

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UNA CABINA
SANDBLASTING PARA LA COMPAÑÍA AEROKASHURCO CIA.
LTDA. EN LA CIUDAD DE SHELL-MERA”**

POR:

HERNÁN RODRIGO DEL POZO JURADO

Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título de:

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCIÓN MOTORES**

2013

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. DEL POZO JURADO HERNÁN RODRIGO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**.

Ing. Pablo Espinel

Latacunga, Diciembre 12 de 2013.

DEDICATORIA

Este trabajo de graduación se lo dedico a Dios ya que en todo momento supo darme fuerzas para seguir adelante en cada paso de mi vida, levantándome en ocasiones que he tropezado y no dejándome recaer, infinitamente agradecido por ello, además por darme bendiciones y regalarme un día mas de vida.

A mis padres ya que de alguna u otra forma supieron inculcarme valores y responsabilidades para la vida, haciendo superarme para conseguir y alcanzar todas mis metas, estando en los buenos y sobre todo en los malos momentos.

De igual manera a toda mi familia porque cada uno me supo aconsejar y apoyarme cuando más lo he necesitado, enseñándome a que sobre todas las cosas el amor de la familia esta primero y que siempre estarán allí para apoyarnos.

Hernán Rodrigo Del Pozo Jurado

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre porque me ayudo económicamente para seguir la carrera que me apasiona “la mecánica” y mucho más siendo de aviones, aunque lo económico es importante, el apoyo moral y sentimental logró hacer de mi la persona en la que me he convertido, inculcándome valores que marcaron mi vida.

A mis compañeros, ya que con ellos logramos hacer una gran amistad que siempre perdurará, compartiendo esos buenos y malos momentos, ayudándonos cuando más lo necesitábamos, se podría decir que son como mi segunda familia.

De igual manera quiero dar mis más sinceros agradecimientos a la compañía AEROKASHURCO y a su dueño el Capitán Homero Álvarez por permitirme realizar este trabajo de tesis para su empresa.

Hernán Rodrigo Del Pozo Jurado

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pag.
PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
SUMARY.....	xv1

CAPÍTULO I

EL TEMA.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación e importancia	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Alcance.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Concepto: Sandblasting	4
2.1.1 Funcionamiento del sistema sandblasting.....	4
2.1.2 Principales usos de la cabina sandblasting	5
2.1.3 Beneficios del uso de la cabina sandblasting.....	5
2.1.4 Procedimiento de aplicación sanblasting.....	5
2.1.4.1 Por presión	6
2.1.4.2 Por succión.....	8

2.1.5 Abrasivos.....	10
2.1.6 Factores para la selección del abrasivo	11
2.1.6.1 Tamaño	11
2.1.6.2 Forma.....	12
2.1.6.3 Tenacidad.....	13
2.1.6.4 Dureza.....	13
2.1.7 Preparación de Superficies	13
2.1.7.1 Granallado - Normas de Preparación de Superficies	14
2.1.7.1.1 Norma Europea SIS 05 5900	17
2.1.7.1.2 Norma Americana SSPC VIS 1- 89.....	18
2.2 Corrosión.....	20
2.2.1 Clasificación de la corrosión.....	20
2.2.1.1 Mecanismo de corrosión	21
2.2.1.1.1 Reacción química.....	21
2.2.1.1.2 Reacción electroquímica	22
2.2.1.2 Según la forma.....	23
2.2.1.2.1 Corrosión uniforme.....	24
2.2.1.2.2 Corrosión por picado (Pitting corrosión)	24
2.2.1.2.3 Ataque selectivo	25
2.2.1.2.4 Corrosión por tensión	26
2.2.1.2.5 Corrosión por fatiga.....	27
2.2.1.2.6 Corrosión a temperaturas elevadas.....	27
2.2.1.3 Lugares frecuentes donde se localiza la corrosión en una aeronave.....	28
2.2.1.4 Protección contra la corrosión.....	30
2.2.1.4.1 Recubrimientos metálicos	33
2.2.1.4.2 Inhibidores.....	34
2.2.1.4.3 Modificación del medio.....	35
2.2.1.4.4 Diseño estructural.....	35
2.2.1.4.5 Diseño metalúrgico.....	36
2.3. Soldadura	37
2.3.1.1 Clasificación de los tipos de soldadura.....	37
2.3.1.2 La soldadura por arco metálico protegido	39
2.3.1.3 Identificación de los electrodos	41
2.3.1.4 Como soldar	43

2.3.1.5 Medidas de seguridad a tomarse al soldar	43
2.3.2 Taladro portátil	44
2.3.3 Esmeril	45
2.3.3.1 Medidas de seguridad	46
2.3.4 Pistola de pintura neumática	46
2.3.4.1 Generalidades de la pintura	49
2.3.5 Compresor.....	51
2.3.6 Herramientas manuales	52
2.4 Acero: Definición y Características.....	55
2.4.1 Elementos de Aleación.....	56
2.4.2 Clasificación del acero.....	57
2.4.3 Perfiles	58
2.4.4 Láminas de acero.....	59

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA.....	60
3.1 Preliminares	60
3.2 Composición del equipo	61
3.2.1 Cabina	61
3.2.2 Rejilla.....	62
3.2.3 Puerta.....	62
3.2.4 Guantes.....	63
3.2.5 Iluminación	63
3.2.6 Tubería	64
3.2.7 Pistola.....	64
3.2.8 Garruchas o ruedas.....	65
3.2.9 Adhesivos y carteles.....	65
3.3 Construcción de la máquina	66
3.3.1 Construcción de la estructura de la cabina.....	66
3.3.2 Construcción de la rejilla	73
3.3.3 Construcción de la puerta.....	74
3.3.4 Construcción de los porta mangas	75
3.3.5 Soldadura de partes de la cabina.....	75

3.3.6 Colocación de las ruedas	76
3.3.7 Proceso de fondo y pintura.....	77
3.3.7.1 Proceso de fondeado	77
3.3.7.2 Aplicación de pintura	78
3.3.8 Colocación de extras	78
3.3.8.1 Luminaria y visor	79
3.3.8.2 Colocación de los adhesivos y guantes.....	80
3.4 Codificación de máquinas, herramientas y materiales:	81
3.5 Diagrama de proceso de construcción de la máquina.....	83
3.5.1 Diagrama de proceso de construcción de la estructura de la cabina	83
3.5.2 Diagrama de proceso de construcción de la rejilla	84
3.5.3 Diagrama de proceso de construcción de la puerta	85
3.5.4 Diagrama de proceso de construcción de los porta mangas.....	86
3.5.5 Diagrama de proceso de construcción de las partes de tool.....	87
3.5.6 Diagrama de proceso de construcción y colocación de acoples para las ruedas	88
3.5.7 Diagrama de proceso de pintado de la cabina	89
3.5.8 Diagrama de proceso de colocación de extras.....	90
3.5.9 Diagrama de proceso de construcción de la cabina sandblasting.....	91
3.6 Pruebas de funcionamiento de la Cabina Sandblasting	92
3.7 Manual de uso, Mantenimiento y Hojas de Registro	96
3.7.1 Descripción general.....	96
3.7.2 Registro de datos técnicos	99
3.8 Análisis Económico	103
3.8.2 Costos	103
3.8.2.1 Costos primarios	104
3.8.2.2 Costos secundarios.....	104
3.8.2.3 Costo Total	105

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
4.1 Conclusiones.....	106
4.2 Recomendaciones.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II

	Pag.
Tabla 2.1. Tamaño del abrasivo	12
Tabla 2.2. Normas y acabados.....	15
Tabla 2.3. Interpretación del electrodo	43
Tabla 2.4. Interpretación de un electrodo.....	43
Tabla 2.5. Clasificación de la pintura.....	51
Tabla 2.6 Sistemas de pintura recomendados para ambientes de diferente agresividad.....	52
Tabla 2.7. Medidas de planchas galvanizadas.....	61

CAPÍTULO III

Tabla 3.1 Características generales de las sandblasting.	60
Tabla 3.2. Codificación de Máquinas	81
Tabla 3.3. Codificación de Herramientas	81
Tabla 3.4. Codificación de materiales	81
Tabla 3.5. Simbología	82
Tabla 3.6. Proceso de construcción de la estructura de la cabina	83
Tabla 3.7. Proceso de construcción de la rejilla	84
Tabla 3.8. Proceso de construcción de la puerta	85
Tabla 3.9. Proceso de construcción del porta mangas.....	86
Tabla 3.10. Proceso de construcción de las partes de tool	87
Tabla 3.11. Proceso de construcción y colocación de acoples para las ruedas.....	88
Tabla 3.12. Proceso de pintado de la cabina	89
Tabla 3.13. Proceso de colocación de extras.....	90
Tabla 3.14. Pruebas de funcionamiento 1	92
Tabla 3.15. Pruebas de funcionamiento 2	93
Tabla 3.16. Pruebas de funcionamiento 3.....	94
Tabla 3.17. Pruebas de funcionamiento 4.....	95
Tabla 3.18. Pruebas de funcionamiento 5.....	96
Tabla 3.19. Recursos humano	103

Tabla 3.20. Costo primario	103
Tabla 3.21. Costos secundarios	104
Tabla 3.22. Costo Total	105

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

	Pag.
Figura 2.1. Sandblasting por presión.....	7
Figura 2.2. Sandblasting por presión.....	7
Figura 2.3. Sandblasting por succión	8
Figura 2.4. Efecto Venturi.....	9
Figura 2.5. Cabina sandblasting.....	9
Figura 2.6. Forma del abrasivo.....	12
Figura 2.7. Inspección visual.....	13
Figura 2.8. Grado de herrumbre A	15
Figura 2.9. Grado de herrumbre B	16
Figura 2.10. Grado de herrumbre C	16
Figura 2.11. Grado de herrumbre D	17
Figura 2.12. Mecanismo de corrosión	21
Figura 2.13. Reacción electroquímica	22
Figura 2.14. Corrosión Uniforme	24
Figura 2.15. Formas de corrosión por picado.....	25
Figura 2.16. Formas de corrosión selectiva	25
Figura 2.17. Corrosión por tensión.....	26
Figura 2.18 Corrosión por fatiga.....	27
Figura 2.19. Corrosión a temperaturas elevadas	28
Figura 2.20. Limpieza superficial de la corrosión	31
Figura 2.21. Instalación de piezas de metales diferentes.....	32
Figura 2.22. Recubrimiento metálico.....	34
Figura 2.23. Inhibidores.....	35
Figura 2.24 Operación de soldadura	37
Figura 2.25. Esquema de clasificación de las soldaduras.....	39
Figura 2.26. Elementos de la soldadura.....	41
Figura 2.27. Electrodo para soldadura eléctrica	42
Figura 2.28. Seguridad en la soldadura	43
Figura 2.29. Protección personal de la soldadura	44

Figura 2.30. Taladro portátil	45
Figura 2.31. Amoladora	46
Figura 2.32. Accesorios de la pistola neumática	47
Figura 2.33. Herramientas de pistola neumática	48
Figura 2.34. Compresor	52
Figura 2.35. Cinta de medición.....	52
Figura 2.36. Tipos de limas	53
Figura 2.37. Remachadora manual	53
Figura 2.38. Llaves de mano	54
Figura 2.39. Arco de sierra	54
Figura 2.40. Tipos de destornilladores	55

CAPÍTULO III

Figura 3.1 Estructura cabina sandblasting	61
Figura 3.2. Rejilla	62
Figura 3.3. Puerta de la cabina	62
Figura 3.4. Guantes de cuero.....	63
Figura 3.5. Luminaria	63
Figura 3.6. Cañerías por donde para el aire.....	64
Figura 3.7. Pistola sandblasting	65
Figura 3.8. Ruedas.....	65
Figura 3.9. Adhesivos.....	66
Figura 3.10. Volúmenes de la cabina	67
Figura 3.11. Máquinas utilizadas.....	71
Figura 3.12. Verificación y corte a medida	71
Figura 3.13. Soldadura y comprobación de medidas	72
Figura 3.14. Estructura soldada	72
Figura 3.15. Construcción de la rejilla	73
Figura 3.16. Construcción de la puerta	74
Figura 3.17. Construcción del portamangas.....	75
Figura 3.18. Construcción del depósito de granalla	76
Figura 3.19. Fabricación de placas de acero.....	77
Figura 3.20. Aplicación de fondo	77

Figura 3.21. Cabina sandblasting pintada	78
Figura 3.22. Instalación de la luminaria.....	79
Figura 3.23. Acrílico	79
Figura 3.24. Ajuste de los guantes	80
Figura 3.25. Logotipos de la máquina	80
Figura 3.26. Diagrama de proceso de construcción de la estructura de la cabina	83
Figura 3.27. Diagrama de proceso de construcción de la rejilla.....	84
Figura 3.28. Diagrama de proceso de construcción de la puerta	85
Figura 3.29. Diagrama de proceso de construcción del porta mangas	86
Figura 3.30. Diagrama de proceso de construcción de las partes de tool.....	87
Figura 3.31. Diagrama de construcción y colocación de acoples para las ruedas	88
Figura 3.32. Diagrama de proceso de pintado de la cabina	89
Figura 3.33. Diagrama de proceso de colocación de extras	90
Figura 3.34. Diagrama de construcción de la cabina sandblasting	91

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pag.
ANEXO A. Sensibilidad a la corrosión por contacto de metales.....	116
ANEXO B Tabla de dimensiones de perfiles	118
ANEXO C Partes de la pistola sandblasting.....	121
ANEXO D Plano de construcción de la cabina sandblasting.....	124
ANEXO E Propiedades de los materiales	126

RESUMEN

Después de una ardua investigación se detectó que la compañía de servicios aéreos AEROKASHURCO CIA. LTDA, no poseía en sus instalaciones una máquina o proceso que pudiera limpiar corrosión y realizar el decapado de pintura de una forma eficiente de los componentes de sus avionetas, a excepción de una forma manual que aparte de llevar tiempo, se emplea mucho esfuerzo físico.

Para la solución de este inconveniente, a petición de la empresa y con aprobación del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se decidió construir una Cabina Sandblasting, el cual se basa en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado como la arena sílica, óxido de aluminio, escoria de cobre, entre otros, expulsado por aire comprimido a través de una boquilla, dentro de un ambiente controlado (cabina). La limpieza con "sandblast" es ampliamente usada para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies.

El presente trabajo contiene información completa acerca de su funcionamiento y elementos del cual está conformada la cabina Sandblasting, de igual manera abarca temas en el que se detalla parámetros de diseño de la máquina, el proceso de construcción, que en general, comienza con la medición y corte de los materiales, para su posterior unión por soldadura en lo que respecta a la estructura metálica, que poco a poco y con ayuda de los materiales, herramientas y equipos necesarios se reúnen para la conclusión de este proyecto.

SUMARY

After much research it was found that the company AEROKASHURCO CIA. LTDA. did not have in their facilities a machine or process that could clean corrosion and perform paint stripping an efficient form of the components of their planes, except for a manual way to take apart time, was used much physical effort.

To solve this drawback and to request company and approval of the Aeronautical Technological Institute, was determined as graduation work building one Sandblasting Cabinet that allow technicians to improve company processes and corrosion paint cleaning of parts and small components of the aircraft that require this type of work .

This paper contains information about what a sandblasting and elements that are part of the cabin, like finishes and reasons which require the use of a sandblaster work in the workshop. Together detailed operation, parameters that were taken to the design of the machine, the options we have on the market of materials used, and construction phases, economic analysis, tools and equipment used for the completion of this project.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

La compañía AEROKASHURCO CIA. LTDA. es una empresa relativamente nueva con apenas dos años en la labor de transporte aéreo de carga y pasajeros que ha sabido surgir de una manera muy próspera en este medio, estando en la punta de las compañías que brindan estos servicios en el aeropuerto de Shell.

Tanto ha sido la acogida por parte de las personas que usan este servicio que la empresa se ha visto en la necesidad de adquirir más aeronaves para sustentar la demanda de usuarios que tiene.

Por tal crecimiento es indispensable poseer las herramientas necesarias para tener en óptimas condiciones a sus avionetas y darles una vida útil mucho más larga pero por encontrarse en un ambiente en donde la humedad abunda es muy fácil que los metales se corroan, siendo imprescindible la implementación de una máquina que pueda limpiar este agente dañino y así eliminar el problema.

Entre los antecedentes más importantes de la sandblasting hace referencia a su creador Benjamin C. Tilgman nacido en Inglaterra en agosto de 1870 el cual diseñó la primera máquina para sopleteo con chorro de abrasivos que patentó con el número 2147, teniendo el propósito específico de limpiar superficies de piezas salidas de fundición; a través del tiempo la máquina ha sido modificada para cumplir con diferentes objetivos, pero el principio de funcionamiento es el mismo.

1.2 Justificación e importancia

El proyecto a realizarse tiene el propósito de tener una acción preventiva o correctiva frente potenciales daños que puedan afectar a materiales metálicos que poseen las aeronaves para así evitar posibles accidentes que se deriven de una falta de acción preventiva.

Debido a la alta concentración de humedad que existe específicamente en el aeropuerto “Rio Amazonas” de la parroquia Shell con un clima cálido húmedo ideal para la formación de agentes corrosivos, la compañía AEROKASHURCO CIA. LTDA. se ha visto la necesidad de implementar una cabina sandblasting, que es una máquina muy innovadora y necesaria para realizar el mantenimiento y prevención de los componentes de su flota de aeronaves, dando mayor seguridad en el transporte de sus pasajeros entre muchos otros factores que afianza el crecimiento de la compañía.

La aplicación de esta técnica lleva la ventaja de aumentar apreciablemente la resistencia a la fatiga y la resistencia a la corrosión, reduce la porosidad en fundiciones no ferrosas, mejorando la resistencia al desgaste.

1.3 Objetivos:

1.3.1 Objetivo general:

Construir e implementar una cabina sandblasting con el fin de decapar pintura y corrosión de componentes pequeños para la compañía AEROKASHURCO CIA. LTDA. en la ciudad de Shell-Mera.

1.3.2 Objetivos específicos:

- Recopilar información bibliográfica referente al tema de investigación.
- Determinar un diseño ergonómico para la cabina sandblasting.
- Establecer los materiales necesarios para la culminación de la máquina.

- Crear un manual de mantenimiento que permita conservar en óptimas condiciones la cabina.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina para verificar los procesos de limpieza superficial.

1.4 Alcance

Esta investigación va dirigida hacia las personas que están interesadas en adquirir la sandblasting, que en este caso es la compañía AEROKASHURCO CIA. LTDA. ya que la máquina es un sistema adecuado de prevención, gracias a la misma, personal del área de mantenimiento de la empresa optimizará tiempo, trabajo y dinero en la limpieza de partes, siendo realmente el mejor método para remover óxido, recubrimientos y proporcionar acabados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto: Sandblasting

Es la operación que utiliza la fuerza de propulsión de un material abrasivo contra una superficie bajo condiciones de alta presión para alisar una superficie áspera, dejando un buen acabado y eliminando la superficie de contaminantes.

Su nombre proviene de la unión de dos palabras en inglés.

Sand: arena

Blast: presión

SANDBLASTING: arena a presión

Aunque la arena no necesariamente es el único abrasivo que se utiliza, dentro del mercado existen muchos más dependiendo la necesidad del operador.

2.1.1 Funcionamiento del sistema sandblasting

Este sistema consiste en la acción de un mecanismo que expulsa aire comprimido a través de una boquilla un abrasivo granulado a la superficie que se quiera procesar, este impacto se realiza con una presión que provoca que los agentes ajenos al material puedan ser removidos (polvo, óxido de corrosión, pintura y otros) obteniendo como resultado una limpieza profunda. La sandblasting es ampliamente usada para mostrar una superficie limpia y visible a cualquier daño superficial que posea.

Entre sus beneficios también está el acabado que proporciona para una posterior aplicación de pintura que por la ligera capa rugosa que se forma con esta operación, es perfecto para el pintado de los componentes tratados ya que existe mucha más adherencia al material, dejándolo en condiciones óptimas.

2.1.2 “Principales usos de la cabina sandblasting”¹

- Se aplica normalmente a superficies metálicas, este método de limpieza nos ayuda a eliminar impurezas sobre la superficie como óxidos, pintura etc.
- Eliminación de escamas, óxido o arena quemada en fundiciones.
- Remoción de escama tratada térmicamente.
- Limpiar grasas o aceites en piezas acabadas.
- Limpieza de estructuras metálicas.
- Preparación de materiales para aplicación de recubrimientos.

2.1.3 “Beneficios del uso de la cabina sandblasting”

- Minimizar tiempos de trabajo, optimizando mano de obra.
- Mejorar la adherencia de los recubrimientos anticorrosivos.
- En aeronáutica se aplica a componentes de transmisión de movimientos, tornillería, componentes de la estructura del avión.
- Su aplicación aumenta apreciablemente la resistencia a la fatiga y la resistencia a la corrosión.
- Obtener mayor anclaje y adherencia de recubrimientos.
- Conseguir mayor pureza del material con un mínimo de esfuerzo.

2.1.4 Procedimiento de aplicación sanblasting

Dentro del sistema de inyección y mezcla con aire para realizar el proceso de sandblast, existen dos procedimientos:

- Por Succión
- Por Presión

¹ Lawrence E. Doyle (2008), Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros, Tercera Edición, Editorial Mary Carnys, México

2.1.4.1 Por presión

El método por presión consiste en la mezcla del abrasivo con el aire comprimido directamente, es decir, desde la pipa que contiene el abrasivo sale hacia la válvula mezcladora donde se combinará con el aire proveniente del compresor, saliendo con mayor fuerza la mezcla para ser impactada contra el material a ser tratado.

“Para realizar este proceso, se debe utilizar un recipiente fabricado especialmente para soportar la presurización de 9.15kg/cm² o 130 PSI la forma del cuerpo es circular que en la parte superior posee una entrada para la introducción del abrasivo.

En la sección inferior de este recipiente o tanque termina en un cono por cuyo orificio saldrá el abrasivo hacia la válvula mezcladora en donde se combinara con el aire que se está inyectando desde la entrada del tanque y así a través del conducto, en este caso manguera y boquilla, salgan disparando el abrasivo a mayor velocidad para impactarse sobre la superficie de la pieza a procesar.”²

La ventaja de este método es que es posible manejar un mayor volumen de abrasivo y con una fuerza de impacto más grande, logrando más velocidad en el proceso y mayor eficiencia en la limpieza sobre la superficie. Este tipo de operación sandblasting se utiliza para trabajar en superficies amplias al aire libre o en un cuarto especial en que el abrasivo se lo puede recolectar para su reutilización.

² <http://www.chipaxa.com/paginas/Sandblast.html>

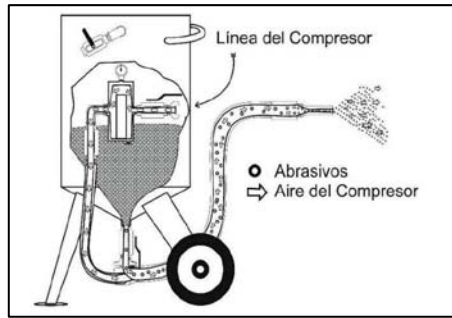


Figura 2.1. Sandblasting por presión

Fuente: www.chipaxaequipos.com

Antes que se coloque la granalla en el tanque de presión es recomendable cernirlo al menos una vez para que no exista obstrucciones en los filtros o el la boquilla, tal acto se realiza ya que deja un acabado uniforme y mantiene el equipo en buenas condiciones.

“Previamente al trabajo con este equipo se debe de tener en cuenta todas las medidas de seguridad tanto de la máquina como el de la salud del operador, haciendo referencia a que no se labora en un ambiente aislado y las partículas pueden llegar al sistema respiratorio del trabajador o personas que se encuentren a su alrededor, por tal motivo es indispensable tener todo el equipo de protección personal que pueda utilizarse para cubrir todas las partes del cuerpo donde pueda ingresar el abrasivo.”³



Figura 2.2. Sandblasting por presión

Fuente: Investigación de Campo

³ Departamento de Calidad, Proceso de Sandblasting en MLWD, Weatherford L.A

2.1.4.2 Por succión

Generalmente este proceso se realiza para la limpieza de superficies pequeñas de modo que todo ocurre en el interior de una cabina protegiendo al operario del impacto del abrasivo. El método por succión consiste en levantar el abrasivo por succión que se encuentra en un depósito debajo de la cabina, llevándolo hacia la cámara de vacío donde se mezcla con el aire comprimido para luego ser impactado contra la superficie a ser limpiada. Esta acción sucede por un efecto llamado “Efecto Venturi” producido por la disposición de la pistola de sanblastear.

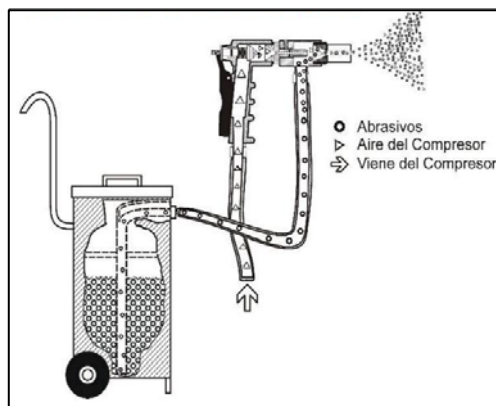


Figura 2.3. Sandblasting por succión

Fuente: www.chipaxaequipos.com

Efecto Venturi

Un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en este punto el conducto se introduce el extremo de otro conducto, se produce una aspiración del fluido que va a pasar al segundo conducto.⁴

El material con el que se trabaja es reutilizable pero cada periodo de tiempo dependiendo de la granalla que se utiliza (por lo general y recomendable en todos es usarlo hasta 10 veces) se debe de cambiar ya que con tanto uso van

⁴ www.ecured.cu/index.php/Efecto_Venturi

perdiendo sus propiedades y de tal modo baja la calidad del acabado de la superficie con la que se está trabajando, a parte que aparece contaminación de agentes extraños y de humedad.

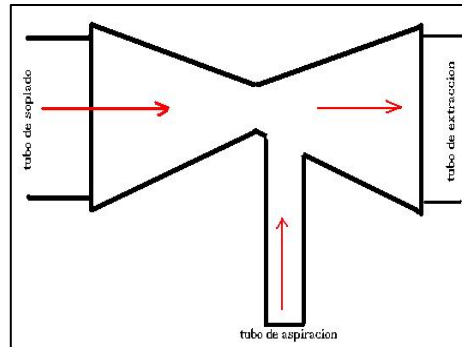


Figura 2.4. Efecto Venturi

Fuente: www.lamarabunta.org

La fuerza de impacto del abrasivo por este método no es tan grande como el que se utilizara el de presurización, pero es eficiente para el proceso de limpieza de componentes pequeños.



Figura 2.5. Cabina sandblasting

Fuente: mxcorporetion.com

2.1.5 Abrasivos

Los abrasivos son sustancias duras usadas en operaciones de acabado de superficies. Son capaces de cortar materiales demasiado duros para otras herramientas, dar mejores acabados y mantener tolerancias más estrechas de las que pueden obtenerse económicamente para otros medios en la mayoría de los materiales. En aplicaciones modernas los abrasivos naturales han sido reemplazados por los abrasivos artificiales. La desventaja de los abrasivos naturales han sido sus características y calidad que son muy variables, mientras que los artificiales, por estar sometidos a estrictos controles de calidad durante todo el proceso de fabricación, tienen características uniformes y repetibles.⁵

Entre los abrasivos más utilizados en sandblasting son los siguientes:

- Arena sílica
- Óxido de aluminio
- Carburo de silicio
- Granate
- Escoria de Cobre
- Perla de vidrio
- Abrasivo plástico
- Granalla de acero, entre otros

Arena sílica

“Este abrasivo de bajo costo, se utiliza principalmente cuando se realizan trabajos en exteriores, ya que su precio es más económico y su uso no puede ser mayor a dos veces; su avance es mediano y le proporciona un acabado mate, es importante considerar que su fragilidad es muy alta por lo que es uno de los abrasivos que más polvo genera.”⁶

⁵ Lawrence E. Doyle (2008), Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros, Tercera Edición, Editorial Mary Carnys, México.

⁶ <http://www.chipaxa.com/paginas/sandblast.html>

Este abrasivo tiene un alto contenido de sílice por lo que puede presentar riesgos a la salud de los trabajadores y debe de utilizarse bajo estrictas medidas de seguridad y siempre con el equipo de protección para el operador ya que puede producirle daños tan severos como la muerte. Se debe verificar que no existen restricciones para su utilización antes de operar con este abrasivo.

Oxido de aluminio

Conocido en marcas como alundum y Aloxite. Pueden adicionarse diversas sustancias y seguir diversos métodos de manufactura para mejorar la dureza, tenacidad, friabilidad, etc. el oxido de aluminio simple es blanco, pero los diversos aditivos colorean los granos, como gris rosa o verde. Dos aditivos comunes con compuestos de zirconio y vanadio.

2.1.6 Factores para la selección del abrasivo

2.1.6.1 Tamaño

El tamaño de las partículas influye mucho ya que los fabricantes de abrasivo utilizan varias nomenclaturas y numeraciones para definir el tamaño de sus productos, dividiéndolos dependiendo del trabajo y en el lugar en donde se va a realizar el sandblasting.

Es decir partículas más grandes remueven múltiples capas de pintura y corrosión muy pesada dejando superficies muy profundas, los abrasivos tamaño mediano remueven óxido ligero, pintura floja, y escamas de acero delgadas, mientras que las partículas pequeñas dejan perfiles superficiales y son ideales para el chorreado de abrasivo de metales de poco calibre, madera, plástico, cerámica y otras superficies semidelicadas.

La propulsión e impacto que pueda dar el abrasivo hacia el material a trabajar dependerá de las características que posea la pistola sandblast y la presión que se le aplique.

Tabla. 2.1 Tamaño del abrasivo

TAMAÑO NOMINAL EN MM
2.00
1.70
1.40
1.18
1.00
0.85
0.42
0.30
0.18
0.10
0.06

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

2.1.6.2 Forma

Entre las más comunes esta la granalla tipo esférica y la angular. La esférica por su gran masa, remueve oxido que se encuentra ligeramente sobre el lugar a sandblastear, disminuyendo la rugosidad de la superficie, mientras que la angular provoca superficies mas rugosas, eliminando corrosión más profunda dejando la superficie con mucha más adherencia para sustancias que serán aplicadas posteriormente.

FORMAS COMUNES	 ESFÉRICA	 ANGULAR	 ELÍPTICA
FORMA INUTILIZABLE	 LAGRIMA	 ROTA	 MELLADA

Figura 2.6. Forma del abrasivo

Fuente: Investigación de campo

2.1.6.3 Tenacidad

En la medida en que el material sea más denso, será mayor la energía con que se impacte contra la superficie. Después de un proceso de arenado el material tratado queda, a vista de microscopio, con una superficie con valles y picos con profundidades que varían entre 1.5 a 3.5 milésimas de milímetro quedando perfectamente uniforme. Todo depende de las condiciones material, el tipo de superficie y característica del abrasivo a utilizarse.

2.1.6.4 Dureza

Si el abrasivo es más duro que el sustrato, dejará un perfil sobre la superficie. Si es más suave que la superficie, pero más dura que el recubrimiento, solamente removerá el recubrimiento. Si es más suave que el recubrimiento, solamente limpiará la contaminación de la superficie sin remover el recubrimiento.

2.1.7 Preparación de Superficies

Para poder tener un rendimiento adecuado de un componente, se debe de realizar inspecciones y de requerirse, un mantenimiento periódico para gozar de una vida útil más larga del material a tratar y de esta forma abaratar costos de mantenimiento y/o reparación.



Figura 2.7. Inspección visual
Fuente: Investigación de campo

Para que se encuentre en excelentes condiciones un material, antes de todo se debe seleccionar el método más adecuado para preparar la superficie considerando factores como:

- Accesibilidad
- Tipo de material a tratar
- Condiciones del material
- Granalla a utilizar
- Costos
- Requerimientos del cliente

Existen varios métodos de preparación del material como:

- Limpieza manual
- Limpieza mecánica
- Limpieza con flama
- Limpieza con chorro de abrasivo (granallado)
- Limpieza química
- Limpieza por agentes atmosféricos

Para este trabajo se enfocará en lo que es la limpieza con chorro de abrasivo que es lo que trata el presente proyecto.

2.1.7.1 "Granallado - Normas de Preparación de Superficies"⁷

Los trabajos de preparación de superficies están normalizados por varias asociaciones internacionales. Las normas definen la terminación deseada o sea el grado de granallado a alcanzar. Algunas normas son de comparación visual utilizando probetas de acero, discos comparadores o fotografías y otras normas solo son escritas. Todas ellas están sujetas a un vasto grado de interpretación y aplicación de las especificaciones dadas por los usuarios, inspectores, aplicadores y otros.

⁷ <http://www.cym.com.ar/castellano/informes/granallado-normas-preparacion-de-superficie.pdf>

Tabla 2.2. Normas y acabados

Norma SIS Sueca	Norma Americana	Norma SSPC	Norma Francesa	Norma Inglesa	Norma NACE
SA 3	Metal Blanco	SP 5	DS 3	1 st Quality	Nace 1
SA 2 ½	Semi Blanco	SP 10	DS 2.5	2 nd Quality	Nace 2
SA 2	Comercial	SP6	DS 2	3 rd Quality	Nace 3
SA 1	Cepillado granallado ligero	SP7	DS 1		Nace 4

Fuente: www.cym.com

Elaborado por: cym producciones

Las normas de mayor utilización en toda América Latina son las siguientes:

- **Normas SSPC** (Steel Structures Painting Council)
- **Normas SIS** (Swedish Standards Institution)

La metodología utilizada se basa en la comparación de la superficie tratada con el patrón de la norma, fotografías en el caso de la norma SSPC y transparencias en el caso de la norma SIS.

Grados de herrumbre utilizados en ambas normas

Grado A: Superficie de acero con la capa de laminación intacta en toda la superficie y prácticamente sin corrosión.



Figura 2.8. Grado de herrumbre A

Fuente: Investigación de campo

Grado B: Superficie de acero con principio de corrosión y en la cual la capa de laminación comienza a despegarse.



Figura 2.9. Grado de herrumbre B

Fuente: Investigación de campo

Grado C: Superficie de acero en donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión o la capa de laminación puede ser eliminada por raspado, pero en la cual no se han formado en gran escala cavidades visibles.



Figura 2.10. Grado de herrumbre C

Fuente: Investigación de campo

Grado D: Superficie de acero en donde la capa de laminación ha sido eliminada por la corrosión y se han formado en gran escala cavidades visibles.



Figura 2.11. Grado de herrumbre D

Fuente: Investigación de campo

2.1.7.1.1 Norma Europea SIS 05 5900

La norma define, para superficies de acero laminadas en caliente los cuatro grados diferentes de herrumbre, antes enunciados como A, B, C, D.

Partiendo de cada grado de herrumbre se definen grados de preparación de superficie, codificados como:

- **Grado Sa 1 Arenado-Granallado ligero:** Se quita la capa suelta de laminación, el óxido suelto y las partículas extrañas sueltas. El aspecto deberá coincidir con las figuras para Sa 1.
- **Grado Sa 2 Arenado-Granallado minucioso:** se quita casi toda la capa de laminación y de óxido y casi todas las partículas extrañas. Deberá adquirir entonces un color grisáceo y su aspecto deberá coincidir con las figuras de la designación Sa 2.
- **Grado Sa 2 1/2 Arenado-Granallado muy minucioso:** las capas de laminación, óxido y partículas extrañas se quitan de una manera tan perfecta que los restos sólo aparezcan como ligeras manchas o rayas. Su aspecto deberá entonces coincidir con las figuras de la designación Sa 2 1/2.

- **Grado Sa 3 Arenado-Granallado a metal blanco:** Toda la capa de laminación, todo el óxido y todas las partículas extrañas se quitan sin dejar ningún resto de contaminante. Deberá adquirir un color metálico uniforme y coincidir con las figuras de la designación Sa 3.

Así se combinan el punto de partida (superficie previa al granallado) y la terminación final (superficie ya granallada). Como ejemplo, si se parte de un grado de herrumbre "B" y se logra un grado de preparación Sa 2 1/2 el trabajo se define como B Sa 2 1/2.

En la práctica el grado de preparación más utilizado es el Sa 2 1/2 o SP10 debido a que provee un anclaje suficiente para la pintura (en las utilidades más generales), sin llegar a una terminación Sa 3 o SP5 que es la más completa, pero al mismo tiempo la más costosa. Las superficies de acero se limpiarán para quitar el aceite, grasa, etc. y las capas gruesas de óxido se sacarán con un cincel antes del tratamiento.

2.1.7.1.2 Norma Americana SSPC VIS 1- 89

Al igual que la norma europea, la SSPC define cuatro grados de herrumbre (A, B, C, D) equivalentes y partiendo de éstos se definen distintos grados de preparación:

- **Grado SSPC SP7** Granallado / Arenado Rápido
- **Grado SSPC SP6** Granallado / Arenado Comercial
- **Grado SSPC SP10** Granallado / Arenado cercano a metal blanco
- **Grado SSPC SP5** Granallado / Arenado a metal blanco

Como ejemplo, si se parte de un grado de herrumbre "B" y se logra un grado de preparación SP 10 el trabajo se define como B SP 10.

- **Grado SSPC SP7 Arenado – Granallado Rápido:** la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, capa suelta de laminación, óxido suelto y capas de pintura desprendidas. Conserva la capa de laminación donde está firmemente adherida. Estas partes no deben desprenderse mediante un objeto punzante. Es utilizado sólo en los casos de condiciones muy poco severas y presentará áreas de probables fallas.
- **Grado SSPC SP6 Arenado – Granallado Comercial:** la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido y los restos de capa de laminación no deben superar al 33% de la superficie en cada pulgada cuadrada de la misma. Los restos deben verse sólo como de distinta coloración. Generalmente se lo especifica en aquellas zonas muy poco solicitadas sin ambientes corrosivos.
- **Grado SSPC SP10 Arenado – Granallado cercano a metal blanco:** la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación, restos de pintura y otros materiales extraños. Se admite hasta un 5% de restos que pueden aparecer sólo como distinta coloración en cada pulgada cuadrada de la superficie.

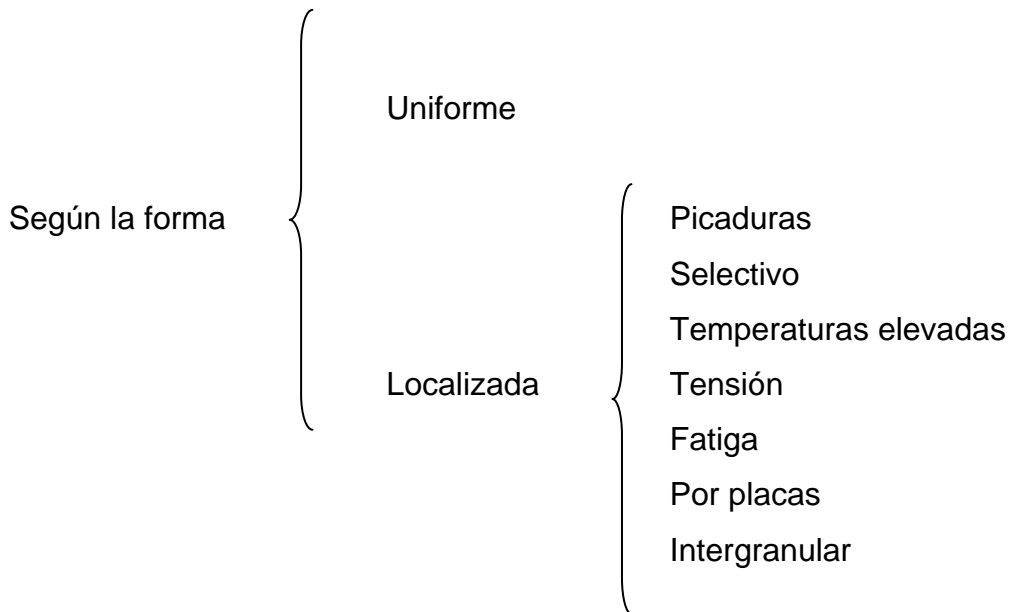
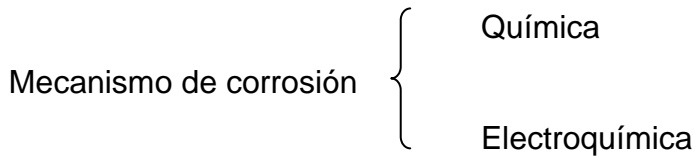
Es la especificación más comúnmente utilizada. Reúne las características de buena preparación y rapidez en el trabajo. Se lo utiliza para condiciones regulares a severas.

- **Grado SSPC SP5 Arenado a metal blanco:** la superficie debe verse libre de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación restos de pintura sin excepciones. Es utilizada donde las condiciones son extremadamente severas, con contaminantes ácidos, sales en solución, etc.

2.2 Corrosión

“Se lo define como el deterioro lento y progresivo que sufren los metales cuando interactúan con el medio en el que trabajan. Los materiales que son afectados por la corrosión no siempre se puede ver de manera visible como el cambio de su geometría y peso, ya que puede afectar a sus propiedades disminuyendo su resistencia.”⁸

2.2.1 Clasificación de la corrosión



⁸ Jose Luis Ortiz (2009), “Principios Básicos de Corrosión”, Edición 1, Editorial Limusa, México.

2.2.1.1 Mecanismo de corrosión

2.2.1.1.1 Reacción química

Por corrosión química se entiende la destrucción del metal u otro material por la acción de gases o líquidos no electrolíticos (gasolina, aceites etc.). Un ejemplo típico de corrosión química es la oxidación química de metales a altas temperaturas.



Figura 2.12. Mecanismo de corrosión

Fuente: Investigación de campo

En la corrosión química, sobre la superficie del metal se forma una película de óxidos. La solidez de esta película es diferente para los diferentes metales y aleaciones. En las aleaciones de hierro con carbono, la película de óxidos es débil, se destruye con facilidad y la oxidación continua realizándose hacia el interior de la pieza.

En otros metales y aleaciones las películas de óxido son muy resistentes. Por ejemplo, al oxidarse el aluminio, sobre su superficie se origina una película firme de óxidos que protege el metal contra la oxidación ulterior.⁹

⁹ www.metalurgia/corrosion.html

2.2.1.1.2 Reacción electroquímica

La corrosión electroquímica puede ocurrir cuando dos metales, que tienen distinto potencial, se encuentran en contacto en presencia de un electrolito (humedad, agua, etc). A los efectos de determinar qué metales son más susceptibles a la corrosión se sitúan estos en una tabla de electroquímicas cuyas posiciones son indicativas de la facilidad que un metal se ioniza. Recuerde estos datos:

Cuando más noble un metal más positivo es su potencial y ocupa una posición más baja en la tabla electroquímica. Por ejemplo, el oro es un metal que está más abajo de en la tabla y tiene muy escasas tendencias a pasar forma iónica y a la corrosión cuando está en contacto con un electrolito; sin embargo, el magnesio, que es un metal muy reactivo, es el primero en la tabla y tiene una gran tendencia a pasar forma iónica y a la corrosión. (Ver tabla ANEXO A)

El potencial de los metales se los mide en voltios de acuerdo con ensayos que están normalizados.

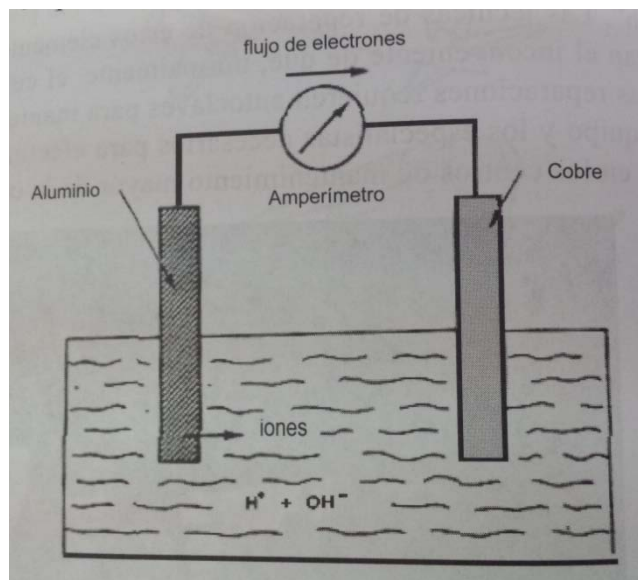


Figura 2.13. Reacción electroquímica

Fuente: Lawrence E. Doyle (2008), Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros, Tercera Edición, Editorial Mary Carnys, México.

El metal menos noble de los dos que están en contacto es el que sufre la corrosión, es decir, el que tiene un potencial más negativo.

Para que exista la corrosión electroquímica es necesario el contacto de dos metales de potencial diferente (para que produzca entre ellos un desequilibrio electrónico) y un conductor eléctrico. El conductor eléctrico en el caso de las aeronaves suele ser el agua que se condensa unida a la suciedad o contaminación atmosférica.

El metal de potencial más negativo (el que sufre la corrosión) se llama ánodo, y el más noble, cátodo. De aquí que se diga que un metal actúa como ánodo o cátodo en la "pila" que se ha formado por el contacto de dos metales en presencia de un electrolito.

Todos los metales presentan una tendencia a oxidarse (perder electrones), que se cuantifica por medio de este potencial de oxidación (electronegatividad); cuanto más alto sea este valor, más noble es el metal, es decir, se oxida con mayor dificultad. Los metales menos electronegativos actúan como cátodos, mientras que los más electronegativos se comportan como ánodos, corroyéndose. El efecto corrosivo es tanto mayor cuanto más separados se encuentren los dos metales en la tabla de electronegatividad.

2.2.1.2 Según la forma

La corrosión se presenta de diversas formas y depende de la cantidad del metal y de los factores que intervienen. Por ello identificar el tipo de corrosión presente es muy valioso tanto para el campo de investigación y diseño como para el de mantenimiento, pues conocido el tipo de corrosión se comprenderá la causa y se buscará la forma de disminuir el ataque.

2.2.1.2.1 Corrosión uniforme

“El metal adelgaza uniforme y homogéneamente en toda la superficie, y su efecto se traduce en la reducción de su espesor y por tanto en el peso del material dejando el metal limpio o cubierto sobre su superficie por productos de corrosión. Es la forma más benigna. Consiste en un ataque homogéneo en toda la superficie. Existe igual penetración en todos los puntos. Se puede calcular la vida.”¹⁰



Figura 2.14. Corrosión Uniforme

Fuente: Investigación de campo

2.2.1.2.2 Corrosión por picado (Pitting corrosión)

“Durante el picado, el ataque se localiza en puntos aislados de superficies metálicas pasivas, propagándose hacia el interior del metal en forma de canales cilíndricos. En general se encuentra alrededor del borde de éste una pequeña pared perpendicular a la superficie del metal consecuencia de los productos de corrosión. La corrosión por picadura es un proceso lento que puede llevarse meses y años antes de ser visible, pero que naturalmente, causará fallas inesperadas. El pequeño tamaño de la picadura y las minúsculas cantidades de metal que se disuelven al formarla, hacen que la detección de ésta sea muy difícil en las etapas iniciales.”¹¹

¹⁰ Jose Luis Ortiz (2009), “Principios Básicos de Corrosión”, Edición 1, Editorial Limusa, México.

¹¹ Esteba Oñate (1991), “Las Aeronaves y sus Materiales”, Edición 1, Editorial Paraninfo, España.

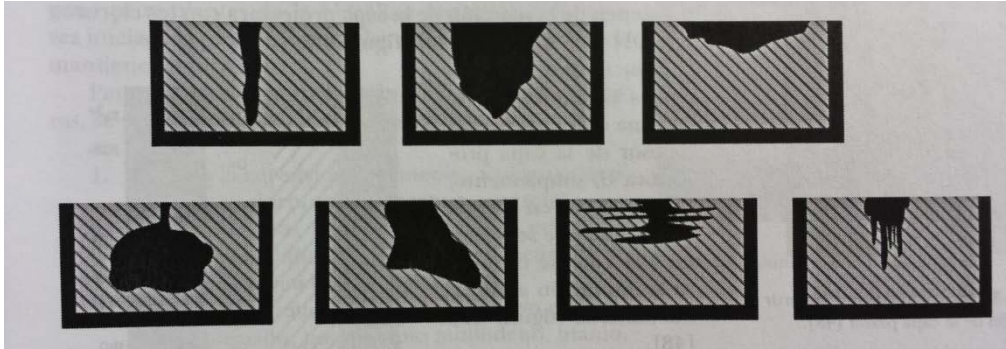


Figura 2.15. Formas de corrosión por picado

Fuente: Jose luis Ortiz (2009), "Principios Básicos de Corrosión", Edición 1, Editorial Limusa, México.

2.2.1.2.3 Ataque selectivo

Cuando un metal es procesado, el material resultante no es perfectamente homogéneo sino que puede contener inclusiones, segregaciones, constituyentes indeseados en los bordes de grano, más de una fase y otras imperfecciones.

Como la corrosión se ve influida muchas veces por la estructura interna del material. Se presenta en aleaciones y el material más activo es el que se corroe dejando al metal en forma de esponja.



Figura 2.16. Formas de corrosión selectiva

Fuente: Investigación de campo

2.2.1.2.4 Corrosión por tensión

La corrosión bajo tensión a veces llamada "cracking" o designada por la sigla SCC (stress corrosión cracking), es un tipo de corrosión localizada que experimentan algunos aceros inoxidable cuando están sometidos a tensión. El cracking consiste en la aparición de múltiples fisuras microscópicas profundas, que debilitan la pieza, conduciendo a una ruptura del material a una tensión muy por debajo de la "tensión de ruptura" propia del acero.

Para que se produzca este tipo de corrosión se requiere el concurso de varios factores:

- Un acero susceptible a este tipo de corrosión.
- La presencia de tensión (aplicada o residual) en la pieza de acero inoxidable.
- Altas temperaturas
- Un agente agresivo como cloruro, sulfuro, etc.

Se cree que la tensión asistida por la presencia de agentes agresivos como cloruro, produce fracturas de la capa pasiva de óxido de cromo, iniciándose así una corrosión localizada, que penetra en el material, en múltiples puntos, debilitándolo.



Figura 2.17. Corrosión por tensión

Fuente: Investigación de campo

2.2.1.2.5 Corrosión por fatiga

“Como su propio nombre lo indica, es la conjugación de procesos: la fatiga y la presencia de un ambiente corrosivo. Es característico de la fatiga el fallo del material de un determinado número de ciclos y nivel de esfuerzo, la presencia de la corrosión tiene normalmente, el efecto de acortar el tiempo de presencia del fallo. Si el fallo está presente, la corrosión favorece la velocidad de crecimiento de la grieta. En el caso normal la presencia de un ambiente corrosivo tiene el efecto de acortar el tiempo de presentación de la grieta o de acelerar su crecimiento.”¹²



Figura 2.18 Corrosión por fatiga

Fuente: Investigación de campo

2.2.1.2.6 Corrosión a temperaturas elevadas

Las formas de corrosión a temperaturas elevadas son las mismas que a bajas temperaturas, puede ser pitting, uniforme, erosión, etc. La mayor diferencia radica en que el incremento de temperatura acelera tanto las reacciones químicas como el proceso de difusión en las fases sólidas, que resultan en un incremento apreciable de la tasa corrosiva.

• ¹² Antonio Esteban Oñate (2007), “Conocimientos del avión”, Edición número 6, Editorial Thomson, Madrid-España.

Se designa químicamente corrosión por suelos, a los procesos de degradación que son observados en estructuras enterradas. La intensidad dependerá de varios factores tales como el contenido de humedad, composición química, pH del suelo, etc.



Figura 2.19. Corrosión a temperaturas elevadas

Fuente: Investigación de campo

A su vez si el material debe trabajar tanto a temperaturas elevadas, como a bajas o ambiente, el cambio cíclico de temperatura puede generar rupturas en las láminas protectoras o bien desprendimiento de ésta. Por lo tanto cuando se presente este tipo de situaciones (turbinas, puesta en órbita de vehículos espaciales, etc.) debe analizarse la adherencia de la capa protectora.

2.2.1.3 Lugares frecuentes donde se localiza la corrosión en una aeronave

- “La corrosión por contacto o fricción es muy común en todas las juntas, uniones con pernos y remaches de la estructura de la aeronave susceptibles a la corrosión. Puede presentarse usualmente como manchas oscuras alrededor de la cabeza de los remaches. Para retardarlo se utilizan interposición de juntas, sellantes, compuestos o lubricantes en juntas. Otras veces no hay otra solución más que sustituir las piezas.
- El servicio a temperaturas elevadas es como se dijo factor influyente en la tasa corrosiva.

- El contacto entre materiales diferentes es muy común en aeronáutica, por ejemplo entre el acero y las aleaciones ligeras (pernos de acero en estructuras de Aluminio). Todos estos contactos deben impedirse por interposición de juntas o películas protectoras.
- Las corrientes eléctricas que producen el equipo eléctrico abordo mal aislado puede originar corrosión galvánica de las zonas contiguas al equipo. Las chispas producen ácido nítrico si hay humedad en el ambiente, de aquí que los espacios eléctricos confinados deben airearse convenientemente.
- La batería es una región clave. Estas son a base de ácido o de níquel-cadmio, y convierten la energía eléctrica en energía química que queda almacenada para posterior reconversión a energía eléctrica. Estas transformaciones tienen desprendimiento de vapores corrosivos, por lo tanto los compartimientos de baterías de ácido deben ser resistentes a vapores de ácido mientras que las de níquel-cadmio a vapores alcalinos.
- La presencia de agua en zonas interiores a las superficies sustentadoras del avión termina por originar corrosión. La mejor forma de eliminar la humedad de un avión es volarlo. Una noche fría del avión a la intemperie y de fuerte condensación puede generar grandes cantidades de agua.
- El combustible de aviación absorbe agua con los ciclos de cambio de temperatura. La presencia de agua en los depósitos de combustible es un factor de riesgo sobre todo en aviones con motores turbina.

Zona del motor:

- La zona de salida o escape de gases es muy propensa a la corrosión debido a los productos de combustión como el azufre y otros agentes. A su vez se ve favorecida por la alta temperatura de los gases (téngase presente en tubos de escape, toberas de salida, carenas adyacentes a esas áreas).

- En zonas de admisión de aire de motores turbina el aire entra a gran velocidad junto con numerosas partículas abrasivas que tienden a eliminar las películas protectoras del borde de ataque (corrosión por erosión).
- Motores alternativos. La bancada del motor es crítica, pues el motor eléctrico de puesta en marcha cierra el circuito normalmente a través de la bancada del motor.
- El tren de aterrizaje y los alojamientos son los más atacados. Deben estar preparados para abrasión, impacto de pequeñas piedras, agua, hielo acumulado durante muchas horas de vuelo a elevada altitud, barro, etc. Es la zona más propensa a la corrosión. Las ruedas de avión están construida con aleaciones de magnesio, mientras que los pernos de sujeción son de acero, es decir estamos ante un par galvánico de primer orden.
- La limpieza de la aeronave se realiza con maquinas de agua – vapor a presión, o a mano. El lavado de una aeronave es el primer paso para controlar la corrosión. Los productos de limpieza que se emplean tanto a mano o a máquina difieren normalmente.”¹³

Para finalizar, téngase presente que las aeronaves se proyectan con el objetivo de reducir peso a costas de llevar la mayor carga paga y el menor combustible posible.

2.2.1.4 Protección contra la corrosión¹³

Los materiales corroídos no solo dan mal aspecto, sino que también las propiedades mecánicas de los mismos se ven afectadas y eventualmente pierden la capacidad de realizar la función para la que fueron fabricados,

Se deberán tenerse en cuenta las siguientes circunstancias para poder determinar la protección adecuada:

¹³ Esteba Oñate (1991), “Las Aeronaves y sus Materiales”, Edición 1, Editorial Paraninfo, España

- Clase y estado del metal (composición, estructura, impurezas, elaboración, tratamientos, etc).
- Medio en que se encuentra (naturaleza, concentración, pH o índice de acidez, presión, temperatura).
- Contacto entre el metal y el medio (forma de la pieza, estado de la superficie, etc).



Figura 2.20. Limpieza superficial de la corrosión

Fuente: www.roncaglia.com.ar

“El primero y más importante sin lugar a dudas, el concerniente a la previsión, dado que la corrosión se suele iniciar en el mismo momento del diseño y construcción de la embarcación en los diferentes elementos que la integran. Así conviene vigilar muy especialmente la disposición de los distintos metales entre sí empleando la tornillería adecuada y evitando la unión de dos metales de naturaleza distinta.

También los motores y las instalaciones eléctricas de todo tipo precisan de una correcta conexión a masa, siendo necesario que los equipos de radio dispongan de toma de tierra propia consistente en una placa especial pues constituye un error grave usar para ello una válvula de paso u otro órgano cuyo deterioro pueda resultar vital para la seguridad de la embarcación.

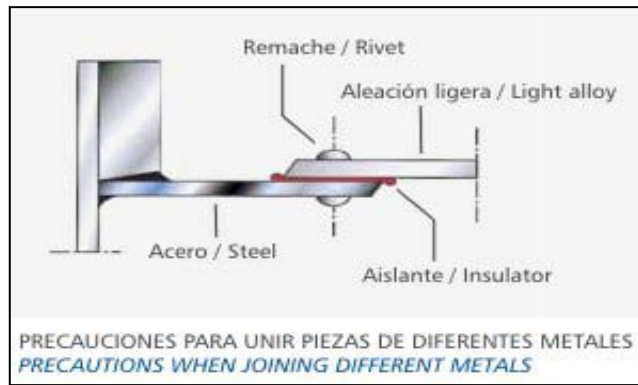


Figura 2.21. Instalación de piezas de metales diferentes

Fuente: www.electroavidtique.blogspot.com

El segundo aspecto a tener en cuenta en la corrosión tiene que ver con las causas que la motivan. En términos generales, las causas son siempre debidas al incumplimiento de las normas concernientes a la instalación eléctrica del propio avión y que permiten el paso de corriente a través de partes vitales del mismo. Lo primero que debe hacerse es comprobar la polaridad de masa de los diversos circuitos, luego hay que verificar si existen pérdidas de corriente al usar los diversos aparatos, midiendo con un tester si la corriente consumida es superior a la que debe gastar cada aparato.

Por último, el tercer aspecto, es la protección. Esta protección tiene especial importancia en aquellos estructuras donde no ha sido posible evitar algunas de las causas productoras de la corrosión por imperativos constructivos, como es por ejemplo la necesidad de poner dos metales diferentes uno junto al otro a poca distancia entre sí. Los métodos de protección contra la corrosión se basan en la debida elección de una aleación (metales puros o adición de cromo e inhibidores) y una estructura adecuada (por medio de tratamientos térmicos que eliminan tensiones internas y homogenicen soluciones sólidas), así como el recubrimiento superficial con materiales especiales.

El paso inicial para la aplicación de un sistema de protección a un componente suele ser la limpieza y preparación de la superficie. Su objetivo es la eliminación de sustancias orgánicas, tales como aceites, grasa, restos de pintura, y de

materiales inorgánicos principalmente óxidos formados en la superficie durante los procesos de fabricación del componente. Una limpieza y preparación superficial adecuada al método de protección utilizado es fundamental para la obtención de una protección contra la corrosión eficaz.”¹⁴

Los procedimientos empleados para proteger contra la corrosión se pueden clasificar en siguientes grupos:

- Por recubrimientos metálicos (electrolisis, inmersión, metalización, cementación y chapado)
- Por recubrimientos no metálicos
- Por empleo de inhibidores
- Por empleo de pasivadores
- Protección catódica.
- Protección contra el empleo de metales autoprotectores
- Diseño metalúrgico
- Diseño estructural

2.2.1.4.1 Recubrimientos metálicos

Se basan en el hecho, ya indicado, de que al poner dos metales en contacto, en presencia de una disolución, se produce corrosión de uno de ellos. Por ello, es preciso un recubrimiento lo más perfecto posible, exento de figuras y poros por los cuales se iniciara la corrosión interior. En todos los casos de recubrimiento metálicos deben prepararse las superficies de las piezas mediante operaciones previas de desengrase, con un disolvente apropiado y decapado.

El desengrase tiene por efecto eliminar las sustancias grasas de que están recubiertas frecuentemente las piezas. Para lograrlo, se sumergen a estas en baños de productos desengrasantes: tricloroetileno, percloroetileno, sosa caustica, carbonato de sodio, fosfato trisódico, bencina, alcoholes, etc.

¹⁴ www.docentes.unal.edu.co



Figura 2.22. Recubrimiento metálico

Fuente: www.sager.com.co

2.2.1.4.2 Inhibidores

Los inhibidores son sustancias que modifican el medio corrosivo para polarizarlo uno de los electrodos, por lo que se disminuye la corrosión. Este medio se clasifica en dos y se utiliza ambos se obtiene un mejor resultado.

Protección catódica: Consistente en llevar el metal a proteger dentro de la zona de inmunidad. El fundamento electroquímico sería el desplazar la reacción catódica a valores inferiores de potencial. El potencial necesario para producir el desplazamiento del potencial puede obtenerse aplicando una corriente impuesta a la estructura o mediante la colocación de ánodos de sacrificio distribuidos a lo largo del componente a proteger.

Los ánodos están fabricados con un material más electronegativo que la estructura a proteger, de manera que en ellos se produzca la reacción anódica quedando toda la estructura en zona catódica. Los ánodos de sacrificio se irán deteriorando con el tiempo y necesitarán sustituciones periódicas para mantener la eficacia de la protección.

Protección anódica: Consiste en llevar el material a proteger dentro de la zona de pasividad. En estas condiciones se vio anteriormente que existe una pequeña

velocidad de corrosión, que será aceptable si es uniforme en toda la superficie. La protección anódica se encuentra limitada por el hecho de que el material debe poder pasivarse en el medio en el cual el componente se encuentre inmerso.

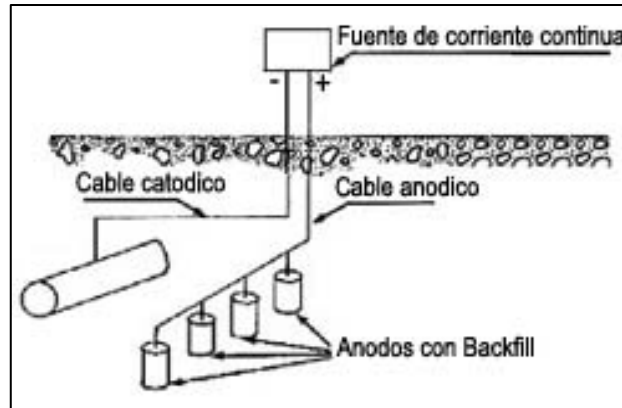


Figura 2.23. Inhibidores

Fuente: www.sisbib.unmsm.edu.pe

2.2.1.4.3 Modificación del medio

En determinadas ocasiones, especialmente en los sistemas cerrados, una pequeña modificación en las características del medio puede provocar una mejora sustancial del comportamiento del material frente a la corrosión. Las acciones más habituales para modificar las propiedades del medio son:

- Eliminación de los constituyentes corrosivos.
- Adición de inhibidores de la corrosión.

2.2.1.4.4 Diseño estructural

Un adecuado diseño de los componentes es fundamental para obtener la mayor eficacia en la utilización de los materiales. Un diseño orientado a minimizar los problemas de corrosión debe estar incluido en el diseño global de la estructura a fabricar. Unas directrices básicas a considerar a la hora de diseñar una estructura para reducir los posibles problemas de corrosión son las siguientes:

- Simplicidad de formas.
- Evitar la existencia de humedad residual.
- Prestar especial atención al diseño de juntas y uniones.
- Estudiar la localización de los equipos.
- Considerar posibles cambios dimensionales producidos por corrosión.
- Considerar los cambios dimensionales producidos por recubrimientos.
- Especificar las condiciones de fabricación y mantenimiento.

2.2.1.4.5 Diseño metalúrgico

“Los factores que tienen una mayor influencia en el comportamiento en servicio de un componente desde un punto de vista de su resistencia frente a la corrosión son los siguientes:

- Diseño.
- Material de fabricación.
- Fabricación y control de calidad.
- Condiciones de trabajo.
- Mantenimiento.
- Condiciones ambientales.

La aparición en un componente de un fallo prematuro causado por un problema de corrosión puede ser en muchos casos evitado si se han tenido presentes las circunstancias donde pueden entrar en juego el binomio metal-medio.

El diseño metalúrgico de un material requiere tanto la especificación final del material a utilizar, como los procesos de fabricación, montaje, almacenamiento, transporte y mantenimiento durante su vida en servicio. La especificación del material será tanto más rigurosa cuanto mayor sea la importancia y responsabilidad del componente a fabricar. En determinados casos el diseñador podrá imponer la verificación de determinadas propiedades mediante ensayos específicos.”¹⁵

¹⁵www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf

El material más adecuado para una determinada aplicación no suele ser el que presenta un mejor comportamiento de todos los materiales disponibles en el mercado, sino que debe ser, dentro de los posibles que cumplan los requerimientos necesarios para una determinada aplicación, el económicamente más rentable.

2.3. Soldadura

Una soldadura se produce cuando las piezas separadas de material que se van a unir se combinan y forman una pieza al ser calentadas a una temperatura suficientemente alta como para causar ablandamiento o fusión y fluyen junta, se puede realiza con o sin material de aportación, si se usa material de aportación y las consecuencias derivadas del suministro de calor pueden afectar a las propiedades de la pieza soldada.



Figura 2.24 Operación de soldadura

Fuente: Investigación de campo

2.3.1.1 Clasificación de los tipos de soldadura

Se pueden distinguir primeramente los siguientes tipos de soldadura:

- Soldadura heterogénea. Se efectúa entre materiales de distinta naturaleza, con o sin metal de aportación: o entre metales iguales, pero con distinto metal de aportación. Puede ser blanda o fuerte.

- Soldadura homogénea. Los materiales que se sueldan y el metal de aportación, si lo hay, son de la misma naturaleza. Puede ser oxiacetilénica, eléctrica (por arco voltaico o por resistencia), etc. Si no hay metal de aportación, las soldaduras homogéneas se denominan autógenas.

Por soldadura autógena se entiende aquélla que se realiza sin metal de aportación, de manera que se unen cuerpos de igual naturaleza por medio de la fusión de los mismos; así, al enfriarse, forman un todo único.

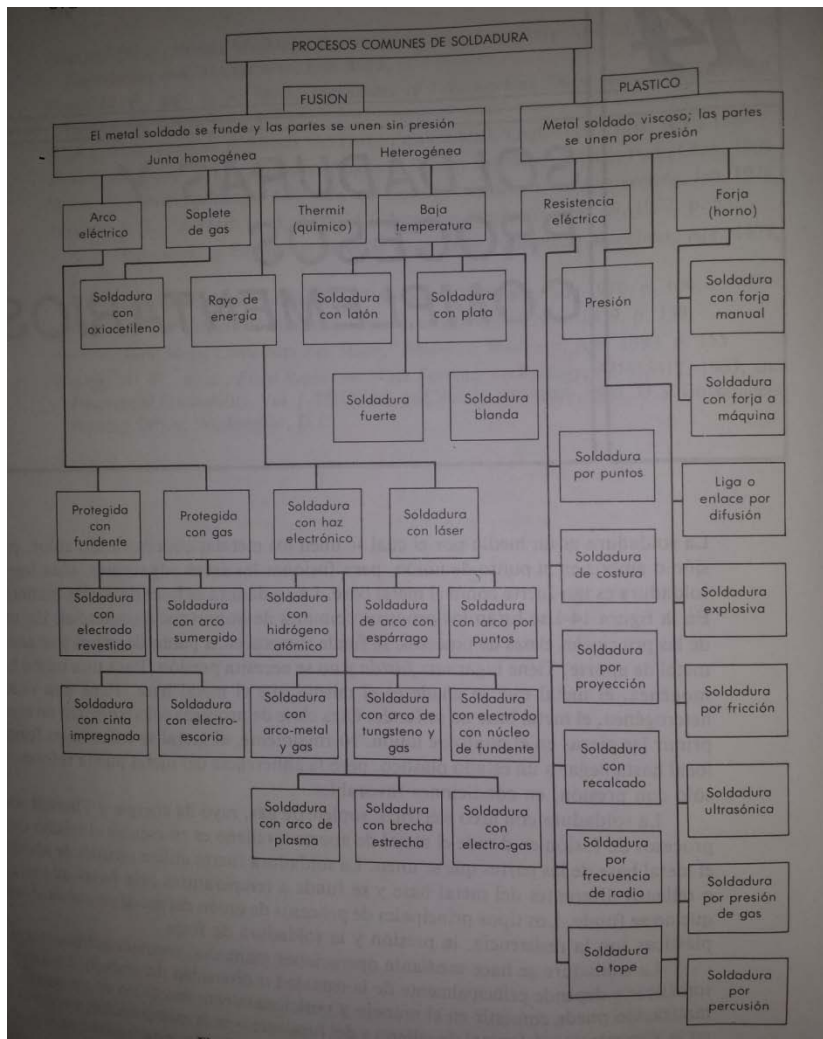


Figura 2.25. Esquema de clasificación de las soldaduras

Fuente: Lawrence E. Doyle (2008), Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros, Tercera Edición, Editorial Mary Carnys, México.

El presente trabajo de tesis se enfocará en la soldadura por arco eléctrico que es el tipo de máquina que se ha utilizado y se hará referencia.

2.3.1.2 La soldadura por arco metálico protegido

Es un proceso de soldadura que utiliza un fundente cubierto de electrodo de metal para transportar corriente eléctrica. Se lo eleva a una temperatura en el que el material de aportación y la base se funden, donde se mezclan. El extremo del electrodo y el baño fundido de metal están rodeados purificados y protegidos por una nube gaseosa y cubierta de escorias producidas a medida que el fundente protector del electrodo se quema o se evapora.

Este tipo de soldadura se utiliza debido a:

- Su bajo coste
- Portabilidad
- Flexibilidad
- Aplicable a toda clase de materiales

Especificaciones referentes a la máquina de soldadura

Medida. Utiliza tres unidades para medir la corriente de soldadura.

- Voltios (V): controlan la abertura máxima que los electrones pueden saltar para formar el arco.
- Amperios (A): controlan el tamaño del arco.
- Vatios (W): miden la cantidad de energía o potencia del arco.

Temperatura. La temperatura de un arco de soldadura supera los 11.000°F (6000°C), la temperatura exacta depende de la resistencia al flujo de corriente. La mayoría de electrodos tienen componentes químicos añadidos a sus cubiertas para estabilizar el arco, haciéndolo de igual manera disminuir la temperatura.

Corrientes. Los tres tipos diferentes de corriente utilizados para la soldadura son:

- Corriente alterna (AC): permite que el cordón de soldadura mantenga equilibrio entre penetración y acumulación.
- Corriente continua de electrodo negativo (DCEN): produce una velocidad alta de fusión del electrodo.
- Corriente continua de electrodo positivo (DCEP): produce las mejores características del arco de soldadura.

Algunos electrodos se pueden utilizar solo con un tipo de corriente mientras que otros, dos o más tipos de corrientes, cada una produce distinto efecto sobre la soldadura.



Figura 2.26. Elementos de la soldadura

Fuente: www.arqhys.com

2.3.1.3 Identificación de los electrodos

La A.W.S. y la A.S.M.E. (Sociedad Americana de Soldadura y Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, respectivamente), reconocidas autoridades dentro del renglón de la soldadura, dictan normas de clasificación de electrodos.

El estricto apego a éstas normas en la fabricación de los electrodos Infra, dan la pauta para conocer el porqué están considerados como líderes en el vasto campo de la industria constructiva y de mantenimiento.

Interpretación de la numeración SEGUN LAS NORMAS A.W.S. - A.S.M.E.: Las diferentes características de operación de varios electrodos son atribuidas al revestimiento. El alambre es generalmente del mismo tipo; acero al carbón A.I.S.I 1010 que tiene un porcentaje de carbono de 0.08- 0.12C% para la serie de electrodos más comunes.



Figura 2.27. Electrodos para soldadura eléctrica

Fuente: www.lusometalsrl.com.ar

En la especificación tentativa de electrodos para soldar hierro dulce, la A.W S. ha adoptado una serie de 4 ó 5 números siguiendo a la letra E, esta letra E significa que, el electrodo es para soldadura por arco.

Las dos primeras cifras de un número de 4, o las 3 primeras de 5 significan la resistencia mínima a la tracción en miles de libras por pulgada cuadrada del metal depositado. La penúltima cifra significa la posición en que se debe aplicar (plana, horizontal, vertical y sobre cabeza).

La última cifra significa el tipo de corriente (corriente alterna o corriente continua) el tipo de escoria, tipo de arco, penetración y presencia de compuestos químicos en el recubrimiento.

Tabla 2.3. Interpretación del electrodo

DIGITO	SIGNIFICADO	EJEMPLO
Primeros dos o primeros tres	Resistencia mínima a la tensión (alivio de esfuerzos)	E-60XX = 60,000 lb/pulg. ² (mín.) E-110XX = 110,000 lb/pulg. ² (mín.)
Anterior al último	Posición de aplicación	E-XX1X = todas las posiciones E-XX2X = horizontal y
Ultimo	Tipo de energía, tipo de escoria, tipo de arco, magnitud de la penetración, presencia de polvo de hierro en el recubrimiento	E-XX3X = plana

Nota: El prefijo "E" (a la izquierda de un número de 4 o 5 dígitos) significa electrodo para soldadura de arco.
Origen: *Metals and How to Weld Them* (Cleveland, Ohio: James F. Lincoln Arc Welding Foundation), p. 94.

Fuente: Manual de Soldadura

Elaborado por: Horwitz (2003), "Manual de Soldadura", Edición 1, Editorial Alfaomega, México.

Tabla 2.4. Interpretación de un electrodo

	ULTIMO DIGITO								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de energía	^a	CA o CD polaridad invertida	CA o CD	CA o CD	CA o CD	CD polaridad inv.	CA o CD polaridad invertida	CA o CD	CA o CD polaridad invertida
Tipo de escoria	^b	Orgánica	Rutilo	Rutilo	Rutilo	Bajo hidrógeno	Bajo hidrógeno	Mineral	Bajo hidrógeno
Tipo de arco		Excavadora	Regular	Blando	Blando	Regular	Regular	Blando	Regular
Penetración	^c	Profunda	Regular	Ligera	Ligera	Regular	Regular	Regular	Regular
Polvo de hierro en el recubrimiento		0-10%	Nada	0-10%	0-10%	30-50%	Nada	Nada	50%
									30-50%

^a E-6010 es de CD, polaridad invertida; E-6020 es de CA o CD
^b E-6010 es orgánica; E-6020 es mineral
^c E-6010 es de penetración profunda; E-6020 es de penetración mediana o regular
Origen: *Metals and How to Weld Them* (Cleveland, Ohio: James F. Lincoln Arc Welding Foundation), p. 94.

Fuente: Manual de Soldadura

Elaborado por: Horwitz (2003), "Manual de Soldadura", Edición 1, Editorial Alfaomega, México.

2.3.1.4 ¿Cómo soldar?

El electrodo ha de mantenerse siempre inclinado, formando un ángulo de 15° aproximadamente sobre el plano horizontal de la pieza, y comunicar un movimiento lento en zigzag -de poca amplitud-, para asegurar una distribución uniforme del metal que se va desprendiendo del electrodo. El arco eléctrico genera un cráter en la pieza. Es fundamental, para que la soldadura presente una penetración eficaz, tener en cuenta la longitud del arco (distancia entre el extremo del electrodo y la superficie del baño fundido). Si el arco es demasiado pequeño, la pieza se calienta exageradamente y la penetración resulta excesiva; en ese caso, puede llegar a producirse una perforación peligrosa. Por el contrario, si el arco es demasiado largo, se dispersa parte de su calor, y la penetración resulta insuficiente.

2.3.1.5 Medidas de seguridad a tomarse al soldar

Antes de iniciar el trabajo de soldadura se deben fijar las piezas sobre una mesa o banco de trabajo, de manera que permanezcan inmóviles a lo largo de todo el proceso. Durante la operación, el soldador debe evitar la acumulación de escoria, que presenta una coloración más clara que el metal.



Figura 2.28. Seguridad en la soldadura

Fuente: www.qualitysafetyhealth.com

Equipo de protección personal:



Figura 2.29. Protección personal de la soldadura

Fuente: Investigación de campo

2.3.2 Taladro portátil

Es una herramienta eléctrica destinada a taladrar diferentes materiales como metales, madera, materiales sintéticos, etc.



Figura 2.30. Taladro portátil

Fuente: www.maquinasportatiles.com

2.3.3 Esmeril

Esmeriladoras: Son herramientas manuales o eléctricas provistas de muelas o ruedas hechas con granos abrasivos y aglutinante.

Esmeriladora de banco: Se compone de un motor eléctrico montado sobre una base apropiada, cuyo rotor se prolonga por cada lado. En cada extremo del eje se monta una muela abrasiva siendo una de ellas de grano basto y la otra de grano más fino.

Todas las esmeriladoras de banco y de pedestal deben ir equipadas con protecciones ajustables para los ojos, fabricadas con vidrio de seguridad y provistas de luz eléctrica. El operario debe llevar siempre puestas las gafas de protección y considerar que la pantalla protectora citada constituye una precaución adicional.

Esmeriladora angulares: Son herramientas eléctricas o neumáticas de mano, provistas de una muela abrasiva en forma de plato o de copa, se utilizan en operaciones de desbaste de grandes piezas o donde no es posible el empleo de la esmeriladora de banco, su operación es seguras siempre y cuando se observen todas las precauciones en su operación.¹⁶

¹⁶ EBD (2008), Prontuario de Máquinas Herramientas, Edición 3, Editorial Don Bosco, Italia.



Figura 2.31. Amoladora

Fuente: www.rigidid.com

2.3.3.1 Medidas de seguridad

- Cuidar que el eje de la máquina gire en cojinetes de libre juego y que no golpee.
- Al poner en marcha la muela, procúrese llegar paulatinamente al número necesario de revoluciones.
- Si la muela debe esforzarse muy fuertemente en sus laterales, procúrese emplear granulometría gruesa. Si el trabajo lateral es continuo, deberán utilizarse muelas de forma.
- Al operar una maquina esmeriladora de cualquier tipo, el operador debe usar lentes de seguridad o careta al estar esmerilando.
- Utilizar protección auditiva (audífonos o tapones) si la operación de esmerilado es demasiado ruidosa.

2.3.4 Pistola de pintura neumática

Pintar con pistola neumática está basado en la pulverización y propulsión de la pintura, producida por la presión de aire comprimido proveniente de un compresor.

Este efecto se consigue gracias a una pistola de aplicación mediante el cual el producto que se quiere pulverizar (pintura, barniz, tinte) es atomizado por el aire comprimido que alimenta el aerógrafo. La mezcla atomizada pasa por la boquilla a través de unos pequeños orificios centrales o laterales.

El compresor debe de ser entre 1.5 a 3 CV con deposito de 50 a 100 litros, la pistola que usa la disposición de succión deben ser para pinturas ligeras.



Figura 2.32. Accesorios de la pistola neumática

Fuente: Manual de Maquinas Herramientas-Equipos neumáticos

Para realizar este trabajo se debe estar en un lugar bien ventilado, protegiendo con plásticos.

- La pintura se debe agitar bien antes de utilizarla, dependiendo las recomendaciones del fabricante ajustar la viscosidad.
- Pasar la pintura por un filtro.
- Conectar la pistola al compresor mediante un mango flexible y ajustar la presión a 3 bares.

- Colocar la pintura en el depósito con la cantidad necesaria que se pretenda pintar para no interrumpir el trabajo.
- Realizar una prueba sobre un cartón para controlar el chorro.
- Comenzar aplicar, la pistola debe de situarse a una distancia de 15 a 20 cm de la superficie a la que se está pintando, manteniendo la muñeca relajada y recta haciendo un movimiento de izquierda a derecha uniforme.
- Una vez terminado el trabajo llevar una adecuada limpieza del equipo para garantizar un próximo trabajo.

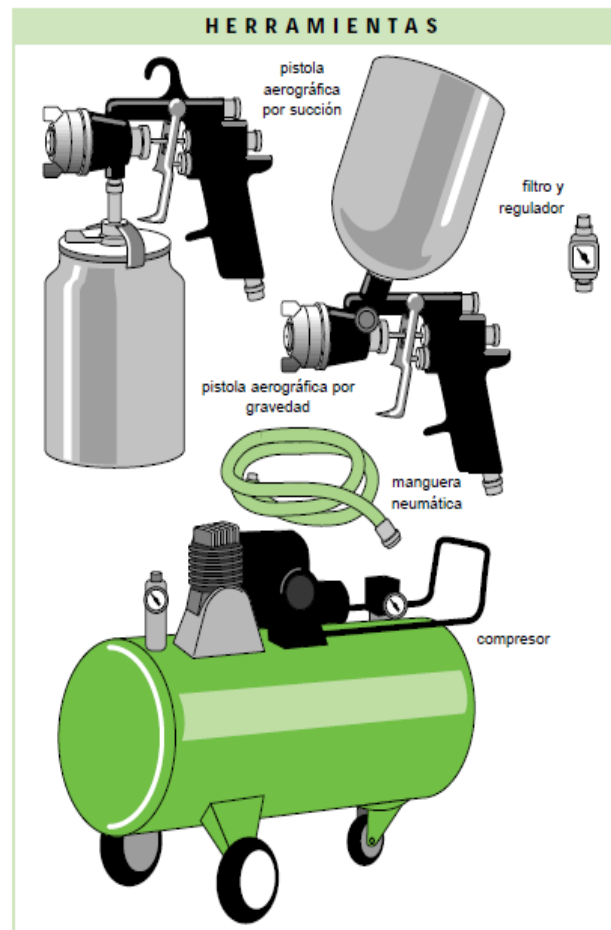


Figura 2.33. Herramientas de pistola neumática

Fuente: Manual de Maquinas Herramientas-Equipos neumáticos

2.3.4.1 Generalidades de la pintura

La función de la pintura es proteger el revestimiento y la estructura de la corrosión. Esta función se cumple mediante el aislamiento de la superficie metálica de la humedad y de los contaminantes presentes en la atmósfera. Para realizar un proceso de pintura se debe de preparar la superficie para un posterior acabado, que en aviación comprende las fases de “wash-primer”, imprimación, capas finales.

La pintura es la suspensión homogénea de partículas solidas, llamadas pigmentos que se encuentran dispersas en un líquido, llamado vehículo, en presencia otros componentes (aditivos). Los pigmentos proporcionan color, opacidad, cohesión, consistencia, dureza y resistencia de la película, evitando la corrosión. Entre los pigmentos utilizados se encuentran el fosfato de zinc, el zinc metálico, óxido de hierro, aluminio, entre otros. Los solventes más empleados son los líquidos orgánicos y el agua. Los ligantes usados en pinturas son las resinas, los óleos y los silicatos solubles.

Tabla 2.5. Clasificación de la pintura

Clasificación según el tipo de resina	
Alquídicas	Son esmaltes sintéticos y deben ser utilizados en interiores secos y abrigados o exteriores no contaminados, ya que no resisten la humedad.
Epoxídicas	Son más resistentes a los agentes químicos y a la humedad, pero no son indicadas a la exposición a exteriores porque pierden su brillo y color.
Poliuretánicas	Resisten a la intemperie y por muchos años con poca pérdida de brillo y color. Compatibles con imprimantes epoxídicos.
Acrílicas	Aptas para acabados y resistentes al sol.
Clasificación según su función	
Pinturas de fondo	Proporcionan adherencia y contienen pigmentos inhibidores de la corrosión (fosfato de zinc, zinc metálico o aluminio).
Pinturas intermedias	Proporcionan protección por barrera, mas no anticorrosiva, por lo que deben aplicarse varias manos hasta llegar al espesor adecuado.
Pinturas de acabado	Protegen contra el medio ambiente y dan color y brillo al sistema.
Clasificación según la protección a la corrosión	
Protección por barrera	La protección se cumple al lograr el espesor indicado de capa de pintura seca, sólida y maciza.
Protección anódica	Los pigmentos anticorrosivos son de comportamiento oxidante.
Protección catódica	La protección la proporcionan los pigmentos a base de zinc que forman pares galvánicos con el acero.

Fuente: www.pinturascerrillos.com

Elaborado por: Pinturas Cerrillos

Tabla 2.6 Sistemas de pintura recomendados para ambientes de diferente agresividad

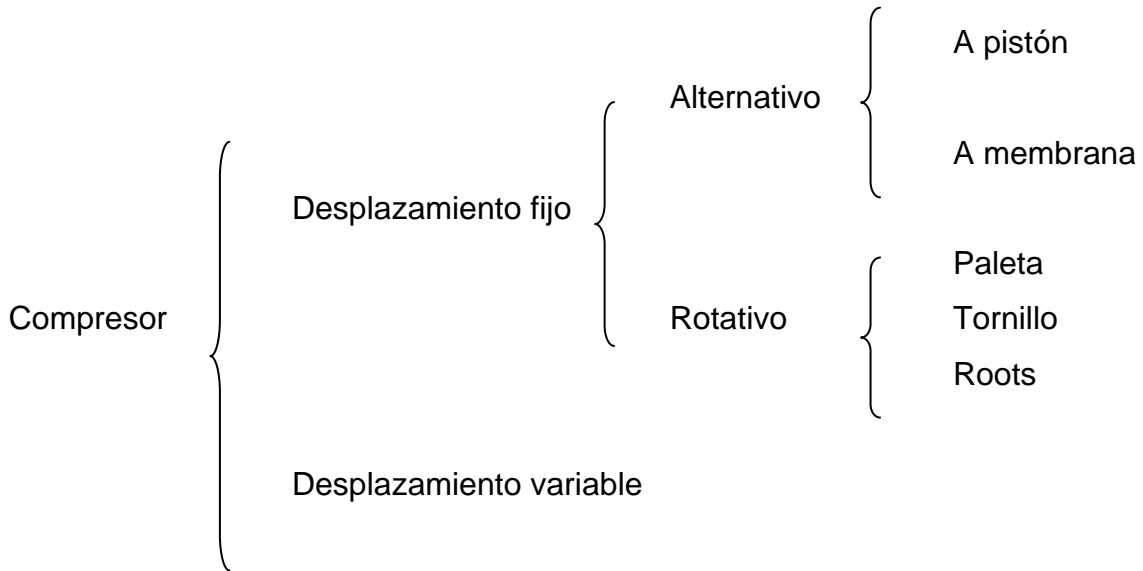
Ambiente	Tipo	Pintura	Manos	Espesor seco por mano (μm)	Espesor seco total (μm)	Costo	Expectativa de durabilidad (años)
Rural 1	Fondo y acabado	Alquídica doble función	1	75	75	Bajo	3 a 6
Rural 2	Fondo y acabado	Imprimante alquídico	1	40	120	Medio	4 a 7
		Esmalte alquídico	2	40			
Rural 3	Fondo acabado	Imprimante epoxídico	1	40	120	Medio	6 a 9
		Esmalte epoxídico	2	40			
Urbano 1	Fondo acabado	Imprimante alquídico	2	40	160	Bajo	4 a 7
		Esmalte alquídico	2	40			
Urbano 2	Fondo acabado	Colores Epoximástico	1	120	120	Medio	6 a 9
Urbano 3	Fondo y acabado	Poliuretano doble función	2	70	140	Alto	7 a 10
Industrial 1	Fondo y acabado	Colores Epoximástico	2	125	250	Medio	6 a 9
Industrial 2	Fondo acabado	Imprimante epoxídico	1	75	275	Medio	6 a 9
		Esmalte epoxídico	2	100			
Industrial 3	Fondo acabado	Imprimante epoxídico	1	125	275	Alto	7 a 10
		Esmalte Poliuretano	2	75			
Marino 1	Fondo Intermedia acabado	Imprimante Etil-Silicato de Zinc	1	75	265	Alto	8 a 12
		epoxídico Poliamida (tie-coat)	1	40			
		Esmalte Poliuretano	2	75			
Marino 2	Fondo Intermedia acabado	Imprimante Epoxi rico en zinc	1	75	275	Alto	7 a 11
		Esmalte Epoxi	1	125			
		Esmalte Poliuretano	1	75			
Marino 3	Fondo acabado	Imprimante epoxídico	2	125	300	Alto	6 a 10
		Esmalte Poliuretano	1	50			

Fuente: www.pinturascerrillos.com

Elaborado por: Pinturas Cerrillos

2.3.5 Compresor

El sistema de energía neumática se obtiene mediante un compresor que aspira aire atmosférico y lo comprimen hasta transferirle una presión superior. Hay distintos tipos de compresores, pero básicamente se pueden agrupar en los de desplazamiento fijo y variable o turbocompresores.



Los compresores alternativos son máquinas de desplazamiento positivo en las cuales sucesivas cantidades de gas quedan atrapadas dentro de un espacio cerrado y, mediante un pistón, se eleva su presión hasta que se llega a un valor de la misma que consigue abrir las válvulas de descarga.

El promedio de la capacidad de compresión de un compresor opera entre 0,75 a 420 kW (1 a 563 CV) produciendo presiones de trabajo de 1,5 a 414 bar (21 a 6004 psi).

Para la selección de los compresores se debe estimar el consumo de la planta, sobreestimar un 5 o 10% debido a pérdidas y luego ajustar este caudal requerido para que el compresor trabaje en un 70 u 80 % de su capacidad.¹⁷

¹⁷ www.schneider-druckluft.de/td/bda/pdf-bda/G870482_ES.pdf



Figura 2.34. Compresor
Fuente: Investigación de campo

2.3.6 Herramientas manuales

Flexómetro: El flexómetro es un instrumento de medición similar a una cinta métrica, dividida en unidades de medición, y que se enrolla en espiral dentro de una carcasa metálica o de plástico.



Figura 2.35. Cinta de medición
Fuente: Investigación de campo

Limas: La lima es una herramienta manual de corte con ranuras llamadas dientes, que se usa para desbastar en frío y afinar todo tipo de objetos sólidos

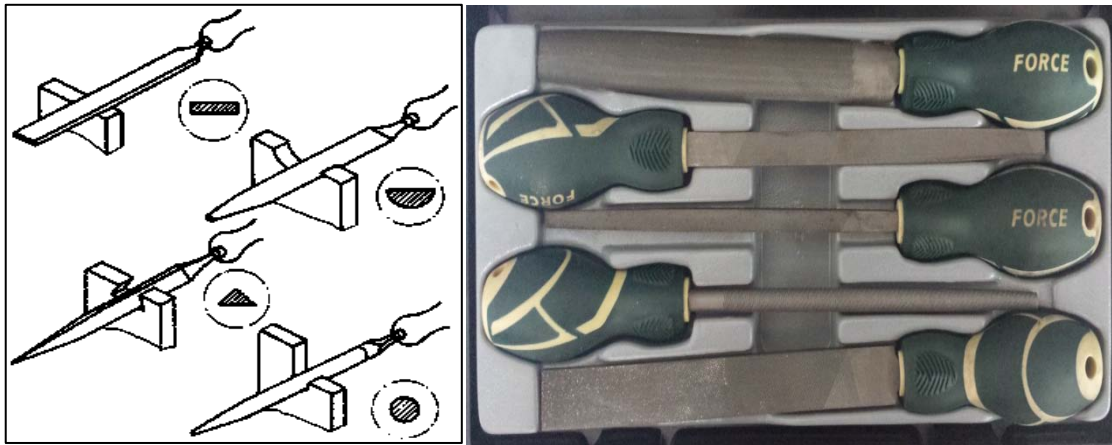


Figura 2.36. Tipos de limas

Fuente: Investigación de campo

Remachadora de mano: Sirve para fijar con remaches uniones de piezas que no sean desmontables en el futuro. Los remaches son unos cilindros de poco grosor que se insertan en la remachadora y se adaptan al espesor de las piezas que se acoplan. La unión con remaches garantiza una fácil fijación de unas piezas con otras.



Figura 2.37. Remachadora manual

Fuente: www.stanley.com

Llaves: son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos que posean cabezas que correspondan a las bocas de la herramienta. Están diseñadas para sujetar generalmente las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas.



Figura 2.38. Llaves de mano

Fuente: www.stanley.com

Sierras: Se denomina sierra manual a una herramienta manual de corte que está compuesta de dos elementos diferenciados. De una parte está el arco o soporte donde se fija mediante tornillos tensores la hoja de sierra y la otra parte es la hoja de sierra que proporciona el corte.



Figura 2.39. Arco de sierra

Fuente: Investigación de campo

Destornilladores: Los destornilladores son herramientas de mano diseñados para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación sobre materiales de madera, metálicos, plásticos, etc.

Los principales tipos de destornilladores son:

- Tipo plano de distintas dimensiones.
- Tipo estrella o de cruz.
- Tipo acodado.
- Tipo de horquilla.



Figura 2.40. Tipos de destornilladores

Fuente: Investigación de campo

2.4 Acero: Definición y Características

El acero es una aleación de hierro y carbono (máximo 2.11% de carbono), al cual se le adicionan variados elementos de aleación, los cuales le confieren propiedades mecánicas específicas para su diferente utilización en la industria. ¹⁸

Los principales elementos de aleación son: Cromo, Tungsteno, Manganeso, Níquel, Vanadio, Cobalto, Molibdeno, Cobre, Azufre y Fósforo. Los productos ferrosos con más de 2.11% de carbono denominan fundiciones de hierro.

¹⁸ www.arqhys.com

2.4.1 Elementos de Aleación

Carbono: Es el elemento que tiene más influencia en el comportamiento del acero; al aumentar el porcentaje de carbono, mejora la resistencia mecánica, la Templabilidad y disminuye la ductilidad.

Boro: El Boro que se encuentra en el acero proviene exclusivamente de las adiciones voluntarias de este elemento en el curso de su fabricación. Ejerce una gran influencia sobre la templabilidad del acero, bastando porcentajes muy pequeños, a partir de 0.0004%, para aumentarla notablemente.

Azufre: Aumenta la maquinabilidad, ya que forma inclusiones no metálicas llamadas sulfuros de magnesio, discontinuidades en la matriz metálica que favorecen la formación de viruta corta.

Cromo: Es un gran formador de carburos, aumenta la dureza y la resistencia al desgaste, y solo reduce la ductilidad. Mejora la resistencia a la alta temperatura y a la formación de cascarilla. En cantidades mayores al 12%, hace al acero resistente a la corrosión.

Fósforo: Incrementa la resistencia y reduce la ductilidad de la ferrita. Aumenta la brillantez. Este elemento, en cantidades superiores al 0.004%, disminuye todas las propiedades mecánicas del acero.

Molibdeno: Formador de carburos, reduce el crecimiento del grano, mejora la resistencia al desgaste y la capacidad de conservar la dureza a temperaturas altas.

Cobalto: Elemento que desplaza las curvas TTT hacia la izquierda, aumentando la velocidad crítica y disminuyendo la templabilidad. Aumenta la dureza, y asociado al níquel o al cromo, forman aceros de débil coeficiente de dilatación, cercano al vidrio. Aumenta la velocidad crítica de enfriamiento y en los aceros para trabajo en caliente y rápidos incrementa la disipación de temperatura.

Manganeso: Mejora la resistencia a la tracción y al desgaste, tiene buena influencia en la forja, la soldadura y la profundidad de temple. Facilita el mecanizado.

2.4.2 “Clasificación del acero”¹⁹

Los aceros se clasifican en cinco grupos principales: aceros al carbono, aceros aleados, aceros de baja aleación ultrarresistentes, aceros inoxidable y aceros de herramientas.

Aceros al carbono

El 90% de los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen una cantidad diversa de carbono, menos de un 1,65% de manganeso, un 0,6% de silicio y un 0,6% de cobre. Con este tipo de acero se fabrican maquinas, carrocerías de automóvil, estructuras de construcción, pasadores de pelo, etc.

Aceros aleados

Estos aceros están compuestos por una proporción determinada de vanadio, molibdeno y otros elementos; además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono. Estos aceros se emplean para fabricar engranajes, ejes, cuchillos, etc.

Aceros de baja aleación ultrarresistentes

Es la familia de aceros más reciente de las cinco. Estos aceros son más baratos que los aceros convencionales debido a que contienen menor cantidad de materiales costosos de aleación. Sin embargo, se les da un tratamiento especial que hace que su resistencia sea mucho mayor que la del acero al carbono. Este material se emplea para la fabricación de bagones porque al ser más resistente, sus paredes son más delgadas, con lo que la capacidad de carga es mayor.

¹⁹ www.fceia.unr.edu.ar

Además, al pesar menos, también se pueden cargar con un mayor peso. También se emplea para la fabricación de estructuras de edificios.

Aceros inoxidables

Estos aceros contienen cromo, níquel, y otros elementos de aleación que los mantiene brillantes y resistentes a la oxidación. Algunos aceros inoxidables son muy duros y otros muy resistentes, manteniendo esa resistencia durante mucho tiempo a temperaturas extremas. Debido a su brillo, los arquitectos lo emplean mucho con fines decorativos. También se emplean mucho para tuberías, depósitos de petróleo y productos químicos por su resistencia a la oxidación y para la fabricación de instrumentos quirúrgicos o sustitución de huesos porque resiste a la acción de los fluidos corporales. Además se usa para la fabricación de útiles de cocina, como pucheros, gracias a que no oscurece alimentos y es fácil de limpiar.

Aceros de herramientas

Estos aceros se emplean para fabricar herramientas y cabezales de corte y modelado de maquinas. Contiene wolframio, molibdeno y otros elementos de aleación que le proporcionan una alta resistencia, dureza y durabilidad.

2.4.3 Perfiles

Los perfiles estructurales son piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, T, canal o ángulo. El acero está compuesto por hierro y carbono en muy baja proporción (generalmente menos del 1%), así como pequeñas cantidades de algunos otros elementos químicos

Dependiendo del trabajo y la finalidad que se tenga con el conjunto metálico se lo puede articular de varias formas, entre los más comunes están la unión por remaches, soldadura, por tornillos y/o pernos.²⁰

²⁰ www.cvr.etsia.upm.es

Estas son las características del perfil metálico (se darán de acuerdo a las aleaciones que tenga, los tratamientos y su forma).

- **Ductividad.** Es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión.
- **Tenacidad.** Es la propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades.
- **Durabilidad.** Dándoles en mantenimiento adecuado contra la corrosión a las estructuras de acero, duraran infinitamente.
- **Uniformidad.** Las propiedades físicas del acero no cambian apreciablemente con el tiempo.

Las características de dimensión, área y peso dependen del fabricante, he aquí una tabla sus medidas. (VER ANEXO B)

2.4.4 Láminas de acero

El acero que sale del alto horno de colada de la siderurgia es convertido en acero bruto fundido en lingotes de gran peso y tamaño que posteriormente hay que laminar para poder convertir el acero en los múltiples tipos de perfiles.

Tabla 2.7. Medidas de planchas galvanizadas

Especificaciones Generales			Espesor mm.	Peso Teórico kg/m ²
Espesores:	0.35 a 2.5 mm.	Anchos:	1000 y 1220 mm.	0,35 2,68
Largos:	2.0 - 2.5 y 3.0 mts. Largos especiales a pedido.	Calidad:	A653 L FQ G60.	0,40 3,07
Formato entrega: A granel y bultos de 2000 Kg. Aprox.				0,50 3,79
				0,60 4,59
				0,80 6,19
				1,00 7,73
				1,20 9,33
				1,50 11,59
				1,90 14,88
				2,50 19,58



Fuente: www.deaceros.com

Elaborado por: De Aceros Industries

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Para determinar la construcción de la cabina sandblasting, se recopiló información acerca de formas, estructuras y funcionamiento de una sandblast; se encontró varias alternativas que están disponibles en el mercado, a continuación se colocó sus características generales una frente a otra de los dos tipos de sandblasting. Vale recalcar que cada una de las características contribuye con un mismo valor de porcentaje acumulativo para una definitiva elección.

Tabla 3.1 Características generales de las sandblasting

CARACTERÍSTICAS	SANDBG. POR PRESIÓN	SANDBG. POR SUCCIÓN
Maneja mayor volumen de abrasivo	14.28%	
No perjudicial para la salud humana		14.28%
Aplica mayor presión de impacto	14.28%	
Se maneja en un ambiente controlado		14.28%
Acabado aplicable aviación		14.28%
Ahorro en el abrasivo		14.28%
Equipo más económico		14.28%
TOTAL	28.56%	71.42%

Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: Hernán Del Pozo

Como se puede apreciar en la tabla, la sandblasting por succión es la alternativa con mayor porcentaje (71.42%) de características que se busca para ser aplicable

en un taller de mantenimiento aeronáutico. Debido a su estructura que es relativamente sencilla, es posible construir una cabina de este tipo, con materiales que fácilmente se puede encontrar en ferreterías, a excepción de la pistola de sandblast, ya que muy pocas personas conocen de su funcionamiento y no poseen en stock.

Elegido el tipo de sandblasting c, se armó un bosquejo con un diseño ergonómico para facilidad de manejo del operador, ayudando al trabajador a mejorar los procesos de limpieza de los componentes pequeños de las avionetas.

3.2 Composición del equipo

3.2.1 Cabina para sandblastear

Es el lugar donde se desenvuelve el proceso de decapado de pintura o corrosión; construida con perfiles y tool galvanizado, de forma rectangular en principio, con una inclinación en la parte superior, donde se encuentra el visor para observar al interior de este y apreciarlo de mejor manera, en la parte media delantera dos agujeros donde están los guantes para maniobrar el sandblast y en la parte inferior, en forma de pirámide invertida para que se deslicen las partículas abrasivas hacia un depósito donde serán recolectadas y utilizadas nuevamente.



Figura 3.1 Estructura cabina sandblasting

Fuente: Investigación de campo

3.2.2 Rejilla

Se encuentra dentro de la cabina sirviendo como filtro del abrasivo y soporte para maniobrar los componentes a tratar.



Figura 3.2. Rejilla

Fuente: Investigación de campo

3.2.3 Puerta

Al lado derecho de la cabina posee una puerta de acceso para introducir los componentes a decapar, con seguros y un cierre que asegure la puerta y no permita fugas del abrasivo, de esta forma reutilizándolo e impidiendo la contaminación.



Figura 3.3. Puerta de la cabina

Fuente: Investigación de campo

3.2.4 Guantes

Dispuestos para proveer seguridad en los procedimientos del operario, fabricados a base de cuero y materiales sintéticos que dan resistencia al desgaste.



Figura 3.4. Guantes de cuero

Fuente: www.chimborazo.evisos.ec

3.2.5 Iluminación

Muchas de las veces se debe realizar mantenimiento en la noche por el hecho que en el día las aeronaves se mantienen operativas, para ello se instaló una lámpara para tener mejor iluminación, protegiendo la vista del operario. La lámpara es de 110V, 60Hz, color blanco, suficiente para iluminar la cabina, posee una protección plástica que evita que el foco pueda tener un contacto directo con el chorro de arena.



Figura 3.5. Luminaria

Fuente: spanish.alibaba.com

3.2.6 Tubería

Es el medio por donde se transporta el aire para poder dar potencia de chorro al abrasivo, de material de caucho con revestimiento de lona que proporciona flexibilidad para el transporte. Tiene una capacidad de soportar una presión efectiva máxima de 15 BARES, según el fabricante "AIRCRAFT SAR"



Figura 3.6. Cañerías por donde para el aire

Fuente: www.pilm.com

3.2.7 Pistola

Es el dispositivo que proporciona la mezcla del aire y del abrasivo, posee dos conductos de entrada, el uno que provee el aire realizando el efecto venturi para que el otro conducto facilite la granalla. La pistola que se utilizará tiene una capacidad de entrada de aire máxima de 8 Bares o 114 PSI. Está compuesta por 14 partes. (VER ANEXO C).

Datos técnicos:

Presión máxima de funcionamiento: 114 PSI

Nivel medio de sonido: 80 dB

Nivel máximo de sonido: 92.6 dB

Consumo medio de aire a presión máxima: 540 lts/min

Accionamiento: Por succión

Diámetro recomendado de la manguera: 1/4" –D.I

Acople de entrada de aire: 1/4"



Figura 3.7. Pistola sandblasting
Fuente: Investigación de campo

3.2.8 Garruchas o ruedas

Debido a la falta de espacio en el área de mantenimiento que existe en la empresa y por facilidad del trabajador ha sido necesario colocar unas ruedas con seguros para que se pueda desplazar libremente dentro del taller.



Figura 3.8. Ruedas
Fuente: www.acerossancarlos.com.pe

3.2.9 Adhesivos y carteles

Después de haber realizado todas las instalaciones necesarias y como paso final se procedió a colocar información y adhesivos de identificación de la compañía por la cual se realizó el trabajo y del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.



Figura 3.9. Adhesivos

Fuente: investigación de campo

3.3 Construcción de la máquina

3.3.1 Construcción de la estructura de la cabina

Como se mencionó con anterioridad las medidas de la cabina sanblasting se determinaron después de una investigación previa y se sacaron los mejores resultados. A continuación de un plano se continuó con el proceso de construcción. (VER ANEXO D)

La altura promedio de un hombre ecuatoriano es de 1,68m a 1.70m, por lo tanto la altura de las patas se determinó que sea de 0,95m, del filo del soporte de las ruedas al de la cabina, dando como resultado que los agujeros de las mangas queden a la altura de los codos.

Como los componentes de las aeronaves son de fabricación ligera la estructura no necesariamente debe soportar un peso excesivo. La estructura como rectángulo, posee unas medidas de 1m x 0,7m x 0,7m, con una inclinación para el visor de 60°, dando como resultado una altura total de 1,65m. Con las medidas de la cabina se determinó el volumen de los componentes que se pueden introducir dentro de ellas, para ello hemos dividido en 3 partes (Dos rectángulos y un triángulo).

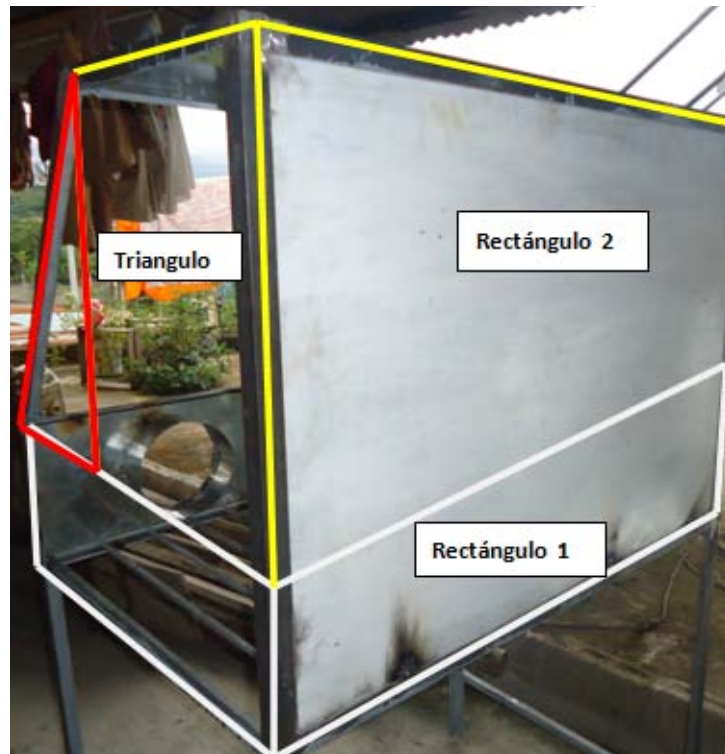


Figura 3.10. Volúmenes de la cabina
Fuente: investigación de campo

El volumen total esta dado por la siguiente fórmula:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

V_T = Volumen total de la cabina

V_1 = Volumen del rectángulo 1

V_2 = Volumen del rectángulo 2

V_3 = Volumen del triángulo

$$V_1 = b \times h \times e \tag{1}$$

$$= 0,70m \times 0,25m \times 1m$$

$$= 0,175m^3$$

$$V_2 = b \times h \times e \quad (2)$$

$$= 0,50\text{m} \times 0,70\text{m} \times 1\text{m}$$

$$= 0.35\text{m}^3$$

$$V_3 = \frac{b \times h}{2} \times e \quad (3)$$

$$= \frac{0,50\text{m} \times 0,30\text{m}}{2} \times 1\text{m}$$

$$= 0,075 \text{ m}^3$$

$$V_T = 0,175\text{m}^3 + 0.35\text{m}^3 + 0,075 \text{ m}^3 \quad (4)$$

$$\boxed{= 0,6 \text{ m}^3}$$

Este es el valor del volumen que posee la cabina, esto quiere decir que se puede introducir un volumen que por seguridad e integridad de la máquina no sea mayor a $0,4\text{m}^3$, distribuidos de tal manera que entre holgadamente dentro de la cabina. Todo dependerá del tipo de componentes que se deseen sandblastear.

Sabiendo que la fuerza que se va aplicar (componme te a sandblastear) va ser soportado por las rejillas, no enfocaremos en ellas para saber el cálculo de esfuerzos.

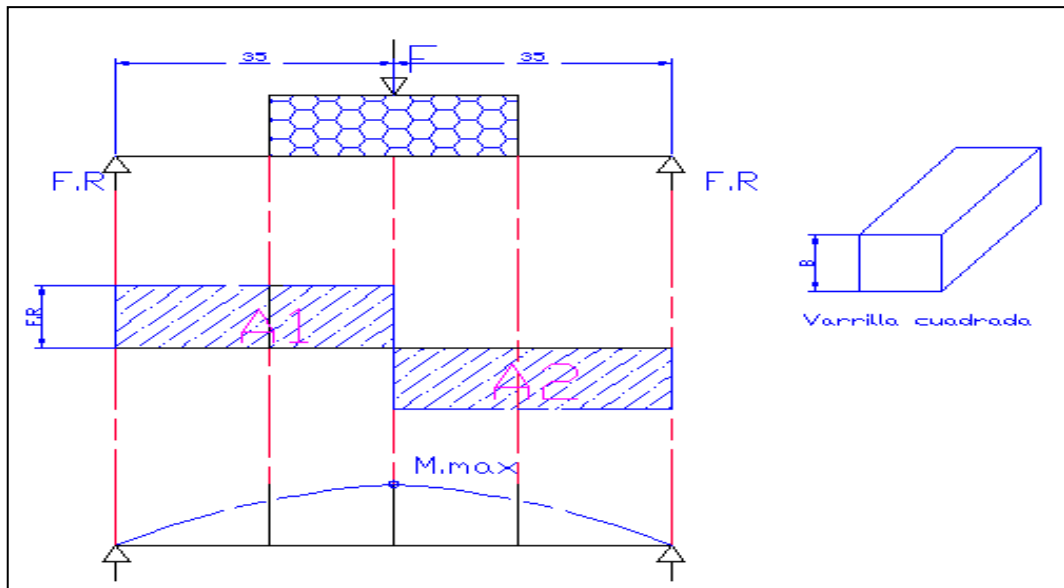


Figura 3.11. Diagrama de esfuerzos

Fuente: Investigación de campo

σ_{fl} : Esfuerzo flexionante

M: momento flexionante

S_y: Resistencia a la cadencia

σ_d : Esfuerzo de diseño

I: Momento de inercia de la sección

C: Distancia del eje neutro a la fibra más alejada.

FR: Fuerza de reacción

F: Fuerza del objeto que aplicamos

Para determinar el esfuerzo de diseño del acero ASTM A-36 de una varilla cuadrada de 8mm, verificamos propiedades en tablas (ANEXO E)

$$\sigma_d = \frac{S_y}{2}$$

$$\sigma_d = \frac{248\text{MPa}}{2} \quad (1)$$

$$\sigma_d = 124 \text{ MPa}$$

$$I = s^4/12$$

$$I = (8)^4/12 \quad (2)$$

$$I = 341.33 \text{ mm}^4$$

$$C=4\text{mm}$$

$$\sigma d = \sigma f l = \frac{M.C}{I} \quad (3)$$

$$M = \frac{\sigma f l.I}{C}$$

$$M = \frac{124 \text{ MPa} \cdot 341.33 \text{ mm}^4}{4 \text{ mm}}$$

$$M = 10581.23 \text{ N.mm}$$

$$M = 105.8123 \text{ N.m}$$

$$M = A_1 = A_2 \quad (4)$$

$$h = F.R$$

$$A_1 = b.h \quad (5)$$

$$M = 0.35 \text{ m} \cdot FR$$

$$FR = \frac{M}{0.35 \text{ m}}$$

$$FR = \frac{105.8123 \text{ N.m}}{0.35 \text{ m}}$$

$$FR = 302.32 \text{ N}$$

$$FR = 30.8281 \text{ kgf}$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad (6)$$

$$FR_1 + FR_2 = F$$

$$F = 30.8281 \text{ kgf} + 30.8281 \text{ kgf}$$

$$F = 61.65 \text{ kgf}$$

Esta es la fuerza máxima que puede soportar cada una de las vigas, todo dependerá de cómo se encuentre distribuido el componente dentro de la parrilla.

Es importante tomar las medidas de seguridad pertinentes antes de realizar un trabajo, y ver el equipo necesario a utilizar.



Figura 3.12. Máquinas utilizadas
Fuente: Investigación de campo

Se procedió con la verificación de medidas con flexómetro en el material a cortar, entre los que se usó tubo cuadrado de (3/4x3/4x1.5) mm y perfiles de (30x30x4) mm.

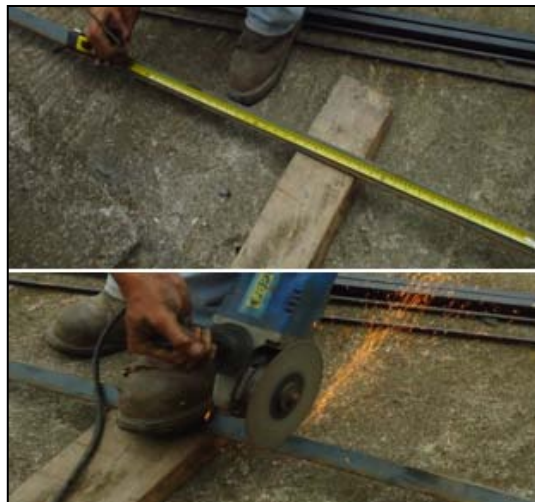


Figura 3.13. Verificación y corte a medida
Fuente: Investigación de campo

Una vez realizado este trabajo se procede a armar y soldar las partes que conforman la estructura (cabina y soporte) para una nueva verificación de medidas, comprobando que el trabajo avance como se planeó.



Figura 3.14. Soldadura y comprobación de medidas

Fuente: Investigación de campo

Se debió colocar tubo cuadrado en las patas para que soporten más peso y queden más seguras y estables.



Figura 3.15. Estructura soldada

Fuente: Investigación de campo

3.3.2 Construcción de la rejilla

La rejilla es el soporte en el que reposarán los componentes a sanblastear, se verificaron las medidas para cortar y prosiguiente a su soldada y comprobación de medidas. Está hecho de varilla cuadrada de 6mm construido con paralelas a una distancia de 80mm entre ellas.



Figura 3.15. Construcción de la rejilla

Fuente: Investigación de campo

3.3.3 Construcción de la puerta

Con la estructura principal hecha es mucho más fácil sacar las medidas de la puerta, para su construcción se hicieron las bases con tubo cuadrado todo el perímetro, se verifican las medidas y se recorta el tool con la forma de este para luego ser soldado. Cuando se terminó este proceso se colocan las bisagras y el seguro de la puerta, con un tope de hule que impide que por allí fuge el abrasivo.



Figura 3.16. Construcción de la puerta

Fuente: Investigación de campo

3.3.4 Construcción de los porta mangas

Para hacer los agujeros donde van los guantes de la máquina, se tomó como referencia la longitud entre hombros de una persona promedio y nos dio como resultado 500mm entre ejes, con un diámetro de 180mm. Para asegurar los guantes se hizo a base del corte de los agujeros del tool, lo que facilitó su construcción, posteriormente se colocó los guantes ajustados con unas abrazaderas.



Figura 3.17. Construcción del portamangas

Fuente: Investigación de campo

3.3.5 Soldadura de partes de la cabina

Para que pueda depositarse y llegar a un solo punto la granalla, se diseñó un cono truncado que va colocado en la parte inferior de la cabina, esto permitirá que haya continuidad en el chorro de sandblast.



Figura 3.18. Construcción del depósito de granalla
Fuente: Investigación de campo

Se midieron y cortaron las planchas de tool de acuerdo a la forma de las paredes restantes de la cabina.

Con todas sus partes ya terminadas, se unen para hacer un sellado entre ellas y así quede terminada la estructura de la máquina (puerta, paredes, portamangas, depósito de granalla).

3.3.6 Colocación de las ruedas

Para poder instalar las garruchas se construyó unas placas base que permitió unir las al ángulo de las patas, esta unión de placa-ángulo se hizo por medio de pernos en el cual el perno va soldado a la base y la tuerca al ángulo, lo que facilita su instalación y a la vez permite poder ajustar al tipo de superficie en que se encuentre.



Figura 3.19. Fabricación de placas de acero

Fuente: Investigación de campo

3.3.7 Proceso de fondo y pintura

3.3.7.1 Proceso de fondeado

Antes de un proceso de pintado es recomendable aplicar un tratamiento de fondo, el cual permite que la pintura definitiva se adhiera de mejor manera dejando un excelente acabado y su principal beneficio es que la estructura quede protegida contra la corrosión. Un litro y medio fue suficiente para aplicar dos capas de fondo, es recomendable esperar por lo menos 8 horas entre capa y capa para optimizar las propiedades de la pintura de fondo.



Figura 3.20. Aplicación de fondo

Fuente: Investigación de campo

3.3.7.2 Aplicación de pintura

Con la ayuda del la pistola de pintura y después de tres capas de aplicación se logró dar un acabado con excelentes resultados, previamente se tiene que cubrir las áreas alrededor de la máquina para no mancharlas de pintura, al igual que la utilización de protección personal de trabajador.



Figura 3.21. Cabina sandblasting pintada

Fuente: Investigación de campo

3.3.8 Colocación de extras

3.3.8.1 Luminaria y visor

La lámpara se colocó en el techo de la máquina, por ser muy compacta, el perfil de acero lo cubre a la vista exterior, esto aparte que da una excelente distribución de luz da una buena presentación de la cabina.



Figura 3.22. Instalación de la luminaria

Fuente: Investigación de campo

Para el visor se instaló una lámina de acrílico de 2mm de espesor suficiente para aislar la cabina del exterior, este tipo de material es muy eficiente ya que puede soportar golpes movimientos y no trisarse como el vidrio.



Figura 3.23. Acrílico

Fuente: Investigación de campo

3.3.8.2 Colocación de los adhesivos y guantes

Fijado el porta mangas se colocaron los guantes ajustados con una abrazadera número 27, fijándolo y no tenga como salirse, este sistema permite que el guante pueda ser cambiado con facilidad si es que se requiere



Figura 3.24. Ajuste de los guantes

Fuente: Investigación de campo

Para la identificación de la compañía se colocó un sello con el logotipo de Aerokashurco en la parte interna el cual puede ser claramente divisado en la parte frontal, de igual manera colocamos el sello de nuestro instituto con el logo de la carrera de mecánica, adicionalmente las instrucciones de uso de la cabina sandblasting.



Figura 3.25. Logotipos de la máquina

Fuente: Investigación de campo

3.4 Codificación de máquinas, herramientas y materiales:

Tabla 3.2. Codificación de Máquinas

Nº	Máquina	Características	Código
1	Amoladora	110-1/2HP	M1
2	Soldadora Eléctrica	110/220 V	M2
3	Taladro	110/220 V	M3
4	Compresor-pistola de pintura	3000 PSI	M4
5	Cizalla	1 TONELADA	M5
6	Dobladora	1 TONELADA	M6

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Tabla 3. 3. Codificación de Herramientas

Nº	Herramienta	Código
1	Flexómetro	H1
2	Tijeras	H2
3	Rayador	H3
4	Brocas	H4
5	Destornilladores	H5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Tabla 3.4. Codificación de materiales


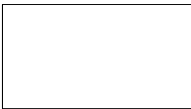


Nº	Material	Características	Código
1	Ángulo de hierro	30x30x4	T1
2	Tubo cuadrado	3/4x3/4x1.5	T2
3	Tool galvanizado	1/32	T3
4	Varilla cuadrada	8 mm	T4
5	Electrodos	E-6011	T5
6	Tiñer laca	103 SM	T6

7	Fondo gris	FN 32	T7
8	Disco de corte	7"x1/16x7/8	T8
9	Pintura	1 litro	T9
10	Visagras de hierro	5/8x 2	T10
11	Luminaria	110v	T11
12	Cemento de contacto	110v	T12
13	Caucho	2m	T13
14	Abrazaderas	#27	T14
15	Acrílico	40"x20"x 1/8"	T15
16	Silicona	Transparente	T16
17	Guantes	Cuero	T17
18	Pistola	Sandblasting	T18
19	Adhesivos	Papel plástico	T19

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Tabla 3.5. Simbología

Actividad	Simbología
Proceso	
Inspección	
Línea de procesos	
Producto terminado	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5 Diagrama de proceso de construcción de la máquina

3.5.1 Diagrama de proceso de construcción de la estructura de la cabina

Cantidad: 800cm de 30x30x4

Material: ángulo de hierro

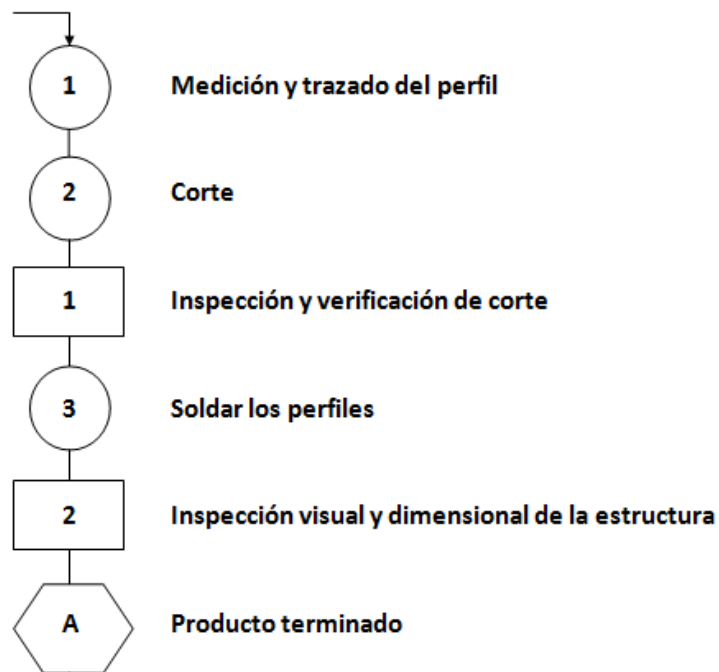


Figura 3.26. Diagrama de proceso de construcción de la estructura de la cabina

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.6. Proceso de construcción de la estructura de la cabina

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Medición y Trazado		H1-H3	
2	Corte	M1		T1-T2-T8
3	Verificación del corte		H1	
4	Soldadura de los perfiles	M2		T5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.2 Diagrama de proceso de construcción de la rejilla

Cantidad: 3m x 8mm

Material: varilla cuadrada

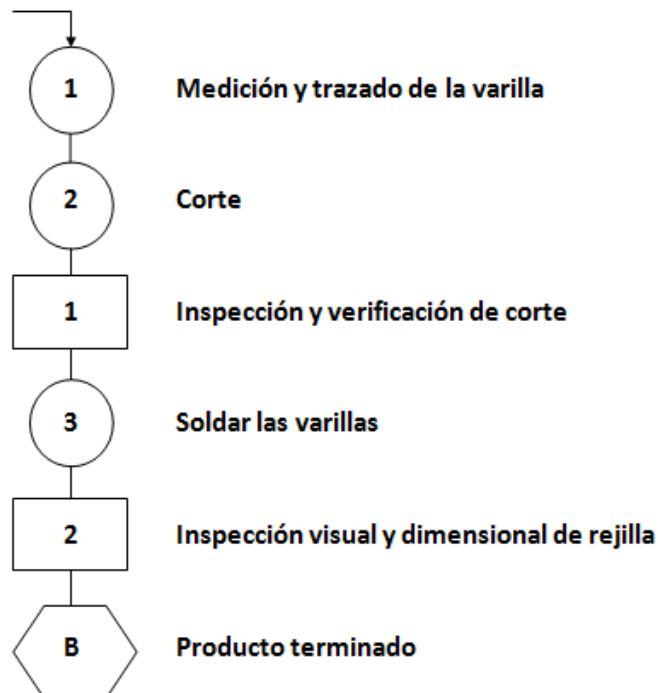


Figura 3.27. Diagrama de proceso de construcción de la rejilla

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.7. Proceso de construcción de la rejilla

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Medición y Trazado		H1-H3	
2	Corte	M1		T4-T8
3	Verificación del corte		H1	
4	Soldadura de la varilla	M2		T5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.3 Diagrama de proceso de construcción de la puerta

Cantidad: 1.5m de tubo y 1 plancha de tool

Material: tubo de acero cuadrado y tool galvanizado

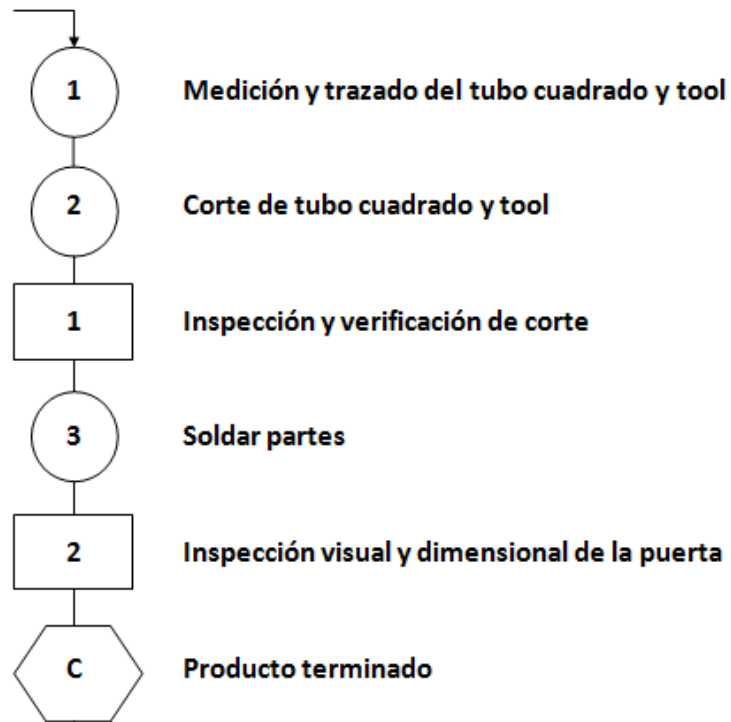


Figura 3.28. Diagrama de proceso de construcción de la puerta

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.8. Proceso de construcción de la puerta

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Medición y Trazado		H1-H3	
2	Corte y doblado	M1-M5-M6		T2-T3-T8
3	Verificación del corte		H1	
4	Soldadura	M2		T5-T10-T12-T13

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.4 Diagrama de proceso de construcción de los porta mangas

Cantidad: ¼ de plancha de tool

Material: tool galvanizado

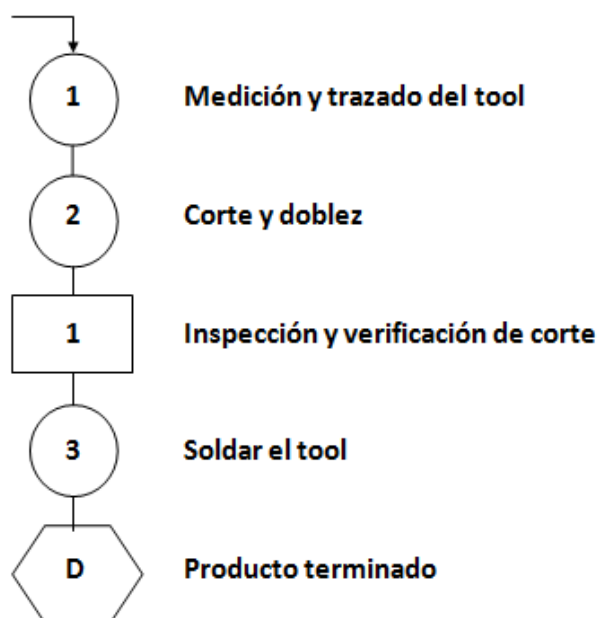


Figura 3.29. Diagrama de proceso de construcción del porta mangas

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.9. Proceso de construcción del porta mangas

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Medición y Trazado		H1-H3	
2	Corte y doblado	M5	H2	T3
3	Verificación del corte		H1	
4	Soldadura del porta mangas	M2		T5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.5 Diagrama de proceso de construcción de las partes de tool

Cantidad: 1 plancha de tool

Material: tool galvanizado

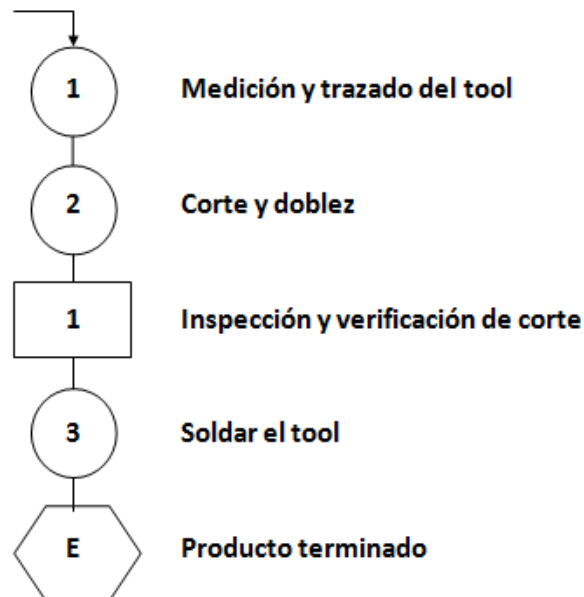


Figura 3.30. Diagrama de proceso de construcción de las partes de tool

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.10. Proceso de construcción de las partes de tool

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Medición y Trazado		H1-H3	
2	Corte y doblado	M5	H2	T3
3	Verificación del corte		H1	
4	Soldadura del tool a la estruc.	M2		T5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.6 Diagrama de proceso de construcción y colocación de acoples para las ruedas

Cantidad: 1 placa de 200mmx100mm

Material: placa de acero

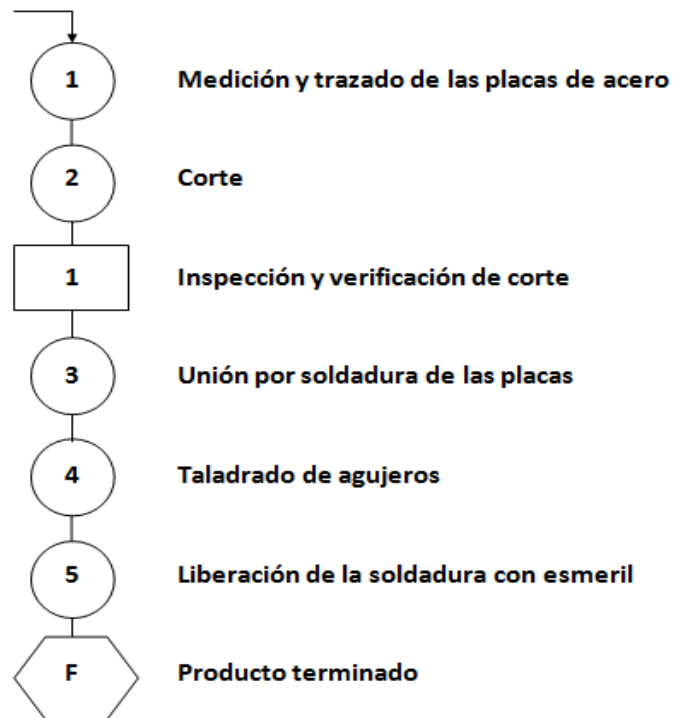


Figura 3.31. Diagrama de construcción y colocación de acoples para las ruedas

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.11. Proceso de construcción y colocación de acoples para las ruedas

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Medición y Trazado		H1-H3	
2	Corte	M1		T8
3	Verificación del corte		H1	
4	Unión por soldadura	M2		T5
5	Taladrado de agujeros	M3	H4	
6	Liberación y soldadura de acople	M1-M2		T5

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.7 Diagrama de proceso de pintado de la cabina

Cantidad: 4 Litros

Material: Pintura poliuretana

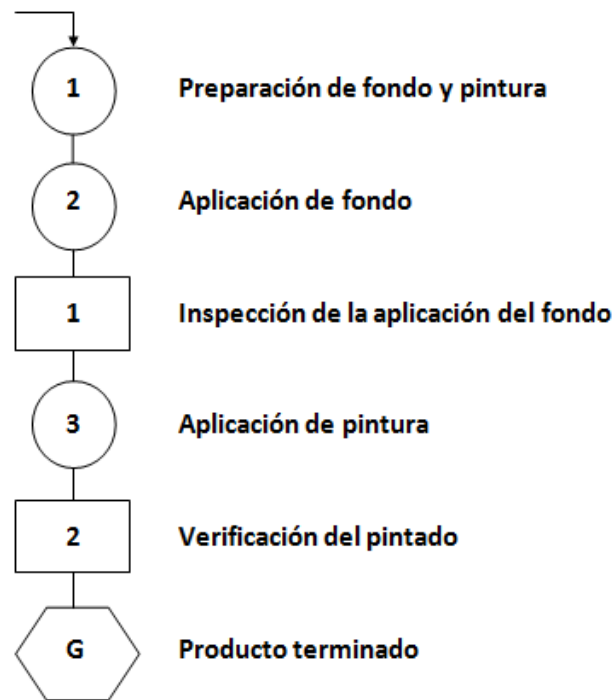


Figura 3.32. Diagrama de proceso de pintado de la cabina

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.12. Proceso de pintado de la cabina

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Aplicación de Fondo	M4		T6-T7
2	Aplicación de Pintura	M4		T9

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.8 Diagrama de proceso de colocación de extras

Cantidad: depende del componente

Material: depende del componente

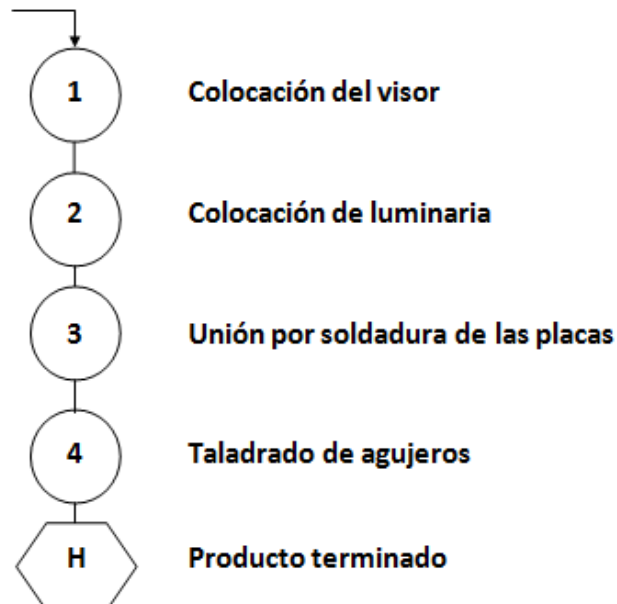


Figura 3.33. Diagrama de proceso de colocación de extras

Fuente: Investigación de campo

Tabla 3.13. Proceso de colocación de extras

Nº	Proceso	Máquina – Herramienta-Material		
		M	H	T
1	Colocación del visor			T15-T16
2	Colocación de la luminaria		H5	T11
3	Adecuación de los guantes		H5	T14-T17
4	Empleo de los adhesivos			T19

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.5.9 Diagrama de proceso de construcción de la cabina sandblasting

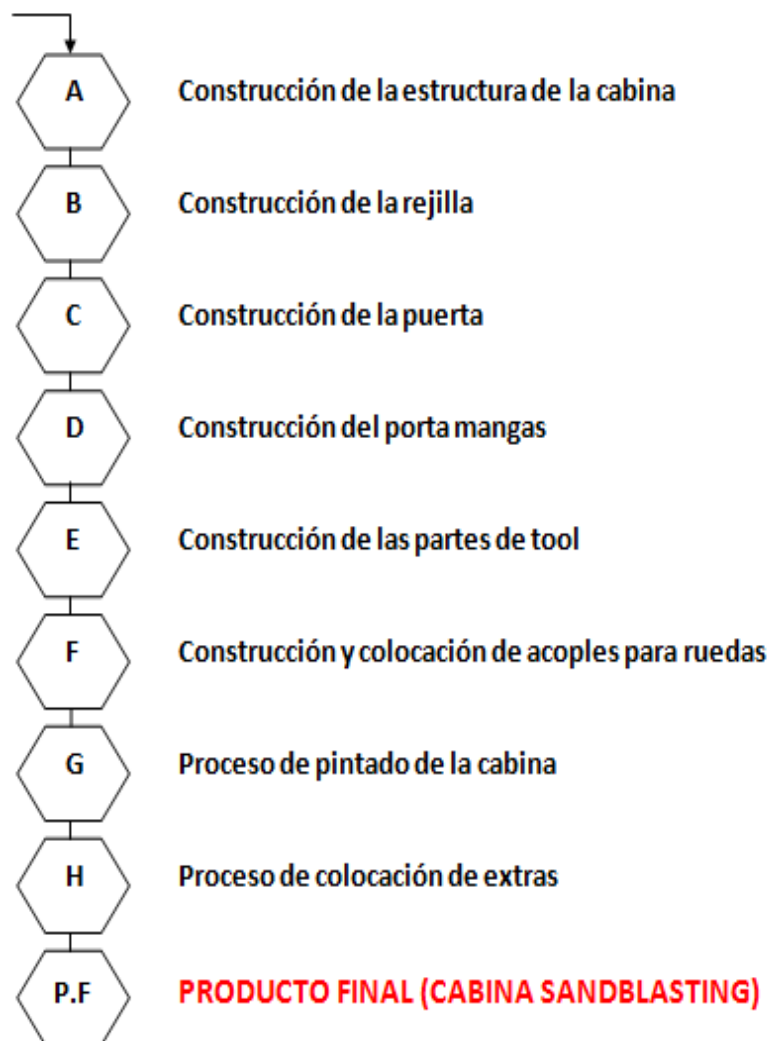


Figura 3.34. Diagrama de construcción de la cabina sandblasting

Fuente: Investigación de campo

3.6 Pruebas de funcionamiento de la Cabina Sandblasting

Entre los objetivos del trabajo y para corroborar la eficacia de la máquina, se tuvo que realizar varias pruebas de funcionamiento, que en primera instancia no arrojaron los resultados esperados pero tras una y otra intervención se llegó a la finalización del equipo con los objetivos cumplidos. A continuación presentamos cada prueba realizada. De no cumplir con ninguna de las características, la prueba será finalizada hasta resolver el problema.

Tabla 3.14 Prueba de funcionamiento 1

N°	CARACTERISTICAS A CUMPLIR	SI	NO
1	La cabina cumple con las dimensiones requeridas	X	
2	Posee todos los elementos que la conforman	X	
3	Es aceptable el aspecto físico de la máquina	X	
4	Las conexiones neumáticas son las adecuadas		X
5	Se puede maniobrar con facilidad la pistola	FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA	
6	Existe un flujo constante del abrasivo sobre el material a tratar		
7	La cabina sandblasting cumple con su función		
8	Cuando se opera la máquina se visualiza arena al exterior		
9	Cumple con los requisitos solicitados por el I.T.S.A		

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Inconveniente

Debido a que la pistola para realizar sandblast es de importación extranjera, el acople entre la manguera de la pistola y el del compresor no eran los mismos.

Solución

Se debió de cortar el “male” del acople rápido para ser remplazado por uno que coincida con el del compresor.

Realizada esta corrección se prosigue con las demás pruebas.

Tabla 3.15 Prueba de funcionamiento 2

N°	CARACTERISTICAS A CUMPLIR	SI	NO
1	La cabina cumple con las dimensiones requeridas	X	
2	Posee todos los elementos que la conforman	X	
3	Es aceptable el aspecto físico de la máquina	X	
4	Las conexiones neumáticas son las adecuadas	X	
5	Se puede maniobrar con facilidad la pistola		X
6	Existe un flujo constante del abrasivo sobre el material a tratar	FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA	
7	La cabina sandblasting cumple con su función		
8	Cuando se opera la máquina se visualiza arena al exterior		
9	Cumple con los requisitos solicitados por el I.T.S.A		

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Inconveniente

Una vez instalada la pistola se realizaron las pruebas para verificar que tan fácil era maniobrarla, pero debido a la longitud del ducto de extracción, impide operarla con facilidad.

Solución

La pistola viene con sus partes en un tamaño estándar, pero para el caso de la cabina sandblasting la longitud del ducto de extracción es muy grande, así que se la recorto a la medida en que no obstaculice su operación.

Tabla 3.16 Prueba de funcionamiento 3

N°	CARACTERISTICAS A CUMPLIR	SI	NO
1	La cabina cumple con las dimensiones requeridas	X	
2	Posee todos los elementos que la conforman	X	
3	Es aceptable el aspecto físico de la máquina	X	
4	Las conexiones neumáticas son las adecuadas	X	
5	Se puede maniobrar con facilidad la pistola	X	
6	Existe un flujo constante del abrasivo sobre el material a tratar		X
7	La cabina sandblasting cumple con su función	FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA	
8	Cuando se opera la máquina se visualiza arena al exterior		
9	Cumple con los requisitos solicitados por el I.T.S.A		

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Inconveniente

Debido al recorte que se realizó al ducto de extracción, la manguera queda “bailando” en el aire, lo que impide que exista un baño constante de abrasivo sobre el componente que estamos tratando, interrumpiendo el proceso de sandblast.

Solución

Para poder corregir este problema, se implementó un componente que asegurara la probeta de extracción en el fondo del depósito, el cual ayudó a que toda la arena utilizada retorne al sitio donde se encuentra el ducto de extracción.

Tabla 3.17 Prueba de funcionamiento 4

N°	CARACTERISTICAS A CUMPLIR	SI	NO
1	La cabina cumple con las dimensiones requeridas	X	
2	Posee todos los elementos que la conforman	X	
3	Es aceptable el aspecto físico de la máquina	X	
4	Las conexiones neumáticas son las adecuadas	X	
5	Se puede maniobrar con facilidad la pistola	X	
6	Existe un flujo constante del abrasivo sobre el material a tratar	X	
7	La cabina sandblasting cumple con su función	X	
8	Cuando se opera la máquina se visualiza arena al exterior		X
9	Cumple con los requisitos solicitados por el I.T.S.A	FINALIZACIÓN DE LA PRUEBA	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Inconveniente

La máquina opera de forma correcta si ningún inconveniente cumpliendo con la función para la cual fue creada, pero debido al tamaño de las partículas del abrasivo, fugan por ranuras y uniones de la estructura de la máquina, haciéndolo ineficiente ya que el operador queda expuesto a la inhalación de estas, siendo perjudicial para la salud.

Solución

Por la exagerada cantidad que existía de fuga, la opción más apta para solucionarlo fue masillar y emplear silicona en todas las uniones de la estructura sin excepción para así eliminar este inconveniente.

Tabla 3.18 Prueba de funcionamiento 5

N°	CARACTERISTICAS A CUMPLIR	SI	NO
1	La cabina cumple con las dimensiones requeridas	X	
2	Posee todos los elementos que la conforman	X	
3	Es aceptable el aspecto físico de la máquina	X	
4	Las conexiones neumáticas son las adecuadas	X	
5	Se puede maniobrar con facilidad la pistola	X	
6	Existe un flujo constante del abrasivo sobre el material	X	
7	La cabina sandblasting cumple con su función	X	
8	Cuando se opera la máquina se visualiza arena al exterior	X	
9	Cumple con los requisitos solicitados por el I.T.S.A	X	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

Después de tantas pruebas de funcionamiento y rectificando una tras otra vez se llegó a la conclusión de la máquina, dejando un producto final con excelentes características y sobre todo entregando el trabajo para la cual fue construida.


3.7 Manual de uso, Mantenimiento y Hojas de Registro

3.7.1 Descripción General

A continuación detallaremos un cuadro con las normas de uso de la cabina sandblasting, aunque el desarrollo del proceso se encuentra en un ambiente aislado al operador, es necesario tomar en cuenta estas normas que permitan al empleado conservar su integridad.

3.7.2 Registro de datos técnicos

Esta es una hoja en la que se puede evidenciar las características técnicas con las que cuenta la máquina, de igual manera para llevar un registro de trazabilidad sobre los daños que pudo haberse creado en el transcurso de su uso y el respectivo mantenimiento que se ha realizado, de esta forma podremos llevar un mejor control de este activo y saber a tiempo cuando tomar medidas.

ITSA 	MANUALES	Pág. :
	MANUAL DE OPERACIÓN DE LA CABINA SANDBLASTING	1 de 3
	Elaborado por: Hernán Del Pozo Jurado	Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel	Fecha : Nov 18 de 2013

1. OBJETIVO

Documentar los procedimientos de operación de la cabina sandblasting para limpiar pintura y corrosión de componentes pequeños de las avionetas.

2. ALCANCE

Dar a conocer al personal que va a manipular este equipo, como son los pasos para operar dicha máquina y como realizar su respectivo mantenimiento.

3. NOMBRE DEL EQUIPO: "CABINA SANDBLASTING"

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Tipo de sanblasting: Por succión
- Medidas: 1,65m x 1m x 0,70m
- Peso máx. 35 kg
- Granalla a utilizar : Arena
- Presión: 114 psi

5. ANTES DEL USO

- Rotura de mangueras sometidas a alta presión. (Antes de comenzar el trabajo se examinarán detenidamente las mangueras, desechando aquellas cuyo estado no garantice una absoluta seguridad, y no se emplearán cintas aisladoras para taponar escapes.
- Medios de aseguramiento para evitar el efecto látigo en caso de rotura. En caso de que se usen abrazaderas las mismas deben ser recomendadas por el fabricante para uniones sometidas a alta presión.
- Rotura/colapso del pulmón del compresor de aire. (verificación pre inicio de los trabajos del equipo y sus accesorios muy importante la válvula de seguridad debe tener su certificado de calibración vigente).
- Comprobar el buen funcionamiento de grifos y válvulas. Tener en cuenta que la alimentación de aire comprimido deberá poder ser cortada rápidamente en caso de emergencia.
- Comprobar que la presión a la que vamos a trabajar es de 114 psi.
- Inspeccionar que los guantes se encuentre en buen estado.
- Verifique que la arena o granalla este utilizable, caso contrario reemplazarla.

6. DURANTE EL USO

- Cuando inicie el proceso de sandblasting, verificar el funcionamiento de la pistola apuntando a un lugar que no sea el componente a tratar y mucho menos en dirección a la cara.
- Trabajar con la pistola a una distancia de 10cm al componente, así se dará un acabado uniforme y se optimizará el rendimiento de este.


- Comprobar que el tubo que succiona la granalla este en la posición adecuada para proveer de granalla continuamente sin interrupciones.

7. DESPUES DEL USO

- Despresurice el sistema
- Apague la luminaria si fue encendida.
- Desconecte la fuente neumática si no va a ser utilizada.

Firma del Responsable : _____

Pag. 3

ITSA 	MANUALES	Pág. :
	MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA CABINA SANDBLASTING	1 de 2
	Elaborado por: Hernán Del Pozo Jurado	Revisión Nº. : 1
	Aprobado por: Ing. Pablo Espinel	Fecha : Nov 18 de 2013

1. OBJETIVO

Documentar los pasos que se debe seguir cuando se presente inconvenientes el desarrollo del sandblasting y de igual manera como realizar su respectivo mantenimiento.

2. ALCANCE

Dar a conocer al personal que va a laborar con la máquina, elementos puntuales en los que debe de fijarse cuando vaya a realizar un mantenimiento del equipo.

3. NOMBRE DEL EQUIPO: "CABINA SANDBLASTING"

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Tipo de sanblasting: Por succión
- Medidas: 1,65m x 1m x 0,70m
- Peso máx. 35 kg
- Granalla a utilizar : Arena
- Presión: 114 psi

5. REPARACIÓN, ALMACENAMIENTO Y MANTENIMIENTO

Si por cuestiones de espacio y seguridad la máquina necesita ser desplazada hacia otro lugar, desbloquee los seguros de las ruedas para su transportación, además desconecte todo tipo de fuente de energía (eléctrica, neumática).

Para un respectivo mantenimiento debemos considerar las siguientes argumentos:

- Realizar una limpieza e inspección visual después del uso.
- Cada trimestre realizar una inspección de las uniones con soldadura y partes que conforman la cabina sandblasting, si se ve alguna anomalía, inmediatamente se suspende su uso hasta su reparación.
- Verificar que no existan fugas en la tubería
- Asegurarse que los acoples de las mangueras estén bien asegurados.
- Observar en el manómetro que este la presión adecuada para ser utilizada.
- Revisar que las boquillas no posean obstrucciones.
- Se puede reciclar el abrasivo hasta cierto punto (ver indicaciones del fabricante), porque debido al desgaste puede que no dé el mismo acabado.
- Mantener el abrasivo seco para que fluya la arena por la pistola sin obstrucciones para que de igual manera se deslice por la tobera y pueda ser reciclada

Firma del Responsable : _____

Pag. 2

	REGISTRO	Código:	
	LIBRO DE VIDA DE LA CABINA SANDBLASTING	Registro No:	

Hoja: de.....

No	FECHA	HORAS DE TRABAJO	ENCARGADO	OBSERVACIONES

Firma del Responsable: _____

3.8 Análisis económico

3.8.1 Recurso humano

Se refiere a las personas que intervinieron en el planteamiento, estructuración y finalización del proyecto, tanto en la parte práctica como en la escrita, las que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3.19 Recursos humanos

Talento Humano	Denominación
Del Pozo Jurado Hernán Rodrigo	Autor del proyecto
Ing. Pablo Espinel	Director del proyecto

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Hernán Del Pozo

3.8.2 Costos

Para una mayor identificación, la mejor opción fue dividir los costos que involucró la construcción de la máquina en dos grupos, costo primario y costo secundario.

3.8.2.1 Costos primarios

Tabla 3.20. Costo primario

Nº	Material	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Ángulo de hierro	2	12.0089	24.0178
2	Tubo cuadrado	3	8.3036	24.9108
3	Tool galvanizado	3	25.9821	65.9463
4	Varilla cuadrada	2	3.4821	6.9642
5	Electrodos	6	1.4286	8.5716
6	Tiñer laca	2	1.3393	2.6786
7	Fondo gris	1	6.25	6.25
8	Disco de corte	2	3.2143	6.4286

9	Pintura	1	7.0089	7.0089
10	Visagras de hierro	2	1.1607	2.334
11	Luminaria	1	12.80	12.80
12	Cemento de contacto	1	2.24	2.24
13	Caucho	4	2.25	9.00
14	Abrazaderas	2	4.90	9.80
15	Acrílico	1	25.00	25.00
16	Silicona	1	2.80	2.80
17	Guantes	1	35.00	35.00
18	Pistola	1	80.00	80.00
19	Adhesivos	4	5.00	20.00
20	Garruchas	4	9.60	38.40
TOTAL				\$476,936

Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Hernán Del Pozo

3.8.2.2 Costos secundarios

Tabla 3.21 Costos secundarios

N°	Material	Costo
1	Pago aranceles de Graduación	120,00
2	Alimentación	130,00
4	Transporte	100,00
5	Impresiones	50,00
6	Emplastificados, anillados y CD	50.00
7	Internet	30.00
8	Costo de máquinas herramientas	80.00
TOTAL		\$460.00

Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Hernán Del Pozo

3.8.2.3 Costo Total

Tabla 3.22 Costo Total

Costo Primario	476,936
Costo Secundario	480
TOTAL	\$1036.93

Fuente: Investigación de campo

Elaboración: Hernán Del Pozo

- Cabe destacar que la compañía financio el 75% del costo total de la Cabina Sandblasting.

Financiamiento de: **\$777.69**

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se finalizó la construcción e implementación de la cabina sandblasting, en el área de mantenimiento de la compañía AEROKASHURCO CIA. LTDA. obteniendo los resultados esperados.
- Se recopiló información bibliográfica en libros, internet y de personal capacitado, sobre todo lo que abarca el tema de la cabina sandblasting.
- Se determinó un diseño factible y ergonómico mediante entrevistas a varios técnicos, la posición adecuada para poder operar la pistola de sandblast, dando así una mejor maniobrabilidad.
- Se estableció que los materiales necesarios para la construcción de la estructura de la cabina sandblasting sea de un acero de baja densidad, pues no necesitan soportar pesos excesivos en la limpieza de las partes de avionetas.
- Se elaboró un manual de mantenimiento que permitirá al usuario conservar en óptimas condiciones la cabina, adicional, un manual de operación que ayudará al correcto uso del sandblast.

- Se realizó varias pruebas de funcionamiento de la máquina, verificando que la técnica de sandblast es superior ante otro tipo de técnicas mecánicas como por ejemplo el lijado.

4.2 Recomendaciones

- Al momento de la construcción tomar muy en cuenta el equipo de protección personal, por motivo que se está trabajando con máquinas herramientas.
- Revisar el manual de operación que se desarrolló para la cabina sandblasting antes del uso, dicho manual puede proveer de información para un correcto empleo de la técnica sandblast.
- La persona que utilizará la máquina debe tener conocimiento total acerca de su funcionamiento, caso contrario deberá permanecer bajo la supervisión de personal experimentado.
- Cada cierto tiempo realizar su respectivo mantenimiento y cambio del material abrasivo para alargar su vida útil.
- Verificar la presión a la cual se está trabajando, sea la adecuada, esto puede incurrir en el desarrollo del sandblast y por ende en la calidad del trabajo final.
- Revisar y actualizar periódicamente el manual de operación y mantenimiento.

GLOSARIO

A

Adecuación: Acomodo, ajuste o adaptación de una cosa a otra.

Ánodo: Es un electrodo en el que se produce una reacción de oxidación, mediante la cual un material, al perder electrones, incrementa su estado de oxidación.

Antecedente: Acción, dicho o circunstancia que sirve para comprender o valorar hechos posteriores.

Áspera: Que tiene la superficie rugosa y es desagradable al tacto.

B

Beneficios: Son pagos financieros no monetarios ofrecidos por la organización a sus empleados.

Bibliografía: Descripción, conocimiento de libros, de sus ediciones.

C

Cabina: Cuarto o recinto pequeño y cerrado donde se encuentran los mandos de un aparato o máquina y tiene un espacio reservado para el conductor, el piloto u otro personal encargado de su control.

Carga: Peso sostenido por una estructura.

Cátodo: Es un electrodo en el que se genera una reacción de reducción, mediante la cual un material reduce su estado de oxidación al aportarle electrones.

Cernir: Separar con el cedazo la harina del salvado o cualquier otra materia reducida a polvo.

Chapado: Aplicación a una superficie de una capa de metal para protegerla contra la corrosión como la oxidación. También llamado revestimiento.

Chorreado: que proviene del desprenderse en varias partículas ya sea de un líquido o algún otro elemento que lo pueda.

Cíclicas: Que se repite o sucede cada cierto tiempo y de la misma forma:

Cloruro: Son compuestos que llevan un átomo de cloro en estado de oxidación formal -1. Por lo tanto corresponden al estado de oxidación más bajo de este elemento ya que tiene completado la capa de valencia con ocho electrones.

Concernientes: que se refiere o incumbe a algo o alguien

Cracking: En química, cracking o craqueo es la descomposición de una molécula compleja en otras más pequeñas, de igual manera puede hacer referencia al trizado o fractura de un elemento.

D

Densidad: Relación entre la masa y el volumen de una sustancia o cuerpo.

Dependencias: Referida a los servicios sociales, es la situación de una persona que o puede valerse por sí misma.

E

Electronegatividad: Es la medida de la capacidad de un átomo (o de manera menos frecuente un grupo funcional) para atraer hacia él los electrones, cuando forma un enlace químico en una molécula.

Estructura: Conjunto de relaciones que mantienen entre sí las partes de un todo.

Ergonómico: La ergonomía es la disciplina tecnológica que trata del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador.

F

Factible: Que se puede hacer.

Fluctuante: Es aquel ruido cuya intensidad fluctúa (varía) a lo largo del tiempo. Las fluctuaciones pueden ser periódicas o aleatorias.

H

Homogéneo: Que está formado por elementos con una serie de características comunes referidas a su clase o naturaleza que permiten establecer entre ellos una relación de semejanza:

I

Interposición: Colocación de una cosa o una persona en medio de otras dos.

Imperativos: un imperativo legal un tipo de obligación registrada legalmente y jurídicamente vinculante.

L

Laminación: La laminación o laminado es un proceso de conformación plástica en el que el metal fluye de modo continuo y en una dirección preferente, mediante fuerzas de compresión.

Limitar: Poner límites a jurisdicción de una autoridad o a los derechos de una persona.

M

Mantenimiento: Conservación, mantener en buen estado o en situación óptima de un objeto.

Mecanizar: Someter a elaboración mecánica.

O

Observación: Acción y resultado de observar.

P

Pasivas: Que recibe o padece el efecto de una acción sin intervenir en ella:

Porosidad: La porosidad o fracción de huecos es una medida de espacios vacíos en un material, y es una fracción del volumen de huecos sobre el volumen total, entre 0-1, o como un porcentaje entre 0-100%.

Propulsión: Acción que consiste en aplicar la fuerza suficiente a una cosa para que se mueva

R

Rendimiento: Proporción entre el producto o el resultado obtenido y los medios utilizados.

Revestimiento: es la parte externa del ala, cuya misión es resistir esfuerzos cortantes y aislar el combustible del medio ambiente. Es lo que vemos como "la piel del ala.

S

Sintético: Se dice de los productos obtenidos por procedimientos mecánicos, electrónicos o industriales y que imitan otros naturales: lana sintética; sonido sintético.

Solidez: Firmeza o seguridad de una cosa material.

T

Tester: equipo que sirve para medir o verificar algún valor.

V

Vanadio: Es un metal dúctil, blando y poco abundante. Se encuentra en distintos minerales y se emplea principalmente en algunas aleaciones.

Voltaico: Díc. del arco luminoso formado por un flujo de chispas que saltan en el punto donde se interrumpe un circuito eléctrico con un intervalo pequeño.

Z

Zirconio: Es un metal duro, resistente a la corrosión, similar al acero

BIBLIOGRAFÍA

- Piredda Caral Massino Vladimiro (1990), "Manual de Soldadura Eléctrica", Edición número 1, Editorial Limisa. México.
- López Vicente, José Manuel (1987); "Mecánica de taller: Materiales", Edición número 1, Editorial Melsa, Madrid-España.
- DBE(1972), "Tecnología del taller mecánico: Montaje, Ajuste, Soldadura, Forja y Plancha", Edición número 1, Editorial CEAC, Barcelona-España.
- Thomson (2003), "Neumática", Edición número 2, Editorial ISBN, Madrid-España.
- J. Oñoro (2008), "Tecnología De Materiales: Corrosión", Dpto. Ingeniería y Ciencia de los Materiales. ETSI Industriales, Edición número 2, Editorial UPM, México.
- W.F. Smith (1994), "Fundamentos De La Ciencia E Ingeniería De Materiales", Edición número 2, Editorial, España.
- Antonio Esteban Oñate (2007), "Conocimientos del avión", Edición número 6, Editorial Thomson, Madrid-España.
- Esteba Oñate (1991), "Las Aeronaves y sus Materiales", Edición 1, Editorial Paraninfo, España.

NETGRAFIA

- <http://www.de.maquinasyherramientas.com>
- <http://www.biblioteca.org.ar>
- <http://www.emagister.com/curso-soldadura-arco-manual-electrico-fundamentos/arco-electrico-arco-voltaico>

- <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf>
- http://www.fevi.it/-spa/sabbiatrici-pressure_blaster.php
- http://www.enfoqueseducativos.es/enfoques/enfoques_6.pdf