

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNOLOGOS

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE PINTURA ELECTROLÍTICA (ELPO) APLICADA A LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ DE AYMESA.

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE
TECNÓLOGO EN PROCESOS DE PRODUCCIÓN MECÁNICA**

JOSÉ ANTONIO IGUAGO PERUGACHI
jiguago@aymesa.com.ec

DIEGO PATRICIO CAÑIZARES ORMAZA
dcanizares@cabcorp.com

DIRECTOR: ING WILLAN LEOPOLDO MONAR MONAR
william.monar@epn.edu.ec

QUITO – ECUADOR

Quito, Marzo, 2013

AGRADECIMIENTO

A Dios y mis padres que son los gestores de este logro a través de su esfuerzo y su ahínco en especial a mi padre que está en el cielo viendo lo único que a él le hacía un hombre de bien.

Agradezco a la empresa AYMESA la que me ayudó en la información para ejecutar esta tesis, en una forma especial el ING. LUIS OLIVO por su guía en realizarme como profesional.

A la Escuela Politécnica Nacional, en especial a la Escuela de Formación de tecnólogos donde forjé estos estudios, donde conocí a invaluable Ingenieros que fueron la guía de mi aprendizaje, en especial a mi Director de tesis Ing. Willan Monar y su apoyo en el desarrollo de esta tesis.

José Antonio Iguago Perugachi

A mis distinguidos maestros de la Escuela Politécnica Nacional que fueron mis guías incansables del saber que con esfuerzo y esmero lograron plasmar en mí los conocimientos y valores que hoy en día reflejan mi vida profesional.

A mis amigos, compañeros y hermanos que alentaron en mis deseos de superarme los cuales impulsan en mi vida diaria.

Diego Patricio Cañizares Ormaza

DEDICATORIA

A Dios, por saber encaminar mi vida por el sendero correcto y guiar en forma correcta para alcanzar una de mis primeras metas, saber llevar una vida plena día a día.

A mi hermano Vicente Vladimir Iguago, a mi madre Blanca Perugachi a mis hermanos Lourdes, Jenny, Diego, Patricia, hermanos políticos los cuales han sido los pilares con el apoyo brindado en todo momento.

A mi esposa Mayra e hijos Ariel, Junior les dedico este trabajo de investigación porque están cerca de mi apoyándome en todo momento y han sido una parte importante en mi vida.

José Antonio Iguago Perugachi

A Dios y a mis padres que con su amor y comprensión han sabido guiar el rumbo de mi vida por el sendero de la verdad y la justicia con el fin de engrandecer a mi patria y mi familia.

Doy gracias a mis hermanos por haberme brindado todo su esfuerzo y sacrificio para tener un presente y un mañana mejor

Diego Patricio Cañizares Ormaza

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo de fue desarrollado por Diego Patricio Cañizares Ormaza – José Antonio Iguago Perugachi, bajo mi dirección.

.....

Ing. William Monar

DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, José Antonio Iguago Perugachi y Diego Patricio Cañizares Ormaza, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra tutoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....

José Antonio Iguago Perugachi

.....

Diego Patricio Cañizares Ormaza

RESUMEN

La corrosión ha sido un problema de las empresas que trabajan con chapas metálicas, el estudio de sus diferentes factores, razones y métodos de prevención han sido tomados muy en cuenta, de igual forma la limpieza adecuada y preparación de una superficie que va a ser dada un tratamiento superficial o a su vez un proceso que la va poner más resistente a la corrosión.

Los diferentes tratamientos superficiales tienen fines diferentes tanto de recubrimiento resistente a la corrosión, el ornamento, fino acabado de superficie lisa, etc...En el estudio de este documento será escogido a el ELPO que es un proceso de tratamiento superficial que consta de dos sub procesos, los cuales están claramente definidos como: Fosfato y Ecoat.

El subproceso de Fosfato es de protección contra la corrosión de la lámina metálica, sus espacios intersticiales son cubiertos con diferentes químicos que son depositados a través de 8 etapas.

A continuación se le aplica el sub proceso Ecoat que es un tratamiento de recubrimiento superficial que a la chapa metálica da cierta dureza y un mejor acabado superficial, consta de 6 etapas.

Para una mejor aplicación este tiene que tener un proceso de mejoramiento continuo, aplicando normas, de producción, estándares, un focus group que sería una forma eficaz entre otros que serán analizados en su momento; tomando en cuenta y referencia la capacitación continua del personal así tener una información más exacta de cada fortaleza, falencia, oportunidades, debilidades, esto basado en el estudio del proceso de forma paulatina.

En el estudio del proceso de mejoramiento continuo, se aplica normas tomando en cuenta la capacitación continua del personal, así tener una información más exacta de cada fortaleza, oportunidades, debilidades y amenazas esto basado en el estudio del proceso de forma permanente.

Este proyecto de titulación se desarrolla en cuatro capítulos.

Capítulo I, se describe la representación, referencia histórica, distribución y ubicación de AYMESA y el área en estudio.

Capítulo II, el desarrollo del capítulo comprende los diferentes factores que afectan a la chapa metálica tanto mecánicas, químicas como atmosféricas; además sus diferentes métodos de protección ante la corrosión y de limpieza superficial

Capítulo III, el desarrollo del capítulo son las condiciones óptimas bajo las cuales se maneja el proceso para obtener un recubrimiento de calidad y conocimientos sobre los temas abarca el proceso tecnológico para pintado de superficies metálicas mediante el proceso ELPO.

Capítulo IV, El desarrollo del capítulo comprende los problemas y soluciones sobre el control de calidad, sus varias falencias, compensaciones con la estandarización y control aplicado a un Mejoramiento Continuo.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | v |
| ÍNDICE GENERAL..... | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| TERMINOLOGÍA..... | 1 |
| PRESENTACIÓN..... | 6 |
| CAPITULO I | |
| 1. PRESENTACIÓN DE AYMESA..... | 7 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN..... | 7 |
| 1.2 REFERENCIA HISTÓRICA DE AYMESA..... | 7 |
| 1.3 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA..... | 20 |
| 1.4 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA..... | 20 |
| 1.5 UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA SECCIÓN ELPO..... | 21 |
| CAPITULO II | |
| 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES..... | 22 |
| 2.1 INTRODUCCIÓN..... | 22 |
| 2.2 DESGASTE DE LOS METALES..... | 22 |
| 2.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESGASTE DE LOS METALES | 22 |
| 2.2.1.1 ABRASIÓN..... | 22 |
| 2.2.1.1.1 CORTANTE..... | 23 |
| 2.2.1.1.2 DESCONCHADO..... | 23 |
| 2.2.1.1.3 LABRADO..... | 23 |
| 2.2.1.1.4 EROSIÓN..... | 23 |
| 2.2.1.2 EROSIÓN..... | 23 |
| 2.2.1.3 IMPACTO..... | 23 |
| 2.2.1.4 CORROSIÓN..... | 24 |
| 2.2.1.5 CALOR..... | 24 |
| 2.3 TIPOS DE DESGASTE..... | 24 |
| 2.3.1 DESGASTE MECÁNICO..... | 24 |
| 2.3.1.1 DESGASTE ADHESIVO..... | 25 |
| 2.3.1.2 DESGASTE ABRASIVO..... | 26 |
| 2.3.1.3 DESGASTE EROSIVO..... | 27 |
| 2.3.1.4 DESGASTE CORROSIVO..... | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.3.1.5 DESGASTE EROSIVO CORROSIVO | 29 |
| 2.3.1.6 DESGASTE POR CAVITACIÓN..... | 30 |
| 2.3.2 DESGASTE QUÍMICO..... | 30 |
| 2.3.2.1 DESGASTE POR OXIDACIÓN | 31 |
| 2.3.2.2 DESGASTE POR CORROSIÓN..... | 32 |
| 2.3.2.2.1 TIPOS DE CORROSIÓN | 32 |
| 2.3.2.2.1.1 CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA..... | 33 |
| 2.3.2.2.1.2 CORROSIÓN POR OXIGENO | 33 |
| 2.3.2.2.1.3 CORROSIÓN A ALTAS TEMPERATURAS..... | 33 |
| 2.3.2.2.1.4 CORROSIÓN GALVÁNICA | 34 |
| 2.3.2.2.1.5 CORROSIÓN LOCALIZADA POR FISURAS | 35 |
| 2.3.2.2.1.6 CORROSIÓN LOCALIZADA POR PICADURAS | 36 |
| 2.3.2.2.1.7 CORROSIÓN ATMÓSFERICA INDUSTRIAL..... | 37 |
| 2.4 PROTECCIÓN ANTE LA CORROSIÓN | 37 |
| 2.4.1 ELECCIÓN DEL MATERIAL..... | 38 |
| 2.4.2 CONCEPCIÓN DE LA PIEZA..... | 38 |
| 2.4.3 AISLAMIENTO DEL MEDIO | 38 |
| 2.4.4 GALVANISMO ANÓDICO O PROTECCIÓN CATÓDICA | 38 |
| 2.4.5 GALVANOPLASTIA..... | 39 |
| 2.5 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES..... | 39 |
| 2.5.1 LIMPIEZA CON SOLVENTE | 39 |
| 2.5.2 LIMPIEZA MANUAL..... | 40 |
| 2.5.3 LIMPIEZA MECÁNICA..... | 40 |
| 2.5.4 LIMPIEZA CON FLAMA..... | 40 |
| 2.5.5 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO | 41 |
| 2.5.5.1 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO GRADO METAL | 41 |
| 2.5.5.2 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO GRADO COMERCIAL | 42 |
| 2.5.5.3 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO GRADO RÁFAGA..... | 42 |
| 2.5.6 LIMPIEZA QUÍMICA..... | 42 |
| 2.5.7 LIMPIEZA POR AGENTES ATMOSFERICOS | 42 |
| 2.5.8 LIMPIEZA POR CHORRO ABRASIVO GRADO CERCANO A BLANCO | 43 |
| 2.5.9 LIMPIEZA POR DECAPADO QUÍMICO | 43 |
| 2.6 RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES | 44 |

| | |
|---|----|
| 2.6.1 FOSFATADO | 44 |
| 2.6.1.1 TIPOS DE FOSFATADOS | 44 |
| 2.6.1.1.1 RECUBRIMIENTOS DE FOSFATADO DE HIERRO | 45 |
| 2.6.1.1.2 RECUBRIMIENTOS DE FOSFATADO DE ZINC | 45 |
| 2.6.1.1.3 RECUBRIMIENTOS DE FOSFATADO DE ZINC PESADOS | 45 |
| 2.6.1.1.4 RECUBRIMIENTOS DE FOSFATADO DE MANGANESO | 46 |
| 2.6.1.2 FUNCIONAMIENTO DE LOS RECUBRIMIENTOS DE FOSFATO .. | 47 |
| 2.6.1.3 FUNCION DE LOS RECUBRIMIENTOS DE FOSFATO | 47 |
| 2.6.1.3.1 COMO BASE PARA PINTURA..... | 48 |
| 2.6.1.3.2 COMO BASE PARA PLÁSTICOS | 48 |
| 2.6.1.3.3 PARA METAL FORMADO Y LUBRICACIÓN EN MAQUINADOS. | 48 |
| 2.6.1.3.4 PARA PREVENIR LA OXIDACIÓN Y LA CORROSIÓN..... | 49 |
| 2.6.2 PASIVACION | 49 |
| CAPITULO III | |
| 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ELPO | 50 |
| 3.1 INTRODUCCIÓN | 50 |
| 3.2 RECUBRIMIENTO DE PINTURA SOBRE SUPERFICIES UTILIZANDO CORRIENTE ELECTRICA ELPO | 50 |
| 3.2.1 ESQUEMA DEL ELPO | 52 |
| 3.3 ANÁLISIS DEL ELPO | 53 |
| 3.3.1 SUBPROCESO FOSFATO..... | 54 |
| 3.3.1.1 DESENGRASE MANUAL | 54 |
| 3.3.1.2 DESENGRASE POR ASPERSIÓN | 55 |
| 3.3.1.3 DESENGRASE POR INMERSIÓN | 57 |
| 3.3.1.4 ENJUAGUE 1 | 58 |
| 3.3.1.5 ACTIVADO | 59 |
| 3.3.1.6 FOSFATADO | 60 |
| 3.3.1.7 ENJUAGUE 2 | 62 |
| 3.3.1.8 PASIVADO | 63 |
| 3.3.2. SUB PROCESO ECOAT | 65 |
| 3.3.2.1 ENJUAGUE 3 | 65 |
| 3.3.2.2 PINTURA ELECTROLÍTICA O ECOAT | 67 |
| 3.3.2.3 SILUETA DE KTL | 72 |
| 3.3.2.4 FILTRADO | 73 |

| | |
|--|----|
| 3.3.2.4.1 ULTRAFILTRADO 1 | 73 |
| 3.3.2.4.2 ULTRAFILTRADO 2 | 76 |
| 3.3.2.5 ENJUAGUE 4 | 78 |
| 3.4 CARACTERISTICAS DEL ELPO O CATAFORESIS..... | 79 |
| 3.4.1 VENTAJAS | 79 |
| 3.4.2 LIMITACIONES | 80 |
| 3.5 FACTORES QUE AFECTAN LA DEPOSICIÓN DE PINTURA ELECTROLÍTICA | 80 |
| 3.5.1 RENDIMIENTO ELÉCTRICO | 80 |
| 3.5.2 VOLTAJE E INTENSIDAD | 81 |
| 3.5.3 TIEMPO DE DEPOSICIÓN..... | 81 |
| 3.5.4 TEMPERATURA..... | 81 |
| 3.5.5 AGITACIÓN | 81 |
| 3.5.6 CONTROL DEL Ph..... | 81 |
| CAPITULO V | |
| 4. CONTROL DE CALIDAD..... | 82 |
| 4.1 INTRODUCCIÓN | 82 |
| 4.2 PROBLEMAS DE CALIDAD | 82 |
| 4.2.1 PECAS..... | 82 |
| 4.2.2 Ph | 82 |
| 4.2.3 PODER DE PENETRACIÓN | 83 |
| 4.2.4 PODER DE RECUBRIMIENTO | 83 |
| 4.2.5 PODER DE MICRO PENETRACION | 83 |
| 4.2.6 POROS..... | 83 |
| 4.2.7 ATAQUE QUÍMICO | 83 |
| 4.2.8 DEPOSITO ELECTROLITO | 83 |
| 4.2.9 HOYOS..... | 83 |
| 4.3 SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE CALIDAD | 84 |
| 4.4 MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD | 86 |
| 4.4.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PARAMETROS OPERATIVOS ... | 86 |
| 4.4.1.1 DESENGRASE MANUAL | 87 |
| 4.4.1.2 DESENGRASE POR ASPERSIÓN | 87 |
| 4.4.1.3 DESENGRASE POR INMERSIÓN..... | 87 |
| 4.4.1.4 ENJUAGUE 1 | 88 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.1.5 ACONDICIONADOR..... | 88 |
| 4.4.1.6 FOSFATO..... | 88 |
| 4.4.1.7 ENJUAGUE 2..... | 89 |
| 4.4.1.8 PASIVADO..... | 89 |
| 4.4.1.9 ENJUAGUE 3..... | 89 |
| 4.4.10 ECOAT O KTL..... | 90 |
| 4.4.11 SILUETA DE KTL O PERMEATO..... | 90 |
| 4.4.12 ULTRAFILTRADO 1..... | 91 |
| 4.4.13 ULTRAFILTRADO 2..... | 91 |
| 4.4.14 ENJUAGUE 4 CON AGUA DESMINERALIZADA..... | 91 |
| 4.5 PROCESOS DE MEJORAMIENTO CONTINUO..... | 92 |
| 4.5.1 FASES DE MEJORAMIENTO..... | 93 |
| 4.5.1.1 FASE 1 | |
| ORGANIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO..... | 94 |
| 4.5.1.2 FASE II | |
| COMPRESIÓN DEL PROCESO..... | 94 |
| 4.5.1.3 FASE III | |
| MODERNIZACIÓN..... | 94 |
| 4.5.1.4 FASE IV | |
| MEDICIONES Y CONTROLES..... | 95 |
| 4.5.1.5 FASE V | |
| MEJORAMIENTO CONTINUO..... | 95 |
| 4.5.2 PROCESO DE MEJORA CONTINUA..... | 95 |
| 4.5.2.1 SUPERPRODUCCIÓN..... | 98 |
| 4.5.2.2 CORRECCIÓN O RE TRABAJO..... | 98 |
| 4.5.2.3 MOVIMIENTO DE MATERIALES..... | 98 |
| 4.5.2.4 SUPERPROCESAMIENTO..... | 98 |
| 4.5.2.5 INVENTARIO..... | 98 |
| 4.5.2.6 ESPERA..... | 98 |
| 4.5.2.7 MOVIMIENTO DEL OPERADOR..... | 98 |
| 4.6 BENEFICIOS DEL MEJORAMIENTO..... | 98 |
| 4.6.1 VENTAJAS..... | 99 |
| 4.6.2 DESVENTAJAS..... | 100 |
| CAPITULO V | |
| 5.1 CONCLUSIONES..... | 102 |
| 5.2 RECOMENDACIONES..... | 103 |

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1:** Representación geográfica de AYMESA
- Figura 2:** Andino N° 1
- Figura 3:** Andino N° 2
- Figura 4:** Gacela SL
- Figura 5:** Cóndor sedan
- Figura 6:** Cóndor GP
- Figura 7:** Andino Amigo
- Figura 8:** Chevette Hatch
- Figura 9:** Cóndor Gala
- Figura 10:** San Remo Cargo
- Figura 11:** San Remo
- Figura 12:** Chevrolet Aska
- Figura 13:** Nissan Datsun
- Figura 14:** Suzuki Forza 1
- Figura 15:** Chevrolet Swift
- Figura 16:** Chevrolet Monza
- Figura 17:** Chevrolet Corsa 3 Ptas
- Figura 18:** Chevrolet Corsa 4 Ptas
- Figura 19:** Corsa Pick-up
- Figura 20:** Suzuki Forsa 2
- Figura 21:** Lada Niva
- Figura 22:** kia Sportage
- Figura 23:** Kia Rio
- Figura 24:** Kia PREGGIO
- Figura 25:** Kia Sportage
- Figura 26:** Contacto de Fricción entre Superficies
- Figura 27:** Desgaste Adhesivo
- Figura 28:** Desgaste Abrasivo
- Figura 29:** Desgaste Abrasivo
- Figura 30:** Desgaste Erosivo
- Figura 31:** Desgaste erosivo
- Figura 32:** Desgaste Corrosivo

- Figura 33:** Desgaste corrosivo
- Figura 34:** Desgaste Erosivo Corrosivo
- Figura 35:** Desgaste por Cavitación en las paredes de un bomba de agua
- Figura 36:** Desgaste por Oxidación
- Figura 37:** Desgaste por Corrosión
- Figura 38:** Corrosión Galvánica
- Figura 39:** Corrosión en Fisuras
- Figura 40:** Corrosión Localizada en Fisuras
- Figura 41:** Corrosión Localizada por Picaduras
- Figura 42:** Corrosión Localizada por Picaduras
- Figura 43:** Corrosión Atmosférica Industrial
- Figura 44:** Galvanismo Anódico
- Figura 45:** Tipos de Cataforesis
- Figura 46:** Esquema detallado del ELPO
- Figura 47:** Diagrama de flujo Esquema ELPO
- Figura 48:** Desengrase Manual
- Figura 49:** Silueta de Desengrase por Aspersión
- Figura 50:** Carrocería Entrando a la Etapa
- Figura 51:** Carrocería en la Etapa 2
- Figura 52:** Cuba en Reposo
- Figura 53:** Carrocería en Proceso
- Figura 54:** Unidad en Proceso Enjuague 1
- Figura 55:** Activado en proceso
- Figura 56:** Unidad en Proceso Activado
- Figura 57:** Carga de Fosfato
- Figura 58:** Carrocería Ingresa a Fosfato
- Figura 59:** Carrocería sale de Fosfato
- Figura 60:** Enjuague en Reposo
- Figura 61:** Carrocería saliendo del Proceso
- Figura 62:** Cuba en Reposo Pasivado
- Figura 63:** Carrocería saliendo del Pasivado
- Figura 64:** Agua desmineralizada
- Figura 65:** Carrocería ingresando a la Etapa
- Figura 66:** Esquema de electrodeposición catódica

- Figura 67:** Cuba de E-COAT en Reposo y sus celdas Anolíticas
- Figura 68:** Momento antes que se electro-deposite
- Figura 69:** Momento después de la Electro-deposición
- Figura 70:** Sale la carrocería y es limpiada los excesos con las aspersiones
- Figura 71:** Silueta de KTL en Reposo
- Figura 72:** Carrocería en Silueta de KTL
- Figura 73:** Esquema de Filtrado
- Figura 74:** Ultra filtrado 1 en reposo
- Figura 75:** Carrocería saliendo del Proceso
- Figura 76:** Ultra filtrado 2 en agitación continúa
- Figura 77:** Carrocería saliendo de la Etapa
- Figura 78:** Silueta del Enjuague con agua desmineralizada
- Figura 79:** Carrocería durante el Proceso

TERMINOLOGÍA

Ablandamiento del agua. Eliminación de la dureza del agua por cualquier procedimiento adecuado.

Acabado. Apariencia final, calidad, índole, presentación de una superficie.

Adhesión. Consistencia de la unión entre un recubrimiento y su base.

Afloramientos. Aparecimiento tardío de manchas y fallas en las superficies tratadas.

Agente limpiador. Solución utilizada para retirar sustancias adheridas en las superficies metálicas.

Agente corrosivo. Sustancia utilizada para aumentar la rugosidad de las superficies metálicas por medio del ataque químico.

Agua industrial. Agua consumida por la población.

Aislamiento. Aplicación de una materia protectora.

Alisado. Eliminación de las rugosidades de una superficie.

Ánodo. En electrolisis, el electrodo en el cual se descargan, se forman iones positivos o se producen otras reacciones de oxidación.

Anión. Es un ion cargado negativamente.

Ánodo insoluble. Ánodo que no contribuye iones metálicos al electrolito durante la electrolisis.

Ataque químico. Aumento de la rugosidad de una superficie metálica por disolución selectiva mediante un agente corrosivo o cáustico.

Baño por inmersión. Solución empleada para realizar una reacción química sobre la superficie de un metal.

Baño primario. Solución utilizada para depositar inicialmente sobre un metal base una delgada capa de metal.

Catión. Ion cargado positivamente.

Cátodo. En electrolisis, el electrodo del cual se descargan iones positivos.

Cátodo auxiliar. un cátodo adicional que esta colocado de manera que desvía parte de la corriente de la pieza tratada , eliminando quemaduras por el peligro de excesiva densidad de corriente.

Cátodo de depuración. Un cátodo utilizado para la eliminación o descomposición de las impurezas de una solución electrolítica.¹

Chorro abrasivo. Proceso en el cual se proyectan partículas con gran velocidad contra la pieza a trabajarse.

Chorro húmedo. Proceso para limpiar o pulir por medio de suspensión de abrasivos en agua, que se dispara en forma de chorro contra la superficie a tratarse.

Deposito electrolítico. Capa obtenida por vía electrolítica a consecuencia del paso de una corriente apropiada en un electrolito.

Deposito por inmersión. Recubrimiento delgado por inmersión del metal base en una solución del metal del recubrimiento, sin paso de corriente eléctrica.

Desengrase. Eliminación de las materias grasas de la superficie de un metal.

Desengrase catódico (directo). Desengrase electrolítico en el cual la pieza a limpiarse es el cátodo.

Desengrase por inmersión. Desengrase por inmersión sin el uso de corriente.

Desengrase a chorro. Desengrase por medio de un chorro con solución desengrasante.

Desmineralización. Eliminación de la dureza del agua, por ejemplo por intercambio de cationes.

Desengrasante. Producto utilizado para el desengrase.

Eficiencia anódica. Eficiencia de la corriente anódica en un proceso electrolítico.

Eficiencia catódica. Eficiencia de la corriente catódica en un proceso electrolítico.

Eficiencia de corriente. Fracción, usualmente expresada en un porcentaje, de la corriente que es efectiva en llevar a cabo una reacción de acuerdo a la ley de Faraday.

Electrodo. Término para designar el cátodo o ánodo.

¹ NORMA INEN; Tratamientos superficiales

Electrolito. Solución conductora utilizada para los baños de recubrimiento o anodización.

Electro análisis. Deposito electrónico de un elemento o compuesto, a fin de determinar la cantidad del mismo en la solución electrolítica.

Fosfatización. Formación de una capa de fosfatos insoluble sobre metales.

Galvanoplastia. Procedimiento electrolítico para recubrir un objeto con una capa metálica.

Hoyos. Huecos producidos en las superficies metálicas por un deposito electrolítico no uniforme o por una electro disolución por ejemplo la corrosión.

Limpieza. Eliminación de sustancias extrañas de una superficie.

Material base. (metal base) objetos sobre el que se depositan un metal por galvanoplastia.

Oxidación. Reacción en la cual los electrones son removidos de un reactivo mas específicamente, la reacción con oxígeno.

Oxidante. Compuesto que causa oxidación en tanto que el mismo se reduce.

Pasivación. La operación por la cual se produce pasividad en una superficie metálica.

Pasividad. Condición de un metal que retarda las reacciones normales en un ambiente determinado, basada en el aumento de su potencial hasta un nivel mas noble que el normal correspondiente.

Pecas. Aparición de pequeñas manchas sobre los metales que han recibido un recubrimiento electrolítico.

Ph. El logaritmo negativo de la actividad de unión hidrógeno en un medio determinado por indicadores o por medios electrónicos .Da la medida de basicidad o acidez de una solución.

Poder de penetración. Mejoramiento de la distribución del recubrimiento sobre un electrodo, respecto a la distribución que es de esperarse según las condiciones dadas .la definición es también válida para otros procesos anódicos.

Poder de recubrimiento. Capacidad de una solución para depositar un metal uniformemente sobre un cátodo de forma irregular.

Poder de micro penetración. Capacidad de una solución electrolítica de depositar un metal en condiciones predeterminadas dentro de poros o fisuras.

Poros. Micro discontinuidades a través de un recubrimiento y que llegan hasta el metal base.

Proceso. Cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto a un cliente interno o externo.

Rectificador. Dispositivo o aparato que convierta la corriente alterna en continua.

Recubrimiento (revestimiento). Capa metálica o de otra índole depositada sobre un metal base.

Recubrimiento anódico. Recubrimiento protector, decorativo o funcional, formado por la conversión de la superficie del metal en un proceso de oxidación electrolítica.

Recubrimiento metálico. Término general que designa a los Recubrimientos obtenidos con metales por cualquier método.

Relación de corriente primaria. Relación de las densidades de corriente obtenidas sobre las dos partes dadas de un electrodo en ausencia de polarización. Es igual a la inversa de la relación de resistencias efectivas entre el ánodo y las partes específicas del cátodo.

Sellado del recubrimiento anódico. Proceso en el cual por absorción, reacción química u otro mecanismo aumenta la resistencia de un recubrimiento anódico contra oxidación y manchado, se aumenta la durabilidad de los colores producidos o se imparte otras propiedades deseables.

Solución adherida. Cantidad de agua o de solución que se adhiere a los cátodos cuando se introducen en un baño.

Solución. Líquido resultante de la acción de un disolvente líquido sobre un sólido soluble.

Solución arrastrada. Cantidad de solución que se adhiere a los cátodos cuando son retirados de un baño.

Tensión de celda. La tensión de celda durante la operación de galvanoplastia es la caída de potencial total entre terminales del ánodo y el cátodo.

Transferencia. Movimiento de los iones a través del electrolito asociado con el paso de corriente eléctrica.

PRESENTACIÓN

El estudio realizado en este proyecto permite comprender el proceso del sistema ELPO y su mejoramiento continuo. Que ayudara a identificar claramente el proceso del tratamiento mediante la cataforesis y sus pasos, e incluye un control de calidad exhaustivo para un mejoramiento, garantizando que el tratamiento químico sea eficaz; el estudio de sus falencias ayude a generar soluciones con la ayuda de los conocimientos sobre tratamientos superficiales aprendidos en el proceso de aprendizaje la cual favorecerá a la ensambladora de autos y maquinarias del ecuador s.a. (AYMESA) a conseguir una mejora en la producción.

CAPITULO I

1. PRESENTACIÓN DE AYMESA.

1.1 INTRODUCCIÓN.

En el presente capítulo se da a conocer la historia de AYMESA desde sus inicios hasta la actualidad, además sus datos de ubicación y distribución del área que está en estudio de la ensambladora.

1.2 REFERENCIA HISTÓRICA DE AYMESA.

Autos y Máquinas del Ecuador Sociedad Anónima.



FIG 1 REPRESENTACION GEOGRAFICA DE AYMESA

AYMESA se funda el 28 de Abril de 1970, e inicia con la construcción de la planta Nro. 1 de Guajaló en Quito, convirtiéndose en la primera empresa automotriz y en ese momento única del país.²

² AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA

Ensambla de su primer modelo el cual lleva el lema “Un carro hecho en Ecuador, para los ecuatorianos”, se lanza oficialmente el vehículo Andino Nro 1. (fig 2)



FIG 2 ANDINO N° 1

La producción de éste modelo se la realiza hasta los últimos meses de 1976. En 1977 se inicia la producción del Andino Nro 2, más moderno y confortable, el Andino Miura, este modelo fue exportado a Colombia, convirtiéndose en el primer vehículo ecuatoriano de exportación. (fig 3)³



FIG 3 ANDINO N° 2

³ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA

El éxito obtenido en los modelos anteriores permitieron importar una tecnología que no existía en el país, la fibra de vidrio en 1977, la fabricación del Gacela SL. (fig 4)



FIG 4 GACELA SL

En el año 1978 se comienza la construcción de la planta Nro 2 de Guajaló, y la producción de un nuevo modelo, de apariencia deportiva, Cóndor Sedan 2, otro auto de marca Ecuatoriana, con tecnología de fibra de vidrio. (fig 5)



FIG 5 CONDOR SEDAN⁴

⁴ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 6 CONDOR GP

En el año 1979 comienza la construcción de la extensión de la Planta Nro. 2 de Guajaló y con el modelo Van del Gacela se reemplaza la producción del Gacela SL.

En 1980 Finaliza la producción del modelo Andino Nro 2, se inicia la producción del Amigo de Lujo y finaliza la producción del Gacela Van. (fig 7)



FIG. 7 ANDINO AMIGO

En 1980, se habían entregado a los distribuidores 5000 unidades de los tres últimos modelos en ensamble. En 1981 comienza la producción del amigo Pick up.⁵

⁵ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA

En 1981 comienza la producción del vehículo metálico Hatch, cuya producción en el año 1982 había alcanzado las 1000 unidades.(fig 8)



FIG 8 CHEVETTE HATCH

En 1982 comienza la producción del vehículo Gala y finaliza la producción del Amigo de lujo, y en Diciembre la del Amigo pick up. (fig 9)



FIG 9 CONDOR GALA

En 1983 arranca la producción de la Cargo (SAN REMO pick up).
En 1983 se lanza al mercado el CHEVETTE cuatro puertas. (fig 10)⁶

⁶ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 10 SAN REMO CARGO

A partir de 1983 se han producido del vehículo insignia de Aymesa, el San Remo. (fig 11)



FIG 11 SAN REMO

A partir de aquella época y como parte de la corporación General Motors, AYMESA da pasos agigantados a la tecnificación e industrialización

Hasta 1987, también se producen otros vehículos como el ASKA (fig 12) y la DATSUN 1200 (fig 12)⁷

⁷ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 12 CHEVROLET ASKA



FIG 13 NISSAN DATSUN

El Año 1988, Aymesa lanza al mercado un vehículo económico, el Suzuki 1. (fig 14)⁸

⁸ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 14 SUZUKI FORZA 1

Habiendo logrado en el año 1990 la producción de la unidad 30000, se introduce un nuevo producto en el mercado, el Suzuki Swift hace su aparición en 1991. (figura 15)

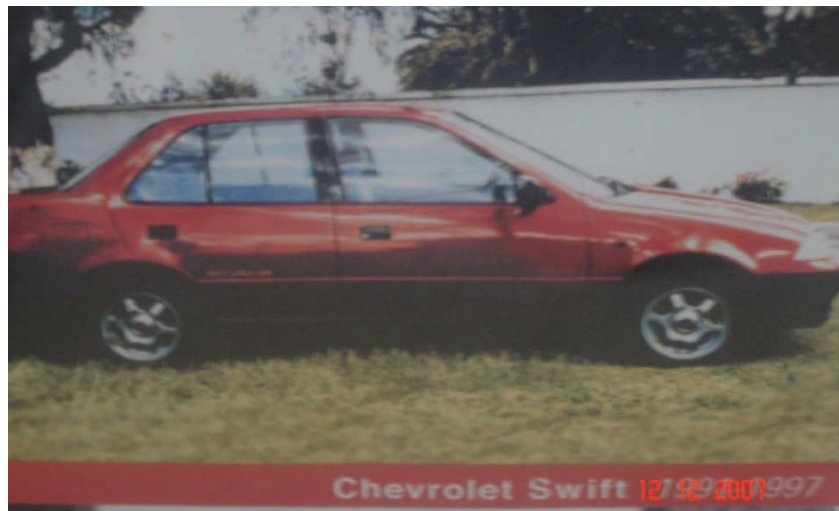


FIG 15 CHEVROLET SWIFT

En 1992 se formaliza la exportación de los vehículos ecuatorianos a Colombia con mayores volúmenes.(fig 16)⁹

⁹ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 16 CHEVROLET MONZA

En 1993 se ensambla la unidad 50000. En 1995, se libera la unidad 75000 y realiza una importante remodelación de la infraestructura de Aymesa, se inaugura la planta de pintura ELPO en 1996, la primera en el País para la producción de Chevrolet Corsa. (fig 17)¹⁰



FIG 17 CHEVROLET CORSA 3 PTAS

¹⁰ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 18 CHEVROLET CORSA 4 PTAS

En 1997 se lanza al mercado la camioneta Pick-up Corsa 1600. En ese mismo año una huelga en la planta General Motors de Colombia – Colmotores permite a Aymesa demostrar su capacidad instalada y su flexibilidad al producir para el mercado Colombiano 2500 vehículos corsa 4 puertas en tan solo 3 meses. (fig 19)¹¹



FIG 19 CORSA PICK-UP

¹¹ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 20 SUZUKI FORSA 2

En el año de 1999 se realiza una transacción de venta de acciones de General Motors y al mismo tiempo la firma de un convenio de ensamblaje de vehículos con AUTOVAZ – Rusia, bajo el cual se inicia en el año 2000 la producción del vehículo Lada Niva.(fig 21)



FIG 21 LADA NIVA

En el 2001 se logra la representación de la marca KIA en el país (fig 1.20)¹²

¹² AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 22 KIA SPORTAGE

En el año 2004 se produce un cierre de la planta de Aymesa mientras el grupo de inversionistas desarrolla importantes estrategias que permitan incrementar el mercado objetivo de la marca KIA en la región de Venezuela, Colombia y Ecuador.

En el año 2006 con una importante modernización en procesos, filosofía de trabajo, métodos y técnicas de producción automotriz de Clase Mundial, Aymesa integra entre sus ejecutivos expertos de alto nivel y reinicia sus operaciones a partir de Enero de 2007. Lanzando al mercado con importantes volúmenes para la región Andina el vehículo Rio Stylus de KIA y la Van de pasajeros KIA Pregio.(fig 24)¹³



FIG 23 KIA RIO

¹³ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA



FIG 24 PREGIO

En el año 2007 Aymesa, una ensambladora de vehículos independiente de marca, ha logrado en su reactivación contar con un equipo humano de altísimo nivel profesional y apoyado en esta experiencia ha demostrado, como en muy pocos meses es posible con una utilización muy eficiente de su talento humano y así convertirse en uno de los principales exportadores del Ecuador.



FIG 25 SPORTAGE

1.3 PROCESOS Y SUBPROCESOS

La ensambladora de Automotores y Maquinarias del Ecuador (AYMESA), es un proceso de la fabricación de automotores y se subdivide en:

- **Bodega**, se receipta los materiales
- **Soldadura**, se une la chapa metálica con soldadura de diferentes tipos
- **Acabado metálico**, se coloca partes externas como guardafangos, etc.
- **Elpo**, subproceso de tratamiento superficial
- **Fondo**, primer proceso de pintura
- **Pintura y Clear**, acabado final de pintura
- **Ensamblaje**, colocación de todos los accesorios
- **Control de Calidad**, inspección general de rigor en la calidad de la fabricación

1.4 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

La ensambladora AYMESA está ubicada en la ciudad de Quito en la Panamericana Sur Kilómetro 10, Urbanización Guajaló, la cual está conformada por su edificio administrativo, línea de producción y centros de acopio además de dos galpones de almacenamiento.

En el ANEXO 1 se observa las instalaciones

1.5 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.

Las necesidades de la planta cada vez siguen aumentando y se han realizado modificaciones de acuerdo a las exigencias en la línea de producción, la distribución de la planta. Los datos generales sobre las instalaciones de la ensambladora se ilustran a continuación

Área planta I: 16.500 m²

Área cubierta planta I : 15.300 m²

Área Planta II : 18.500 m²

Área cubierta planta II : 4.000 m²

Edificio Administrativo 4 pisos :4000 m²

Capacidad de producción en un solo turno de ensamble. : 6 JPH

(unidades/hora)=36,000 JPY (unidades/año)

Modelos Versiones:

Rio : RS & LS & LS/AC

Pregio : GS & GS/AC

Sportage

1.6 UBICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE LA SECCIÓN ELPO

La distribución del área ELPO viene dada de acuerdo a la secuencia de tratamiento indicada en el ANEXO 1¹⁴

¹⁴ AYMESA; Catálogos de información general de la ensambladora AYMESA

CAPITULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES.

2.1 INTRODUCCIÓN.

El desarrollo del capítulo comprende los diferentes factores que afectan a la lámina metálica tanto mecánicas, químicas como atmosféricas; además sus diferentes métodos de protección ante la corrosión y de limpieza superficial.

2.2 DESGASTE DE LOS METALES.

El desgaste es la remoción de partículas de la superficie de una pieza metálica por acción de fuerzas de fricción, combinada algunas veces con fuerzas de impacto y/o corrosión. Los problemas de desgaste existen en cualquier parte donde haya movimiento, casi todas las industrias encuentran problemas de desgaste.

2.2.1 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESGASTE DE LOS METALES.

Entre los principales factores de desgaste se puede considerar a la abrasión, erosión, impacto, corrosión, calor y otros factores no menos importantes, pero menos comunes son el rozamiento, la cavitación e impacto-fatiga.

2.2.1.1 ABRASIÓN.

Originada por la acción de partículas abrasivas duras que bajo acción de cargas se mueven en la superficie de la pieza, creando surcos o canales por remoción de material más blando. El proceso de remoción se efectúa por uno de los siguientes mecanismos que se ven a continuación:¹⁵

¹⁵ Seminario de Ingeniería de materiales, soldadura y manejo de Software Mantenimiento

2.2.1.1.1 EFECTO CORTANTE.

Ocurre en materiales dúctiles, cuando partículas con bordes agudos actúan formando virutas de metal.

2.2.1.1.2 EFECTO DESCONCHADO.

Cuando la superficie es dura y frágil, las partículas duras fracturan y desprenden el material en forma de astillas.

2.2.1.1.3 EFECTO LABRADO.

Se produce cuando partículas redondeadas actúan sobre superficies dúctiles produciendo deformación plástica y deposición de material en los bordes.

2.2.1.1.4 EFECTO EROSIÓN.

Causada por impactos de partículas sólidas a alta velocidad y determinado ángulo de incidencia

2.2.1.2 EROSIÓN.

Se produce por la acción cortante de partículas suspendidas en un medio fluido con alta energía cinética actuando bajo un determinado ángulo de impacto, cuyo daño al material puede verse acelerado por calor y corrosión.

2.2.1.3 IMPACTO

Se traduce en la colisión de partículas sobre la superficie metálica que origina un debilitamiento de sus propiedades mecánicas, por alteración de la estructura cristalina superficial.

2.2.1.4 CORROSIÓN.¹⁶

Este mecanismo ocurre cuando se produce una reacción química o electroquímica. Y se puede considerar dos situaciones diferentes, el ataque químico directo en el cual los electrones abandonan el metal convirtiéndolos en cationes metálicos de un compuesto; y la corrosión electroquímica por acción de un electrolito y de otro metal que produzca una acción catódica, convirtiendo a la pieza metálica en parte anódica.

2.2.1.5 CALOR.

Este no es un factor que cause un desgaste directo, más bien es un factor coadyuvante a los otros mecanismos, que actúa acelerando la acción de los otros factores antes mencionados.

2.3 TIPOS DE DESGASTE.

Los desgastes más conocidos en la industria son aquellos que se dan por medios mecánicos o químicos.

2.3.1 DESGASTE MECÁNICO.

Es aquel desgaste que se da por rozamientos entre metales, ya sea por deslizamientos o por acción de partículas y que se describen a continuación: adhesivo, abrasivo, erosivo, corrosivo, erosivo corrosivo, desgaste por cavitación.

¹⁶ www.monografias.com/trabajos3/corrosion/corrosion.shtml

2.3.1.1 DESGASTE ADHESIVO.

Ocurre cuando dos superficies metálicas se deslizan una contra otra, ya sea bajo carga o esta bajo presión, lo que se puede observar en las figuras 26 y 27

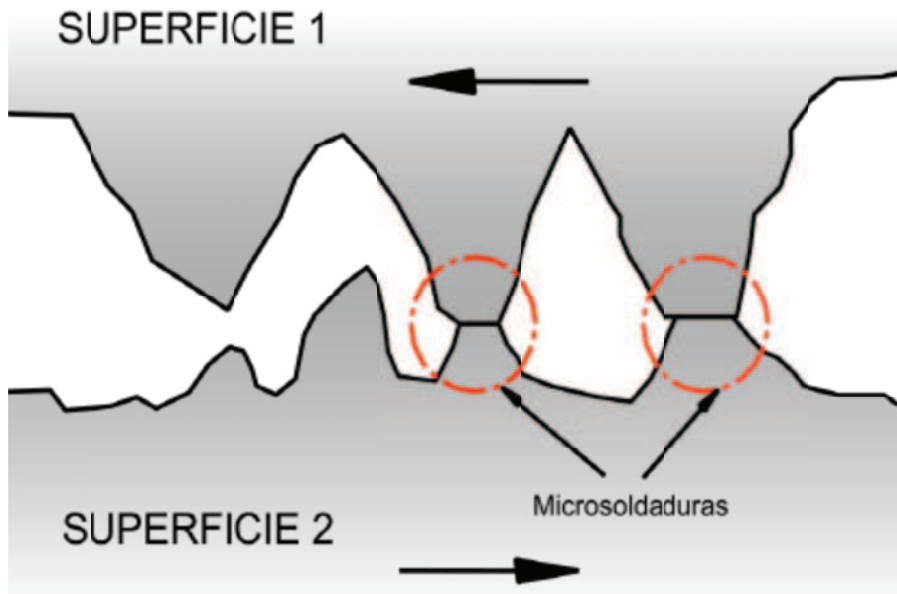


FIG 26 CONTACTO FRICCIÓN ENTRE SUPERFICIES



FIG 27 DESGASTE ADHESIVO

2.3.1.2 DESGASTE ABRASIVO.

Es la extracción de material por la acción de partículas duras que se halla en movimiento relativo con la superficie desgastada, a continuación las figuras 28 y 29

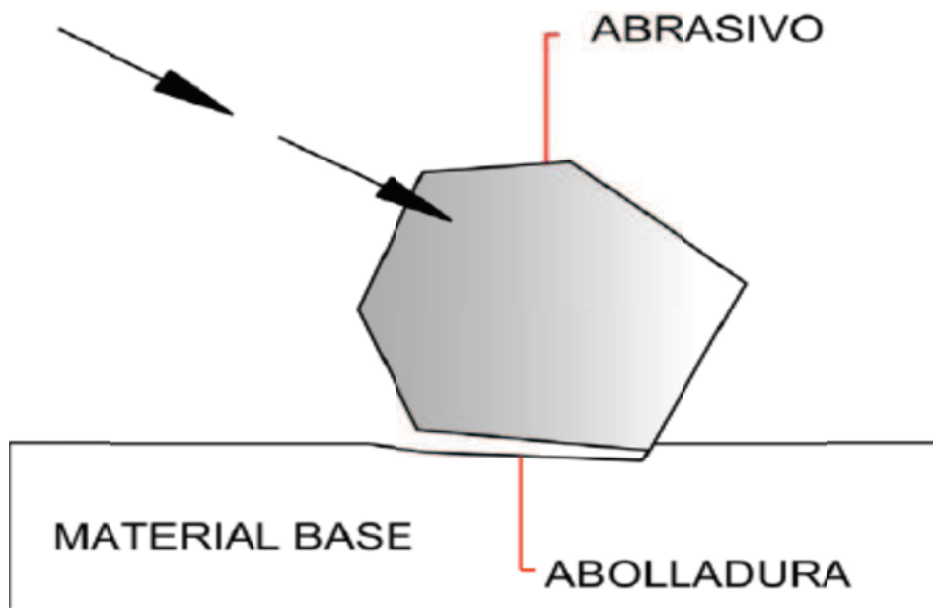


FIG 28 DESGASTE ABRASIVO



FIG 29 DESGASTE ABRASIVO

2.3.1.3 DESGASTE EROSIVO.

Es aquel desgaste que envuelve pérdida de material de una superficie por contacto con un fluido que contiene partículas abrasivas, a continuación las figuras 30 y 31

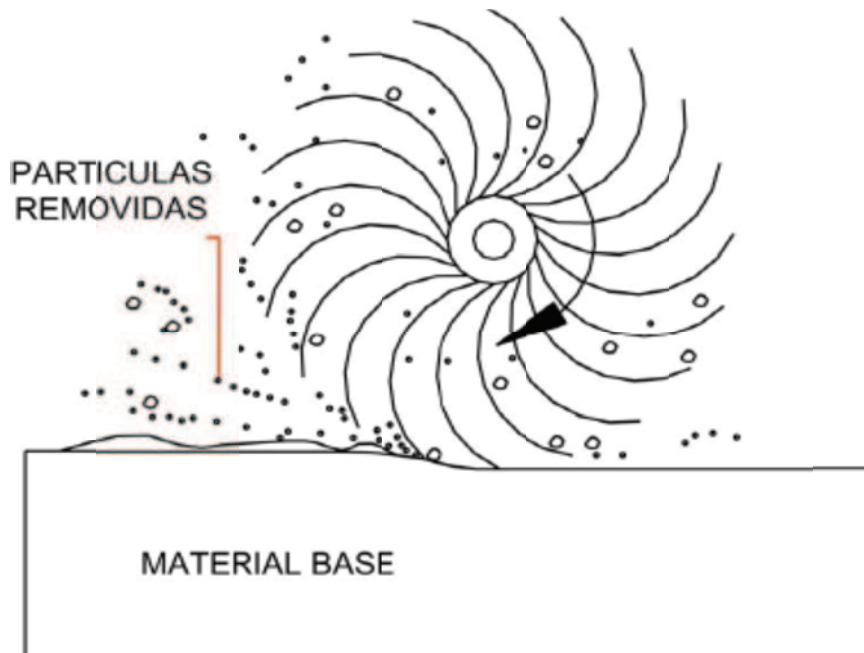


FIG 30 DESGASTE EROSIVO



FIG 31 DESGASTE EROSIVO

2.3.1.4 DESGASTE CORROSIVO.

Es aquel en el cual una reacción química o electroquímica conjuntamente con el medio ambiente contribuye significativamente en el desgaste, a continuación las figuras 32 y 33.

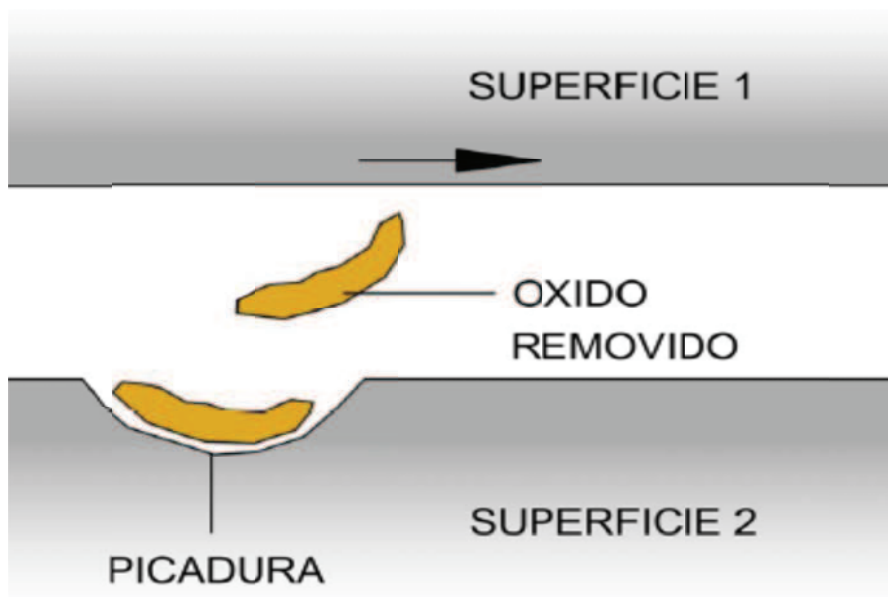


FIG 32 DESGASTE CORROSIVO

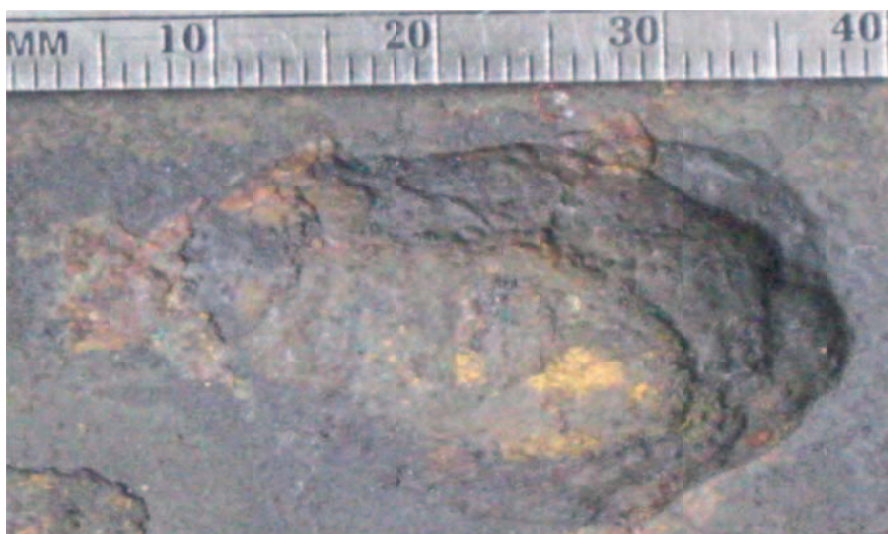


FIG 33 DESGASTE CORROSIVO

2.3.1.5 DESGASTE EROSIVO CORROSIVO.

Se da este tipo de desgaste cuando existe movimiento relativo entre la superficie del metal y el fluido corrosivo que puede ser arena comúnmente llamadas partículas abrasivas. A continuación la figura 34, describe gráficamente el desgaste.

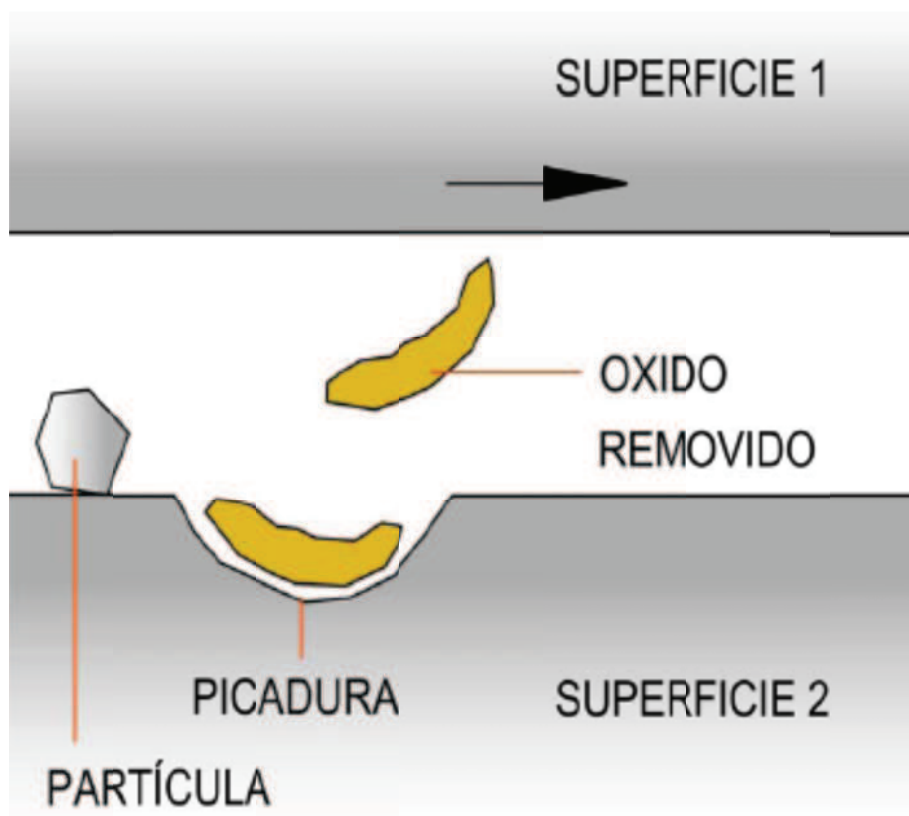


FIG 34 DESGASTE EROSIVO CORROSIVO

2.3.1.6 DESGASTE POR CAVITACIÓN.¹⁷

Es la extracción del material por efecto del cambio instantáneo de presión en la superficie metálica por efecto de la implosión de burbujas de aire o vapor. Este efecto debe suceder millones de veces en el mismo lugar para que de origen a una extracción de magnitudes de varios milímetros como en la siguiente fig 35.



FIG 35 DESGASTE POR CAVITACION EN LAS PAREDES DE UNA BOMBA DE AGUA

2.3.2 DESGASTE QUÍMICO.

Como su nombre lo dice este es un desgaste que ocurre por reacciones químicas como es la oxidación y la corrosión que se describen a continuación.

¹⁷ es.wikipedia.org/wiki/Cavitaci3n

2.3.2.1 DESGASTE POR OXIDACIÓN.¹⁸

La oxidación es una reacción química donde un metal o un no metal cede electrones, y por tanto aumenta su estado de oxidación. La reacción química opuesta a la oxidación se conoce como reducción, es decir cuando una especie química acepta electrones. Estas dos reacciones siempre se dan juntas, es decir, cuando una sustancia se oxida, siempre es por la acción de otra que se reduce. Una cede electrones y la otra los acepta, a continuación en la figura 36.



FIG 36 DESGASTE POR OXIDACIÓN

¹⁸ es.wikipedia.org/wiki/Corrosi3n

2.3.2.2 DESGASTE POR CORROSIÓN.

Es definida como el deterioro de un material metálico a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, la salinidad del fluido en contacto con el metal y las propiedades de los metales en cuestión, a continuación la figura 37.



FIG 37 DESGASTE POR CORROSIÓN

2.3.2.2.1 TIPOS DE CORROSIÓN.¹⁹²⁰

En la actualidad existen una infinidad de tipos de corrosión pero los citados a continuación son los más importantes: electroquímica, por oxígeno, altas temperaturas, galvánica, localizada por fisuras, por picaduras, atmosférica industrial.

¹⁹ es.wikipedia.org/wiki/Corrosi3n

²⁰ www.textoscientificos.com/quimica/corrosion/tipos

2.3.2.2.1.1 CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA.

La corrosión electroquímica se establece cuando en una misma superficie metálica ocurre una diferencia de potencial en zonas muy próximas entre si en donde se establece una migración electrónica desde aquella en que se verifica el potencial de oxidación más elevado, llamado área anódica hacia aquella donde se verifica el potencial de oxidación (este término ha quedado obsoleto, actualmente se estipula como potencial de reducción) más bajo, llamado área cátodo. El conjunto de las dos semi reacciones constituye una célula de corrosión electroquímica.

2.3.2.2.1.2 CORROSIÓN POR OXIGENO.

Este tipo de corrosión ocurre generalmente en superficies expuestas al oxígeno di atómico disuelto en agua o al aire, se ve favorecido por altas temperaturas y presión elevada (ejemplo: calderas de vapor). La corrosión en las máquinas térmicas (calderas de vapor) representa una constante pérdida de rendimiento y vida útil de la instalación.

2.3.2.2.1.3 CORROSIÓN A ALTAS TEMPERATURAS.

Generalmente esta clase de corrosión depende directamente de la temperatura. Actúa de la siguiente manera: al estar expuesto el metal al gas oxidante, se forma una pequeña capa sobre el metal, producto de la combinación entre el metal y el gas en esas condiciones de temperatura. Esta capa o “empañamiento” actúa como un electrolito “sólido”, el que permite que se produzca la corrosión de la pieza metálica mediante el movimiento iónico en la superficie. .

2.3.2.2.1.4 CORROSIÓN GALVÁNICA.

Es la más común de todas y se establece cuando dos metales distintos entre sí actúan como ánodo uno de ellos y el otro como cátodo. Aquel que tenga el potencial de reducción más negativo procederá como una oxidación y viceversa aquel metal o especie química que exhiba un potencial de reducción más positivo procederá como una reducción. Este par de metales constituye la llamada pila galvánica. En donde la especie que se oxida (ánodo) cede sus electrones y la especie que se reduce (cátodo) acepta los electrones. (por ejemplo una solución conductiva). A continuación en la figura 38

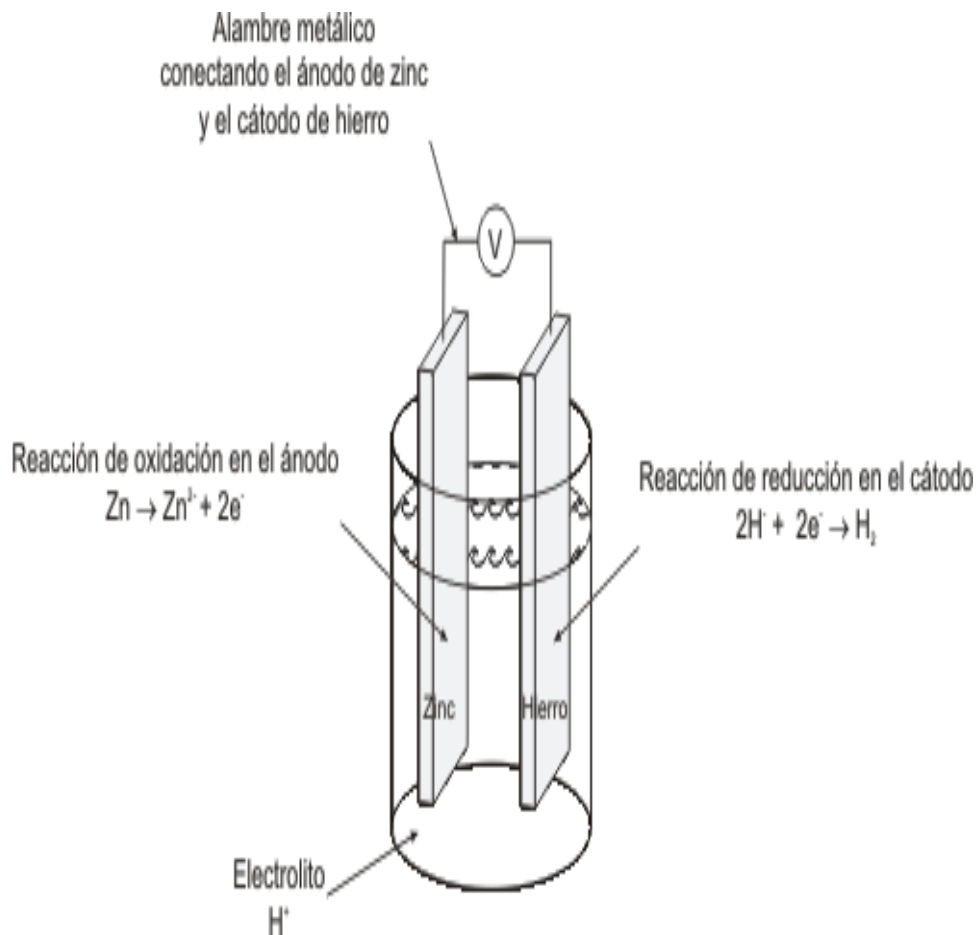


FIG 38. CORROSIÓN GALVÁNICA

2.3.2.2.1.5 CORROSIÓN LOCALIZADA POR FISURAS.²¹

La corrosión por fisuras o “crevice” es la que se produce en pequeñas cavidades o huecos formados por el contacto entre una pieza de metal igual o diferente a la primera, o más comúnmente con un elemento no- metálico.

En las fisuras de ambos metales, que también pueden ser espacios en la forma del objeto, se deposita la solución que facilita la corrosión de la pieza. Se dice, en estos casos, que es una corrosión con ánodo estancado, ya que esa solución, a menos que sea removida, nunca podrá salir de la fisura.

Además, esta cavidad se puede generar de forma natural producto de la interacción iónica entre las partes que constituyen la pieza. A continuación en las figuras 39 y 40.



FIG.39 CORROSIÓN EN FISURAS

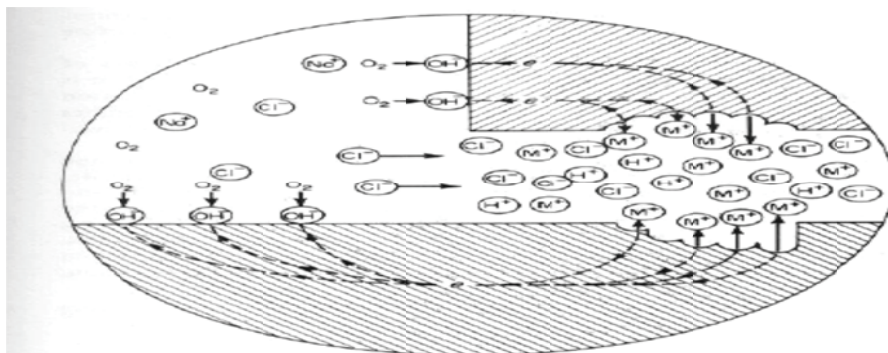


FIG. 40 CORROSIÓN LOCALIZADA EN FISURAS

²¹ ingenieriapro.blogspot.com/2008/11/corrosin-por-picadura-en-metales.html

2.3.2.2.1.6 CORROSIÓN LOCALIZADA POR PICADURAS.

Es altamente localizada, se produce en zonas de baja corrosión generalizada y el proceso (reacción) anódico produce unas pequeñas "picaduras" en el cuerpo que afectan.

Puede observarse generalmente en superficies con poca o casi nula corrosión generalizada. Ocurre como un proceso de disolución anódica local donde la pérdida de metal es acelerada por la presencia de un ánodo pequeño y un cátodo mucho mayor. A continuación en las figuras 41 y 42

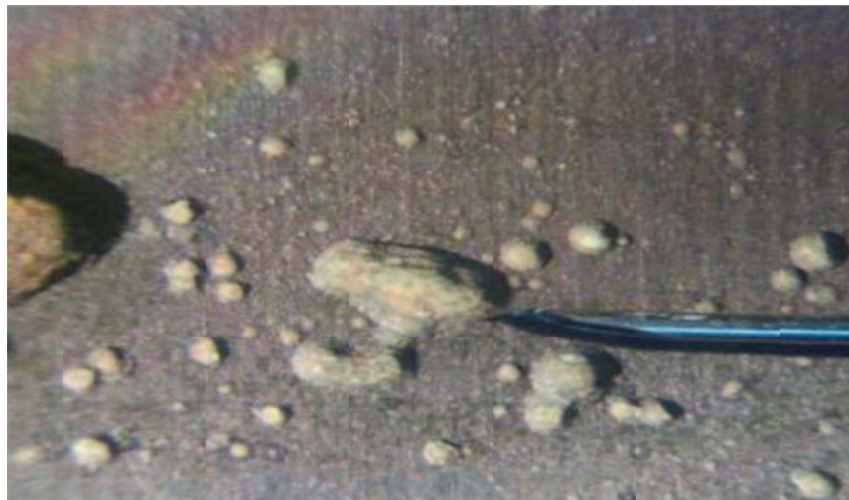


FIGURA 41 CORROSIÓN LOCALIZADA POR PICADURAS

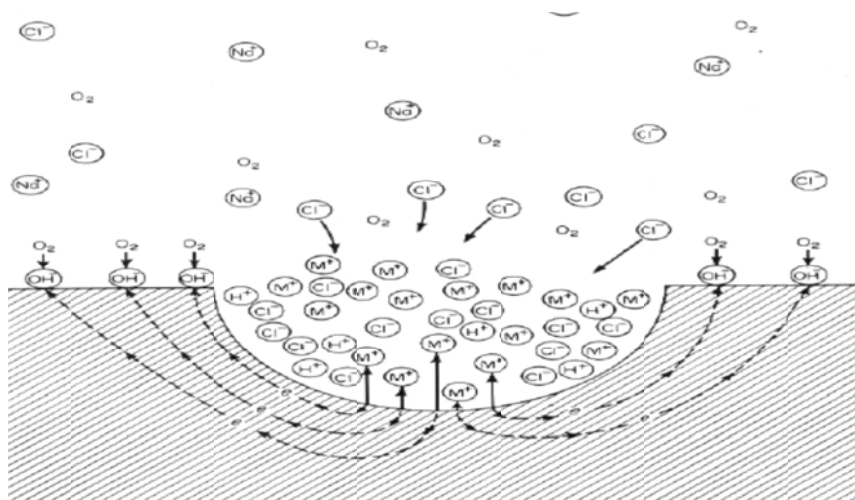


FIGURA 42 CORROSIÓN LOCALIZADA POR PICADURAS

2.3.2.2.1.7 CORROSIÓN ATMOSFÉRICA INDUSTRIAL.

De todas las formas de corrosión, la Atmosférica es la que produce mayor cantidad de daños en el material y en mayor proporción. Grandes cantidades de metal de automóviles, puentes o edificios están expuestas a la atmósfera y por lo mismo se ven atacados por oxígeno y agua. La severidad de esta clase de corrosión se incrementa cuando la sal, los compuestos de sulfuro y otros contaminantes atmosféricos están presentes. En adición, los ambientes industriales contienen una gran cantidad de partículas aerotransportadas, lo que produce un aumento en la corrosión como se ve en la figura 43.

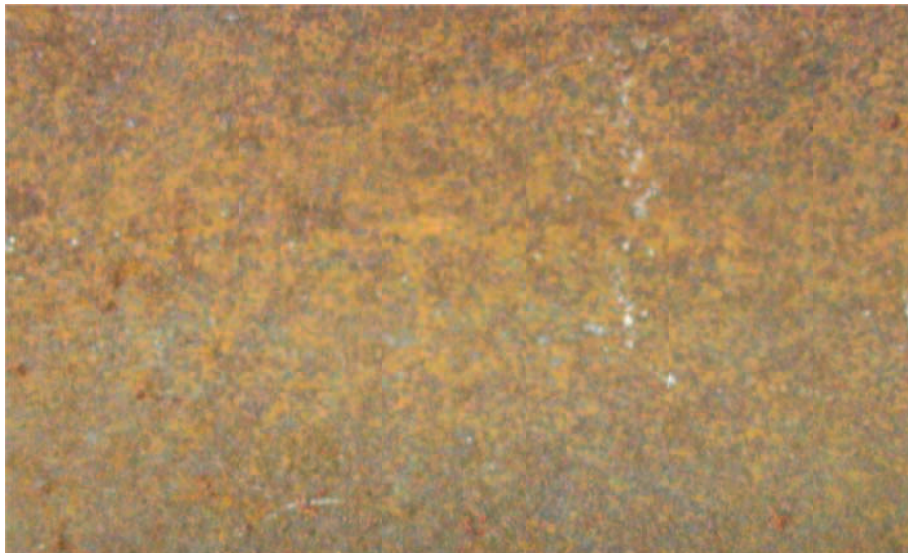


FIGURA 43 CORROSIÓN ATMOSFÉRICA INDUSTRIAL

2.4 PROTECCIÓN ANTE LA CORROSIÓN.²²

La idea de la protección ante la corrosión es la de no permitir que los metales se corroen en el medio ambiente, esclareciendo algunos de los más comunes e importantes métodos de protección, elección del material, concepción de la pieza, aislamiento del medio, protección catódica, galvanoplastia.

²² webdelautomovil.com/2007/10/proteccion-contra-la-corrosion-12

2.4.1 ELECCIÓN DEL MATERIAL.

La primera idea es escoger todo un material para la carrocería de los autos que no se corroa en el ambiente considerado. Se pueden utilizar aceros inoxidable, aluminios, cerámicas, polímeros. La elección debe tomar en cuenta las restricciones de la aplicación (masa de la pieza, resistencia a la deformación, al calor, capacidad de conducir la electricidad, etc.).

2.4.2 CONCEPCIÓN DE LA PIEZA.

En la concepción, hay que evitar las zonas de confinamiento, los contactos entre materiales diferentes y las heterogeneidades en general, hay que prever también la importancia de la corrosión y el tiempo en el que habrá que cambiar la pieza (mantenimiento preventivo).

2.4.3 AISLAMIENTO DEL MEDIO.

Existen distintos medios para impedir que ocurra la reacción química. Como primera medida de protección se puede aislar la pieza del ambiente, dándole una mano de pintura, cubriendo la pieza de plástico, haciendo un tratamiento de superficie (por ejemplo, nitruración, cromatación o proyección plasma)

2.4.4 GALVANISMO ANÓDICO O PROTECCIÓN CATÓDICA.²³

El galvanismo es usado como un método de protección a través de la transferencia de corrientes, se puede introducir otra pieza para perturbar la reacción; es el principio del "ánodo de sacrificio" o "protección galvánica".

Se coloca una pieza de aleaciones de zinc, aleaciones de magnesio y aleaciones de aluminio, que se van a corroer en lugar de la pieza que se quiere proteger; la reacción química entre el ambiente y la pieza sacrificada impide la reacción entre el ambiente y la pieza útil.

²³ bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec_7.htm

En medio acuoso, basta con atornillar el ánodo de sacrificio a la pieza que se debe proteger. Al aire, hay que recubrir totalmente la pieza; es el principio de la galvanización, como lo indica la siguiente figura 44

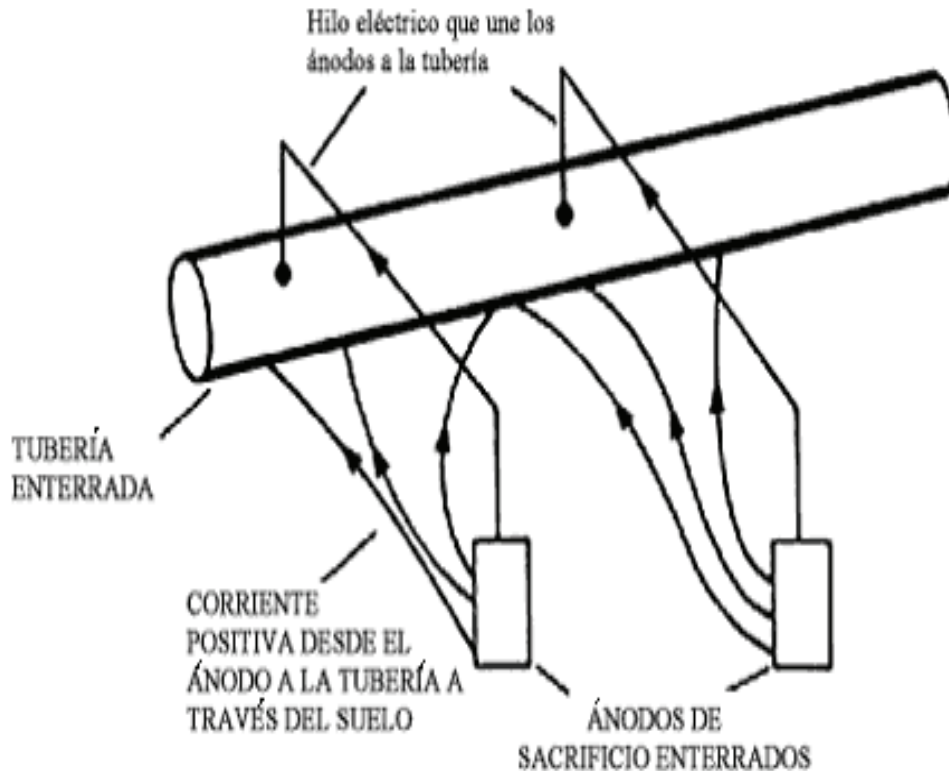


FIGURA 44 GALVANISMO ANODICO

2.4.5 GALVANOPLASTIA.²⁴

La pieza se puede recubrir con una película de otro metal electro depositado cuyo potencial de reducción es más estable que la superficie de la pieza.

La Galvanoplastia como el niquelado, el cincado (galvanizado), el cobriado y el cromatizado .El cromado usado comúnmente en la industria automotriz confiere una protección estable a la superficie del acero. En efecto, el cromo mismo no se corroe, protegiendo así la pieza, pero la mínima ralladura es catastrófica, pues la pieza hace entonces las veces de ánodo sacrificial del cromo y se corroe a gran velocidad

²⁴ www.sabelotodo.org/electrotecnia/galvanotecnia/galvanotecnia.html

2.5 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.²⁵

A continuación se podrá encontrar descripciones breves de los principales métodos de preparación de superficies especificados por el STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL (SSPC) y la NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS (NACE), que son las principales organizaciones Internacionales que han normado los grados de preparación en los Estados Unidos.

2.5.1 LIMPIEZA CON SOLVENTE.

La limpieza con solvente, está basado en la utilización de productos tales como: vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos.

Mediante este método son removidos la mayoría de los contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales solubles en el agente limpiador. La solución limpiadora es aplicada suavemente o mediante equipo de presión, seguido de un lavado con agua natural y secado con equipo de vacío o simplemente utilizando aire seco.

2.5.2 LIMPIEZA MANUAL.

Este método utiliza herramientas manuales, para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes que puedan ser removidos con el solo esfuerzo humano. A través de este método, generalmente no es posible desprender completamente todas las incrustaciones. Los bordes de pintura envejecida, deben ser desvanecidos para mejorar la apariencia del repintado que se haga posterior a la limpieza.

²⁵ www.nervion.com.mx/web/Tecnologia/preparac.php

2.5.3 LIMPIEZA MECÁNICA.

La limpieza mecánica, es un método que utiliza herramienta eléctrica o neumática, para eliminar impurezas tales como: residuos de soldadura, oxidación, pintura envejecida y otros incrustantes que pueden ser removidos con estas herramientas. A través de este método, generalmente no es posible desprender completamente todas las incrustaciones. Los bordes de pintura envejecida, deben ser desvanecidos, para mejorar la apariencia del repintado que se haga posterior a la limpieza.

2.5.4 LIMPIEZA CON FLAMA.

Este método consiste en pasar sobre las superficies metálicas flama altas temperaturas a alta velocidad.

Generalmente se usa flama de acetileno. Una vez aplicada la flama a la superficie, ésta debe limpiarse con cepillo de alambre para eliminar la escama floja y el óxido. La pintura primaria deberá aplicarse antes de que la superficie esté completamente fría.

2.5.5 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO

Este método de limpieza es muy utilizado en el campo tecnológico-industrial y se difunde con la práctica de varios materiales de abrasión pero los más utilizados son:

2.5.5.1 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO GRADO METAL BLANCO.

Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. Una superficie tratada con este método, presenta un uniforme color gris claro, ligeramente rugoso, que proporciona un excelente anclaje a los recubrimientos.

La pintura primaria debe ser aplicada antes de que el medio ambiente ataque a la superficie preparada.

2.5.5.2 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO GRADO COMERCIAL.

Procedimiento para preparar superficies metálicas, mediante abrasivos a presión, a través del cual es eliminado todo el óxido, escama de laminación, pintura y materiales extraños. Es permitido que pintura en buen estado e incrustaciones permanezcan adheridas aún después de la preparación de la superficie, siempre y cuando éstas no rebasen la tercera parte de cada superficie.

2.5.5.3 LIMPIEZA CON CHORRO ABRASIVO GRADO RÁFAGA.

Este tipo de limpieza, utiliza algún abrasivo a presión para preparar superficies metálicas que tengan una cantidad mínima de escoria, pintura, oxidación y otros contaminantes, se conoce generalmente como 'Ráfaga' y consiste en una limpieza muy superficial que permite que algunas incrustantes y pintura no sean eliminadas del sustrato.

2.5.6 LIMPIEZA QUÍMICA.

Método para limpieza de metales, mediante reacción química, electrólisis o por medio de ambos. A través de una reacción química con algún producto específico, superficies metálicas son liberadas de escamas, óxido, pintura y materiales extraños, posteriormente la reacción es neutralizada con alguna otra solución y secada con aire o vacío.

2.5.7 LIMPIEZA POR AGENTES ATMOSFÉRICOS.

Consiste en la remoción de pintura, escamas de laminación u óxido, por medio de la acción de agentes atmosféricos, seguido de alguno de los métodos de limpieza mencionados anteriormente.

La alteración debida a agentes atmosféricos, usualmente no constituye un método efectivo en la preparación de superficies, por lo que debe ir siempre acompañado de alguno de los métodos sugeridos en este documento, ya sea con herramientas mecánicas o mediante la aplicación de chorro de abrasivo.

2.5.8 LIMPIEZA POR CHORRO ABRASIVO GRADO CERCANO A BLANCO.

Método para preparar superficies metálicas, mediante abrasivos a presión, a través del cual es removido todo el óxido, escama de laminación, pintura y materiales extraños.

La superficie debe tener un color gris claro y deben eliminarse sombras de oxidación visibles en un 95%. De hecho la diferencia entre una limpieza con chorro de arena grado metal blanco y metal cercano al blanco, radica en el tiempo empleado para pintar, ya que el metal es atacado por el medio ambiente y pasa a ser grado cercano al blanco en poco tiempo.

2.5.9 LIMPIEZA POR DECAPADO QUÍMICO.

Este procedimiento se utiliza para eliminar cascarilla de laminación, óxidos y otros materiales extraños al metal por medio de la acción de ácidos inorgánicos que los disuelven o transforman en otros productos eliminables por lavado posterior con agua. Es un método más bien de taller por exigir la utilización de tanques donde se realiza la inmersión de las piezas.

Previamente al decapado se llevará a cabo el desengrase y limpieza de materias extrañas al material. El ataque químico se realiza con soluciones de ácido clorhídrico, sulfúrico o fosfórico a los que se ha añadido un inhibidor para impedir el ataque al metal. El tiempo de ataque dependerá del espesor y penetración de la calamina u óxido. Finalmente, se procede al lavado con agua caliente. En ocasiones sigue una inmersión en solución de ácido fosfórico o dicromato sódico para realizar un pasivado.

2.6 RECUBRIMIENTOS SUPERFICIALES.

Son los procesos mecánicos que se utilizan para la preparación de superficies metálicas, otros materiales con el fin de preparar la superficie para otros procesos de revestimiento metálicos plásticos o de pintura.

2.6.1 FOSFATADO.²⁶

Los recubrimientos de fosfato, son transformaciones de sustratos metálicos en nuevas superficies que tienen propiedades no-metálicas y no conductivas son ampliamente usados en la manufactura de productos metálicos por cuatro razones principales como:

Para pre-acondicionar superficies que van a recibir pintura, recubrimientos plásticos, transformaciones por maquinado en frío, mejoramiento y resistencia a la corrosión, ya que proveen una buena base de agarre para ceras, aceites protectores y lubricantes. El uso más amplio de los recubrimientos de fosfato, es el prolongar la vida útil de los acabados de pintura.

2.6.1.1 TIPOS DE FOSFATADOS.

Ordenados de manera creciente respecto al peso expresado en miligramos por pie cuadrado de material tratado, los siguientes fosfatos son los más empleados en la industria los cuales son: recubrimientos fosfatados de hierro, de Zinc pesados y recubrimientos de fosfatado de Manganeso.

²⁶ es.wikipedia.org/wiki/Fosfatado

2.6.1.1.1 RECUBRIMENTOS DE FOSFATADO DE HIERRO.

Las características más importantes del fosfato de hierro son:

- a) Estructura delgada amorfa.
- b) Peso de recubrimiento de 30 a 90 mg/pie².
- c) Excelente superficie para adhesión de pintura.
- d) Buena resistencia a la corrosión bajo pintura.
- e) Bajos requerimientos de calentamiento.
- f) Bajos gastos de equipo.
- g) Bajos costos en químicos.
- h) Fácil de controlar.

2.6.1.1.2 RECUBRIMENTOS DE FOSFATADO DE ZINC.

Las características más importantes son:

- a) Estructura definitivamente cristalina y relativamente pesada.
- b) Peso de recubrimiento de 150 a 600 mg/pie².
- c) Excelente superficie para adhesión de pintura.
- d) Máxima resistencia a la corrosión bajo pintura
- e) Buena vida media de la solución fosfatizante comparada al hierro

2.6.1.1.3 RECUBRIMENTOS DE FOSFATADO DE ZINC PESADOS.

Las características más importantes son:

- a) Estructura definitivamente cristalina y muy pesada.
- b) Peso de recubrimiento de 1000 a 3000 mg/pie².
- c) Actúa como un ligante que mantiene lubricantes y compuestos sin corrosión.

2.6.1.1.4 RECUBRIMENTOS DE FOSFATADO DE MANGANESO.

Las más importantes son:

- a)** Estructura cristalina muy pesada, los cristales más gruesos y más porosos que cualquier otro fosfato.
- b)** Peso de recubrimiento de 1000 a 4000 mg/pie².
- c)** Retiene un mayor volumen de aceites lubricantes o de prevención a la corrosión
- d)** Buena vida media de la solución fosfatizante, aunque producen la mayor cantidad de lodos.

De acuerdo a lo anterior, se puede observar que los recubrimientos de conversión abarcan una gran cantidad de pesos y características de cristal que van desde los muy pesados con cristales gruesos hasta los depósitos micro cristalinos ultra delgados .

El color del depósito cristalino varía desde el gris muy claro hasta el gris oscuro pasando por azul .Los recubrimientos son más oscuros a medida que se incrementa el contenido de carbón en el metal, asimismo, los recubrimientos micro cristalinos son de un gris más oscuro que los recubrimientos de cristales gruesos del mismo peso total.

Se ha determinado que el espesor de los recubrimientos tiene un rango de 0.1 milésimas en mg/pie² de área recubierta del metal, ha sido adoptado como base de comparación para expresar la cantidad de recubrimientos depositado, más que el espesor del mismo.

2.6.1.2 FUNCIONAMIENTO DE LOS RECUBRIMIENTOS DE FOSFATO.

Los recubrimientos de fosfato funcionan de las siguientes maneras:

Pre acondicionan las superficies otorgando un carácter no alcalino. Las condiciones alcalinas causan cortado severo de la pintura debido a que saponifican la mayoría de los vehículos de las pinturas, provocando con esto pérdida en la adhesión de la misma. Imponen una conformidad relativa a la textura de la superficie y mejoran la uniformidad en los tratamientos posteriores como pintura. Incrementan la superficie activa sobre la cual las fuerzas de atracción electrolítica reaccionan, es decir las fuerzas que causan la adhesión, pueden actuar.

Crean capilaridades y micro cavidades que proveen el suficiente agarre mecánico entre recubrimientos y superficies, y mantienen en su lugar los compuestos para maquinado, los aceites lubricantes y los aditivos anticorrosivos, antioxidantes. Amortiguan, disminuyen las ralladuras y golpes superficiales.

Aíslan los materiales contra corrosión electroquímica, previenen reacciones entre las resinas de las pinturas y los metales reactivos tales como el zinc, detienen el avance de la corrosión desde un área dañada hacia un área en buen estado que se encuentra adjunta.

2.6.1.3 FUNCION DE LOS RECUBRIMIENTOS DE FOSFATO.

El fosfatado es usado en la industria en diferentes campos, los cuales han sido desarrollados como en base para pintura, para plásticos, metal formado, lubricación en maquinados y para prevenir la corrosión en las láminas metálicas.

2.6.1.3.1 COMO BASE PARA PINTURA.

La vida útil de una pintura sobre una superficie metálica, depende de varios factores que operan dentro del sistema total de pintura. El funcionamiento total de acabado final, sin importar el tipo de pintura, está directamente relacionado a la efectividad del sistema de pre-tratamiento del sustrato, con el objeto de tratar los metales antes de recibir la pintura es prolongar la vida de esta ofreciendo una superficie compatible sobre la cual pueda amarrarse.

Este objetivo es llevado a cabo formando sobre la superficie metálica inestable, una base estable e inerte para apoyo de la pintura.

2.6.1.3.2 COMO BASE PARA PLÁSTICOS.

Los recubrimientos de conversión de fosfato, proveen una superficie limpia y una base mejorada para la aplicación de recubrimientos de plásticos y hule, adicionalmente, ofrecen protección contra la corrosión en aquellas áreas no cubiertas.

2.6.1.3.3 PARA METAL FORMADO Y LUBRICACIÓN EN MAQUINADOS.

Los recubrimientos de fosfato, proveen un excelente mecanismo superficial para agarrar y retener compuestos para operaciones de embutido en frío y para lubricantes.

La estructura cristalina de los fosfatos es particularmente útil en la extrusión de metales en frío, en donde actúan como depósitos del lubricante, manteniéndolo en su lugar y causando que fluya a medida que fluye el metal, de esta manera, fluye más libremente bajo la presión de extrusión y esto incrementa la vida de las piezas de trabajo.

2.6.1.3.4 PARA PREVENIR LA OXIDACIÓN Y LA CORROSIÓN.

Las superficies sin tratar del metal son relativamente inestables y propensas a la corrosión, los recubrimientos de conversión de fosfato son más estables y resistentes, en comparación con una estructura no metálica es tal que ellos absorben y retienen los compuestos para prevenir la corrosión y oxidación mucho mejor que las superficies sin tratar.

Algunas de las partes metálicas de acero principalmente, necesitan protección contra la corrosión, pero debido a que son partes internas de ensamble, no están a la vista y por, lo tanto no necesitan un acabado atractivo como pinturas electroquímicas. En estos casos, estas piezas reciben un tratamiento con fosfato de zinc de tipo pesado que le da una excelente protección en combinación con ceras o aceites especiales de protección.

2.6.2 PASIVACION.²⁷

Tras el proceso de fosfatado, se lava la superficie con una solución acuosa pasivante, tratamiento que mejora la adherencia y la protección anticorrosiva. Tradicionalmente, se realizaba el proceso con cromo hexavalente pero, por sus riesgos cancerígenos, se está sustituyendo por cromo trivalente y otros compuestos exentos. Al lavar la superficie con estas soluciones, se rellenan las cavidades de la capa micro cristalino, consiguiendo una superficie sin poros. Con objeto de eliminar electrolitos y restos de producto de los tratamientos anteriores, se realiza un lavado final de la carrocería con agua desionizada.

²⁷ es.wikipedia.org/wiki/Pasivaci3n

CAPITULO III

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ELPO.

3.1 INTRODUCCIÓN.

El desarrollo del capítulo son las condiciones óptimas bajo las cuales se maneja el proceso para obtener un recubrimiento de calidad y conocimientos sobre los temas abarca el proceso tecnológico para pintado de superficies metálicas, mediante el proceso Elpo o Cataforesis el cual es un método de aplicar pintura, utilizando corriente eléctrica para depositarla. El proceso sigue el principio en el cual, "Los opuestos se atraen".

3.2 RECUBRIMIENTO DE PINTURA SOBRE SUPERFICIES UTILIZANDO CORRIENTE ELÉCTRICA ELPO.²⁸

El principio de la física en la cataforesis es que los materiales con cargas eléctricas opuestas se atraigan. Este proceso consiste en aplicar una carga de corriente continua (CC) a una pieza metálica sumergida en un baño de pintura con partículas opuestamente cargadas. Las partículas de pintura son atraídas hacia la pieza metálica y la pintura es depositada en ésta formando una capa uniforme. El proceso continúa sobre cada superficie en cada hendidura y esquina hasta que la cobertura alcance el espesor deseado. Una vez obtenido el espesor deseado, la capa aísla la pieza y la atracción cesa terminando el proceso de la cataforesis.

Dependiendo de la polaridad de las cargas, la cataforesis se clasifica como anódica o catódica.(figura 45).

²⁸ www.itaingenieria.com/instalaciones_cataforesis.html

La diferencia en estos dos tipos de tratamientos depende del objeto a ser pintado con la carga que se lo vaya a tomar en cuenta para el proceso en caso de estudio es catódica puesto que la cuba tiene celdas anolíticas y por consiguiente la carrocería ingresa siendo el cátodo para realizar el proceso de cataforesis.

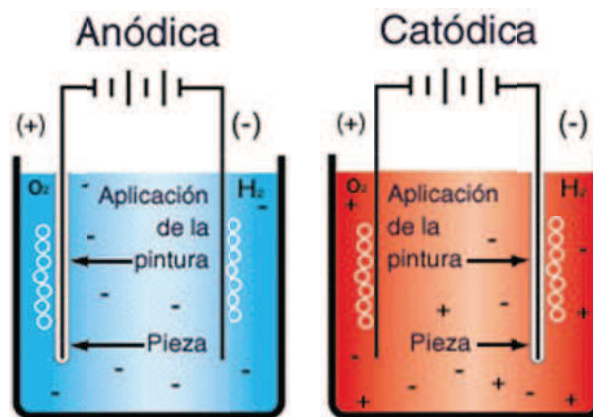


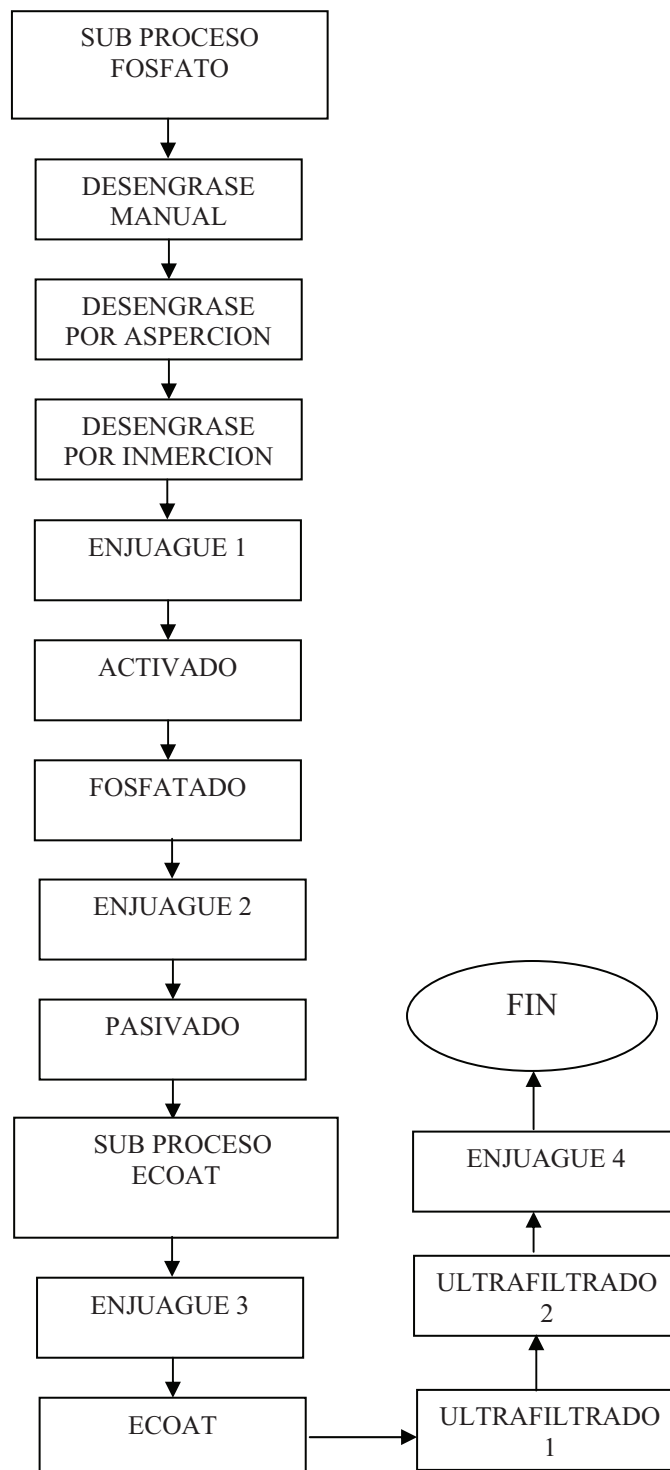
FIG 45 TIPOS DE CATAFORESIS

La cataforesis es un proceso de pintado por inmersión total de una pieza un una pintura hidrosoluble. Desde el punto de vista medio-ambiental es un proceso cuya eficacia es superior al de otros recubrimientos de pintura aplicados por proyección aerográfica y/o electrostática; además la pintura utilizada en base acuosa con un contenido mínimo de disolventes y exenta de metales pesados por lo que el factor contaminante es muy bajo lo que permite optimizar el proceso una descripción del proceso ELPO se detalla en la fig 46

Consta de 14 etapas que han sido analizadas y su información esta descrita en la continuación del capítulo a ser desarrollada, su temperatura, condiciones optimas, presiones a las cuales debe estar.

3.3 ANÁLISIS DEL ELPO.

El estudio del ELPO realizado por sus reacciones químicas las cuales van a ser descritas, especificadas sus reacciones como tratamiento superficial. Se divide en dos subprocesos que son fosfato y ecoat



3.3.1 SUB PROCESO FOSFATO.

El subproceso fosfato tiene 8 etapas que son desengrase manual, desengrase por aspersión e inmersión, enjuagues 1 y 2, activado, fosfatado y pasivado.

3.3.1.1 *DESENGRASE MANUAL.*

Una vez que se ha dado a la carrocería el acabado metálico se realiza la actividad con el desengrasante químico, agua industrial y butyglycol, aplicado mediante el uso de escobas, paños kiana y tres operadores. Limpiando con estos insumos la parte exterior y la interior de la carrocería como se ilustra en la figura 48. El resultado es reducir las suciedades ocasionadas al momento de soldar los componentes de la carrocería y poner sellante.



FIG 48 DESENGRASE MANUAL

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.1.2 DESENGRASE POR ASPERSIÓN

Es un proceso mediante aspersores con un compuesto químico disuelto en agua que permite retirar los residuos depositados en la carrocería esta se encuentra a 53°C que es calentada utilizando un caldero, con una presión de 1 BAR (14.5 PSI)

La figura 49 muestra la silueta de pre-desengrase en reposo, las figuras 50 y 51 el momento que la unidad ingresa al proceso



FIG. 49 SILUETA DESENGRASE POR ASPERCION

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA



FIG 50 CARROCERÍA ENTRANDO A LA ETAPA DE ASPERSION

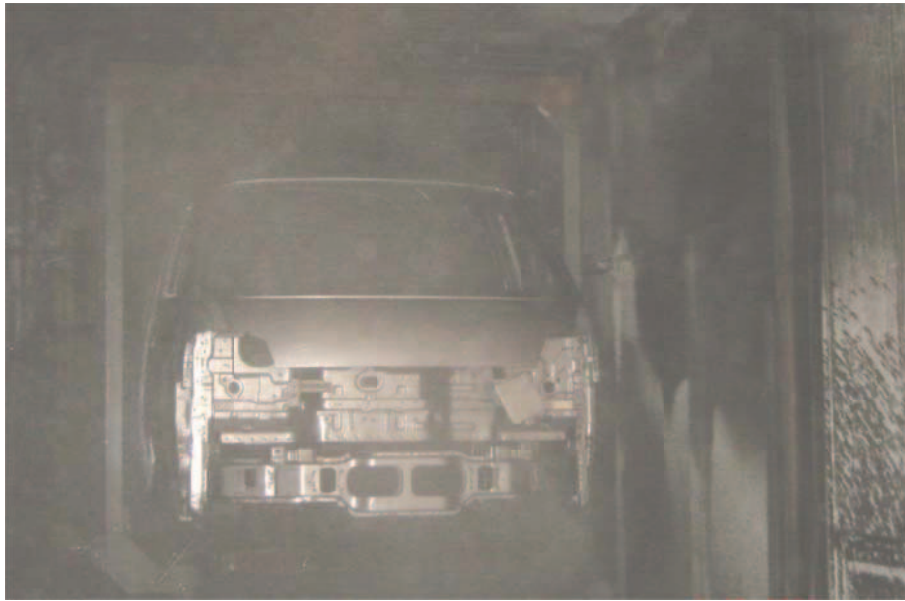


FIG 51 CARROCERÍA EN LA ETAPA 2

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.1.3 DESENGRASE POR INMERSIÓN.

Consiste en la inmersión de la carrocería en una cuba, que se encuentra llena con solución acuosa con desengrasantes, que permite retirar los residuos del proceso anterior depositados en la carrocería.

La figura 52 muestra la cuba de desengrase en reposo, la figura 53 el momento que la unidad ingresa al proceso



FIG 52 CUBA EN REPOSO

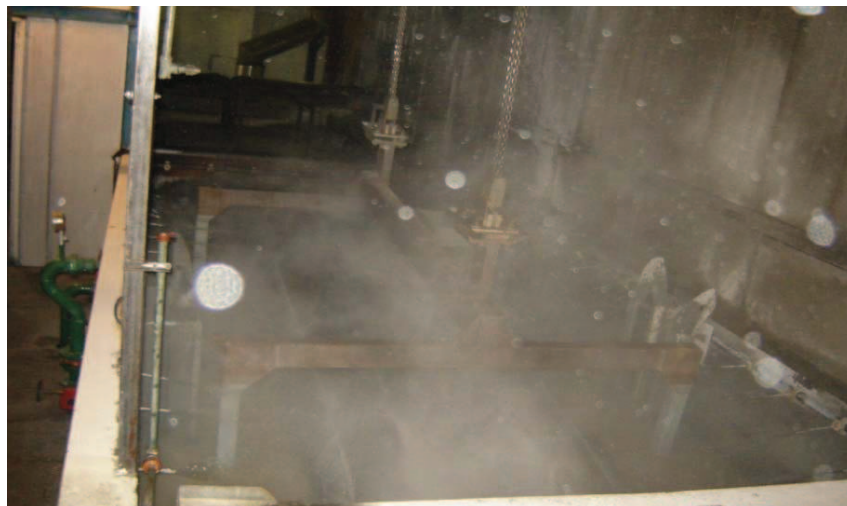


FIG 53 CARROCERÍA EN PROCESO

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.1.4 ENJUAGUE 1.

Consiste en un lavado con agua potable por el tiempo de 1 minuto 24 segundos

En la figura 54 la unidad esta en el proceso de enjuague



FIG 54 UNIDAD EN PROCESO ENJUAGUE 1

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.1.5 ACTIVADO.

Es la etapa anterior previa al fosfatado es también llamada lavado dos, consiste en la activación de la superficie de las carrocerías para la correcta fosfatación posterior; se lo realiza en una cuba que contiene sales de titanio, está a temperatura ambiente y se encuentra en constante agitación. Se realiza por inmersión durante un minuto con cincuenta y cinco segundos, la etapa no tiene aspersion. En la figura 55, la piscina se encuentra en reposo en la figura 56, la carrocería está saliendo de la cuba de activado.



FIG 55 ACTIVADO EN REPOSO



FIG 56 UNIDAD EN PROCESO

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.1.6 FOSFATADO.

Es un tratamiento de conversión de la superficie metálica, mediante el cual el metal es atacado, formándose una capa microcristalina de fosfato de zinc, para conseguirlo se sumerge la carrocería en un baño acuoso, fundamentalmente, ácido fosfórico, fosfatos primarios de zinc y aditivos acelerantes, a temperatura de 40° a 60°C, durante 4 minutos aproximadamente. Esta inmersión proporciona un recubrimiento uniforme y mejor penetración en las partes de difícil acceso que si se hiciera con aspersion.

La capa creada es porosa y gracias a su estructura cristalina, aumenta la superficie de contacto, facilitando la adherencia de la pintura electrolítica esta capa es prácticamente insoluble y eléctricamente aislante por lo que protege el metal de la carrocería frente a la humedad y la corrosión, su espesor depende principalmente, del tiempo de inmersión y de la acidez total del baño, influyendo otros aspectos como la temperatura.

La figura 57 muestra la carga de fosfato en estado puro para calibrar parámetros de la solución acuosa, la figura 58, el momento que la unidad ingresa al proceso

En la figura 59 el momento que las aspersiones se abren para retirar los lodos del fosfato, tienen una presión de 1 BAR (14.5 PSI)

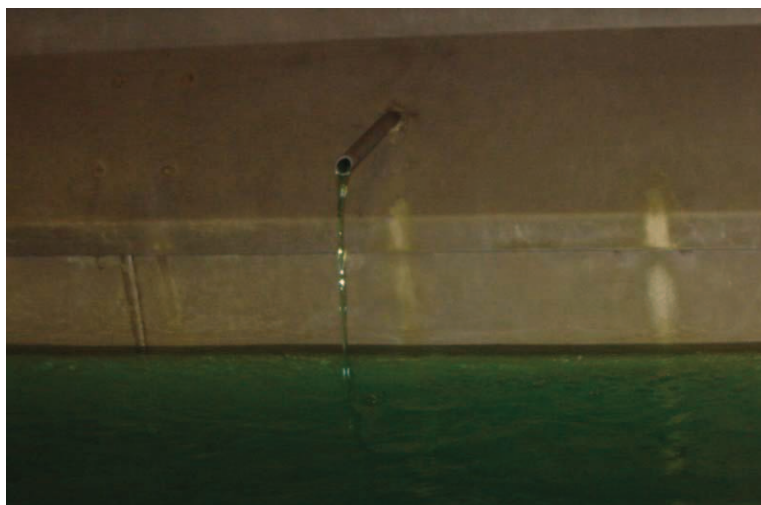


FIG 57 CARGA DE FOSFATO



FIG 58 LA CARROCERÍA INGRESA AL FOSFATO



FIG 59 LA CARROCERÍA SALE DEL FOSFATO

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.1.7 ENJUAGUE 2.

Ayuda a limpiar el exceso de fosfato depositado en la carrocería, se lo realiza con agua industrial durante 1 minuto con 43 segundos tiene la particularidad que constantemente se encuentra saturado con el lodo y necesita un constante drenamiento para mantener las condiciones adecuadas del enjuague , la temperatura es la del ambiente y no tiene recirculación. En la figura 60 la cuba de agua potable limpia y en reposo. En la figura 61 el momento que las aspersiones se abren para retirar los lodos del fosfato, tienen una presión de 1 BAR (14.5 PSI)



FIG 60 ENJUAGUE EN REPOSO



FIG 61 CARROCERÍA SALIENDO DEL PROCESO

3.3.1.8 **PASIVADO.**

Se refiere a la formación de una película relativamente inerte, sobre la superficie de un material (frecuentemente un metal), que lo enmascara en contra de la acción de agentes externos. Aunque la reacción entre el metal y el agente externo sea termodinámicamente factible a nivel macroscópico, la capa o película pasivante no permiten que estos puedan interactuar, de tal manera que la reacción química o electroquímica se ve reducida o completamente impedida

El pasivado se recoge en la Norma Europea: EN 2516:1997: Pasivado de aceros resistentes a la corrosión y descontaminación de las aleaciones de níquel. Se asignan clases de proceso a las diversas familias de acero inoxidable, que definen una o dos fases de los tratamientos de pasivado utilizando soluciones de ácido nítrico o de dicromato sódico.

Las Normas Americanas cubren una gama más amplia de procesos incluyendo la limpieza, decapado y pasivado. Las principales normas son: ASTM A380 - Norma de limpieza, descascarillado y pasivado de piezas, equipos y sistemas de acero inoxidable. ASTM A967 - Especificación de tratamientos de pasivado químico de piezas de acero inoxidable. En la figura 62 la cuba de pasivado en reposo. En la figura 63 el momento que las aspersiones se abren para retirar los excesos de pasivado y dejar una superficie uniforme, tienen una presión de 0.5 Bar (7.25 PSI)²⁹

²⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Pasivaci%C3%B3n>



FIG 62 CUBA EN REPOSO PASIVADO



FIG 63 CARROCERÍA SALIENDO DE PASIVADO

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.2 SUB PROCESO ECOAT.

El subproceso ecoat tiene 7 etapas que son de recubrimiento superficial de acabado que son: enjuague 3 y 4, cuba electrolítica, silueta de KTL, ultrafiltrado 1 y 2.

3.3.2.1 ENJUAGUE 3.

Este enjuague es realizado en una cuba de agua desmineralizada la cual se obtiene a través de un proceso de deionización con dos elementos químicos, el ácido clorhídrico y soda cáustica, que son mezclados en un lecho mixto que contiene resinas de varios tipos y mediante tratamiento que se lo realiza en 12 pasos.

El agua desionizada es la obtenida mediante un proceso que utiliza resinas de intercambio iónico (aniónica y catiónica) de apariencia pequeña, esférica, color café; de fabricación especial que eliminan las sales ionizadas del agua, teóricamente puede eliminar el 100% de las sales.

La desionización normalmente no elimina los compuestos orgánicos, virus o bacterias excepto a través del atrapado “accidental” en la resina y las resinas aniónicas de base fuerte de fabricación especial que eliminan las bacterias gran negativo.

En la tabla 1 se puede observar las especificaciones del agua desionizada, tanto en las propiedades físicas como en el estudio químico realizado en los laboratorios para aprobar al agua apta para el proceso.

Características**Resultados**

| | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Aspecto físico y estudio químico | Líquido transparente e incoloro |
| Reacción neutra con azul de bromitol | Corresponde |
| Reacción neutra con rojo de metilo | Corresponde |
| Sulfatos | Negativo |
| Cloruros | Negativo |
| Amonio | Negativo |
| Calcio | Negativo |
| CO ₂ | Negativo |
| Conductividad | Máx 10 µs |
| pH 25°C | 5.07 – 10.00 |

Tabla 1

El enjuague con agua desionizada ayuda a preparar a la carrocería para una mayor adhesión de la etapa de e-coat o KTL en el momento de la inmersión. En la figura 64 se encuentra el enjuague de agua desionizada en reposo, condiciones iniciales en donde es realizado el estudio y se hace referencia a la tabla 1. En la figura 64 la cuba de agua desionizada esta en reposo. En la figura 65 la carrocería está ingresando a la cuba de enjuague 3

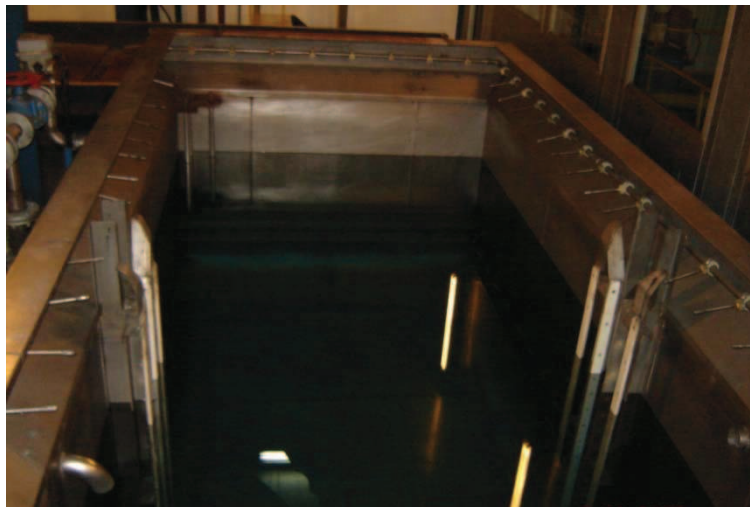
**FIG 64 AGUA DESMINERALIZADA**



FIG 65 CARROCERÍA INGRESANDO A LA ETAPA

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.2.2 PINTURA ELECTROLÍTICA O ECOAT.

Es uno de los tratamientos de protección anticorrosivo que recibe la carrocería: posterior al enjuague con agua desionizada, se crea una capa mediante electrodeposición; el producto se deposita sobre la carrocería por la acción de la corriente eléctrica. La carrocería, conectada negativo o cátodo se introduce en un baño de pintura cataforética cuya cuba está conectada al polo opuesto, el positivo o ánodo por medio de celdas electrolíticas y mediante la corriente eléctrica, la pintura cataforética, se caracteriza porque contiene pigmentos anticorrosivos, se deposita en la carrocería

La tensión con que se trabaja puede estar comprendida entre los 100 a 400 voltios en nuestro caso existen dos instantes la uno para 125 voltios y la otro para 210 voltios. El espesor de la capa depende de la tensión aplicada suministrada por un rectificador de corriente alterna en corriente continua, pues la capa que se va depositando no conduce corriente eléctrica por lo que el efecto eléctrico cesa cuando la capa alcanza un determinado espesor sugerido por el proveedor DUPONT. Los espesores suelen estar entre 18 y 25 micras, con un tiempo de inmersión de 3 minutos con 28 segundos

Luego de este proceso la carrocería se lava con permeato mediante un sistema de aspersión, para eliminar los restos de producto que no se han adherido. En la figura 66 el esquema del proceso de pintado de una carrocería por electrodeposición catódica.

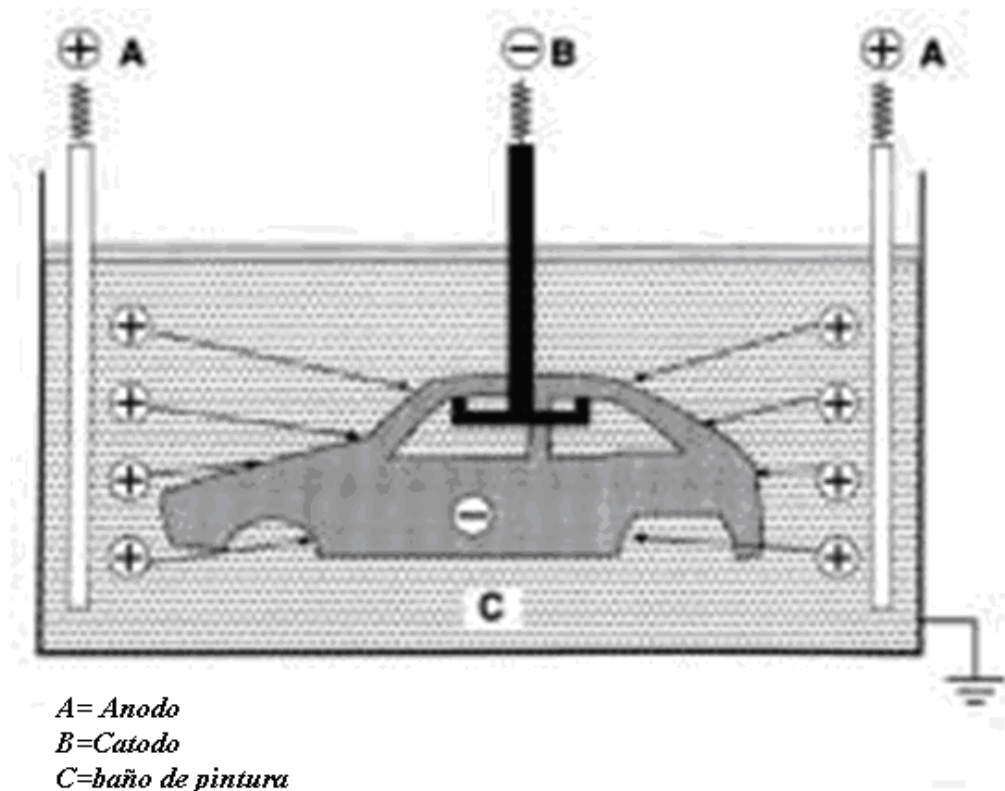


FIG 66 ESQUEMA DE ELECTRODEPOSICION CATODICA

Un parámetro importante para una buena aplicación de la pintura es la agitación de la pintura por la tendencia a la sedimentación de la pintura, al ser una emulsión, para evitarlo, la cuba de inmersión debe estar concebida y diseñada para que la pintura esté en permanente agitación, tanto en la superficie como en su interior, y en el sentido del transportador. Esta circulación tiene tres objetivos básicos:

- a. Conservar la pintura en mezcla uniforme en la cuba y evitar sedimentación de los pigmentos en el fondo o en las partes horizontales de las piezas a pintar.
- b. Filtrar en continuo el baño de cataforesis para eliminar suciedad o granos que puedan provocar defectos de pintura y conservar el baño siempre limpio.
- c. Mantener el baño a la temperatura de trabajo (entre 28 y 35 ° C), eliminando las calorías desprendidas en la electrodeposición, en las bombas y por rozamiento en las tuberías, el parámetro a ser usado es de 31°C el cual es mantenido en su temperatura constantemente a través de un grupo de refrigeración, este en caso de falla tiene un sistema de enfriamiento manual; es activado mediante válvulas manuales y consiste en la recirculación de agua en un sistema cerrado con un intercambiador de calor .

Estas tres funciones, deben ser mantenidas en continuo para evitar fallas y que el producto a ser utilizado no presente inconvenientes para la producción y su resultado sea óptimo, sin defectos en las carrocerías como cráteres, manchas, exceso de deposición entre otros.

En la figura 67 podemos observar a la cuba electrolítica en reposo y sus componentes como las celdas anolíticas, mangueras que ayudan a circular permeato, aspersores. En la figura 68 la carrocería se esta sumergiendo en su primer instancia demostrando el efecto de electrodeposición. En la figura 69 la carrocería es pintada. En la figura 70 la carrocería sale del proceso de electrodeposición, las aspersiones se abren para retirar los excesos de pintura.

CUBA ELECTROLITICA



FIG 67 CUBA DE E-COAT EN REPOSO Y SUS CELDAS ANOLITICAS



FIG 68 MOMENTO ANTES DE QUE SE ELECTRO-DEPOSITE



FIG 69 MOMENTO DESPUÉS DE LA ELECTRO-DEPOSICION



FIG 70 SALE LA CARROCERIA Y ES LIMPIADA LOS EXCESOS CON LAS ASPERCIONES

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.2.3 **SILUETA DE KTL O ENJUAGUE DE PERMEATO.**

Es un conjunto de aspersores que bañan la carrocería con permeato, retira los excedentes de pintura depositados en la carrocería su duración es de un minuto con 15 segundos. En la figura 71 se mira la silueta de KTL en estado de reposo. En la figura 72 la carrocería esta en el proceso



FIG 71 SILUETA DE KTL REPOSO



FIG 72 CARROCERÍA EN SILUETA DE KTL

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.2.4 FILTRADO.

El subproceso de filtrado consiste en separar la pintura todas las partículas gruesas, previa a la ultrafiltración, y para hacerlo con efectividad, el volumen de pintura filtrado en continuo debe ser tres veces la capacidad de la cuba por día, Son necesarios dos circuitos independientes: uno desde el rebosadero, y el otro desde la entrada de la cuba donde la aspiración debe hacerse en el punto más bajo y en toda su anchura, para asegurarse de recuperar todos los sedimentos. Cada circuito mueve 1,5 volúmenes por hora, sobre los que van instalados los filtros manga, y otros, normalmente con una finura de malla, efectiva, de 25 μ para la pintura. Estos filtros bolsa se cambian, cuando la pérdida de carga, entre los manómetros de entrada y salida, se sobresature. En el caso de contaminación del baño, será necesario filtrar por bolsas anti - aceite. Asimismo deberá atenderse a las recomendaciones de utilización del fabricante de filtros manga para conseguir descontaminar el baño en el mínimo tiempo posible.

3.3.2.4.1 ULTRA FILTRADO 1.

Es un proceso de separación partículas duras de la pintura mediante membranas semipermeables, para emulsiones o coloides de una solución acuosa, en sistemas modulares. La unidad de ultra filtrado tiene tres objetivos:

1. Purgar el baño de pintura de las impurezas solubles, manteniendo sus características. Es necesaria una purga regular de ultra filtrado nuevo (UFN) en función del trabajo de la instalación (mínimo de 0,05 l. por m² pintado)
2. Lavar la superficie pintada, en cascada inversa, recuperando el máximo de pintura no electro depositada.
3. Regenerar los baños de lavado, durante los períodos de no producción (noches y/o fines de semana).

La producción de ultra filtrado es necesaria para todas las operaciones es de 1,5 a 2,0 l/m², debiéndose regenerar las membranas cuando se llega a un mínimo de 1,2 l/m².

Pasan por la membrana de ultra filtrado todos los compuestos de bajo peso molecular, como: agua, sales minerales (fosfatos, cromados, etc.), potasio, amoníaco, aminas, disolventes orgánicos. Y son retenidos por la membrana: los pigmentos, el barniz o resina; salvo un pequeño porcentaje de bajo peso molecular, que puede llegar a atravesarla (dependiendo de la capacidad de filtración de la membrana).

La aplicación del ultra filtrado al baño de pintura permite eliminar los compuestos de bajo peso molecular al incorporarse al permeato. Este puede dirigirse directamente o bien usarse en la primera zona de lavado de las piezas pintadas.

Directamente este es un proceso de depurado de la pintura a través de membranas que están destinadas a retener impurezas y pasar permeato La figura 73 es el diagrama del sistema de ultrafiltrado.

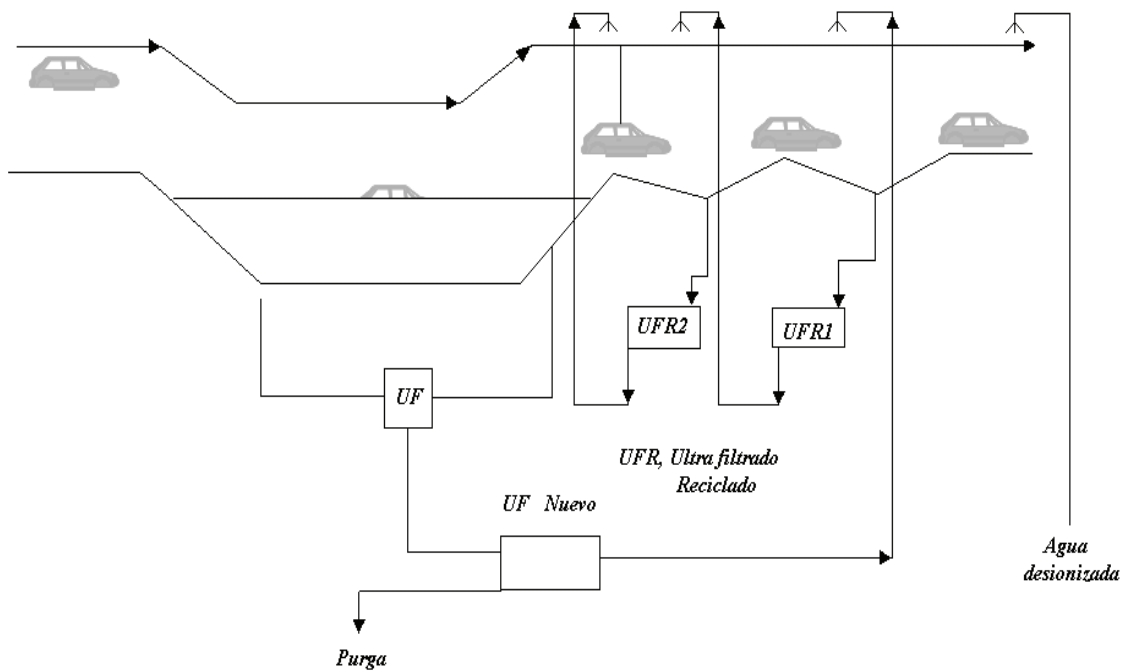


FIG 73 ESQUEMA DE FILTRADO

También puede eliminarse el exceso de agua por la ultrafiltración de la pintura, cuando las pérdidas de agua por evaporación y por arrastre de piezas no compensen la cantidad de agua introducida en el proceso de compensación, evitando que el nivel del baño aumente o disminuya.

Los módulos deben funcionar produciendo ultra filtrado nuevo las 24 horas del día, una parada de su funcionamiento con pintura en su interior, supone la decantación de ésta en las membranas (la pintura sólo es estable en agitación continua) haciéndoles perder su capacidad de ultra filtrado, pudiendo llegar a inutilizarla si la parada fuera prolongada y no se realizara un lavado y arrastre de ésta a la cuba de pintura. Por lo que las bombas de alimentación deben ser dobles (una de bomba debe estar en reserva o stanby), y estar conectadas a un grupo eléctrico independiente del tablero de control general.

En el caso de fuga de alguna de las membranas instaladas en el módulo, una bandeja y un colector de desvío de estas fugas, permite recoger la pintura y enviarla por gravedad a la cuba de trabajo, por lo que es aconsejable instalar el módulo de ultra filtrado en un nivel más alto que la cuba, o si no a través de una fosa de puntos bajos desde donde bombearla a la cuba de trabajo.

En el caso de una fuga aislada de una membrana, ésta debe ser desconectada con retorno directo a la cuba de trabajo, y mantener el ultra filtrado en funcionamiento y producción de ultra filtrado nuevo. Los materiales de construcción del sistema de ultra filtrado

Las tuberías de alimentación en pintura a los módulos deben ser en acero inoxidable, dada la corrosividad del medio ácido de la pintura. Las bombas de alimentación de pintura a los módulos pueden ser similares a las del circuito de agitación-filtración de la pintura, acero inoxidable.

El circuito de regeneración de las membranas puede ser de acero inoxidable o material polimérico (PVC, poliéster). Las tuberías de ultra filtrado nuevo (UFN) deben ser de inoxidable o material polimérico (PVC). La cuba de almacenado de ultra filtrado nuevo (para el lavado o llenado de los módulos en regeneración o parada) debe ser en acero al carbono revestido o inoxidable. En la figura 74, se observa la piscina de ultra filtrado para el proceso limpieza de impurezas y recuperación al máximo de la pintura no depositada en reposo. En la figura 75 el momento que las aspersiones se abren para retirar la pintura no adherida en el proceso tienen una presión de 0.5 Bar (7.25 PSI)



FIG 74 ULTRA FILTRADO 1 EN REPOSO



FIG 75 CARROCERÍA SALIENDO DEL PROCESO

Fuente: fotografía en el interior de la ensambladora AYMESA

3.3.2.4.2 ULTRA FILTRADO 2.

Tiene como objetivo limpiar las impurezas de los anteriores procedimientos, siendo este un permeato más puro mezclado con agua desionizada la cual es alimentada para la regulación de parámetros en el día antes de que ingrese la primera carrocería.

El proceso únicamente se sumerge la carrocería durante 1 minuto con 38 segundos y pasa a la siguiente etapa.

Este proceso tiene varias ventajas como podemos leer a continuación:

- Empleando la ultrafiltración, en la regeneración del baño de pintura, puede estimarse un aprovechamiento del orden del 95%.
- Un ahorro de pintura del orden del 50%, que permite la amortización de su instalación en 4 meses, por la recuperación de la capa de pintura depositada por capilaridad
- La preservación del medio ambiente, que puede llegar al vertido mínimo (casi cero), en el caso de que se incorpore otro módulo de ultrafiltración en el último lavado de agua desmineralizada
- Un control permanente de la calidad del baño, mediante las purgas periódicas regulando la conductividad (lo que por ello no permite decir vertido cero), y por tanto del aspecto final de la capa de pintura. En la figura 76 la cuba de ultra filtrado 2 en agitación y en la figura 77 la carrocería sale de la cuba



FIG 76 ULTRA FILTRADO 2 EN AGITACIÓN CONTINUA

31

³¹ Catálogos de la empresa VIZDURR



FIG 77 CARROCERÍA SALIENDO DE LA ETAPA

3.3.2.5 ENJUAGUE 4.

Realizado mediante un sistema de aspersiones con agua desionizada con una presión de 0.5 Bar(7.25 psi) es el acabado final del proceso antes de ir al horno por un tiempo de 27 minutos para el quemado de la pintura y esta quede bien adherida a la carrocería, como producto final En la figura 78 el anillo de aspersores en reposo, en la figura 79 la carrocería se encuentra en el proceso y es bañada



FIG 78 SILUETA DEL ENJUAGUE CON AGUA DESMINERALIZADA



FIG 7 CARROCERIA DURANTE EL PROCESO

3.4 CARACTERÍSTICAS DEL ELPO O CATAFORESIS.

Es uno de los anticorrosivos más efectivos para lamina de acero de carrocería. puesto que las condiciones climáticas son adversas a los metales

Cataforesis es considerado el mejor proceso para revestimiento de piezas metálicas, asegurando una protección de calidad y una mayor durabilidad respecto a otros procesos de pintado

Gracias a la Cataforesis o ELPO, las carrocerias soportan más 2000 horas de exposición a la neblina salina, según los criterios de ensayo de esta Norma. Esta ventaja es lograda gracias a la combinación de:

La Preparación de la superficie de la carrocería por fosfatación en caliente, un buen pretratamiento de limpieza .El recubrimiento es del 90% por la penetración en los lugares de difícil acceso

3.4.1 VENTAJAS.

- Insuperable tratamiento anticorrosivo.
- Reduce la rugosidad del proceso de pintado.
- Muy bajo factor contaminante.
- Ensayos Niebla Salina, 800 horas $< \delta = 1 \text{ mm}$ (OK)
- El tratamiento es duradero y se da la garantía de 10 años
- Su recubrimiento es completo sobre la carrocería

- Este proceso se consigue un acabado sobresaliente ya que la pintura se adhiere a toda grieta o saliente que pueda tener la pieza
- El espesor puede ser controlado durante el proceso , modificando los parámetros

3.4.2 LIMITACIONES.

Los problemas presentados en producción por falta de comunicación entre en área técnica y el área química.

La corrección de los problemas demanda un tiempo duradero debido a que son a nivel de parámetros químicos y métodos mantenimiento.

3.5 FACTORES QUE AFECTAN LA DEPOSICIÓN DE PINTURA ELECTROLÍTICA.

En el proceso de electrodeposición existen factores que intervienen directamente haciendo variar la calidad requerida, tales como rendimiento eléctrico, voltaje, temperatura, agitación, control del ph, tiempo.

3.5.1 RENDIMIENTO ELÉCTRICO.

Se lo realiza a través de un rectificador de corriente alterna a continua y es administrado por un transformador que da dos momentos en la electrodeposición el uno es de 190 y 210 voltios.

Una mayor eficiencia energética se consigue manteniendo las variables del baño en niveles adecuados controlando parámetros como la temperatura, densidad de corriente, concentración de los iones metálicos, pH, conductividad del agua, concentración de aditivos, tipo y concentración de los aniones, et

3.5.2 VOLTAJE E INTENSIDAD.

Son los factores para garantizar un buen recubrimiento, dependiendo de su voltaje e intensidad este tratamiento consigue espesores como lo requiera el cliente, estos valores son los enunciados anteriormente.

3.5.3 TIEMPO DE DEPOSICIÓN.

Depende del tiempo de sumergido de la carrocería para obtener el espesor deseado en este caso 25 μm , en el caso de que los equipos fallaran se mira el exceso de deposición mediante porosidades, el mismo que no es admitido por ser un defecto que se lo debe quitar en la siguiente etapa del proceso (lijado)

3.5.4 TEMPERATURA.

Como se enuncia anteriormente este es un factor de cuidado puesto que depende de un rango de temperaturas para la efectividad en el proceso esta oscila entre 28°C y 35°C.

La temperatura es controlada a través de un intercambiador con flujo de agua potable, de manera manual el cual es manejado por válvulas y un automático a través de un sistema de refrigeración. Esta seteado a 31°C

3.5.5 AGITACIÓN.

Conserva la mezcla de pintura uniforme en la cuba y evita la sedimentación de los pigmentos en el fondo o en las partes horizontales de las piezas a pintar.

3.5.6 CONTROL DEL PH.

Contribuye a mantener controlados los parámetros del tratamiento y menorar la acidez de los recubrimientos en las etapas dl proceso.

CAPITULO IV

4. MEJORAMIENTO DEL PROCESO ELPO

4.1 INTRODUCCIÓN.

El desarrollo del capítulo comprende los problemas y soluciones sobre el Proceso ELPO, su control de calidad, sus varias falencias, compensaciones con la estandarización y control aplicado a un Mejoramiento Continuo.

4.2 PROBLEMAS DE CALIDAD.

Los problemas más comunes en el sistema ELPO son las pecas, ph poder de penetración poder de recubrimiento poder de micro penetración, poros ataque químico , mal deposito electrolítico, y hoyos en la pintura.

4.2.1 PECAS.

Aparición de pequeñas manchas sobre los metales que han recibido un recubrimiento electrolítico.

4.2.2 Ph.

El pH o potencial de Hidrógeno es una característica del agua, este se mide en una escala de 1 a 14, por los cual decimos que si el agua tiene un pH menor a 7, sería ácida; por el contrario si fuera más alta que 7 sería agua alcalina o básica Sabemos que por definición el pH es el Logaritmo negativo de la concentración de Hidrógeno.³²

$$\text{pH} = -\text{Log } n = -\text{Log } [\text{H}]$$

³² <http://es.scribd.com/doc/8080250/Defectos-de-Pintura>

4.2.3 PODER DE PENETRACIÓN.

Mejoramiento de la distribución del recubrimiento sobre un electrodo, respecto a la distribución que es de esperarse según las condiciones dadas. La definición es también válida para otros procesos anódicos.

4.2.4 PODER DE RECUBRIMIENTO.

Capacidad de una solución para depositar un metal uniformemente sobre un cátodo de forma irregular, el cual es utilizado en la electrodeposición anódica utilizada en el proceso en estudio (ELPO)

4.2.5 PODER DE MICRO PENETRACIÓN.

Capacidad de una solución electrolítica de depositar un metal en condiciones determinadas dentro de poros o fisuras.

4.2.6 POROS.

Micro discontinuidades a través de un recubrimiento y que llegan hasta el metal base, presentándose como problemas en la producción por no dar una superficie lisa sin defectos

4.2.7 ATAQUE QUÍMICO.

Aumento de la rugosidad de una superficie metálica por disolución selectiva mediante un agente corrosivo o cáustico, puede darse por el exceso de concentraciones en las soluciones durante el proceso de pintado electrolítico.

4.2.8 DEPOSITO ELECTROLÍTICO.

Capa obtenida por vía electrolítica a consecuencia del paso de una corriente apropiada en un electrolito.

4.2.9 HOYOS.

Huecos producidos en las superficies metálicas por un depósito electrolítico no uniforme o por una electrodisolución por ejemplo la

corrosión, originando problemas en las superficies a ser tratadas como de pintura y acabado superficial.

4.3 SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DE CALIDAD

Los problemas de calidad vistos desde diferentes puntos de vista y el estudio de sus soluciones, han sido el resultado de una investigación realizada por el proveedor de los materiales para el tratamiento del ELPO en las diferentes etapas del proceso; tomando en cuenta desde las posibilidades tanto de las instalaciones como la capacidad por parte de los proveedores para detectar los problemas y proponer soluciones que estén acorde a las posibilidades tanto de tiempo como coordinación entre el grupo humano que administra y efectúa los trabajos en el área.

Son soluciones para un mejoramiento del recubrimiento superficial como producto final.

| ETAPAS | PROBLEMAS DE CALIDAD | SOLUCIONES |
|--------------------------|---|--|
| Desengrase Manual | Exceso de sellante , escoria de soldadura y grasas en el CKD | Limpiar puntos críticos y defectos en esta etapa |
| | Saturación de implementos para la limpieza | Aumentar la frecuencia de cambio de escorlay y paños |
| | Poca exactitud y eficiencia en la distribución de presión en las boquillas. | Orientar las boquillas al interior (todas las etapas que tengan aspersores) |
| Desengrases | Poca concentración ,baja eficacia en el desengrase del químico | Desarrollar nuevos químicos para uso en desengrases y aumentar la concentración |
| | Ninguna unidad debe quedarse en proceso ELPO en la etapa de desengrase ,caso contrario esta se corrosióna | No dejar unidades pre-desengrasadas de un día para otro, por existir la posibilidad de agentes externos se adhieran a la carrocería. |
| | Existe exceso de limalla en las carrocerías | Instalar barras magnéticas en filtros, para atrapar la limalla originada en la soldadura de los procesos anteriores. |
| Enjuagues | Saturación de lodos y fosfatos en cubas de | Cambiar enjuagues de desengrase y fosfato una vez |

| | | |
|---|---|--|
| | enjuague | por semana, y la de agua desmineralizada una vez cada dos semanas. |
| Fosfato | La alta acidez produce una disminución de eficacia en la protección contra la corrosión | Reducir acides libre en baño de fosfato |
| | Alta concentración de lodos y por consiguiente la saturación de las etapas | Instalar filtros y agitación en todas las etapas relacionadas con el fosfatizado |
| | Poca homogenización en la solución de fosfato | Aumentar agitación superior baño de fosfato |
| | Obstrucción en la recirculación del químico | Efectuar periódicamente limpieza química de tuberías de fosfato |
| | Poco campo de aspersion | Cambiar boquillas de sistema de fosfato para tipo de FLAT JET |
| | Poca adherencia en la superficie de la carrocería | Verificar el peso de fosfato, tamaño cristales niveles de zinc manganeso y níquel |
| | En las probetas se observa varios defectos | Refinar los parámetros de operación de fosfato para obtener óptimos resultados |
| | Poca información para el control | Incluir especificaciones en hojas de control de parámetros de fosfato |
| | Arrastre de lodos entre las diferentes etapas | Revisar posicionamiento de piezas y paneles en reprocesos para evitar arrastre en fosfato ELPO |
| Pasivado | Saturación de la etapa de Pasivado. | Optimizar cambios de soluciones de trabajo en tanques de pasivado |
| Mejoramiento en el proceso general | Superficies muy corrugadas | Elaborar plan de trabajo para eliminar asperezas/PIN HOLES en el ELPO |
| | El es pesor en la carrocería no es constante | Verificar espesor de ELPO dos veces por día |
| | No se tiene registros de calidad en el proceso de EIPO. | Preparar quincenalmente con el proceso completo de pintura para pruebas de corrosión |
| | Reducción de producción | Reducción del tiempo entre el horno y el Elpo. |
| | Falta de información en lo relacionado a los trabajos | Implementar bitácora de acciones ejecutadas por |

| | | |
|--|--|---|
| | realizados en el área | producción, mantenimiento y proveedores. Para saber los trabajos realizados y no sean repetitivas |
| | Falla del proceso | Identificar en productos químicos fecha de fabricación, fecha de caducidad |
| | Exceso de presencia de lodos en todo el proceso | Colocar decantadores para retención de lodos de fosfato |
| | Presencia de impurezas después de salir las unidades del horno | Intensificar limpieza/mantenimiento techo hornos para evitar contaminaciones |

4.4 MÉTODOS DE CONTROL DE CALIDAD.

Para efectuar un control que este más acorde a las posibilidades de obtener resultados óptimos se ha elaborado un manual de parámetros y mantenimiento tanto de sus condiciones de trabajo como de su manutención. Además se aplica control de adherencia a la chapa metálica analizado por etapas tanto en el fosfato como en el de electrodeposición con la corrosión de unas placas probetas.

4.4.1 MANUAL DE MANTENIMIENTO Y PARÁMETROS OPERATIVOS.

Este manual es para mantener las instalaciones en condiciones de trabajo, con los parámetros del proveedor (DUPONT, composición química bajo estándares de su propiedad), en el campo técnico, es garantizado por los técnicos del área; a través de recirculaciones, controles de temperatura, varios procesos de necesidad del área (agua desmineralizada, mantenimiento preventivo). El cual es descrito en las siguientes especificaciones.

4.4.1.1 DESENGRASE MANUAL.

Objetivo: retirar los excedentes de grasa y aceites untados en el transporte del CKD.

Temperatura de operación: ambiente.

Material utilizado: thinner, butiglicol, paños quiana

Mantenimiento preventivo: mantener constantemente las soluciones en condiciones óptimas para obtener un buen nivel de desengrase, aumentar frecuencia de cambio de paños cada 5 o 7 carrocerías.

Tiempo: 9 a 12 minutos

4.4.1.2 DESENGRASE POR ASPERSIÓN.

Objetivo: retirar los remanentes de grasas y aceites a través de presión por los aspersores en los exteriores de la carrocería.

Temperatura de operación: $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ lo que da una diferencia de 4°C por Inercia Térmica

Presión de operación: siempre la máxima posible en este caso de 1.5 Bar (21.75 PSI) sin causar la nube de la solución, por ocasionar problemas en las otras soluciones como la contaminación.

Mantenimiento preventivo: cambiar de filtros dependiendo de la presión o una vez por semana, limpiar las mallas de retención de sólidos a la bomba de recirculación todos los días antes de empezar producción, cambiar la solución de la piscina cuando se sature de sólidos o los rangos no estén adecuados (DUPONT),

4.4.1.3 DESENGRASE POR INMERSIÓN.

Temperatura de operación: $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ lo que da una diferencia de 4°C por Inercia térmica

Presión de operación: en la regulación actual entre 14 a 15 PSI

Mantenimiento preventivo: cambiar de filtros dependiendo de la presión o una vez por semana, revisar la bomba de recirculación una vez cada 2

meses con el propósito de no tener problemas en producción ni en las aspersiones, cambiar la solución de la piscina cuando se sature de sólidos o los rangos no estén adecuados (DUPONT).

4.4.1.4 ENJUAGUE 1.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: agua industrial (agua potable)

Presión de operación: lo más fuerte posible (14.5 PSI) sin causar contaminación a las demás etapas

Mantenimiento preventivo: cambiar una vez por semana este enjuague.

4.4.1.5 ACONDICIONADOR.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: sales de titanio

Presión de operación: no existe aspersiones

Mantenimiento preventivo: medir parámetros constantemente y mantener sus rangos dentro de lo establecido.

4.4.1.6 FOSFATO.

Temperatura de operación: $41^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ lo que da una diferencia de 4°C por Inercia Térmica

Material utilizado: fosfato más sustancias químicas como acelerantes

Presión de operación: lo más fuerte posible (7.25 PSI) en su recirculación como en sus aspersiones, sin causar la nube de la solución, por ocasionar problemas en las otras soluciones como la contaminación

Mantenimiento preventivo: verificar diariamente el peso de la camada de fosfato; tamaño de cristales de los minerales que intervienen en la solución, drenar lodos acumulados en los recipientes de precipitación diariamente antes de empezar producción, limpiar el filtro prensa cada 36 horas; para combatir el problema de los lodos.

4.4.1.7 ENJUAGUE 2.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: agua industrial (agua potable)

Presión de operación: lo más fuerte posible (14.5 PSI) sin causar problemas a las demás etapas

Mantenimiento preventivo: cambiar una vez por semana este enjuague por la acumulación de lodos en el fondo de la cuba.

4.4.1.8 PASIVADO.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: pasivador (proveedor Dupont)

Mantenimiento preventivo: cambiar la solución cada un determinado tiempo, dado por los parámetros de saturación y acumulación de lodos de fosfato, concentración de pH (proveedor Dupont)

4.4.1.9 ENJUAGUE 3.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: agua desmineralizada (realizado con un proceso de desionización)

Presión de operación: 12 m³ / h, sin causar problemas a las demás etapas

Mantenimiento preventivo: cambiar una vez cada dos semanas este enjuague.

4.4.1.10 ECOAT O KTL.

Temperatura de operación: 31°C (temperatura de trabajo constante, beneficia el proceso)

Material utilizado: pigmentos anticorrosivos y resinas

Presión de operación: lo más fuerte posible (7.25 PSI) en su recirculación como en sus aspersiones, sin causar la nube de la solución, por ocasionar problemas en las otras soluciones como la contaminación.

Mantenimiento preventivo.- verificar diariamente el pH y parámetros del sistema e-coat, cambiar de filtros dependiendo de la presión o una vez cada dos semanas, con el propósito de no tener problemas en producción ni en las aspersiones y si es necesario cada que presente problemas; además cada periodo determinado por el proveedor se debe vacunar al sistema con sustancias químicas (Nitrato de Plata) para eliminar bacterias y colonias de hongos

4.4.1.11 SILUETA DE KTL O PERMEATO.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: permeato

Presión de operación: (7.25 PSI) en su aspersion, sin causar la nube de la solución, por ocasionar problemas en las otras soluciones como la contaminación

Mantenimiento preventivo: la limpieza de sus aspersores debe ser programada según el mantenimiento de las cubas de ultrafiltrado tanto químicas como manuales

4.4.1.12 ULTRAFILTRADO 1.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: permeato

Presión de operación: (7.25 PSI) en su recirculación como en sus aspersiones, sin causar la nube de la solución, por ocasionar problemas en las otras soluciones como la contaminación

Mantenimiento preventivo: cambiar de filtros dependiendo de la presión o una vez cada dos semanas, con el propósito de no tener problemas en producción ni en las aspersiones y si es necesario cada que presente problemas.

4.4.1.13 ULTRA FILTRADO 2.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: permeato

Presión de operación: (7.25 PSI) en su recirculación como en sus aspersiones, sin causar la nube de la solución, por ocasionar problemas en las otras soluciones como la contaminación

Mantenimiento preventivo: cambiar de filtros dependiendo de la presión o una vez cada dos semanas, con el propósito de no tener problemas en producción y si es necesario cada que presente problemas.

4.4.1.14 ENJUAGUE 4 CON AGUA DESMINERALIZADA.

Temperatura de operación: ambiente

Material utilizado: agua desmineralizada

Presión de operación: (7.25 PSI) en su aspersiones, sin causar la nube de la solución, por ocasionar problemas en las otras soluciones como la contaminación

Mantenimiento preventivo: la limpieza de sus aspersores debe ser programada según el mantenimiento del sistema

4.5 PROCESOS DE MEJORAMIENTO CONTINUO.

La búsqueda del mejoramiento continuo viene desde tiempos inmemoriales, por lo que se ha considerado basar el estudio en algunas teorías basadas en experiencias personales en los diferentes campos.

El mejoramiento continuo es un proceso que describe lo que es la esencia de la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo.

Para James Harrington(1993), él mejorar un proceso, esto significa cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable, qué cambiar y cómo depende del enfoque específico del empresario del proceso.

Fadi Kabboul (1994), define mejoramiento continuo como una conversión en el mecanismo viable y accesible al que las empresas de los países en vías de desarrollo cierran la brecha tecnológica que mantienen con respecto al mundo desarrollado.

Abell, D.(1994), da como concepto de Mejoramiento Continuo una mera extensión histórica de uno de los principios de la gerencia científica, establecida por Frederick Taylor, que afirma que todo método de trabajo es susceptible de ser mejorado.

L.P. Sullivan (1994), define el Mejoramiento Continuo, como un esfuerzo para aplicar mejoras en cada área de la organización a lo que se entrega a los clientes.

Eduardo Deming (1996), según la óptica de este autor, la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca.

De acuerdo a los diferentes tipos de vista expuestos; el subproceso de electro-pintado ELPO debe ser relacionado con un progreso continuo el cual está

basado en dos teorías como son sus fases de mejoramiento y el proceso de mejora continua (PMC)³³

4.5.1 FASES DE MEJORAMIENTO.

Las cinco fases de mejoramiento vienen dadas por:

La Organización para el mejoramiento, Comprensión del proceso, Modernización, Mediciones de controles 04 y Mejoramiento continuo

La secuencia de su desarrollo será la base del despliegue para el plan de actividades que será desarrollado en pos de una mejor planeación por equipos y mejoras continuas.

4.5.1.1 FASE I: ORGANIZACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO.

En esta fase permite asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo comprensión y compromiso.

Las actividades que se requieren para alcanzar esta fase son las siguientes:

1. Establecer el equipo de mejoramiento
2. Nombrar al líder del mejoramiento de procesos
3. Suministrar entrenamiento a directivos
4. Desarrollar un modelo de mejoramiento
5. Comunicar los objetivos a los empleados
6. Revisar la estrategia de la empresa y los requerimientos del cliente
7. Seleccionar los procesos críticos
8. Nombrar responsables del proceso
9. Seleccionar a los miembros del equipo de mejoramiento

³³ http://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_de_mejora_continua

4.5.1.2 FASE II: COMPRENSIÓN DEL PROCESO.

La fase permite comprender todas las dimensiones del proceso. Las actividades que se requieren para alcanzar esta fase son las siguientes:

1. Definir el alcance y misión del proceso
2. Definir los límites del proceso
3. Proporcionar entrenamiento al equipo
4. Desarrollar una visión general del proceso
5. Definir medios de evaluación de clientes, empresa y las expectativas del proceso
6. Elaborar el diagrama de flujo del proceso
7. reunir los datos de costo, tiempo y valor.
8. Realizar los pasos del proceso
9. Solucionar diferencias.
10. Actualizar la documentación del proceso.

4.5.1.3 FASE III: MODERNIZACIÓN.

El mejoramiento en la eficiencia, efectividad y adaptabilidad del proceso. Las actividades para alcanzar esta fase son las siguientes:

1. Proporcionar entrenamiento al equipo.
2. Identificar oportunidades de mejoramiento como: Errores y repetición del trabajo, alto costo, mala calidad, acumulación, demoras programadas.
3. Eliminar burocracia
4. Análisis de valor agregado
5. Simplificar el proceso
6. Reducir el tiempo del proceso
7. Eliminar los errores del proceso
8. Eficiencia en el uso de equipos
9. Estandarización
10. Automatización
11. Documentar el proceso

12. Seleccionar a los empleados
13. Dar capacitación a los empleados

4.5.1.4 FASE IV: MEDICIONES Y CONTROLES.

La fase permite poner en práctica un sistema para controlar el proceso en un fin del mejoramiento continuo. Las actividades para alcanzar en esta fase son las siguientes: Desarrollar mediciones y objetivos del proceso, establecer un sistema de retroalimentación, realizar periódicamente la auditoria del proceso, establecer un sistema de costo de mala calidad.

4.5.1.5 FASE V: MEJORAMIENTO CONTINUO.

En esta fase permite poner en práctica un proceso de mejoramiento continuo.

Las actividades para alcanzar esta fase son las siguientes.

1. Calificar el proceso
2. Llevar a cabo revisiones periódicas de un trimestre o semestre dependiendo de la eficacia y calificación
3. Definir y eliminar los problemas del proceso
4. Evaluar el impacto del cambio sobre la empresa y los clientes
5. Benchmark, es una técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente del mismo, frecuentemente en comparación con el que se refiere específicamente a la acción de ejecutar un benchmark en el proceso
6. Suministrar entrenamiento avanzado al equipo.

4.5.2 PROCESO DE MEJORA CONTINUA.

El PMC es un método de solución de problemas que tiene las siguientes características:

Integración de un grupo de personas (Focus group), de cada área involucrada con la finalidad de dar rápidas soluciones a los problemas propuestos. Este

método de duración de 3 días, da énfasis en la eliminación de desperdicios de cualquier proceso de la planta.

Los beneficios de la utilización de un Proceso de Mejora Continua (PMC). Uno de los principios del Sistema Global de Manufactura es obtener un trabajo estandarizado en cada estación de trabajo con el respaldo de PMCs para obtener un Mejoramiento Continuo en el tiempo, tal como se aprecia a continuación.

PROCESO DE MEJORA

CONTINUA

Simplificar Procesos

Implementar a Prueba de Error

Preservar la Capacitación



TRABAJO ESTANDARIZADO

Secuencia de Trabajo

Tiempo Ideal de Operación

Inventario Mínimo Estandarizado

Las condiciones necesarias para estandarización son las operaciones consistentes y repetitivas, el equipamiento y recursos en buenas condiciones para permitir el flujo uniforme de trabajo a través de empleados capacitados y tener la observación de un mix medio de producción.

El trabajo estandarizado debe ser elaborado por los coordinadores de equipo y los supervisores de grupo, ayudados por los miembros de equipo, para obtener una mayor credibilidad, responsabilidad la que requiere capacitación.³⁴

Etapas:

1. Seleccionar el mejor método
2. Describir la operación/elementos
3. Cronometrar
4. Rebalancear
5. Listar PMCs y sugerencias
6. Verificar áreas de conflictos
7. Validar balanceamiento y mejoras
8. Retomar tiempo
9. Confeccionar Hoja de Trabajo Estandarizado y confirmar implementación
10. Revisar las oportunidades de cambio en el ambiente laboral.
11. Implementar auditoría

El PMC implementa la automatización como ayuda para eliminar los desperdicios de la producción y así hacerlos más eficientes, entre los cuales tenemos:

4.5.2.1 SUPERPRODUCCIÓN.

Producir más que lo necesario, producir más rápido que lo necesario, adelantar operaciones.

4.5.2.2 CORRECCIÓN O RE TRABAJO.

Consiste en la aplicación de métodos correctivos de un producto para cumplir con los requisitos del cliente.

³⁴ <http://www.estrucplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=180>

4.5.2.3 MOVIMIENTO DE MATERIALES.

El movimiento de material no adiciona valor al producto.

4.5.2.4 SUPERPROCESAMIENTO.

Procesamiento innecesario, porque no contribuye a mejorar las funciones desempeñadas por el producto y ni mejora la calidad del producto desde el punto de vista del cliente.

4.5.2.5 INVENTARIO.

Piezas o conjuntos que se acumulan en el proceso, proveedores entregan excesivas cantidades a sus clientes.

4.5.2.6 ESPERA.

Operador parado entre operaciones.

4.5.2.7 MOVIMIENTO DEL OPERADOR.

Todo movimiento del operador que no contribuye a la modificación de la caracterización del producto.

Existen varios métodos adicionales para una mejora en la producción pero por su eficacia y solvencia en la solución de los problemas hemos tomado en cuenta como herramientas de trabajo en la ensambladora de autos AYMESA.

4.6 BENEFICIOS DEL MEJORAMIENTO DEL PROCESO.

La importancia de esta técnica gerencial radica en que con su aplicación se puede contribuir a mejorar las debilidades y afianzar las fortalezas de la organización. A través del mejoramiento continuo se logra ser más productivos y competitivos en el mercado automotriz al cual pertenece AYMESA, por otra parte los organismos deben analizar los procesos utilizados, de manera tal que si existe algún inconveniente pueda mejorarse o corregirse; como resultado de

la aplicación de esta técnica puede ser que las organizaciones crezcan dentro del mercado y hasta llegar a ser líderes.

En el proceso de Mejoramiento Continuo existen razones favorables como falencias en el sistema a aplicarse, como lo son:

4.6.1 VENTAJAS.

- Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales en el ensamblaje de autos.
- En el P.M.C se implementa el “**focus group**” en cada departamento y área , por consiguiente es necesario realizar una reunión de todo el personal .Además la capacitación continua con carácter técnico ocupacional e incentivación deben ser aplicadas semanalmente , pues el tiempo implementado en las mismas será retribuido de manera rápida por evitar los problemas ,desacuerdos ; de esta manera mejorar el ambiente ocupacional en sentido general de toda la planta ensambladora AYMESA.
- Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles en la producción más consecutiva de automotores.
- Si existe reducción en productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los costos, como resultado de un consumo menor de materias primas y reprocesos.
- Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales autoridades de AYMESA.
- Contribuye a la adaptación de los procesos a los avances tecnológicos a través de estudios continuos y sugerencias de breve explicación.
- Permite eliminar procesos repetitivos, sin ninguna relevancia, así maximizar el tiempo de producción.
- Controlar los tiempos de los procesos repetitivos y que estos sean ejecutados en el menor tiempo posible, si no es posible suprimirlos.
- Para los administrativos da soluciones a corto plazo con el estudio de nuevas alternativas de producción.

- La estandarización ayuda a modificar el proceso y agregar un valor, estudiando el mercado y siendo más competitivo frente a la adquisición de calidad.

4.6.2 DESVENTAJAS.

- Cuando el mejoramiento se concentra en un área específica de la organización, se pierde la perspectiva de la interdependencia que existe entre todos los miembros.
- Requiere de un cambio en toda la organización, ya que para obtener el éxito es necesaria la participación de todos los integrantes de la ensambladora de autos a todo nivel.
- En vista de que los gerentes en la pequeña y mediana empresa son muy conservadores, el Mejoramiento Continuo se hace un proceso muy largo.
- El Mejoramiento Continuo al comienzo de su implementación se percibe como algo negativo por cambiar las políticas de operaciones y es mal visto por los operadores, puesto que el nivel de exigencia se vuelve más exhaustivo.
- En la estandarización y el estudio de su financiamiento se toma tiempo, en cada proceso de las áreas que lo integran.
- El proceso de mejoramiento y la búsqueda de la excelencia comprende un proceso que consiste en aceptar un nuevo reto cada día y este debe ser constante y vencer cualquier inconveniente o reto que se presente en su progreso diario conjuntamente sea tomado junto a las normas indicadas para una fabricación de un producto de la mejor calidad.
- El proceso implica la inversión en nuevas maquinarias y equipos de alta tecnología más eficientes, el mejoramiento de la calidad del servicio a los clientes, por consiguiente la inversión en investigación, desarrollo que permita a la empresa estar al día con las nuevas tecnologías y nivel de las mejores ensambladoras de autos.

- AYMESA ,como una entidad profesional no las debe ver como una desventaja , sino como una ayuda en la implementación de muchas reglas dentro de las gerencias ,departamentos y áreas .

CAPITULO V

5.1 CONCLUSIONES

- i) La metodología que respalda y da énfasis a este proyecto esta basada en técnicas de Mejoramiento que están actualmente siendo aplicadas en otras empresas y que han permitido la implementación de los mismos comprobando su eficiencia.
- ii) El Mejoramiento del ELPO está enfocado a realizar actividades administrativas, operativas teniendo en cuenta el mantenimiento preventivo y correctivo a través de la estandarización, estudio; que permitirá alcanzar resultados positivos que se reflejara en un futuro al proceso de electro-pintado.
- iii) En relación con los parámetros establecidos como indicadores del proceso están en función de determinadas condiciones de instalaciones, conjuntamente con la experiencia y práctica a lo largo de los años de trabajo desde su instalación.
- iv) Dentro del manual de Mejoramiento y parámetros operativos sobre el ELPO se dará soluciones para que en este proceso se evite la acumulación de lodos en el interior de las cubas de inmersión haciendo que el proceso no sea ineficiente.
- v) En la implementación del Proceso de Mejoramiento Continuo a futuro en la empresa significa que sería utilizada como una herramienta fuerte en su aplicación, puesto que esta permitirá que la empresa de resultados positivos frente a las adversidades en el cambio de políticas operativas, administrativas en AYMESA, convirtiéndose en una entidad competitiva.

- vi) El presente proyecto permitirá garantizar los cronogramas de avances para que al término del mismo el control sea llevado en hojas de producción siendo este eficiente y óptimo
- vii) La fase final del Mejoramiento Continuo del ELPO concluirá en la reducción de defectos e incremento de la productividad dando a la empresa un aumento en sus ingresos y se aproveche al máximo la capacidad instalada

5.2 RECOMENDACIONES

- i. Es importante que se realice mantenimiento de sus instalaciones dentro del cronograma sugerido, caso contrario podría afectar la calidad en un futuro cercano.
- ii. Es necesario se realice un estricto control de resultados diarios en el producto final con el objeto de tener bajo control el proceso.
- iii. Es preciso que exista compromiso e involucramiento de todo el personal que labora en la empresa para que exista el cambio de mejora.
- iv. La empresa debe considerar la capacitación del personal operativo, para que obtengan conocimiento de los procesos productivos innovadores, logrando una menor cantidad de errores
- v. Es necesario implementar la rotación del personal dentro de todas las actividades de operación a fin de facilitar mejoras en el proceso productivo siempre y cuando sean considerados dentro del plan de capacitación .

- vi. El manejo de la información sobre la producción, planificación debe ser fácil de entender para la comprensión de los mismos, dando agilidad a las posibles estandarizaciones y mejoras del proceso en función del número de unidades vs el tiempo

Bibliografía

1. *Avner, Sydney* (2000). Introducción a la metalúrgica física. Editorial McGraw-Hill. México
2. *Doyle, Lawrence*(2000). *Materiales y Procesos de Manufactura para Ingeniería*. Mexico
3. *Norma INEN 610*, Tratamiento Superficiales y recubrimientos metálicos, definiciones, terminología. Quito/1981.
4. *ASTM, NORMA A967.1093127*. Especificación estándar para el tratamiento químico de pasivación para el acero inoxidable
5. *Norma EUROPEA, EN 2516:1997* Decapado y Pasivado del acero inoxidable
6. *Leyensetter, A* (1984) Tecnología de los Oficios Metalurgicos. Editorial Reverte. Barcelona
7. <http://es.wikipedia.org/wiki/Corrosion>
8. <http://ingenieriapro.blogspot.com/2008/11/corrosin-por-picadura-en-metales.html>
9. http://webdelautomovil.com/2007/10/proteccion-contra-la-corrosion-12-aplicacion-del-redox.blogspot.com/2007_11_01_archive.htm
10. <http://es.wikipedia.org/wiki/Pasivación>
11. <http://es.wikipedia.org/wiki/Fosfatado>
12. www.sabelotodo.org/electrotecnia/galvanotecnia/galvanotecnia.html

13. www.textoscientificos.com/quimica/corrosion/tipos
14. www.monografias.com/trabajos3/corrosion/corrosion.shtml
15. <http://quimica.ugto.mx/revista/2/Desgaste.htm>
16. <http://es.wikipedia.org/wiki/Cavitaci3n>
17. <http://www.nervion.com.mx/web/Tecnologia/preparac.php>
18. [www.itaingenieria.com/instalaciones cataforesis.html](http://www.itaingenieria.com/instalaciones_cataforesis.html)
19. [bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec 7.
htm-](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec_7.htm)

ANEXOS

UBICACIÓN DE LA PLANTA



LAYOUT OF THE PLANT

