



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA CON
CHORRO DE ARENA Y PINTURA INDUSTRIAL**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**PRESENTA:
LUIS JOEL MUÑOZ SERRANO**

**NOMBRE DEL ASESOR:
M.C. BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO**



APIZACO, TLAX., JUNIO 2024



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Tecnológico de Apizaco
Metal-Mecánica

Apizaco, Tlaxcala, 05/junio/2024.

1Oficio No. MM/521/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	LUIS JOEL MUÑOZ SERRANO
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	18371307
Nombre del Proyecto:	"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y PINTURA INDUSTRIAL".
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

BENJAMÍN DARÍO RAMÍREZ ANGULO
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 124, e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx
tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE OAXACA
GOBIERNO FEDERAL
GOBIERNO DEL ESTADO DE TLAHUQUELILLO



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 14/junio/2024
No. OFICIO: DEP-CT/659/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

LUIS JOEL MUÑOZ SERRANO
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371307
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: "**PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y PINTURA INDUSTRIAL**", conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®


MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



Agradecimientos

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a aquellos que han contribuido de manera significativa al éxito de este proyecto de investigación.

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de este viaje. Su amor, paciencia y aliento constante han sido la base que me ha permitido dedicarme a este proyecto con dedicación y determinación.

Agradezco a mis profesores y mentores académicos por su orientación valiosa y enseñanzas que han enriquecido mi comprensión en el campo de estudio. Sus conocimientos y perspectivas han sido fundamentales para el desarrollo y la calidad de este trabajo.

Asimismo, quiero expresar mi gratitud a *Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala, S.A. de C.V.* por proporcionar el ambiente para llevar a cabo mis Residencias Profesionales propicio para llevar a cabo esta investigación, su colaboración y el respaldo han sido esenciales para el éxito de este proyecto.

Resumen

El presente trabajo de investigación, consiste el análisis, evaluación y la documentación del procedimiento de recubrimientos en tanques de transformadores creados por la empresa FETSA adquiridos por sus clientes como lo es SIEMENS Y GEORGIA TRANSFORMERS CORPORATION este procedimiento será a través de un manual basado en diferentes criterios y normas que se especifican o recomiendan el uso de recubrimientos para diferentes aplicaciones, ambientes y áreas de servicio.

El problema de investigación se enfoca dentro del área de calidad ya que los recubrimientos no son aplicados de forma correcta ocasionando que la empresa se vea envuelta en no conformidades emitidas por sus clientes, de esta manera se busca una guía o un manual de procedimiento, el cual describa y evalúe el control y uso de los procedimientos dentro del área.

La investigación se llevara a cabo mediante una metodología cualitativa, donde se obtendrá información a través de diferentes fuentes, normas o estándares que se relacionen con la protección de corrosión al igual que informes de inspección de cómo llevar a cabo una excelente diagnóstico en tanques detectando diferentes fallas que se presentan en los recubrimientos, todo esto para analizar y evaluar los defectos.

Lo antes ya mencionado permitirá crear un procedimiento de evaluación de recubrimientos aportando la información necesaria para realizar un correcto análisis a través de pasos dentro de una inspección, proponiendo técnicas y recomendaciones permitiendo ahorrar diferentes factores dentro de la empresa, entregando un excelente producto que pueda cumplir las expectativas de los clientes.

Tabla de contenido

Agradecimientos	4
Resumen	5
Capítulo 1 Introducción	12
1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante	13 - 15
1.2 Objetivos	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
1.3 Descripción del proyecto	17
Descripción y justificación del proyecto	17
1.4 Alcances y limitaciones	18
1.5 Caracterización del área en que participo	19 - 20
Capítulo 2 Marco Teórico	21
2.1 Corrosión	21 - 22
2.1.1 Tipos de corrosión	22 - 23
2.1.2 Factores que influyen	23
2.1.3 Control para la protección	24 - 25
2.2 Limpieza con chorro de arena	25
2.2.1 Reseña histórica	25
2.2.2 ¿Qué es el arenado?	26
2.2.3 ¿Qué es el Sand Blast?	26 - 27
2.2.4 Selección de equipo	27 - 28
2.2.5 Tipos de sistemas de cabinas	28 - 29
2.2.6 Abrasivos	30 - 32
2.2.7 Tipos de abrasivos	32 - 37
2.2.8 Normas y medidas de seguridad	37 - 38
2.2.9 Grados de preparación	38 - 39
2.2.10 Medidas de seguridad	40 - 42

2.2.11 Proceso de chorro de arena	42 - 44
2.2.12 Usos y aplicaciones del Sandblast	45 - 46
2.2.13 Beneficios de usar Sandblast	46
2.3 Recubrimiento	
2.3.1 Pintura industrial	47
2.3.2 Limpieza y preparación	47 – 48
2.3.3 Limpieza preterminar	48 - 50
2.3.4 Recubrimientos protectores – Métodos y equipos	50 - 51
2.3.5 Ventajas y desventajas de la pulverización convencional	51 - 52
2.3.6 Pistolas pulverizadoras convencionales	52 - 53
2.3.7 Técnica de aplicación por pulverización	54 - 57
2.3.8 Pulverización sin aire- precauciones de seguridad	58 - 59
2.3.9 Condiciones de aplicación	60 - 62
Capítulo 3 Desarrollo del proyecto	
3.1 Introducción	63
3.2 Planificación	63 - 64
3.3 Ejecución	65 - 75
3.4 Seguimiento y control	76 - 77
Capítulo 4 Conclusión	78 -79
Experiencias y competencias adquiridas	79 - 80
Recomendaciones	80 - 81
Referencias	82
Anexo a) Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial	83 - 121
Carta de no inconveniencia	122

Índice de tablas

No. de Tabla	Descripción	Fuente	Página
1.1	Descripción del puesto o área de trabajo del estudiante	Propia 2023	13
2.1	Símbolos que describen los métodos de pretratamiento	Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH	46

Índice de figuras

No. de Figura	Descripción	Fuente	Página
1.1	Vista Satelital de la empresa FETSA	https://maps.app.goo.gl/6HHLHXsEoWTqjvga7	11
2.1	Material con corrosión	Preparación de Superficies con Abrasivos https://slideplayer.es/slide/1110846/	24
2.2	Material con corrosión	Preparación de Superficies con Abrasivos https://slideplayer.es/slide/1110846/	25
2.3	Sistema de Succión	Equipos de succión http://www.indisaonline.8m.com/anteriores/12.htm	27
2.4	Sistema Presurizado	Equipos de succión http://www.indisaonline.8m.com/anteriores/12.htm	28
2.5	Abrasivos	Abrasivos http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST	31
2.6	Arena Silica	Abrasivos http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogo	31

		<u>golist.php?pssearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST</u>	
2.7	<i>Oxido de Aluminio</i>	Abrasivos <u>http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?pssearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST</u>	32
2.8	<i>Carburo de Silicio</i>	Abrasivos <u>http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?pssearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST</u>	33
2.9	<i>Perla de Vidrio</i>	Abrasivos <u>http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?pssearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST</u>	34
2.10	<i>Escoria de Cobre</i>	Abrasivos <u>http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?pssearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST</u>	35
2.11	<i>Granalla de Acero</i>	Abrasivos <u>http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?pssearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST</u>	41
2.12	<i>Sistema de Chorreado Seco</i>	Tipos de Cabinas <u>http://www.fevi.it/ing/sabbiatrici-italjet.php</u>	41
2.13	<i>Sistema de Chorreado Seco a Presión</i>	Tipos de Cabinas <u>http://www.fevi.it/ing/sabbiatrici-italjet.php</u>	41
2.14	<i>Sistema de Chorreado Húmedo</i>	Tipos de Cabinas <u>http://www.fevi.it/ing/sabbiatrici-italjet.php</u>	42
2.15	<i>Eliminación de Grasas y Suciedad</i>	Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH	47

2.16	<i>Pulverización de una superficie plana</i>	<i>Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH</i>	53
2.17	<i>Distancia del objeto y la pistola de pulverización</i>	<i>Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH</i>	54
2.18 a)	<i>Pintar esquinas y zonas difíciles</i>	<i>Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH</i>	55
2.18 b)	<i>Pintar esquinas y zonas difíciles</i>	<i>Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH]</i>	55
2.19 a)	<i>Pintar esquinas y zonas difíciles</i>	<i>Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH</i>	56
2.19 b)	<i>Pintar esquinas y zonas difíciles</i>	<i>Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH]</i>	56
2.19 c)	<i>Pintar esquinas y zonas difíciles</i>	<i>Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH</i>	56
3.1	<i>Tanque de transformado eléctrico</i>	<i>Propia 2023</i>	62
3.2	<i>Oxidación en Sand Blast</i>	<i>Propia 2023</i>	63
3.3 a)	<i>Falta de pintura</i>	<i>Propia 2023</i>	64
3.3 b)	<i>Falta de pintura</i>	<i>Propia 2023</i>	64
3.4 a)	<i>Escurrimiento de pintura</i>	<i>Propia 2023</i>	65
3.4 b)	<i>Escurrimiento de pintura</i>	<i>Propia 2023</i>	65

3.5 a)	<i>Falta de adherencia</i>	<i>Propia 2023</i>	66
3.5 b)	<i>Falta de adherencia</i>	<i>Propia 2023</i>	66
3.6	<i>Cascara de naranja</i>	<i>Propia 2023</i>	67
3.7	<i>Falta de soldadura</i>	<i>Propia 2023</i>	68
3.8	<i>Exceso de soldadura</i>	<i>Propia 2023</i>	68
3.9	<i>Poros en soldadura</i>	<i>Propia 2023</i>	69
3.10	<i>Socavado en soldadura</i>	<i>Propia 2023</i>	69
3.11	<i>Mala aplicación</i>	<i>Propia 2023</i>	70
3.12	<i>Mala fabricación</i>	<i>Propia 2023</i>	71
3.13	<i>Mal acabado</i>	<i>Propia 2023</i>	72
3.14	<i>Falta de limpieza</i>	<i>Propia 2023</i>	73

1 Introducción

Para obtener un desarrollo y crecimiento dentro las empresas u organizaciones es necesario enfocarse en la organización y calidad de cada proceso, a fin de obtener resultados que permitan ordenar, concentrar y sistematizar información relacionada con el funcionamiento de un área en particular, por esta razón es necesario que la empresa cuente con diferentes herramientas de consulta que integren información operativa a través de manuales.

Este escrito proyecta la importancia en la orientación y facilidad que se lleva a cabo a la hora de inspeccionar los recubrimientos de un tanque basándose en proporcionar técnicamente la información de diferentes informes preliminares desarrollador por algunos inspectores, teniendo como principio el análisis y evaluación de defectos de acuerdo a normas o estándares dentro de áreas de metal-mecánica de manera nacional e internacional.

Dentro de la inspección existen diferentes factores para llevar un control de recubrimientos, sin embargo en ocasiones no se le da la importancia correcta de tal modo que se crea caos, tanto por no verificar las condiciones en las que se encuentra tanto en áreas internas como externas de los tanques, por esta razón se requiere un procedimiento que proporcione herramientas de guía que ayuden a identificar los defectos de recubrimientos.

A partir de lo mencionado se obtendrá una alta calidad y valoración con el fin de obtener resultados que permitan evaluar el recubrimiento resolviendo problemas que se presentan en estas superficies metálicas, evitando las deficiencias que ocurren frecuente mente y en fin garantizando el tiempo de vida del tanque.

1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante

Descripción de la empresa.

Nombre: Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala S.A de C.V.

Giro, ramo o sector: Industrial Metalmecánica.

Ubicación: Tenexac número 4, Ciudad Industrial Xicohténcatl, Municipio de Tetla, Estado de Tlaxcala, en la figura 1.1 se muestra una imagen satelital de la empresa:



Figura 1.1 Vista Satelital de la empresa FETSA [Fuente: <https://maps.app.goo.gl/6HHLHXsEoWTqivga7>]

1.1.2 Antecedentes de la empresa

La empresa Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala, S.A. de C.V. (FETSA), está orientada a la fabricación de equipos mecano-soldados y al servicio de mantenimiento – refaccionamiento y que ha surgido en consecuencia de las necesidades de nuestro país y en especial de las industrias de la región, cumpliendo indudablemente con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega que exige el mercado.

FETSA, tiene raíces desde el mes de noviembre de 1995, cuando un grupo de ingenieros mecánicos provenientes de la empresa metalmecánica “CLEMEX, S.A. de C.V.”, decidieron formar una empresa denominada “INMASE”, y posteriormente en el año de 1996, se establece la compañía “INMASE, S.A. de C.V.”, la cual se ubicaba en San Lucas Tecopilco, Tlaxcala. Participando en ella bastante personal tanto obrero como empleado que trabajo en “CLEMEX, S.A. de C.V.”, y cuenta con una experiencia muy valiosa y de muchos años, habiendo participado en trabajos de fabricación de infinidad de pedidos, tanto para la industria Siderúrgica, Energética, Petrolera, Papelera, Cementera, Petroquímica, Química y toda la industria en general.

Es importante mencionar que el personal está habituado al manejo de las normas tales como: ASME, DIN, ASTM, API, AWS, SAE – AISI, ISO, AFNOR, ETC., y que la participación en la fabricación, incluyen las diferentes actividades desde la mexicanización de materiales para la sustitución de importaciones, la ingeniería de manufactura, la propia fabricación y el Aseguramiento de Calidad. Contando con personal calificado NIVEL I y NIVEL II para ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS bajo los requerimientos de la práctica recomendada SNT-TC-1A EDICIÓN 2016, de la SOCIEDAD AMERICANA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (ASNT).

Finalmente y con la firme convicción de tener mayor presencia en el mercado nacional e internacional, “INMASE, S.A. de C.V.”, decide realizar alianza con otros socios, para fortalecer y formar la empresa actual denominada “FABRICACIONES ESPECIALIZADAS DE TLAXCALA, S.A. de C.V.”, la cual se ubica en Tenexac número 4 en Ciudad Industrial Xicohténcatl, Municipio de Tetla, Estado de Tlaxcala, con correo electrónico fetsadecv@prodigy.net.mx y números de teléfono 24-14-12-72-09 y 24-14-12-74-32, contando con una buena infraestructura y lógicamente dispone de mejores servicios ya que se encuentra ubicada en una Zona Industrial.

Misión:

Cumplir totalmente con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega requeridos por nuestros clientes en los productos que fabricamos, realizando nuestro trabajo con la máxima dedicación y empeño, que refleje que lo hacemos bien desde la primera vez.

Visión:

Ser una empresa de clase mundial en la fabricación de equipos mecano soldados, basados en los más altos estándares internacionales.

Tabla 1.1 Descripción del puesto o área de trabajo del estudiante [Fuente: propia 2023] a continuación.

Tabla de descripción del puesto o área de trabajo del estudiante	
Área:	Gerencia de Aseguramiento de Calidad
Puesto:	Inspector de Calidad
Objetivo del puesto:	Verificar el cumplimiento de todas las áreas dentro de la empresa de acuerdo con la gestión de calidad de FETSA de C.V.

1.2 Objetivos

Objetivo general

- Elaborar el procedimiento de inspección de limpieza con chorro con arena y pintura industrial caracterizando los pasos de criterio y evaluación de los sistemas de protección dentro de tanques de transformador.

Objetivos específicos

- Analizar los informes de inspecciones generales y documentar los criterios de selección, evaluación y rehabilitación de recubrimientos de acuerdo a las normas establecidas por CFE.
- Identificar las posibles magnitudes críticas de manera visual evidenciándolas en los procesos de recubrimientos en los tanques realizados en la empresa FETSA S.A. de C.V.
- Elaborar el paso a paso de descripción de actividades de inspección, describiendo métodos de pruebas y criterios de aceptación en los procesos de los recubrimientos metálicos de los tanques utilizados en la empresa FETSA S.A. de C.V.

1.3 Descripción del proyecto

Descripción y justificación del proyecto:

El siguiente proyecto se enfoca en el análisis y evaluación para determinar pasos que permitan llevar a cabo una excelente inspección en los recubrimientos de tanques de transformador, explicando el proceso a partir de datos estableciendo parámetros para crear procedimientos de ejecución a través de las distintas herramientas utilizadas para llevar un control permitiéndonos crear un plan de calidad, todo esto a través de una guía o manual de forma técnica definiendo esquemas adecuados para una mejor inspección en los tanques.

Por otra parte es importante mencionar que esta guía o manual será basada conforme aspectos técnicos y estandares nacionales e internacionales que se aplican en la actualidad, tratando temas como la preparación de superficies, aplicación de recubrimientos y controles de calidad, los cuales proporcionen la caracterización, verificación y evaluación de defectos y posteriormente su alternativas de solución todo esto de acuerdo con el objetivo de proteger las superficies metálicas de los tanques de acuerdo hacia sus diferentes requisitos de operación.

El presente trabajo hace uso de información obtenida a través de diferentes fuentes relacionadas con los recubrimientos hacia los metales, permitiendo dar a conocer diferentes aspectos técnicos preliminares y de informes de inspección, que se entregan a una empresa por sus clientes, por esta cuestión es FETSA se enfoca en dar trabajos de calidad ya que con esto se podrá demostrar una eficiencia operativa, prolongando la vida útil de los tanques de transformadores y fortalecer la resistencia ante condiciones ambientales adversas.

1.4 Alcances y limitaciones

Alcances

- Realizar una descripción de los procesos a modo de definición en donde se establecerá los requerimientos que el cliente establece a partir de su pedido, mismo que buscan la satisfacción en cada trabajo.
- Identificar las métricas relevantes en los procesos, necesidades a través de la recolección para analizar el desempeño del proceso.
- Establecer las variables críticas, se analizara las causas de variación de las fallas de las actividades llevadas acabado dentro del proceso.
- Establecer las acciones de mejora y medios de control.

Limitaciones

- Dentro de la aplicación de este manual posiblemente se presentaran limitaciones en la comunicación y el entendimiento de los procedimientos entre diferentes niveles de personal.
- La efectividad de los procedimientos dependerá en gran medida de la habilidad y experiencia del personal que los implementa.
- Las decisiones de implementación o cambios quedan responsabilidad de la empresa o clientes.

1.5 Caracterización del área en que participo

FETSA- CALIDAD

A lo largo de la estancia en FETSA se realizó un papel crucial para garantizar que los productos cumplan con los estándares y requisitos establecidos dentro de la empresa. Generalizado algunas responsabilidades comunes del área de calidad puedo mencionar:

Control de Calidad del Producto:

- Verificación de la calidad de los materiales utilizados en la fabricación.
- Inspección y prueba de productos en diferentes etapas del proceso de producción.
- Garantizar que los productos finales cumplan con las especificaciones y normativas técnicas.

Aseguramiento de la Calidad:

- Desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad para garantizar la consistencia y mejora continua.
- Auditorías internas para evaluar el cumplimiento de los procedimientos y estándares de calidad.

Control de Procesos:

- Monitoreo y control de los procesos de fabricación para prevenir defectos y asegurar la consistencia.
- Identificación y corrección de desviaciones en los procesos que podrían afectar la calidad del producto.

Documentación y Registro:

- Mantenimiento de registros detallados de los procedimientos y resultados de las pruebas de calidad.
- Documentación de no conformidades y acciones correctivas implementadas.

Desarrollo de Normativas y Procedimientos:

- Participación en la creación y revisión de estándares de calidad y procedimientos operativos.

Formación y Capacitación:

- Capacitación del personal en prácticas de calidad y estándares relevantes.
- Sensibilización sobre la importancia de la calidad en todos los niveles de la organización.

Gestión de Quejas y Retornos:

- Manejo de quejas de clientes y devoluciones, identificando las causas subyacentes y tomando medidas correctivas.

El área de calidad juega un papel crucial para asegurar la satisfacción del cliente, cumplir con los requisitos reglamentarios y mejorar la eficiencia operativa en las empresas metal-mecánicas.

2 Marco teórico

Los transformadores son componentes de larga duración que deben funcionar de manera confiable durante décadas. La calidad en su construcción asegura que estén diseñados y fabricados para resistir las condiciones operativas y ambientales a las que estarán expuestos a lo largo de su vida útil, minimizando el riesgo de fallas prematuras.

Un transformador de alta calidad tiende a requerir menos mantenimiento y reparaciones a lo largo de su vida útil, lo que reduce los costos operativos y de mantenimiento para los propietarios y operadores. La calidad en la construcción garantiza que el transformador cumpla con estas normativas, lo que es esencial para su instalación y operación segura y legal.

Los tanques de transformador deben cumplir con una variedad de normativas y estándares de seguridad y calidad establecidos por organismos reguladores y organizaciones internacionales, sin embargo la creación de estos conlleva un cierto lapso de tiempo, donde dentro de las áreas de Calidad y Manufactura se crean diferentes problemas.

2.1 Corrosión

Se define como el deterioro que sufre un material debido a una reacción (Javaherdashti, 2008), entre ellos y el medio ambiente en cual se encuentran. La mayoría de los metales se encuentran en estado natural formando parte de minerales, ya sea como óxido o metales puros.

El fenómeno de corrosión puede ser definido también como el deterioro de los materiales, a causa de alguna reacción con el medio ambiente en que son usados. En la corrosión no siempre involucra un cambio de peso o deterioro visible en su geometría, ya que muchas formas de corrosión se manifiestan por un cambio de las propiedades de los materiales, disminuyendo su resistencia.

El fenómeno de la corrosión ocurre debido a que, con el tiempo, dichos materiales tratan de alcanzar su estado natural, el cual constituye un estado energético de menor potencial, lo que les permite estabilizarse termodinámicamente.

La mayoría de procesos de corrosión involucran reacciones de reducción-oxidación (reacciones electroquímicas), donde para que se desarrollen estos procesos, es necesaria la existencia de tres constituyentes:

1. Unos electrodos (un ánodo y un cátodo).
2. Un electrolito, como medio conductor, que en la mayoría de casos corresponde de una solución acuosa.
3. Una conexión eléctrica entre los electrodos.

2.1.1 Tipos de corrosión

Corrosión general o uniforme

Se produce por un adelgazamiento uniforme del área total de la superficie metálica o de gran parte de ella hasta presentar la falla. Este tipo de corrosión se conoce como el más importante debido a la dimensión de las pérdidas de metal que causa; sin embargo, cabe destacar que esta forma de corrosión permite la medición y predicción fácilmente, razón por la cual, las fallas catastróficas por su causa son muy raras. La principal causa que genera esta tipología de corrosión es la ruptura o falla en los sistemas de recubrimiento protector, en cualquier caso, la presencia y avance de la corrosión debe examinarse detalladamente para detectar otros tipos de corrosión (Pierre. R, 1999).

Corrosión por picadura (pitting)

Es una forma de corrosión localizada que se presenta en pequeñas zonas anódicas que dan lugar a cavidades circulares en la estructura metálica; es considerada más peligrosa que la corrosión uniforme debido a su dificultad para detectar y predecir que pueden conllevar a la falla de un sistema de ingeniería completo. Los productos de corrosión suelen cubrir las picaduras con una membrana permeable y algunas veces son descubiertos en forma de copa, irregular, subsuperficial, plana, entre otras. La presencia de microambientes corrosivos permite el inicio y propagación de las picaduras; dichas picaduras aumentan la tensión y pueden generar fatiga o agrietamiento por corrosión bajo tensión (Pierre. R, 1999).

Corrosión por rendijas

Este tipo de corrosión se asocia con soluciones estancadas a nivel de microambientes y se presenta con frecuencia bajo juntas, arandelas, depósitos superficiales, zonas con el recubrimiento desprendido, roscas, abrazaderas, entre otras. La corrosión por rendijas

ocurre cuando en dos superficies unidas se estanca una solución y produce una celda de concentración de oxígeno que genera una diferencia de potencial, que pueden generar microambientes altamente corrosivos y permiten la disolución del metal; la corrosión se presenta por picados en la superficie.

2.1.2 Factores que influyen

Condición de la superficie

La escasa limpieza de las superficies y presencia de materia extraña puede ocasionar influencia en el inicio y desarrollo de la corrosión.

Efecto de temperatura

La velocidad de corrosión tiende a aumentar al incrementar la temperatura, debido a que se acelera la difusión del oxígeno del medio hacia el material afectado y fragilizando a este.

Sales disueltas

Las sales ácidas, al diluirse en la solución electrolítica, disminuyen su pH, acelerando el proceso de corrosión por el efecto de acidez. Algunos ejemplos de sales ácidas son, el cloruro de aluminio, el cloruro de hierro y el cloruro de amonio (Charng y Lansing, 1982).

Efecto de biológicos

Los organismos macroscópicos y microscópicos influyen en la corrosión en dos formas principalmente:

- Creando obstrucciones sobre la superficie lo cual produce celdas de aireación diferencial.
- Absorbiendo hidrogeno de la superficie del acero, que es un factor de protección en la corrosión.

Ciertos sulfatos que son reducidos por bacterias son transformados a ácidos sulfuros en las proximidades de las áreas catódicas del acero, provocando una aceleración en la corrosión.

2.1.3 Control para la protección

Actualmente se ha investigado y desarrollado diferentes tipos de métodos para el control de este fenómeno, permitiendo proteger los materiales expuestos a este. La selección de un material resistente a la corrosión, siempre es el primer tipo de control que se debe considerar.

Esto en muchas ocasiones no es posible, ya que este es limitado por

1. Las condiciones del medio circundante;
2. Las condiciones dimensionales y geométricas necesarias en el material en función de la aplicación requerida;
3. Un costo económico elevado. Lo cual hace que la selección de un material resistente no sea factible y/o posible, por lo que se deben considerar otros tipos de métodos para esto.

A continuación, se presentan algunos métodos de control de la corrosión, para la protección de los materiales afectados. Estos son los que más se emplean a nivel comercial.

Inhibidores

Un inhibidor es una sustancia química que, al añadirse al medio corrosivo, disminuye la velocidad de corrosión (Revie y Uhlig, 2008). Existen varios tipos de estas sustancias; los más conocidos son los anódicos y catódicos.

Inhibidores anódicos (pasivadores)

Los inhibidores anódicos, también llamados pasivadores son sustancias oxidantes, por lo general, inorgánicas, que aumentan el potencial electroquímico del material por proteger, volviéndolo más noble (Revie, 2011).

Inhibidores catódicos

Los inhibidores catódicos controlan el pH del medio corrosivo, que impide que las reacciones de reducción ocurran, Estos evitan la reducción ya sea, de iones de hidrógeno en (1) moléculas de hidrógeno, en medios ácidos, o (2) de oxígeno, en medios alcalinos (Revie, 2011).

Recubrimientos orgánicos

Los recubrimientos orgánicos son de sustancias a base de polímeros (pinturas), resistentes a la degradación, que se emplean para recubrir el material por proteger. Estos actúan mediante ya sea, (1) la formación de una barrera, que impide en gran medida la penetración de oxígeno y agua, o (2) la inhibición del proceso de corrosión, al incrementar tanto la resistividad eléctrica como la iónica, cortando el ciclo de corrosión (Schweitzer, 2006).

Recubrimientos metálicos

Consiste en recubrir el material a proteger con algún metal que tenga mayor resistencia a la corrosión. Existen diferentes métodos para efectuar estos recubrimientos, y los más utilizados son el electroplating y el galvanizado (Revie y Uhlig, 2008).

- Electroplating: Es un proceso de protección en el que se utiliza una corriente eléctrica externa para depositar un material con mayor resistencia a la corrosión sobre su superficie.
- Galvanizado: El material por proteger se sumerge sobre un baño del metal de recubrimiento, el cual tienen un mayor potencial electroquímico.

2.2 Limpieza con chorro de arena

2.2.1 Reseña histórica

El primer antecedente del sandblast, se conoce en Inglaterra Reino Unido en donde en agosto de 1870, Benjamin C. Tilgman, diseñó la primer máquina para sopleteo con chorro de abrasivos que patentó con el número 2147. Esta máquina ha sido modificada a través del tiempo para cumplir con diferentes objetivos, pero el principio de funcionamiento siempre ha sido el mismo. En México este sistema comenzó a aplicarse aproximadamente en la década de los 50's siendo la gran mayoría de los equipos utilizados de importación.

La palabra en inglés proviene del vocablo Sand: arena, Blast: presión (arena a presión), sin embargo este sistema no emplea necesariamente arena para su funcionamiento por lo que lo definiremos como un sistema de sopleteo con chorro de abrasivos a presión.

2.2.2 ¿Qué es el arenado?

El Arenado, Granallado o Chorreado abrasivo, conocido en inglés como Sand Blasting, es la operación de propulsar a alta presión un fluido, que puede ser agua o aire, o una Fuerza centrífuga con fuerza abrasiva, contra una superficie a alta presión para alisar la superficie o la rugosidad de la superficie o eliminar materiales contaminantes de la superficie.

2.2.3 ¿Qué es el sandblast?

La palabra en inglés proviene de los vocablos **Sand**: arena, **Blast**: presión, por lo cual el término hace relación a la técnica llamada (arena a presión), sin embargo este sistema no emplea necesariamente arena para su funcionamiento, por lo que lo definiremos como un sistema de sopleteo con chorro de abrasivos a presión.

Este sistema consiste en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. La limpieza con "sandblast" es ampliamente usada para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento.

El Sand Blast es un método que comúnmente se utiliza en el sector industrial con la intención de retirar la abrasión producida por el uso y desgaste de la maquinaria utilizada.

Para comprender mejor lo anterior en la figura 2.1 se observa como los materiales se ven afectados por la corrosión.



Figura 2.1 Material con corrosión [Fuente: Preparación de Superficies con Abrasivos <https://slideplayer.es/slide/1110846/>]

Los esmeriles no eliminan todo el óxido, para removerlo de la superficie, deben esmerilar o lijar tan profundo como lo sea el cráter más profundo. Por lo tanto esto en muchos casos llega a debilitar las estructuras o en su defecto si se esmerila hasta el fondo del cráter más profundo ahí seguirá el óxido como lo muestra la figura 2.2.

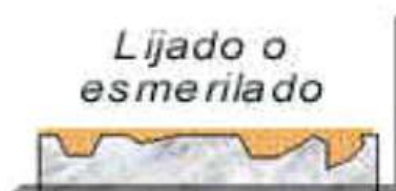


Figura 2.2 Material con corrosión [Fuente: Preparación de Superficies con Abrasivos <https://slideplayer.es/slide/1110846/>]

En cambio el “Sand Blast” remueve toda la corrosión, inclusive aquella de los cráteres más profundos sin desgastar de manera importante el material. Además de proporcionar a la superficie un acabado marcado que sirve de anclaje para volver a recubrir.

El acabado sobre los distintos materiales está dado básicamente por el tipo y tamaño del abrasivo, pues se debe seleccionar dependiendo la dureza de la superficie y el tipo de acabado deseado.

2.2.4 Selección de equipo

La limpieza con “chorro de arena” o “Sand Blast” se considera el mejor método para la limpieza de superficies de acero por su ventaja para la eliminación de cualquier tipo de suciedad, además de que la limpieza y rugosidad que adquiere la superficie tratada mediante este método, representa una mejor adherencia para el recubrimiento. El método de arena a presión o mejor conocido como “chorro de arena” es una operación en la que se inyecta un abrasivo a una corriente de aire a presión, este tipo de trabajo se lleva a cabo en el interior de pequeñas cabinas cerradas. Las cabinas para chorro de abrasivo son circuitos cerrados en los cuales la generación y recuperación del polvo y abrasivo están controladas, es por esto, que dichas cabinas son la mejor alternativa cuando las piezas que estarán sujetas al chorro de abrasivo puedan manejarse bien dentro de las dimensiones de la cabina, pues dentro de las cabinas se lleva a cabo todo el ciclo del “Sand Blast”. Las ventajas de usar estas cabinas son:

1. Se recupera el abrasivo en un 99% al tener la tolva recuperadora del abrasivo.
2. El colector extrae el polvo generado durante la operación y permite recuperar una parte del abrasivo.
3. El operador no requiere equipo de seguridad ya que trabaja por el exterior.

Las cabinas para chorro de abrasivo son muy populares para las aplicaciones de grabados artísticos en vidrio, cerámica, madera, limpieza de piezas pequeñas y mantenimiento de moldes.

2.2.5 Tipos de sistemas de cabinas

La selección de sistema en este proceso se basa en las necesidades de la persona o fábrica que requiera de este servicio, pues en cuanto a volumen de trabajo y desempeño requerido del equipo, existen dos tipos de sistemas en las máquinas de chorro de arena que son:

- **Equipos de succión.** Estos equipos están diseñados para trabajo ligero de soplete con chorro de abrasivo, es común su uso con arena sílica, óxido de aluminio, carburo de silicio o perla de vidrio. En la figura 2.3 se puede observar un ejemplo de este sistema, donde el gatillo de la pistola otorga el control sobre el chorro de abrasivo que dispara el operador.



Figura 2.3 Sistema de Succión [Fuente: Equipos de succión <http://www.indisaonline.8m.com/antiores/12.htm>]

Entre las aplicaciones más comunes para los equipos de succión encontramos la limpieza de capas de pintura en metales o para proporcionar acabado antiguo en muebles de madera, en la limpieza de plásticos y grabado en vidrios, entre otros.

La principal diferencia entre los equipos de succión y los de presurizado radica en que el equipo de succión produce y tiene la velocidad de solamente la cuarta parte de un equipo de presurizado.

- **Equipos presurizados.** Los equipos presurizados son una opción portátil para el manejo de la limpieza con chorro de abrasivos. Estos equipos pueden ser utilizados con distintos tipos de materiales abrasivos como son arena, granalla de acero esférica y angular, óxido de aluminio, carburo de silicio, olote de maíz, cáscara de nuez, etc. Algunos abrasivos como la media plástica y el bicarbonato de sodio requieren equipos diseñados para ese trabajo específico. La figura 2.4 muestra un ejemplo del sistema presurizado.



Figura 2.4 Sistema Presurizado [Fuente: “Equipos de succión” <http://www.indisaonline.8m.com/anteriores/12.htm>]

La operación de los equipos presurizados es muy sencilla, Se vierte el abrasivo en la parte superior del tanque y una vez cargado éste, se inyecta aire a presión dentro del mismo. El abrasivo fluirá hacia la parte baja en donde se combina con el flujo de aire a presión que acelera la velocidad del abrasivo para expulsarlo por medio de la boquilla y así limpiar las superficies. Para elegir el equipo presurizado acorde a las necesidades de la persona o industria que requiera este servicio, deberá tomarse en cuenta:

- El volumen de trabajo que va a realizar.
- Número de operadores que requiere.
- El uso que le va a dar al equipo ya sea ocasional o cotidiano.
- El tiempo de uso continuo que requiera del equipo a tratar.
- El tamaño del compresor con que cuenta.

2.2.6 Abrasivos

Normalmente se conoce al proceso de limpieza con chorro de abrasivo como " Sand Blast". En realidad no siempre es así, ya que "Sand Blast" se refiere a un chorreo con arena. Sin embargo, popularmente se ha adoptado el término para referirse a todo tipo de limpieza con chorro de abrasivos, como se muestran en la figura 2.5.



Figura 2.5 Abrasivos [Fuente: Abrasivos <http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=:BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST>]

Un abrasivo es el material del cual están conformadas las partículas abrasivas, llamadas "medios", que tiene como finalidad de actuar en la remoción de material.

Los abrasivos, se clasifican en función de su mayor o menor dureza. Para ello se valoran según diversas escalas, la más utilizada de las cuales es la escala de Mohs, establecida en 1820 por el mineralogista alemán Friedrich Mohs.

Normalmente se llama a los diferentes abrasivos como "arena" lo cual en ocasiones complica el suministro e identificación del material. La selección del tipo y tamaño de abrasivo determinará la eficiencia, rapidez y costo del trabajo que se realice.

Para poder elegir mejor el tipo de abrasivo es importante conocer y considerar los siguientes elementos:

- **Tamaño:** El tamaño de las partículas de abrasivo es sumamente importante para lograr un patrón de textura consistente al aplicar el chorro de abrasivo en la superficie. Los fabricantes de abrasivo utilizan varias nomenclaturas y numeraciones para definir el tamaño de sus productos. La medida uniforme entre todas las partículas de abrasivo se convierte en un parámetro de mucha importancia cuando el fabricante de recubrimientos especifica

un perfil determinado para la superficie. Partículas más grandes cortarán demasiado profundo, dejando puntas muy marcadas que probablemente sobresaldrán del recubrimiento, esto favorecería a la oxidación. Para compensar dicha diferencia entre las cavidades más profundas y las puntas más altas, se tendría que aplicar varias capas de recubrimiento, lo que incrementaría el tiempo de trabajo y el costo total.

Las partículas grandes son utilizadas para quitar la abrasión múltiples capas de pintura, corrosión pesada o lechada de concreto y dejan perfiles profundos en las superficies.

Los abrasivos tamaño mediano remueven óxido ligero, pintura floja, y escamas de acero delgadas. 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 semi-delicadas, además son muy recomendables para marcar las superficies con algún logotipo que requiere de precisión en el corte del abrasivo.

- **Forma:** Las diferentes formas en los abrasivos ofrecerán diferentes perfiles en la superficie siendo las dos principales configuraciones de los abrasivos la angular y la esférica. Los abrasivos angulares trabajan mejor cuando se trata de desprender capas pesadas de pintura y corrosión. El abrasivo esférico en cambio, es mejor para remover escamas de fabricación y contaminación ligera., también es utilizado para realizar el martilleo (shotpeening) para el relevado de esfuerzos.

El martilleo crea una superficie uniforme comprimida que hace que los resortes y otros metales sujetos a alta tensión tengan mucho menos posibilidades de fallar.

- **DENSIDAD:** Es la masa del abrasivo por volumen.

Esta es la característica menos determinante que se tiene que tomar en cuenta para realizar un trabajo de “Sand Blast”, a menos que la diferencia de densidades sea muy amplia entre los distintos materiales. En la medida en que el material sea más denso, será mayor la energía con que se impacte contra la superficie.

- **Dureza:** La dureza del abrasivo determinará su efecto sobre la superficie que va a ser tratada. 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. La dureza del abrasivo está medida en la escala de Mohs siendo 1 tan suave como talco y 15 materiales tan duros como el diamante.

Los abrasivos del tipo de carburo de boro, carburo de silicio y óxido de aluminio, estarán dentro del rango 10 al 13.

- **Fragilidad:** Con fragilidad nos referimos a la tendencia del abrasivo a fragmentarse en partículas más pequeñas como consecuencia del impacto, mientras más frágil sea el abrasivo, menos veces puede ser reutilizado y más polvo generará. La arena sílice es extremadamente frágil debido a su composición de cuarzo y nunca debe ser reutilizada. En el primer uso, más del 70% de la arena se convierte en polvo desprendiendo peligrosas partículas de sílice, la gente expuesta al polvo de sílice, puede contraer una enfermedad llamada silicosis. La mayoría de los abrasivos fabricados y derivados de un producto, pueden ser reciclados varias veces, al igual que algunos abrasivos naturales como el granate y el pedernal. La escoria de cobre y níquel se fractura en partículas más pequeñas que pueden ser reutilizadas. La granalla de acero puede ser efectivamente reciclada unas 200 veces o más.

Muchas variables afectan el rehusó que se dé al abrasivo, dentro de éstas están: la presión de aire, dureza de la superficie y la eficiencia del equipo para sopleteo con chorro de abrasivo.

2.2.7 Tipos de abrasivos

Los equipos para limpieza con chorro de abrasivos o “Sand Blast” pueden realizar diversas tareas como limpiar y preparar superficies para aplicación de recubrimientos, grabado de materiales, limpieza de contaminantes de la superficie, proporcionar acabados limpios y estéticos, difuminar defectos y marcas de herramientas, etc. Sin embargo es necesario elegir el abrasivo más adecuado de acuerdo a los resultados que desea obtener, ya que una mala elección del abrasivo le puede traer problemas en el rendimiento de su equipo y los resultados sean deficientes.

- **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; en el primer uso, más del 70% de la arena se convierte en polvo desprendiendo peligrosas partículas de sílice, 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, la figura 2.6 muestra un ejemplo de este abrasivo.



Figura 2.6 Arena Silica [Fuente: Abrasivos
<http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST>]

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.

- **Óxido de aluminio**

Este abrasivo mostrado en la figura 2.7, es angular es uno de los más populares en el mercado debido a su rapidez en la limpieza, además de la profundidad en su corte y aceptable tasa de reutilización. Su principal característica es la velocidad de limpieza y/o preparación de superficies para aplicar recubrimientos, además, proporciona un excelente anclaje en las superficies lo cual es un requisito en la aplicación de recubrimientos.



Figura 2.7 Óxido de Aluminio [Fuente: Abrasivos
<http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST>]

Con una adecuada regulación de la presión y elección del tamaño de grano se pueden obtener diferentes resultados, que van desde la limpieza de materiales fuertemente adheridos a las superficies, hasta el grabado en vidrio, cerámica, resinas y otros materiales.

La generación de polvo del óxido de aluminio es baja y es ampliamente recomendable para cabinas y sistemas presurizados en cuarto ya que puede llegar a tener una reutilización de 10 hasta 25 ocasiones. Al ser una partícula angular con un alto nivel de abrasión, su avance en la acción de corte es notablemente rápido dejando un acabado mate. La duración de una boquilla con inserto de carburo de tungsteno con un abrasivo de estas características disminuye considerablemente ya que se encuentra alrededor de 20 a 40 horas de trabajo.

- **Carburo de silicio**

Es el abrasivo más duro, afilado y costoso en el mercado. Está clasificado como 13 en la escala de Mohs', haciéndolo ideal cuando se requiere un corte fino, pero profundo, al igual que para remover residuos tratados con calor de partes endurecidas. Este abrasivo tiene también un buen número de re-usos, ya que cuando las partículas se estrellan sobre la superficie y se fragmentan en partículas más pequeñas no pierden su filo, por lo que siguen teniendo una buena acción de corte a pesar de reducir su tamaño como lo muestra la figura 2.8.



Figura 2.8 Carburo de Silicio [Fuente: Abrasivos
<http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST>]

El carburo de silicio es principalmente preferido por aquellos usuarios del chorreado de abrasivos que requieren una limpieza rápida con un buen anclaje y sin contaminación ferrosa, ya que debido a su alta dureza, el carburo de silicio limpia mucho más rápido que cualquier otro abrasivo del mercado, esta rapidez en el trabajo es de gran ayuda cuando se realizan grabados sobre cerámica, vidrio y madera, ya que permite un corte más profundo

con menos tiempo de exposición del chorro sobre la mascarilla. El rango de tamaños es muy amplio, va desde los muy gruesos hasta los muy finos lo que permite desarrollar una amplia gama de acabados con este abrasivo. Al ser un abrasivo tan agresivo sobre las superficies, lo es también en el desgaste del equipo y consumibles, por lo que es importante que utilice boquillas de boro y recubra las paredes del área de trabajo con lámina de hule o acero.

- **Perla de vidrio**

Este abrasivo mostrado en la figura 2.9, es un esférico también conocido como micro esfera de vidrio es particularmente útil para proporcionar acabado sobre superficies metálicas como aluminio y acero inoxidable dejando un acabado satinado..



Figura 2.9 Perla de Vidrio [Fuente: Abrasivos
<http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST>]

Cuando los requerimientos de mantenimiento exijan la limpieza de las piezas sin atacar violentamente la superficie, se recomienda emplear perla de vidrio ya que el impacto del micro esfera sobre la superficie no desgasta significativamente el material, cualidad que la hace inadecuada si se va a pintar la pieza posteriormente.

La perla de vidrio es empleada en cabinas y cuartos con sistemas de succión ó presurizados para procesos de limpieza de moldes, remoción de rebabas, detección de defectos de soldadura en superficies metálicas y limpieza de superficies con materiales ligeros como carbón o residuos en las superficies de pistones y válvulas, entre otros usos. La generación de polvo es baja, al igual que su velocidad de limpieza y puede reciclarse de 10 a 15 veces. La duración promedio de una boquilla con inserto de carburo de tungsteno es de 320 – 640 horas de trabajo.

- **Escoria de cobre**

Este abrasivo también conocido como "abrasivo negro" o "abrasivo ecológico" se obtiene principalmente de 2 fuentes: la fundición de metal (cobre y níquel) y las calderas para generar poder eléctrico (carbón), la figura 2.10 muestra un ejemplo de este abrasivo compuesto.



Figura 2.10 Escoria de Cobre [Fuente: Abrasivos <http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=::BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST>]

La escoria de cobre ha aumentado su demanda debido a su capacidad de limpieza, disponibilidad, bajo contenido de sílice (menos del 1%), gran rango de medidas y su relativo bajo costo. Sus partículas duras y angulares le otorgan gran velocidad y capacidad de corte, haciéndola perfecta para una gran cantidad de usos.

En algunas aplicaciones, quizá sea necesario reducir la presión del aire para evitar que las partículas de la escoria de cobre se inserten en el acero. La principal desventaja al usar escoria de cobre es su alta fragilidad, debido a la cual genera gran cantidad de polvo y limita su rehusó, además de que la escoria debe ser revisada de estar libre de contaminantes antes de comenzar a usarla.

- **Granalla de acero**

Este abrasivo mostrado en la figura 2.11, se encuentra en dos presentaciones: angular y esférica. La esférica se usa regularmente en las máquinas granalladoras y tiene un ataque menos violento sobre la superficie, la aplicación de la granalla esférica sobre estructuras metálicas, ayuda a mejorar la resistencia a la fatiga de las piezas, este proceso es conocido como shotpeening o martilleo.



Figura 2.11 Granalla de Acero [Fuente: Abrasivos <http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?psearch=:BOQUILLAS+PARA+SANDBLAST>]

La granalla angular la encontramos más frecuentemente en los equipos de “Sand Blast” y debido a su peso y dureza. Pues es considerado el abrasivo más pesado, es magnífico para realizar preparación de superficies en aplicación de recubrimientos ya que deja un anclaje muy profundo.

Es importante contemplar que si se trabaja con granalla de acero angular sobre materiales que no vayan a ser recubiertos, algunas partículas pueden incrustarse sobre la superficie lo cual generará brotes de oxidación en el futuro. La granalla de acero es el abrasivo que más se utiliza para hacer limpiezas para preparación de superficie ya que otra ventaja del gran peso de su partícula es la baja generación de polvo y como ya se ha mencionado su anclaje profundo es ideal para la aplicación de recubrimientos de alta tecnología. Puede ser reutilizada 40 y en algunos casos hasta 200 veces. La duración de una boquilla con inserto de carburo de tungsteno con granalla, varía de entre 500 – 800 horas de trabajo.

2.2.8 Normas y medidas de seguridad

Normas que rigen el Sand blast

Los grados de limpieza de superficies metálicas, están especificados por varias normas, siendo la más extendida la norma SIS 055900 SWEDISH, transformada posteriormente en ISO 8501-1: 1988, considerando los grados de preparación de la superficie en relación con el estado inicial del acero a pintar. Estas normas se refieren a acero envejecido, pero que nunca ha sido tratado con pintura. Los estados del metal desde su fabricación hasta la completa corrosión, de mejor a peor, vienen definidos de acuerdo a estas normas por las letras A, B, C y D.

A) Superficie de acero completamente recubierta con cascarilla de laminación o calamina y con trazas de óxido. (El grado A lo presenta el acero poco tiempo después de su laminación en caliente).

B) Superficie de acero que ha iniciado su corrosión y de la que ha empezado a desprenderse la cascarilla de laminación (El grado B lo presenta la superficie de acero laminado en caliente después de haber permanecido expuesta a la intemperie, sin protección, en una atmósfera medianamente corrosiva, durante 2 ó 3 meses).

C) Superficie de acero de la que la corrosión ha hecho saltar la totalidad de la cascarilla de laminación, pero que todavía no presenta picaduras detectables a simple vista. (El grado C lo presenta la superficie de acero expuesta a la intemperie, sin protección durante 1 año, aproximadamente).

D) Superficie de acero de la que se ha desprendido la totalidad de la cascarilla de laminación y en la que se observan picaduras a simple vista. (El grado D lo presenta la superficie de acero expuesta, sin protección, unos 3 años).

2.2.9 Grados de preparación

A partir de cada uno de los estados iniciales se definen varios tipos de preparación, denominados con las siglas St, Sa o Fl.

- St: Rascado, cepillado, picado, por medios manuales o mecánicos.
- Sa: Chorreado abrasivo
- Fl: Limpieza a la llama (proceso obsoleto)

El estado inicial A sólo admite preparación por chorreado abrasivo (Sa), único método que permite eliminar la calamina. En lo sucesivo sólo se considerarán los grados St y Sa, ya que el flameado se utiliza muy poco en la práctica.

La norma ISO 8501 sirve como método de evaluación visual de la limpieza de superficies y es de uso habitual para el establecimiento de sistemas de pintado.

Esta norma se divide en 4 partes.

- EN ISO 8501-1:2007 – Grados de oxidación y de preparación de sustratos de acero no pintados y de sustratos de acero después de estar totalmente decapados de revestimientos anteriores.

- EN ISO 8501-2:2001 - Grados de preparación de sustratos de acero previamente pintados, después de la eliminación localizada de revestimientos anteriores
 - EN ISO 8501-3:2007 - Clases de preparación de soldaduras, esquinas y otras zonas con imperfecciones de superficie.
 - EN ISO 8501-4:2006 – Condiciones iniciales de la superficie, grados de preparación de superficie y grados de flash rúst. de las preparadas Los diferentes grados utilizados según la norma ISO 8501-1: 1988
- Sa 3.-Eliminar la totalidad del óxido visible, cascarilla de laminación, pintura vieja y cualquier materia extraña. Limpieza por chorreado hasta metal blanco. El chorro se pasa sobre la superficie durante el tiempo necesario para eliminar la totalidad de la cascarilla de laminación, herrumbre y materias extrañas. Finalmente, la superficie se limpia con un aspirador, aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio, para eliminar los residuos de polvo de abrasivo. Color superficial uniforme.
 - Sa 2 ½.-Chorreado abrasivo hasta metal casi blanco, a fin de conseguir que por lo menos el 95% de cada porción de la superficie total quede libre de cualquier residuo visible. Chorreado muy cuidadoso. El chorro se mantiene sobre la superficie el tiempo necesario para asegurar que la cascarilla de laminación, herrumbre y materias extrañas son eliminados de tal forma que cualquier residuo aparezca sólo como ligeras sombras o manchas en la superficie. Finalmente, se elimina el polvo de abrasivo con un aspirador, con aire comprimido limpio y seco o con cepillo limpio.
 - Sa 2.-Chorreado hasta que al menos los 2/3 de cualquier porción de la superficie total estén libres de todo residuo visible. Chorreado cuidadoso. El chorro se pasa sobre la superficie durante el tiempo suficiente para eliminar la casi totalidad de cascarilla de laminación, herrumbre y materias extrañas. Finalmente se elimina el polvo abrasivo con un aspirador, con aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio.
 - Sa 1.-Chorreado ligero o soplado con abrasivo. Por chorro de agua a alta presión (high-pressure wáter jetting)

2.2.10 Medidas de seguridad

Aunque puede considerarse que el ‘Sand Blast’ es un riesgo emergente en el sector industrial, el chorreado con arena es un riesgo laboral conocido y regulado desde mediados del siglo pasado. Es un hecho probado que el sandblasting o limpieza abrasiva con arenas que contienen sílice cristalina puede ocasionar enfermedad respiratoria grave o mortal.

Como en cualquier otro riesgo, esta enfermedad profesional depende de factores como la intensidad, frecuencia y duración de la exposición, así como, otros condicionantes individuales de la persona expuesta. Existen tres tipos de silicosis, determinados por la concentración aerotransportada de sílice cristalina:

- Silicosis crónica. Suele aparecer después de diez o más años de exposición a la sílice cristalina con exposición a concentraciones relativamente bajas.
- Silicosis acelerada. Resulta de la exposición a altas concentraciones de sílice cristalina y se contrae de cinco a diez años después de la exposición inicial.
- Silicosis aguda. Se da cuando las concentraciones de exposición son muy elevadas, pudiendo ocasionar los síntomas en una horquilla temporal que oscila entre unas cuantas semanas a cuatro-cinco años después de la exposición inicial.

La silicosis (en especial la forma aguda) se caracteriza por dificultad de respiración, fiebre y cianosis (piel azulada por déficit de oxígeno); puede diagnosticarse erróneamente como edema pulmonar (fluido en los pulmones), neumonía o tuberculosis.

Puede cursar con otras complicaciones, pues las infecciones fúngicas o micro-bacterianas agudas complican a menudo la silicosis, pudiendo llegar a ser mortales por sí mismas dichas manifestaciones. Aproximadamente la mitad de las infecciones micro-bacterianas son ocasionadas por *Micobacterium tuberculosis*, de ahí la posibilidad de un error diagnóstico inicial. Las investigaciones muestran de ordinario los pulmones llenos de sales de sílice y un material proteínico, evidencia médica que resulta concluyente para establecer la etiología de la enfermedad.

Aspectos clave de la seguridad

- **Revisión previa del estado de mangueras:** Rotura de mangueras sometidas a alta presión. (Revisión previa del estado de las mismas y Colocar esposas y 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)
- **Polvo en el aire:** Este es uno de los peligros más graves asociados al chorreado de arena. Al evaluar este riesgo, es importante tener en cuenta la concentración de polvo y el tamaño de las partículas. Las partículas más grandes, consideradas como una “molestia”, normalmente se filtran en la nariz y la garganta. Las partículas más pequeñas (10 micrones o más pequeñas) pueden superar el sistema de filtrado de los pulmones y penetrar profundamente en el sistema respiratorio, donde pueden causar daños graves. Es necesario emplear equipos de protección respiratoria cuando en el entorno de trabajo encontramos partículas pequeñas.
- **Suministro de aire:** Se deben usar respiradores con suministro de aire cuando se trabaja en salas confinadas para el chorreado, al emplear unidades portátiles en áreas sin confinamiento, y en cualquier otra circunstancia que el operario no se encuentre separado físicamente del material abrasivo. Obviamente, al emplear líneas de aire y compresores, es preceptivo asegurarse que el tubo de admisión del aire está localizado en una zona donde el aire es limpio. Conviene monitorizar este punto de captación del aire limpio de forma permanente para asegurar la seguridad de los chorreadores.
- **Precauciones de limpieza y manejo de productos abrasivos:** El polvo acumulado debe eliminarse de forma segura evitando que pueda ser inhalado por los trabajadores. En cuanto al manejo y almacenamiento de los productos abrasivos, hay que tener presente que suponen una contaminación localizada. Así, los trabajadores que manipulan productos abrasivos de forma manual deben usar respiradores con filtro de partículas.
- **Trabajadores con experiencia:** Los trabajadores que manejen el equipo de Sandblasting, deben tener suficiente experiencia en esta tarea y conocer los riesgos de la operación, así como, las medidas de control.

Equipo de seguridad

El operador debe usar el equipo de protección personal recomendado: guantes de cuero, camisa manga larga, botas de seguridad, capucha con suministro de aire, tapones auditivos y el ayudante deberá usar casco y botas de seguridad, mascarilla con filtro para polvo, mono lentes de seguridad y tapones auditivos.

2.2.11 Proceso de chorro de arena

Este sistema consiste en la limpieza de una superficie por la acción de un abrasivo granulado expulsado por aire comprimido a través de una boquilla. La limpieza con “Sand Blast” es ampliamente usada para remover óxido, escama de laminación y cualquier tipo de recubrimiento de las superficies preparándolas para la aplicación de un recubrimiento. El chorreado es un método muy extendido y aplicado en multitud de los sectores industriales. La principal ventaja es la rapidez, el ahorro en la gestión de residuos contaminantes que no se generan al ser un proceso limpio sin agentes químicos, la rugosidad que se consigue y el nivel de acabado, entre otros. Hay diferentes tipos de chorreado los cuales con características diferenciadas. Básicamente se puede agrupar el chorreado mediante aire comprimido en dos familias:

Chorreado seco

Chorreado seco a succión

Un equipo de chorreado frecuentemente viene compuesto por una cabina o envoltente metálica, un sistema de filtración del polvo generado en su interior, la pistola de proyección de abrasivo, iluminación y guantes integrados en la cabina (por normativa no está permitido el uso oberturas o cualquier sistema para introducir las manos que no sea estanco), así como, lo muestra la figura 2.12.

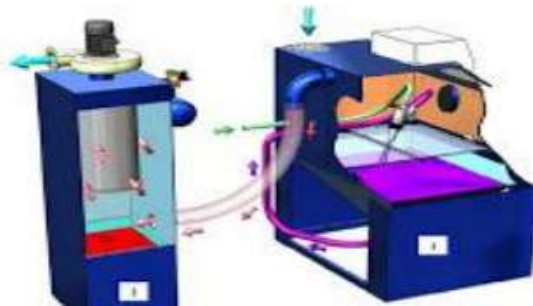


Figura 2.12 Sistema de Chorreado Seco [Fuente: Tipos de Cabinas <http://www.fevi.it/ing/sabbiatrici-italjet.php>]

Un equipo a succión recibe este nombre gracias a la pistola de proyección, ya que su funcionamiento se basa en el efecto venturi. El aire al atravesar la pistola a gran velocidad genera una “succión” en la abertura inclinada donde va conectada una manguera de la pistola a la tolva. El abrasivo de la tolva se ve succionado y una vez llega a la pistola, se mezcla y es proyectado junto con el aire a gran velocidad. Una pistola de succión se distingue por tener dos mangueras, una para el paso del aire del compresor y otra para comunicar la pistola con la tolva que acumula el abrasivo. El diámetro del inyector es el que define la cantidad de aire que sale de la pistola y la boquilla establece la superficie que se cubre al chorrear.

Chorreado seco a presión

Un equipo de chorreado a presión viene compuesto por los mismos elementos que una máquina de chorreado seco a succión. La diferencia más importante radica en la pistola. Ahora la pistola tiene una sola manguera que porta la mezcla de abrasivo y el aire a presión. Un equipo presurizado se encarga de proyectar el aire a presión y a la vez hace de depósito de abrasivo, la tolva deja de hacer esa función como se observa en la figura 2.13.

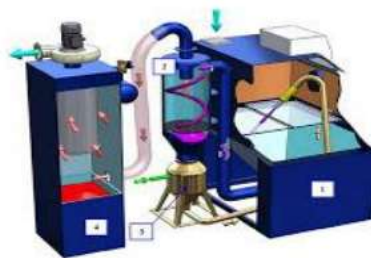


Figura 2.13 Sistema de Chorreado Seco a Presión [Fuente: Tipos de Cabinas <http://www.fevi.it/ing/sabbiatrici-italjet.php>]

Al chorrear es el equipo presurizado el que hace y dirige la mezcla de aire y abrasivo hacia la pistola, el abrasivo cae a la tolva que conduce el abrasivo al equipo presurizado cerrando el ciclo. Cabe la posibilidad de intercalar un ciclón separador de partículas con la función de eliminar del circuito de abrasivo cascarillas y restos de residuos eliminados durante el chorreado.

Chorreado húmedo

Un equipo de chorreado húmedo viene compuesto por la envolvente metálica, los guantes integrados, iluminación interior, cristal con limpiaparabrisas, pistola y bomba de impulsión. A diferencia con los equipos en seco, la máquina en húmedo no necesita sistema de filtración ya que al chorrear con agua no se genera polvo, la figura 2.14 muestra un ejemplo de este sistema.



Figura 2.14 Sistema de Chorreado Húmedo [Fuente: Tipos de Cabinas <http://www.fevi.it/ing/sabbiatrici-italjet.php>]

El polvo queda retenido en el agua y será evacuado con los residuos de chorreado. La tolva se encarga de retener el agua y el abrasivo. Otro elemento diferencial es la bomba de impulsión de abrasivo o también llamado compresor, su misión, impulsar el abrasivo mezclado con el agua desde la tolva hacia la pistola. La pistola tiene dos mangueras como la de succión, en una pasa aire a gran velocidad, por la otra, la mezcla de agua y abrasivo impulsada por la bomba. La bomba de impulsión no da fuerza al fluido, simplemente sube la mezcla a la pistola para que sea el aire a presión quién haga la función del chorreo.

2.2.12 Usos y aplicaciones del Sand blast

Entre los usos más comunes del sandblast encontramos:

- Dar acabados en madera, acero, resina, plástico, etc.
- Grabar vidrio y cerámica.
- Remoción de lechada de concreto.
- Limpieza de muros de ladrillo y piedra.
- Remoción de graffiti.
- Remoción de escama tratada térmicamente.
- Remoción de marcas de herramientas.
- Limpieza de estructuras metálicas.
- Preparación de materiales para aplicación de recubrimientos, entre otras.
- Remover oxidación e impurezas
- Quitar pintura y otros acabados
- Esmerilar vidrio y acrílico
- Matizar metales no ferrosos
- Pulir materiales opacos
- Limpiar moldes permanentes para fundición
- Retirar impurezas de soldadura
- Renovar partes para maquinaria, equipo y engranes
- Remover placas de concreto

Los equipo Sand Blast son utilizados en diferentes sectores productivos, en donde destacan:

- Industria Textil
- Industria Química
- Industria Metalmeccánica
- Industria Automotriz
- Astilleros
- Plantas Petroleras
- Grabado en vidrio y Artículos promocionales
- Industria de la Construcción, entre otras.

No todos los equipos para sandblast son iguales, por lo que usted debe tomar en cuenta varios factores antes de elegir alguno de ellos, de esta manera podrá obtener la mayor eficiencia y producción.

1. Debe contar o seleccionar un compresor de aire capaz de producir un volumen de aire suficiente para mantener la presión en el equipo y así lograr un suministro continuo de aire.
2. Asegurarse de que la manguera de aire del compresor al equipo de sandblast sea del diámetro adecuado.
3. Tomar en cuenta qué tipo de superficie va a limpiar.
4. Seleccionar el abrasivo indicado para ese tipo de trabajo.
5. Contar con un espacio para realizar la limpieza de las piezas.
6. El volumen de trabajo a realizar.
7. El acabado deseado.

2.2.13 Beneficios de usar el Sand blast

Dentro de los beneficios de utilizar el sand blast se encuentran:

- Optimiza resultados con mayor uniformidad
- Abate costos en mano de obra
- Minimiza tiempos de trabajo
- Reduce tiempos de mantenimiento
- Obtiene mayor anclaje y adherencia de recubrimientos
- Consigue mayor pureza del material con un mínimo de esfuerzo

2.3 Recubrimiento

2.3.1 Pintura industrial

Los recubrimientos con pintura industrial no solo realzan la apariencia visual de estructuras y componentes metálicos, sino que también sirven como barrera esencial contra los elementos corrosivos que podrían comprometer la integridad de los materiales. Desde la prevención del óxido hasta la resistencia a productos químicos agresivos, los recubrimientos de pintura industrial desempeñan un papel vital en la prolongación de la vida útil y el rendimiento óptimo de una amplia gama de productos.

A lo largo de esta exploración, abordaremos no solo la aplicación práctica de los recubrimientos con pintura industrial, sino también los procesos de preparación de superficies, los diferentes tipos de pinturas y recubrimientos disponibles, así como, las mejores prácticas para garantizar la conformidad con estándares de calidad y regulaciones ambientales.

A medida que nos sumergimos en el mundo de los recubrimientos con pintura industrial, nos embarcamos en un viaje donde la estética y la función convergen para crear productos finales que no solo sean visualmente atractivos, sino también resistentes y duraderos. Bienvenidos a un universo donde la ciencia y el arte se encuentran para proteger y embellecer el corazón de la industria metalmecánica.

2.3.2 Limpieza y pretratamiento

La limpieza y el pretratamiento de las superficies a pintar incluyen una serie de medidas para mejorar la adherencia y durabilidad de la película de pintura. Una operación de pretratamiento cuidadosa y es esencial para el éxito de un proyecto de es esencial para el éxito de un proyecto de pintura de todos los fracasos de pintura se deben a un mal pretratamiento.

Un método de pretratamiento adecuado y económico se elige en función del estado original de la superficie de la superficie y la categoría de corrosión del entorno del proyecto. Al mismo tiempo, se tienen en cuenta los requisitos del sistema de pintura, el tipo de estructura y el lugar del pretratamiento (taller u obra).

Símbolos que describen los métodos de pretratamiento

En las especificaciones de pintura se utilizan símbolos distintivos para describir qué tipo de pretratamiento debe realizarse. Estos símbolos se describen en la tabla No.2.1.

Tabla No. 2.1 Símbolos que describen los métodos de pretratamiento [Fuente: Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH] a continuación.

Métodos de preparación	Símbolo
Decapado	Be
Cepillado de alambre	St
Limpieza a chorro	Sa
Limpieza con llama	Fl
Limpieza puntual	PSa
Limpieza de manchas con herramientas manuales o eléctricas	PSt
Limpieza de machas con herramientas eléctricas	PMa

2.3.3 Limpieza preliminar

La contaminación que pueda interferir en las operaciones de preparación y las operaciones de pintura se elimina adecuados. La contaminación sólida como hielo, hormigón, mortero, viejas capas de pintura, sal gruesa y óxido. Mediante picado, raspado o cepillado con alambre. Las sales y otros contaminantes soluble en agua deben eliminarse lavado con agua y cepillado, pulverización a alta presión con agua o vapor, o tratamiento alcalino. La grasa y suciedad suelen eliminarse mediante lavados con disolventes, emulsiones o alcalinos. Después del lavado con emulsión y alcalino, las superficies deben aclararse a fondo con agua limpia y fresca.

Eliminación de la suciedad y la grasa

En la figura 6 se muestran los métodos y materiales, suciedad y la grasa se muestran en la figura 6. Hay muchos factores que influyen en la elección del método y los materiales de

limpieza, como el tipo y el alcance de la contaminación, el tipo de estructura o elemento, el grado de suciedad y el tipo de suciedad.

La figura 2.15 muestra el tipo de limpieza y el tipo de tratamiento de la superficie que se va a utilizar después de la limpieza.

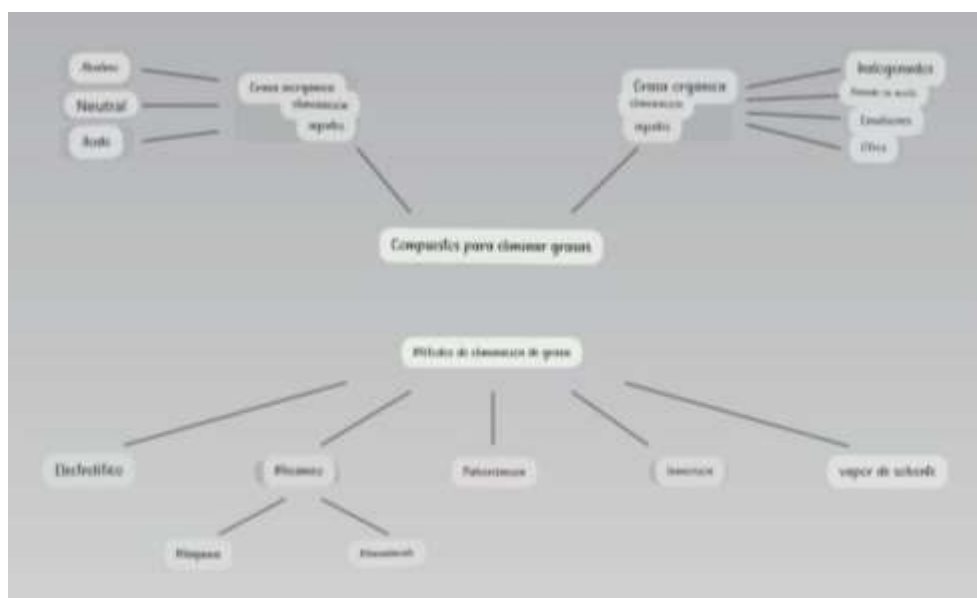


Figura 2.15 Eliminación de Grasas y Suciedad [Fuente: Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH]

Los compuestos solubles en agua, como sales y restos de ácidos, pueden eliminarse mediante lavado con agua. La eficacia del lavado puede mejorarse utilizando agua templada o caliente o mediante medidas mecánicas como alta presión o fregado. También puede utilizarse la "limpieza a vapor", que emplea vapor a alta presión, lo que aporta ventajas de calor y secado rápido, y utilizando cantidades relativamente pequeñas de agua.

Cuando se utiliza agua y vapor, puede añadirse un detergente, lo que mejora la eliminación de la capa de la capa de suciedad, pero es necesario un aclarado con agua para eliminar los residuos de detergente.

En la limpieza con agua, el alcohol también puede utilizarse alcohol para mejorar la eficacia de la limpieza. De la suciedad, pero entonces es necesario aclarar con agua para eliminar los restos de detergente. N.B. Si no se eliminan las sales y la grasa de las superficies de

acero no se eliminan, pueden contaminar el agente de chorreado en un sistema de chorreado reciclable y transferir esta contaminación a los elementos siguientes.

2.3.4 Recubrimientos protectores – Métodos y equipos

Aplicación con brocha

Durante el pintado de mantenimiento y reparación La utilización de equipos de pulverización no resulta práctica, por lo que los revestimientos deben aplicarse con brocha. Cuando la pintura se aplica con brocha, penetra en la superficie oxidada que cuando se aplica con pistola, ya que el cepillado la pintura en el perfil de la superficie. Brocha también se utiliza para pintar “a rayas” esquinas, bordes y otras zonas difíciles, en combinación con la aplicación a pistola, para garantizar un dft adecuado en todas las zonas.

Pintura tiende a “escaparse” de los bordes, y la aplicación a pistola no puede cubrir adecuadamente todas las zonas. La forma del objeto, el grado de acabado requerido y el tipo de pintura son factores que influyen en el tipo de pintura que debe aplicarse influyen en el tipo de brocha más adecuado la mayoría de los pinceles están hechos de naturales o de una amplia gama de materiales sintéticos.

Aplicación con rodillo

Los revestimientos protectores rara vez se aplican con rodillo. Los rodillos dejan una superficie irregular y algunos tipos de pinturas hacen ‘espuma’ si se aplican con rodillo. Los recubrimientos protectores los recubrimientos protectores rara vez se formulan de forma que se pueda conseguir un buen acabado con rodillo. Los rodillos de pintura se fabrican para diversos fines y de muchos materiales

Pulverización (SPRAY) convencional

Cabe señalar que toda la técnica moderna de aplicación comenzó con el método de pulverización convencional pulverización convencional (también llamada pulverización a baja presión, en lata, con aire, etc.). El principio del método es que la pintura se pulveriza con aire comprimido a baja presión existen varios métodos diferentes para aplicar la pintura

de este modo. El Dr. Allen DeVilbiss suele ser nombrado inventor de este método, ya que desarrolló la primera pistola de pulverización de líquidos ya en el siglo XIX. Su intención no era aplicar pintura, sino rociar medicamentos en la garganta y la nariz de un paciente. Sobre esta base años después se desarrollaron las pistolas pulverizadoras. La industria del mueble y del automóvil fueron las en utilizar estas pistolas.

El avance de la técnica de aplicación

Sin embargo, la evolución técnica de la aplicación fue bastante lenta. El verdadero avance se produjo cuando aparecieron nuevas pinturas de secado rápido. Cuando se decidió que las nuevas pinturas de secado rápido, junto con la producción de un modelo de coche en Oakland, en 1924, el método convencional de pulverización convencional consolidó por fin su posición en la industria. Las exigencias de la industria automovilística el desarrollo de equipos de pulverización. Casi ningún sector de la industria de la pintura metálica es tan exigente la apariencia y el acabado de la pintura como la industria automoción. La pulverización convencional sigue siendo uno del método más común de aplicación de pintura para automóviles. Muchas pequeñas empresas utilizan también la pulverización industrial, ya que los equipos son baratos.

2.3.5 Ventajas y desventajas de la pulverización convencional

A continuación se indican algunas de las ventajas de la pulverización convencional:

- Alta calidad de acabado
- Se pueden pulverizar pequeñas cantidades de pintura, por lo que cantidades de colores especiales
- Puede utilizarse para diferentes formas, tipos y dimensiones de objetos
- Bajos costes de inversión y uso
- Regulación rápida del abanico de pulverización y de la cantidad de pintura se utiliza
- Adecuado para productos a base de agua

Las desventajas de la pulverización convencional son las siguientes:

- Baja capacidad, aplicación más lenta
- Sólo puede pulverizar pinturas finas (viscosidad de pulverización recomendada 15-30 segundos DIN4 para disolvente, dependiendo del tipo de pintura y de la pistola), por tanto, cada aplicación da una capa fina
- Gran consumo de disolvente en comparación con la pulverización sin aire
- Gran desventaja medioambiental

2.3.6 Pistolas pulverizadoras convencionales

Las pistolas pulverizadoras convencionales pueden dividirse en dos grupos según el modo de alimentación: por presión o por succión. Los equipos alimentados por succión suelen denominarse “pulverizador contenedor” porque el depósito de pintura está fijado a la propia pistola, ya sea por encima o por debajo de la misma. La boquilla de la pistola pulverizadora se forma de modo que se crea una zona de baja presión en la punta, que succiona la pintura del depósito. La cantidad de pintura que sale de la pistola depende del tamaño de la boquilla, la cantidad de aire y la viscosidad del producto.

En los equipos alimentados a presión, la pintura es “forzada” a entrar en la pistola mediante aire a presión (el llamado “bote a presión”) o por una bomba. La relación entre el caudal de pintura y la atomización puede regularse independientemente entre sí. En la producción continua se recomienda la alimentación a presión. Existe una amplia gama de tamaños de boquilla para pistolas de pulverización a presión diferentes efectos y son adecuadas para diversos tipos y de pintura y viscosidades.

Pulverización sin aire asistida por aire

En la pulverización sin aire asistida por aire, se utilizan tanto los métodos convencionales como el método de pulverización sin aire. En este método, se utiliza aire de atomización para ajustar el abanico de pulverización.

Generalmente se utilizan bombas con una relación de presión de 25:1-60:1

. La presión en la boquilla es de 80-250 bar y la presión del aire de atomización es de 1-3 bar. (El consumo de aire es de unos 50-100 l/min). Puede mejorarse fácilmente mediante pulverización electrostática.

Técnica de aplicación por pulverización

Los elementos básicos de la aplicación por pulverización se establecen mediante la elección del equipo de pulverización y el tipo de pintura. Dado que la pulverización sin aire produce menos residuos y que la pulverización convencional, es el método de aplicación es el método de aplicación general utilizado para la mayoría protección.

Los parámetros del equipo de pulverización deben ajustarse en función de lo que requiera el revestimiento en cuestión. Antes de la aplicación, debe confirmar qué presión y boquilla recomienda el proveedor de la pintura. Antes de la aplicación, compruebe cuál es la mejor forma de dirigir la pistola. Una cuidadosa planificación previa de métodos de trabajo ahorrará costes y puede mejorar considerablemente la eficacia de la aplicación.

Uso del gatillo de la pistola pulverizadora

Debe prestar especial atención a cómo manejar para que la pulverización de pintura se interrumpa en el momento adecuado. La pintura tenderá a acumularse en el puede girarse de nuevo a la posición de pulverización. Este tipo es esencial para la mayoría de los usuarios, especialmente cuando se aplican productos más ásperos, porque la limpieza de una boquilla reversible es rápida y sencilla.

Pulverización airless asistida por aire

En la pulverización sin aire asistida por aire, tanto la pulverización convencional y el método de pulverización sin aire. En este método, se utiliza aire de atomización para ajustar el abanico de pulverización.

Generalmente se utilizan bombas con una relación de presión de 25:1-60:1. La presión en la boquilla es de 80-250 bar y la presión del aire de atomización es de 1-3 bar. (El consumo de aire es de unos 50-100 l/min) puede mejorarse fácilmente mediante pulverización electrostática.

2.3.7 Técnica de aplicación por pulverización

Los elementos básicos de la aplicación por pulverización se establecen mediante la elección del equipo de pulverización y el tipo de pintura. Dado que la pulverización sin aire produce menos residuos y que la pulverización convencional, es el método de aplicación es el método de aplicación general utilizado para la mayoría de protección. Los parámetros del equipo de pulverización deben ajustarse en función de lo que requiera el revestimiento en cuestión.

Antes de la aplicación, debe confirmar qué presión y boquilla recomienda el proveedor de la pintura. Antes de la aplicación, compruebe cuál es la mejor forma de dirigir la pistola. Una cuidadosa planificación previa de métodos de trabajo ahorrará costes y puede mejorar considerablemente la eficacia de la aplicación.

Uso del gatillo de la pistola pulverizadora

Debe prestar especial atención a cómo manejar el gatillo, para que la pulverización de pintura se interrumpa en el momento adecuado. La pintura tenderá a acumularse en el del abanico de pulverización, por lo que los bordes del abanico suelen estar de pulverización, por lo que los bordes del abanico a menudo se sitúan fuera de la zona a pulverizar cuando se dispara la pistola por primera vez.

La relación entre velocidad y distancia de la pistola de pulverización

Una relación correcta entre la distancia a la superficie y la velocidad de pulverización es algo que el pintor aprende sólo con el entrenamiento. Para distintos pintores, esta relación puede variar. Es importante comprobar que hay suficiente pintura suficiente pintura en toda la superficie, ya que un exceso de pintura un acabado rugoso, mientras que un exceso de pintura puede verticales.

Pulverización de superficies lisas y planas (chapas)

Al pulverizar una chapa lisa, comience la "pasada" de pulverización justo antes del borde de la chapa y detenga la pasada de pulverización justo después del otro borde de la chapa.

Por lo general, la aplicación se realiza en pasadas pasadas rectas y uniformes, de modo que una pasada se superponga al 50 de la anterior. Cuanto más cerca de la superficie esté la pistola cuanto más cerca esté la pistola de la superficie, más pintura se aplica, para evitar que se descuelgue. Si la pistola demasiado lejos de la superficie, se producirá un exceso

de exceso de pulverización y la pintura puede estar demasiado "seca" cuando llegue a la superficie para formar una película adecuada.

El uso adecuado de la pistola pulverizadora es esencial en la técnica de aplicación por pulverización. Es importante llegar inmediatamente al borde del objeto y lograr una capa de pintura suficiente sin desperdiciar pintura, la figura 2.16 muestra un ejemplo de cómo realizar esta técnica.

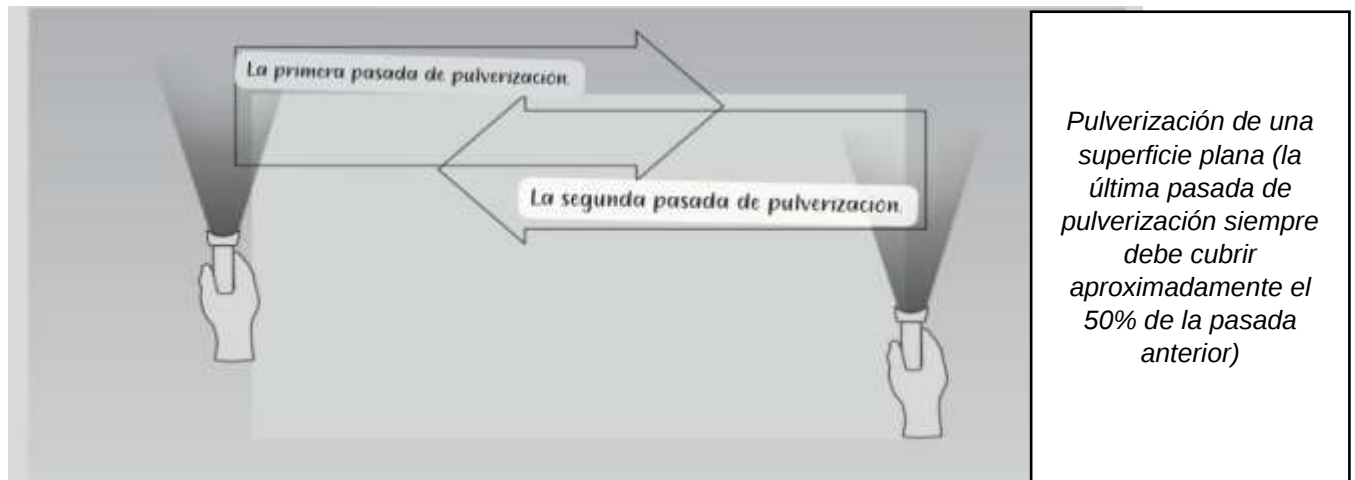


Figura 2.16 Pulverización de una superficie plana [Fuente: Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH]

Pulverización de piezas largas

Se entiende por piezas largas aquellas que no pulverizar en una pasada continua, y en las que, por tanto superpuestas, de extremo a extremo. Las piezas largas se dividen en secciones de 0,6 - 1,5 metros y se utiliza la misma técnica de pulverización que para otras superficies, para cada sección, asegurando un solapamiento suficiente.

Esta técnica de aplicación también se practica para superficies grandes y uniformes, como tejados y paredes, superficies uniformes, como tejados y paredes.

La distancia del objeto y la pistola de pulverización

La pulverización debe realizarse manteniendo la denominada distancia estándar" entre la pistola y el objeto. Si la pistola pulverizadora está demasiado cerca de la superficie, se acumulará demasiada pintura se acumulará en un área pequeña y provocará descuelgues

si la pistola no se mueve con la suficiente rapidez. La distancia de pulverización convencional es de unos 150-300 mm, y de 200-400 mm para la pulverización sin aire. La distancia debe mantenerse constante en toda la superficie.

La figura 2.17 muestra un ejemplo de la pistola de pulverización la cual no debe moverse en curva, ya que esto la distancia de pulverización y se obtendrían malos resultados.

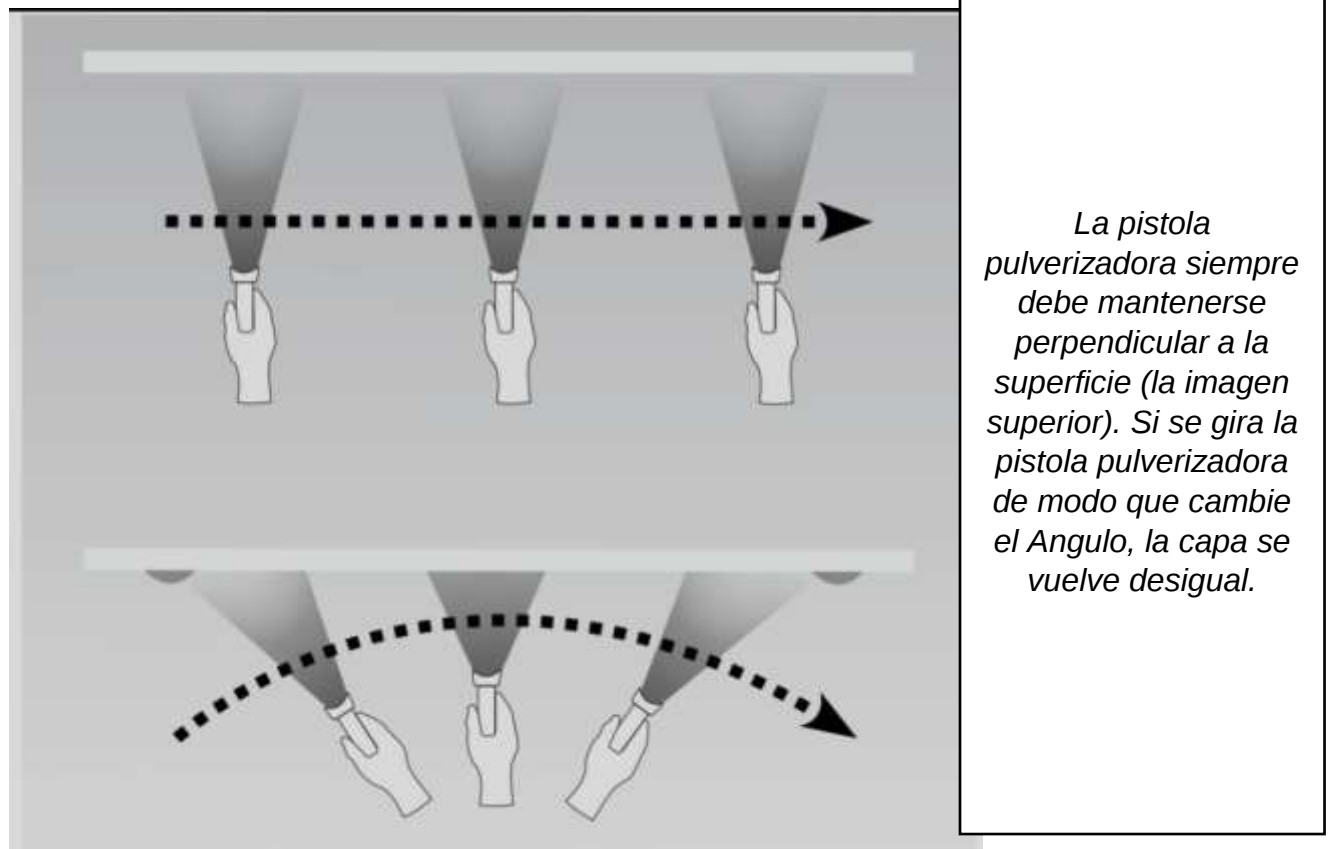
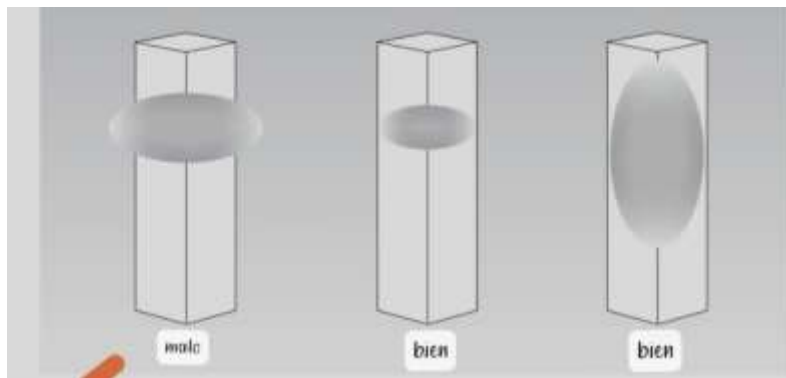


Figura 2.17 Distancia del objeto y la pistola de pulverización [Fuente: Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH]

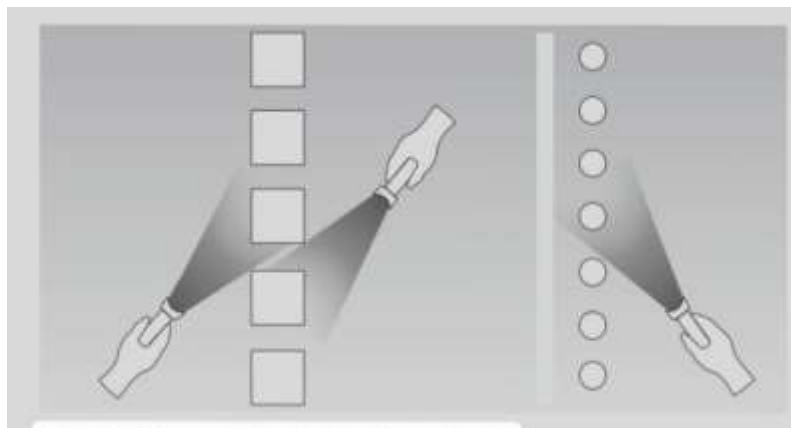
Pintar esquinas y zonas difíciles

Cuando se pinta una esquina o una cavidad, debe hacerse de manera que las superficies lisas se pulvericen por separado. Si intenta pintar una esquina dirigiendo el pulverizador perpendicularmente a la esquina, la pintura se extenderá de forma y es muy probable que se descuelgue. Los bordes y las esquinas (exteriores) se pulverizan perpendicularmente y después las superficies lisas como se ha descrito anteriormente como se observa en la figuras 2.18 a) y b).



El exceso de rocío residual se reduce cuando el rocío de pintura se configura para que sea adecuado para el objeto real. La mejor técnica se muestra en medio.

Figura 2.18 a)



Pulverización de un objeto con forma de mallas

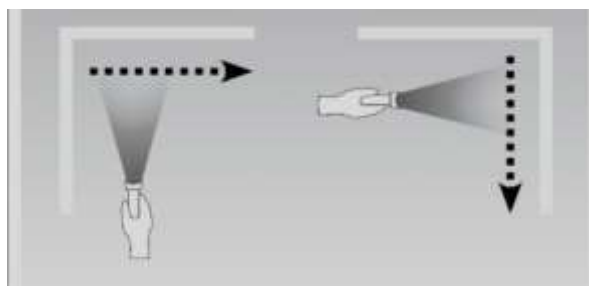
Figura 2.18 b)

Figura 2.18 Pintar esquinas y zonas difíciles [Fuente: Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH]

Cuando se pulveriza un objeto en forma de malla debe utilizarse una lámina de fondo, que reducirá el exceso de pulverización y dirigirá parte de la parte de la pintura a la parte posterior del objeto. Cuando se pintan por pulverización complicadas, es importante planificar de antemano la secuencia de aplicación, para evitar la pulverización excesiva y el deterioro del revestimiento recién aplicado.

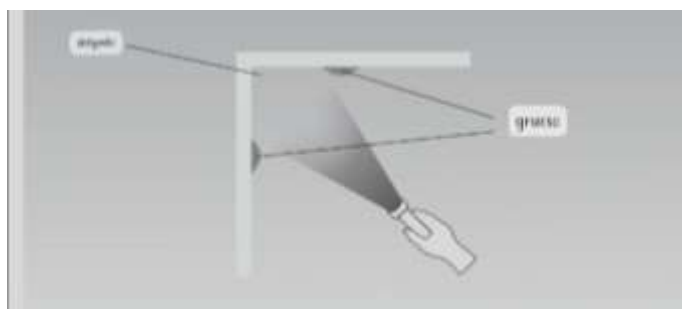
2.3.8 Pulverización sin aire - precauciones de seguridad

Cuando se utiliza un equipo de pulverización sin aire, es necesario estudiar detenidamente todas las instrucciones de seguridad y seguirlas estrictamente. Las estipulaciones relativas a ubicación, espacio, ventilación, etc., deben comprobarse con las normativas establecidas por las autoridades locales como se observa en las siguientes figuras 2.19 a), b) y c).



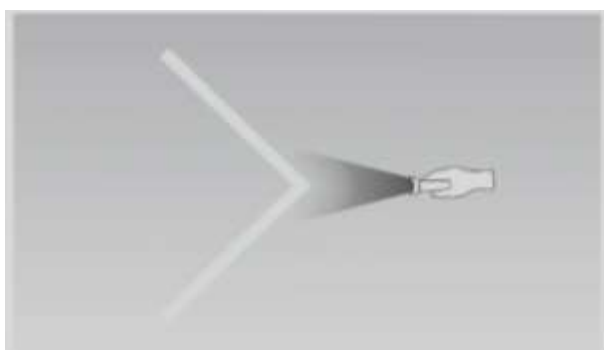
Al pintar una esquina se debe rociar ambos lados perpendicularmente avanzando desde la esquina, o verticalmente según el objeto.

Figura 2.19 a)



Dirección incorrecta de la pistola pulverizadora, el resultado no es uniforme.

Figura 2.19 b)



La dirección correcta cuando se pulveriza una esquina.

Figura 2.19 c)

Figura 2.19 Pintar esquinas y zonas difíciles [Fuente: Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH]

En la pulverización sin aire, el flujo de líquido provoca fricción, lo que puede provocar la acumulación de carga electrostática y el riesgo de chispas. Para eliminar el riesgo de explosión debe asegurarse siempre de que el equipo esté conectado a tierra. En caso de duda, el equipo, el objeto a pulverizar y la pistola de pulverización deben estar conectados a tierra mediante un cable independiente.

El aire de escape de la bomba de aire debe conducirse lejos de los espacios de trabajo, para evitar la neblina de aceite en el entorno de trabajo próximo al objeto pulverizado. Cuando se pulveriza sin aire, siempre hay partículas de pintura y disolventes en el aire, que son perjudiciales para la salud. Por lo tanto, deben utilizarse siempre mascarillas adecuadas, incluso cuando se utilicen pinturas al agua.

Preste atención al ventilador de pulverización. Nunca lo dirija hacia nadie ni hacia usted mismo, ya que la alta presión puede provocar lesiones graves. Todos los componentes del equipo, las mangueras, la pistola pulverizadora, las conexiones, etc. deben ser adecuados para la presión máxima de trabajo utilizada. Manipule las mangueras de alta presión con cuidado no deben doblarse en un radio inferior a 20 cm por si se dé agrietarse o partirse.

Antes de investigar cualquier problema con el equipo de pulverización o al cambiar la boquilla, asegúrese de que la presión de la pistola pulverizadora, de todas las líneas y otros equipos, antes de intentar identificar el problema.

2.3.9 Condiciones de aplicación

Los trabajos de pretratamiento y aplicación deben de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la pintura. Las condiciones de aplicación dependen de la temperatura del objeto que se va a pintar y del aire ambiente, del aire acondicionado y de la humedad relativa del aire. Estos factores también afectan a la línea de secado y calidad de la superficie durante el secado del revestimiento.

La influencia de la humedad y temperatura

La influencia de la humedad relativa del aire en las propiedades de aplicación y el secado de un revestimiento de pintura varía en función del tipo de pintura. Una regla general es que la humedad relativa y las temperaturas del aire el sustrato y la propia pintura deben ser al menos iguales a las indicadas en las fichas técnicas de los productos. En general, la humedad relativa no debe superar el 80% cuando se disolventes.

Cuando se utilizan pinturas al agua recomendación es que la humedad relativa entre el 20 y el 70%. Una humedad demasiado alta afecta al secado de la pintura y aumenta la sensibilidad al descuelgue. Una humedad relativa demasiado baja puede causar problemas con las propiedades de formación de película del recubrimiento.

En superficies metálicas limpias y brillantes, el vapor de agua se condensa en la superficie cuando la humedad relativa del aire es del 100 %. del aire es del 100%. En superficies rugosas o sucias, la condensación puede producirse con una humedad relativa considerablemente inferior. A superficie de acero limpiada a chorro comienza a corroerse cuando humedad relativa del aire es del 60-70%. Por ello el granallado debe realizarse en condiciones en las que la humedad relativa del aire sea baja. Una superficie granallada debe pintarse inmediatamente después del chorreado para evitar corrosión de la superficie.

Cuando la temperatura de una superficie metálica es inferior a la temperatura del aire circundante, puede producirse aunque la humedad relativa del aire sea baja. Por lo tanto, es importante que la temperatura de la superficie supere el punto de rocío en al menos 3°C. El punto de rocío es la temperatura a la que debe enfriarse el aire para que la humedad relativa alcance el 100%. Cuando la temperatura del aire es inferior a 0°C debe garantizarse que no haya hielo en el sustrato. Las condiciones de humedad del ambiente pueden mejorarse calentando o secando el aire (deshumidificación).

La influencia de la temperatura en las propiedades filmógenas del recubrimiento.

La temperatura tiene una influencia considerable en el secado de una película de pintura y en la formación de la capa de revestimiento. Una regla general es que cuanto mayor sea la temperatura, más rápido será el secado. Especialmente el secado de pinturas químicamente endurecidas aumenta considerablemente a temperaturas más altas.

Las bajas temperaturas pueden causar problemas que incluyen:

- Viscosidad
- Propiedades de aplicación (capacidad de pulverización)
- Secado y formación de película
- Reticulación (curado)
- Resistencia o las propiedades protectoras del recubrimiento

A temperaturas más bajas, la viscosidad de la pintura aumenta considerablemente, lo que puede significar que la pintura debe diluirse considerablemente para que sea aplicable.

Esto puede provocar flacidez y un espesor de película seco bajo. Especialmente con productos a base de agua, agregar diluyente puede retrasar el tiempo de secado. Las pinturas que se secan físicamente, como las de clorocaucho, vinilo, pinturas bituminosas y pinturas de silicato de etilo, pueden secarse incluso a temperaturas bajo cero. Sin embargo, en tales condiciones, las pinturas deben almacenarse en un área cálida antes de su uso para evitar que se diluyan y tengan un bajo espesor seco.

Las pinturas de resina alquídica y al óleo, que se secan por oxidación, se secan muy lentamente a bajas temperaturas. Se debe evitar pintar con pinturas alquídicas cuando la temperatura sea inferior a +5°C.

La velocidad de reticulación de las pinturas epoxi es más lenta cuanto más baja es la temperatura. Muchas pinturas epoxi pueden parecer secas cuando los solventes se han evaporado, pero no se alcanzará la resistencia total hasta que el recubrimiento se haya curado químicamente, lo que puede llevar mucho tiempo a temperaturas más bajas. Los tiempos de repintado en sistemas multicapa deben extenderse a temperaturas más bajas.

Al utilizar los llamados endurecedores de calidad de "grado de invierno", es posible lograr que las pinturas epoxi se curen a temperaturas más bajas, hasta -5 °C.

Las pinturas al agua generalmente requieren una temperatura de al menos +15°C, y preferiblemente +20°C, para permitir que el agua se evapore adecuadamente y por lo tanto lograr una buena formación de película. Las temperaturas demasiado altas también pueden causar problemas. A altas temperaturas y con una ventilación eficaz, los disolventes pueden evaporarse demasiado rápido de la superficie de la pintura. Por lo tanto, el recubrimiento se seca demasiado rápido y forma una "piel" en la superficie, que atrapa algunos de los disolventes en el recubrimiento.

Los solventes atrapados pueden causar grietas, ampollas y problemas de poros, cambios en el brillo o una película de pintura blanda. Cuando se utilizan productos a base de agua, es fundamental utilizar una ventilación adecuada, que en ocasiones es incluso más importante que elevar la temperatura del aire.

Capítulo 3 Desarrollo de proyecto

3.1 Introducción

La empresa Fabricaciones Especializadas de Tlaxcala, S.A. de C.V. (FETSA), está orientada a la fabricación de equipos mecano-soldados y al servicio de mantenimiento refaccionamiento y que ha surgido en consecuencia de las necesidades de nuestro país y en especial de las industrias de la región, cumpliendo indudablemente con los requerimientos de calidad y tiempo de entrega que exige el mercado.

La compañía está en vías de Certificación en ISO 9001-2008, por lo que está implementando todo lo necesario para lograr implantar el Sistema de Gestión de la Calidad que nos conduzca a ello. Actualmente exportando Tanques para Transformadores para la industria GE ENERGY, ubicada en el estado de FLORIDA, U.S.A.

3.2 Planificación

La elaboración de estos tanques como lo muestra la figura 3.1, conlleva a inspecciones consecutivas para comprobar que el equipo cumpla con todas las normas de calidad propuestas por el fabricante, a través del tiempo de estadías tuve la oportunidad de trabajar en el área de gestión de calidad ocupando el puesto de inspector, de cierta forma se me asigno la creación de un manual de procedimientos; de tal manera que a lo largo de la construcción de ciertos tanques se tendría que observar los problemas más comunes dentro se “Sand Blast y Pintura”, todo esto para evitarlos a futuro buscando una optimización que permitiera utilizar los recursos disponibles de manera más eficiente, lo que resulta en una producción más rápida, un uso reducido de materiales y energía, y una mejor utilización del tiempo y la mano de obra. Esto puede llevar a una reducción de costos significativa y a una mejora en la rentabilidad del proceso.



Figura 3.1 Tanque de transformador eléctrico [Fuente: Propia 2023]

La creación de este manual dentro de la empresa tiene como principales objetivos:

1. **Consistencia:** Proporciona un marco claro y consistente para realizar tareas y procesos dentro de una organización. Esto asegura que todos los miembros del equipo estén siguiendo los mismos pasos y estándares, lo que reduce la posibilidad de errores y aumenta la calidad del trabajo.
2. **Eficiencia:** Al documentar los procedimientos y mejores prácticas, se facilita el trabajo de los empleados al proporcionarles una guía paso a paso para completar sus tareas. Esto puede aumentar la eficiencia operativa al reducir el tiempo perdido en la búsqueda de información o en la ejecución de procesos de forma incorrecta.
3. **Formación y capacitación:** El manual de procedimientos servirá como una herramienta valiosa para la formación de nuevos empleados, así como, para la capacitación continua del personal existente. Les proporciona una referencia clara y detallada sobre cómo realizar sus tareas de manera efectiva y en línea con los estándares de la organización.
4. **Reducción de riesgos:** Documentar los procedimientos que identifiquen y mitiguen los riesgos potenciales dentro de la organización. Esto puede incluir riesgos relacionados con la seguridad, la conformidad con regulaciones, o simplemente evitar errores costosos.

3.3 Ejecución

El siguiente apartado se indica los problemas más comunes durante la fabricación de tanques:

Oxidación en Sand Blast: La creación de tanques de transformador implica la elaboración de diferentes accesorios, los cuales deben ser bañados en chorro de arena, el problema radica en la oxidación después de ser aplicada, ya que son más propensas a este problema como lo muestra la figura 3.2.



Figura 3.2 Oxidación en Sand Blast [Fuente: Propia 2023]

Solución: La aplicación de chorro de arena suele ser muy sensible a climas húmedos, es decir las piezas que fueron ejecutadas con este procedimiento suelen presentar oxidación casi de manera instantánea, de tal manera que se le pide al operador darles la primera capa de pintura para evitar esto en todas las piezas del tanque, posteriormente evitara dar otra pasada con el procedimiento ahorrando tiempo y material.

Dentro del área de pinturas manufactura se ve relacionado como uno de los principales causantes de problemas por no realizar con anticipación detalles dentro de piezas o del tanque, ya que un proyecto debe tener un aspecto formidable para poder ser atractivo ante los ojos del cliente por esta cuestión las actividades deben ser detallados, es decir se busca alcanzar la perfección.

Falta de pintura: tanques de transformadores eléctricos representa un desafío significativo en la manufactura, ya que puede provocar la corrosión prematura del metal expuesto, comprometiendo la integridad y vida útil del transformador este problema se muestra en la figura 3.3. a) y b)



Figura 3.3 a) Falta de pintura [Fuente: Propia 2023]



Figura 3.3 b) Falta de pintura [Fuente: Propia 2023]

Solución: Para abordar este problema, es fundamental implementar un riguroso proceso de control de calidad que garantice la aplicación adecuada de pintura en todos los tanques de transformadores. Esto implica utilizar pinturas de alta calidad y durabilidad, así como, técnicas de aplicación precisas para cubrir completamente todas las superficies del tanque. Además, establecer un programa de mantenimiento preventivo regular puede ayudar a identificar y corregir cualquier área donde la pintura pueda estar desgastada o ausente, asegurando así una protección continua contra la corrosión.

Exceso de pintura: el aumento de pintura en los tanques de transformadores eléctricos puede generar una serie de problemas, como el aumento del peso del transformador, la obstrucción de componentes críticos, como las conexiones eléctricas, y la dificultad en la disipación del calor, lo que puede afectar el rendimiento y la eficiencia del transformador, la figura 27 muestra algunos ejemplos de este problema.



Figura 3.4 a) Escurrimiento de pintura
[Fuente: Propia 2023]



Figura 3.4 b) Escurrimiento de pintura [Fuente: Propia 2023]

Solución: Para abordar este problema, se pueden implementar varias medidas. En primer lugar, es esencial capacitar adecuadamente al personal encargado de la aplicación de la pintura para que utilice técnicas precisas y controladas que eviten el exceso de pintura. Además, se pueden establecer límites de espesor de pintura específicos para garantizar una aplicación uniforme y adecuada. La automatización del proceso de aplicación de pintura también puede ayudar a controlar la cantidad aplicada de manera más precisa. Finalmente, realizar inspecciones regulares durante y después del proceso de pintura puede ayudar a identificar y corregir cualquier exceso de pintura de manera oportuna, asegurando así un acabado óptimo y funcionalidad adecuada del transformador.

Falta de adherencia: la pintura en los tanques de transformadores eléctricos puede ser un problema grave, ya que puede llevar a la descamación prematura de la pintura, dejando el metal expuesto a la corrosión y comprometiendo la protección del tanque contra los elementos ambientales adversos, algunos ejemplos se muestran en la figura 3.5 a) y b).



Figura 3.5 a) Falta de adherencia
[Fuente: Propia 2023]



Figura 3.5 b) Falta de adherencia [Fuente: Propia 2023]

Solución: Para abordar este desafío, es esencial seguir varios pasos. En primer lugar, se debe realizar una preparación adecuada de la superficie del tanque antes de aplicar la pintura, lo que incluye limpieza, desengrase y, en algunos casos, la aplicación de un recubrimiento base para promover la adherencia. Utilizar pinturas de alta calidad diseñadas específicamente para aplicaciones en exteriores y para su uso en metal también es fundamental. Además, asegurarse de que las condiciones ambientales durante la aplicación de la pintura sean las adecuadas, evitando la humedad excesiva o temperaturas extremas que puedan afectar la adherencia. Realizar pruebas de adherencia durante y después del proceso de pintura puede ayudar a identificar cualquier problema y corregirlo antes de que el tanque entre en servicio. En conjunto, estas medidas garantizarán una adecuada adherencia de la pintura, prolongando la vida útil del tanque y protegiendo el transformador contra la corrosión.

La presencia de "cáscara de naranja": en la pintura de los tanques de transformadores eléctricos es un problema estético que se caracteriza por una textura rugosa y irregular en la superficie de la pintura. Esto puede ocurrir debido a diversas razones, como una incorrecta viscosidad de la pintura, una aplicación inadecuada, o condiciones ambientales desfavorables durante el proceso de pintura como se observa en la figura 3.6.



Figura 3.6 Cáscara de naranja [Fuente: Propia 2023]

Solución: Para abordar este problema y lograr un acabado de pintura suave y uniforme, es importante seguir ciertas prácticas. En primer lugar, es crucial asegurarse de que la viscosidad de la pintura sea la adecuada para la técnica de aplicación utilizada. Además, capacitar al personal encargado de la aplicación de la pintura para que utilice técnicas de aplicación correctas, como la pulverización adecuada y el control de la distancia y la presión, puede ayudar a evitar la formación de la "cáscara de naranja". Asimismo, controlar las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, durante el proceso de pintura pueden contribuir significativamente a un acabado más suave. Realizar pruebas de calidad regularmente durante y después del proceso de pintura también puede ayudar a identificar cualquier problema temprano y tomar medidas correctivas de manera oportuna. En conjunto, estas medidas pueden ayudar a garantizar un acabado de pintura óptimo y mejorar la estética de los tanques de transformadores eléctricos.

La manufactura de tanques de transformadores eléctricos enfrenta una serie de desafíos que pueden afectar la calidad y eficiencia del proceso, por esta manera se debe estar al pendiente con las inspecciones desde el comienzo, es decir, si a lo largo de la construcción del tanque no se notifican los problemas la pintura se verá afectada cuando se encuentre en su estado final o acabado, dentro de estos problemas tenemos:

Defectos de soldadura: Las soldaduras defectuosas pueden comprometer la integridad estructural del tanque, lo que podría provocar fugas de aceite u otros problemas de funcionamiento. Esto puede ocurrir debido a técnicas de soldadura inadecuadas, falta de capacitación del personal o inspecciones de calidad insuficientes, este problema se puede dividir en:

- **Falta de soldadura:** La falta de soldadura en los tanques de transformadores eléctricos como se muestra en la figura 3.7, representa un problema grave en la manufactura, ya que compromete la integridad estructural del tanque y puede ocasionar fugas de aceite, reduciendo la eficiencia y confiabilidad del transformador.



Figura 3.7 Falta de soldadura [Fuente: Propia 2023]

- **Exceso de soldadura:** El exceso de soldadura en los tanques de transformadores eléctricos constituye un problema durante el proceso de manufactura como se muestra en la figura 3.8. Este exceso puede generar una serie de inconvenientes, como un aumento innecesario del peso del tanque, la deformación de las piezas

soldadas, la disminución de la eficiencia del proceso y la necesidad de un mayor consumo de material y energía.

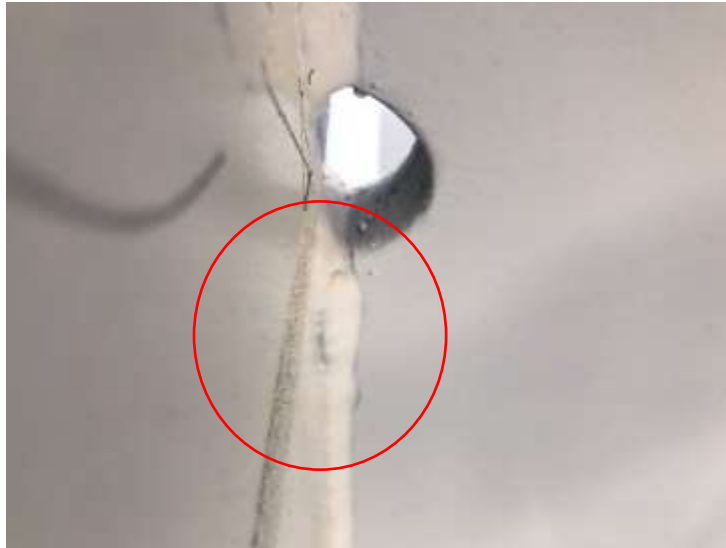


Figura 3.8 Exceso de soldadura [Fuente: Propia 2023]

- **Poros:** La presencia de poros en los tanques de transformadores eléctricos constituye un desafío importante durante el proceso de fabricación. Estos poros mostrados en la figura 3.9, son pequeñas cavidades o espacios vacíos en el material soldado, pueden comprometer la integridad estructural del tanque y aumentar el riesgo de fugas de aceite, lo que afecta la eficiencia y confiabilidad del transformador.

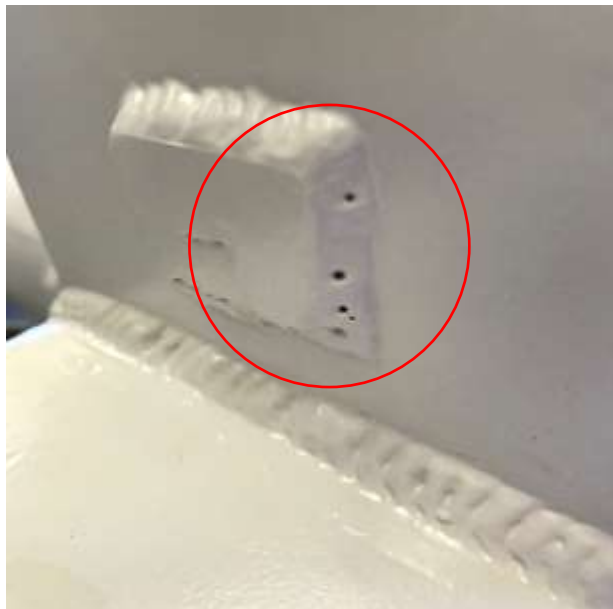


Figura 3.9 Poros en soldadura [Fuente: Propia 2023]

- **Socavados:** Son defectos que se caracterizan por la presencia de cavidades o hendiduras en las superficies soldadas como se muestra en la figura 3.10 , lo que puede comprometer la integridad estructural del tanque y aumentar el riesgo de fugas de aceite, reduciendo así la eficiencia y confiabilidad del transformador.



Figura 3.10 Socavado en soldadura [Fuente: Propia 2023]

Variabilidad dimensional: Las dimensiones precisas del tanque son críticas para garantizar un ajuste adecuado de los componentes internos del transformador y para facilitar la instalación en el sitio. La variabilidad dimensional puede surgir debido a problemas en los procesos de fabricación, como la deformación del material, errores de mecanizado o falta de control de calidad, por ejemplo:

- **Mala aplicación:** Este problema se refiere a situaciones donde el material utilizado para la construcción o revestimiento del tanque no se aplica correctamente, lo que puede resultar en una cobertura desigual, inconsistente o insuficiente como se muestra en la figura 3.11.



Figura 3.11 Mala aplicación [Fuente: Propia 2023]

- **Mala fabricación:** La mala fabricación de los tanques de transformadores eléctricos representa un desafío significativo en la industria, ya que puede resultar en una serie de problemas que afectan la funcionalidad, durabilidad y seguridad del transformador. Este problema como se muestra en la figura 3.12 puede manifestarse en diversas formas, como dimensiones incorrectas, irregularidades en las soldaduras, falta de alineación de las partes, uso de materiales defectuosos, entre otros.



Figura 3.12 Mala fabricación [Fuente: Propia 2023]

- **Mal acabado:** El mal acabado en los tanques de transformadores eléctricos es un problema que puede afectar tanto la estética como la funcionalidad del equipo. En la figura 3.13 se manifiesta en la presencia de irregularidades en la superficie, como rayones, abolladuras, marcas de pintura desigual o descascarada, y otros defectos visibles que pueden comprometer la apariencia y, en algunos casos, la durabilidad del tanque.



Figura 3.13 Mal acabado [Fuente: Propia 2023]

- **Limpieza:** La falta de limpieza adecuada en los tanques de transformadores eléctricos puede ocasionar una serie de problemas, tanto estéticos como funcionales. La presencia de suciedad, residuos de soldadura, aceite u otros contaminantes en las superficies del tanque como lo muestra la figura 3.14, puede comprometer la adherencia de los recubrimientos, causar corrosión

prematura, obstruir componentes críticos o afectar la eficiencia del transformador.



Figura 3.14 Falta de limpieza [Fuente: Propia 2023]

Es importante también realizar inspecciones visuales después de la limpieza para verificar que todas las superficies estén limpias y libres de contaminantes antes de proceder con la siguiente etapa del proceso de fabricación.

Además, se deben establecer procedimientos de control de calidad para monitorear y garantizar la limpieza adecuada en todas las etapas del proceso de fabricación. Esto puede incluir la realización de pruebas de adherencia de recubrimientos, inspecciones visuales y la adopción de medidas preventivas para evitar la contaminación de las superficies del tanque durante el almacenamiento y manipulación. Es importante mencionar que en el anexo a) podrás encontrar información más detallada acerca del proceso de aplicación de chorro de arena y pintura industrial.

3.4 Seguimiento y control

El seguimiento y durante la ejecución de un proyecto es fundamental para garantizar que el proyecto avance según lo planeado y para identificar y abordar cualquier desviación o problema a tiempo. Aquí hay algunos pasos clave para ejecutar el seguimiento y control de manera efectiva:

1. Establecer Métricas:

Define métricas específicas que te ayuden a medir el progreso del proyecto y el cumplimiento de los objetivos. Estos pueden incluir hitos, plazos, presupuesto, calidad del trabajo, satisfacción del cliente, entre otros.

2. Recopilar Datos y Actualizar el Progreso:

- Recopila datos regularmente sobre el progreso del proyecto. Esto puede incluir informes de estado, actualizaciones de tareas, horas trabajadas, gastos, etc.
- Actualiza periódicamente la línea de tiempo del proyecto y otros documentos relevantes con la información más reciente.

3. Comparar con el Plan Original:

Compara regularmente el progreso actual del proyecto con el plan original. Esto te ayudará a identificar desviaciones tempranas y a determinar si el proyecto está avanzando según lo previsto.

4. Identificar Desviaciones y Problemas:

- Analiza los datos recopilados para identificar desviaciones significativas o problemas que puedan afectar el progreso del proyecto.
- Presta atención a las áreas donde se están superando los plazos, se están excediendo los costos o se están produciendo problemas de calidad.

5. Evaluar Impacto y Priorizar Acciones:

- Evalúa el impacto de las desviaciones o problemas identificados en el proyecto en su conjunto y en los objetivos finales.
- Prioriza las acciones necesarias para abordar las desviaciones más críticas o los problemas que tienen el mayor impacto en el éxito del proyecto.

6. Implementar Acciones Correctivas:

- Toma medidas para abordar las desviaciones o problemas identificados. Esto puede implicar ajustar el plan del proyecto, asignar recursos adicionales, replanificar tareas, revisar presupuestos, entre otras acciones.
- Comunica cualquier cambio en el plan o en el enfoque del proyecto a los miembros del equipo y a las partes interesadas relevantes.

7. Seguimiento de Acciones Correctivas:

- Haz un seguimiento de la implementación de las acciones correctivas para asegurarte de que se lleven a cabo de manera efectiva y de que resuelvan los problemas identificados.
- Continúa monitoreando el progreso del proyecto después de implementar las acciones correctivas para asegurarte de que las desviaciones se estén corrigiendo y el proyecto esté volviendo al rumbo deseado.

8. Documentar y Aprender:

- Documenta todas las desviaciones, acciones correctivas tomadas y lecciones aprendidas durante el proceso de seguimiento y control.
- Utiliza esta información para mejorar los procesos y prácticas en futuros proyectos.

Capítulo 4

Conclusión

En la culminación de este manual de procedimientos dedicado a la limpieza de chorro de arena y pintura industrial, queda claro que la ejecución efectiva de estos procesos es esencial para asegurar la integridad y durabilidad de los productos fabricados. La combinación de la limpieza por chorro de arena y la aplicación de pintura industrial no solo mejora la estética final de los productos, sino que también desempeña un papel crucial en la protección contra la corrosión y el desgaste.

Se ha detallado cada paso, desde la preparación inicial hasta la aplicación final de la pintura, destacando la importancia de los estándares de calidad y seguridad en cada fase del proceso. La implementación rigurosa de estos procedimientos no solo garantiza la conformidad con las normativas industriales y ambientales, sino que también promueve la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

Es imperativo que todo el personal involucrado en estos procesos esté plenamente capacitado y consciente de la importancia de su papel en la consecución de productos finales de alta calidad. La formación continua y la actualización de las prácticas recomendadas son esenciales para adaptarse a los avances tecnológicos y a las cambiantes demandas del mercado.

Ahora bien, al implementar este nuevo manual de procedimientos, surgieron problemas iniciales, tal como la resistencia de algunos operadores, los cuales están acostumbrados a realizar tareas de una manera particular, donde se notó una percepción o una amenaza a su forma actual de trabajar, generando la falta de cooperación, malentendidos, y errores en la ejecución de tareas y una falta de adhesión a los procedimientos establecidos.

De esta manera se comprende que si los empleados no participaron en la ejecución del manual de procedimientos o no confían en su utilidad, es posible que no lo vean como una herramienta valiosa. La falta de confianza en el manual puede llevar a su subutilización o incluso a su completa ignorancia.

Sin embargo al paso del tiempo se entendió el objetivo de la implementación de este manual ya que al tener los procedimientos documentados, los empleados comprendieron que pueden realizar sus tareas de manera más eficiente al seguir pasos claros y específicos, lo que reduce el tiempo perdido y aumenta la productividad, es decir, asignar

responsabilidades específicas a cada paso del proceso, el manual de procedimientos promueve la transparencia y la rendición de cuentas dentro de la organización.

En última instancia, este manual sirve como una guía integral para aquellos que participan en la limpieza por chorro de arena y la aplicación de pintura industrial. La aplicación diligente de estos procedimientos no solo asegura la calidad y durabilidad de los productos, sino que también contribuye al éxito general de la empresa al elevar los estándares de producción y fortalecer la reputación de la marca.

A medida que avanzamos en este campo dinámico, instamos a todos los involucrados a adoptar una mentalidad de mejora continua y a compartir sus experiencias y conocimientos para impulsar la excelencia en cada proyecto. Con estos procedimientos como base, esperamos avanzar hacia un futuro de producción metal-mecánica sostenible y de alta calidad.

Experiencia y competencias adquiridas

Estar en el área de calidad dentro de FETSA fue interesante ya que hay cierta interacción con distintos procesos que me ayudaron dentro de mi desarrollo profesional como:

Conocimientos Técnicos:

- Entender los procesos de fabricación metal-mecánica y los materiales utilizados.
- Familiarizarse con las normativas y estándares de calidad específicos de la industria.

Gestión de Sistemas de Calidad:

- Conocimiento y experiencia en la implementación y gestión de sistemas de gestión de calidad (por ejemplo, ISO 9001).
- Habilidades en Control Estadístico del.
- Capacidad para utilizar herramientas estadísticas para monitorear y controlar la variabilidad en los procesos de fabricación.

Habilidades de Inspección y Pruebas:

- Experiencia en el uso de equipos de medición y pruebas específicos de la industria metal-mecánica.
- Desarrollo de protocolos de inspección para garantizar la calidad del producto.

Resolución de Problemas y Toma de Decisiones:

- Capacidad para identificar y abordar problemas de calidad de manera efectiva.
- Toma de decisiones informadas para implementar acciones correctivas y preventivas.

Gestión de Documentación:

- Habilidades para mantener registros precisos y completos de las actividades de calidad.
- Conocimientos sobre documentación de no conformidades y acciones correctivas.

Comunicación Efectiva:

- Habilidades para comunicarse de manera clara y efectiva con equipos de producción, supervisión y clientes.
- Capacidad para informar sobre problemas de calidad y soluciones de manera comprensible.

Liderazgo y Trabajo en Equipo:

- Habilidades para liderar equipos de calidad o trabajar de manera colaborativa en equipos interdisciplinarios.
- Al desarrollar estas competencias, podrás desempeñar un papel efectivo en el aseguramiento de la calidad dentro de una empresa metal-mecánica.

Recomendaciones

Como practicante en el área de Gestión de calidad, enfocado en la elaboración de tanques de transformadores eléctricos, algunas recomendaciones serían:

- **Aprende los estándares y normativas:** Dedicar tiempo a estudiar y comprender los estándares de calidad aplicables a la fabricación de tanques de transformadores eléctricos, como ISO 9001 y normas específicas del sector eléctrico. Esto te proporcionará una base sólida para tu trabajo.
- **Participa en inspecciones y pruebas:** Aprovecha todas las oportunidades para participar en inspecciones y pruebas durante el proceso de fabricación de los

tanques. Observa de cerca los procedimientos y aprende a identificar posibles problemas de calidad.

- **Familiarízate con los procesos de fabricación:** Adquiere un conocimiento profundo de los procesos de fabricación utilizados en la producción de tanques de transformadores eléctricos, desde el corte y doblado del acero hasta la soldadura y el ensamblaje final. Comprender estos procesos te ayudará a identificar áreas donde se pueden mejorar los controles de calidad.
- **Participa en el desarrollo de procedimientos de control de calidad:** Colabora con el equipo de calidad en el desarrollo y la implementación de procedimientos de control de calidad. Aporta tus ideas y sugerencias para mejorar los procesos y garantizar la calidad del producto final.
- **Realiza seguimiento y documentación:** Asegúrate de llevar un registro detallado de todas las inspecciones, pruebas y acciones correctivas realizadas durante el proceso de fabricación. Esto es crucial para garantizar la trazabilidad y la conformidad con los estándares de calidad.
- **Mantén una actitud proactiva y de aprendizaje:** Está dispuesto a aprender y crecer en tu rol como practicante en el área de calidad. Aprovecha cada experiencia como una oportunidad para desarrollar tus habilidades y conocimientos en el campo.

Aprovecha al máximo cada oportunidad para aprender y crecer en tu rol. No tengas miedo de hacer preguntas, buscar información adicional y participar activamente en proyectos y actividades relacionadas con tu área. La proactividad te permitirá destacarte y aprovechar al máximo tu tiempo como practicante, mientras que la mentalidad de aprendizaje constante te ayudará a adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para avanzar en tu carrera profesional.

Referencias

Referencia corta	Referencia completa
National Institute for Occupational Safety and Health (2021)	National Institute for Occupational Safety and Health. 2021) "Abrasive Blasting Operations, Engineering Control and Work Practices Manual" de NIOSH"
Garcia, M. R. (2020)	García, M. R. (2020). Sandblasting Techniques: A Comprehensive Guide. Surface Preparation Handbook. Industrial Press..
	"Surface Preparation and Blasting" de John B. Clancy.
Martínez, C. G. (2018).	Martínez, C. G. (2018). Industrial Painting Processes: Challenges and Innovations. En E. R. Johnson (Ed.), Advancements in Coating Technologies (pp. 87-102). Springer.
Grupo Industrial Chipaxa (2013)	Grupo Industrial Chipaxa "Medidas de seguridad" http://www.chipaxa.com/paginas/EquipoSeguridadFil.htm 17 de diciembre del 2013.
Winao Mexico (2013)	Winao Mexico "Abrasivos" http://www.abrasivosindustriales.mx/catalogolist.php?pse arch=:BOQUILLAS+PAR A+SANDBLAST 18 de diciembre del 2013.
Transcript (2013)	Transcript "Normas del Sand Blast" http://prezi.com/_sfcfezb4ku/sandblasting/ 18 de diciembre del 2013.
VSM. We Know Abrasives (2013)	VSM. We Know Abrasives "Proceso de chorro de arena" http://blogabrasivosymaquinaria.blogspot.mx/2011_06_01_archive.html 19 de diciembre del 2013.
Raimo Flink (2004)	Raimo Flink (2004) "Industrial Coating of Metal Surfaces"
Smith, J. A. (2019).	Smith, J. A. (2019). Advances in Anticorrosion Coatings. Journal of Coating
Raymond F. Wegman (2013)	Raymond F. Wegman (2013) "Surface Preparation Techniques for Adhesive Bonding"

ANEXO A) PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y PINTURA INDUSTRIAL

En el siguiente apartado encontraras un documento el cual ha sido creado con el propósito de establecer pautas claras y precisas para llevar a cabo actividades de manera eficiente y efectiva. En el encontraras instrucciones detalladas sobre el Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial al igual que protocolos que deben seguirse en diversas situaciones, con el objetivo de garantizar la calidad, la seguridad y el cumplimiento de los estándares de la organización. Esperamos que este manual sea una herramienta útil y práctica para todos los miembros del equipo, facilitando su desempeño y contribuyendo al éxito de la empresa.



**Procedimiento de inspección de limpieza con
chorro de arena y pintura industrial**

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 1 de 37

1. Introducción

Cualquier empresa dedicada al diseño y ejecución de proyectos de ingeniería que compre equipos debe garantizar que está cumpliendo con los requisitos normativos, además de tener en cuenta los requeridos por el cliente, y sobre todo estandarizar sus procesos con la elaboración de sus propios procedimientos y especificaciones.

En la actualidad se quieren reducir los problemas de fallos en los equipos, lo que se traduce en una reducción de costes. Dentro del SGC se encuentra el aseguramiento de la Calidad, como se explicará más adelante, que contiene las herramientas necesarias para poder llevar a cabo esta propuesta. Una de las herramientas más importantes son las inspecciones.

Las consecuencias de no asegurar la calidad de los equipos son múltiples, además de importantes. Si se considera desde el punto de vista de proyecto, los retrasos que se pueden producir en el plazo de entrega del mismo por falta de un equipo, por ejemplo, el transformador de potencia que tarda de cuatro a seis meses en fabricarse, además de su transporte, puede conllevar penalizaciones o reclamaciones del cliente, y lo que es peor daña la imagen y reputación de la empresa afectada para futuras adjudicaciones.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 2 de 37

2. Responsabilidad

El aseguramiento de la calidad consiste en la actividad sistemática y documentada que tiende a garantizar que los productos-procesos-servicios se realizan de una forma controlada y de acuerdo a las especificaciones, normas y procedimientos aplicables. La calidad toma una orientación más global hacia el control del sistema productivo

La inspección en origen es un proceso de control de los productos suministrados (se lleva a cabo en las instalaciones del fabricante o suministrador). Se pondera la inspección en función de la importancia o categoría de los suministros concentrando la inspección en los equipos más importantes. Los suministros son clasificados por las categorías indicadas anteriormente.

¿Cómo se inspecciona? La inspección se hace de acuerdo a la normativa aplicable de diseño de los equipos, los requisitos del cliente y los requisitos internos, que se traducen en especificaciones técnicas.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 3 de 37

3. Campo de aplicación y objetivo

3.1 Campo de aplicación

La producción de tanques de transformador se basa en el uso de metal por lo regular son recubiertos por pintura, desde un punto de vista técnico-económico, constituyen el método más adecuado para la protección de los materiales empleados en la construcción y en la industria.

Por otra parte mejora la apariencia del producto otorgando una resistencia mayor al desgaste y reduce la fricción de la superficie así mismo en términos técnicos permite incrementar la conductividad y la resistencia eléctrica.

3.2 Objetivo:

Establecer los lineamientos para la inspección en el proceso de limpieza con chorro de arena, tanto como la aplicación de recubrimientos dentro de la creación de tanques de transformador conforme a las especificaciones de los clientes para la obtención de una máxima seguridad y eficiencia de los equipos.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 4 de 37

4. Definiciones

A lo largo de este manual se usaran términos que tal vez no entiendas por esta cuestión se agrega este apartado.

Acabado

Es la capa o capas final(es) de recubrimiento con propiedades de resistencia al ambiente y sellado del primario o intermedio y que cumpla con funciones estéticas.

Abrasivo

Sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico.

Adhesión

Es la tendencia de un recubrimiento a permanecer unido a una superficie.

Condiciones de exposición

Es el conjunto de características físicas y químicas a las que está sujeta una superficie a recubrir.

Corrosión

Es el deterioro de un material (generalmente un metal) o de sus propiedades debido a la interacción con su ambiente por medio de una reacción electroquímica.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 5 de 37

Espesor húmedo

Es el espesor de la capa de recubrimiento inmediatamente después de aplicado.

Espesor seco

Es el espesor de la capa del recubrimiento que permanece en la superficie una vez alcanzado su secado duro.

Intermedio

Es el recubrimiento que sirve de enlace entre el primario y el acabado pudiendo cumplir además la función de incrementar el espesor del sistema.

Inspección

Es una fase de control de calidad en la que mediante un examen, observación o medida se determina la conformidad del sistema de recubrimiento anticorrosivo durante la fabricación del producto y aplicación de acuerdo con requisitos de calidad preestablecidos.

Limpieza de superficies

Es la remoción de grasas, aceite y polvos de la superficie por recubrir.

Niveles de control de calidad

Es la clasificación que se le otorga a un equipo o producto de acuerdo con sus características de operación, seguridad, dimensiones y mantenimiento, siendo el número 1 para los más importantes y 4 para los menos importantes.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 6 de 37

Perfil de anclaje

Es la rugosidad de la superficie que permite la adherencia apropiada del recubrimiento anticorrosivo.

Pigmento

Es el componente de un recubrimiento formado por partículas sólidas y finas que le proporcionan algunas de sus características físicas y/o químicas requeridas.

Pintura

Es un recubrimiento que se utiliza para fines estéticos, generalmente su espesor es menor de 50 μm .

Poros

Son las discontinuidades en las capas secas de los recubrimientos.

Primario

Es la capa o capas de recubrimiento con propiedades de adhesión y compatibilidad tanto con las superficies así como con las capas subsecuentes y generalmente con acción inhibitoria de la corrosión.

Recubrimiento anticorrosivo

Es un material que se aplica sobre una superficie, con la finalidad de protegerla de la acción aislándola del ambiente.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 7 de 37

Recubrimiento antivegetativo

Es el recubrimiento utilizado en ambientes propicios al desarrollo de organismos vivos nocivos a las instalaciones.

Resistividad

Es la resistencia específica de un material en 2m que se determina sobre una muestra del mismo que tenga 1 m de longitud y 1 m² de sección transversal.

Revestimiento

Es el recubrimiento anticorrosivo de un espesor seco mayor a 1 000 μm .

Sandblasteo

Técnica usada para limpieza de superficies de metal, usando un abrasivo que es usado la fuerza del aire comprimido a través de una boquilla en forma de chorro de arena.

Secado duro

Se llama secado duro, cuando al ejercer la máxima presión del brazo con el dedo pulgar sobre un punto determinado de superficie recubierta, se hace un giro de 90 sin separar el dedo, la película no sufre deformación.

Sistemas operacionales

Conjunto de equipos y elementos que se diseñan para realizar una función necesaria en la operación de la central hidroeléctrica y protección de personal y equipo.

Sistema de recubrimiento anticorrosivo

Es aquel formado por:

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 8 de 37

1. Preparación de superficies
2. Una o más capas de recubrimiento anticorrosivo que pueden ser primario, intermedio y acabado según lo especificado.
3. La aplicación de dichas capas de recubrimiento.

Solvente (desengrasante)

Líquido empleado para disolver grasas y aceites adheridos al sustrato.

Sustancias contaminantes (en una superficie)

Es cualquier sustancia extraña a la superficie tales como: sales, polvos, aceite, grasa, suciedad, óxidos escamas de laminación o agua.

Sustrato

Superficie donde se aplica un recubrimiento anticorrosivo.

Superficies sujetas a tránsito

Se refiere a lugares que sufren abrasión, ocasionada por la circulación de personal o equipo.

Viscosidad

Es la propiedad física de líquidos y gases que mide su facilidad de fluidez.

Volumen de sólidos

Es el volumen ocupado por la parte no volátil del recubrimiento expresado en por ciento.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	<i>Revisión: 3</i>
		<i>Página 9 de 37</i>

5. Estructura Organizativa:

La estructura organizativa dentro del proceso de inspección de chorro de arena puede variar según la organización y su enfoque específico. Sin embargo, aquí te proporciono una estructura organizativa típica que podrías considerar para este proceso:

Gerente de Calidad:

- Encargado de la supervisión general del proceso de inspección.
- Responsable de garantizar que se sigan los estándares de calidad y seguridad.



Supervisor de Inspección:

- Supervisa directamente las actividades de inspección de chorro de arena.
- Coordina y asigna tareas al equipo de inspección.



Inspector de Calidad:

- Realiza la inspección visual de las superficies tratadas con chorro de arena y pintura industrial.
- Verifica la conformidad con los estándares de preparación de la superficie.





Técnico de Chorro de Arena y Pintura industrial:

- Operador de equipos de chorro de arena y pintura industrial.
- Responsable de ejecutar el proceso de chorro de arena según los procedimientos establecidos.



Coordinador de Seguridad

- Asegura que se cumplan todas las normativas de seguridad durante el proceso de chorro de arena.
- Realiza evaluaciones de riesgos y asegura el uso adecuado del equipo de protección personal.



Coordinador de Logística y Suministros:

- Se encarga de gestionar los materiales necesarios para el chorro de arena, como abrasivos y equipos.
- Coordina la logística para garantizar la disponibilidad oportuna de recursos.



Coordinador de Mantenimiento:

- Asegura que los equipos de chorro de arena estén en buen estado de funcionamiento.
- Programa y supervisa las actividades de mantenimiento preventivo.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 11 de 37

6. Descripción General de Procesos:

La descripción general de los procesos de aplicación de chorro de arena y pintura industrial proporciona una visión panorámica de las etapas clave involucradas en estos procedimientos. A continuación, se presenta una descripción general de estos procesos:

Proceso de Aplicación de Chorro de Arena:	
1. Preparación de la Superficie:	• Inspección inicial para identificar contaminantes y daños. • Limpieza de la superficie para eliminar óxidos, pinturas viejas y otras impurezas.
2. Selección del Abrasivo:	• Elección cuidadosa del tipo de abrasivo según el material y la aplicación. • Consideración de la rugosidad deseada y los requisitos de limpieza.
3. Ajuste del Equipo de Chorro de Arena:	• Configuración de la presión y el caudal del aire o del fluido portador. • Ajuste de la boquilla y el tamaño del abrasivo para lograr la eficiencia óptima.
4. Ejecución del Chorro de Arena:	• Aplicación controlada del chorro de arena sobre la superficie. • Movimientos sistemáticos para garantizar una cobertura uniforme
5. Inspección Post-Chorro de Arena:	• Evaluación de la calidad de la preparación de la superficie.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 12 de 37

	• Identificación y corrección de áreas problemáticas.
6. Protección contra la Contaminación:	• Implementación de medidas para prevenir la contaminación posterior a la limpieza. • Resguardo de la superficie preparada hasta la aplicación de la pintura.

Proceso de Aplicación de Pintura Industrial:	
1. Selección de la Pintura:	• Elección de la pintura industrial adecuada según el entorno, resistencia química y requerimientos estéticos. • Consideración de las especificaciones del cliente y las normativas ambientales.
2. Preparación de la Pintura:	• Mezcla de la pintura de acuerdo con las proporciones recomendadas. • Filtración para eliminar posibles impurezas que puedan afectar la aplicación.
3. Ajuste del Equipo de Pintura:	• Configuración de la presión y el flujo de la pistola de pintura. • Verificación de la boquilla y otros componentes.
4. Aplicación de la Pintura:	• Aplicación uniforme de la pintura sobre la superficie preparada. • Control de la cantidad para evitar el exceso o la falta de pintura.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 13 de 37

5. Secado y Curado:	• Período de secado para garantizar la adhesión adecuada. • Proceso de curado según las especificaciones del fabricante de la pintura.
6. Inspección Final:	• Evaluación de la calidad de la aplicación de la pintura. • Identificación y corrección de posibles defectos.
7. Protección y Almacenamiento:	• Implementación de medidas para proteger la superficie pintada durante el transporte o almacenamiento. • Seguimiento de las recomendaciones de curado antes de la puesta en servicio

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 14 de 37

7. Procedimiento Operativo: Aplicación de Chorro de Arena

Objetivo: Este procedimiento tiene como objetivo establecer las pautas para llevar a cabo la aplicación de chorro de arena de manera eficiente, segura y de acuerdo con los estándares de calidad establecidos.

Equipo y Materiales Necesarios:

- Equipo de chorro d arena (compresor, boquillas, mangueras, etc.).
- Abrasivos adecuados según la superficie a tratar.
- Equipo de protección personal (gafas, máscara, traje de protección, guantes, etc.).
- Herramientas de medición para evaluar la rugosidad de la superficie.

7.1 Pasos del Procedimiento:

1. Preparación de la Superficie:

- Inspección visual de la superficie para identificar contaminantes, óxidos u otros problemas
- Limpieza inicial para eliminar polvo, grasa o cualquier material extraño.



Los tanques son sometidos a pruebas de hermeticidad, provocando que estos queden con oxido.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 15 de 37

7.2 Configuración del Equipo:

- Verificación del estado y funcionamiento del equipo de chorro de arena.
- Ajuste de la presión del aire o fluido portador de acuerdo con las especificaciones.



7.3 Selección del Abrasivo:

- Elección del tipo de abrasivo basado en la superficie y los requisitos del proyecto.
- Comprobación de la cantidad y calidad del abrasivo.



Material abrasivo :	
Tipo:	Arena silica
Tamaño:	Fina
Promedio de la altura del perfil de anclaje en (Micrómetros)	38

Nota: si 38 μm es convertido a milésimas de pulgas nos otorga un valor de = 1.49 mil lo cual se asocia al perfil de anclaje solicitados por clientes como SIEMENS o GTC.



7.4 Evaluación de la Distancia y Ángulo de Aplicación:

- a. Determinación de la distancia óptima entre la boquilla y la superficie.
- b. Ajuste del ángulo de aplicación para obtener la rugosidad deseada.



Este proceso depende de la habilidad que tiene el aplicador ya que por experiencia propia la cámara de Sand Blast se llena de polvo a tal grado que el proceso parezca una tormenta de arena donde todo se obscurece.

7.5 Aplicación Controlada del Chorro de Arena:

- a. Inicio de la aplicación de chorro de arena de manera uniforme y controlada.
- b. Movimientos sistemáticos para garantizar una cobertura completa.



	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 17 de 37

Si la aplicación de Sand Blast es bueno el tanque de transformador se verá uniforme mente, de tal manera que se obtendrá una rugosidad superficial excelente puede reflejar el grado de fusión y la fuerza con el siguiente paso que sería con la pintura.

7.6 Inspección Post-Chorro de Arena:

- Evaluación visual de la preparación de la superficie.
- Identificación y corrección de áreas problemáticas si es necesario.

Este paso es importante ya que al parecer no siempre las piezas o el tanque se encuentran perfecta construcción, es decir, surgen pequeños detalles los cuales afectan su estética de tal manera que es importante dar aviso a nuestro gerente de calidad el cual tomara cartas en el asunto reportándolo con producción para que puedan reparalo, entre los detalles más comunes podemos encontrar:

	POROS
---	-------



*Procedimiento de inspección de
limpieza con chorro de arena y pintura
industrial*

Revisión: **3**

Página **18** de **37**



SOCAVADOS



CHISPORROTEOS



DETALLES POR GOLPES O
DESCUIDOS

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 19 de 37

7.7 Protección contra la Contaminación:

- Implementación de medidas para evitar la contaminación de la superficie después del chorro de arena.
- Resguardo de la superficie preparada hasta la aplicación de la pintura.



Es recomendable que después del Sand Blast las piezas no sean expuestas a climas húmedos ya que estos son más propensos a oxidarse rápidamente.

7.8 Registro de Datos:

- Registro de datos y cualquier observación relevante.

Después que nuestras piezas o tanque a ya finalizado en el área de Sand Blast es importante medir la rugosidad o su nivel de anclaje el cual se refiere a la resultante de la limpieza con chorros abrasivo de arena todo esto para saber si es correcto y cumple el anclaje para dar nuestro siguiente paso que es la pintura.



Se hace uso del PosiTector (de Anclaje) el cual se trata de un equipo electrónico portátil para la medida y registro de la altura del perfil de la superficie de pico a valle sobre superficies que han sido tratadas con limpieza por chorro de arena.



En ocasiones factores como el polvo o más posición hace que nuestros datos sean incorrectos asegurate que estas tomando bien las medidas de anclaje.



El PosiTector cuenta con una memoria interna capaz de ser compartida en los servidores de FETSA, asegurate de tomar los datos suficientes para cada pieza.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 21 de 37

7.9 Seguridad y Salud Ocupacional:

- Verificación del uso adecuado del equipo de protección personal.
- Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional.

7.10 10 Limpieza y Mantenimiento del Equipo:

- Limpieza adecuada del equipo de chorro de arena después de su uso.
- Registro de cualquier necesidad de mantenimiento o reparación.

8. Procedimiento Operativo: Recubrimiento con Pintura Industrial

Objetivo: Este procedimiento tiene como objetivo establecer las pautas para realizar el recubrimiento con pintura industrial de manera eficiente, asegurando la adherencia adecuada y cumpliendo con los estándares de calidad establecidos.

Equipo y Materiales Necesarios:

Pintura industrial según las especificaciones del proyecto.

Equipo de aplicación de pintura (pistolas, compresores, etc.).

Equipo de protección personal (gafas, máscara, traje de protección, guantes, etc.).

Pasos del Procedimiento:

8.1 Preparación de la Superficie:

- Verificación de la calidad de la superficie después del chorro de arena.
- Limpieza adicional para eliminar polvo, residuos o contaminantes.

La preparación de superficie es la aplicación de “Sand Blast”.



8.2 Preparación de la Pintura: a. Mezcla de la pintura según las especificaciones del fabricante.

b. Filtración para eliminar impurezas y asegurar la consistencia de la pintura.

SIEMENS Y GTC se en diferentes sistemas de pintura utilizados en tanques de transformadores eléctricos ya que menudo deben cumplir con ciertas normativas y estándares de calidad, y pueden someterse a pruebas de resistencia a la corrosión, adhesión, flexibilidad y otros ensayos antes de su aplicación en la industria, a continuación se muestra las zonas climáticas de México siendo un factor principal a la hora de elegir el recubrimiento de cierto tanque.



Por otra parte SIMENS Y GTC siendo diferentes empresas pueden coincidir en la parte de Sand Blast y Pintura Industrial, el proceso de pintura es semejante como se ha mencionado ya que por lo regular se enfocan en 3 capas de pintura en la parte externa de sus tanques y componentes, después de su Sand Blast se aplica una su primera capa de pintura; “primario”, prosiguiendo con una segunda capa de pintura nombrándolo como “intermedio” y finalmente terminamos con una tercera capa o bien el “acabado”, mientras que la parte interna solo lleva una capa de protección.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 23 de 37

8.3 EJEMPLO:

Proceso de pintura SISTEMA IV

Protección anticorrosiva para ambientes húmedos con o sin salinidad y gases derivados del azufre.

Descripción:

Recubrimiento primario: También conocido como capa base o primera capa, el recubrimiento primario es la primera capa aplicada directamente sobre la superficie preparada del sustrato. Esta capa tiene como objetivo principal proporcionar adherencia al sustrato, sellar porosidades y proteger contra la corrosión. Suele ser una capa anticorrosiva que ayuda a prevenir el contacto directo del sustrato con el ambiente agresivo.

Componente	Parte	Color
CATALIZADOR PARA SUBOX ET III	B	N/A
SOLVENTE MT-580 PARA ALQUITRAN SUBOX ET III	Solvente	N/A
GALVANOX II BASE ORG ZINC GRIS EPO POLIAM	A	Gris



	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 25 de 37

Recubrimiento Intermedio: El recubrimiento intermedio se aplica sobre el recubrimiento primario y su función principal es proporcionar espesor adicional y mejorar la resistencia a la corrosión, así como proporcionar una superficie más uniforme para la capa de acabado final. Esta capa intermedia puede tener propiedades adicionales, como resistencia a la abrasión o a los productos químicos, dependiendo de los requisitos específicos del sistema de recubrimiento.

Componente	Parte	Color
CATALIZADOR P/ GALVANOX II ZINC EPOX	B	N/A
SOLVEN MT-571 P/GALVANOX/SUBALOX E AP/THERMOX E	Solvente	N/A
PRIMARIO EPOXICO SUBALOX E AP/ THERMOX	A	Blanco



	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 27 de 37

Recubrimiento de acabado: También conocido como capa final o capa de acabado, esta es la capa superior del sistema de recubrimiento y proporciona la apariencia estética final, así como protección adicional contra la intemperie, los rayos UV y otros agentes ambientales. El recubrimiento de acabado puede ser transparente o pigmentado, y su elección puede influir en el color y la apariencia final de la superficie recubierta.

Componente	Parte	Color
CATALIZADOR PARA SUBALOX E AP	B	N/A
SOLVENTE MT-170 PARA PULIURETANO	Solvente	N/A
POLYURETHANE UAS70	A	Gray ANSI 70
CATALIZADOR P/ POLIURETANO A.S SUBALOX U AS 70	B	N/A
SOLVENTE MT-170 PARA PULIURETTANO	Solvente	N/A



	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 29 de 37

8.3.1 Acabado interno

Por lo regular solo se aplica una capa de pintura en la parte interna de los tanques de transformadores esto se debe a la compatibilidad del recubrimiento con el fluido dieléctrico utilizado en el transformador puede ser un factor limitante. Es posible que aplicar múltiples capas de recubrimiento pueda afectar la compatibilidad del recubrimiento con el fluido dieléctrico y, por lo tanto, se prefiera aplicar solo una capa para evitar problemas de reacción química o contaminación del fluido.

PINTURA INTERNA COLOR BLANCO

ACAB. THERMOX E BLANCO P/ALTA TEMP.INT.TRANS	A	Blanco
CATALIZADOR PARA THERMOX E	B	N/A



	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 30 de 37

8.4 Evaluación del Espesor de Pintura:

- Medición y ajuste del espesor de la capa de pintura según los requisitos del proyecto.
- Control para evitar aplicar una capa excesiva o insuficiente.

8.5 Inspección Visual Post-Aplicación:

- Evaluación visual de la calidad de la aplicación.
- Identificación y corrección de áreas problemáticas si es necesario.

8.6 Secado y Curado:

- Asegurar un tiempo de secado adecuado antes de manipular la superficie.
- Seguir los procedimientos de curado según las especificaciones del fabricante.

Tiempo para que la pintura seque es el siguiente (Límites mínimos)

	4.5°C (40°F)	25°C (77°F)	49°C (120°F)
Al tacto	5 hrs.	1 hrs.	30 min.
Repintar	16 hrs.	4 hrs.	2 hrs.
Curado	14 días	7 días	7 días

Las siguiente tabla muestra el tiempo de secado basándose en un solo recubrimiento.

8.7 Protección contra Factores Ambientales:

- Implementación de medidas para proteger la superficie pintada contra condiciones climáticas adversas.
- Resguardo de la superficie hasta que la pintura esté completamente curada.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 31 de 37

8.8 Registro de Datos:

- Registro de la cantidad de pintura utilizada y cualquier observación relevante.
- Documentación de cualquier problema encontrado durante la aplicación.



Para medir las capas de pintura o espesores seco usamos otro PosiTector capaz de darnos el tamaño de cada capa, tiene una funcionalidad igual al que el anclaje, es capaz de almacenar datos que deben guardar en el servidor de FETSA.

8.9 Seguridad y Salud Ocupacional:

- Verificación del uso adecuado del equipo de protección personal.
- Cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional.

8.10 Limpieza y Mantenimiento del Equipo:

- Limpieza adecuada del equipo de aplicación de pintura después de su uso.
- Registro de cualquier necesidad de mantenimiento o reparación.

8.11 Evaluación Posterior:

- Revisión del proceso de aplicación de pintura.
- Identificación de oportunidades de mejora para futuras aplicaciones.

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 32 de 37

9. Acciones correctivas y preventivas

Fallas en los recubrimientos, causas y recomendaciones para corregirlas

Defecto	Causa	Prevención	Corrección
Ampollamiento	Solvente atrapado; superficie contaminada con sal, grasa, aceite, óxido, humedad, exceso de corriente de protección catódica o en condiciones de inmersión	Ventilación en áreas encerradas para acelerar la liberación del solvente; adecuada limpieza o preparación de la superficie; niveles adecuados de protección catódica	Remueva las áreas ampolladas y vuelva a recubrir
Arrugamiento	Demasiado espesor y/o clima muy caluroso, especialmente con recubrimientos a base de aceite	Adecuada relación de mezcla. Aplicación y recubrimientos curado de los recubrimientos	Raspe lo rugoso y aplique una capa delgada de recubrimiento; exposición intensa a la luz del sol evite
Brillo desigual	Espesor de la película no uniforme; humedad en la película; cambio de temperatura durante el curado; o	Espesor de película uniforme, temperatura del sustrato uniforme	Dejar secar y aplicar otra capa de acabado bajo condiciones



*Procedimiento de inspección de
limpieza con chorro de arena y pintura
industrial*

Revisión: 3

Página 33 de 37

	recubrimiento aplicado sobre un recubrimiento blando o sin secar	y evitar humedad en el sustrato	adecuadas de humedad
Caleo referencia	Degradación de la resina del recubrimiento, dejando residuos sueltos; especialmente se presenta en recubrimientos delgados, epóxicos y sustratos donde polvo se remueve frecuentemente	Evitar si es posible la radiación solar o aplicar sobre el recubrimiento una capa de poliuretano	Eliminar el polvo suelto y aplicar un recubrimiento final que sea resistente al caleo
Cáscara de naranja	Recubrimiento muy viscoso; pistola de aspersión muy cercana al sustrato; evaporación del solvente demasiado rápido; o presión del aire muy baja para una adecuada atomización	Reducir la viscosidad del recubrimiento, uso del solvente de evaporación más lenta, alejar más la pistola de aspersión o aumentar la presión de aire	Antes de que seque elimine con cepillo, el exceso de pintura y modifique las condiciones de la aspersión. Después de que ha secado prepare la superficie y



*Procedimiento de inspección de
limpieza con chorro de arena y pintura
industrial*

Revisión: **3**

Página **34** de **37**

			vuélvase a recubrir
Cráteres	Bolsas de aire atrapado en películas húmedas durante la aspersión que estalla mientras el recubrimiento va secando	Regular el flujo de aire de la pistola de aspersión para evitar aire entrampado. Adicione el adelgazador recomendado por el fabricante	Desvanezca el acabado y aplique capas adicionales de recubrimiento
Cristalizado	Temperatura del sustrato mayor a la que soporta el recubrimiento aplicado	Aplicar recubrimiento cuando el sustrato tenga una temperatura menor a 50° C	Quitar el recubrimiento y aplicar uno que resista esa temperatura
Cuartheaduras	Flexibilidad del recubrimiento limitado; capa muy gruesa; o aplicado a alta temperatura	Usar recubrimiento correctamente	Prepare la superficie eliminando el recubrimiento desprendido y vuelva a recubrir
Decoloración	Degradación por la luz ultravioleta, o humedad detrás del recubrimiento	Recubra de nuevo y evite fuentes posibles de humedad	Usar un recubrimiento que resista la radiación UV o



*Procedimiento de inspección de
limpieza con chorro de arena y pintura
industrial*

Revisión: 3

Página 35 de 37

			con pigmentos de color estable
Esgurrimiento	Pistola de aspersión muy cercana al sustrato; exceso de recubrimiento; exceso de solvente O superficie demasiado pulida para sostener a la pintura. Falta de agente curador, problemas de formulación del recubrimiento	Preparar correctamente el recubrimiento, que el espesor seco sea el correcto y que la superficie tenga el perfil de anclaje adecuado. Verificar que la distancia de la pistola de aspersión al sustrato sea la adecuada	Antes de que seque, cepille el exceso de pintura y modifique las condiciones de aspersión. Después de que se ha secado, prepare la superficie y vuélvase a recubrir en las áreas defectuosas

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	<i>Revisión: 3</i>
		<i>Página 36 de 37</i>

10. Mejora continua

La mejora continua en el área de recubrimientos de tanques para transformadores eléctricos es esencial para mantenerse competitivo, cumplir con los estándares de calidad y satisfacer las necesidades cambiantes del mercado y de los clientes. Aquí hay algunas formas en que el control de calidad puede contribuir a la mejora continua:

1. Detección temprana de problemas: inspecciones y pruebas regulares, el control de calidad puede identificar problemas potenciales en el proceso de recubrimiento antes de que afecten la calidad del producto final. Esto permite tomar medidas correctivas de manera oportuna para evitar que los problemas se agraven.

2. Análisis de causa de raíz: Cuando se identifican problemas de calidad, el control de calidad puede llevar a cabo investigaciones para determinar las causas subyacentes. Esto implica identificar las causas raíz de los problemas y tomar medidas para abordarlas, lo que puede incluir ajustes en los procesos, capacitación del personal o actualización de equipos.

3. Mejora de procesos: El control de calidad puede proporcionar datos sobre el desempeño del proceso de recubrimiento, incluyendo tasas de defectos, tiempos de ciclo y eficiencia operativa. Al analizar estos datos, se pueden identificar áreas de oportunidad para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad del producto.

4. Capacitación y desarrollo de habilidades: Proporcionar capacitación continua a los trabajadores en técnicas de aplicación de recubrimientos, seguridad en el

	<i>Procedimiento de inspección de limpieza con chorro de arena y pintura industrial</i>	Revisión: 3
		Página 37 de 37

trabajo y manejo de productos químicos puede mejorar la calidad del trabajo y reducir el riesgo de errores y accidentes.

5. Seguimiento y análisis de datos: Recopilar y analizar datos sobre el rendimiento de los recubrimientos aplicados, incluyendo tasas de falla, vida útil y desempeño en condiciones ambientales específicas, puede proporcionar información valiosa para identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas sobre la selección y aplicación de recubrimientos.

6. Retroalimentación del cliente: Recopilar comentarios y retroalimentación de los clientes sobre el rendimiento y la satisfacción con los recubrimientos aplicados puede ayudar a identificar áreas de mejora y ajustar los procesos y productos para satisfacer mejor las necesidades del cliente.

En resumen, el control de calidad es una herramienta poderosa para impulsar la mejora continua en el área de recubrimientos de tanques de transformador al proporcionar datos objetivos sobre el desempeño del proceso, identificar áreas de oportunidad para mejorar y facilitar la implementación de medidas correctivas y preventivas.



FABRICACIONES ESPECIALIZADAS DE TLAXCALA, S. A. de C. V.

TETLA, TLAXCALA. A 27 DE AGOSTO DE 2023
ASUNTO: CARTA DE NO INCONVENIENCIA

DRA. YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ
DIRECTORA DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
PRESENTE

Por este medio del presente le informo que el alumno **Luis Joel Muñoz Serrano** que cursa la Carrera de **Ingeniería Mecatrónica** en el **Instituto Tecnológico de Apizaco**, con numero de control **18371307** finalizo satisfactoriamente su **Residencia Profesional** en la empresa **FABRICACIONES ESPECIALIZADAS DE TLAXCALA, S.A DE C.V.** en el área de **Calidad** con el proyecto denominado **"PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN DE LIMPIEZA CON CHORRO DE ARENA Y PINTURA INDUSTRIAL"** a cargo del Ing. **Arturo Mauricio Netza Bocardo**, durante el periodo comprendido del **27 de Febrero al 30 de Junio de 2023**, en un horario de **lunes a viernes de 8:00 a.m. a 5:30 p.m.**, cubriendo un total de **500 horas**, por el cual no existe inconveniente alguno para que dicha información sea utilizada para llevar acabo su proceso de titulación.

Agradezco su atención a la presente.

ATENTAMENTE

L.A. NANCY L. CORDERO MORALES
JEFA DE ADMINISTRACION Y RECURSOS HUMANOS



F.E.T.S.A. de C.V.

OFICINAS PLANTA: TENEXAC 4 TLAXCALA TETLA, CD. IND. XICOHTENCATL, C.P. 90434

TEL/FAX (01-241) 4-12-72-09; 4-12-74-32

E-mail fetsadecv@prodigy.net.mx; Web: <http://www.fetsa.com.mx>