

UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**CONTROL DE CALIDAD EN EL PINTADO DE ESTRUCTURAS, COBERTORES DE SPOOLS
Y CONTAINERS EN PUERTO PUNTA LOBITOS DE HUARMEY**

PRESENTADO POR:

KATIA LUZ ROMERO GOMEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA QUÍMICA

ASESOR:

M(o). JHON HERBERT OBISPO GAVINO

Registro CIP 68007

HUACHO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por su fortaleza como guía en el logro de mis metas y sueños que voy logrando.

A mi Madre por guiarme, ser mi motivo, creer en mí y darme las fuerzas para seguir luchando por mis objetivos.

A mi hermano Fernando por ser mi inspiración, ejemplo y guía en cada etapa de mi carrera profesional y seguir a mi lado en este triunfo.

Sin ellos no hubiera sido posible lograrlo y espero sirva de mucho este estudio que se realizó con mucha dedicación.

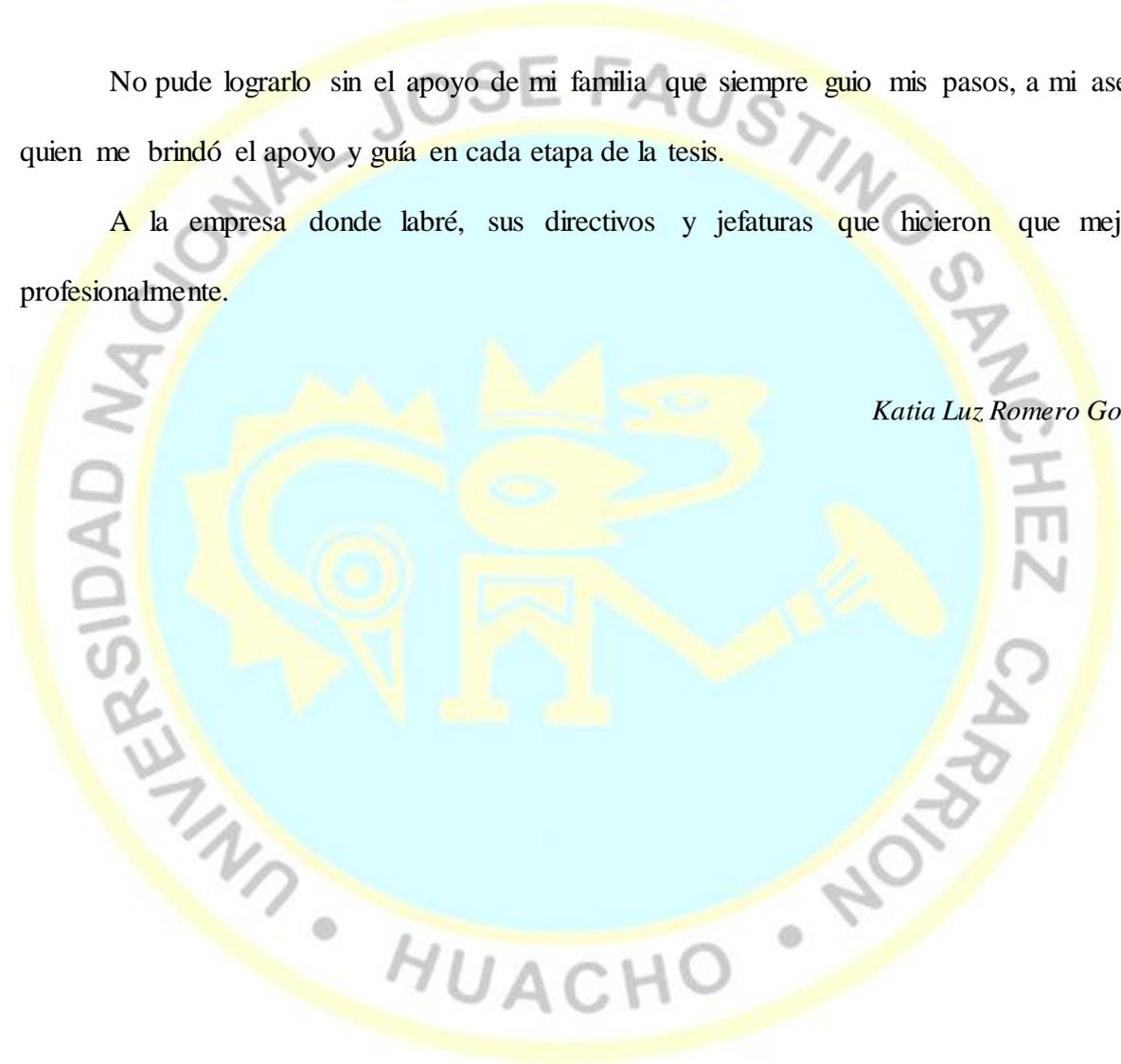
Katia Luz Romero Gomez

AGRADECIMIENTO

No pude lograrlo sin el apoyo de mi familia que siempre guio mis pasos, a mi asesor quien me brindó el apoyo y guía en cada etapa de la tesis.

A la empresa donde labré, sus directivos y jefaturas que hicieron que mejore profesionalmente.

Katia Luz Romero Gomez



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii
CAPITULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general.....	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	4
1.4.1 Justificación teórica	4
1.4.2 Justificación práctica	4
1.4.3 Justificación legal	4
1.4.4 Justificación metodológica	4
1.5 Delimitaciones del estudio	5

1.5.1	Delimitación espacial.....	5
1.5.2	Delimitación temporal	5
1.5.3	Delimitación teórica.....	5
1.6	Viabilidad del estudio	6
1.6.1	Viabilidad técnica	6
1.6.2	Viabilidad ambiental.....	6
1.6.3	Viabilidad financiera	6
1.6.4	Viabilidad social	6
CAPITULO II.....		7
MARCO TEÓRICO.....		7
2.1	Antecedentes de la investigación	7
2.1.1	Investigaciones internacionales	7
2.1.2	Investigaciones nacionales.....	10
2.2	Bases teóricas	12
2.2.1	Preparación del acero.....	12
2.2.1.1	Eliminación de contaminantes	12
2.2.1.2	Preparación de superficies	14
2.2.1.3	Limpieza.....	14
2.2.1.4	Condiciones ambientales.....	15
2.2.2	Revestimiento de pinturas.....	15
2.2.2.1	Principios de funcionamiento.....	15
2.2.2.2	Funciones de un sistema completo de pintura	16
2.2.2.3	Métodos de aplicación	17
2.2.3	Normas de referencia	17
2.2.3.1	NACE National Association Corrosion Engineering	17

2.2.3.2	ASTM American Society for Testing and Materials	17
2.2.3.3	ISO International Standard Organization.....	18
2.2.3.4	SSPC Society for Protective Coatings	19
2.3	Bases filosóficas.....	19
2.4	Definición de términos básicos	20
2.5	Hipótesis de investigación	21
2.5.1	Hipótesis general	21
2.5.2	Hipótesis específicas.....	21
2.6	Operacionalización de las variables	22
CAPITULO III.....		24
METODOLOGÍA		24
3.1	Diseño metodológico	24
3.1.1	Tipo de investigación.....	24
3.1.2	Nivel de investigación	25
3.1.3	Diseño	25
3.1.4	Enfoque.....	25
3.2	Población y muestra	26
3.2.1	Población	26
3.2.2	Muestra	26
3.3	Técnicas de recolección de datos	26
3.3.1	Técnicas a emplear	26
3.3.2	Instrumentos de medición.....	27
3.3.2.1	Calidad de abrasivo	27
3.3.2.2	Calidad del aire comprimido.....	27
3.3.2.3	Calidad de limpieza.....	28

3.3.2.4	Contaminantes en la superficie	28
3.3.2.5	Instrumentos para la preparación de superficie	28
3.3.2.6	Condiciones ambientales y temperatura de superficie	29
3.3.2.7	Calidad de las capas de pintura	29
3.3.3	Procedimientos de medición	30
3.3.3.1	Calidad de abrasivo	30
3.3.3.2	Calidad del aire comprimido	31
3.3.3.3	Calidad de limpieza	32
3.3.3.4	Contaminantes en la superficie	32
3.3.3.5	Preparación de superficie	33
3.3.3.6	Condiciones ambientales y temperatura de superficie	34
3.3.3.7	Calidad de las capas de pintura	34
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	38
CAPITULO IV		40
RESULTADOS		40
4.1	Análisis de resultados	40
4.1.1	Control de calidad de insumos	40
4.1.1.1	Escoria de cobre	40
4.1.1.2	Aire comprimido	42
4.1.2	Control de calidad en la preparación de superficie	44
4.1.2.1	Limpieza de superficie	44
4.1.2.2	Contaminantes en la superficie	46
4.1.2.3	Control de calidad en la preparación de superficie	56
4.1.3	Control de calidad en el pintado	68
4.1.3.1	Verificación y control de condiciones ambientales y temperatura de superficie ..	68

4.1.3.2	En capas de pintura	75
4.2	Contrastación de hipótesis	79
4.2.1	Contraste de hipótesis general	79
4.2.2	Contraste de calidad de la escoria de cobre	79
4.2.2.1	Contraste del pH del abrasivo	79
4.2.2.2	Contraste de la conductividad en el abrasivo	81
4.2.2.3	Contraste de la humedad en el abrasivo	82
4.2.2.4	Contraste de los materiales extraños en el abrasivo	83
4.2.3	Contraste de calidad de limpieza y preparación de superficie	84
4.2.4	Contraste de calidad en el pintado	85
4.2.4.1	Contraste de la humedad relativa del ambiente	85
4.2.4.2	Contraste de diferencia de temperatura superficial y de rocío del ambiente ...	86
4.2.4.3	Contraste de espesor de película de la pintura	88
4.2.4.4	Contraste de adherencia de la pintura	90
CAPITULO V	.....	92
DISCUSIÓN	.....	92
5.1	Discusión de resultados	92
CAPITULO VI	.....	95
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	95
6.1	Conclusiones	95
6.2	Recomendaciones	96
CAPITULO VII	.....	98
REFERENCIAS	.....	98
7.1	Fuentes documentales	98
7.2	Fuentes bibliográficas	100

7.3	Fuentes hemerográficas	100
7.4	Fuentes electrónicas	100
	ANEXOS	103



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 <i>Métodos de aplicación y su alcance relativo por día</i>	17
Tabla 2 <i>Operacionalización de variables</i>	23
Tabla 3 <i>Análisis de parámetros de calidad de escoria de cobre</i>	41
Tabla 4 <i>Análisis de parámetros de calidad de aire final de suministro en la preparación de superficie</i>	43
Tabla 5 <i>Contaminantes no visibles de sales totales por la prueba de Parche Bresle en container</i>	47
Tabla 6 <i>Contaminantes no visibles de sales totales por la prueba de Parche Bresle en estructuras</i>	50
Tabla 7 <i>Contaminantes no visibles de sales totales por la prueba de Parche Bresle en coberturas de Spools</i>	53
Tabla 8 <i>Preparación de superficie de containers</i>	59
Tabla 9 <i>Preparación de superficie de estructuras</i>	61
Tabla 10 <i>Preparación de superficie de cobertores</i>	67
Tabla 11 <i>Análisis de calidad del aire durante el pintado de contenedores</i>	69
Tabla 12 <i>Análisis de calidad del aire durante el pintado de estructuras</i>	71
Tabla 13 <i>Análisis de calidad del aire durante el pintado de cobertores</i>	73
Tabla 14 <i>Medición de espesores pintura "en seco" para contenedores</i>	76
Tabla 15 <i>Medición de espesores pintura "en seco" para estructuras</i>	76
Tabla 16 <i>Medición de espesores pintura "en seco" para cobertores</i>	77
Tabla 17 <i>Medición de la adherencia de la pintura</i>	78
Tabla 18 <i>Prueba Shapiro-Wilk de normalidad para el pH de la escoria de cobre.</i>	80
Tabla 19 <i>Prueba t de Student para el pH de la escoria de cobre.</i>	80

Tabla 20 <i>Prueba Shapiro-Wilk de normalidad para la conductividad de la escoria de cobre</i>	81
Tabla 21 <i>Prueba t de Student para la conductividad de la escoria de cobre</i>	82
Tabla 22 <i>Casos esperados y observados de la humedad del abrasivo</i>	82
Tabla 23 <i>Chi cuadrado de bondad de ajuste para la humedad del abrasivo</i>	83
Tabla 24 <i>Casos esperados y observados en los materiales extraños del abrasivo</i>	83
Tabla 25 <i>Chi cuadrado de bondad de ajuste para los materiales extraños del abrasivo</i>	84
Tabla 26 <i>Pruebas de normalidad para la humedad relativa del ambiente en el pintado</i>	85
Tabla 27 <i>Prueba t de Student para la humedad relativa del ambiente en el pintado</i>	86
Tabla 28 <i>Pruebas de normalidad para diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente del ambiente en el pintado</i>	87
Tabla 29 <i>Prueba de Wilcoxon para la diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente en el pintado</i>	87
Tabla 30 <i>Pruebas de normalidad para espesor de película en el pintado</i>	88
Tabla 31 <i>Prueba t de Student del espesor de película en el pintado de contenedores y cobertores</i>	89
Tabla 32 <i>Prueba de Wilcoxon del espesor de película en el pintado de estructuras</i>	89
Tabla 33 <i>Pruebas de normalidad para las pruebas de adherencia de las pinturas</i>	91
Tabla 34 <i>Prueba de Wilcoxon para las pruebas de adherencia de las pinturas</i>	91

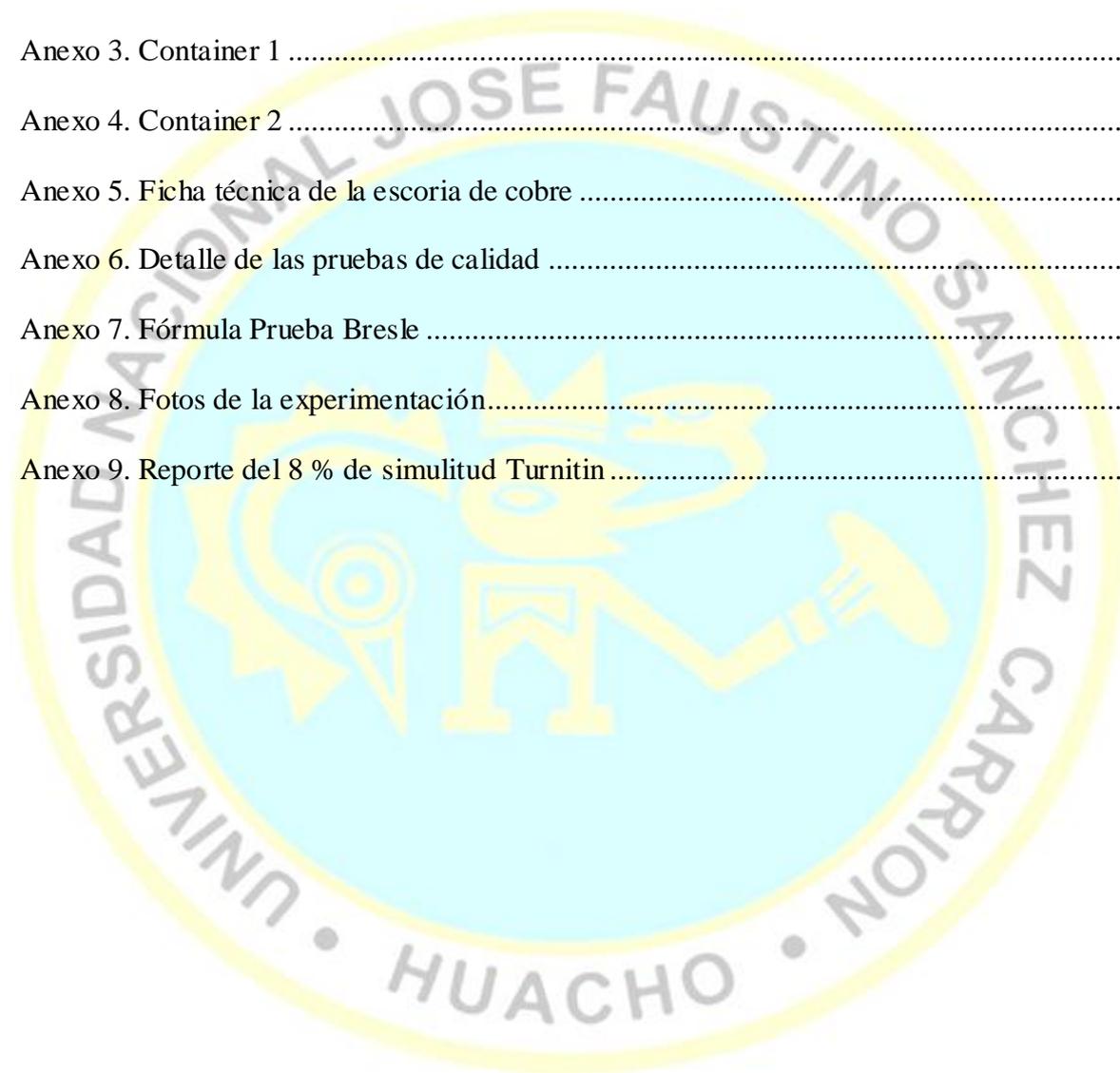
ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Detalle de ubicación del Puerto Punta Lobitos.	5
<i>Figura 2.</i> Prueba de conductividad del abrasivo para escoria de cobre.....	41
<i>Figura 3.</i> Ausencia de grasa y contaminantes en la escoria	42
<i>Figura 4.</i> Verificación del aire comprimido (Blotter test).....	43
<i>Figura 5.</i> Prueba de polvo de verificación de ausencia de agua y grasa en el aire comprimido. .	44
<i>Figura 6.</i> Preparación de la solución de detergente para limpieza de superficie.....	44
<i>Figura 7.</i> Superficies lavadas con detergente y enjuagadas.	45
<i>Figura 8.</i> Prueba Bresle para la medición de la conductividad en superficie lavada.	45
<i>Figura 9.</i> Presencia de corrosión en distintas áreas del container	46
<i>Figura 10.</i> Valores del blanco y superficie para la prueba de Parche Bresle en container.	48
<i>Figura 11.</i> Presencia de óxido durante el lavado de estructuras.....	49
<i>Figura 12.</i> Valores del blanco y superficie para la prueba de Parche Bresle en estructuras ..	51
<i>Figura 13.</i> Presencia de óxido después del lavado de cobertores.....	52
<i>Figura 14.</i> Valores del blanco y superficie para la prueba de Parche Bresle en coberturas ...	55
<i>Figura 15.</i> Análisis de contaminantes en la superficie.	56
<i>Figura 16.</i> Aplicación de la cinta de nivel de polvo en la supervise escoriada.	57
<i>Figura 17.</i> Prueba de nivel de polvo por cinta adhesiva.....	57
<i>Figura 18.</i> Medidor de rugosidad de perfil de anclaje en mils.	58
<i>Figura 19.</i> Contenedores antes de la preparación de superficie	58
<i>Figura 20.</i> Superficie preparada de los contenedores después del escoriado	60
<i>Figura 21.</i> Estructuras antes de la preparación de superficie	60
<i>Figura 22.</i> Superficie preparada de estructuras después del escoriado	66
<i>Figura 23.</i> Cobertores antes de la preparación de superficie	66

<i>Figura 24.</i> Superficie preparada de cobertores después del escoriado	68
<i>Figura 25.</i> Medidores de las condiciones ambientales	68
<i>Figura 26.</i> Gráfico de control para la humedad relativa en pintado de contenedores	70
<i>Figura 27.</i> Gráfico de control para diferencia T° de superficie y punto de rocío en pintado de contenedores	70
<i>Figura 28.</i> Gráfico de control para la humedad relativa en pintado de estructuras.	72
<i>Figura 29.</i> Gráfico de control para diferencia T° de superficie y punto de rocío en pintado de estructuras.	72
<i>Figura 30.</i> Gráfico de control para la humedad relativa en pintado de cobertores.	74
<i>Figura 31.</i> Gráfico de control para diferencia T° de superficie y punto de rocío en pintado de cobertores.	74
<i>Figura 32.</i> Control de espesor durante el pintado y en seco.	75
<i>Figura 33.</i> Lavado y chorreado de la probeta.	77
<i>Figura 34.</i> Prueba de adherencia por corte y tracción.	78
<i>Figura 35.</i> Con el personal en planta.	112

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Control de calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarmey.....	104
Anexo 2. Plan de calidad.....	105
Anexo 3. Container 1	106
Anexo 4. Container 2	107
Anexo 5. Ficha técnica de la escoria de cobre	108
Anexo 6. Detalle de las pruebas de calidad	109
Anexo 7. Fórmula Prueba Bresle	111
Anexo 8. Fotos de la experimentación.....	112
Anexo 9. Reporte del 8 % de similitud Turnitin.....	113



CONTROL DE CALIDAD EN EL PINTADO DE ESTRUCTURAS, COBERTORES DE SPOOLS Y CONTAINERS EN PUERTO PUNTA LOBITOS DE HUARMEY

Katia Luz Romero Gomez¹

RESUMEN

Objetivo: Realizar el control calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney. **Métodos:** Estudio no experimental descriptivo transversal. Para el control de calidad del pintado de las estructuras metálicas se realizó bajo la norma ISO, NACE y ASTM para etapas de control de insumos (abrasivo y aire comprimido), preparación de superficie (limpieza, contaminantes y preparación de superficie) y pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura). **Resultados:** Se reporta en la escoria de cobre un pH 7,5 a 7,8, conductividad de 24 a 427 uS/cm, ausencia de humedad y de materiales extraños; en el aire comprimido se asegura la ausencia de agua y aceite. Para limpieza de superficie se lava con solvente tensoactivo biodegradable y posterior enjuague; variaciones para las sales totales en mg/m² para contenedores 12,0 a 20,4, estructuras 19,2 a 25,2 y cobertores 19,2 a 25,2; variaciones de rugosidad en mils para contenedores 4,0 a 4,2, estructuras 2,3 a 5,1 y estructuras 4,0 a 4,8 mils; ausencia de contaminantes visibles. En el pintado, las condiciones del ambiente como humedad relativa variaron en contenedores de 39,8 a 80,3 %, estructuras 48,5 a 82,6 % y cobertores 64,00 a 83,00 %; variaciones de la diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente en contenedores de 3,0 a 18,4 °C, estructuras 3,3 a 7,9 °C y cobertores 3,1 a 9 °C; variaciones el espesor de película en mils en contenedores de 10,8 a 31,1, estructuras 8,2 a 25,3 y cobertores 18,3 a 28,8 y variaciones de adherencia de la pintura de 1 300 a 1 450 psig. **Conclusiones:** Se controla la calidad de la escoria de cobre y aire comprimido; se mantiene bajo control la limpieza, los contaminantes y la preparación de la superficie y también se cumple con las condiciones ambientales favorables y el espesor de capas en el pintado de superficies.

Palabras clave: Calidad, preparación superficial, pintura, anticorrosivo.

¹ Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: katiaromerog24@gmail.com

QUALITY CONTROL IN THE PAINTING OF STRUCTURES, SPOOL COVERS AND CONTAINERS IN PUERTO PUNTA LOBITOS DE HUARMHEY

Katia Luz Romero Gomez¹

ABSTRACT

Objective: To carry out quality control in the painting of structures, spool covers and containers in Puerto Punta Lobitos de Huarmey. **Methods:** Non-experimental descriptive cross-sectional study. For the quality control of the painting of the metallic structures, it was carried out under the ISO, NACE and ASTM standards for input control stages (abrasive and compressed air), surface preparation (cleaning, contaminants and surface preparation) and painting of surface (environmental conditions and paint layers). **Results:** Copper slag has a pH of 7.5 to 7.8, conductivity of 24 to 427 uS / cm, absence of moisture and foreign materials; the compressed air ensures the absence of water and oil. For surface cleaning, it is washed with biodegradable surfactant solvent and subsequent rinsing; variations for total salts in mg / m² for containers 12.0 to 20.4, structures 19.2 to 25.2 and covers 19.2 to 25.2; roughness variations in mils for containers 4.0 to 4.2, Structures 2.3 to 5.1 and Structures 4.0 to 4.8 mils; absence of visible contaminants. In the painting, the environmental conditions such as relative humidity varied in containers from 39.8 to 80.3%, structures 48.5 to 82.6% and covers 64.00 to 83.00%; variations in the difference in surface temperature and ambient dew in containers from 3.0 to 18.4 ° C, structures from 3.3 to 7.9 ° C and covers from 3.1 to 9 ° C; container film build mils variations from 10.8 to 31.1, frames 8.2 to 25.3, and covers 18.3 to 28.8 and paint adhesion variations from 1,300 to 1,450 psig. **Conclusions:** The quality of the copper slag and compressed air is controlled; cleanliness, contaminants and surface preparation are kept under control, and favorable environmental conditions and layer thickness are also met when painting surfaces.

Keywords: Quality, surface preparation, painting, anticorrosive.

¹ Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: katiaromerog24@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La investigación de control de calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en puerto punta lobitos de Huarney, departamento de Ancash, se realizó en el año 2019 como parte de la experiencia del investigador.

El control de calidad en el pintado de superficies metálicas se hace más riguroso en condiciones extremas a los cuales está expuesta el metal. Al respecto, Andrade (2018) afirma de los riesgos de la corrosión en todos los puertos del mundo (párr. 4). Además, Berrios (2014) indica que las principales pérdidas económicas la causa la corrosión de metales (párr. 2). A su vez Ramírez, Pereyra, García, Valencia y Juárez (2011) sostienen que la corrosión incrementa los costos en su mantenimiento (párr. 11). Por otro lado, CISA Control Ignifugo (2017) evidencia que las pinturas especiales anticorrosivas protegen la oxidación del metal, haciéndolos más duraderos (párr. 1, 2). Referente al puerto punta lobitos de Huarney, el Instituto Geofísico del Perú (2014) indica que las condiciones extremas son muy desfavorables para la construcción, estima que en un 42 % aproximadamente se encuentran muy afectadas desde sus cimientos por la napa freática y corrosión de fierros expuestos (p, 57).

En ese sentido, el control de la corrosión en el puerto Punta Lobitos, es importante y significativo para las instalaciones de la empresa, de no controlarse adecuadamente acarrearía mayores costos por mantenimiento, reparaciones, reemplazo, entre otros.

Previos al pintado de la superficie de estructuras metálicas en el Puerto Punta Lobitos de Huarney, suelen presentarse no conformidades en el control de la calidad de insumos (abrasivo de cobre y aire comprimido) y preparación de superficie (limpieza, contaminantes de superficies y preparación de superficie). Por tanto, el estudio documenta y evaluó el cumplimiento respecto a parámetros de calidad en insumos, preparación de superficie y el pintado de la estructura (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers en el puerto.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Se hace recurrentes los desgastes y deterioros de las estructuras metálicas. Sobre ello, Andrade (2018) manifiesta que es bastante conocido los riesgos de la corrosión en todos los puertos a nivel mundial, siendo necesario por ello inspecciones y reparaciones periódicas (párr. 4).

Asimismo, Berrios (2014), considera que en el mundo de hoy en día, una de las principales pérdidas económicas es a consecuencia de la corrosión de metales, lo que ocasiona enormes perjuicios y quebranto del ambiente (párr. 2).

De igual manera, Ramírez et al.(2011) indican que el impacto económico que ocasiona la corrosión de estructuras metálicas, conlleva a incrementar los costos en su mantenimiento o reemplazo por las condiciones atmosféricas extremas y adversas como es el caso de litorales (párr. 11).

Sobre el pintado, CISA Control Ignifugo (2017) considera que las pinturas especiales anticorrosivas tienen la finalidad de evitar la oxidación del metal, potenciando su durabilidad, la que puede ser gravemente afectada por la humedad, evitando la corrosión de su superficie e impidiendo el desarrollo de los óxidos aislando la superficie (párr. 1, 2).

Por otro lado, Lagler (2021) pone de manifiesto la existencia de tecnologías para el mercado marino, entre ellas los recubrimientos sin solvente de resistencia a la inmersión, abrasión, adherencia e intemperie a las condiciones marinas (párr. 8).

El Instituto Geofísico del Perú (2014) indica que en el puerto punta lobitos de Huarney las condiciones extremas son muy desfavorables para la construcción, tal es así que sostiene que la edificaciones donde queda fierro expuesto presenta un deterioro significativo por las condiciones salinas, estimando que aproximadamente en 42 % se encuentran muy afectadas desde sus cimientos por la napa freática y corrosión de fierros expuestos que imposibilitan construcciones de pisos superiores (p, 57).

En la zona de estudio, las causas del deterioro de las estructuras, cobertores de spools y containers en el puerto son variadas, entre ellas por corrosión debido a las condiciones salinas predominantes en la zona, preparación deficiente de superficies, pintado deficiente de las estructuras, calidad del anticorrosivo, entre otros. Siendo la principal causa la corrosión por los efectos adversos de las condiciones climáticas del puerto.

Por otro lado, las consecuencias de que no se controle la corrosión de las estructuras, cobertores de spools y containers para la empresa son importantes y muy significativas, por la actividad y usos de sus instalaciones. De no ser controlado, conllevaría a mayores costos en la adquisición de nuevas estructuras de reemplazo y el incremento en las reparaciones, mantenimientos por mal manejo y cuidado de las instalaciones.

Ante ello, se tiene la necesidad de controlar el proceso de pintado de las estructuras, cobertores de spools y containers a fin de asegurar la calidad de pintado de tales estructuras, siendo el objeto de la siguiente investigación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Se está cumpliendo con los estándares de calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Se cumplen los estándares de calidad en los insumos (abrasivo y aire comprimido) utilizados para la preparación de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney?
- ¿Está cumpliéndose con los estándares de calidad en la preparación de superficie (limpieza, contaminantes de superficies y preparación de superficie) necesarios para el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney??
- ¿Está siendo controlado los estándares de calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney??

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Realizar el control calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el control de calidad de los insumos (abrasivo y aire comprimido) utilizados para la preparación de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.
- Realizar el control de calidad en la preparación de superficie (limpieza, contaminantes de superficies y preparación de superficie) necesarios para el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.

- Realizar el control de calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarmey.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

Siendo la corrosión de estructuras metálicas un problema recurrente por las condiciones ambientales y más agresivas aún en zonas próximas a los puertos, se hace necesario evidenciar y plasmar procedimientos de calidad para controlar en todas las etapas del proceso de pintado para reducir de corrosión por las condiciones adversas proliferantes de condiciones ambientales extrema y salina.

1.4.2 Justificación práctica

A través del control de calidad servirá como antecedentes para otras investigaciones, lo que permitirá y contribuirá en dar la solución a problemas de corrosión en estructuras metálicas ubicada en puertos costeros, que por su alta humedad son muy susceptibles al deterioro por esta y otras condiciones ambientales extremas.

1.4.3 Justificación legal

Como parte de la actividad de la profesión de un ingeniero químico, se justifica para ser considerado en la obtención de mi título profesional. Actividad desarrollada, que considera las normas internacionales y nacionales para el proceso de pintado, en consideración a la seguridad de las personas participantes y contratadas en su realización.

1.4.4 Justificación metodológica

Si bien es cierto, la metodología para el control de calidad en el pintado de estructuras esta normada. Se hace necesario su aplicación en puertos, evidenciando un procedimiento que puede ser aplicado en otras instalaciones de diferentes categorías del ambiente de corrosión.

Por tanto, su utilización permitirá verificar la calidad del pintado en una zona de alta incidencia de la corrosión.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

Ubicación política:

- Lugar : Puerto Punta Lobitos.
- Distrito y provincia : Huarmey.
- Departamento : Ancash.

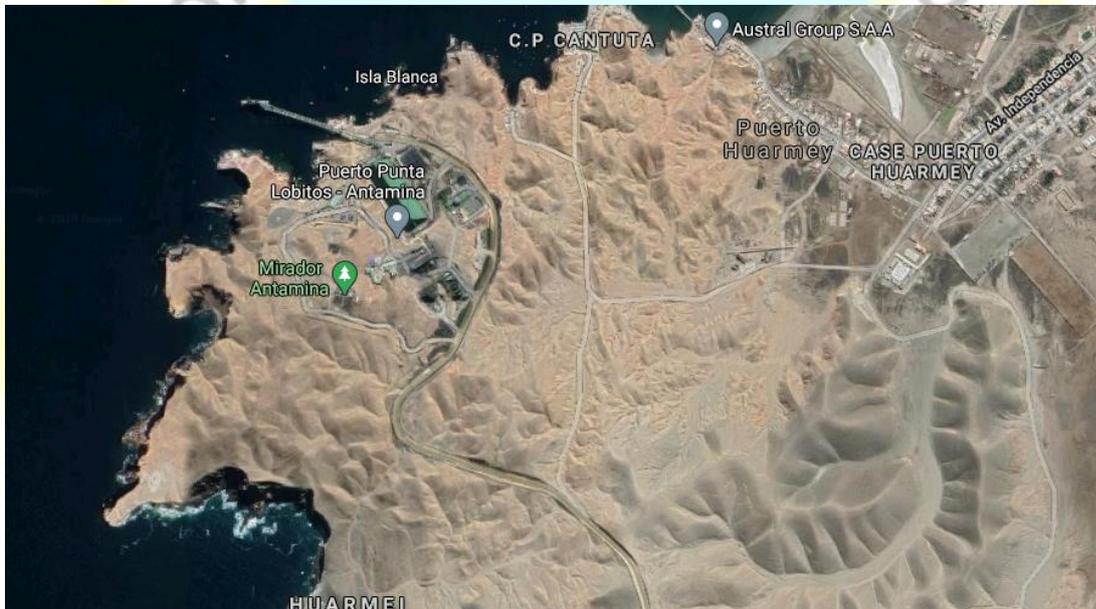


Figura 1. Detalle de ubicación del Puerto Punta Lobitos.

Nota. Google maps (2020) Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3usPwvT>

1.5.2 Delimitación temporal

Periodo del control de calidad: Setiembre del 2019 a febrero del 2020.

1.5.3 Delimitación teórica

- Prueba de conductividad al tipo de abrasivo.
- Verificación de aire comprimido.
- Prueba de contaminantes en la superficie.

- Preparación de superficie.
- Verificación y control de condiciones ambientales y temperatura de superficie.
- Inspección de película seca.
- Adherencia por corte y tracción.

1.6 Viabilidad del estudio

1.6.1 Viabilidad técnica

Las normas emitidas y procedimientos técnicos de la metodología de control de calidad del pintado de estructuras metálicas bajo la norma ISO, NACE y ASTM viabiliza el estudio. Además, el investigador tiene experiencia supervisando la calidad de trabajos realizados a su cargo en la empresa.

1.6.2 Viabilidad ambiental

En el control de calidad en el pintado de estructuras metálicas, también se considera la normativa ambiental, controlándose la generación de impactos ambientales, lo que viabiliza la parte ambiental de las actividades realizadas en todas las etapas de pintado de contenedores, estructuras y cobertores, la que está siendo evaluada en el estudio.

1.6.3 Viabilidad financiera

El investigador cubre los costos de desarrollo del informe, de los reportes del trabajo rutinario del investigador de control de calidad en las actividades de pintado, que fueron parte de su desempeño laboral.

1.6.4 Viabilidad social

En todas las etapas del proceso de pintado para las diferentes estructuras evaluadas, también se garantiza que se cumplan las condiciones de seguridad de los trabajadores, a quienes se les imparte inducciones permanentemente en el cuidado de su salud y seguridad en sus labores y los equipos de protección personal en función a los riesgos identificados, En ese sentido, se considera al personal como recurso de suma importancia empresarial.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Blandino (2017), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, realizó para el área de pintura de una empresa de fabricación de estructuras metálicas, el análisis de control de calidad. Para ello describió el proceso de pintado, identificó las causas de sus imperfecciones y con ello propuso para que la calidad este controlada un nuevo método en el pintado de piezas metálicas. Reporta el uso de esmeriladora para remover las imperfecciones en las estructuras, siendo las causas de las imperfecciones por consecuencia del método de elaboración de las estructuras, entre ellas, exceso de puntos y defectos de soldaduras, descuido en el manejo de equipos, dilución inadecuada de las pinturas, transporte inapropiado del producto, zona para el almacenamiento inapropiado, entre otros. Manifiesta que estas imperfecciones ocasionan desgaste en el punto afectado, pérdida de adhesión. La empresa aplica un control de calidad bajo normas que le permitieron cumplir con las especificaciones de sus clientes de acuerdo al orden de su pedido y planos, con supervisiones para el armado, soldado y pintado para detectar desviaciones y su inmediato control. Propone bajo las normas ISO 12944-7:1998, AISC, ASTM el fortalecimiento del proceso de pintado reduciendo los gastos operativos y mayores beneficios para la empresa.

Acosta (2016), Universidad de La Laguna, España, llevó a cabo un estudio del proceso de pintado en buques de acero, en su construcción y mantenimiento a efectos de minimizar la

corrosión con productos efectivos, perdurables y con economía relativa. Consideró para ello, el estudio de las causas de la corrosión, procedimientos, acciones, materiales, métodos de aplicación del pintado para su prevención. Concluye, exponiendo el motivo del pintado en buques de acero con métodos de aplicación de acuerdo al estado del buque y tipo de pinturas disponibles, considerando el efecto corrosivo del mar, esta perjudica reduciendo la velocidad de los navíos y degradación del material conllevando inseguridad. Con tecnologías de corrientes impresas y pinturas anti-incrustantes retardan la corrosión incrementada su vida útil y reducción del combustible en el transporte. Considera que para que el transporte naviero sea eficiente y eficaz se debe dar mucha importancia como recurso vital a la pintura, desde cómo prepararse la superficie, qué y cómo debe aplicarse la pintura, y de esta manera lograr que el buque se encuentre en estado de navegabilidad y óptima seguridad.

Pi (2016), Universidad Politécnica de Catalunya, España, realiza un estudio de tratamiento de superficies, en astilleros utilizando pintura. Considera que el material de construcción, como el acero de los navíos debe protegerse de la corrosión, creándose una película entre el sustrato (superficie) con las condiciones del medio (agua salada viento, sol, etc.), tratamiento particular para las diferentes zonas por el medio circundante existente, para obra viva (incrustación) y muerta (abrasión). Considera que en el proceso constructivo y mantenimiento de navíos son importantes la correcta preparación superficial y una aplicación buena de capa de protección para una óptima conservación. De ello, los tratamientos superficiales y técnicas de aplicación de productos permiten un óptimo rendimiento del proceso. Considera que en los trabajos debe proveerse de equipos de protección personal y las recomendaciones del fabricante en el manejo de sus productos, de haber desconocimiento deben buscarse la asistencia de personal calificado.

Araya (2015), Instituto Tecnológico de Costa Rica, realizó el análisis de control de calidad y el proceso de mantenimiento de infraestructuras portuarias con objeto de proponer mejoras en las actividades bajo normativa que sea aplicable, Su estudio permitió para el recinto portuario el desarrollo de un manual. Entre sus resultados, desarrolla para todas las obras civiles un manual de inspección de la calidad y el proceso de mantenimiento de infraestructuras portuarias. Además, entre sus conclusiones indica que a través de la elaboración del manual se logra plasmar los requisitos mínimos para el cumplimiento en las obras realizadas, con objeto de garantizar la mayor calidad. Indica que en ocasiones evidencian un rendimiento no esperado a consecuencia de malas operaciones realizadas y no por tratarse de inadecuadas estructuras.

Cajamarca y Romero (2014), Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, realizó la selección de pintura más adecuada para proteger estructuras metálicas de edificios expuestas a la corrosión atmosférica y por la salinidad. Para ello, recubrió con anticorrosivos las estructuras dándole la protección requerida y a través del ensayo de cámara de niebla salina bajo la ASTM B117 y D610. Entre sus conclusiones, afirma que las pinturas anticorrosivas tienen la función de protección del acero, adhiriéndose y reaccionando con la superficie metálica compenetrándose químicamente, el tiempo de secado, la proporción de diluyente condicionan la fiabilidad del anticorrosivo y su adherencia, considera en el pintado un espesor óptimo aunque el fabricante recomiende 1,8 milímetros, los espesores gruesos cubren y reducen el traspase de agua en forma de vapor y gases, por el contrario espesores delgados ocasionan un desempeño menos eficiente. Las pruebas de corrosión acelerada le indicaron que durante la noche disminuye la temperatura con incremento de la humedad con disminución del punto de rocío y en el día se presenta aumento de temperatura y disminución de la humedad.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Lopez (2020), Universidad Nacional de Piura, realizo en la ciudad de Piura un estudio de propuesta de un sistema de protección para el acero estructural ASTM 572 grado A50, entre sus objetivos estudió el tratamiento inicial de la superficie con su preparación, espesores de capa de pintura. Para la remoción de contaminantes de la superficie (aceite, grasa o sales hidrosolubles) lavado con agua presurizada con detergente (con lavado adicional con agua), vapor, disolventes, emulsionantes (limpieza con disolventes SSPC-SP1) y limpieza mediante chorro abrasivo a metal blanco bajo la norma SSPC-SP5. Para restos de soldadura u otros considera la remoción con herramientas manuales y/o mecánicas. En el pintado, considera importante el uso de manómetros para el control y una selección adecuada de boquillas en equipos presurizados de aplicación de pintura y en caso de la aplicación manual considera importante la resistencia de las brochas y rodillos a los solventes utilizados. Para ambientes industriales y marítimos de categoría C4 (alta) según norma ISO 9223, considera dos sistemas de protección, espesor total 9,44 mils (tres capas 2,95 mils de imprimación rica en zinc, 3,35 mils de intermedio epoxi y 2,95 mils de poliuretano) y espesor total 12,59 mils (tres capas: 3,94 mils de imprimación epoxi fosfato de zinc, 5,51 mils de intermedio epoxi hierro micáceo y 3,14 mils de poliuretano). Entre sus conclusiones afirma que para garantizar la protección de estructuras metálicas de acero es necesario un control de calidad por parte de especialistas, mantenimiento periódico y evaluaciones de elementos y estructuras

Pareja (2018), Universidad Nacional del Callao, tuvo por objetivo explicar las actividades realizadas de aseguramiento de calidad en el recubrimiento y cómo prolongar su duración de la protección del recubrimiento anticorrosivo en superficies de metal en una empresa. Concluyendo, que a través de auditorías con la aplicación de ingeniería de protección anticorrosiva, evaluaciones de parámetros y con las inspecciones de carácter técnico, se asegura el recubrimiento con calidad, permitiendo cuidar de manera integral activos de la

empresa como estructuras que sean duraderos, que conlleve al ahorro en mantenimiento, por fallas y deterioro del recubrimiento de dichas estructuras..

Medina, Navarro, Vázquez, Villanueva y Vásquez (2016), Universidad Privada del Norte, realizó la verificación de que, si las pinturas cumplen con sus propiedades, para ello realizaron ensayos de diferentes marcas y tipo bajo parámetros y guías de ensayos establecidos por la ASTM, en el ensayo de dureza se determinó que las pinturas de tipo temple y látex tienen dureza de HB y 4H los esmaltes. Concluyó de 12 marcas de pintura evaluadas de tipos esmalte sintético, látex superior y temple, base a la norma ASTM D 854 (densidad) donde las pinturas temple presenta mayor densidad, de ellas solo cumplen tres y en látex superior solo cuatro, según la norma ASTM D 1640 (tiempo de secado al tacto) indica que las pinturas esmalte sintético demoran más que las de temple y látex superior, cumplen la norma en temple ninguna, látex superior tres y esmalte sintético seis y para la norma ASTM D359 (adherencia) todas las pinturas clasifican en ASTM 4B y 3B para temple y que mayoritariamente las marcas cumplen con la normativa. Las pinturas temple y látex superior dureza HB y los esmaltes sintéticos 4H más duros la que explica su uso frecuente en el pintado de estructuras metálicas.

Guerra (2014), Universidad Nacional Mayor de San Marcos, determinó la cinética de corrosión por la atmósfera para aceros al carbono de dos tipos en diferentes lugares del Lote X en instalaciones petroleras, categorizó bajo la norma ISO 9223 y las probetas de acero consideró el AISI/SAE 1020 y la norma ASTM A36. Expuso las probetas al ambiente atmosférico en diez estaciones (por distancia al mar, topografía, impactos industriales y otros) por dos años. Reporta que en el área de estudio la corrosión atmosférica es debida al oxígeno e influenciada por la salinidad, humedad, transporte de brisas por el viento y polución sólida. Afirma que los cloruros influyen sobre la corrosión y los gases SO₂, H₂S, NO₂ no la influyen. Categoriza como ambiente de corrosión acero AISI/SAE 1020 (alta C4) acero ASTM A36 (media C3). Considera importante los mapas de corrosión para una visualización de la

corrosividad crítica y no crítica, de importancia para construir, elección del sistema de pintado, procedimientos de preparación superficial y estimación de la vida útil de la instalación.

Moscol-Sandoval (2013) Universidad de Piura, quien determinó el sistema de protección más apropiada en el control de la corrosión en zona splash de 180 pilotes de un muelle en Bayóvar, para estas estructuras marinas realizó la evaluación en protección y económica de siete sistemas en el campo y probetas. Concluyendo que se presentan diferencias de configuración estructural y por consiguiente el desafío de una aplicación de protección adecuada, recomendando considerar la duración de los sistemas, sus costos de mantenimiento y tiempo de instalación. Considera que sus resultados son confiables, así sea que las probetas no fueron planas e incumplieron con los estándares para ensayos de laboratorio. De acuerdo a sus resultados recomienda el sistema APE - Encapsulación Avanzada de Pilotes.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Preparación del acero

Respecto a las soldaduras, Traverso y Pineda (2011) manifiestan que, para asegurar el mantenimiento del pintado, estas deben tener un acabado superficial, evitando fisuras, huecos, etc, y de presentarse deben remediarse y/o repararse con esmeril y/o soldadura las veces que sean necesarias: en cantos afilados recomienda su rebaje a 3 mm de radio de curvatura, en general todas las imperfecciones de soldadura deben eliminarse (pp. 61, 62).

2.2.1.1 Eliminación de contaminantes

Sobre los contaminantes superficiales en el acero, Traverso y Pineda (2011) sostienen que aquellos productos siempre lo están recubriendo tras su depósito en el tiempo y que por tanto se requiere su eliminación antes del pintado de la supervise, éste presenta dos efectos, primero aísla el contacto de la pintura con la superficie del acero, reduciendo su adherencia lo que conlleva a desprendimientos del recubrimiento, exponiendo la superficie del metal ocasionando corrosiones prematuras y acelerando el desprendimiento en la zona; en segundo

lugar la presencia de algunos contaminantes provoca corrosión bajo la película de pintura tras reaccionar químicamente con el metal, lo que provocaría desprendimiento como en el caso anterior (p. 63).

a) Tipos de contaminantes

Aceites y grasas

Traverso y Pineda (2011), los aceites y grasas son los contaminantes más comunes y suelen presentarse frecuentemente en las superficies de acero, los aceites minerales como el de corte, lubricantes y otros, son químicamente inertes dificultando e impidiendo la adherencia de la pintura, en cambio las aceites y grasas vegetales y animales ocasionan inconvenientes adicionales dado que pueden reaccionar con el acero y algunos tipos de pintura (pp. 64).

Sales solubles

Asimismo, Traverso y Pineda (2011) indica que sales solubles presentes en la superficie a recubrir con la pintura, ocasionaría ampollamiento osmótico y rotura de la pintura, para ello debe eliminarse con agua dulce y secarse antes del pintado, el tiempo de aplicación corto desde el lavado minimizaría el peligro de nueva contaminación y se debe considerar lo mismo entre el pintado de capas de pintura, de requerirse se limpiará nuevamente (p. 65).

Polvo

Respecto a ello, Traverso y Pineda (2011) indica que los polvos en la superficie de acero, puede provenir por su almacenamiento a la intemperie, por la contaminación ambiental, por la limpieza de piezas, barrido de suelos, etc., el polvo inerte no reacciona con la superficie de acero, pero impide la correcta adherencia de la pintura, para eliminarla se puede utilizar aspiradora industrial o sopladora de aire comprimido limpio y seco, pero se debe tener en cuenta que este último traslada el polvo en lugar de eliminarlo (p. 66).

Humedad

Traverso y Pineda (2011) consideran que la humedad limita la adherencia de la pintura e interfiere el secado y formación de la película de la misma, por lo que para grandes estructuras se espera contar con adecuadas condiciones ambientales para evitar la humedad (p. 66).

Poluciones ambientales

Además, Traverso y Pineda (2011) consideran que, según el tipo de ambiente y duración de la exposición por las condiciones de intemperie, períodos prolongados de construcción, por años de servicio, etc., se van acumulando polucionantes (p. 67).

2.2.1.2 Preparación de superficies

Traverso y Pineda (2011) consideran que la preparación de superficies se realiza para proveer de una superficie de anclaje necesaria para el recubrimiento de pintura a través de diferentes métodos y actividades de preparación, siendo el recubrimiento afectada decisivamente por la calidad de preparación, siendo esta la causa de la mayoría de fallos prematuros, por tanto a una mayor calidad en la preparación se tendrá mayor vida del recubrimiento y a una mayor preparación previa mayor durabilidad del recubrimiento, en consecuencia se tiene buenos resultados con el uso de recubrimientos de calidad media en superficies bien preparadas (p. 77).

2.2.1.3 Limpieza

Traverso y Pineda (2011) consideran que la limpieza manual y mecánica permite reducir los contaminantes como óxidos, pintura vieja, polvo, sedimentos, etc., no siendo eficaces para contaminantes muy adheridos, presentando baja remoción en comparación del chorro abrasivo, aunque frecuentemente se prefiere el procedimiento manual mecánico por la seguridad y protección de equipos en trabajos de mantenimiento (p. 78).

2.2.1.4 Condiciones ambientales

a) Clima

Traverso y Pineda (2011), manifiestan que hay que considerar dos condiciones climáticas, microclima a 3 o 4 mm de la superficie del acero y el macroclima del ambiente circundante, por lo que en todo momento debe controlarse la temperatura superficial, en diferentes puntos de la estructura u objeto a consecuencia de sus variaciones por los microclimas (pp. 147, 148).

b) Medio ambiente

Traverso y Pineda (2011), indican que la contaminación por el medio ambiente se produce por diversas maneras, entre ellas se manifiesta por la polución por aire (emisiones de gases y partículas de empresas colindantes) y polución por agua si está contaminada con sustancias químicas (p. 148).

c) Efecto de las diferentes condiciones ambientales

Traverso y Pineda (2011) consideran el efecto adverso de las diferentes condiciones del ambiente, entre ellas: a) Humedad, considerada como un problema casi universal, la cual cambia frecuentemente, b) Clima seco y caluroso, en estas condiciones la pintura seca más rápidamente produciendo un spray más seco, c) Clima cálido y húmedo, la que ocasiona inconveniente de condensación con frecuencia al anochecer, d) Clima frío y húmedo, convenientes al curarse por humedad, no es convenientes para capas a base de gua (pp. 149, 156, 157).

2.2.2 Revestimiento de pinturas

2.2.2.1 Principios de funcionamiento

Según Traverso y Pineda (2011), se presenta tres principios, a) Principio barrera, donde la capa de revestimiento de pintura evita o retarda el ingreso de agua y oxígeno hacia la superficie, b) Principio inhibidor, por la presencia habitual de pigmentos inhibidores de

corrosión (fosfato de zinc, óxidos de plomo y de hierro) y c) Principio galvánico, donde a la pintura se incorpora pigmentos preventivos para evitar la corrosión, siendo el más utilizado el zinc (pp. 191, 192).

2.2.2.2 Funciones de un sistema completo de pintura

Adherencia

Traverso y Pineda (2011), indican la importancia de la adherencia de la capa de recubrimiento sobre la superficie, la que debe ser lo suficientemente resistente que aseguren las fuerzas de cohesión entra ambas (p. 193).

Dureza, resistencia y durabilidad

Traverso y Pineda (2011) consideran que la dureza, resistencia y durabilidad es favorecida por el alto peso molecular de los polímeros utilizados, presentado las capas reticuladas un mejor desempeño sobre las capas lineales (p. 193).

Flexibilidad

Traverso y Pineda (2011) manifiestan la conveniencia de mezclar polímeros de cadenas largas para mayor flexibilidad, siendo los objetos duros los más quebradizos (p. 194).

Pérdida de las propiedades decorativas por desgaste

Traverso y Pineda (2011) indican los inconvenientes de un alto contenido de pigmento, que por rotura del polímero se liberan, por ello se prefiere además que los polímeros sean resistentes y que perduren en el tiempo (p. 194).

Facilidad renovación de superficie, y resistencia a disolventes

Traverso y Pineda (2011), respecto a los tipos de polímeros, indican que los lineales se pueden remover por disolventes y se puede corregir zonas donde el recubrimiento está afectado, en contraparte los reticulares no (p. 194).

2.2.2.3 Métodos de aplicación

Traverso y Pineda (2011), indican la existencia de diferentes métodos y/o herramientas para aplicar la pintura tal como se aprecia en la Tabla 1, dependen principalmente del tipo de recubrimiento, si es a base de aceite se podría utilizar cepillo, además para superficies grandes y lisas el rodillo o el spray es más rápido, para zonas pequeñas y complejas el uso de brochas es recomendable. Además, consideran que el calibre de la capa está influenciada de para qué condiciones de diseño se le expondrá (p. 207).

Tabla 1

Métodos de aplicación y su alcance relativo por día

Método	m ²
Con brocha	93
Con rodillo	186 – 372
Con espray	372 – 744
Airless Spray	744 – 1 115

Nota. (Traverso y Pineda, 2011, p. 207).

2.2.3 Normas de referencia

Las normas indicadas servirán como referencia a los métodos y ensayos descritos en el presente estudio. Todas las secciones de estas normas serán aplicables, excepto cuando se indique lo contrario.

2.2.3.1 NACE National Association Corrosion Engineering

- NACE RP 0287: Medición en campo de perfil de superficie de acero limpiada con chorro abrasivo usando cinta réplica.
- NACE N° 1: Chorro abrasivo a metal blanco.

2.2.3.2 ASTM American Society for Testing and Materials

- ASTM E337 (B): Método estándar para la medición de humedad con un psicrómetro.

- ASTM D4417 - C: Método estándar para la medición del perfil de rugosidad.
- ASTM D4285: Método estándar para indicar la presencia de agua o aceite en el aire comprimido.
- ASTM D4414: Práctica estándar para la medición del espesor de película húmeda de pintura.
- ASTM D3276: Guía Estándar para la Inspección de Pintado en campo o taller.
- ASTM D3359: Método de prueba estándar para mediar la adherencia mediante prueba de cinta.
- ASTM D610: Método estándar para evaluar el grado de corrosión sobre superficie de acero pintadas.
- ASTM D7393: Práctica estándar para indicar grasas en abrasivos.

2.2.3.3 ISO International Standard Organization

- ISO 8502-3: Prueba para evaluar el nivel de polvo en una superficie limpiada antes de aplicar la pintura.
- ISO 12944-3: Protección contra la corrosión con recubrimientos de estructuras de acero – Consideraciones de diseño.
- ISO 12944-2: Protección contra la corrosión con recubrimientos de estructuras de acero – Clasificación de la Corrosividad Atmosférica.
- ISO 12944-5: Protección contra la corrosión con recubrimientos de estructuras de acero - Sistemas de Recubrimientos de Protección.
- ISO 8504- 3: Preparación de sustratos de acero previa a la aplicación de pinturas- Limpieza Manual y con Herramientas Motorizadas.
- ISO- 12944- Parte 8: Desarrollo de Especificaciones para trabajos de nueva construcción y de mantenimiento.

2.2.3.4 SSPC Society for Protective Coatings

- SSPC-SP1: Limpieza con solvente.
- SSPC-SP2: Limpieza con herramientas manuales.
- SSPC-SP3: Limpieza con herramientas manuales motrices.
- SSPC-SP 11: Limpieza mecánica a metal desnudo.
- SSPC-SP 5: Limpieza con chorro abrasivo a metal blanco.
- SSPC-VIS 2: Método estándar de evaluación de grado de corrosión de superficie de acero pintada.
- SSPC VIS 3: Guía visual de limpieza con herramientas manuales y de poder.
- SSPC-PA2: Medición de espesores de película seca.
- SSPC-AB1: Abrasivos minerales y escorias.
- SSPC-AB2: Limpieza de reciclado de abrasivos metálicos ferrosos.
- SSPC-AB3: Abrasivos metálicos ferroso.
- SSPC- Guide 15: Método de campo para Extracción y Análisis de Sales Solubles en acero y otros sustratos no porosos.

2.3 Bases filosóficas

Se hace necesario considerar lo firmado por Bugallo (2012), quien sostiene que se hace necesario repensar la problemática ambiental, en un contexto de un mundo que se tecnifica progresivamente (p. 1). Además, para Noguera y Pineda (2009), sobre la filosofía ambiental considera al sujeto y objeto como red de vida como polos opuestos en la comprensión del mundo (p. 262).

2.4 Definición de términos básicos

Aditivos

Calvo (2009) lo define como:

Son productos que se dosifican en pequeñas cantidades para facilitar el proceso de fabricación de la pintura, aportar unas características concretas a la pintura seca, crear las condiciones adecuadas para que el secado se produzca de forma correcta y para estabilizar la pintura en el periodo de almacenamiento. (p. 4)

Contaminantes

GreenFacts (s.f.) “Una sustancia que se encuentra en un medio al cual no pertenece o que lo hace a niveles que pueden causar efectos (adversos) para la salud o el medio ambiente” (párr., 1)

Control de calidad

Orellana (2020) define “El control de calidad es una forma de verificar el estándar de un producto o servicio durante su proceso de elaboración y sirve para reducir la probabilidad de insertar productos con fallas en el mercado” (párr. 1).

Limpieza superficial química

Campos (s.f.) indica:

Limpieza química o con disolventes, complementa a la limpieza en seco (por aspirado y mecánica) y se realiza mediante el empleo de agentes químicos que pueden ser desde agua con jabón, a disolventes o complejas sustancias enzimáticas que maneja y conoce el restaurador. Es para eliminar, grasa en profundidad y algunos químicos ajenos a la obra. (p. 23)

Pintura anticorrosiva

Pinturas Super (2017) indica que “este recubrimiento anticorrosivo permite una mayor protección de las superficies metálicas y además actúa como una barrera para inhibir el contacto entre compuestos químicos o materiales corrosivos” (párr. 3).

Pinturas

Cámara Chilena de la construcción (2014) define según la norma NCh331.Of 97:

Producto formado por uno o más pigmentos, con o sin carga y otros aditivos, dispersos homogéneamente en un vehículo, que se convierte en una película sólida después de su aplicación en capas delgadas y posterior secado, utilizada para cubrir superficies con fines decorativos, de protección, de higiene o funcionales. (p. 6)

Rugosidad

Neurtek (s.f.) define:

Medida empleada para caracterizar la textura de la superficie. La rugosidad evalúa las pequeñas desviaciones verticales de la superficie nominal que vienen normalmente determinadas por las características del material, el proceso de transformado de la pieza o las aportadas por el propio recubrimiento. (párr. 1)

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

- Los estándares de calidad se cumplen en el pintado de estructura, cobertores de spool y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Los estándares de calidad se cumplen para el abrasivo (pH, conductividad, humedad y materiales extraños) y el aire comprimido (presión, agua y aceite) utilizados en la preparación de superficies de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.

- Los estándares de calidad se cumplen en la limpieza (contaminantes visibles y conductividad), contaminantes de superficies (conductividad) y preparación de superficie (contaminante visible, nivel de polvo y rugosidad) necesarios para el pintado de superficies de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarmey.
- Los estándares de calidad se cumplen en el pintado de superficies (humedad relativa, diferencia de temperatura superficial y de rocío, espesor de película y adherencia) de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarmey.

2.6 Operacionalización de las variables

Considerando lo indicado por Córdova (2017) que, la operacionalización de variables se da en dimensiones y sub dimensiones con sus indicadores (p. 66).

Convenientemente se ha considerado en la Tabla 2 para la operacionalización de las variables, formuladas de acuerdo a la valides de contenido y de constructo.

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Operacionalización de variables				
		Dimensión	Sub dimensiones	Indicadores	Valor final	Escala
Variable de caracterización	De La Cruz (2018) La preparación de la superficie es una etapa crítica en un proyecto de protección anticorrosiva del acero con recubrimientos. En función al tipo y características de la superficie es la operación que toma mayor cantidad de tiempo, utiliza la mayor cantidad de materiales, equipos, mano de obra etc. de ahí que, esta operación constituya la de mayor costo en relación al costo total del tratamiento de protección anticorrosiva y es que la durabilidad a largo plazo del sistema de pinturas depende en gran medida de la calidad de la preparación de la superficie. (párr. 1)	• Control de insumos.	• Abrasivo	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Conductividad • Humedad • Materiales extraños 	<ul style="list-style-type: none"> • pH • uS/cm • Presencia/ausencia • Presencia/ausencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervalo • Razón • Nominal
			• Aire comprimido	<ul style="list-style-type: none"> • Presión • Agua • Aceite 	<ul style="list-style-type: none"> • Psig • Presencia/ausencia • Presencia/ausencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Razón • Nominal • Nominal
1. Control y preparación de la superficie			• Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminante visible • Conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptable/inaceptable • uS/cm 	<ul style="list-style-type: none"> • Nominal • Razón
			• Preparación de superficie.	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminantes de superficie • Preparación de superficie 	<ul style="list-style-type: none"> • Conductividad • Conductividad 	<ul style="list-style-type: none"> • uS/cm • uS/cm	• Razón • Razón
Variable de interés	Carbellido (2006, citado por Blandino, 2017) define: Control de calidad es un proceso de comprobación, inspección, dominio y ponderanza, en el cual se procede a juzgar e inspeccionar la calidad de producción según los estándares establecidos por diferentes asociaciones que normalizan y regulan la productividad en las industrias. (p. 12)		• Condiciones ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Humedad relativa • Diferencia T° superficial y de rocío 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceptable/inaceptable • 1,2,3,4 y 5 • mils 	<ul style="list-style-type: none"> • Nominal • Ordinal • Razón
			• Pintado	<ul style="list-style-type: none"> • Capas de pintura 	<ul style="list-style-type: none"> • Espesor de película • Adherencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Mils • Aceptable/inaceptable	• Razón • Nominal

Nota. Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo de investigación

Según BIOESTADISTICO (2012a, 0:25 - 1:46) indica los tipos de investigación clasificándola de acuerdo a la intervención, planificación, número de mediciones y variables en estudio. Respecto a ello:

- *Estudio prospectivo*, considerando que el investigador en su experiencia en la empresa realizo las mediciones de control de calidad para las estructuras, cobertores de spools y containers.
- *Estudio observacional*, dado que el control de calidad se limitó a una supervisión inopinada de las diferentes actividades del proceso de pintado, que va desde el análisis de calidad de insumos, de la preparación superficial y del pintado de las estructuras, cobertores de spools y containers.
- *Estudio transversal*, por corresponder a un estudio de control en la calidad que se realiza por etapas, se puede considerar transversal para cada una de las etapas de control de calidad de los insumos, de la preparación superficial y del pintado de las estructuras, cobertores de spools y containers.
- *Estudio descriptivo*, en vista que la investigación está limitado al análisis de una sola variable de control de calidad de estructuras, cobertores de spools y containers.

Además, el *estudio es aplicado*, por lo que evalúa el proceso de control de calidad del pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en todo el proceso a fin de solucionar un problema de desviaciones de calidad y/o no conformidades.

3.1.2 Nivel de investigación

Sobre ello, consideraremos lo expresado por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) quienes clasifican la investigación en cuatro niveles, que van desde el nivel exploratorio, luego por el nivel descriptivo, seguido del nivel correlacional y en último nivel el nivel explicativo. Sobre el nivel descriptivo, indica que estas buscan detallar sus características, particularidades y propiedades (pp. 106, 108, 110, 112).

En base a ello, la investigación se tipifica como nivel descriptivo.

3.1.3 Diseño

Bajo las consideraciones precedentes y teniendo en cuenta lo afirmado por Córdova (2017) quien manifiesta que con el diseño se pretende responder las interrogantes de la investigación y dentro de los diseños descriptivos presenta el diseño descriptivo simple (p. 74).

Por tanto, se tiene el siguiente diseño:

M ——— O

M: muestra, O: observación.

Correspondiendo a un diseño no experimental descriptivo transversal.

3.1.4 Enfoque

Considerando lo afirmado por Córdova (2017) quien considera el enfoque en investigación cualitativa y cuantitativa (p. 10).

Enfoque cualitativo en la medición de la presencia o ausencia de humedad y materiales extraños en el abrasivo (escoria de cobre), presencia o ausencia de agua y aceite extraños en el aire comprimido, aceptable o inaceptable de contaminantes visibles en la limpieza de

superficies, aceptable o inaceptable de contaminantes visibles y nivel de polvo en la preparación de superficies, aceptable o inaceptable del poder de adherencia de la pintura.

Enfoque cuantitativo en el análisis de pH y mediciones de conductividad en el análisis del abrasivo (escoria de cobre), presión de aire comprimido a utilizar en el proceso de limpieza y pintado, conductividad de la superficie previamente lavada, conductividad de la superficie previamente escoriada, rugosidad de la superficie a pintar, humedad y diferencia de temperatura superficial y rocío a pintar y espesor de película.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Carrasco (2017), en un estudio corresponde al ámbito espacial de todos sus elementos o unidades de análisis (pp. 236, 237).

Población: Superficie de estructuras, cobertores de spools y containers en la zona de Puerto Lobitos de Huarney en el año 2019.

3.2.2 Muestra

Es parte representativa de una población (Carrasco, 2017, p. 237).

Muestra: Superficie de 05 estructuras, 02 cobertores de spools y 02 containers en la zona de Puerto Lobitos de Huarney en el año 2019.

3.3 Técnicas de recolección de datos

3.3.1 Técnicas a emplear

Para el estudio, se tiene información facilitada por empresas especializadas en la venta de materias e insumos para el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers; así como, normas de entidades relacionadas al pintado de estructuras. Se basará en la experiencia del investigador utilizando la observación como técnica.

BIOESTADISTICO (2012b, 1:08 - 1:59) manifiesta que la observación es sistemática, tiene grados de control y posee mecanismos que aseguran la recolección de datos fidedignos.

3.3.2 Instrumentos de medición

3.3.2.1 Calidad de abrasivo

A la escoria de cobre que se va utilizar se determina su calidad viendo si están en óptimas condiciones para ser usado o si está contaminado por usos anteriores o si ya sobrepasaron su fecha de vencimiento.

Materiales:

- Vasos de muestras, jeringa y papel filtro.

Insumos

- Escoria de Cu a granel, agua de batería y agua potable.

Medidores

- Potenciómetro.
- Medidor de conductividad.
- Ficha de observación.

3.3.2.2 Calidad del aire comprimido

Materiales:

- Compresor.
- Papel bond A4.

Insumos

- Aire seco.

Medidores

- Manómetro.
- Ficha de observación.

3.3.2.3 Calidad de limpieza

Materiales:

- Hidrolavadora, recipiente para solución tensoactivo, compresora de aire, trapos industriales libre de pelusa, solventes para limpieza manual, vasos de muestras, jeringa y parche Bresle.

Insumos

- Tensoactivo, agua potable y aire limpio.

Medidores

- Medidor de conductividad.
- Ficha de observación

3.3.2.4 Contaminantes en la superficie

Materiales:

- Guantes Quirúrgico
- Jeringa
- Parche Bresle

Insumos

- Agua de Batería

Medidores

- Medidor de conductividad.

3.3.2.5 Instrumentos para la preparación de superficie

Materiales:

- Medidor de perfil de rugosidad.
- Cinta normada para nivel de polvo.
- Cinta réplica para perfil de rugosidad.

Insumos

- Papel bond A4.
- Aire comprimido para limpieza de superficie.

Medidores

- Cinta réplica con equipo medidor de perfil de anclaje.
- Ficha de observación para nivel de polvo.
- Ficha de observación para contaminación visible.

3.3.2.6 Condiciones ambientales y temperatura de superficie

Materiales:

- Psicrómetro, tablas psicrométricas.
- Medidor digital para condiciones ambientales (Positector 6000).

Medidores

- Medidor de Humedad relativa.
- Medidor de superficie.
- Medidor de punto de rocío.
- Medidor de temperatura ambiente.
- Medidor de temperatura de rocío.

3.3.2.7 Calidad de las capas de pintura

Materiales:

- Medidor digital para espesor de pintura (Positector 6000).

Insumos

- Capas de pintura seca.

Medidores

- Cable de conexión para medir espesor de superficie de pintura seca.
- Láminas de calibración de medidor de espesor.
- Equipo por tracción autolineable Tipo IV o V.

3.3.3 Procedimientos de medición

Para el control de calidad de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney se controló secuencialmente para garantizar la calidad en los insumos, preparación superficial y la aplicación de recubrimientos para una adecuada protección e integridad del anticorrosivo. Todos los procesos a continuación descritos son los mínimos a considerar para la correcta ejecución del tratamiento de superficies y aplicación de protección anticorrosiva.

3.3.3.1 Calidad de abrasivo

El costo con la efectividad dependen del tipo de abrasivo utilizado y estas afectan la rugosidad y velocidad de limpieza. Factores como el tamaño, forma, densidad, dureza y fragilidad se consideran en el abrasivo.

El abrasivo a usar deberá ser conforme a:

- SSPC AB1, Abrasivos Minerales y Escoria de un uso único.
- SSPC-AB 2, Abrasivos Metálicos Ferrosos Reciclados.
- SSPC-AB 3, Abrasivos Metálicos ferrosos.

Para su aceptación, se debe considerar los siguientes parámetros:

- Libre de sílice, pH entre 6 y 8.
- Conductividad < 1 000.
- Secos y libres de arcilla, grasa, aceite u otros materiales foráneos.

Para la prueba de conductividad del tipo de abrasivo

- Identificar los lotes de escoria de cobre a evaluar.
- Seleccionar al azar un saco de escoria de cobre.
- Tomar la muestra de escoria de cobre.
- Mezclar en una proporción escoria/agua destilada establecida para la prueba.

- Mezclar apropiadamente.
- Coger una muestra de líquido con un gotero para el medidor de conductividad y en un vaso precipitado para la medición de pH.
- Medir la conductividad y el pH.
- Registrar en los formatos de control correspondiente.

3.3.3.2 Calidad del aire comprimido

El aire debe estar exenta de contaminantes que interfieran o agreguen contaminantes al proceso de limpieza. En tal sentido, deberá evaluarse conforme con la norma:

- Norma ASTM D4285.

Para su correcto funcionamiento, se debe verificar los siguientes parámetros:

- Presión de 90 a 100 psig.
- Ausencia de agua.
- Ausencia de aceite.

Control de calidad aire presurizado:

- Presurizar la compresora hasta 100 psig.
- Verificar los rangos de encendido y apagado de la compresora a 90 y 100 psig.
- Descargar la acumulación de agua del compresor.
- Probar el chorro de aire sobre una superficie de papel.
- De observar presencia de agua o grasa continuar con la evacuación hasta su ausencia.
- Registrar en los formatos de control correspondiente.

3.3.3.3 Calidad de limpieza

La limpieza se realiza mediante el uso de hidrolavadoras a presión menor de 3 000 psi y cuando sea necesario el lavado puede realizarse mediante trapos industriales embebido en el solvente que no dejen pelusa al frotar la superficie. Realizándose en base a la norma SSPC-SP1, Solvent Cleaning.

Para la prueba de conductividad del tipo de abrasivo

- Preparación de la solución tensoactivo biodegradable.
- Utilizar la hidrolavadora a presión menor de 3 000 psig.
- Adicionalmente utilizar trapos industriales con solvente que no dejen pelusa.
- Secar la superficie lavada con aire presurizado, bajo las consideraciones que se indican en el siguiente ítem.
- Frotación del parche Bresle una superficie previamente elegida bajo criterio técnico.
- Adicionar agua en el interior del parche.
- Medir la conductividad.
- Registrar en los formatos de control correspondiente.

3.3.3.4 Contaminantes en la superficie

En primer lugar, se realiza la preparación superficial mediante chorro abrasivo a metal blanco. El chorro abrasivo a metal blanco se realiza según norma SSPC-SP5/NACE No 1, a zonas que requieran de un tratamiento completo de toda su superficie y sea posible realiza la contención de la zona y no afecte zonas aledañas. Este proceso elimina todo resto de oxidación, escamas de laminación, pintura, depósitos corrosivos, grasas, contaminantes extraños, etc. dejando sobre la superficie 0% de sombras. La inspección se realiza visualmente sin ningún medio de ampliación.

Este proceso se realiza según norma SSPC-SP3 (TOOL POWER CLEANING).

El perfil de rugosidad generado debe encontrarse en el rango de 2 a 3 mils. Para su aceptación, se debe considerar que el nivel de sales el cual debe estar por debajo de 30 mg/m² en cloruros para servicio de no inmersión.

Y en segundo lugar de persistir las sales la limpieza mecánica con herramientas de poder- La preparación de superficie se realiza mediante el uso de equipos de poder como amoladoras, herramientas rotatorias, martillo de puntas, etc. con el propósito de retirar la corrosión superficial, productos de corrosión, pintura en mal estado, eliminar rebabas de soldadura, corregir imperfecciones del sustrato, eliminar filos en cantos, etc. No es implícito retirar la oxidación escamas de laminación o pintura fuertemente adherida. Esto se comprueba con el borde de una espátula nueva.

Esta preparación debe realizarse en todas las zonas puntales, filos, soldaduras, pernos, estructuras, etc.

3.3.3.5 Preparación de superficie

Se hace necesario una limpieza posterior previa a la aplicación de pintura, con objeto de eliminar todo polvo remanente de la superficie con aire comprimido a presión (verificado según ASTM D4285), escobillones de cerdas duras y limpias y finalmente con trapos humedecidos con solventes epóxico.

Se verificará el nivel de polvo según la norma ISO 8502-3, el valor permitido debe ser: tamaño de partícula clase 2, cantidad de partículas rango 2. Si no se alcanza este valor se procederá a volver a limpiar con aire comprimido hasta alcanzar el valor aceptable.

Para la preparación se debe hacer en superficie cerrado encerrado, encapsulado por los contaminantes de material particulado que se generan.

3.3.3.6 Condiciones ambientales y temperatura de superficie

Se mide las condiciones ambientales: humedad relativa (%), T° Bulbo Seco (°C), T° Bulbo Húmedo (°C), punto de rocío, T° de Superficie y Diferencia de T° de superficie y del punto de rocío.

Criterio de aceptación se tiene:

- Humedad relativa menor a 85 %.
- Diferencia de T° de superficie y del punto de rocío. Mayor a 3 °C.
- Excepción según el tipo de pintura.

Se aplica el criterio para el tipo de pintura a usar de acuerdo a la ficha técnica del producto. Cada 2 horas en jornada de trabajo.

3.3.3.7 Calidad de las capas de pintura

Antes de aplicación de pintura se debe eliminar todo el polvo remanente de la superficie con aire comprimido a presión (verificado según ASTM D4285), escobillones de cerdas duras y limpias y finalmente con trapos humedecidos con solventes epóxico.

Se verificará el nivel de polvo según la norma ISO 8502-3, el valor permitido debe ser: tamaño de partícula clase 2, cantidad de partículas rango 2.

Si no se alcanza este valor se procederá a volver a limpiar con aire comprimido hasta alcanzar el valor aceptable.

Para ver la porosidad de la norma, se escoge tres áreas y se ubica una cinta especial para nivel de polvo, se pega se frota y se pega en una hoja blanca y se ve los puntos para su aceptación respecto a un patrón. Si se ve abundante en las tres cintas se pide volver a limpiar.

Cuando se aplica la pintura base para conocer el espesor se utiliza el equipo POSITECTOR que da las condiciones ambientales y espesores de acuerdo a las boquillas utilizadas.

Se utilizó marca JET POX SP 1000 para la base, y un JET POLIURETANO para el acabado. La base en cualquier condici^on ambiental, en cambio para el acabado a temperatura bajas no es recomendado por el tiempo la pintura se descascará, esta pintura repele al agua aumentando la durabilidad del pintado.

Aplicación de recubrimientos

- La Aplicación contempla el proceso desde la etapa de preparaci^on de recubrimientos y llevar la pintura a la superficie (usando brochas, rodillos, equipos airless, equipos asistidos por aire, etc.) y el secado /curado hasta que la capa de pintura alcance sus propiedades de resistencia especificadas.
- La preparaci^on y tambi^én la aplicaci^on de pinturas se deben hacer considerando las recomendaciones de la hoja t^écnica de cada producto, Hojas de seguridad MSDS y los requerimientos t^écnico^s para la correcta aplicaci^on indicados en la documentaci^on presente.
- Pre mezclar cada componente (por separado) del recubrimiento, para romper todos los s^olidos y para producir un l^quido suave, homog^éneo y uniforme. Luego que cada componente est^é completamente mezclado, combinar ambos seg^un las especificaciones de su hoja de datos y utilizarlo hasta terminar. Utilice solo mezcladores de aire o el^éctricos.
- Se considera importante para el secado y curado seguir las instrucciones establecidas por el fabricante/proveedor. La pintura aplicada debe ser protegida de agentes externos medioambientales que contaminen la pintura.
- Los tiempos de secado/curado dependen de la temperatura de superficie, del aire, as^í como del calibre de pel^lcula, ventilaci^on y humedad relativa. La temperatura superficial deber^á ser monitoreada en todo momento y en especial cuando esta se

encuentra expuesta al sol. El % de humedad relativa no debe exceder el 85 % ni ser menor al 50 %. Caso contrario el fabricante indique que el producto puede aplicarse a condiciones de humedad superior a lo indicado.

- Las superficies recubiertas con la primera capa de pintura que sean contaminadas previamente a la aplicación de una siguiente capa, deberán ser lavadas con agua fresca antes de su aplicación.
- El acabado final de la película de pintura deberá estar libre de chorreaduras, burbujas, solvente atrapado o cualquier otra irregularidad o defecto que ponga en riesgo la protección anticorrosiva del sistema de pintado.
- No utilizar recubrimientos que hayan alcanzado su tiempo de vida útil, según este definido en la hoja de datos del fabricante.

Aplicación de la capa de refuerzo o STRIPE COAT

- Se refiere a la aplicación de pintura en cordones de soldaduras, filos, cantos, bordes. La realización correcta es de suma importancia por la corrosión, se inicia en las zonas donde se retiene el menor espesor de pintura, por lo que la preparación superficial y aplicación debe realizarse correctamente en las zonas descritas. Estas deben ser supervisadas y si es posible realizar la medición del espesor de película que debe ser mayor al espesor general especificado del sistema.
- La pintura se aplica con brocha asegurando que la pintura cubra el espesor necesario según el sistema de protección en las capas necesarias de acuerdo al sistema de protección.

Limpieza entre capas de pintura

- Antes de recubrir una capa de pintura esta debe estar completamente limpia, libre de polvo, libre pulverizado, grasas y cualquier contaminante extraño. Se debe utilizar aire a presión seco y libre de impurezas, trapo industrial de material que no deposite pelusa. Si en caso la superficie presentase grasa. Esta debe ser lavada con detergente tensoactivo biodegradable.

Medición de espesores de película seca

- En cualquier momento la SUPERVISIÓN puede pedir al CONTRATISTA la verificación de calibración de su equipo de medición de espesores.
- Las capas de recubrimiento aplicadas deberán cumplir con los requerimientos de calibre seca de película según el sistema utilizado de protección.
- La medición de los calibres secos de película se realizará tomando como referencia la última versión de la norma SSPC- PA2 (Nivel 3 de Restricción de Espesor del Recubrimiento)
- Para el caso de tuberías se realizará la medición en base a la tabla A7 de la norma SSPC-PA2.
- Para el caso de vigas o estructuras similares se realizará la medición en base a las tablas A2 y A2.1 de la norma SSPC-PA2.
- No está limitado que la SUPERVISIÓN pueda realizar una medición aleatoria, tipo barrido, a las estructuras pintadas para verificación de espesores.
- La medición del espesor de película seca se realizará como mínimo cuando la pintura alcance su tiempo de secado duro.

- La medición del calibre seco de película de pintura lo realizará el contratista de aplicación al 100% de la superficie pintada, la medición se registrará en los protocolos de calidad respectivos.

Reparaciones y resanes (touch up) de recubrimiento

- Los resanes aplicarán al inspeccionar cada capa de pintura y los daños llegasen hasta el metal o presentase defectos de aplicación como esprayado, piel de naranja, contaminantes atrapados entre capas, burbujas, etc. Esta inspección se realizará en base a la ISO 4628 (parte 2, 3, 4, 5, 6).
 - Las reparaciones se realizarán bajo las normas SSPC-SP2 y SP3 eliminando toda la pintura deteriorada y mal adherida. Se aplicarán la misma marca de pintura y cantidad de capas de pintura necesaria para completar los espesores.
 - La mezcla de cantidades pequeñas de pintura se realizará en envases con medición para evitar errores de medición a la mezcla los componentes.
 - La aplicación se realizará con brocha, rodillo, equipo airless, según la reparación y resanes.
 - Todos los trabajos de resanes y Touch Up serán verificados bajo la SUPERVISIÓN.
 - Para el caso de los cordones de soldadura los trabajos de resanes deberán realizarse con la misma calidad y garantía que las demás superficies. Estas zonas suelen ser focos de corrosión por lo irregular de la superficie y la retención menor de pintura.
- El proceso de Capa Refuerzo o Stripe Coat será verificado en estas áreas.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

El pH, conductividad, humedad, materiales extraños en el control de calidad del abrasivo en base a las normas permiten aceptar o rechazar el lote de escoria de cobre a utilizar en el escoriado de superficies.

Las condiciones de presión, presencia de agua y aceite condicionan y permiten definir el punto adecuado de uso de aire para los procesos que lo requiera. Su medición es hasta que el parámetro de calidad se cumpla.

La presencia de contaminantes visibles y la medición opcional de la conductividad superficial por la prueba Bresle permiten ajustar la limpieza hasta su cumplimiento.

La medición del nivel de polvo superficial después del escoriado y limpiado, permite controlar el estándar de calidad y la rugosidad medida es un indicativo del grado de vejez, exceso de escoriado principalmente. Su medición es informativa.

Las mediciones de las condiciones ambientales fueron procesadas estadísticamente, dado que estas condicionan el correcto proceso de pintado y escapan del control del operador. Se usó la prueba t de Student y la de Wilcoxon de acuerdo a la naturaleza de normalidad y los parámetros de comparación única.

La calidad de las capas de pinturas final, como su espesor y adherencia se realizaron hasta la obtención y cumplimiento de los parámetros recomendados.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Control de calidad de insumos

4.1.1.1 Escoria de cobre

Se hace necesario precisar que para la limpieza de superficies se puede utilizar el arenado, escoriado y granallado. Económicamente la arena es más económica, seguida de la escoria y las granallas, técnicamente la efectividad de limpieza es mayor en las granallas, seguida de la escoria y por último de la arena. En ese sentido, se utiliza la escoria por su precio y efectividad en la limpieza de superficies.

En la Tabla 3, se muestra el consolidado de control de calidad de cumplimiento de los parámetros de pH, conductividad y presencia de humedad, arcilla, grasa, aceite u otros materiales foráneos. Se reporta en todos los lotes evaluados el cumplimiento de dichos estándares de calidad, debido a que las escorias de cobre en su mayoría no fueron utilizadas previamente en trabajos anteriores y además no estuvieron por más de cinco días en la intemperie, confiriéndole condiciones óptimas de calidad.

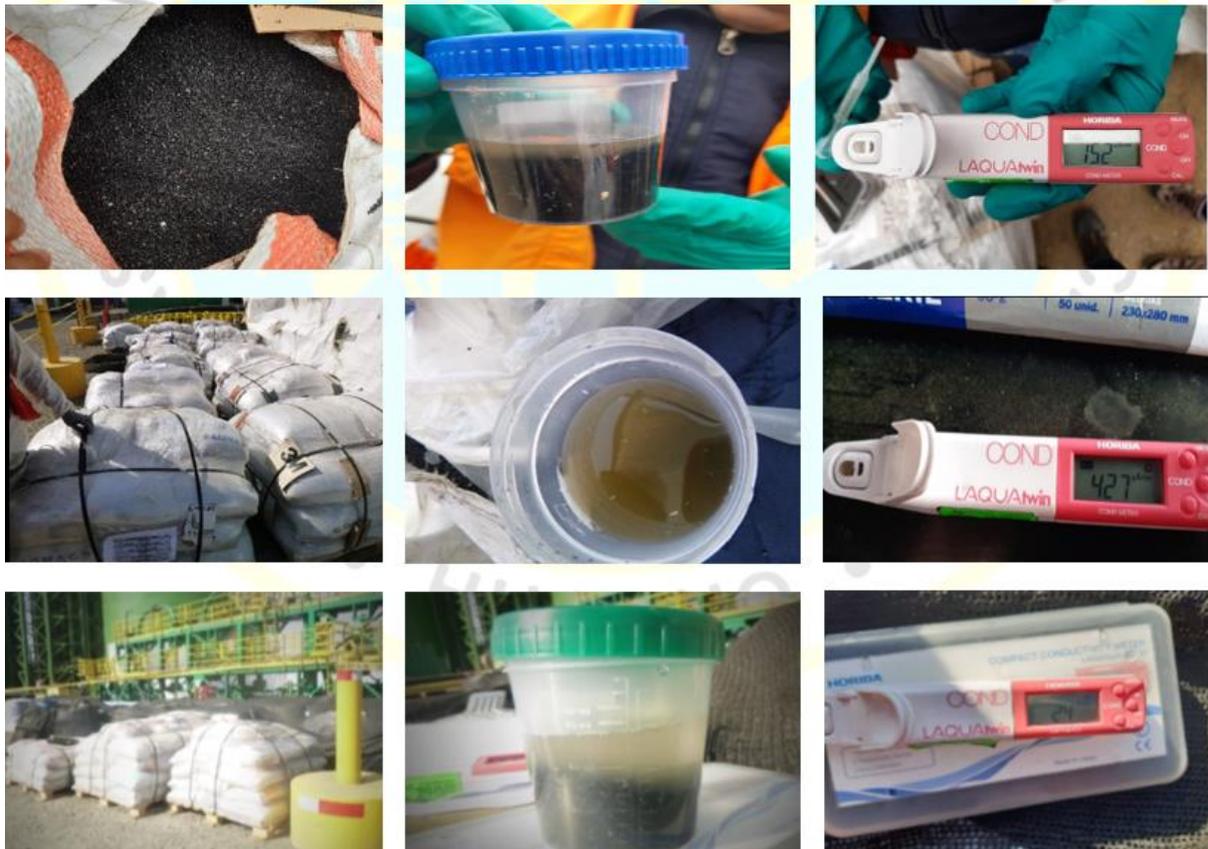
Es importante precisar que de haberse analizado escoria reutilizada se hubiese encontrado sales, aceites, grasas, piedras que afectarían la conductividad y en casos extremos descarte del uso de la escoria de cobre para la limpieza. Se indica en la Figura 2 mediciones de algunas conductividades de la solución obtenida de la prueba.

Tabla 3

Análisis de parámetros de calidad de escoria de cobre

N°	pH (6 – 8)	Conductividad < 1 000 uS/cm	Humedad	Materiales extraños (arcilla, grasa, aceite u otro)
1	7,6	152	Ausencia	Aceptable
2	7,8	234	Ausencia	Aceptable
3	7,6	315	Ausencia	Aceptable
4	7,8	427	Ausencia	Aceptable
5	7,5	24	Ausencia	Aceptable

Nota. Elaboración propia.



Escoria de cobre

Vaso de muestra

Medición conductividad

Figura 2. Prueba de conductividad del abrasivo para escoria de cobre

Nota. Elaboración propia.



Figura 3. Ausencia de grasa y contaminantes en la escoria

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 3, se indica algunas mediciones de conductividad en la determinación de la cantidad de sales solubles que posee la escoria y que esta no afecte el proceso de limpieza. Asimismo, en la Figura 3 se aprecia dos muestras de agua para el análisis sensorial realizado a todos los lotes de escoria de cobre antes de ser utilizadas en el proceso de limpieza de superficie a efectos de no contaminar las superficies previamente limpiadas con detergente.

4.1.1.2 Aire comprimido

El aire comprimido utilizado en las operaciones de limpieza debe tener condiciones óptimas de calidad, que garanticen una adecuada limpieza y que por tanto este no contamine a la superficie y a los componentes utilizados en la limpieza.

En la Tabla 4 se reporta el consolidado de las evaluaciones al aire realizadas, dicho reporte es al final de las pruebas después del ajuste, calibración hasta la eliminación de trazas de contaminantes de agua y aceite que pudieran observarse.

Tabla 4

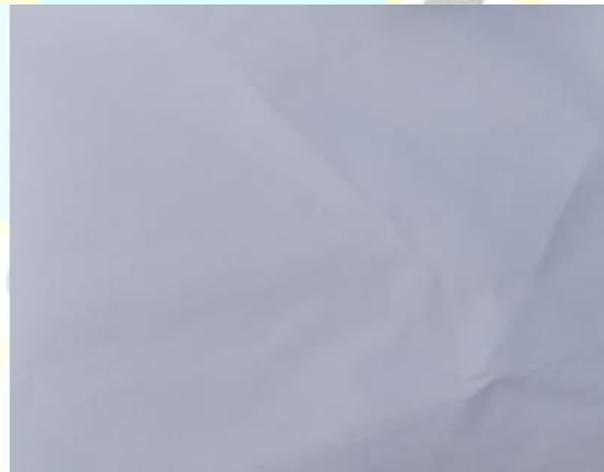
Análisis de parámetros de calidad de aire final de suministro en la preparación de superficie

N°	Agua	Aceite
01	Ausencia*	Ausencia*
02	Ausencia*	Ausencia*
03	Ausencia*	Ausencia*
04	Ausencia*	Ausencia*
05	Ausencia*	Ausencia*

*: Análisis organoléptico

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 4 y 5, la presión del aire se regular de 90 a 100 psig, manteniéndose el aire a la salida de la boquilla libre de humedad y grasa, apreciada por el chorro de aire hacia un papel blanco completamente seco.



a) Manómetro del compresor 120 psig.

b) Prueba de calidad de aire salida boquilla.

Figura 4. Verificación del aire comprimido (Blotter test)

Nota. Elaboración propia.



Figura 5. Prueba de polvo de verificación de ausencia de agua y grasa en el aire comprimido.

Nota. Elaboración propia.

4.1.2 Control de calidad en la preparación de superficie

4.1.2.1 Limpieza de superficie

Antes de realizar cualquier tratamiento abrasivo a las superficies estas deben de lavarse con solvente tensoactivo biodegradable para eliminar grasas, aceites, sales y cualquier otro contaminante presente en la superficie. Es conveniente antes del lavado una limpieza previa para asegurar que las sales estén controladas y que salga bien después del lavado.

En la Figura 6, se aprecia la preparación de la solución de tensoactivo biodegradable, la misma que se prepara de acuerdo a las recomendaciones dadas por los fabricantes. El depósito se encuentra cubicado la que permite la preparación a la concentración deseada, manteniéndolo en el rango de calidad recomendada, su cantidad dependerá de la superficie a limpiar.



Figura 6. Preparación de la solución de detergente para limpieza de superficie.

Nota. Elaboración propia.

Una vez de lavarse con detergente biodegradable, se procede al enjuague con abundante agua hasta la completa eliminación de grasa y contaminantes visibles adheridos en la superficie limpiada como se aprecia en la Figura 7.



Figura 7. Superficies lavadas con detergente y enjuagadas.

Nota. Elaboración propia.

Para el lavado es opcional realizar la prueba Bresle. En la Figura 8 se muestra la adherencia del parche Bresle y adición de agua para medir la conductividad de la superficie evaluada y de esta manera evidenciar la presencia de sales que aún pueden contener la superficie. De estar elevados se ordenará un lavado y/o limpieza manual adicional en la zona.



Figura 8. Prueba Bresle para la medición de la conductividad en superficie lavada.

Nota. Elaboración propia.

4.1.2.2 Contaminantes en la superficie

Containers

En la Figura 9 se puede apreciar en algunos puntos la presencia de óxidos, que evidencia un deficiente lavado, a criterio del supervisor se analiza la superficie lavada, pudiendo ser la parte más oxidada. De ser necesario, se utiliza la amoladora para zonas o esquinas que no haya llegado el lavado más no en partes planas de metal.



Figura 9. Presencia de corrosión en distintas áreas del container

Nota. Elaboración propia.

Se aprecia en la Tabla 5 los contaminantes visibles presentes a través de la prueba de parche Bresle realizada a los dos contenedores, la que permitirá determinar si la superficie está en condiciones óptimas para ser pintada.

Tabla 5

Contaminantes no visibles de sales totales por la prueba de Parche Bresle en container

N°	Humedad relativa %	Temperatura ambiental ° C	Conductividad		Prueba de Parche Bresle		Observaciones (aceptación < 40 mg/m ²)
			del blanco μS/cm	de sales solubles μS/cm	mg/m ²	Resultado	
1	59,5	24	21	38	20,4	Óptimo	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en la cara lateral del container #1, obteniendo un valor de 20.4 mg/m². Resultado óptimo. La superficie está en condiciones para la aplicación de pintura.
2	50,2	23,1	20	30	12,0	Óptimo	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en la cara lateral derecha del container #1, obteniendo un valor de 12 mg/m². Resultado óptimo. La superficie está en condiciones para la aplicación de pintura.
3	55,2	24,7	23	36	15,6	Óptimo	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en la cara lateral del container #2, obteniendo un valor de 15.6 mg/m². Resultado óptimo. La superficie está en condiciones para la aplicación de pintura.
4	68,1	22,8	33	49	19,2	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en techo de contenedor N°2, obteniendo un valor de 19.2 mg/m². Resultado aceptable. La superficie se encuentra en condiciones aceptables para ser recubierta.

Nota. Elaboración propia.



Figura 10. Valores del blanco y superficie para la prueba de Parche Bresle en container.

Nota. Elaboración propia.

La Figura 10 se muestran las evidencias de los análisis de conductividad de las pruebas Bresle realizadas a los dos contenedores a efectos de determinar la calidad de lavado. En todos los casos procesando las conductividades en blanco y superficie de acuerdo al Anexo 7, se obtuvo para el contenedor 1: 20,4 y 12,0 mg/m^2 considerándose en ambos casos como óptimo y para el contenedor 2: 15,6 y 19,2 mg/m^2 considerándose óptimo y aceptable respectivamente.

Estructuras

En la Figura 11 se muestra parte de las estructuras a las que se realizó el control de calidad previo al escoriado, también se evidencian puntos la presencia de óxido, que evidencia un deficiente lavado, a criterio del supervisor se analiza la superficie lavada, para evidenciar el grado de limpieza de la estructura. También, de ser necesario se utilizará la amoladora.



Figura 11. Presencia de óxido durante el lavado de estructuras

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 6 se indica el consolidado del análisis de contaminantes no visibles para las estructuras. De igual manera, para las estructuras, si bien es cierto en algunas pruebas salieron rechazadas, al final los resultados de la prueba Bresle después de ser corregidas fueron aceptables.

Tabla 6

Contaminantes no visibles de sales totales por la prueba de Parche Bresle en estructuras

N°	Humedad relativa %	Temperatura ambiental ° C	Conductividad		Prueba de Parche Bresle		Observaciones (aceptación < 40 mg/m ²)
			del blanco µS/cm	de sales solubles µS/cm	mg/m ²	Resultado	
1	82,3	18,5	16	37	25,2	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en alma de estructura en zona de Loop variable 1, obteniendo un valor de 25.2 mg/m². Resultado aceptable. La superficie se encuentra en condiciones aceptables para ser recubierta.
2	75,4	20,3	24	40	19,2	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en alma de estructura en zona alta de Loop variable 2, obteniendo un valor de 19.2 mg/m². Resultado aceptable. La superficie se encuentra en condiciones aceptables para ser recubierta.
3	65,3	25,4	0	75	90	Rechazo	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en el alma de una viga de la zona 4 de Loop, obteniendo un valor de 90 mg/m². Resultado que se rechazó por estar fuera del rango especificado (primer ensayo)
4	56,8	25,3	0	66	79,2	Rechazo	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en la parte externa de una viga "H" de la zona 4 de Loop, obteniendo un valor de 79.2 mg/m². Resultado que se rechazó por estar fuera del rango especificado (segundo ensayo).
5	57,0	25,6	1	36	42	Rechazo	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en el alma de una viga de la zona 4 de Loop, obteniendo un valor de 42 mg/m². Resultado que se rechazó por estar fuera del rango especificado (tercer ensayo).
6	59,8	24,8	1	83	98,4	Rechazo	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la cantidad de sales totales en la parte externa de una viga de la zona 4 de Loop, obteniendo el valor de 98.4 mg/m². Resultado que se rechazó por estar fuera del rango especificado.
7	57,4	27,1	1	17	19,2	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se evaluó la conductividad de las sales totales en una viga de la zona 4 de Loop, obteniendo el valor de 19.2 mg/m². Resultado que es aceptable por estar dentro del rango especificado.

Nota. Elaboración propia.



Figura 12. Valores del blanco y superficie para la prueba de Parche Bresle en estructuras

Nota. Elaboración propia.

La Figura 12 se evidencian los análisis de conductividad de las pruebas Bresle de las estructuras a efectos de determinar la calidad de lavado en base de cálculo del Anexo 7, se obtuvo 25,2, 19,2 y 19,2 mg/m^2 de conductividades al final, considerándose como aceptable.

Cobertores

En la Figura 13 se indica algunos cobertores para el análisis de contaminante superficial de control de calidad previo al escoriado, el control de calidad es similar que los casos anteriores, se elige al azar de los cinco y se procede con la prueba Bresle por lo que la supervisión es importante en esta parte del control. De no controlarse adecuadamente perjudicaría las operaciones de escoriado en la limpieza y su posible contaminación reduciendo su vida útil, lo que incrementaría los costos operativos.



Figura 13. Presencia de óxido después del lavado de cobertores.

Nota. Elaboración propia.

Los resultados de contaminantes no visibles de sales totales por la prueba de Parche Bresle se indican en la Tabla 7, donde se aprecia que en algunos casos fueron inaceptables, lo que obligó al personal de lavado efectuar una limpieza adicional. Al igual que los casos anteriores se procede el control hasta que salga favorable con el visto bueno para el pintado del cobertor.

Tabla 7

Contaminantes no visibles de sales totales por la prueba de Parche Bresle en coberturas de Spools

N°	Humedad relativa %	Temperatura ambiental ° C	Conductividad		Prueba de Parche Bresle		Observaciones (aceptación < 40 mg/m ²)
			del blanco µS/cm	de sales solubles µS/cm	mg/m ²	Resultado	
1	75,3	23,4	1	45	53	No aceptable	<ul style="list-style-type: none"> • En el Container #2 la superficie debido a la corrosión por picadura, presenta pitting en zonas aleatorias del container. • Debido a ello la superficie del container es irregular y presenta pérdida de espesores en las paredes. • En la borde inferior del container #2 se presenta pérdida de material debido a la corrosión. • En el cotainer #1 en la parte inferior se realizó el chorro abrasivo hasta el alcance permitido para el operario.
2	71,5	25,2	1	140	167	No aceptable	<ul style="list-style-type: none"> • Se evaluó la cantidad de sales totales en cobertores de Spools, obteniendo un valor de 167 mg/m². Resultados altos no aceptables. • La superficie no se encuentra apta para ser recubierta.
3	53,3	31,2	1	20	22,8	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> • Se evaluó la cantidad de sales totales en soportes de Spools, obteniendo un valor de 22.8 mg/m². Resultados aceptables. • La superficie se encuentra apta para ser recubierta.
4	63,8	24,7	0	139	166.8	No aceptable	<ul style="list-style-type: none"> • Se verificó la calibración del equipo antes de proceder con las mediciones. 2. Se realizó la prueba de Parche Bresle, obteniendo un valor de 166.8 mg/m², resultado mayor al máximo permitido. • La superficie no se encuentra apta para ser recubierta. 3. Se recomienda realizar más ciclos de lavado y enjuague con hidrolavadora de los elementos intervenidos.
5	63,8	24,7	0	143	171,6	No aceptable	<ul style="list-style-type: none"> • Se evaluó la 2da prueba de Parche Bresle en superficie de cobertores, obteniendo un valor de 171.6 mg/m², resultado mayor al máximo permitido. La superficie no se encuentra apta para ser recubierta. • 2. Se recomienda realizar más ciclos de lavado y enjuague a los elementos.

6	63,8	24,7	0	46	55,2	No aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó la 3ra prueba de Parche Bresle, obteniendo un valor de 55.2 mg/m², resultado mayor al máximo permitido. La superficie no se encuentra apta para ser recubierta. 2. Se recomienda realizar más ciclos de lavado y enjuague de los elementos intervenidos.
7	63,8	24,7	0	29	34,8	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó la 3ra prueba de Parche Bresle, obteniendo un valor de 34.8 mg/m², resultado aceptable. La superficie se encuentra en buenas condiciones para ser aplicada con recubrimiento.
8	63,9	24,9	0	16	19,3	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> 1. De la prueba de Parche Bresle se obtiene un valor de 19.2 mg/m², resultado aceptable. Antes de obtener este valor, se obtuvo cero, por lo cual se solicitó a la contratista realizar una prueba adicional, a fin de obtener un valor real.
9	63,9	24,9	0	18	21,6	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó la prueba adicional solicitada de Parche Bresle, obteniendo un valor de 21.6 mg/m², resultado aceptable. La superficie se encuentra en buenas condiciones para ser aplicada con recubrimiento.
10	61,8	26,6	0	13	15,6	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> Se realizó la prueba de Parche Bresle, obteniendo un valor de 15.6 mg/m², resultado dentro del rango aceptable. La superficie se encuentra en buenas condiciones para ser aplicada con recubrimiento.
11	64,0	29,1	0	15	18	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> 1. Se realizó la primera prueba de Parche Bresle, del cual se obtuvo un valor de 18 mg/m², resultado aceptable.
12	64,0	29,1	1	19	21,6	Aceptable	<ul style="list-style-type: none"> 1. Se realizó la segunda prueba de Parche Bresle, del cual se obtuvo un valor de 21.6 mg/m², resultado aceptable. 2. La superficie se encuentra en buenas condiciones para ser aplicada con recubrimiento.

Nota. Elaboración propia.

La Figura 14, evidencian los análisis de conductividad de las pruebas Bresle de los cobertores. De acuerdo al Anexo 7, se obtuvo 22,8, 34,8, 19,3, 21,6, 15,6, 18,0 y 21,6 mg/m² de conductividades al final, siendo aceptables para el pintado.

Nº	Valor del agua - blanco	Valor de la superficie
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Figura 14. Valores del blanco y superficie para la prueba de Parche Bresle en coberturas

Nota. Elaboración propia.

4.1.2.3 Control de calidad en la preparación de superficie

Después de aplicarse la escoria de cobre, se realizó la verificación visible de contaminantes en la superficie, en la Figura 15 se aprecia su análisis, tanto para los contenedores, estructuras y cobertores.



Figura 15. Análisis de contaminantes en la superficie.

Nota. Elaboración propia.

Antes de la aplicación de pintura se debe eliminar todo el polvo remanente de la superficie con aire comprimido a presión escobillones de cerdas duras y limpias y finalmente con trapos humedecidos con solventes epóxico. Si no se alcanza este valor se procederá a volver a limpiar con aire comprimido hasta alcanzar el valor aceptable.

Se aprecia en la Figura 16, la cinta replica (blanca) para medir la rugosidad de la superficie, para ello se adhiere a la superficie y luego se frota para su rugosidad y posterior a ello se verifica con el medidor de perfil de anclaje con respecto a los parámetros, según 2 a 3 mils, se precisa de que una alta rugosidad ocasionará un mayor consumo de pintura, importante aunque no siendo controlable ya que esta depende de la antigüedad de la plancha o exceso de escoriado, la rugosidad es importante para que el pintado también sea duradero.



Figura 16. Aplicación de la cinta de nivel de polvo en la superficie escoriada.

Nota. Elaboración propia.

Después de que las sales de conductividad arrojen dentro de los parámetros normales, se utiliza aire, comprimido para retirar todas las partículas de suciedad, polvo, humedad o cualquier contaminante. La Figura 17 evidencia la cinta de polvo en la superficie escoriada a efectos de identificar el nivel de polvo respecto al patrón de comparación.

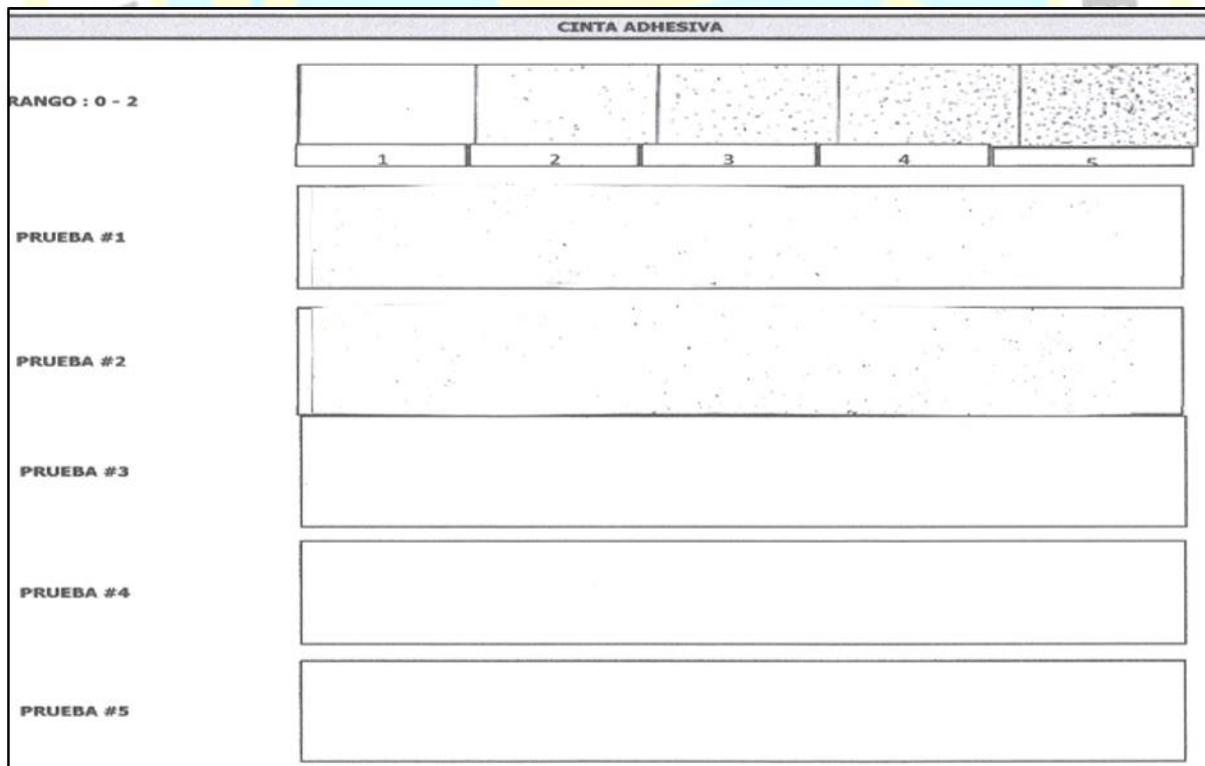


Figura 17. Prueba de nivel de polvo por cinta adhesiva

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 18 se indica el medidor de rugosidad para la cinta métrica, importante para determinar el consumo de pintura.



Figura 18. Medidor de rugosidad de perfil de anclaje en mils.

Nota. Elaboración propia.

Containers

Los contenedores limpiados antes de su escoriado, se muestran en la Figura 19, donde se aprecia zonas oxidadas, a efectos de identificar y tener mayor control en esas zonas y de esta manera garantizar una correcta preparación superficial para el siguiente proceso de pintado.



Figura 19. Contenedores antes de la preparación de superficie

Nota. Elaboración propia.

Se indica en la Tabla 8 el resumen de los análisis realizados a los contenedores con las observaciones y comentarios. Se precisa que el control se da hasta que sea favorable.

Tabla 8

Preparación de superficie de containers

N°	Componente	Tipo de abrasivo	Contaminante visible		Cinta replica promedio		Observaciones / Comentarios
			Presencia	Observaciones	mils	Observaciones	
1	Vistas lateral y frontal de las superficies que serán tratadas.	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles y/o defectos por soldadura. 	4,2	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> Se encontró sombras oscuras en pits de corrosión dispersos debido al alto grado de corrosión del material, los cuales fueron reprocesados. La preparación de superficie en interior de las 8 cantoneras no alcanzó el grado requerido, lo cual queda pendiente por corregir el día de mañana.
2	Cara lateral de Container #1 Cara lateral y frontal de Container #2	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes, defectos por soldadura y cualquier otro agente extraño 	4,1 4,1	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> En el Container #2 la superficie debido a la corrosión por picadura, presenta pitting en zonas aleatorias del container. Debido a ello la superficie del container es irregular y presenta pérdida de espesor en las paredes. En la borde inferior del container #2 se presenta pérdida de material debido a la corrosión. En el cotainer #1 en la parte inferior se realizó el chorro abrasivo hasta el alcance permitido para el operario.
3	Container #2 - caras laterales y techo	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes, defectos por soldadura y cualquier otro agente extraño. El techo presenta agujeros en distintas zonas, pérdida de material, por efecto de la corrosión. 	4,0	Ninguna	<ul style="list-style-type: none"> Toda la superficie del container #2 después de haber sido tratado con chorro abrasivo, muestra zonas irregulares por corrosión por pitting (picadura) ocasionando pérdida de material. Particularmente en el techo se observa agujeros aleatoriamente.

Nota. Elaboración propia.



Figura 20. Superficie preparada de los contenedores después del escoriado

Nota. Elaboración propia.

Después de haberse limpiado la superficie esta debe estar exenta de óxidos u otros contaminantes. La Figura 20 muestra el estado en que quedan los contenedores para el control de calidad del proceso del escoriado.

Estructuras

Las estructuras previamente limpiadas, se muestran en la Figura 21, donde también se pueden evidenciar zonas de óxido, las que deben ser monitoreados y controlados con mayor frecuencia y exigencia.



Figura 21. Estructuras antes de la preparación de superficie

Nota. Elaboración propia.

El control de contaminantes visibles, rugosidad y cinta de polvo se da en la Tabla 9.

Tabla 9

Preparación de superficie de estructuras

N°	Componente	Tipo de abrasivo	Contaminante visible		Cinta replica promedio		Observaciones / Comentarios
			Presencia	Observaciones	mils	Observaciones	
1	Estructuras diversas - Zona 1 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. Entre viga h y canal c, se encontró espacio muy reducido por lo cual en dicho espacio no se alcanzó el grado de preparación de superficie especificado 	4,0	Los valores de perfil obtenidos son mayor al rango especificado, lo cual implicaría un mayor consumo de pintura.	<ul style="list-style-type: none"> Debido a la falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación de superficie en áreas de difícil acceso para el operario, se está utilizando herramientas manuales y de poder a fin de eliminar restos de corrosión y pintura. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad se minimiza, lo cual no es recomendable ya que la adherencia con la pintura es directamente proporcional con el perfil de anclaje de la superficie a pintar.
					4,8		
					5,1		
2	Estructuras diversas - Zona 1 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. Entre viga h y canal c, se encontró espacio muy reducido por lo cual en dicho espacio no se alcanzó el grado de preparación de superficie especificado. 	4,3	Los valores de perfil obtenidos son mayores al rango especificado, lo cual implicaría un mayor consumo de pintura.	<ul style="list-style-type: none"> Debido a la falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación de superficie en áreas de difícil acceso para el operario, se está utilizando herramientas manuales y de poder a fin de eliminar restos de corrosión y pintura. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad se minimiza, lo cual no es recomendable.
					4,6		
					4,2		
3	Estructuras diversas - Zona 5 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. Entre viga h y canal c, se encontró espacio muy reducido por lo cual en dicho espacio no se alcanzó el grado de preparación de superficie especificado 	4,6	Los valores de perfil obtenidos son mayores al rango especificado, lo cual implicaría un mayor consumo de pintura.	<ul style="list-style-type: none"> Falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación superficial en áreas inaccesibles para el operario, se viene utilizando herramientas manuales y de poder para eliminar estos restos de corrosión y pintura. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad se minimiza, lo cual no es recomendable ya que la adherencia con la pintura es directamente proporcional con el perfil de anclaje de la superficie a pintar.
					4,3		
					4,9		

4	Estructuras diversas - Zona 5 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. Entre viga h y canal c, se encontró espacio muy reducido por lo cual en dicho espacio no se alcanzó el grado de preparación de superficie especificado 	4,7 4,3	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil obtenidos son mayores al rango especificado, lo cual implicaría un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> A falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación de superficie en áreas de difícil acceso para el operario, se viene utilizando herramientas de poder y manuales para eliminar restos de corrosión y pintura antigua. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad se minimiza, lo cual no es recomendable ya que la adherencia con la pintura es directamente proporcional con el perfil de anclaje de la superficie a pintar.
5	Estructuras diversas - Zona 5 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. 	4,7 4,3	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil obtenidos son mayores al rango especificado, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> A falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación de superficie en áreas de difícil acceso para el operario, se viene utilizando herramientas manuales y de poder para eliminar restos de corrosión y pintura. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad máximo alcanzado es de 1.0 mils lo cual empobrece la buena adherencia con la pintura.
6	Estructuras diversas - Zona 5 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. 	5,0 5,0	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil obtenidos son mayores al rango especificado, lo cual implicaría un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> A falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación superficial en áreas inaccesibles para el operario, se viene utilizando herramientas manuales y de poder para eliminar restos de corrosión y pintura. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad máximo alcanzado es de 1.0 mils lo cual empobrece la buena adherencia con la pintura.
7	Estructuras diversas - Zona 2 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. Entre viga h y canal c, se encontró espacio muy reducido por lo cual en dicho espacio no se alcanzó el grado de preparación de superficie especificado. 	4,2 4,7	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil obtenidos son mayores al rango especificado, lo cual implicaría un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> A falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación de superficie en áreas de difícil acceso para el operario, se viene utilizando herramientas manuales y de poder para eliminar restos de corrosión y pintura. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad máximo alcanzado es de 1.0 mils lo cual empobrece la buena adherencia con la pintura.

8	Estructuras diversas - Zona 2 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. Entre viga h y canal c, se encontró espacio muy reducido por lo cual en dicho espacio no se alcanzó el grado de preparación de superficie especificado 	2,3 3,5	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil obtenidos son mayores al rango especificado, lo cual implicaría un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> A falta de herramientas requeridas para alcanzar el grado de preparación de superficie en áreas de difícil acceso para el operario, se viene utilizando herramientas manuales y de poder para eliminar restos de corrosión y pintura. En estas zonas tratadas con herramientas manuales y de poder, el perfil de rugosidad máximo alcanzado es de 1.0 mils lo cual empobrece la buena adherencia con la pintura.
9	Estructuras diversas - Zona 2 LOOP Variable	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se visualizaron contaminantes, defectos por soldadura y cualquier otro agente extraño adherido a la superficie. Entre viga "H" y canal "C", por diseño se forman unos cajones de espacio muy reducido que no permiten alcanzar el grado de preparación de superficie especificado. 	5,1 4,6	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna 	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil de anclaje obtenidos son mayores al rango especificado, provocando un mayor consumo de la primera capa. A falta de herramientas adecuadas para alcanzar el grado de preparación de superficie especificado en áreas de difícil acceso para el operario, se usan herramientas manuales y mecánicas.
10	Estructuras diversas - Zona 2 LOOP Variable	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> En una de las vigas que se pintaron ayer, se encontró la presencia de rebabas de soldadura. 2. Entre viga "H" y canal "C", por diseño se forman unos cajones de espacio muy reducido que no permiten alcanzar el grado de preparación de superficie especificado. 	4,9 4,3	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna 	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil de anclaje obtenidos son mayores al rango especificado, provocando un mayor consumo de la primera capa A falta de herramientas adecuadas para alcanzar el grado de preparación de superficie especificado en áreas de difícil acceso para el operario, se usan herramientas manuales y mecánicas. Se indicó que la rebaba de soldadura debe ser eliminada.
11	Estructuras diversas - Zona 4 LOOP Variable	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> 1. En una de las vigas que se pintaron ayer, se encontró las huellas de dos soldaduras antiguas que se anulaban pero que dejó una superficie irregular. 	3,75 4,2	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna 	<ul style="list-style-type: none"> Los valores de perfil de anclaje obtenidos son mayores al rango especificado, provocando un mayor consumo de la primera capa Como parte de la superficie plana del alero de una viga tiene 2 zonas puntuales con presencia de soldadura antigua anulada y al ver que no puede ser homogenizada con una herramienta mecánica, se recomendó que al momento de pintar debe de ser reforzada con una capa de refuerzo (stripe coat) de pintura en primera y segunda capa.

12	Estructuras diversas - Zona 4 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. Entre viga h y canal c, se observó espacio reducido por el cual no es posible ingresar la boquilla de chorro, imposibilitando su limpieza. 	4,3 4,2	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de preparación de superficie en áreas inaccesibles, no alcanza el óptimo requerido; debido al diseño de las estructuras montadas, se limita a realizar una limpieza de restos de corrosión y pintura antigua mediante herramientas manuales (picotas, cinceles, lijas).
13	Estructuras diversas - Zona 4 LOOP VARIABLE	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. Entre viga h y canal c, se observó espacio reducido por el cual no es posible ingresar la boquilla de chorro, imposibilitando su limpieza. 	4,5 4,0	<ul style="list-style-type: none"> 1. Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de preparación superficial obtenido en áreas de difícil acceso, no alcanza el óptimo requerido; debido al diseño de las estructuras montadas, se limita a realizar una limpieza de restos de corrosión y pintura antigua mediante herramientas manuales (picotas, cinceles, lijas).
14	Estructuras diversas - SOPORTE DE SPOOLS	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,0 4,3 4,5	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de preparación de superficie en 8 soportes se obtuvo resultados óptimos requeridos.
15	Estructuras diversas - Zona Loop variable 3	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,4 4,2 4,1	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de limpieza en los cobertores cumplió con la norma SSPC SP5.
16	Estructuras diversas - Zona 3 Loop variable (zona baja)	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,3 4,3 4,5	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de preparación de superficie cumplió con la norma SSPC SP5. En las áreas de difícil acceso con la boquilla de chorro abrasivo, el grado de limpieza alcanzado es igual SSPC-SP2.

17	Cabina de arenado : Soportes tipo marco	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,5 5,4 5,7	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de preparación de superficie obtenido cumple con la norma SSPC SP5.
18	Estructuras soporte de tubería de 4".	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,5 4,0 4,0	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de limpieza de chorro abrasivo obtenido cumple con la norma SSPC SP5.
19	Estructuras diversas - Soporte base de escalera	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,1 4,3 4,6	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de limpieza en la estructura cumplió con la norma SSPC SP5.
20	Soporte de escalera.	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,2 4,1 3,8	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de limpieza de chorro abrasivo obtenido cumple con la norma SSPC SP5.
21	Soporte de escalera. Soporte de Spool.	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	3,6 4,0 4,2	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de limpieza de chorro abrasivo obtenido cumple con lo establecido en la norma SSPC SP5.

Nota. Elaboración propia.



Figura 22. Superficie preparada de estructuras después del escoriado

Nota. Elaboración propia.

Después de haberse limpiado, la superficie de estructuras debe estar libre de óxidos u otros contaminantes. La Figura 22 muestra el estado en que quedan las estructuras para el control de calidad del proceso del escoriado.

Cobertores

Los cobertores, como se observa en la Figura 23, también evidencian zonas de óxido, las que se les puede considerar como punto de control de monitoreo.



Figura 23. Cobertores antes de la preparación de superficie

Nota. Elaboración propia.

El control de contaminantes visibles, rugosidad y cinta de polvo se da en la Tabla 10.

Tabla 10

Preparación de superficie de cobertores

N°	Componente	Tipo de abrasivo	Contaminante visible		Cinta replica promedio		Observaciones / Comentarios
			Presencia	Observaciones	mils	Observaciones	
1	Cobertores de spools	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> 1. No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,4 4,2 4,3	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de preparación de superficie de los elementos trabajados cumplen con la norma SSPC-SP5. En interior de cobertores se encontró material aislante de color naranja el cual no fue afectado por el chorro abrasivo.
2	Cobertores de spools	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,8 4,5 4,5	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de preparación de superficie de los elementos trabajados cumplen con la norma SSPC-SP5. En interior de cobertores se encontró material aislante de color naranja y azul el cual no fue dañado por el chorro abrasivo.
3	Cabina de arenado - Tapas metálicas	Escoria de Cu	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> No se observó contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie luego del chorro abrasivo. 	4,0 4,1 4,3	<ul style="list-style-type: none"> Los valores obtenidos son mayores al rango de valores especificados, lo cual implica un mayor consumo de pintura. 	<ul style="list-style-type: none"> El grado de limpieza en las tapas metálicas cumple con la norma SSPC SP5.

Nota. Elaboración propia.



Figura 24. Superficie preparada de cobertores después del escoriado

Nota. Elaboración propia.

Posterior a la limpieza de cobertores, ellas deben estar exentas de óxidos u otros contaminantes. La Figura 24 muestra el estado en que quedan las estructuras para el control de calidad del proceso del escoriado.

4.1.3 Control de calidad en el pintado

4.1.3.1 Verificación y control de condiciones ambientales y temperatura de superficie

Para aplica la pintura base, aplicar la primera base, para ello se deberá considerar las condiciones ambientales de acuerdo a los criterios específicos de la ficha técnica de la pintura a utilizar. En la Figura 25 se muestra los modelos de dos medidores utilizado en el control.



Figura 25. Medidores de las condiciones ambientales

Nota. Elaboración propia.

En las Tablas 11, 12 y 13 se muestran las condiciones ambientales en el pintado de contenedores, estructuras y cobertores. Estos son referenciales para y durante la aplicación de la pintura en lo que respecta a las buenas condiciones durante el proceso de aplicación.

Tabla 11

Análisis de calidad del aire durante el pintado de contenedores

N°	Humedad Relativa (%)	T° Bulbo Seco (°C)	T° Bulbo Húmedo (°C)	Punto de Rocío	T° de Superficie	Diferencia de T° (T° de superficie - Punto de rocío)
1	56,8	25,3	19,5	16,1	22,3	6,2
2	60,5	26,2	20,8	17,9	22,0	4,1
3	41,0	31,1	21,7	16,3	26,6	10,3
4	39,8	31,8	21,9	16,4	24,2	7,8
5	55,7	24,9	19,0	15,5	24,0	8,5
6	52,5	24,2	17,9	13,9	32,3	18,4
7	59,7	21,3	16,4	13,2	22,6	9,4
8	75,0	21,3	19,3	16,2	19,2	3,0
9	70,0	20,3	16,8	14,6	19,5	4,9
10	80,3	20,6	18,7	17,1	20,3	3,2
11	69,8	21,1	17,5	15,4	19,5	4,1
12	60,6	24,0	17,8	14,7	24	9,3
13	50,2	26,0	19,0	14,8	23,1	8,3
14	57,0	25,6	21,5	16,5	19,6	3,1
15	79,8	20,3	18,0	16,0	19,4	3,4
16	59,8	23,7	18,5	15,4	22,7	7,3
17	60,4	22,3	17,4	14,2	21,8	7,6
18	66,8	21,3	17,3	14,9	20,9	6,0

Nota. Elaboración propia.

En el proceso de pintado de contenedores, las Figura 26 y 27 evidencian que ambos parámetros de calidad se encuentran bajo control.

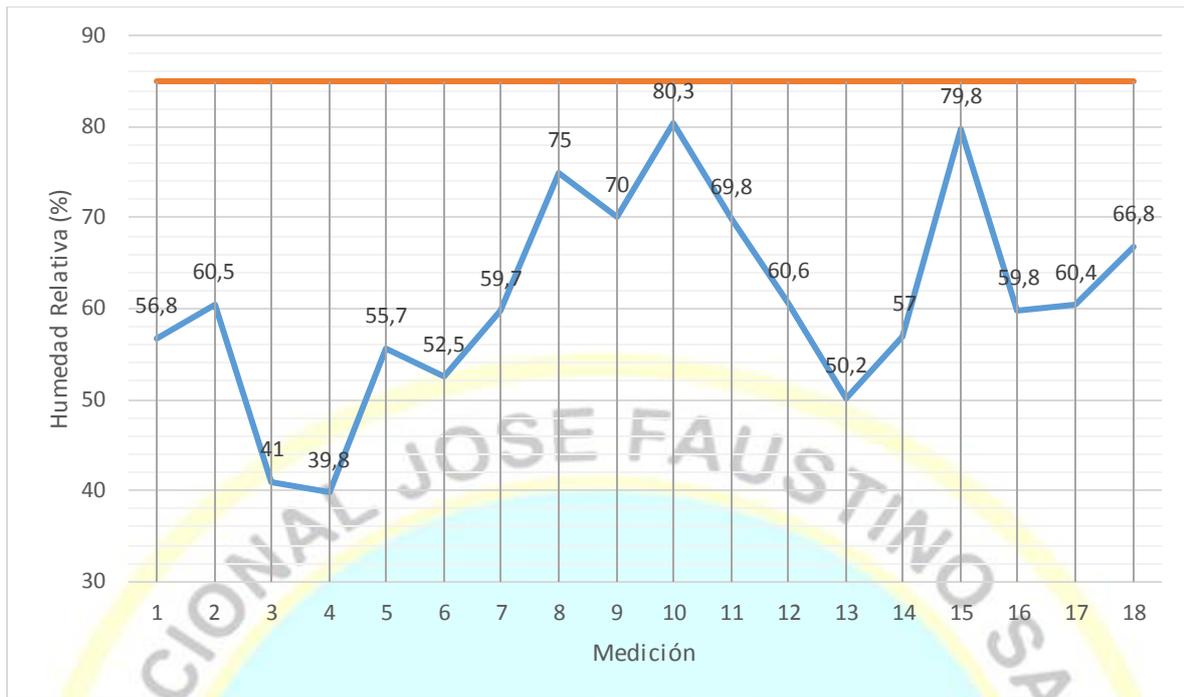


Figura 26. Gráfico de control para la humedad relativa en pintado de contenedores

Nota. Elaboración propia.

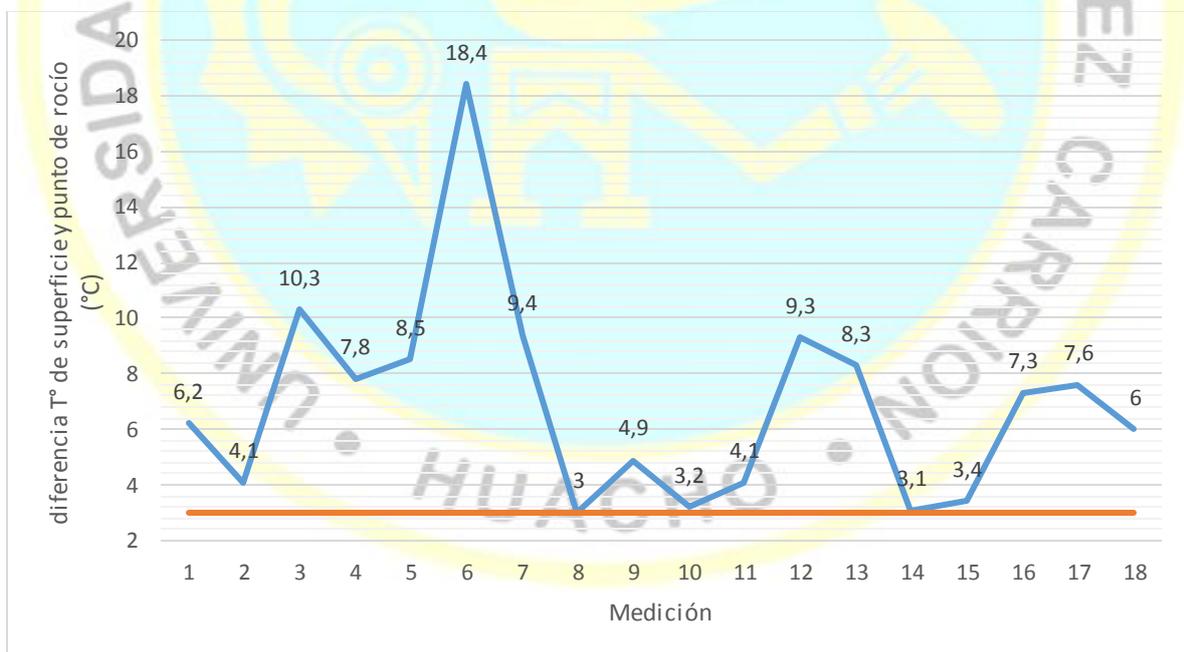


Figura 27. Gráfico de control para diferencia T° de superficie y punto de rocío en pintado de contenedores.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

Análisis de calidad del aire durante el pintado de estructuras

Nº	Humedad Relativa (%)	Tº Bulbo Seco (°C)	Tº Bulbo Húmedo (°C)	Punto de Rocío	Tº de Superficie	Diferencia de Tº (Tº de superficie - Punto de rocío)
1	80,3	20,3	17,8	16,7	20,4	3,7
2	75,5	23,0	19,9	18,4	24,9	6,5
3	60,1	27,4	21,8	19,0	23,4	4,4
4	82,6	19,5	17,5	16,5	19,8	3,3
5	67,0	24,7	20,4	18,2	25,2	7,0
6	48,5	28,1	20,1	15,1	20,4	5,3
7	63,0	27,3	22,1	19,6	26,3	6,6
8	81,2	20,4	18,4	17,1	20,6	3,6
9	74,5	22,0	19,0	17,3	22,4	5,1
10	65,5	26,5	22,4	19,4	26,7	7,3
11	73,1	22,7	20,7	17,6	22,8	5,3
12	66,2	25,1	20,6	18,4	23,3	4,9
13	70,7	22,7	19,2	17,0	23,6	6,5
14	65,4	23,5	19,5	16,7	24,6	7,9
15	79,2	20,4	18,4	16,7	20,6	3,9
16	64,3	24,9	20,2	17,3	20,3	3,0
17	63,9	21,4	19,2	16,6	21,4	4,8
18	76,4	20,7	17,9	16,4	20,4	4,1

Nota. Elaboración propia.

Asimismo, del análisis de los datos recopilados, para el control del proceso de pintado de estructuras, las Figura 28 y 29 evidencian que ambos parámetros de calidad se encuentran bajo control.

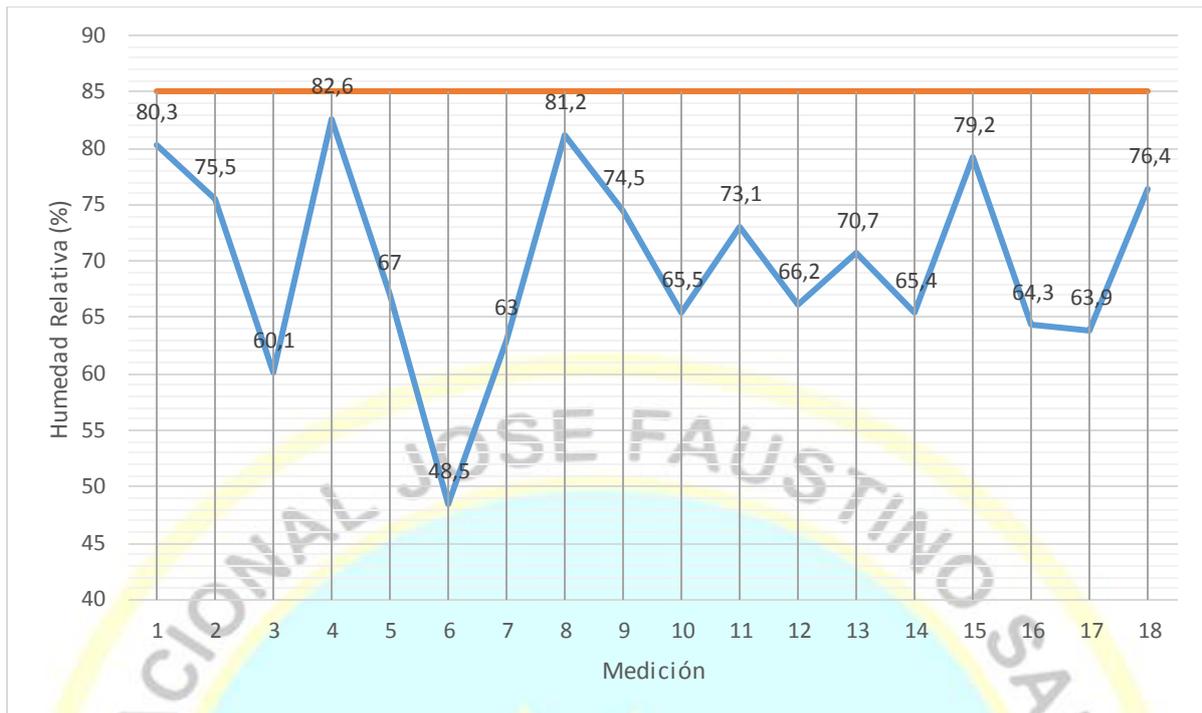


Figura 28. Gráfico de control para la humedad relativa en pintado de estructuras.

Nota. Elaboración propia.

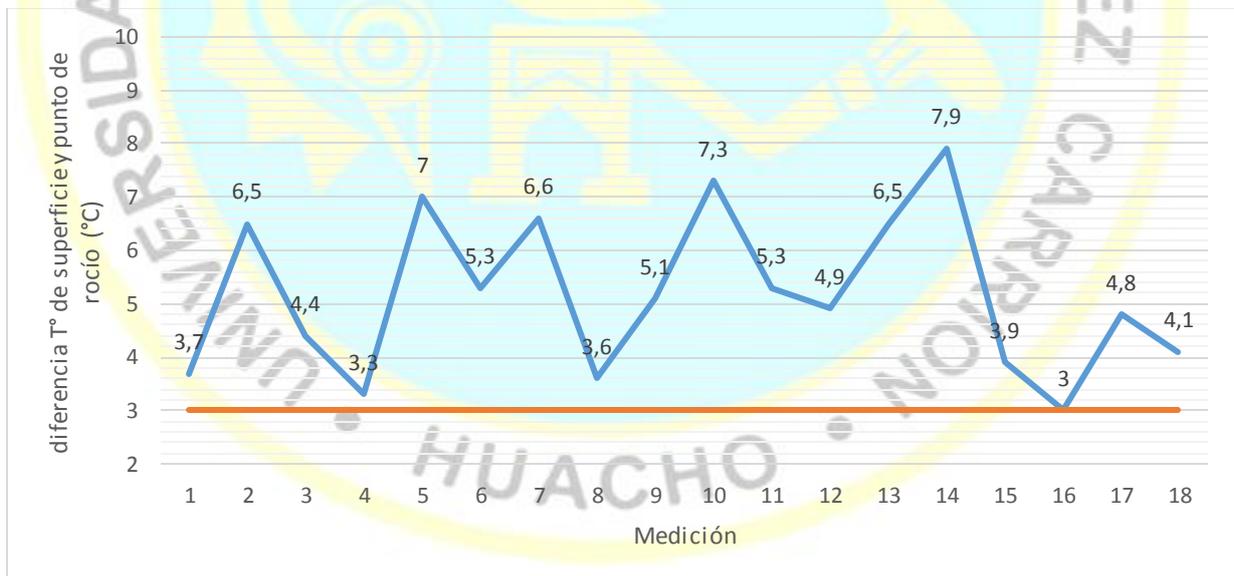


Figura 29. Gráfico de control para diferencia T° de superficie y punto de rocío en pintado de estructuras.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 13

Análisis de calidad del aire durante el pintado de cobertores

Hora	Humedad Relativa (%)	T° Bulbo Seco (°C)	T° Bulbo Húmedo (°C)	Punto de Rocío	T° de Superficie	Diferencia de T° (T° de superficie - Punto de rocío)
1	64,0	29,1	23,8	21,6	26,9	5,3
2	70,9	29,9	25,6	24,0	27,3	3,3
3	69,4	27,4	23,1	21,3	24,9	3,6
4	78,4	24,8	22,1	20,8	23,8	3,0
5	83,0	24,8	22,6	21,7	29,1	7,4
6	69,2	27,6	23,3	21,5	28,7	7,2
7	70,0	27,5	23,3	21,5	27,5	6,0
8	72,7	27,0	23,0	21,0	26,0	5,0
9	79,3	25,0	22,3	21,2	27,1	6,0
10	66,7	28,4	23,7	21,6	29,1	7,5
11	64,6	27,7	23,5	21,3	27,7	6,4
12	64,9	27,1	22,1	19,9	28,8	9,0
13	75,9	22,9	18,9	18,4	22,9	4,5
14	72,9	26,0	22,4	20,8	29,3	8,5
15	72,3	22,7	19,3	17,5	21,3	3,8
16	72,7	23,2	19,8	18,1	21,4	3,4
17	74,7	21,0	18,1	16,4	19,5	3,1
18	75,3	23,4	20,3	18,8	25,0	6,2

Nota. Elaboración propia.

También las Figura 30 y 31 evidencian para el pintado de cobertores que ambos parámetros de calidad se encuentran bajo control. La Tabla 11, 12 y 13, indican que las condiciones ambientales en la zona de trabajo estaban expuestas a mucho salitre, sales y la exigencia es bastante estricta a efectos de atenuar y controlar la aplicación de pintado, limitándose el pintado en el horario diurno preferentemente por tales condiciones.

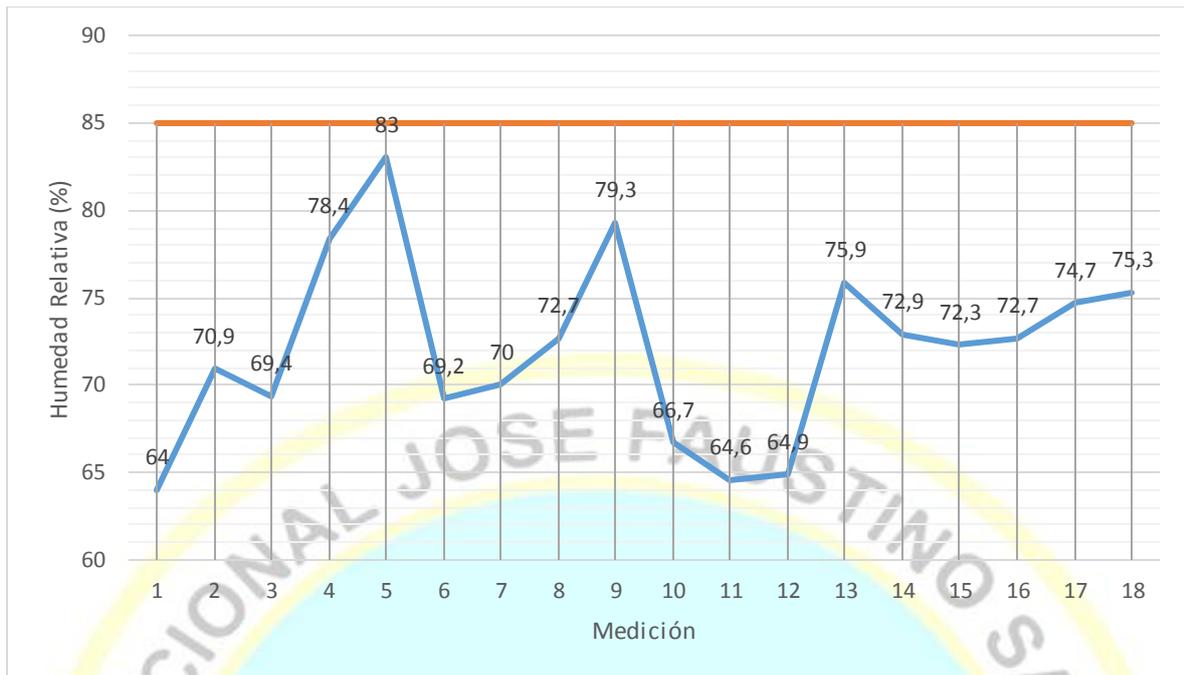


Figura 30. Gráfico de control para la humedad relativa en pintado de cobertores.

Nota. Elaboración propia.

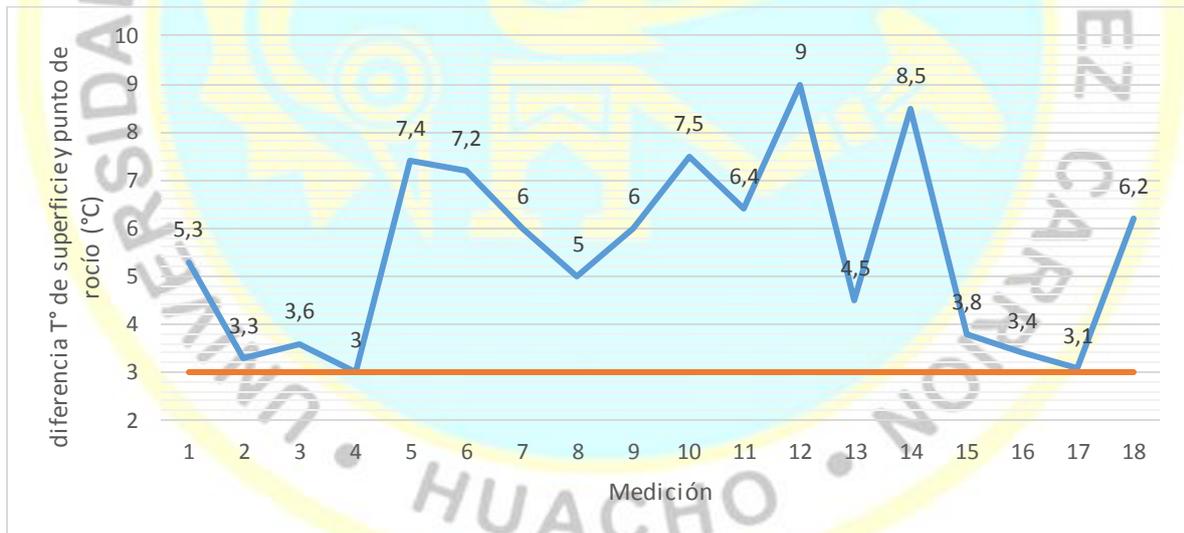


Figura 31. Gráfico de control para diferencia T° de superficie y punto de rocío en pintado de cobertores.

Nota. Elaboración propia.

4.1.3.2 En capas de pintura

Prueba de espesor de película

La Figura 32 indica que cuando se está pintando y la capa esta húmeda el pintor introduce el calibrador de espesor “galleta” de película húmeda a efectos de controlar en tiempo real el espesor de película aplicada. También se indican las mediciones después del proceso de pintado para su verificación y ajuste de acuerdo al parámetro correspondiente a la capa de pintura.



Figura 32. Control de espesor durante el pintado y en seco.

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 14, 15 y 16 se indican los resultados del control de calidad del espesor de la primera y segunda capa de dos modelos de equipos medidores de espesor en el aseguramiento de la calidad de espesor final, previo a ello el instrumento debe estar calibrado y el punto de medición es a libre criterio del supervisor. En zonas detectadas bajas, se indica para su repaso con brocha, en zonas de exceso se indica para su rebaje con lija # 80 hasta el espesor recomendado retirando con tiner el excedente de polvo. El pintado con brocha se hace necesario en zonas donde no ha accedido la boquilla capa de refuerzo o STRIPE COAT. Se precisa de buenas condiciones ambientales para la correcta aplicación del poliuretano, siendo afectada por bajas temperaturas.

Tabla 14

Medición de espesores pintura "en seco" para contenedores

Capa	Descripción elemento	Medición (mils)					Promedio
		1	2	3	4	5	
1ra	Lateral derecho	12,03	14,50	10,63	11,77	13,02	12,39
	Frontal	9,43	13,13	15,33	18,30	19,10	15,06
	Posterior	9,70	13,23	8,10	16,20	10,30	11,51
	Techo	21,83	9,93	10,27	12,47	28,97	16,69
1ra + 2da	Lateral derecho	15,43	15,37	15,97	13,8	11,37	14,39
	Frontal	16,87	17,47	11,10	12,67	10,80	13,78
	Posterior	17,30	15,47	17,77	16,93	13,33	16,16
	Techo	26,10	22,00	24,80	31,10	22,90	25,38

Nota. Elaboración propia.

Tabla 15

Medición de espesores pintura "en seco" para estructuras

Zona	MEDICION (MILS)															Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
2	9,5	9,7	9,6	11,5	9,4	11,9	11,5	11,1	11,0	10,1	11,5	15,4	10,1	10,5	15,9	11,2
2	10,1	10,5	15,9	10,5	16,2	13,6	12,1	12,2	19,1	12,1	16,1	11,2	10,4	10,9	9,2	12,7
2	8,6	11,9	16,2	8,8	16,1	14,8	10,6	10,3	9,4	10,6	11,1	10,3	12,4	13,7	15,8	12,0
2	14,9	11,1	17,7	15,6	11,3	10,7	11,7	14,9	10,9	12,2	15,4	19,1	10,6	16,5	10,8	13,6
2	12,3	14,3	16,2	11,0	14,5	11,2	8,7	9,1	10,1	17,4	11,5	10,9	14,0	17,6	11,1	12,7
2	11,6	10,0	14,6	11,5	10,6	12,9	18,0	8,3	14,7	15,6	10,1	13,0	13,4	12,4	12,0	12,6
2	17,7	10,9	12,0	13,9	15,2	10,6	18,9	17,5	18,3	20,1	13,3	11,2	11,4	10,4	11,3	14,2
2	11,1	10,4	22,5	9,2	12,3	8,2	9,1	20,9	17,7	25,3	10,5	10,2	10,2	10,3	9,4	13,2
2	10,3	10,3	10,9	10,3	10,2	20,3	20,4	20,1	20,4	20,2	20,6	13,1	14,8	25,2	22,2	16,6
2	20,8	23,7	19,5	15,5	14,6	16,3	17,1	8,5	10,6	11,0	12,0	10,7	10,9	10,8	21,3	14,9
2	10,1	15,7	15,3	12,9	19,7	10,8	11,0	8,9	14,4	10,6	17,2	23,3	23,4	12,5	21,8	15,2
2	14,6	9,3	15,1	16,3	17,0	18,1	23,4	13,0	11,9	12,8	17,3	17,7	15,5	17,5	15,2	15,6
2	18,9	21,2	23,3	13,2	10,0	16,6	22,0	20,7	23,2	14,2	13,9	16,8	15,3	12,9	10,6	16,9
2	14,8	16,8	16,2	13,1	14,4	9,4	17,1	13,7	14,3	23,3	15,9	14,5	22,8	14,7	11,7	15,5

Nota. Elaboración propia.

Tabla 16

Medición de espesores pintura "en seco" para cobertores

Cobertor	Medición (mils)					Promedio
	1	2	3	4	5	
1	19,8	22,8	25,7	23,3	22,8	22,9
2	28,8	27,3	26,3	26,7	20,1	25,8
3	25,1	18,8	22,2	24,4	23,6	22,8
4	23,4	18,4	18,3	19,9	27,9	21,6
5	19,8	22,8	25,7	23,3	22,8	22,9

Nota. Elaboración propia.

Prueba de Adherencia por corte y tracción

En la Figura 33, después de haber terminado con el proceso de pintado de dos capas. Se realiza a prueba de corte y tracción en cada elemento intervenido, para ello se prepara una probeta de forma cuadrada la que se aplicó los mismos procedimientos hasta el pintado de las unidades a evaluar.



Figura 33. Lavado y chorreado de la probeta.

Nota. Elaboración propia.

La Figura 34 evidencia la resistencia y durabilidad de la pintura en el material en el control de calidad del correcto proceso de aplicación. Con la prueba de adherencia se garantiza que el proceso de pintado se realizó bajo condiciones óptimas de calidad en todo el proceso.

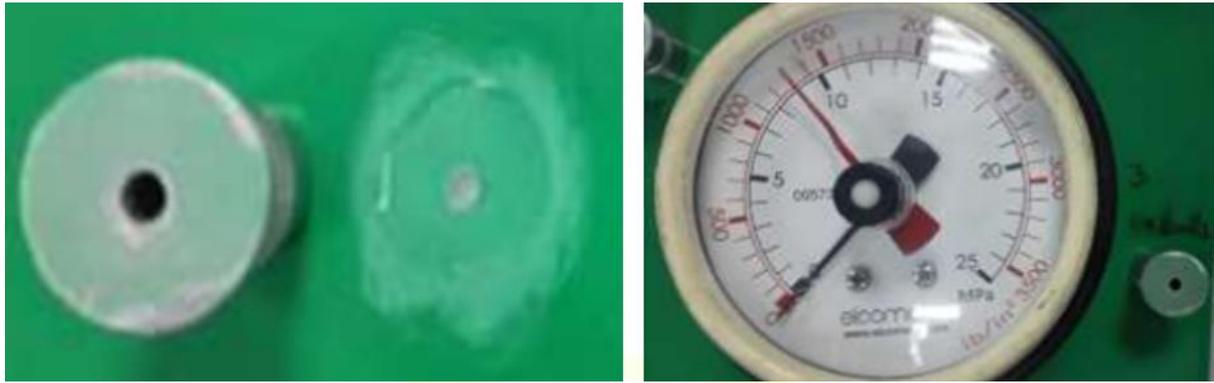


Figura 34. Prueba de adherencia por corte y tracción.

Nota. Elaboración propia.

Se realizó una muestra en la probeta con el mismo proceso para ser analizado en el laboratorio, En la Tabla 17, evidencian que las tracciones evaluadas bajo el sistema Jet Pox SP1000/Jetshield oscilan entre 1 300 a 1 450 siendo resultados aceptables para las fallas obtenidas.

Tabla 17

Medición de la adherencia de la pintura

Probeta	Espesor (mils)	Presión (Psig)	Ubicación	Falla porcentual		
				Adhesión	Cohesión	pegamento
14,6	14,6	1 450	Primera capa	15		
			Segunda capa	65		
			Pegamento	20		
15,1	15,1	1 300	Primera capa			
			Segunda capa	40		
			Pegamento	60		
17,8	17,8	1 300	Primera capa			
			Segunda capa	95		
			Pegamento	5		

Nota. Elaboración propia.

4.2 Contratación de hipótesis

4.2.1 Contraste de hipótesis general

Dada la naturaleza de estudio descriptivo y considerando el contraste de hipótesis en todas las etapas del proceso de pintado que se detallan a continuación, se puede concluir que los estándares de calidad se cumplen en el pintado de estructura, cobertores de spool y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarmey.

4.2.2 Contraste de calidad de la escoria de cobre

Hipótesis de investigación 1:

Los estándares de calidad se cumplen para el abrasivo (pH, conductividad, humedad y materiales extraños) y el aire comprimido (presión, agua y aceite) utilizados en la preparación de superficies de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarmey.

4.2.2.1 Contraste del pH del abrasivo

Hipótesis estadística;

Para el nivel inferior de calidad:

Ho: El pH en la escoria de cobre es menor igual a 6.

Ha: El pH en la escoria de cobre es mayor a 6.

Para el nivel superior de calidad:

Ho: El pH en la escoria de cobre es mayor igual a 8.

Ha: El pH en la escoria de cobre es menor a 8.

Significancia

Para todos los contrastes se utilizará una significancia α de 0,05 (5,00 %).

Prueba de normalidad:

La prueba de Shapiro-Wilk para los valores de pH se indica en la Tabla 18, donde el p-valor calculado 0,201 es mayor al α de 0,05 de significancia, por lo que los valores de pH en la escoria de cobre presentan distribución normal.

Tabla 18

Prueba Shapiro-Wilk de normalidad para el pH de la escoria de cobre.

Parámetro	Valor
Estadístico	0,852
p-valor	0,201

Nota. Elaboración propia.

Por tanto, la prueba estadística utilizada es la t de Student para muestra única.

Estimación p-valor

Tabla 19

Prueba t de Student para el pH de la escoria de cobre.

Valor de comparación	t	gl	Sig bilateral	Dif. medias	IC a 95 %		p-valor
					Inferior	Superior	
Para pH 6	27,667	4'	0,000	1,66000	1,4934	1,8266	0,0000
Para pH 8	-5,667	4	0,005	-,34000	-,5066	-,1734	0,0025

Nota. Elaboración propia.

Interpretación.

E acuerdo a las hipótesis planeadas, para el pH de 6 se obtiene un p-valor de 0,000 y un valor de t de 27,667 aceptándose la hipótesis del investigador (H_a) que el pH en la escoria de cobre es mayor a 6. Asimismo, para el pH de 8 se obtiene de acuerdo a las hipótesis un p-valor

de 0,0025 y un valor de t de -5,667 aceptándose la hipótesis del investigador (H_a) que el pH en la escoria de cobre es menor a 8. Lo que permite concluir que el pH está controlado al estar comprendida entre los parámetros de calidad del pH (6 a 8) en la escoria de cobre.

4.2.2.2 Contraste de la conductividad en el abrasivo

Hipótesis estadística;

H_0 : La conductividad en la escoria de cobre es mayor igual a 1 000 uS/cm.

H_a : La conductividad en la escoria de cobre es menor a 1 000 uS/cm.

Significancia

Para todos los contrastes se utilizará una significancia α de 0,05 (5,00 %).

Prueba de normalidad:

La prueba de Shapiro-Wilk para los valores de conductividad se indica en la Tabla 20, donde el p-valor calculado 0,999 es mayor al α de 0,05 de significancia, por lo que los valores de conductividad en la escoria de cobre presentan distribución normal.

Tabla 20

Prueba Shapiro-Wilk de normalidad para la conductividad de la escoria de cobre

Parámetro	Valor
Estadístico	0,998
p-valor	0,999

Nota. Elaboración propia.

Por tanto, la prueba estadística utilizada es la t de Student para muestra única.

Estimación p-valor

Tabla 21

Prueba t de Student para la conductividad de la escoria de cobre.

Valor de comparación	t	gl	Sig bilateral	Dif. medias	IC a 95 %	
					Inferior	Superior
Conductividad	-11.192	4	0,000	-769,6000	-960,5189	-578,6811

Nota. Elaboración propia.

Interpretación.

E acuerdo a la hipótesis planeada, se obtiene un p-valor de 0,000 y un valor de t de -11,192 lo que permite aceptar la hipótesis del investigador (Ha) de que la conductividad en la escoria de cobre es menor a 1 000 uS/cm.

4.2.2.3 Contraste de la humedad en el abrasivo

Hipótesis estadística;

Ho: La proporción de muestras con humedad en el abrasivo es igual a 0 %.

Ha: La proporción de muestras sin humedad en el abrasivo es diferente a 0 %

Significancia: α de 0,05 (5, 00 %).

Estadístico de prueba: Chi cuadrado bondad de ajuste

Tabla 22

Casos esperados y observados de la humedad del abrasivo.

	N observado	N esperada	Residuo
No dañados	1 745	1710,0	35,0
Dañados	55	90,0	-35,0
Total	1 800		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23

Chi cuadrado de bondad de ajuste para la humedad del abrasivo.

	Valor
Chi-cuadrado	14,327
gl	1
Sig. asintótica	0,000

Nota. Elaboración propia.

Interpretación.

E acuerdo a la hipótesis de diferencias planeada para la humedad en el abrasivo, se obtiene un p-valor de 0,000 y se acepta la hipótesis nula (Ho) de que la proporción de muestras con humedad en el abrasivo es igual a 0 %, lo que equivale a decir la ausencia de humedad en todas las muestras.

4.2.2.4 Contraste de los materiales extraños en el abrasivo

Hipótesis estadística:

Ho: La proporción de muestras aceptables en materiales extraños en el abrasivo es igual a 0 %.

Ha: La proporción de muestras aceptables en materiales extraños en el abrasivo es diferente a 0 %.

Significancia: α de 0,05 (5, 00 %).

Estadístico de prueba: Chi cuadrado bondad de ajuste

Tabla 24

Casos esperados y observados en los materiales extraños del abrasivo.

	N observado	N esperada	Residuo
No dañados	1 745	1 710,0	35,0
Dañados	55	90,0	-35,0
Total	1 800		

Nota. Elaboración propia.

Tabla 25

Chi cuadrado de bondad de ajuste para los materiales extraños del abrasivo.

	Valor
Chi-cuadrado	14,327
gl	1
Sig. asintótica	0,000

Nota. Elaboración propia.

Interpretación.

De acuerdo a la hipótesis de diferencias planeada para los materiales extraños en el abrasivo, se obtiene un p-valor de 0,000, aceptándose la hipótesis nula (H_0) de que la proporción de muestras aceptables en materiales extraños en el abrasivo es igual a 0 %, lo que equivale a decir la ausencia de materiales extraños en todas las muestras.

4.2.3 Contraste de calidad de limpieza y preparación de superficie

Hipótesis de investigación 2

Los estándares de calidad se cumplen en la limpieza (contaminantes visibles y conductividad), contaminantes de superficies (conductividad) y preparación de superficie (contaminante visible, nivel de polvo y rugosidad) necesarios para el pintado de superficies de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.

Estadístico de prueba: Para esta hipótesis no aplica.

Interpretación

Dado que en los resultados se evidencian que el control de calidad es constante y a la vez se exigen en todas las etapas: hasta el pintado:

- Limpieza (contaminantes visibles y conductividad).
- Contaminantes de superficies (conductividad).
- Preparación de superficie (contaminante visible, nivel de polvo y rugosidad).

El cumplimiento obligatorio de los estándares de calidad para que pasen a las siguientes etapas del proceso. También se podría utilizar de ser el caso el estadístico de Chi cuadrado bondad de ajuste como en las situaciones anteriores y arrojaría las mismas conclusiones.

4.2.4 Contraste de calidad en el pintado

Hipótesis de investigación 3:

Los estándares de calidad se cumplen en el pintado de superficies (humedad relativa, diferencia de temperatura superficial y de rocío, espesor de película y adherencia) de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.

4.2.4.1 Contraste de la humedad relativa del ambiente

Hipótesis estadística:

Ho: La humedad del ambiente es mayor igual a 85 %.

Ha: La humedad del ambiente es menor a 85 %.

Significancia α de 0,05 (5,00 %).

Prueba de normalidad:

Se presenta en la Tabla 26 para los valores de humedad relativa de las condiciones ambientales en el pintado de contenedores, estructuras y cobertores, donde lo p-valor obtenidos son superiores al 0,05 de significancia por tanto todos estos datos presentan normalidad.

Tabla 26

Pruebas de normalidad para la humedad relativa del ambiente en el pintado

Humedad relativa	Estadístico	gl	Sig.
Contenedor	0,957	18	0,549
Estructura	0,946	18	0,359
Cobertor	0,972	18	0,829

Nota. Elaboración propia.

Estadístico de prueba: t de Student para una muestra.

Estimación p-valor

Tabla 27

Prueba t de Student para la humedad relativa del ambiente en el pintado

	t	gl	Sig. (bilateral)	Dif. de medias	IC 95 %	
					Inferior	Superior
Contenedor	-8,962	17	0,000	-24,12778	-29,8076 -18,448	
Estructura	-7,292	17	0,000	-15,1444	-19,526 -10,763	
Cobertor	-10,477	17	0,000	-12,9500	-15,558 -10,342	

Nota. Elaboración propia.

Interpretación.

E acuerdo a la hipótesis planeada, en todos los casos el p-valor de 0,000 inferior a 0,05 de significancia. Además, los valores de t -8,962, -7,292 y -10,477 permiten aceptar la hipótesis del investigador (H_a) de que la humedad relativa del ambiente es menor a 85 %, lo que permite concluir que se está cumpliendo con este parámetro de calidad en el proceso de pintado.

4.2.4.2 Contraste de diferencia de temperatura superficial y de rocío del ambiente

Hipótesis estadística:

H_0 : La diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente es menor igual a 3 °C

H_a : La diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente es mayor a 3 °C.

Significancia

Para todos los contrastes se utilizará una significancia α de 0,05 (5, 00 %).

Prueba de normalidad:

La Tabla 28 se presenta para los valores de diferencia de temperatura superficial y de rocío en el pintado de contenedores, estructuras y cobertores, donde lo p-valor obtenidos son inferiores al 0,05 de significancia, por tanto, todos estos datos no corresponden a una distribución normal.

Tabla 28

Pruebas de normalidad para diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente del ambiente en el pintado

Diferencia de temperatura	Estadístico	gl	Sig.
Contenedor	0,844	18	0,007
Estructura	0,464	18	0,000
Cobertor	0,535	18	0,000

Nota. Elaboración propia.

Estadístico de prueba: Prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Estimación p-valor

Tabla 29

Prueba de Wilcoxon para la diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente en el pintado

	Sig.	Decisión
Contenedor	0,000	Rechazar Ho
Estructura	0,000	Rechazar Ho
Cobertor	0,000	Rechazar Ho

Nota. Elaboración propia.

Interpretación

De la Tabla 29, en todos los casos el p-valor de 0,000 está por debajo de 0,05 de significancia, rechazándose la hipótesis nula (Ho) y aceptándose la del investigador (Ha) de que la diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente es mayor a 3 °C.

4.2.4.3 Contraste de espesor de película de la pintura

Hipótesis estadística:

Para el nivel inferior de calidad:

Ho: El espesor de película de pintura es menor igual a 12 mils.

Ha: El espesor de película de pintura es mayor a 12 mils.

Para el nivel superior de calidad:

Ho: El espesor de película de pintura es mayor igual a 20 mils.

Ha: El espesor de película de pintura es menor a 20 mils.

Significancia

Para todos los contrastes se utilizará una significancia α de 0,05 (5,00 %).

Prueba de normalidad:

Se presenta en la Tabla 30 para los valores de espesor de película en el pintado de contenedores, estructuras y cobertores, donde el p-valor obtenido para contenedores y cobertores son superiores al 0,05 de significancia evidenciando que los datos presentan normalidad. Por el contrario, los datos de las estructuras presentan un p-valor inferior a 0,05 evidenciando una distribución no normal.

Tabla 30

Pruebas de normalidad para espesor de película en el pintado

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenedores				0,934	25	0,106
Estructuras	0,207	25	0,007			
Cobertores				0,957	25	0,352

Nota. Elaboración propia.

Estadístico de prueba:

t de Student para una muestra para los datos de contenedores y cobertores,

Prueba no paramétrica de Wilcoxon para los datos de estructuras.

Estimación p-valor

Tabla 31

Prueba t de Student del espesor de película en el pintado de contenedores y cobertores

Unidad	Valor de comparación	t	gl	Sig bil.	Dif. medias	IC a 95 %		p-valor
						Inferior	Superior	
Contenedores	Espesor 12	4,258	39	0,000	3,66975	1,9264	5,4131	0,000
	Espesor 20	-5,024	39	0,000	-4,33025	-6,0736	-2,5869	0,000
Cobertores	Espesor 12	18,431	24	0,000	11,20000	9,9458	12,4542	0,000
	Espesor 20	5,266	24	0,000	3,20000	1,9458	4,4542	1,00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 32

Prueba de Wilcoxon del espesor de película en el pintado de estructuras

		Sig.	Decisión
	Espesor 20	0,000	Rechazar Ho

Nota. Elaboración propia.

Interpretación

De la Tabla 31, de acuerdo a las hipótesis planeadas, para el espesor de película 12 en los contenedores se obtiene un p-valor de 0,000 y un valor de t de 4,258 aceptando la hipótesis del investigador (Ha) que el espesor de película es mayor a 12 mils. Asimismo, para el espesor de película 20 en los contenedores se obtiene un p-valor de 0,000 y un valor de t de -5,024 aceptando la hipótesis del investigador (Ha) que el espesor de película es menor a 20 mils. Lo que permite concluir que el espesor de película en los contenedores está controlado al estar comprendida entre los parámetros de calidad 12 a 20 mils.

También de la Tabla 31, para el espesor de película 12 en los cobertores se obtiene un p-valor de 0,000 y un valor de t de 18,431 aceptando la hipótesis del investigador (H_a) que el espesor de película es mayor a 12 mils. Asimismo, para el espesor de película 20 en los cobertores se obtiene un p-valor de 1,000 y un valor de t de 5,266 aceptando la hipótesis nula (H_0) de que el espesor de película de pintura es mayor igual a 20 mils. Lo que permite concluir que el espesor de película en los cobertores está controlado en el parámetro de calidad mínimo de 12 mils y supera al máximo de 20 mils.

De la Tabla 32, para el espesor de película 12 en las estructuras se obtiene un p-valor de 0,000 inferior a 0,05 de significancia aceptando la hipótesis del investigador (H_a) de que el espesor de película de pintura es mayor a 12 mils. Asimismo, para el espesor de película 20 en las estructuras se obtiene un p-valor de 0,000, aceptando la hipótesis del investigador (H_a) de que el espesor de película de pintura es menor a 20 mils. Lo que permite concluir que el espesor de película en las estructuras está controlado al estar comprendida entre los parámetros de calidad 12 a 20 mils.

4.2.4.4 Contraste de adherencia de la pintura

Hipótesis estadística:

H_0 : La adherencia de la pintura no difieren de 1 500 psig.

H_a : La adherencia de la pintura difiere de 1 500 psig.

Significancia

Para todos los contrastes se utilizará una significancia α de 0,05 (5, 00 %).

Prueba de normalidad:

En la Tabla 33 se presenta la prueba de normalidad para la adherencia de las pinturas, donde lo p-valor obtenidos son inferiores al 0,05 de significancia, por tanto, todos estos datos no corresponden a una distribución normal.

Tabla 33

Pruebas de normalidad para las pruebas de adherencia de las pinturas

	Estadístico	gl	Sig.
Adherencia	0,750	3	0,000

Nota. Elaboración propia.

Estadístico de prueba:

Prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Estimación p-valor

Tabla 34

Prueba de Wilcoxon para las pruebas de adherencia de las pinturas

	Sig.	Decisión
Contenedor	0,103	Retener Ho

Nota. Elaboración propia.

Interpretación

De la Tabla 34, el p-valor de 0,103 obtenido es mayor a la significancia de 0,05, aceptándose la hipótesis nula (Ho) de que la adherencia de la pintura no difiere de 1 500 psig. Por lo que este parámetro de calidad se encuentra controlado.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

Se realiza el control de calidad de los insumos (abrasivo y aire comprimido) utilizados para la preparación de estructuras, cobertores de spools y containers. Se encontró en la escoria de cobre que el pH varía entre 7,5 a 7,8, la conductividad de 24 a 427 uS/cm, ausencia de humedad y de materiales extraños (arcilla, grasa, aceite u otro), asegurándose la ausencia de agua y aceite en el aire comprimido antes de su utilización. A una significancia de 0,05 procesada con t de Student muestra única, para la escoria de cobre, el pH se encuentra de 6 a 8 (p-valor 0,000 y 0,0025 respectivamente), la conductividad es menor a 1 000 uS/cm (p-valor 0,000), ausencia de humedad (p-valor 0,000) y ausencia de materiales extraños (p-valor 0,000) y para el aire comprimido se prepara hasta la ausencia de agua y aceite antes de su uso. Lo que evidencia que se cumple con los parámetros de calidad de los insumos (escoria de cobre y aire comprimido). Se concuerda con lo afirmado por Acosta (2016) quien considera el efecto corrosivo del mar en la degradación del material lo que conlleva inseguridad, Lopez (2020) de la importancia del uso de manómetros para el control y una selección adecuada de boquillas en equipos presurizados y Guerra (2014) sobre que la corrosión atmosférica es debido al oxígeno de la atmósfera e influenciada por la salinidad, humedad, transporte de brisas por el viento y polución sólida, con los cloruros influenciando en la corrosión.

Sobre el control de calidad en la preparación superficial (limpieza, contaminantes de superficies y su preparación) necesarios para el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers. Se tiene que, en la limpieza de superficie se utiliza un lavado con solvente

tensoactivo biodegradable para eliminar grasas, aceites, sales y cualquier otro contaminante presente, después de ello se enjuaga con abundante agua hasta la completa eliminación de restos adheridos. Los contaminantes no visibles por las pruebas de Parche Bresle, en contenedores fluctuaron entre 12,0 a 20,4 mg/m² óptimos, para estructuras variaron de 19,2 a 25,2 mg/m² finalmente como aceptables, para cobertores de 15,6 a 34,8 mg/m² finalmente como aceptables, ausencia de contaminantes visibles en superficies preparadas de contenedores, estructuras y cobertores, rugosidad en la medición de cinta replica en contenedores (4,0 a 4,2 mils), estructuras (2,3 a 5,1 mils) y estructuras (4,0 a 4,8 mils). En todas las actividades de limpieza (contaminantes visibles y conductividad), contaminantes de superficies (conductividad) y preparación de superficie (contaminante visible, nivel de polvo y rugosidad) se cumplen los estándares de calidad para continuar con el proceso de pintado. Se concuerda con lo afirmado por Pi (2016) y Acosta (2016) de la importancia de la correcta preparación superficial, Blandino (2017) del uso de esmeriladora para remover las imperfecciones en las estructuras y que estas ocasionan desgaste en el punto afectado con pérdida de adhesión y Lopez (2020) en el método de remoción de contaminantes de la superficie (aceite, grasa o sales hidrosolubles) lavado con agua presurizada con detergente con la lavado posterior con agua limpia.

Respecto al control de calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers. Se obtuvo en el proceso de pintado variaciones de la humedad relativa (en contenedores de 39,8 a 80,3 %, estructuras de 48,5 a 82,6 % y cobertores de 64,00 a 83,00 %), variaciones de la diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente en el pintado (contenedores de 3,0 a 18,4 °C, estructuras de 3,3 a 7,9 °C y cobertores de 3,1 a 9 °C), variaciones el espesor de película (contenedores de 10,8 a 31,1 mils, estructuras de 8,2 a 25,3 mils y cobertores de 18,3 a 28,8 mils) y variaciones de adherencia de la pintura fluctúa entre 1 300 a 1 450 psig. Se cumplen con los parámetros de

calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers. A una significancia de 0,05, en el pintado de contenedores, estructuras y cobertores para la humedad relativa del ambiente es menor a 85 % (t de Student muestra única, p-valor 0,000) y para la diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente es mayor a 3 °C (Prueba de Wilcoxon, p-valor 0,000), para el espesor de película con la prueba de Wilcoxon en contenedores se encuentra de 12 a 20 mils (p-valor 0,000 y 0,000 respectivamente), para cobertores se supera ambos parámetros 12 y 20 mils (p-valor 0,000 y 1,000 respectivamente), para estructuras se encuentra de 12 a 20 mils (p-valor 0,000 y 0,000 respectivamente), Para la adherencia de la pintura no difiere de 1 500 psig (Prueba de Wilcoxon, p-valor 0,000) en el pintado de contenedores, estructuras y cobertores. Respecto al control de calidad, se concuerda con las afirmaciones de Blandino (2017) que con las normas se permite cumplir con las especificaciones de los clientes, Lopez (2020) que con ello se garantiza la protección de estructuras metálicas de acero y Pareja (2018) que con las auditorías, inspecciones técnicas y evaluaciones de los parámetros de control se asegura la calidad durante la aplicación de recubrimientos. Sobre las pinturas, se concuerda con lo reportado por Cajamarca y Romero (2014) en que con ello se protegen al acero y que el tiempo de secado, la proporción de diluyente condiciona su fiabilidad y adherencia, con un espesor óptimo de acuerdo al fabricante, Pi (2016) quien considera que con una buena capa de protección se asegura una óptima conservación, Acosta (2016) quien considera de importancia vital a la pintura, qué y cómo debe aplicarse. Asimismo, se concuerda con lo afirmado por Lopez (2020) que para una aplicación manual es importante la resistencia de las brochas y rodillos a los solventes utilizados; quien además considera la categoría para ambientes industriales y marítimos C4 (alta) según norma ISO 9223, dos sistemas de protección con espesor total 9,44 mils y 12,59 mils a consecuencia del tipo de pinturas consideradas en las tres capas por las condiciones climáticas evaluadas.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se encontró en la escoria de cobre, variaciones en el pH de 7,5 a 7,8, la conductividad de 24 a 427 uS/cm, con ausencia de humedad y de materiales extraños (arcilla, grasa, aceite u otro). La ausencia de agua y aceite en el aire comprimido se aseguró antes de su utilización. Por tanto, se cumple con los parámetros de control de la calidad de los insumos (escoria de cobre y aire comprimido).

Para la limpieza de superficie se utiliza un lavado con solvente tensoactivo biodegradable para eliminar grasas, aceites, sales y cualquier otro contaminante presente, después de ello se enjuaga con abundante agua hasta la completa eliminación de restos adheridos a la superficie. Los contaminantes no visibles por las pruebas de Parche Bresle, para las sales totales en contenedores fluctuaron entre 12,0 a 20,4 mg/m² considerados como óptimos, para estructuras variaron de 19,2 a 25,2 mg/m² y cobertores de 15,6 a 34,8 mg/m², donde para valores no conformes se realiza una mayor limpieza hasta que sean aceptables. Se presenta ausencia de contaminantes visibles en superficies preparadas de contenedores, estructuras y cobertores, rugosidad en la medición de cinta replica en contenedores (4,0 a 4,2 mils), estructuras (2,3 a 5,1 mils) y estructuras (4,0 a 4,8 mils). Por tanto, en todas las actividades de limpieza (contaminantes visibles y conductividad), contaminantes de superficies (conductividad) y preparación de superficie (contaminante visible, nivel de polvo y rugosidad) se cumplen los estándares de calidad para continuar con el proceso de pintado.

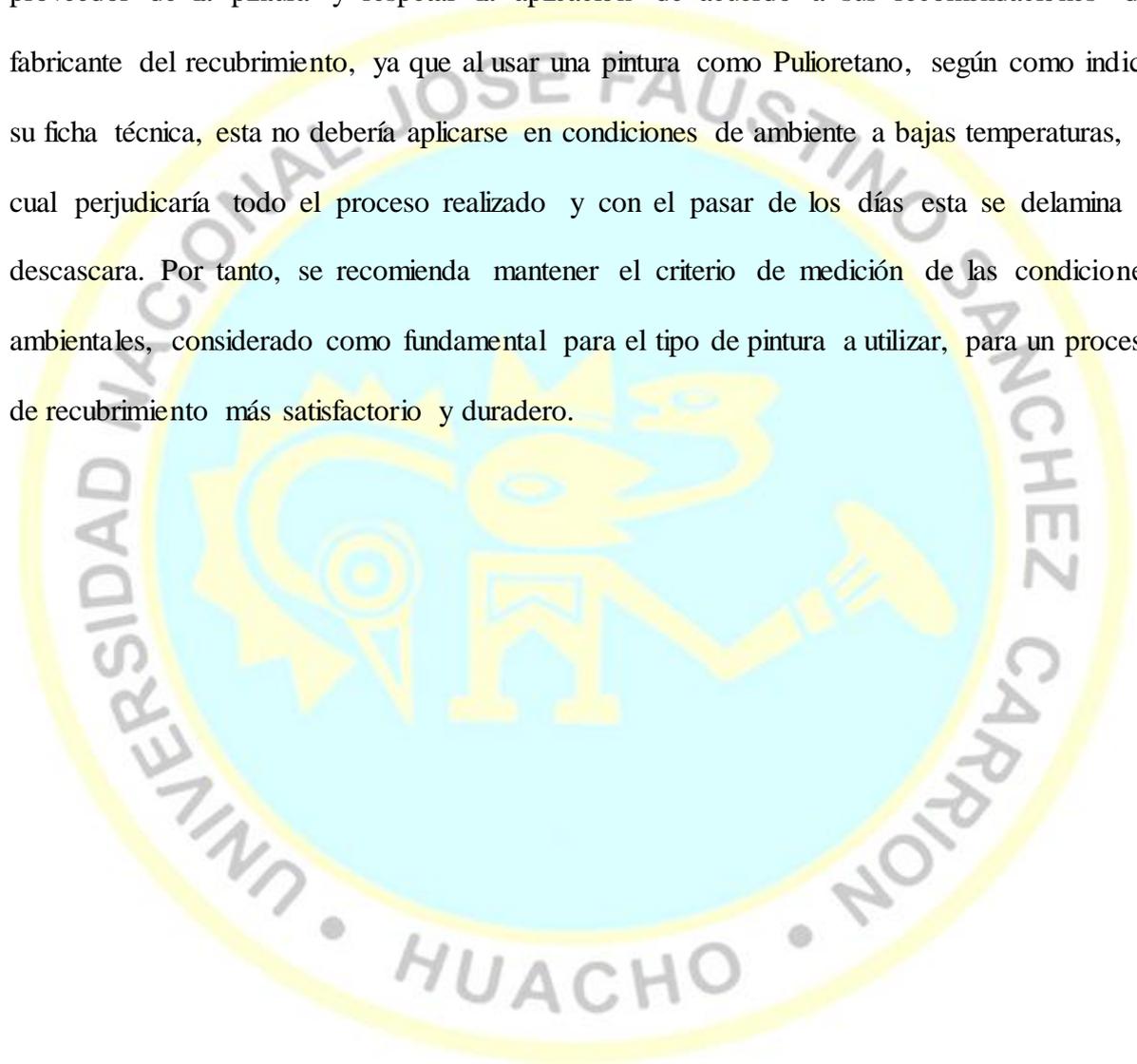
En el proceso de pintado se presentaron variaciones de la humedad relativa (en contenedores de 39,8 a 80,3%, estructuras de 48,5 a 82,6 % y cobertores de 64,00 a 83,00 %), también fluctuaciones de la diferencia de temperatura superficial y rocío del ambiente en el pintado (contenedores de 3,0 a 18,4 °C, estructuras de 3,3 a 7,9 °C y cobertores de 3,1 a 9 °C), variaciones el espesor de película (contenedores de 10,8 a 31,1 mils, estructuras de 8,2 a 25,3 mils y cobertores de 18,3 a 28,8 mils) y variaciones de adherencia de la pintura fluctúa entre 1 300 a 1 450 psig. Se cumplen con los parámetros de control de la calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers.

6.2 Recomendaciones

En el control de calidad de los insumos (abrasivo de cobre y aire comprimido), se recomienda que antes del proceso de la preparación superficial se asegure la supervisión e inspección de los parámetros para la prueba de conductividad, evitando la reutilización de escorias reusadas, libres de residuos y grasas. La finalidad es que las sales se mantengan dentro de los parámetros que nos piden la SSP5, dado que al tener en el proceso escorias usadas se estaría afectando el parámetro de las sales que se requieren para obtener una superficie de recubrimiento más sólida y duradera.

En el control de calidad en la preparación de superficie (limpieza, contaminantes de superficies y preparación de superficie), se recomienda usar las veces que sean necesarias la técnica del Parche Bresle después del lavado de superficie, con la finalidad de asegurarnos de que la limpieza sea profunda y evitar el consumo de escoria sin saber el resultado de las sales en la prueba de Parche Bresle, reduciendo los costos. También se debe verificar el pH del agua para obtener mejores resultados después del lavado.

Para el control de calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura), se recomienda realizar los procesos anteriores de acuerdo a lo indicado en los procedimientos, para garantizar una superficie sólida y duradera del pintado. De cumplir con todos los procedimientos previos al pintado, se debe verificar la ficha técnica facilitada por el proveedor de la pintura y respetar la aplicación de acuerdo a sus recomendaciones del fabricante del recubrimiento, ya que al usar una pintura como Pulioretano, según como indica su ficha técnica, esta no debería aplicarse en condiciones de ambiente a bajas temperaturas, la cual perjudicaría todo el proceso realizado y con el pasar de los días esta se delamina o descascara. Por tanto, se recomienda mantener el criterio de medición de las condiciones ambientales, considerado como fundamental para el tipo de pintura a utilizar, para un proceso de recubrimiento más satisfactorio y duradero.



CAPITULO VII

REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

- Acosta, B. (2016). *Proceso de pintura en los buques mercantes*. (Tesis de grado), Universidad de La Laguna. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3rPr06q>
- Araya, D. R. (2015). *Mejoramiento de los procesos de mantenimiento y control de calidad en la infraestructura de los recintos portuarios de Incop, particularmente Caldera*. (Tesis de grado), Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 17 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3cRrFQx>
- Blandino, J. J. (2017). *Análisis del control de calidad en el área de pintura de la empresa Inversiones y Negocios de Nicaragua, S.A. (INDENICSA), Tipitapa, en el periodo de julio a noviembre 2017*. (Tesis de grado), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Recuperado el 18 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3mo9MM0>
- Cajamarca, M. A., & Romero, M. F. (2014). *Estudio de comportamiento de los recubrimientos anticorrosivos utilizados en estructuras metálicas de edificios de la región Costa del Ecuador*. (Tesis de grado), Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3urzjXL>
- Guerra, C. H. (2014). *Estudio de la corrosión atmosférica sobre dos tipos de acero de bajo carbono en instalaciones industriales petroleras cercanas al mar en el nor oeste del*

- Perú. (Tesis de maestría), Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado el 20 de febrero de 2020, de <https://bit.ly/3ujTsPi>
- Lopez, S. I. E. (2020). *Propuesta de un sistema de proteccion con pintura para evitar la corrosion de estructuras metalicas en la ciudad de Piura -2020*. (Tesis de grado), Universidad Nacional de Piura. Recuperado el 20 de marzo de 2021, de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2479/ICIV-LOP-PAS-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, D., Navarro, S., Vázquez, A., Villanueva, K., & Vásquez, L. (2016). Control de calidad de pinturas utilizadas en el sector de construcción de la ciudad de Trujillo bajo pruebas estandarizadas por la normativa ASTM. *Universidad Privada del Norte*, 1-11. Recuperado el 17 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3woDeGu>
- Moscol-Sandoval, T. (2013). *Mejoras para la protección anticorrosiva en la zona Splash de los pilotes en el muelle del terminal Bayóvar*. (Tesis de grado), Universidad de Piura. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3mvgxMt>
- Noguera, A. P., & Pineda, J. A. (2009). Filosofía ambiental y fenomenología: el paso del sujet-objeto a la trama de vida en clave de la pregunta por el habitar poético contemporáneo. *Acta fenomenológica latinoamericana*, 261-277. Recuperado el 30 de marzo de 2021, de <https://bit.ly/3sTQmBk>
- Pareja, J. A. (2018). *"Auditoría de calidad e inspección de recubrimientos de protección anticorrosiva en estructuras metálicas" Empresa: American Consult Perú E.I.R.L.* (Tesis de grado), Universidad Nacional del Callao. Recuperado el 18 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/2R6H473>
- Pi, M. M. (2016). *Tratamientos Superficiales: Sistemas de aplicación de pintura utilizando en los astilleros*. (Tesis de grado), Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. Recuperado el 17 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3cPLkjO>

Ramírez, J. L., Pereyra, D., García, N., Valencia, L., & Juárez, V. (2011). La corrosión atmosférica y su impacto en la economía veracruzana. *Revista De Divulgación Científica Y Tecnológica De La Universidad Veracruzana*, 24(1). Recuperado el 16 de Octubre de 2020, de <https://bit.ly/3ugbW38>

Traverso, R., & Pineda, J. J. (2011). *Preparación de superficies, protección anticorrosivo y mantenimiento de estructuras navales*. (Tesis de grado), Universidad de Cádiz. Recuperado el 17 de Octubre de 2020, de <https://bit.ly/3dxTBb1>

7.2 Fuentes bibliográficas

Calvo, J. (2009). *Pintura y recubrimientos: introducción a su tecnología* (1 ed.). Ediciones Díaz de Santos.

Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación* (2ª ed., 13ª reimpr.). Lima, Perú: San Marcos E.I.R.L.

Córdova, I. (2017). *El proyecto de investigación cuantitativa* (1ª ed. 4ª reimpr.). Lima: San Marcos E.I.R.L.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill Interamericana editores S.A.

7.3 Fuentes hemerográficas

7.4 Fuentes electrónicas

Andrade, C. (2018). *Corrosión de la armadura del puerto de Vigo*. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3mlCHAk>

Berrios, L. (2014). Corrosión: Un serio problema que puede ser evitable. *Revista EMB Construcción*. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3wrKukZ>

- BIOESTADISTICO. (12 de febrero de 2012a). 01. Tipos de investigación | Metodología de la investigación científica [Video]. Recuperado el 23 de agosto de 2019, de Youtube.
<https://bit.ly/31NQeaK>
- BIOESTADISTICO. (16 de marzo de 2012b). 19. Técnicas de recolección de datos | Metodología de la investigación científica [Video]. Recuperado 08 de octubre de 2020 de Youtube. <https://bit.ly/3sQnx8F>
- Bugallo, A. I. (2012). Filosofía ambiental y conservación biocultural: experiencias de integración en la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. *UCES*, 1-17. Recuperado el 30 de marzo de 2021, de <https://bit.ly/3ml7AVI>
- Cámara Chilena de la construcción. (2014). *Manual de pinturas y revestimientos*. Recuperado el 15 de marzo de 2021, Obtenido de <https://bit.ly/3woF0r8>
- Campos, A. (s.f.). *Equipamiento para la limpieza superficial de pintura sobre caballete*. Recuperado el 15 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/2OkppYq>
- CISA Control Ignifugo. (2017). *Pinturas especiales contra la corrosión*. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3etUO3O>
- De La Cruz, A. (2018). *Revisando las Normas de Preparación de Superficie para la Aplicación de Recubrimientos*. Recuperado el 29 de marzo de 2021, de <https://bit.ly/3dBtdgr>
- Google maps. (2020). [*Mapa de ubicación Puerto Punta Lobitos - Antamina*]. Recuperado el 16 de octubre de 2020, de <https://bit.ly/3usPwvT>
- GreenFacts. (s.f.). *Contaminante(s)*. Recuperado el 30 de marzo de 2021, <https://bit.ly/3cQo2dv>
- Instituto Geofísico del Perú. (2014). *Reporte Técnico - Huarmey*. Recuperado el 15 de enero de 2021, de <https://bit.ly/39JdLOd>

Lagler, A. (2021). *Recubrimiento para ambientes marinos*. Recuperado el 30 de marzo de 2021, de <https://bit.ly/39KbimR>

Neurtek. (s.f.). *Rugosidad*. Recuperado el 07 de enero de 2021, de <https://bit.ly/3rNBlje>

Orellana, P. (2020). *Control de calidad*. Recuperado el 18 de enero de 2021, de <https://bit.ly/31K66en>

Pinturas Super. (2017). *Usos, beneficios y aplicación de la pintura anticorrosiva*. Recuperado el 07 de enero de 2021, de <https://bit.ly/3rJKjxS>





ANEXOS

Anexo 1. Control de calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Operacionalización de variables				Métodos y técnicas
				Dimensión	Sub dimensión	Indicadores	Escala	
GENERAL • ¿Se está cumpliendo con los estándares de calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney?	GENERAL • Realizar el control de calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.	GENERAL • Los estándares de calidad se cumplen en el pintado de estructura, cobertores de spool y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.	Variable de caracterización			<ul style="list-style-type: none"> pH Conductividad Humedad Materiales extraños 	<ul style="list-style-type: none"> Intervalo Razón Nominal Nominal 	Tipo de investigación Prospectivo Transversal Observacional Descriptivo Aplicada
ESPECIFICOS • ¿Se cumplen los estándares de calidad en los insumos (abrasivo y aire comprimido) utilizados para la preparación de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney? • ¿Está cumpliéndose con los estándares de calidad en la preparación de superficie (limpieza, contaminantes de superficies y preparación de superficie) necesarios para el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney? • ¿Está siendo controlado los estándares de calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney?	ESPECIFICOS • Realizar el control de calidad de los insumos (abrasivo y aire comprimido) utilizados para la preparación de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney. • Realizar el control de calidad en la preparación de superficie (limpieza, contaminantes de superficies y preparación de superficie) necesarios para el pintado de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney. • Realizar el control de calidad en el pintado de superficies (condiciones ambientales y capas de pintura) de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.	ESPECIFICOS • Los estándares de calidad se cumplen para el abrasivo (pH, conductividad, humedad y materiales extraños) y el aire comprimido (presión, agua y aceite) utilizados en la preparación de superficies de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney. • Los estándares de calidad se cumplen en la limpieza (contaminantes visibles y conductividad), contaminantes de superficies (conductividad) y preparación de superficie (contaminante visible, nivel de polvo y rugosidad) necesarios para el pintado de superficies de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney. • Los estándares de calidad se cumplen en el pintado de superficies (humedad relativa, diferencia de temperatura superficial y de rocío, espesor de película y adherencia) de estructuras, cobertores de spools y containers en Puerto Punta Lobitos de Huarney.	1. Control y Preparación de superficie Variable de interés	<ul style="list-style-type: none"> Control de insumos. Preparación de superficie. 	<ul style="list-style-type: none"> Abrasivo Aire comprimido Limpieza Contaminantes de superficie Preparación de superficie Condiciónes ambientales Capas de pintura 	<ul style="list-style-type: none"> Presión Agua Aceite Contaminate visible Conductividad Contaminate visible Nivel de polvo Rugosidad Humedad relativa Diferencia T° superficial y de rocío Espesor película Adherencia 	<ul style="list-style-type: none"> Razón Nominal Nominal Razón Nominal Razón Razón Razón Razón Razón Nominal 	Nivel de investigación Descriptivo Diseño de investigación No experimental descriptivo transversal Población y muestra Población Superficie de estructuras, cobertores de spools y containers en la zona de Puerto Lobitos de Huarney en el año 2019. Muestra. Superficie de 05 estructuras, 02 cobertores de spools y 02 containers en la zona de Puerto Lobitos de Huarney en el año 2019. Técnicas de recolección de datos Observación:
			2. Control de calidad en el pintado de estructuras, cobertores de spool y containers.	• Pintado				

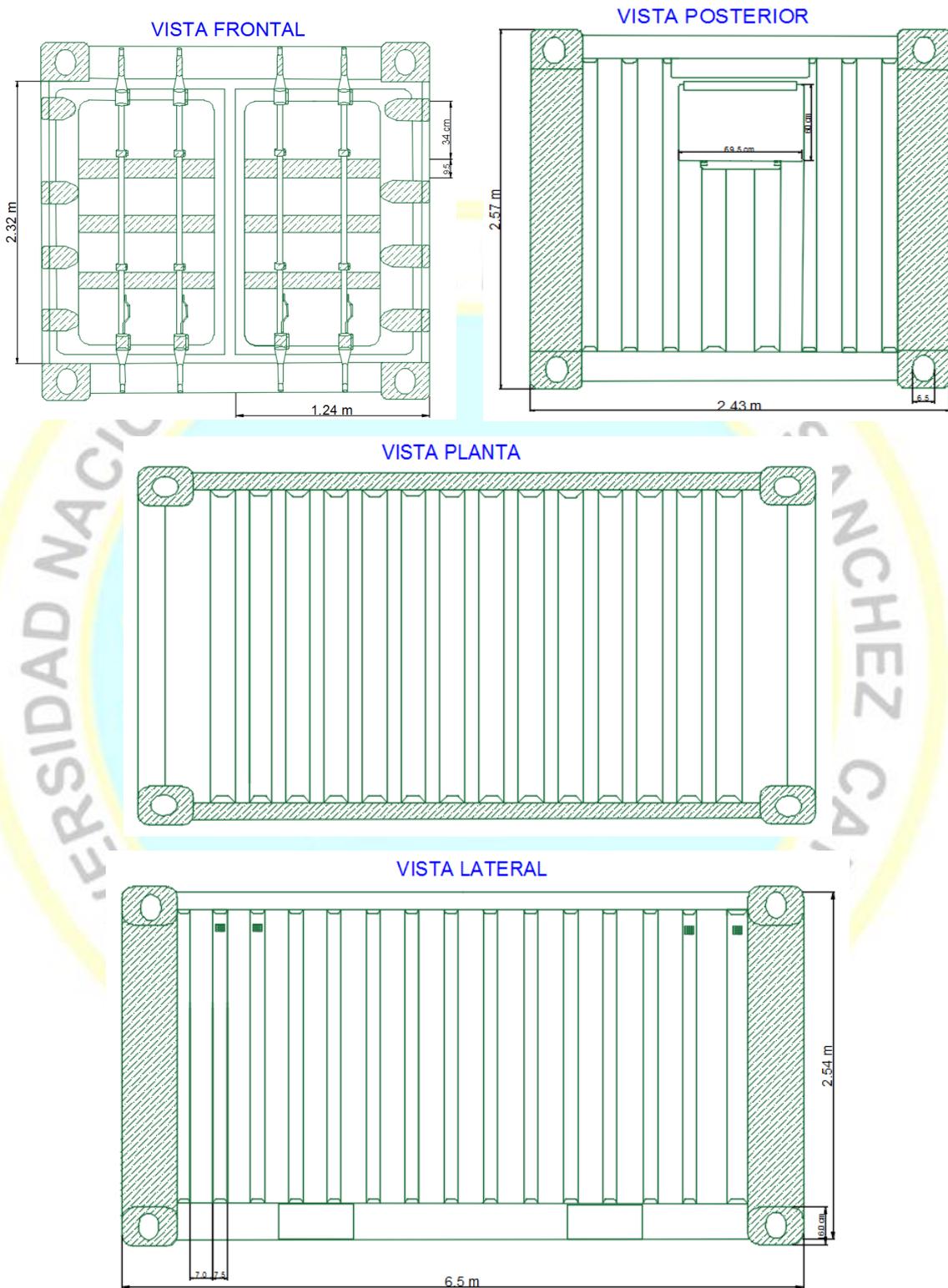
Nota. Elaboración propia.

Anexo 2. Plan de calidad

TEM DE INSPECCIÓN	TECNICA/INSTRUMENTO	FRECUENCIA	NORMA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
Pureza y tamaño de abrasivo	Revisión de documento	Por cada Lote	SSPC-AB1 SSPC-AB2 SSPC-AB3, ASTM D 4940	Libre de sílice, pH entre 6 y 8 Estar completamente secos y libres de arcilla, grasa, aceite u otros materiales foráneos. Conductividad < 1000 S/cm
Inspección de latas de pintura	Inspección Visual	Cada lote	N/A	Número de lote, lugar y fecha de fabricación, fecha de caducidad
Condición Inicial de la superficie	Inspección Visual	100% de estructuras	SSPC-VIS 2	N/A
Verificación de grasa/remoción aceite	Inspección Visual	100% de estructuras	SSPC-SP1	Ningún contaminante de aceite o grasas
Verificación de aire comprimido	Prueba de Blotter Test	Una vez por semana	ASTM D4285	Ninguna presencia de agua o aceite visible
Verificación del tipo de abrasivo	Prueba de Vial	Cada lote	ASTM D7393	Sin presencia de aceite
Extracción y medición de sales	Parche Bresle y conductímetro	1 prueba cada semana	SSPC-Guide 15	30mg/cm2 (servicio atmosférico) <>30ppm
Inspección de Superficie tratada con chorro abrasivo	Inspección Visual, SSPC-VIS 1	100% de estructuras	SSPC-SP5	Metal Blanco, 0% de sombras y cualquier otro agente extraño
Inspección de superficie tratada con limpieza mecánica	Inspección Visual, SSPC-VIS 3	100% de estructuras	SSPC-SP3	Según estándar
Verificación de nivel de polvo	Inspección Visual	A un elemento antes de aplicar 1ra capa	ISO 8502 -3	Nivel 2: Cantidad de Polvo Rango 2: Tamaño de polvo
Medición de perfil de rugosidad	Cinta réplica	Tres pruebas por jornada	ASTM D4417 - C NACE RP0287	Perfil angular: 2 a 3 mils
Control de Condiciones ambientales y Temp. Superficie	Psicrómetro, tablas psicrométricas, termómetro de superficie	Cada 2 horas en jornada de trabajo	ASTM E337	RH<85% Ts-Tr> 3 Excepción según el tipo de pintura
Inspección de película húmeda	Medidor de muesca	Aleatorio	ASTM D4414	Según el EPS requerido
Inspección de película seca	Medidor de EPS	Cuando se encuentre la película para manipulación	SSPC-PA 2 (Nivel 3)	Según esquema de protección anticorrosiva
Adherencia por corte	Cuchilla	1 por cada zona de trabajo	ASTM D6677	> 8 según clasificación de norma
Adherencia por tracción	Equipo por tracción autolineable Tipo IV o V	Tres pruebas por zona de trabajo	ASTM D4541	>1500 PSI

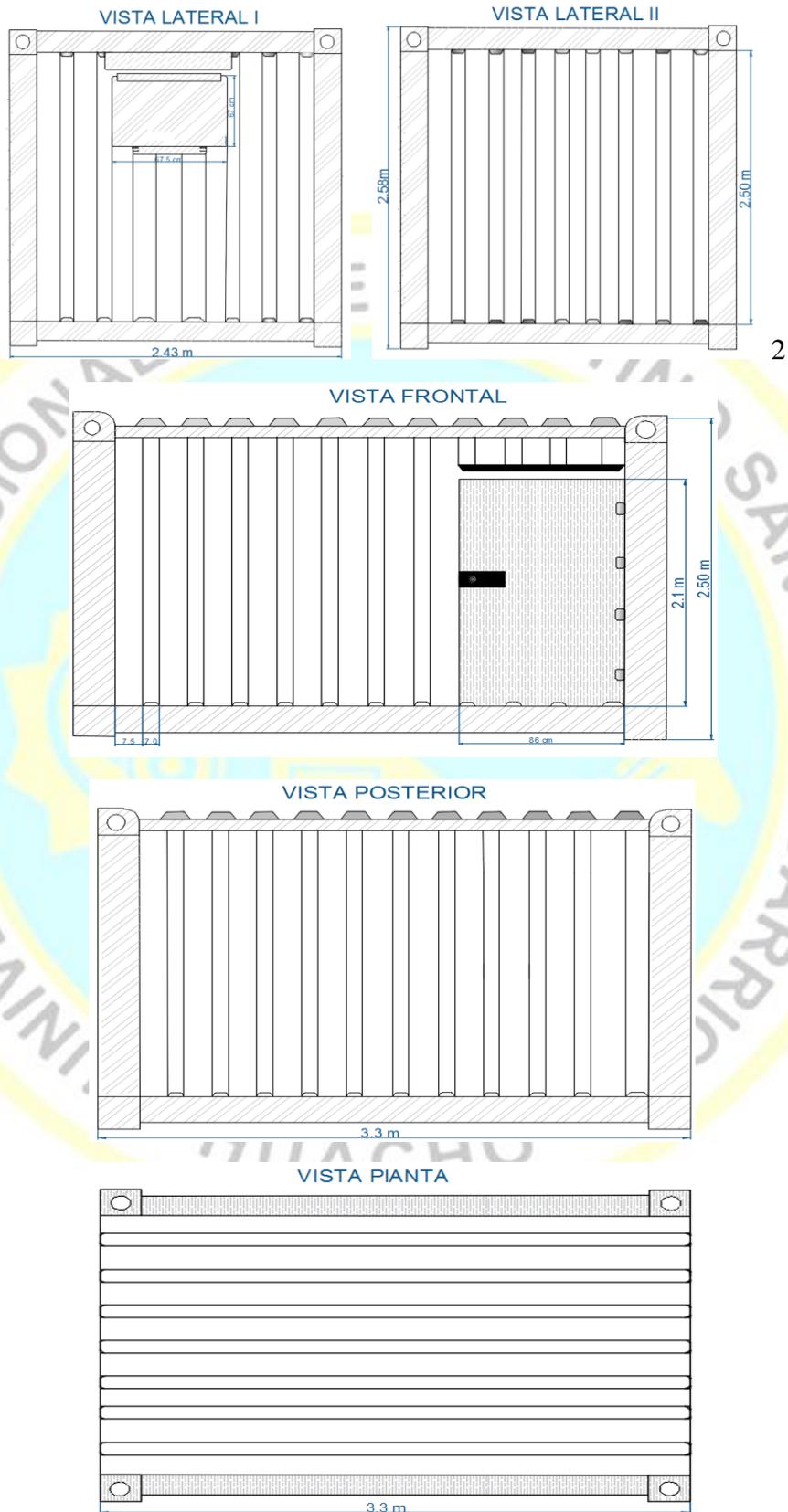
Nota. Elaboración propia.

Anexo 3. Container 1



Nota. Elaboración propia.

Anexo 4. Container 2



Nota. Elaboración propia.

Anexo 5. Ficha técnica de la escoria de cobre

1. Identificación del Producto	
Nombre Comercial: ESCORIA DE COBRE Producto / nombre comercial	Escoria de cobre (silicato de hierro) Abrasivo de silicato de hierro, producto industrial abrasivo
Usos generales: LIMPIEZA POR CHORRO A PRESIÓN	Utilizado en limpieza por chorro a presión

2. Características generales	
Color	Negro
Forma	Partículas angulares, de filos agudos
Dureza	7 mohs
Gravedad específica	3,363 g/cm ³
Conductividad	72,32 ms/cm
Estado físico	Sólido
Densidad	3360 kg/m ³
Umbral del olor	Sin olor
Apariencia	Granular
PH	8,0
Solubilidad en agua	N/A
Otras solubilidades	N/A
Punto de fusión	> 95 °C
Viscosidad	N/A
Cloruros	25 ppm
Sulfatos	102,67
Humedad	0,02 %

Propiedades físicas	
Forma	Angulares
Dureza	7 escala de Mohs
Color	Negro
Gravedad específica	3,36 kg/m ³
Densidad media	3360 kg/m ³
Contenido se sílice	8,83 %
Conductividad	72,32 ms/cm
% Humedad	0,02 %
Cloruros solubles	25 ppm

Tamaño 10 – 40: Recomendado para partir de anclaje de 1,5 a 2,5 ml de pulgada

% retenido en malla 10 – 40 es >90 %

Normas aplicables

Características método de prueba	min	máx.	Valores
Corrosividad	pH= 2	pH= 12,5	pH = 8 no corrosivo
Reactividad	no reactivo		
Explosividad	no explosivo		
Toxicidad	no tóxico		
Inflamabilidad	no inflamable		

Nota. Facilitado por el proveedor.

Anexo 6. Detalle de las pruebas de calidad

Ítem de inspección	Técnica - instrumento	Criterio de aceptación	Descripción	Normas
Prueba de conductividad al tipo de abrasivo	Tipo de abrasivo Escoria de cobre	Libre de sílice, pH entre 6 y 8 Estar completamente secos y libres de arcilla, grasa, aceite u otros materiales foráneos. Conductividad < 1000	- Por cada Lote de abrasivo.	SSPC-AB1 SSPC-AB2 SSPC-AB3 ASTM D 4940
Verificación del aire comprimido	Prueba de Blotter Test	Ninguna presencia visible de agua o aceite.	- Una vez por semana	ASTM D4285
Prueba de contaminante en la superficie	Extracción y medición de sales. Parche Bresle y conductímetro Inspección de Superficie tratada con chorro abrasivo	40mg/m2 servicio atmosférico. Metal Blanco, 0% de sombras y cualquier otro agente extraño (ver Anexo 7 para el cálculo)	- Contaminantes visibles, ni material extraño adherido a la superficie. - 1 prueba cada semana - Inspección visual, sspc-vis 1, 100% - De estructuras.	SSPC-SP1 SSPC-Guide 15 SSPC-SP5
Preparación de superficie	Cinta réplica con equipo medidor de perfil de anclaje	Grado de preparación superficial Sa 3 Perfil angular: 2 a 3 mils Cinta replica Rugosidad especificada (2.0 - 3.0 mils). Valor promedio: 5.0 mils; 5.0 mils	- Tres pruebas - por jornada Grado de preparación superficial - Limpieza total metal en blanco Cinta replica - Rango correcto	ASTM D4417 - C NACE RP0287 ISO 8502 -3

	Verificación de nivel de polvo	<p>nivel de polvo Nivel 2: Cantidad de Polvo Rango 2: Tamaño de polvo</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Valor promedio: puede variar y consumir más pintura <p>Prueba de polvo</p> <ul style="list-style-type: none"> - A un elemento antes de aplicar 1ra capa 	
Verificación y control de condiciones ambientales y temperatura de superficie	<ul style="list-style-type: none"> - Humedad Relativa (%) - T° Bulbo Seco (°C) - T° Bulbo Húmedo (°C) - Punto de Rocío - T° de Superficie - Diferencia de T° (T° de superficie - Punto de rocío) 	<p>Criterio de aceptación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - RH < 85% - Ts-Tr > 3 - Excepción según el tipo de pintura 	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplica el criterio para el tipo de pintura a usar de acuerdo a la ficha técnica del producto. - Cada 2 horas en jornada de trabajo. - Psicrómetro, tablas psicrométricas, - termómetro de superficie 	ASTM E337
Inspección de película seca	<ul style="list-style-type: none"> - Medidor de EPS 	<p>Según esquema de protección anticorrosiva.</p> <p>BASE 9 a 12 mils</p> <p>ACABADO 12 a 20 mils</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cuando se encuentre la película para manipulación 	SSPC-PA 2
adherencia por corte y tracción	<ul style="list-style-type: none"> - Cuchilla - Equipo por tracción autolineable Tipo IV o V 	<p>> 8 según clasificación de norma.</p> <p>>1 500 PSI</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 1 por cada zona de trabajo - Tres pruebas por zona de trabajo 	<p>ASTM D6677</p> <p>ASTM D4541</p>

Nota. Elaboración propia.

Anexo 7. Fórmula Prueba Bresle

$$E(\mu\text{s}/\text{cm}^2) = 0,5 (\mu\text{s}/\text{cm}) \times \frac{V(\text{ml})^3}{(\text{cm}^2)} = \mu\text{g}/\text{cm}^2$$

$$\mu\text{g}/\text{cm}^2 \times \frac{10 \text{ ms}/\text{m}^2}{\mu\text{g}/\text{cm}^2}$$

$$C(\text{ppm}) = E (\mu\text{g} / \text{cm}^2) \times \frac{A(\text{cm}^2)}{V(\text{ml})}$$

$$\text{Pie máximo: } 30 \text{ mg}/\text{m}^2 \times \frac{1 \mu\text{s}/\text{cm}^2}{10 \text{ mg}/\text{m}^2} = 3 \text{ mg}/\text{cm}^2$$

Prueba 1:

$$E = 0,5 \times 85 \times \frac{3}{12,5} = 10,2 \mu\text{g}/\text{cm}^2 > 3 \text{ No pasa}$$

Como máximo debo obtener:

$$S = 25 \mu\text{s}/\text{cm}$$

Conductividad

$$C = 12,5 \text{ ppm.}$$

Anexo 8. Fotos de la experimentación



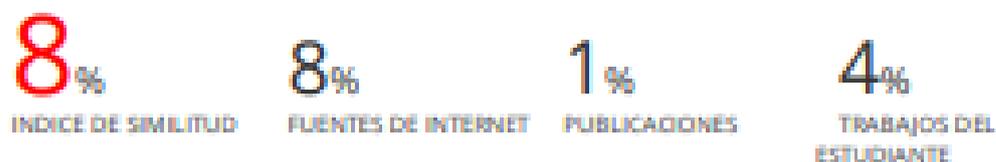
Figura 35. Con el personal en planta.

Nota. Elaboración propia.

Anexo 9. Reporte del 8 % de similitud Turnitin

CONTROL DE CALIDAD EN EL PINTADO DE ESTRUCTURAS

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	editic.net Fuente de Internet	1%
4	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	oa.upm.es Fuente de Internet	<1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
8	www.neurtek.com Fuente de Internet	<1%
9	core.ac.uk Fuente de Internet	

Nota. Elaboración propia.

**CONTROL DE CALIDAD EN EL PINTADO DE ESTRUCTURAS, COBERTORES DE
SPOOLS Y CONTAINERS EN PUERTO PUNTA LOBITOS DE HUARMEY**



M(o). JHON HERBERT OBISPO GAVINO
Registro CIP 68007
Asesor



Dr. APOLINAR QUINTE VILLEGAS
Registro CIP 22563
Presidente



Dr. BERARDO BEDER RUIZ SANCHEZ
Registro CIP 26627
Secretario



M(o). LUIS ROLANDO GONZALES TORRES
Registro CIP 26867
Vocal