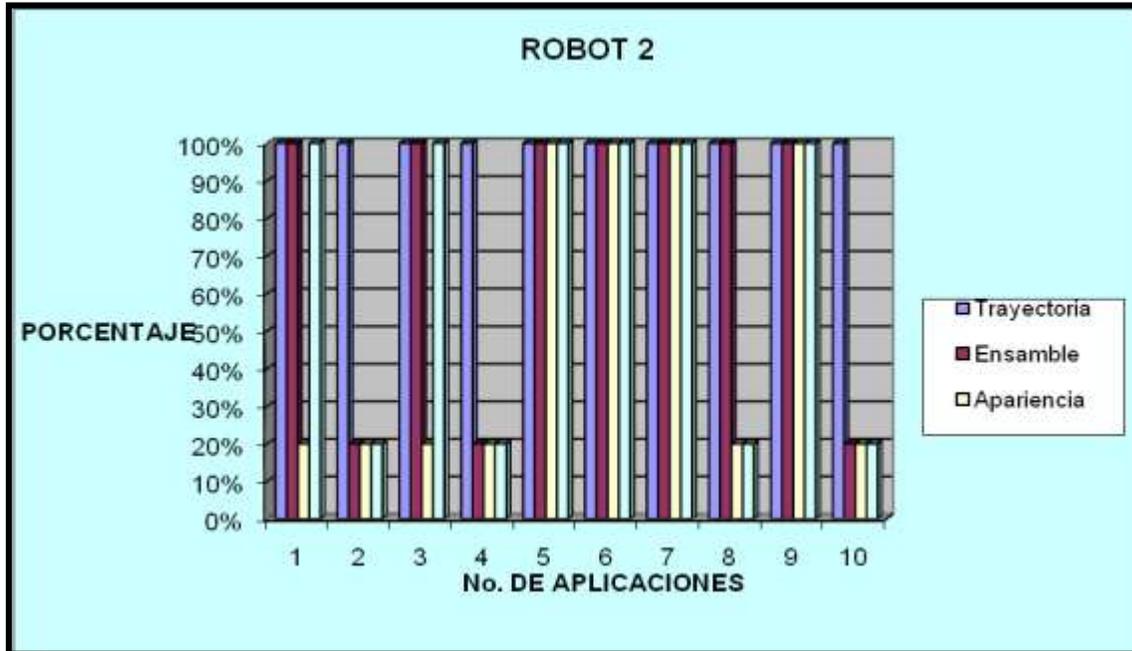


APLICACIÓN	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	20%	100%
2	100%	20%	20%	20%
3	100%	100%	20%	100%
4	100%	100%	20%	100%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	20%	20%
7	100%	100%	20%	20%
8	100%	100%	20%	20%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%
11	100%	100%	100%	20%
12	100%	100%	100%	100%
13	100%	20%	20%	20%

Fig. 4.6. Gad Aussen Robot 1



GAD AUSSEN

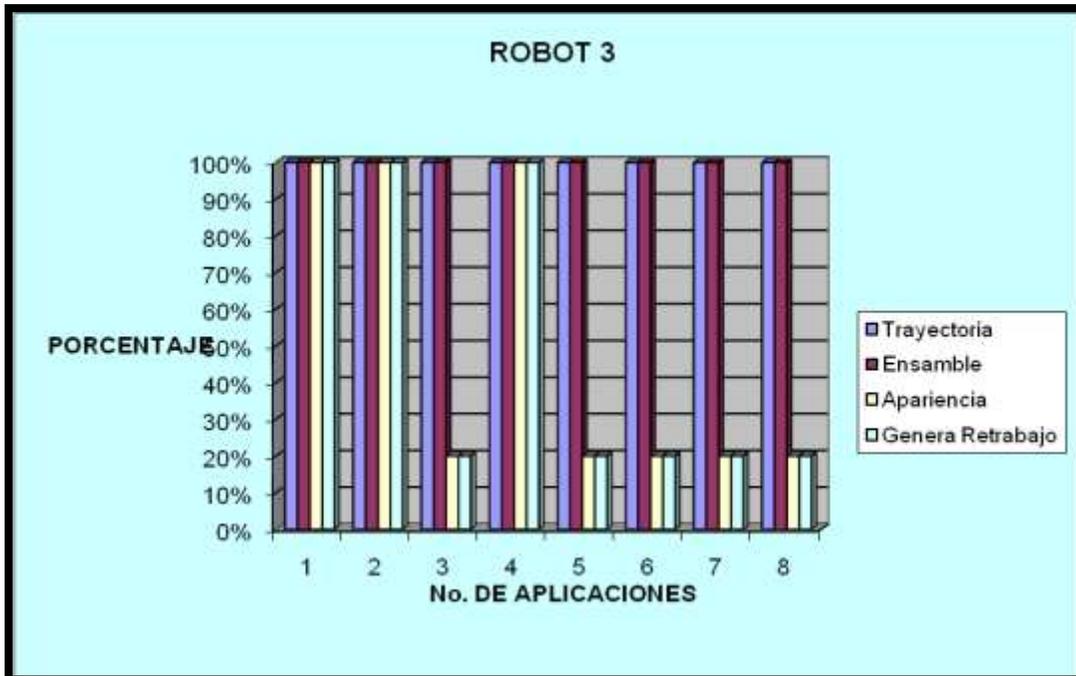


Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	20%	100%
2	100%	20%	20%	20%
3	100%	100%	20%	100%
4	100%	20%	20%	20%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	20%	20%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	20%	20%	20%

Fig. 4.7. Gad Aussen Robot 2



GAD AUSSEN

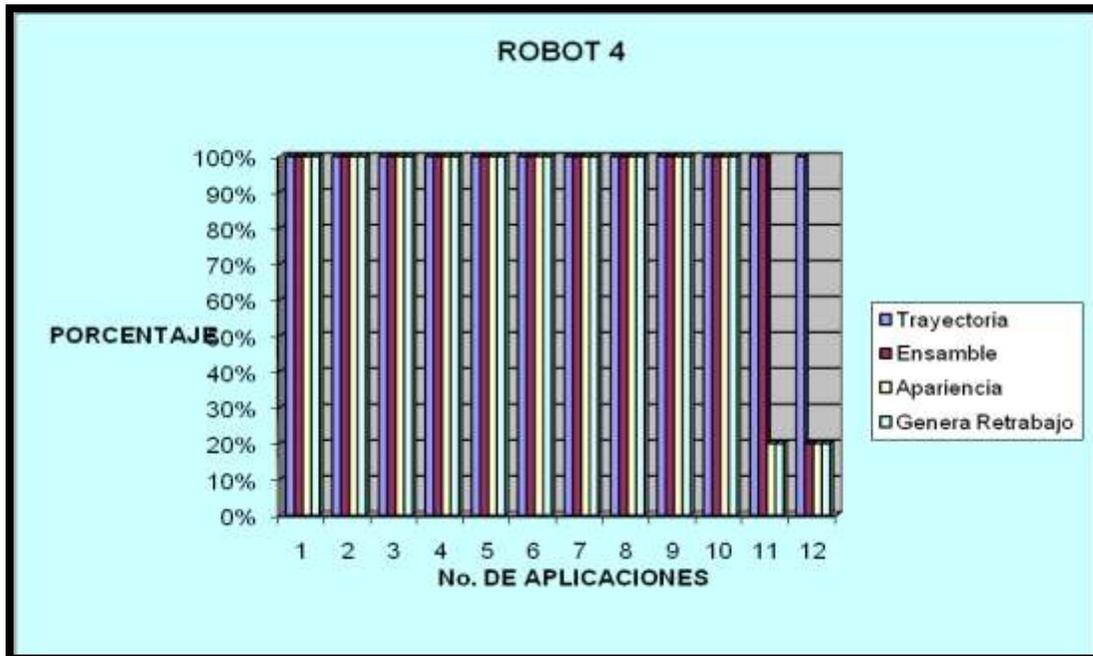


Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	20%	20%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	20%	20%
6	100%	100%	20%	20%
7	100%	100%	20%	20%
8	100%	100%	20%	20%

Fig. 4.8. Gad Aussen Robot 3



GAD AUSSEN

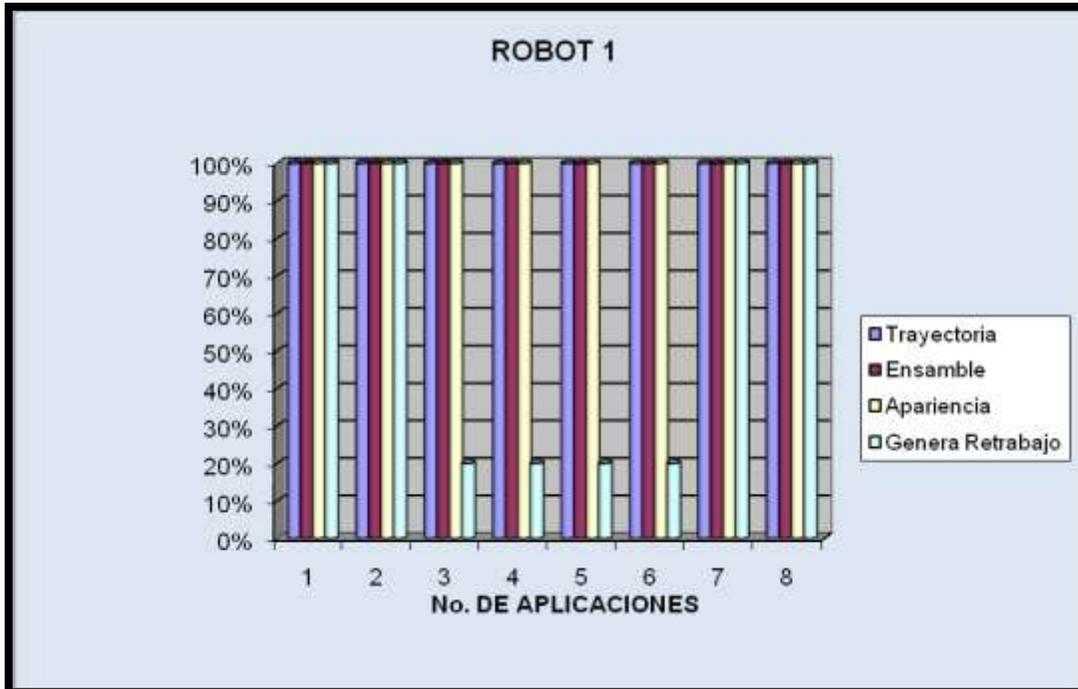


Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	100%	100%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%
11	100%	100%	20%	20%
12	100%	20%	20%	20%

Fig. 4.9. Gad Aussen Robot 4



UBS

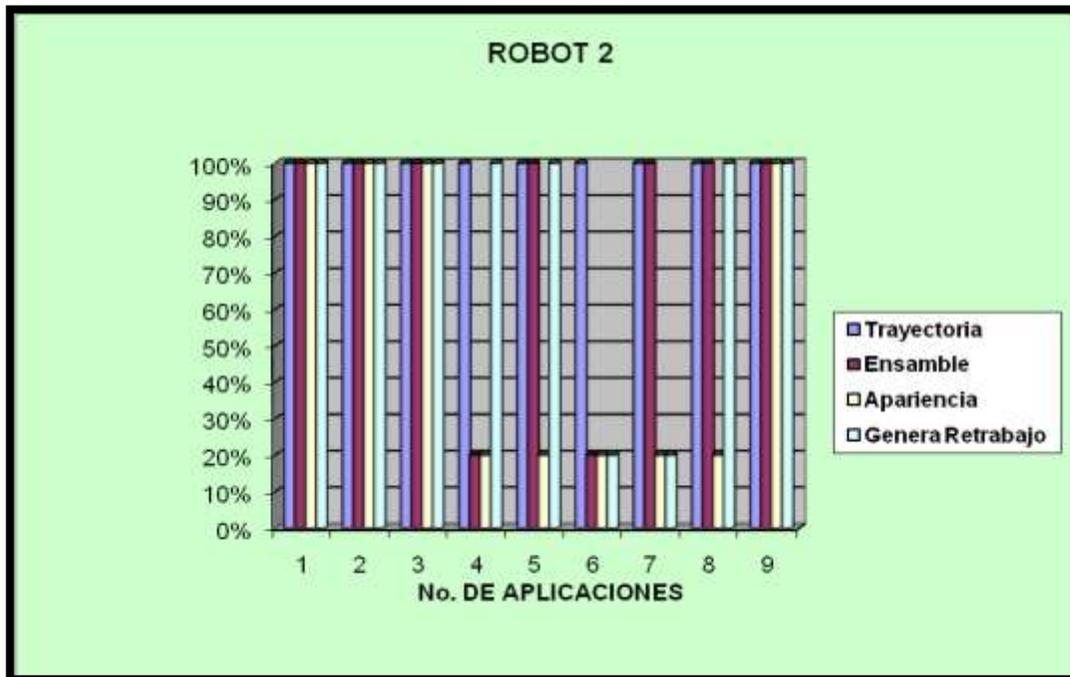


Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	20%	20%	20%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	20%	20%
4	100%	20%	20%	20%
5	100%	100%	20%	20%
6	100%	20%	20%	20%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	100%	100%

Fig. 4.10. UBS Robot 1



UBS

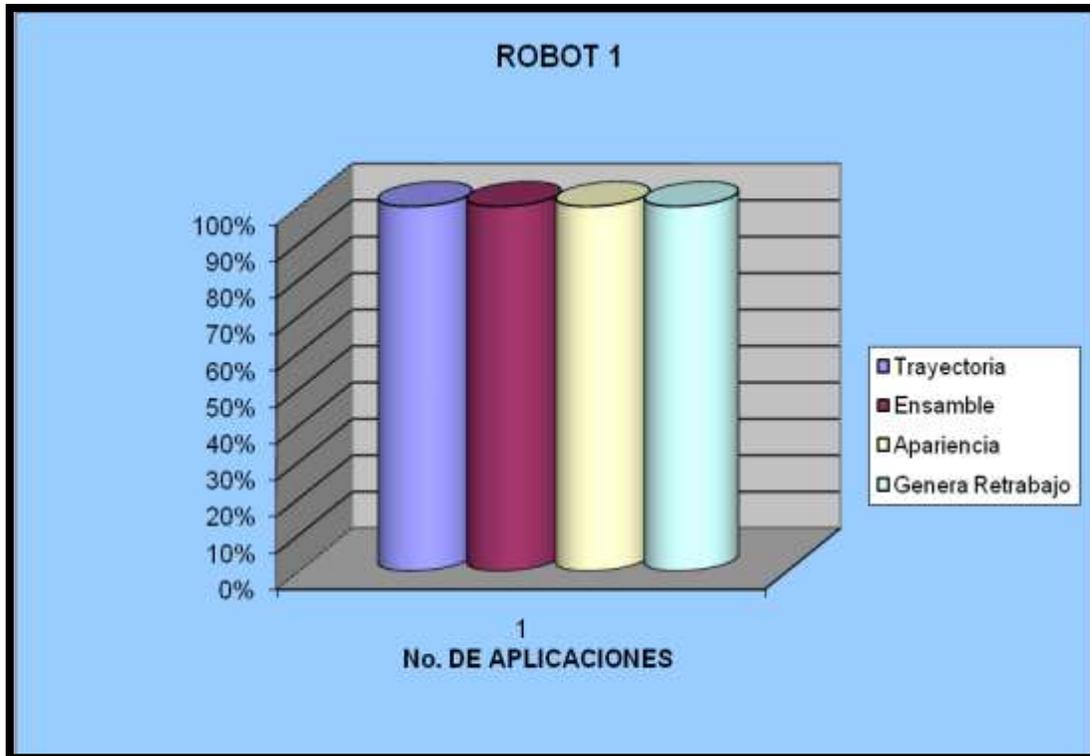


Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	20%	20%	100%
5	100%	100%	20%	100%
6	100%	20%	20%	20%
7	100%	100%	20%	20%
8	100%	100%	20%	100%
9	100%	100%	100%	100%

Fig. 4.11. UBS Robot 2



### ESTRIBOS

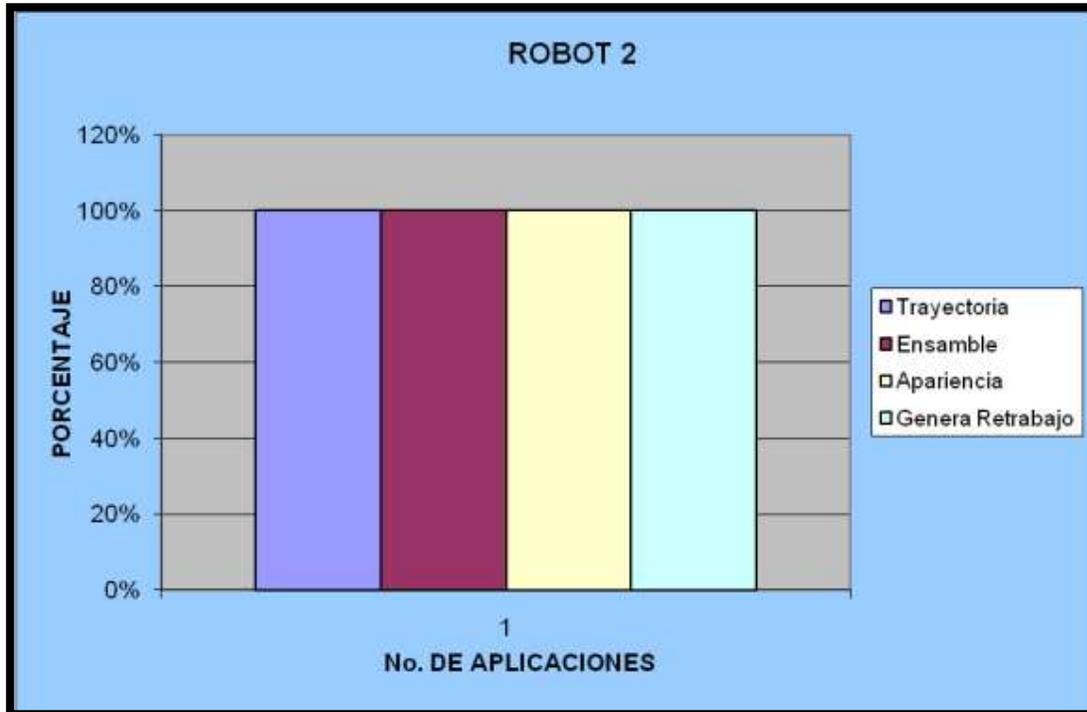


Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%

Fig. 4.12. Estribos Robot 1



ESTRIBOS



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%

Fig. 4.13. Estribos Robot 2



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



Como continuación del proyecto, para poder tener un historial de todas las aplicaciones que hacen los robots, se hizo un catalogo de todos los cordones que estos aplican, para que sea más fácil checar cuando exista un problema.

Se elabora un formato, para ir registrando en cada turno si las aplicaciones estaban correctas; y así poder obtener la eficiencia diaria. Se llenaba cada uno de los campos del formato, donde en la columna de los robots indicaba el número de aplicaciones que tienen y por último se iba colocando la nomenclatura OK y No OK, para al último realizar la gráfica donde se observaría el comportamiento de los robots.

Para darle seguimiento a las aplicaciones, se hizo un registro de las modificaciones que los EP's realizaban en su turno, para tener más control sobre las fallas que sucedieran.



FORMATO STATUS DE ROBOTS DE SELLO  
GAD INNEN

ROBOT 1	T.A	C.E.	A	G.R.	ROBOT 2	T.A.	C.E	A	G.R
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				
9					9				
10					10				
11					11				
12					12				
13					13				
14					14				
15					15				
16					16				
					17				

Formato 1

T.A.: Trayectoria de aplicación.  
C.E.: Cobertura de ensamble  
A : Apariencia  
G.E.: Genera retrabajo



FORMATO STATUS DE ROBOTS DE SELLO  
GAD AUSSEN

Formato 2

ROBOT	T.A	C.E.	A	G.R.	ROBOT	T.A.	C.E	A	G.R	ROBOT	T.A	C.E.	A	G.R.	ROBOT	T.A.	C.E.	A.	G.R.
1					2					3					4				
1					1					1					1				
2					2					2					2				
3					3					3					3				
4					4					4					4				
5					5					5					5				
6					6					6					6				
7					7					7					7				
8					8					8					8				
9					9										9				
10					10										10				
11															11				
12															12				
13																			

T.A.: Trayectoria de aplicación.  
 C.E.: Cobertura de ensamble  
 A : Apariencia  
 G.E.: Genera retrabajo



FORMATO STATUS DE ROBOTS DE SELLO  
UBS

ROBOT 1	T.A	C.E.	A	G.R.	ROBOT 2	T.A.	C.E	A	G.R
1					1				
2					2				
3					3				
4					4				
5					5				
6					6				
7					7				
8					8				
					9				
					10				

Formato 3

T.A.: Trayectoria de aplicación.  
C.E.: Cobertura de ensamble  
A : Apariencia  
G.E.: Genera retrabajo



FORMATO STATUS DE ROBOTS DE SELLO  
ESTRIBOS

ROBOT 1	T.A	C.E.	A	G.R.	ROBOT 2	T.A.	C.E	A	G.R
1	OK	OK	OK	NO	1	OK	OK	OK	NO

Formato 4

T.A.: Trayectoria de aplicación.  
C.E.: Cobertura de ensamble  
A : Apariencia  
G.E.: Genera retrabajo



Con respecto al PASO 1, que es limpieza e inspección inicial, se hizo la limpieza de la celda UBS, que como se menciona es la celda que más problemas tiene. En lugar de que el proveedor de limpieza aseara, se les dio todo lo necesario a los EP's para que ellos pudieran realizar las tareas mencionadas. En estas imágenes se muestran como está la celda antes de aplicar TPM; sabiendo todas las consecuencias que trae consigo el no hacerlo.



Fig. 4.14. Pistola MFRG

Una de las consecuencias que esto trae es el deterioro forzado, ya que los robots trabajan con un material que es muy corrosivo y pegajoso, lo cual hace que se adhiera en las distintas partes del robot y si no se limpia, se empieza a deteriorar. Ver **figura 4.14**.

También como parte del Paso 1, los EP's empezaron a conocer más las partes de los robots, a identificar los ruidos que estos hacen y saber si se están deteriorando o es parte de su funcionamiento normal. Ver **figuras 4.15** al **4.19**.



Fig. 4.15. Parrillas



Fig. 4.16. Pistola MFRG



Exceso de sello

Fig. 4.17. Charola porta cables



Fig. 4.18. 7º. Eje del robot



Fig. 4.19. 7º. Eje del robot

Sello en tarima del  
7º. Eje del robot



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## **5. RESULTADOS DE APLICACIÓN**



Los resultados que se obtuvieron al implementar este proyecto y con base a las Secciones A y B, de los Manuales de los paso “0” y “1” se obtuvieron los siguiente:

En el caso del TPM como filosofía, se logró que ésta formara parte de sus actividades en el trabajo cotidiano; que ellos limpiaran su herramienta y mantuvieran libre de suciedad la celda UBS; evitando así, el deterioro forzado y la erradicación de los paros por fallas en los equipos. Ver **figuras** 5.1 – 5.4.

Durante la realización del proyecto se monitoreó el área todos los días. Para disminuir el sello en el piso, se implementó poner un plástico para que al momento de la limpieza, ésta fuese más fácil y rápida.

Se disminuyo en gran parte el sello en la celda UBS, haciendo limpieza constante en las pausas establecidas por producción.

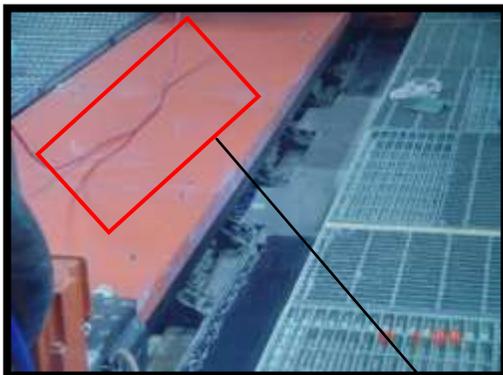
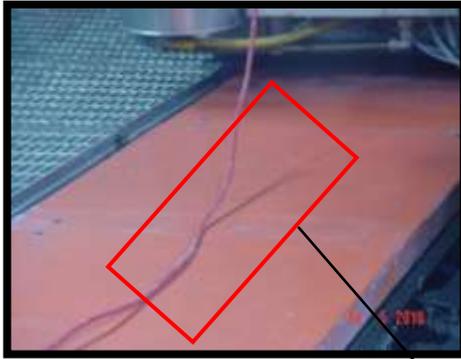


Fig. 5.2. Porta Cables



Fig. 5.1. 7º. Eje del robot

Áreas donde se aplicó TPM



**Fig. 5.3.** 7º. Eje del robot



**Fig. 5.4.** 7º. Eje del robot

Áreas donde se aplicó TPM

En las figuras anteriores (1,2,3 y 4) se puede apreciar el aspecto que guarda la celda UBS al aplicar el TPM.

Se capacitaron a los EP's, sobre el conocimiento de los robots y todo lo que lo integra; en donde se trataron temas de problemas frecuentes que se presentan con los robots, desarme de los mismos, programación, etc., para que con el tiempo ellos se hagan cargo de los robots y las celdas y puedan solucionar cualquier problema que se presente.

El TPM se hizo como una filosofía para los EP's, dándoles información relacionada con el pilar del mantenimiento autónomo. Se logró certificar los dos primeros pasos y se observó que estos se mantuvieran. Esto da como resultado que los EP's conozcan a fondo los robots, pudiendo resolver cualquier deterioro que este tenga. Para la certificación de los pasos se aplicaron autoevaluaciones, donde ellos se medían cuanto conocían del tema y si ya lo dominaban, para que después fueran evaluados por el gerente del área.



En el aumento de la productividad que es un aspecto básico, se logró que la eficiencia de los robots aumentara considerablemente y que las aplicaciones que realizan los robots se mantuvieran OK y se erradicaran las entradas de agua.

Midiendo la eficiencia de forma diaria se obtuvieron resultados muy favorables y se observaron cuales eran las aplicaciones que mas estaban afectando al proceso. Aunado a esto se estandarizó el tiempo de ciclo, para que se pudieran agregar más movimientos en las celdas y quitar movimientos en celdas que estuvieran muy cargadas.

En cuanto a las aplicaciones, como ya mencionó se estuvieron monitoreando para que todas trataran de estar OK. El hecho de elaborar el catálogo de cordones ayudó, para que cuando hubiese una falla se fuese directo a la aplicación que estaba fallando y repararla en un tiempo determinado. En cada una de las celdas, se trataron de eliminar las fallas y así se obtuvo un incremento en su eficiencia de forma positiva.

Se concluye con satisfacción, que las evaluaciones que aplicaron, arrojan resultados satisfactorios en la ejecución del proyecto; en lo relativo al Estatus General del comportamiento de los Robots de Sello, en los rubros: Número de operaciones, Tiempo de ciclo, Trayectoria de aplicación, Cobertura de ensamble, apariencia y Genera retrabajo; también cumplieron con lo esperado. Ver **Anexos C y D**.



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 6.1. Conclusión

El TPM o Gestión Total de la Producción y Mantenimiento Productivo Total, es una excelente filosofía, de gran importancia para toda empresa que tenga como objetivos primordiales, mejorar sus Estándares de calidad, su producción y aumentar la productividad en el aspecto material y al mismo tiempo estimulando las potencialidades del ser humano; creándoles un amor hacia el trabajo, tomando a su empresa como propia y al trabajo no como una obligación sino como un placer.

En el caso del proyecto que se aplicó en una empresa de prestigio internacional como lo es VW MÉXICO; los resultados obtenidos, ayudaran seguramente a mejorar el sistema productivo y la calidad.

Se afirma lo anterior, en virtud de que se dio especial atención a:

- a) Sentar las bases para una correcta, segura y efectiva implementación del mantenimiento autónomo
- b) Reconocer las anomalías de los equipamientos
- c) Comprender el funcionamiento y estructura del equipamiento y detectar las causas de las fallas
- d) Entender la relación entre máquina, hombre y calidad y ser capaces de detectar las causas y predecir defectos en la calidad
- e) Lograr la habilidad y el conocimiento para reparar el equipamiento
- f) Convencer al equipo técnico sobre la importancia de la implementación de esta filosofía y sobre todo, rescatar su lado humano; haciéndoles entender lo importante que es su trabajo para la empresa



## 6.2. Recomendaciones

Los resultados obtenidos con la aplicación del TPM o Gestión Total de la Producción y Mantenimiento Productivo Total, permiten confirmar que esta filosofía, favorece al incremento de la eficiencia de todo el sistema productivo.

En el caso específico de Volkswagen de México, empresa al que se aplicó el proyecto; después de haber realizado el trabajo, de manera humilde, me permito hacer las siguientes sugerencias:

- a) A los Especialistas en Producción que son los responsables directos de la aplicación del TPM, se les recomienda no escatimar esfuerzos en su superación; apropiarse completamente de esta filosofía, afianzar su cultura de actualización permanente.

Que sean capaces de identificar los problemas potenciales que se vayan presentando así como el carácter, que les permita la búsqueda de acciones correctivas mediante programas de capacitación. Que cada uno de ellos, ponga toda su disposición para mejorar la calidad del ambiente de trabajo.



b) A todos los mandos de la empresa y en lo particular, a los Directivos de las Áreas involucradas con el aspecto productivo, se les recomienda, seguir inyectando todos los recursos a su alcance para la aplicación del TPM como filosofía productiva; lo cual a la larga, redundará en beneficio de la empresa, ya que:

- Se mejorará la tecnología de la empresa.
- Se reducirán los costos de mantenimiento.
- Se favorecerá que el equipo se mantenga en buen estado; lo que permitirá producir con calidad óptima.
- Se mejorará la calidad del producto total.
- Se podrán eliminar pérdidas que afecten la productividad de la empresa.
- Al favorecer la aplicación del TPM, se estimulará la capacidad de los Especialistas en Producción.



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## **ANEXOS**



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



**ANEXO A**  
**MANUAL PASO "0"**



## OBJETIVO PASO 0

SENTAR LAS BASES PARA UNA CORRECTA, SEGURA Y EFECTIVA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO AUTONOMO.

### FASES PARA ELEVAR EL NIVEL DE LOS OPERARIOS

1º. Fase	Reconocer las anomalías de los equipamientos como tales.
2º. Fase	Comprender el funcionamiento y estructura del equipamiento y detectar la causa de la anomalía.
3º. Fase	Comprender la relación entre maquina y calidad y ser capaz de detectar las causas y predecir defectos de la calidad.
4º. Fase	Ser capaces de componer el equipamiento.

REVISOR

AUTORIZADO



**PUNTOS A CONSIDERAR EN LA APLICACION DEL PASO “0”.**

Seguridad	<ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar el equipo de protección personal para realizar el M.A.</li><li>• Listado de las probables causas que podrían generar una lesión.</li></ul>
Deterioro forzado	<ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué es el deterioro forzado?</li><li>• ¿Qué pérdidas produce el deterioro forzado?</li></ul>
Comprender funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Descubrir la función de mi equipo</li><li>• Observar el equipo en línea</li></ul>
Habilidades	<ul style="list-style-type: none"><li>• Detectar anomalías, limpiar, lubricar y apretar.</li></ul>

REVISOR

AUTORIZADO



---

## DESGLOSE DE LOS PUNTOS A CONSIDERAR EN EL PASO “0”

### 1. SEGURIDAD

- Equipo de protección personal
- Seguridad en el área
- Indicaciones de seguridad en el equipo
- Prevención de situaciones de riesgo
- Probables causas de generar una lesión.

### 2. REGLAS DE SEGURIDAD EN LA CELDA

- Equipo de protección personal.
- Tener conocimiento básico del robot.
- Equipo en modo manual.
- Disminuir la velocidad a 250 mm/s.
- Arranques desconectados.
- Al realizar una modificación buscar una posición segura para evitar resbalar con el material o tropezar con alguna parte del equipo.
- Ubicarse donde se tenga la visión completa del equipo.
- Bloquear el paso de carrocerías en el tacto anterior a la celda a intervenir.

### 3. SITUACION DEL DETERIORO FORZADO Y LAS PERDIDAS

- ¿Por qué se produce el deterioro forzado?
- ¿Qué pérdidas se producen por elementos con deterioro forzado?
- Situación de averías defectos y paros menores
- Situación de las averías y defectos de calidad

REVISO

---

AUTORIZO

---



## Daños debido a la falta de limpieza:

### 1. AVERÍAS

- La suciedad y materias extrañas adheridas a las partes giratorias, sistemas neumáticos, hidráulicos, sensores, causan fricción, obstrucción, resistencia, interrupción de energía provocando baja en precisión de movimientos y por ende, averías.



### 2. DEFECTOS DE CALIDAD

- Causa defectos de calidad al mezclarse materia extraña o polvo en el producto o al causar movimientos erróneos en el equipo.

REVISO

AUTORIZO



### 3. DETERIORO FORZADO

- El polvo y suciedad hacen difícil descubrir aflojamientos, traqueteos, fisuras, y falta de lubricante causando que se deje el deterioro forzado desatendido.



REVISO

AUTORIZO



### 3. PERDIDA DE VELOCIDAD

- La suciedad genera resistencia por fricción y vibración causando baja en capacidad y operación en vacío y pérdidas de velocidad.



Sin lubricante

REVISO

---

AUTORIZO

---



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## TIPOS DE ANOMALIAS:

### DEFECTOS MENORES:

- Tuercas y tornillos (elementos de fijación).
- Neumático e hidráulico.
- Lubricación.
- Transmisión.
- Eléctrico.
- Lugares sucios o fuentes de contaminación.
- Lugares de difícil acceso para limpiar, inspeccionar y lubricar.
- Lugares de difícil acceso para operar, cambiar partes.
- Lugares inseguros.

REVISO

---

AUTORIZO

---



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



### 3. Comprender el funcionamiento

- Estructura y función del equipo mediante dibujo.
- Conocimiento de los movimientos de los robots de UBS
- Conocimiento de efectos negativos ocasionados por factores distintos.  
Ejemplo. **Colisión, exceso de brisa, calibrado, etc.**
- Conocer elementos importantes y sus efectos

REVISO

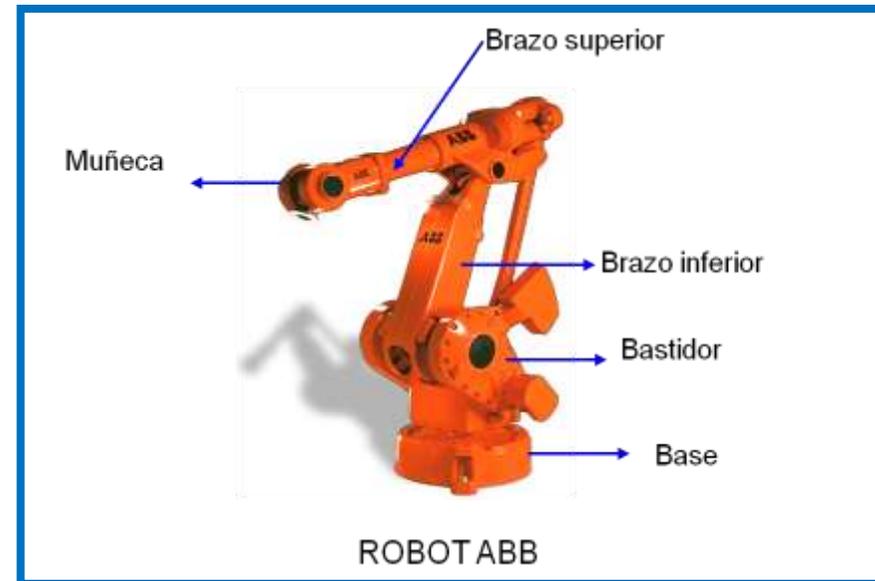
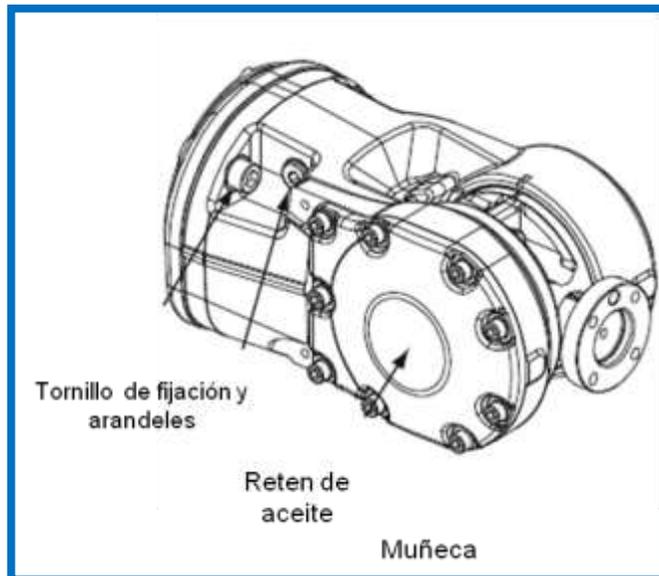
---

AUTORIZO

---



## Estructura del Equipo



REVISO

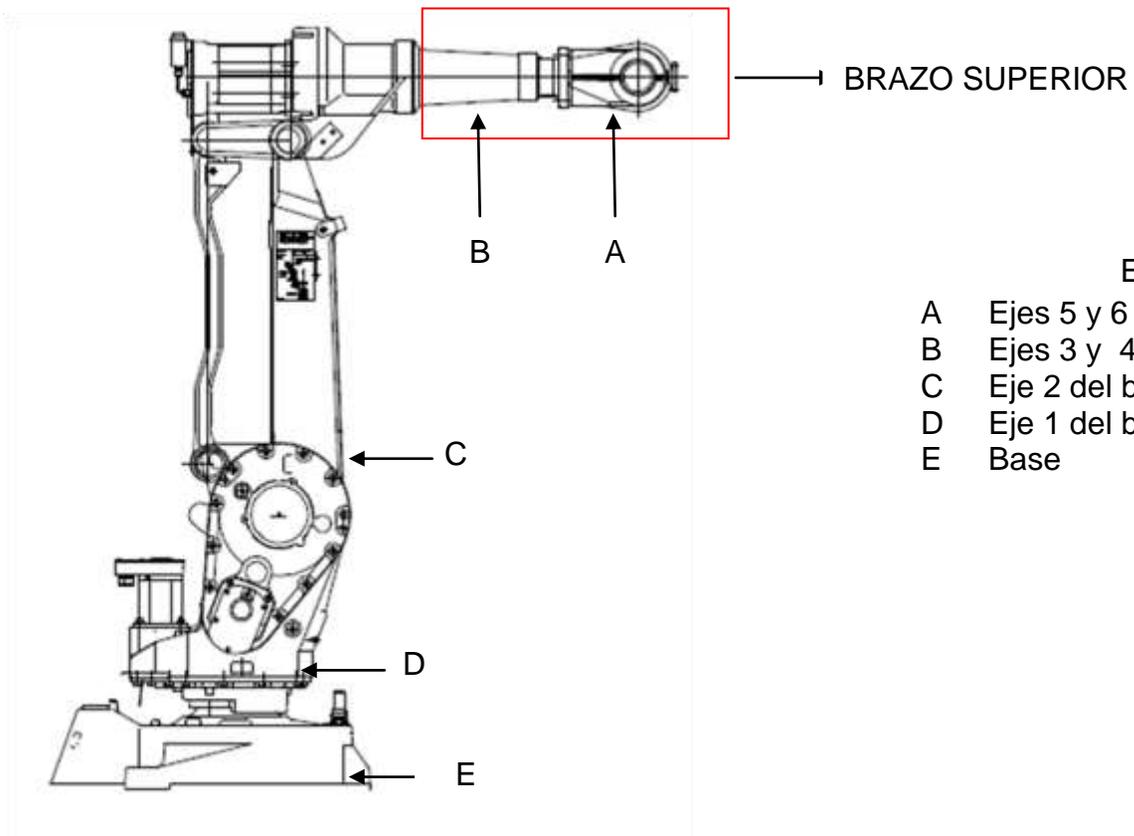
---

AUTORIZO

---



## Estructura del Equipo



### EJES

- A Ejes 5 y 6 de la muñeca
- B Ejes 3 y 4 del brazo superior
- C Eje 2 del brazo inferior
- D Eje 1 del bastidor
- E Base

REVISO

---

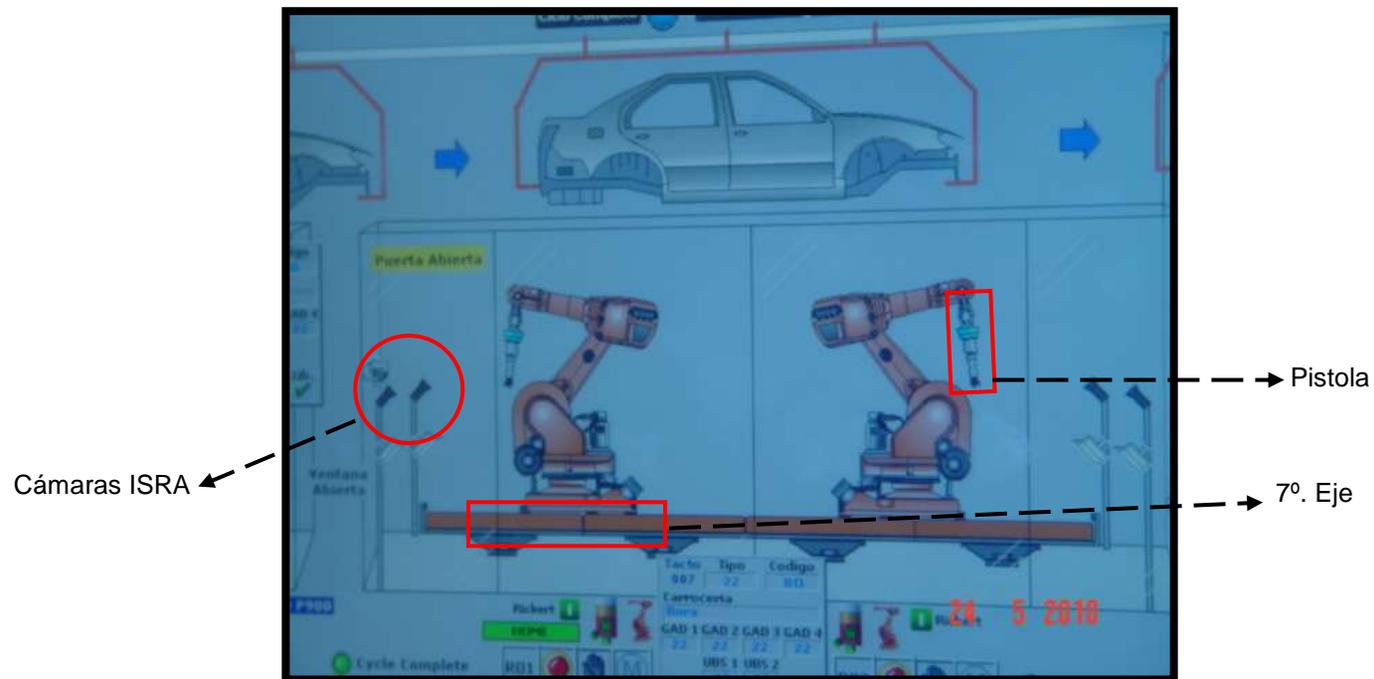
AUTORIZO

---



## Celda UBS

La celda UBS está compuesta por dos robots ABB, montados en un 7°. 4 cámaras ISRA, las cuales reconocen que tipo de carrocería es. El brazo del robot está compuesto por una pistola de aplicación que cuenta con 3 herramientas de trabajo: 0°, 45° y 90°C.



REVISO

AUTORIZO



## Seguridad

### SIMBOLOGIA:



Los motores y los engranajes están CALIENTES después de tener el robot en funcionamiento. El contacto con los motores y los engranajes pueden causar quemaduras

¡CUIDADO!



Los cables son muy sensibles a los daños de tipo mecánico. Se debe manipular con cuidado, especialmente los conectores.

¡CUIDADO!



Los engranajes pueden sufrir daños si aplica una fuerza excesiva

¡CUIDADO!

REVISO

\_\_\_\_\_

AUTORIZO

\_\_\_\_\_



Desconecte las conexiones de alimentación, eléctrica, presión hidráulica y aire a presión del robot



**¡Peligro!**  
**Equipo en automático**



Tomar las medidas adecuadas para garantizar que las piezas no se caigan a medida que se retiran las piezas.



Desconectar toda la alimentación eléctrica del robot antes de entrar en el espacio de trabajo del robot.

REVISO

---

AUTORIZO

---



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



### **Seguridad durante problemas de funcionamiento**

- Cualquier tipo de trabajo deberá llevarse a cabo de manera profesional y de acuerdo con las normas de seguridad en vigor.
- El Mantenimiento correcto deberá ser ejecutado por personal experimentado y familiarizado con toda la instalación.

### **Seguridad con los sistemas hidráulicos y neumáticos**

- Los sistemas pueden albergar energía residual. Después de apagarlos, tener un especial cuidado.
- Es necesario eliminar la presión de los sistemas hidráulicos y neumáticos antes de iniciar cualquier reparación en ellos.

REVISO

\_\_\_\_\_

AUTORIZO

\_\_\_\_\_



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO



### Seguridad con el sistema que presente tensión eléctrica

- La alimentación principal del robot deberá estar conectada de forma que pueda ser desactivada desde el exterior del área de trabajo del robot.
- Tener cuidado con la energía almacenada en el controlador.
- El robot debe de estar apagado cuando se busque alguna avería, poniendo el interruptor de alimentación en OFF.
- Antes de reparar algún fallo desconectar cables eléctricos y desconectar o conectar unidades

### Mantenimiento

- Cambio de aceite en cajas reductoras, ejes 1, 2, 3 y 4.  
A las 40000horas
- Cambio de aceite en la unidad de muñeca:  
Después de las primeras 4000 horas, y a continuación cada 60 meses
- Inspección de todos los cables de señales de los brazos inferior y superior.  
36 meses

REVISO

\_\_\_\_\_

AUTORIZO

\_\_\_\_\_



## Mantenimiento de Ejes

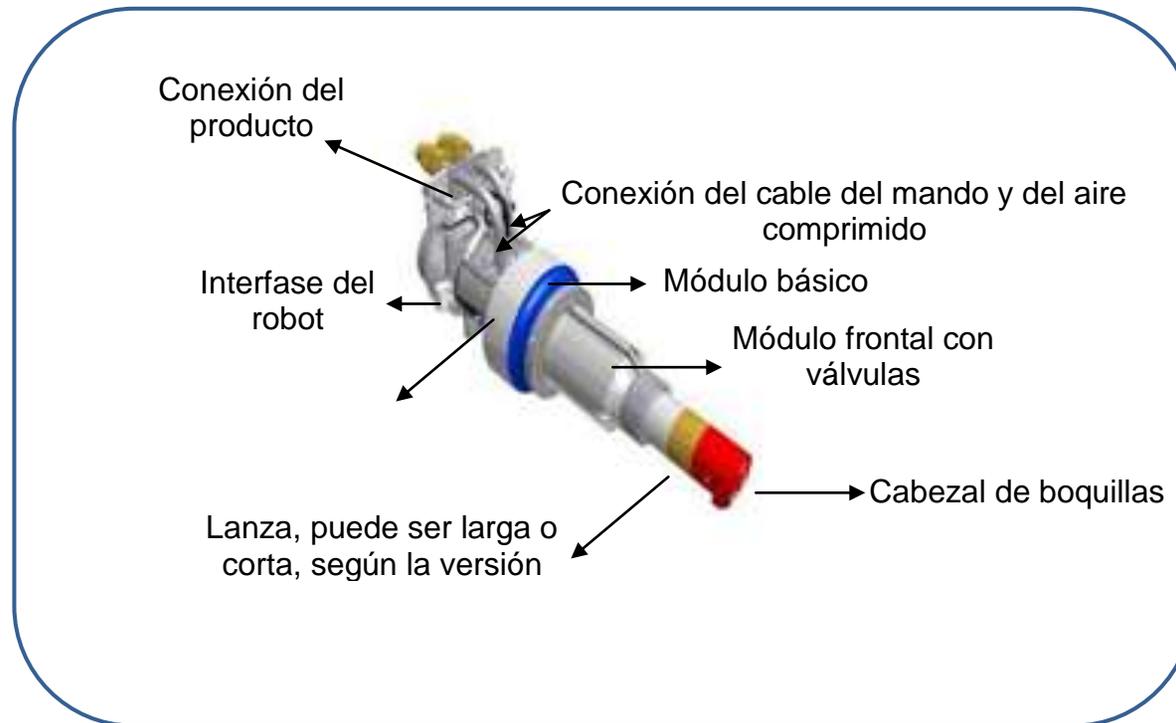
EJES	CANTIDAD DE ACEITE
Eje 1	6.400 mL.
Eje 2	4.500 mL.
Eje 3	3.800 mL.
Eje 4 (IRB2400/L)	30 mL
Eje 4 (IRB2400/10/16)	1,500 mL.
Eje 5 y 6 (IRB2400/L)	120 mL
Eje 5 y 6 (IRB2400/10/16)	800 mL.

REVISO

AUTORIZO



## Estructura del Equipo



REVISO

AUTORIZO

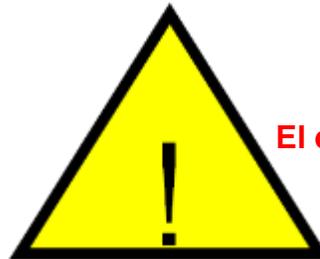


**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO



### Funcionamiento de la pistola

- El sistema consiste de un cabezal de boquillas.
- Válvulas de material integradas, de control neumático, electro válvulas integradas y una carcasa rotatoria para la conexión de los cables de control, la alimentación del aire comprimido y las mangueras de material.
- Las ventajas de la pistola multifuncional de robot consisten en un menor desgaste en las mangueras de alimentación, una mejor accesibilidad durante el rociado.



**¡Peligro de heridas!  
El equipo trabaja con alta**

REVISO

\_\_\_\_\_

AUTORIZO

\_\_\_\_\_



## Seguridad con la herramienta



¡ADVERTENCIA!  
¡Tratar la pistola con  
cuidado!



¡ADVERTENCIA!  
¡Peligro de heridas!

- Todos los trabajos en el equipo se deben hacer por el personal adecuado.
- Asegurarse que el equipo se mantenga limpio.
- Antes de realizar trabajos de mantenimiento se debe liberar la presión y otras conexiones del sistema del producto.
- No sobrepasar las presiones recomendadas en el sistema para evitar heridas o daños del equipo.

REVISO

---

AUTORIZO

---



## Equipo a Utilizar

Para darle la limpieza correcta a la pistola, se debe utilizar las siguientes herramientas.



Kit de herramientas para limpieza

REVISO

---

AUTORIZO

---



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO



## Aplicación del Mantenimiento

El mantenimiento en la empresa se realiza de la siguiente forma: Diario, Semanal, Mensual, Anual y Preventivo; dependiendo las partes de la pistola.

### Diario:

- Revisar que no exista fuga.
- Revisar las aperturas del robot.
- Revisar rociado de boquillas.
- Limpieza de boquillas.

### Semanal:

- Cambio de película de plástico encima de la lanza y cabezal de boquillas. Esto se realiza como mantenimiento recomendado para mantener limpio el equipo.
- Revisión de las contratueras, que estén correctamente apretadas.

### Mensual:

- Observar si la pistola muestra algún comportamiento anormal.
- Revisión de todos los tornillos, conexiones y cables.
- Asegurar que no se presente una fuga de material o aceite.

### Anual:

- Cambiar todas las mangueras del producto en la instalación.

REVISO

---

AUTORIZO

---



## HABILIDADES NECESARIAS POR LOS OPERARIOS

---

- LIMPIEZA: Cómo limpiar, Cómo descubrir anomalías.
  - LUBRICACION: Objetivo, Tipo, Método, Cantidad y Frecuencia.
  - Apriete: Objetivo, Método y uso correcto de la Herramienta.
- 

## HABILIDADES REQUERIDAS POR LOS OPERARIOS

---

- Reconocer anomalías.
  - Tomar medidas y eliminar anomalías.
  - Definir cuantitativamente el estándar de lo normal y lo anormal.
  - Mantener y administrar el equipamiento.
- 

REVISOR

---

AUTORIZADO

---



# VOLKSWAGEN

DE MEXICO



**PARA REALIZAR LA LIMPIEZA DE LOS ROBOTS SE REQUIERE SEGUIR LA METODOLOGIA DESCRITA QUE SE MUESTRA LOS 7 PASOS SIGUIENTES:**

1. Tener todo el equipo de protección personal.



2. Herramientas utilizadas para la limpieza.



KIT DE HERRAMIENTAS



PAPEL KIMBERLY

REVISO

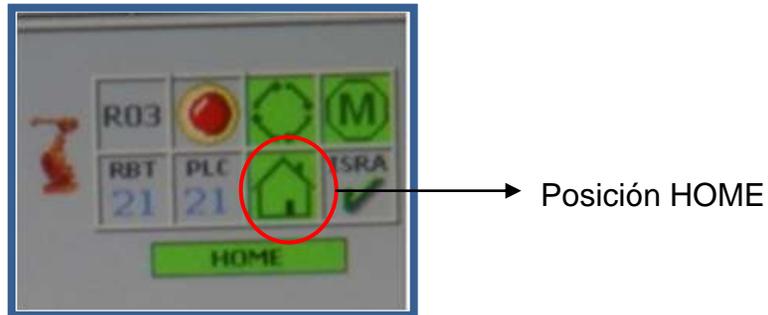
---

AUTORIZO

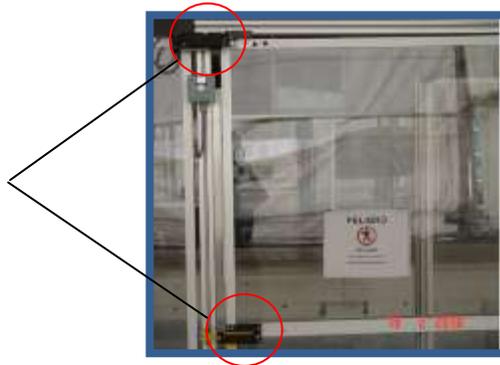
---



3. Observar que los robots estén en posición HOME.



4. Abrir la puerta, para que automáticamente se pare todo el sistema.



REVISO

---

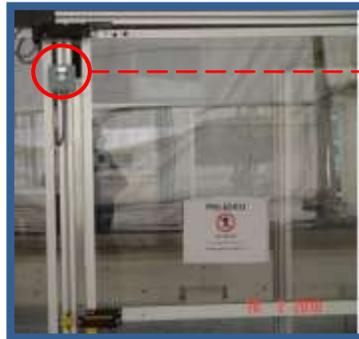
AUTORIZO

---

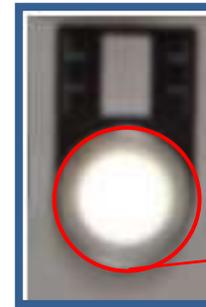


5. Realizar la limpieza.

6. Cerrar la puerta, resetear el Censor y oprimir arranque conectado.



Reseteo del sensor



Arranque conectado

7. Como medida de seguridad, observar que el puenteo esté activado..



Punteo de seguridad

REVISO

---

AUTORIZO

---



Al finalizar la limpieza como se estableció en los siete puntos anteriores es necesario pasar el equipo a modo manual, para poder realizar las modificaciones correspondientes.

- Se inserta la llave en el controlador.



- Tomar el flex-pendant para mover el robot y regresarlo a posición HOME.



REVISO

\_\_\_\_\_

AUTORIZO

\_\_\_\_\_



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



### DIAGNOSTICO DE PASO

Al realizar el Diagnostico de Paso, se debe asegurar que cada paso alcance un nivel aceptable y continuar con el proceso de evaluación para lograr la certificación.

#### Aspectos importantes que se debe considerar al realizar el Diagnóstico de Paso:

- Saber si se logro el nivel necesario para pasar al siguiente nivel.
- Recibir retroalimentación, de los puntos que se lograron y lo que faltaron por lograrse para motivar al grupo de EP's y fortalecer el desarrollo de las actividades.
- Hacer un inventario de acciones pendientes y definir la dirección a seguir.

REVISOR

---

AUTORIZADO

---



# VOLKSWAGEN DE MEXICO



## Diagnóstico de Paso

Figura 1 • 3 Solicitud Diagnóstico de MA, Ejemplo de una hoja de diagnóstico de MA (Equipamiento)

Aplicación para Diagnóstico de Mantenimiento Automático		Hoja de Diagnóstico de Mantenimiento Automático		Paso 1: Limpieza Inicial (Equipamiento)										
Apellido	Nombre	Modelo	Año	Mes	Día									
Puntos a diagnosticar		Puntos del diagnóstico				MA Reg No D E E C E								
1. Limpieza del cuerpo principal del equipamiento		<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Está sin polvo, grasa, aceite, rebabas y los herramientas están en buen estado?</li> <li>(Cables, cables, partes rozantes, ductos, muelles, cubiertas, tuberías y cables)</li> <li>¿No hay juego, cosas sueltas, vibración, fricción, calor anormal?</li> <li>(Muelles, muelles, partes, partes resacas o cosas sueltas, ductos, etc.)</li> </ul>												
2. Limpieza de los accesorios • Sistemas circulatorios como hidráulicos, acústicos y agua		<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Está sin polvo, grasa, aceite y objetos extraños adheridos?</li> <li>(Cilindros, válvulas solenoides, unidades de manometría, muelles, interruptor de límite, bandas, interruptor de contacto, caja de control, sensor y sistema, muelles, etc.)</li> <li>¿No hay juego, cosas sueltas, vibración, fricción, ruidos y calor anormal?</li> <li>(Muelles, muelles, partes de instalación del interruptor de límite, muelles, cables, tornillos y tuercas, etc.)</li> </ul>												
3. Estado de lubricación		<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Está sin polvo, grasa, aceite?</li> <li>(Lubricante, capa de aceite, muelle, tapa de la bandeja para lubricar, tubería, etc.)</li> <li>¿El nivel de aceite, cantidad de grasa, juego, cosas sueltas vibración, están bien?</li> <li>(Estado del mismo aceite, descripción, conexión de la tubería, válvula, temperatura del aceite, etc.)</li> </ul>												
4. Estado de limpieza de los alrededores		<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Están ordenados los herramientas, instrumentos y partes relacionadas?</li> <li>¿Los tapas, etiquetas, placas están en buen estado?</li> <li>¿En caso de rozamiento, productos, partes sueltas?</li> <li>¿Se distinguen claramente el producto bueno y los defectos de calidad?</li> <li>¿Los pedales están limpios y bien distribuidos?</li> <li>¿No hay polvo o suciedad de otros equipos?</li> </ul>												
5. Medidas contra las fustas y áreas de difícil limpieza		<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Se hizo una lista de las fustas de movilidad, grasa, aceite y objetos extraños y áreas de difícil acceso y cómo se planearon?</li> <li>¿Se han hecho mejoras de las cubiertas y herramientas de limpieza?</li> <li>¿Estaban puestos que impidieran moverse hasta la limpieza?</li> <li>¿Existe una altura asignada y división de lugares de limpieza?</li> </ul>												
6. Status de TPM		<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Tiene un claro entendimiento de lo que es TPM y cómo participo?</li> </ul>												
Evaluación		<ul style="list-style-type: none"> <li>1 punto (10 puntos)</li> <li>2 puntos (20 puntos)</li> <li>3 puntos (30 puntos)</li> <li>4 puntos (40 puntos)</li> <li>5 puntos (50 puntos)</li> </ul>												
Comentarios		<ul style="list-style-type: none"> <li>1 punto (10 puntos): Puntos sueltos solo</li> <li>2 puntos (20 puntos): Excelente ejecución de los puntos</li> <li>3 puntos (30 puntos): Excelente parte, excelente y buena, buena participación</li> <li>4 puntos (40 puntos): Buena la parte, buena la parte, buena la parte</li> <li>5 puntos (50 puntos): Excelente ejecución de los puntos</li> </ul>												

REVISO

AUTORIZO



## Colocación de tarjetas

Es una forma de marcar con una tarjeta las anomalías que se detectan mediante la inspección a través de la limpieza. Se clasifican las tarjetas de dos formas, una para el equipo apagado y la otra para el equipo en funcionamiento.

- Las anomalías encontradas deben ser resueltas inmediatamente. A esto se le llama “Cerrar tarjetas”.
- Aquellas tarjetas que no pueden ser cerradas inmediatamente, se reprograman para ser cerradas posteriormente.

Recibo (Manten.)  
Fecha: / /

**TPM Mantenimiento Autónomo**

Paso 1 **70901**

Equipo: \_\_\_\_\_ Lugar encontrado: \_\_\_\_\_  
Inventario de equipo: \_\_\_\_\_ Columna: \_\_\_\_\_  
Estación/ lado: \_\_\_\_\_ Horno: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_  
Descripción del problema: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
C.C. Cargo: \_\_\_\_\_ C.C. solicitante: \_\_\_\_\_  
Reportado a C.C.: \_\_\_\_\_

**Tipo de falla:**

Mecánica  Eléctrica  Hidráulica  Neumática  Herramienta  
 Láser  Sistema de energía  Dispositivo  Material  
 Otro  Electrónico

Copia Instalación  
www.vw.com.mx

Recibo (Manten.)  
Fecha: / /

**TPM Mantenimiento Autónomo**

Paso 1 **70901**

Equipo: \_\_\_\_\_ Lugar encontrado: \_\_\_\_\_  
Inventario de equipo: \_\_\_\_\_ Columna: \_\_\_\_\_  
Estación/ lado: \_\_\_\_\_ Horno: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_  
Descripción del problema: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
C.C. Cargo: \_\_\_\_\_ C.C. solicitante: \_\_\_\_\_  
Reportado a C.C.: \_\_\_\_\_

**Tipo de falla:**

Mecánica  Eléctrica  Hidráulica  Neumática  Herramienta  
 Láser  Sistema de energía  Dispositivo  Material  
 Otro  Electrónico

Copia Mantenimiento  
www.vw.com.mx

REVISO

AUTORIZO



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



**ANEXO B**  
**MANUAL PASO "1"**



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## OBJETIVO

El Paso 1, busca la limpieza e inspección inicial.

### En el Equipo:

- Evitar el deterioro debido a suciedad y polvo.
- Exponer los defectos latentes y llevar a cabo las restauraciones.

### En las personas:

- Tocar el equipo con sus propias manos y fomentar el amor y curiosidad hacia el equipamiento.
- Entrenar el ojo para detectar las anomalías como tal.
- Aprender sobre la función y la estructura de los equipamientos.

REVISO

---

AUTORIZO

---



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



## PASO 1:

Que mediante la limpieza se hagan evidentes las fallas (fugas, aflojamientos, daños, etc). No es nada mas limpiar el equipamiento sino se debe tocar cada componente del equipo, y así eliminar la suciedad en su totalidad, descubriendo así las fallas.

“Limpieza es detección”

- Limpieza es inspección
- La inspección es detección.
- La detección de anomalías nos permiten reparar, restaurar y mejorar el equipo.

REVISO

---

AUTORIZO

---



## LIMPIEZA EN CELDA

### INICIO DE TURNO:

Al inicio de turno, la limpieza se realiza con el siguiente material: Papel kimberly, celulosa, thinner y brocha.



Papel kimberly



Papel celulosa



Brocha

### NOTA:

El thinner es usado cuando el sello está muy adherido a la boquilla o brazo del robot.

REVISO

\_\_\_\_\_

AUTORIZO

\_\_\_\_\_



Con el papel kimberly se quita el exceso de sello en boquillas y brazo del robot.



Pistola MFRG

Limpieza de boquillas.  
Exceso de sello.

Con el papel celulosa elimina residuos y limpia pistola.



Zona limpia de sello.

REVISO

---

AUTORIZO

---



HUECO > a 8 min.:  
En ese tiempo se limpian boquillas



Se purga y calibra la pistola. Esto se realiza para las 3 boquillas del brazo.



REVISO

---

AUTORIZO

---



Apriete de tornillos y cambio de orings.



Apriete de tornillos.



Cambio de orrings.

REVISO

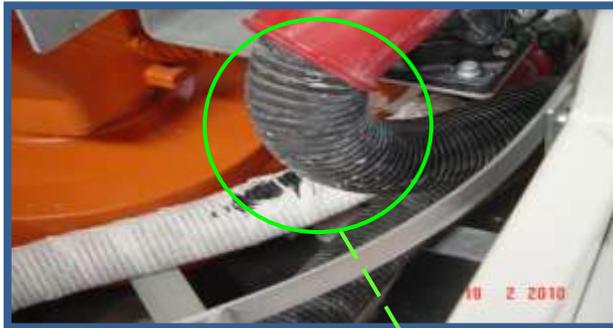
---

AUTORIZO

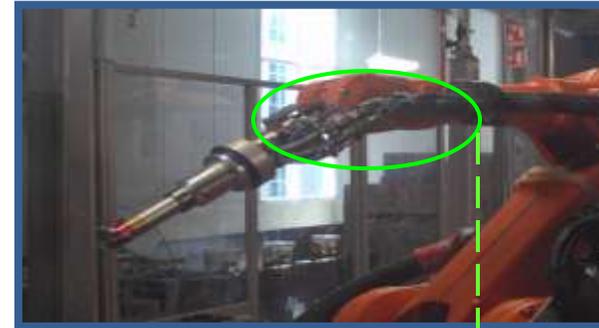
---



Limpeza de mangueras; tanto en el brazo del robot como el de la pistola.



Oruga



Cables de pistola

REVISO

---

AUTORIZO

---



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



HUECOS > 20 min. Por falta de carrocería, pausa de comida:

- Ajuste de cordones, dependiendo del tiempo que se disponga.
- Reordenación del robot, cuando la aplicación esté fallando.

FINES DE SEMANA:

- Limpieza general y profunda del robot.
- Cambios en programación.
- Cambios de herramienta

REVISO

---

AUTORIZO

---



## ANEXO C

- **LECCIONES DE UN SOLO PUNTO:**  
FORMATO LECCIONES DE UN SOLO PUNTO (HERRAMIENTAS)

**Análisis de Problemas**  
**Lecciones de un Punto**

ID	MANTENIMIENTO DE TABLA	No.			
		Punto de Inspección			
DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Desmontaje Motor <input type="checkbox"/> Tipo de Motor <input type="checkbox"/> Problemas	Código	Cantidad	Tipo de Diagrama	Estatus
El análisis de mantenimiento de la prueba (PMP), para las siguientes:					
		1. Revisión de niveles 2. Revisión de niveles para aceite 3. Tipo de aceite 4. Tipo de aceite 5. Tipo de aceite 6. Tipo de aceite			
		7. Revisión de niveles 8. Revisión para aceite en el motor			
		9. Revisión de niveles 10. Revisión para aceite en el motor			
REVISIÓN					
PUNTO					
DESCRIPCIÓN					
MANTENIMIENTO					

VOLKSWAGEN de México

**Análisis de Problemas**  
**Lecciones de un Punto**

ID	MANTENIMIENTO DE TABLA	No.			
		Punto de Inspección			
DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Desmontaje Motor <input type="checkbox"/> Tipo de Motor <input type="checkbox"/> Problemas	Código	Cantidad	Tipo de Diagrama	Estatus
<b>CAMBIO A MODO MANUAL:</b>					
Para realizar el cambio de modo de operación en el motor para un modo manual, para permitir el funcionamiento.					
1. De acuerdo a la foto en el procedimiento					
		2. Tener el motor en posición para hacer el ajuste y hacer los ajustes necesarios correspondientes al motor en el motor.			
REVISIÓN					
PUNTO					
DESCRIPCIÓN					
MANTENIMIENTO					

VOLKSWAGEN de México



# VOLKSWAGEN

DE MEXICO



- **LECCIONES DE UN SOLO PUNTO:**  
FORMATO LECCIONES DE UN SOLO PUNTO (LIMPIEZA)

**Análisis de Problemas**  
**Lecciones de un Punto**

LIMPIEZA		No.			
Título de la Lección					
EVALUACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico	Clase	Contenido	Logro de Aprendizaje	Objetivo
	<input type="checkbox"/> Uso de Herramientas				
	<input type="checkbox"/> Prácticas				

*Antes de analizar la lección:*

5. Tener todas las herramientas necesarias.



SET DE HERRAMIENTAS



ENTORNO LABORAL

FECHA	ESTADO	ACTIVIDADES	CONSEJOS	OTROS

VOLKSWAGEN de México

**Análisis de Problemas**  
**Lecciones de un Punto**

LIMPIEZA - CELDAS		No.			
Título de la Lección					
EVALUACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/> Conocimiento Básico	Clase	Contenido	Logro de Aprendizaje	Objetivo
	<input type="checkbox"/> Uso de Herramientas				
	<input type="checkbox"/> Prácticas				

*Para analizar la lección a la vez que se da:*

1. Determinar que los cables estén en posición correcta.



2. Retirar la parte para que automáticamente se pure todo el sistema.



3. Realizar la limpieza correspondiente, con los conocimientos adquiridos, y asegurar los sistemas de seguridad necesarios.

FECHA	ESTADO	ACTIVIDADES	CONSEJOS	OTROS

VOLKSWAGEN de México



**ANEXO D**  
**ESTATUS GENERAL DE ROBOTS DE SELLO**

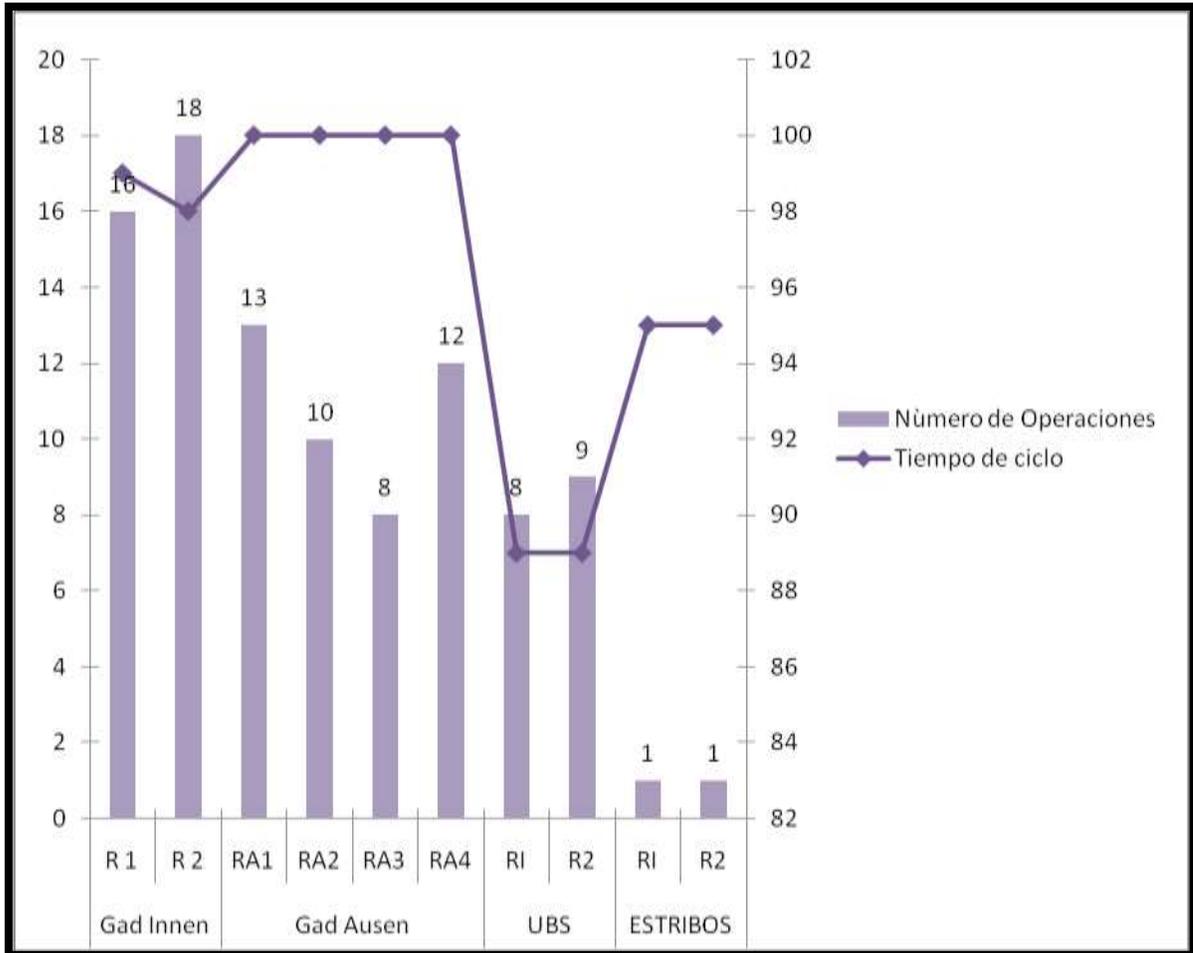
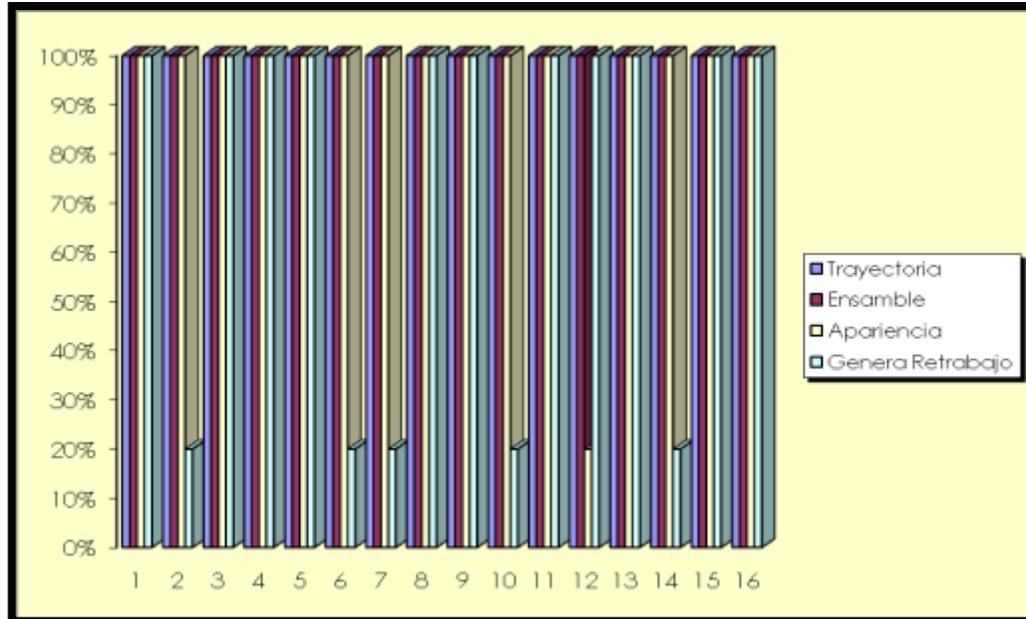


TABLA DE DATOS

	Gad Innen		Gad Ausen				UBS		ESTRIBOS	
	R 1	R 2	RA1	RA2	RA3	RA4	RI	R2	RI	R2
Número de Operaciones	16	18	13	10	8	12	8	9	1	1
Tiempo de ciclo	99	98	100	100	100	100	89	89	95	95



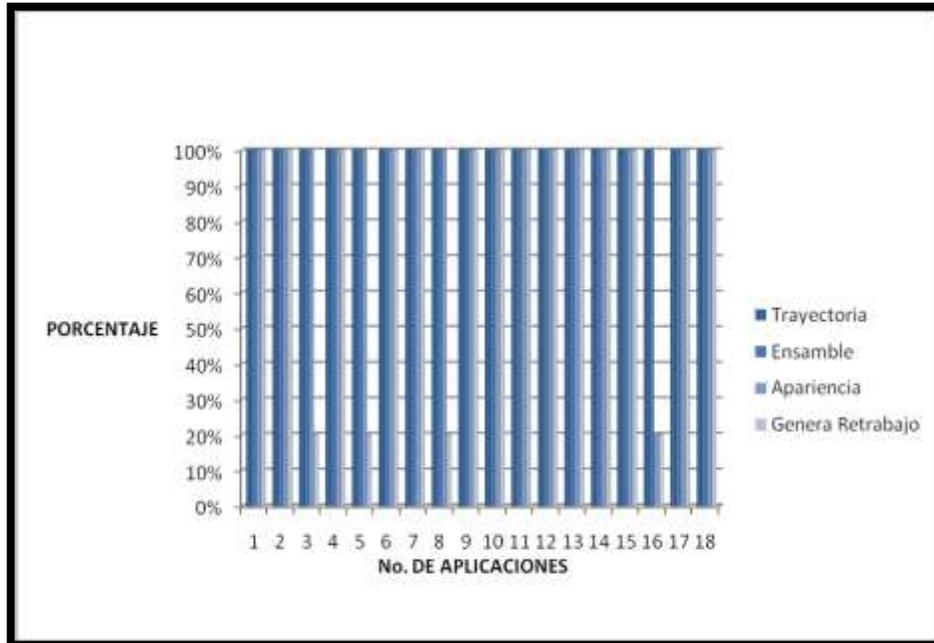
GAD INNEN  
ROBOT 1



Aplicaciones	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	20%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	20%
7	100%	100%	100%	20%
8	100%	100%	100%	100%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	20%
11	100%	100%	100%	100%
12	100%	100%	20%	100%
13	100%	100%	100%	100%
14	100%	100%	100%	20%
15	100%	100%	100%	100%
16	100%	100%	100%	100%



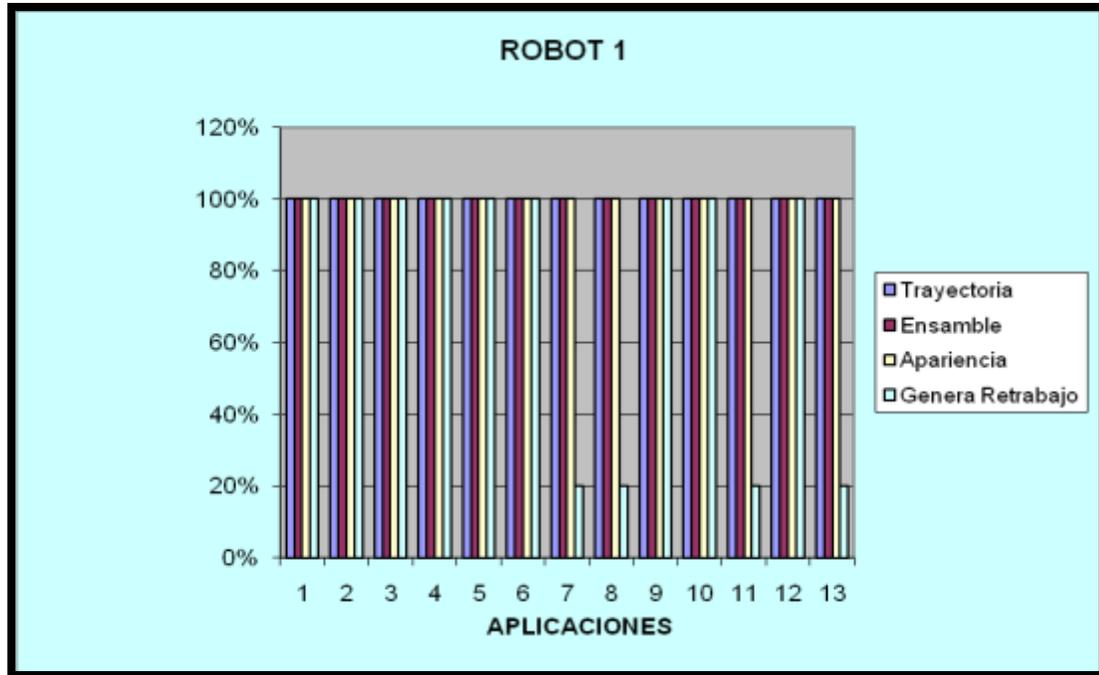
GAD INNEN  
ROBOT 2



Aplicaciones	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	20%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	20%
6	100%	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	100%	20%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%
11	100%	100%	100%	100%
12	100%	100%	100%	100%
13	100%	100%	100%	100%
14	100%	100%	100%	100%
15	100%	100%	100%	100%
16	100%	100%	20%	20%
17	100%	100%	100%	100%
18	100%	100%	100%	100%



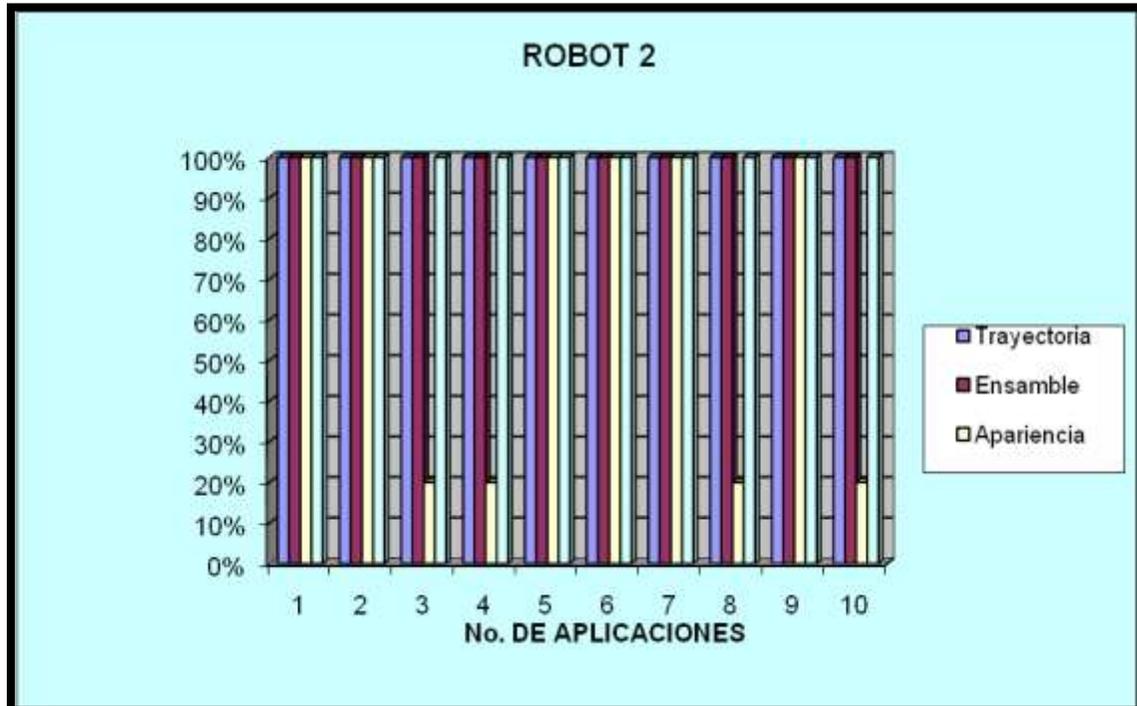
GAD AUSSEN



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%	20%
8	100%	100%	100%	20%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%
11	100%	100%	100%	20%
12	100%	100%	100%	100%
13	100%	100%	100%	20%



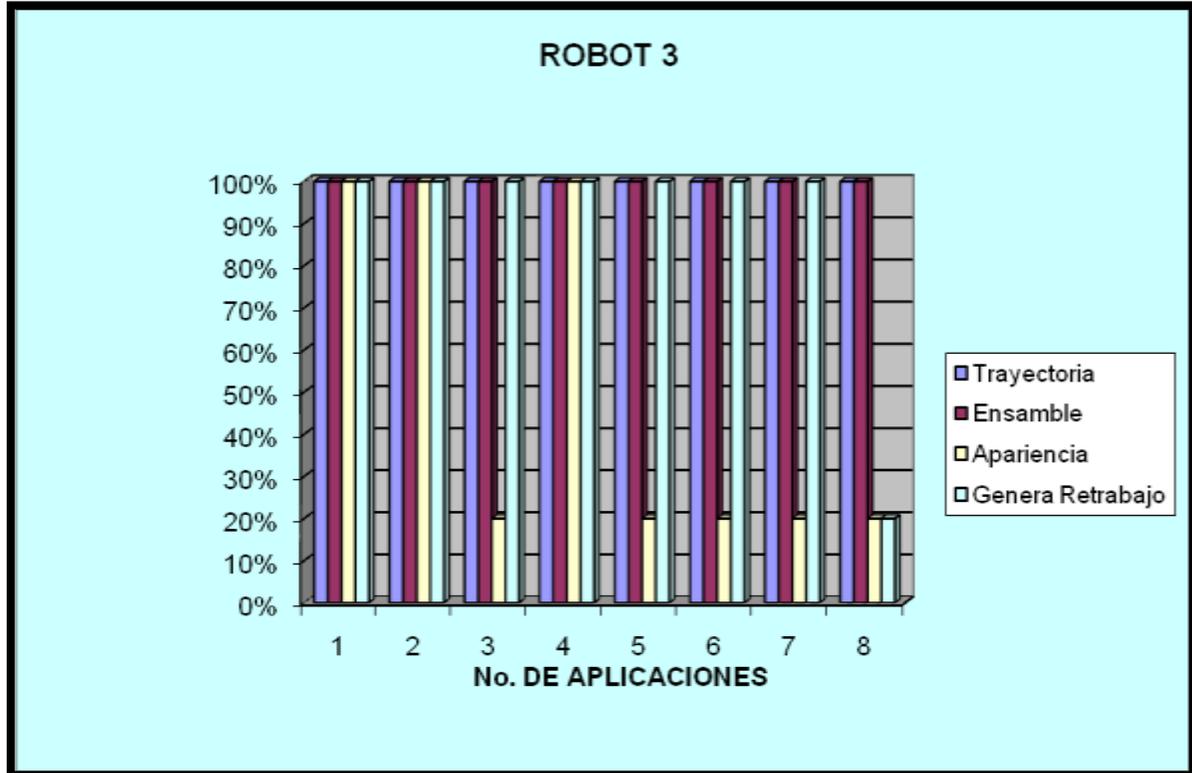
GAD AUSSEN



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	20%	100%
4	100%	100%	20%	100%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	20%	100%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	20%	100%



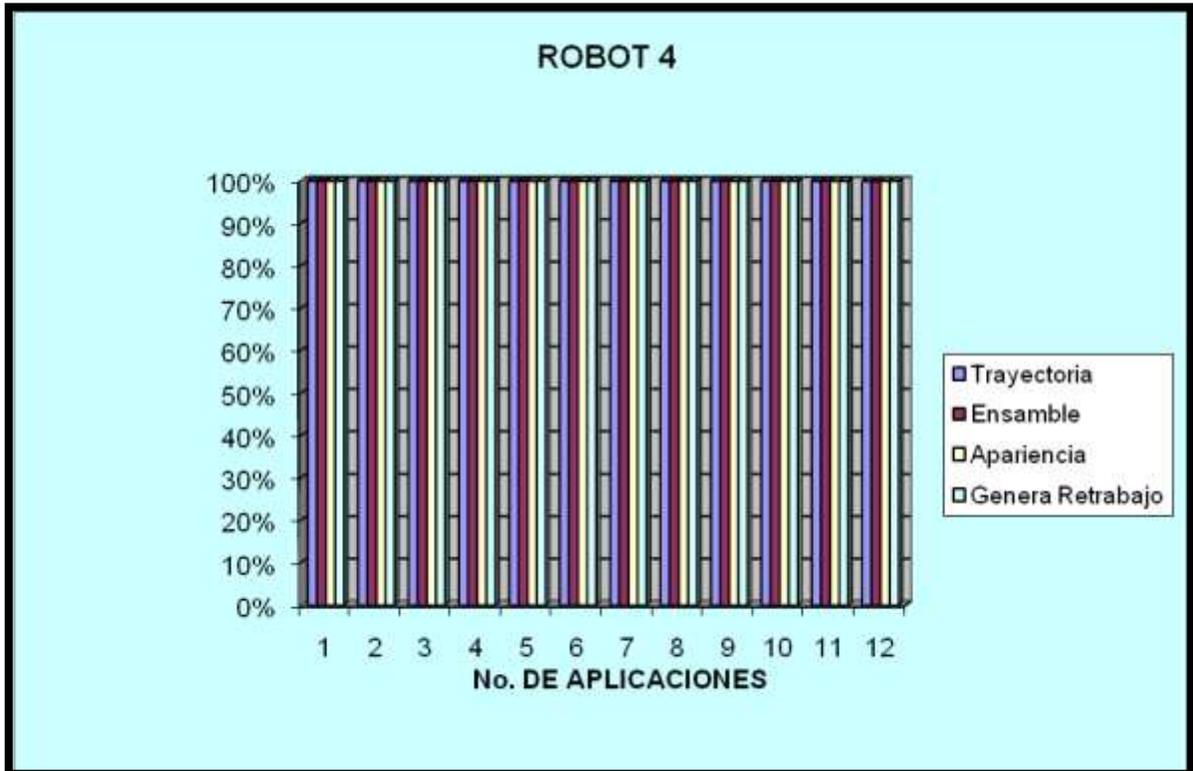
GAD AUSSEN



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	20%	100%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	20%	100%
6	100%	100%	20%	100%
7	100%	100%	20%	100%
8	100%	100%	20%	20%



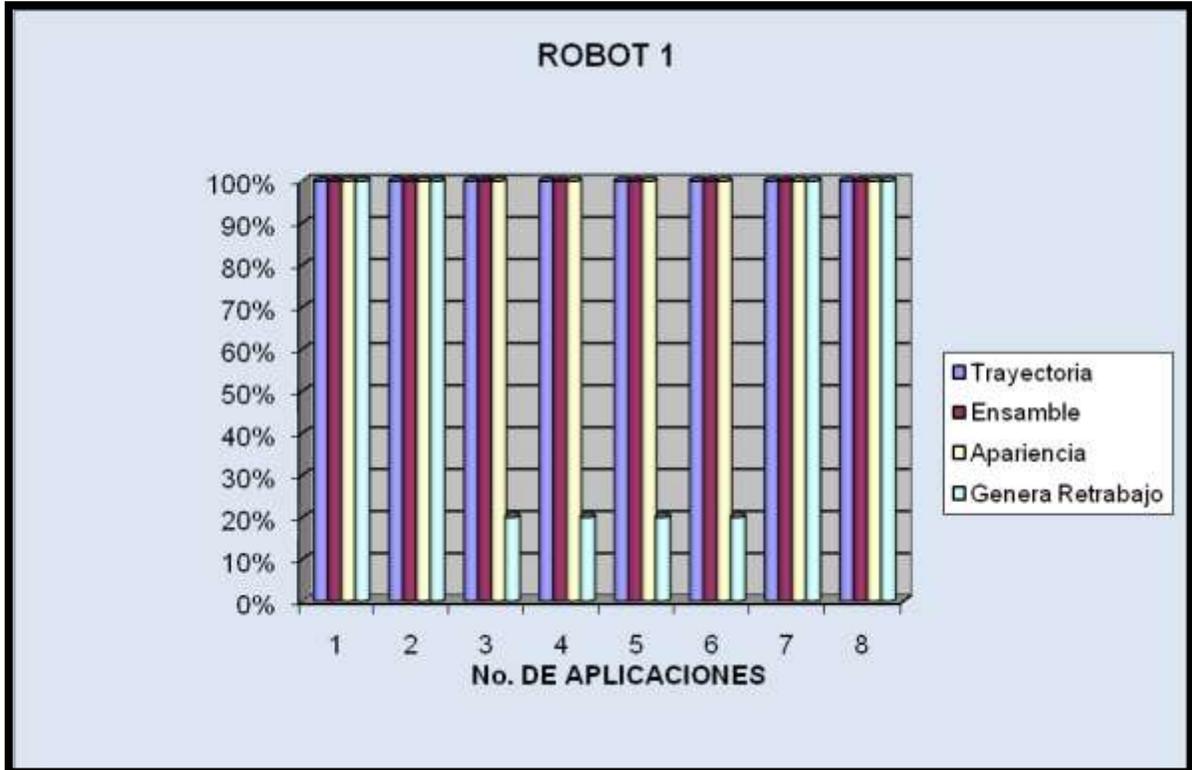
### GAD AUSSEN



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	100%	100%
5	100%	100%	100%	100%
6	100%	100%	100%	100%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	100%	100%
9	100%	100%	100%	100%
10	100%	100%	100%	100%
11	100%	100%	100%	100%
12	100%	100%	100%	100%



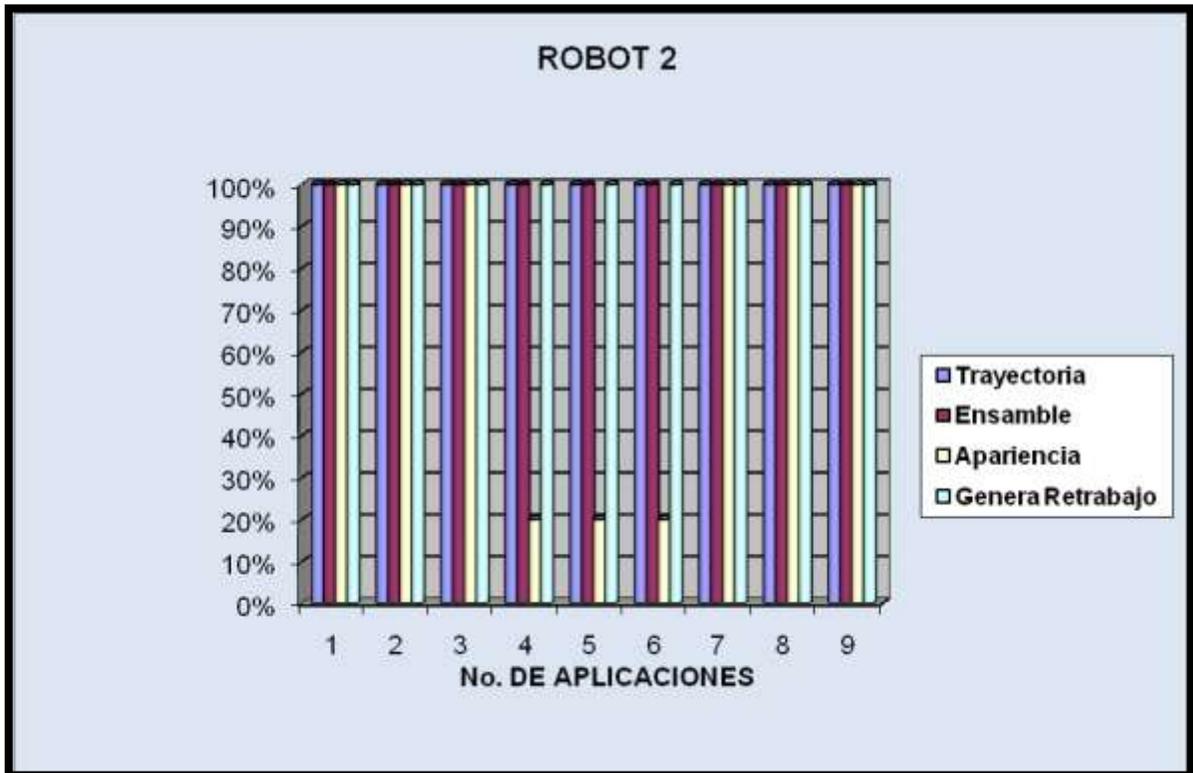
### UBS



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	20%
4	100%	100%	100%	20%
5	100%	100%	100%	20%
6	100%	100%	100%	20%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	100%	100%



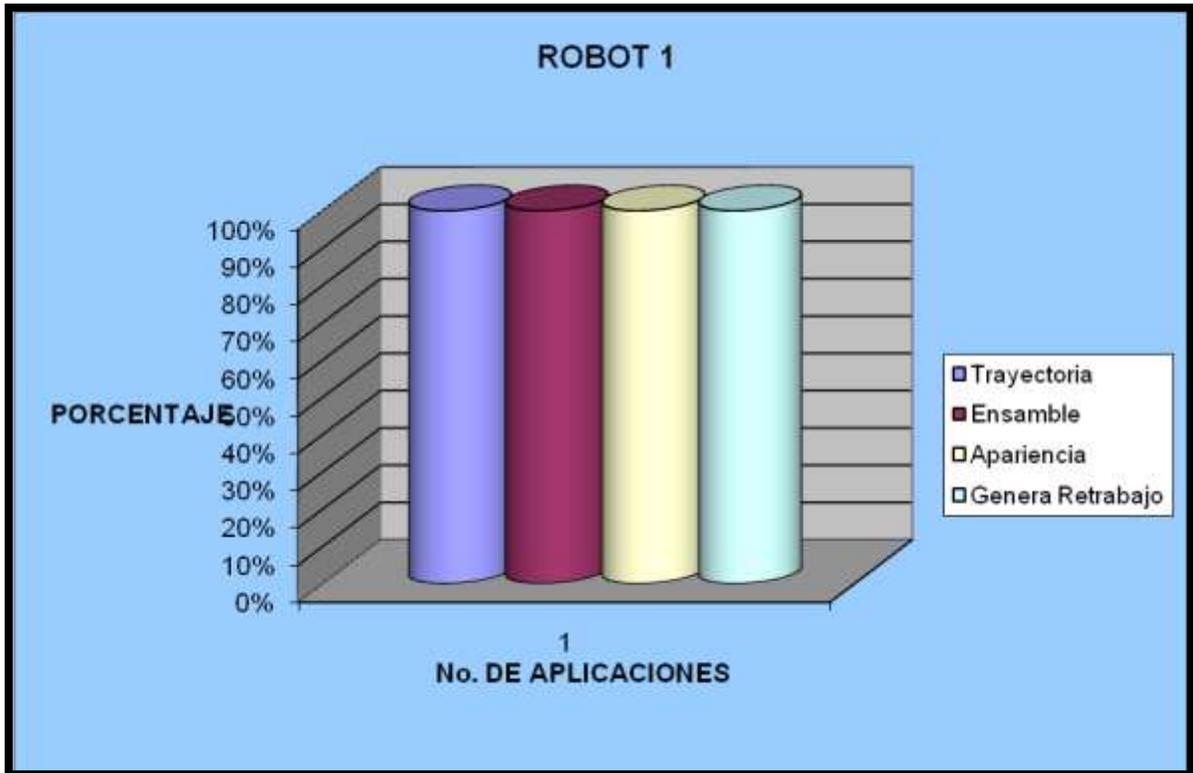
UBS



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%
2	100%	100%	100%	100%
3	100%	100%	100%	100%
4	100%	100%	20%	100%
5	100%	100%	20%	100%
6	100%	100%	20%	100%
7	100%	100%	100%	100%
8	100%	100%	100%	100%
9	100%	100%	100%	100%



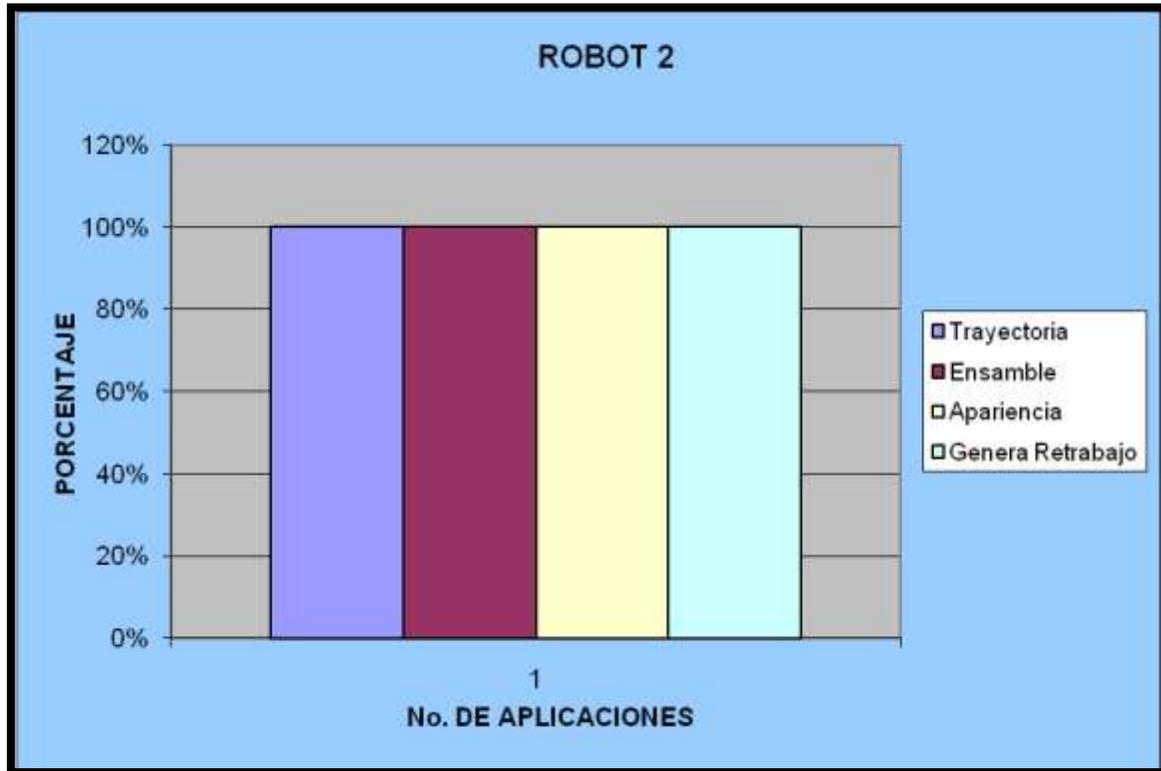
### ESTRIBOS



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%



**ESTRIBOS**



Aplicación	Trayectoria	Ensamble	Apariencia	Genera Retrabajo
1	100%	100%	100%	100%



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO



## Bibliografía

### Fuentes Bibliográficas

- Dounce, Villanueva, Enrique (2006). Mantenimiento Industrial. Cecsca, México.
- Gonzalez Fernández, Francisco Javier (2005). Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado. FC Editorial, México
- Sacristán, Rey Francisco, (2005) Mantenimiento Total de la Producción (TPM). FC Editorial, México.
- Alonso, García, Ángel, (1998). Conceptos de organización industrial. Ed. Marcombo, Cuba
- Grimaldi, Simonds. (1985). La Seguridad Industrial, su Administración. Ed., Alfaomega, México.
- Volkswagen de México. (2004). Curso de Líderes en Gemba 3; JIPM Solutions. México.
- Volkswagen de México. (2004b). Curso de Líderes en Gemba 2; JIPM Solutions. México.
- Volkswagen de México. (2004). Manual del participante, Paso 0 del Mantenimiento Autónomo. México.
- Volkswagen de México. (2004). Manual del participante Paso 1 del Mantenimiento Autónomo. México.



**VOLKSWAGEN**  
DE MEXICO

---



### Artículos

- Laverde Álvarez, Humberto. (2009) Mantenimiento de Máquinas.  
“Cero Averías”, vol., 3., México
- Alonzo González, Hugo Leonel.(2007). Una herramienta de mejora, OEE  
“Contribuciones en Economía”, vol. 1, Cuba.
- Díaz de Santos, Souris. (1992). El Mantenimiento fuente de beneficios;  
Revista “El Mantenimiento como herramienta en la Industria”, México
- Thomas R., Pomorski. (2004). Mantenimiento Productivo Total, Conceptos.  
“Revista Tecnológica”, Vol., 3, México
- Navarro, Marcombo. (1997). Gestión Integral de Mantenimiento.  
“Revista Mantenimiento Industrial”, Vol., 4, México
- Calvo Rolle, José Luis. (2002) El Mantenimiento Productivo Total (TPM),  
Una herramienta para la reducción de costes en las empresas.  
“Revista Montajes e Instalación”, Vol., 2, México