



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE
CALIDAD, PARA LA LIMPIEZA Y RECUBRIMIENTOS DE
ESTRUCTURAS METÁLICAS EN ZONAS CORROSIVAS”**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Ayala Diaz Juan Manuel

Asesor:

Ing. César Manuel Guardia Calixtro

Lima - Perú

2019

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. César Manuel Guardia Calixtro, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de *INGENIERÍA CIVIL*, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- *Ayala Diaz Juan Manuel.*

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE CALIDAD, PARA LA LIMPIEZA Y RECUBRIMIENTOS DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN ZONAS CORROSIVAS.* para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ing. César Manuel Guardia Calixtro
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Ayala Diaz Juan Manuel para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA GESTIÓN DE CALIDAD, PARA LA LIMPIEZA Y RECUBRIMIENTOS DE ESTRUCTURAS METALICAS EN ZONAS CORROSIVAS.*

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Alejandro Vildoso Flores
Jurado
Presidente

Ing. Juan Carlos Durand Porras
Jurado

Ing. Luis Colonio Garcia
Jurado

DEDICATORIA

Esta meta se lo dedico a toda mi familia que orgullosamente pertenezco. A mi Padre que no se encuentra físicamente con nosotros pero siempre pertenecerá en nuestros corazones.

Gracias por las enseñanzas, por la disciplina, por los consejos de aliento y tu manera de instruirme para ser un hombre de bien ante la sociedad.

Te agradezco por todo, PADRE

AGRADECIMIENTO

Principalmente agradezco a la Universidad Privada del Norte por haberme abierto las puertas y poder pertenecer a esta gran familia para poder estudiar mi carrera, a la plana docente por brindarme sus conocimientos.

Agradezco a mi Asesor de Tesis el Ing. César Manuel Guardia Calixtro por haberme tenido paciencia y efectividad en guiarme en este arduo desarrollo de mi tesis,

Mi agradecimiento especial al Gerente General de la empresa Izquierdo & Casafranca Construcciones Metálicas SA Ing. Christian Iván Izquierdo Cárdenas por permitirme que realice mi tesis en su prestigiosa empresa.

Y para finalizar, agradezco a mis compañeros de estudio en todos los diferentes ciclos que compartimos, trabajos, exposiciones y alegrías en este camino de la carrera,

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	ii
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema.....	7
1.3. Justificación.....	7
1.4. Limitaciones	8
1.5. Objetivos.....	8
1.6. Hipótesis.....	9
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	10
2.1. Tipo y diseño de investigación	10
2.2. Población y Muestra.....	11
2.3. Procedimiento.....	13
2.4. Desarrollo	19
CAPÍTULO III: RESULTADOS	22
3.1. Objetivo específico 1	22
3.2. Objetivo específico 2.....	24
3.3. Objetivo específico 3.....	27
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	29

4.1. Discusión	29
4.1.1. Objetivo específico 1	29
4.1.2. Objetivo específico 2.....	29
4.1.3. Objetivo específico 3.....	30
4.2. Conclusiones	31
4.2.1. Objetivo específico 1	31
4.2.2. Objetivo específico 2.....	31
4.2.3. Objetivo específico 3.....	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS	34
Anexo n° 1: Validación del Registro de Rugosidad según el juicio de expertos.....	34
Anexo n° 2: Validación de Registro de Medición de Espesores de Pintura Seca según el juicio de expertos.....	35
Anexo n° 3: Matriz de consistencia	36
Anexo n° 4: Información del validador de expertos	37

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla n° 2.1: Juicios Expertos.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla n° 2.2: Composición Química del acero ASTM A36 (Valores promedio, %)......</i>	<i>13</i>
<i>Tabla n° 3.1: Tabla de Costos.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla n° 3.2: Tabla de Producción.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla n° 3.3: Resumen de las condiciones de tratamiento y resultados de los aceros.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla n° 3.4: Promedio de rugosidad por diferentes procesos de limpieza.....</i>	<i>26</i>

ÍNDICE DE FOTOS

<i>Foto n° 2.1: Proceso de soldadura MIG</i>	<i>16</i>
<i>Foto n° 2.2: Granalla y granalladora.....</i>	<i>16</i>
<i>Foto n° 2.3: Proceso de pintado</i>	<i>17</i>
<i>Foto n° 2.4: Proceso de Galvanizado en Caliente</i>	<i>17</i>
<i>Foto n° 3.1: Resultado de proceso de limpieza según SSPC SP5</i>	<i>22</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura n° 2.1: Diagrama de diseño descriptivo causal explicativo</i>	<i>10</i>
<i>Figura n° 2.2: Diagrama de proceso de soldadura</i>	<i>14</i>
<i>Figura n° 2.3: Proceso de soldadura SMAW</i>	<i>14</i>
<i>Figura n° 2.4: Proceso de soldadura MIG</i>	<i>15</i>
<i>Figura n° 2.5: Estructura de Gestión de Calidad</i>	<i>19</i>
<i>Figura n° 2.6: Gestión de Proyectos</i>	<i>20</i>
<i>Figura n° 2.7: Proceso de fabricación</i>	<i>20</i>
<i>Figura n° 3.1: Grupos de procesos</i>	<i>27</i>
<i>Figura n° 3.2: Fases de procesos</i>	<i>27</i>

RESUMEN

La presente investigación trata sobre las actividades de la gestión de control de la calidad en lo referente a un tema muy álgido, que es la forma más eficiente de limpiar de manera industrial y su respectivo recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas, como por ejemplo Lurín, Villa El Salvador, y todo lo cercano al litoral peruano, ya que allí hay mucha sal en el ambiente, el cual es terriblemente corrosivo para el acero dulce, en especial el de calidad A36, básicamente tiene como objetivo principal, determinar los procesos de gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas según las normas correspondientes.

Se menciona además la importancia y el desarrollo de dichos trabajos, orientados estos a optimizar objetivos y/o procedimientos en el campo de la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas, cuyas tareas son múltiples.

La metodología a utilizar es aplicada de naturaleza descriptiva causal explicativa, no experimental transversal dado que en un primer momento han sido descritas las variables de estudio, pero luego se ha evaluado su grado de influencia de las variables, las cuales son: gestión de calidad y limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

La presente tiene como conclusión principal, proponer la implementación de una gestión de calidad, para que pueda servir de guía a las empresas y/o contratistas para la correcta limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas, en especial en zonas corrosivas, cumpliendo con las normas vigentes.

Por lo que deseamos en estos procedimientos, dar mayor calidad y eficiencia al entregable, que, en este caso, viene a ser las estructuras metálicas.

Palabras clave: Gestión de calidad, limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas.

ABSTRACT

The present investigation deals with the activities of the management of quality control in relation to a very critical issue, which is the most efficient way of cleaning the industry and the respect of metal structures in corrosive zones, such as example, Lurin, Villa El Salvador, and all that is known as the Peruvian coast, since there are many people in the environment, which is terribly corrosive for the sweet steel, especially the A36 quality, has the main objective, to determine Quality management processes for cleaning and coating metal structures in corrosive zones according to the corresponding standards.

Mention is also made of the importance and development of these works, aimed at optimizing objectives and / or procedures in the field of cleaning and coating of metal structures, whose tasks are multiple.

The explanatory causal descriptive application methodology, not experimental, given that at first, the study variables have been described, but then the degree of influence of the variables has been evaluated, which are: quality management and Cleaning and coating of metal structures in corrosive zones.

The main conclusion of this is to propose the implementation of a quality management, so that it can serve as a guide for companies and / or contractors for the correct cleaning and coating of metal structures, especially in corrosive zones, complying with the standards current. Therefore, in this case, in this case, the metal structures are presented.

Keywords: Quality management, cleaning and coating of metal structures.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En nuestro país, la demanda de la construcción ha ido creciendo, aumentando de esta forma el riesgo de obra por accidentes. Según las estadísticas para esta actividad, la falta de cultura en la prevención de riesgo, han ocurrido muchísimos accidentes, estas negligencias afectan directamente a la calidad de los entregables.

La estructura metálica al no tener un eficiente sistema de limpieza y recubrimiento, ha sufrido alteraciones en sus propiedades físico – químicas, oxidándola, ocasionando el colapso de estas, teniendo como trágico final muchos heridos y muertos, como por ejemplo el registrado en una Nave Industrial de la Escuela Superior Argyle en Texas – EEUU.

El índice de morbilidad de los trabajadores, por no saber bien el uso de sus EPP, están ligados directamente a su producción y a la calidad que esta demanda.

Las estructuras mal soldadas y/o armadas, podrían ocasionar accidentes a la hora del montaje, por eso, la prevención de los riesgos va directamente relacionada con la gestión de calidad en la fabricación.

La seguridad e integridad de las estructuras, es el objetivo primordial de los proyectos de ingeniería y una de las herramientas más importantes es el control de calidad (para prevenir una eventual falla.

El mundo de la industria de la construcción, se preocupa cada vez más por los ensayos o informes de calidad. En términos generales, los profesionales de la construcción deben estar familiarizados con los ensayos y deber confiar cada vez más en estos, como base para adoptar importantes decisiones. La calidad es un estándar, una meta, una serie de requisitos, así como un objetivo alcanzable y no un vago sentido de hacer bien las cosas. Es un esfuerzo continuo de mejorar, es un resultado.

La buena calidad de los productos o servicios, puede dar la ventaja competitiva a una organización en general, la buena calidad reduce los costos por devoluciones, reproceso y desperdicios e incrementa la productividad, las ganancias y otras variables de éxito como el prestigio de la empresa y futuras recomendaciones a terceros.

Lo más importante como política de una empresa es la calidad del trabajo en general, lo cual genera clientes satisfechos. Como lema de Chrysler Corporación afirma: "Si no hay calidad, no hay ventas, si no hay ventas, no hay ganancias y si no hay ganancias no hay trabajo."

La norma internacional ISO es aplicada en los sistemas de gestión de calidad (SGC), cuyo fin primario es el permite administrar y por ende llevar mejoras a la calidad de los entregables.

La implementación de la norma ISO en concordancia con la guía PMBOK del PMI, permite desarrollar sistemas de gestión de calidad (SGC) en proyectos de tipo EPC, garantizando el cumplimiento de los requisitos de la obra a través de su control y aseguramiento. Los inversionistas extranjeros solicitan de las empresas constructoras nacionales su capacidad para diseñar el SGC con aplicación de la ISO 9001: 2008 para el proyecto a ejecutar y el Plan de Aseguramiento y Control de la Calidad durante el proceso de planeamiento del proyecto, el(los) Plan(es) de Inspección y Ensayo(s) de manera que durante su implementación se verifique la mejora continua de los procesos.

Para esta investigación, es importante tener presente los siguientes conceptos:

1.1.1. Estructuras metálicas:

Son un conjunto de perfiles de acero unidos con material de aporte (soldadura) y/o empernado, para que la estructura tenga un comportamiento monolítico, pasando por una limpieza industrial y un recubrimiento, que puede ser pintura o galvanizado. Estas estructuras soportan cargas horizontales, verticales y diagonales, según su diseño.

1.1.2. Calidad y Sistemas de Calidad

1.1.2.1. Definición de la Calidad

Para poder llevar a cabo el desarrollo de un Sistema de Gestión de Calidad, lo esencial es ser capaz de definir correctamente la calidad. De acuerdo con Juran (1986), no es de utilidad hacer una descripción breve, dado que la definición corta de calidad es una trampa. Siempre han existido múltiples significados nacidos de varios autores diferentes.

Según Juran (1986), la calidad que es definida por norma ISO 8402 es el entregable que permite satisfacer los requerimiento establecido por el cliente; de esta manera coincide con la postura de Velasco (1997) que menciona que la calidad de un producto es capaz de satisfacer las necesidades y expectativas del consumidor. Esto se debe lograr en el presente y en el futuro dado que los intereses del consumidor varían en el tiempo (Soluziona, 2001).

Estas definiciones están centradas en la satisfacción del cliente con el producto (el porqué de la compra del bien o servicio). Sin embargo, de acuerdo con Juran (1986), otro aspecto importante que no se está considerando es que la insatisfacción siempre está presente; la ausencia de deficiencias es otra característica de la calidad que nos indica el porqué de las quejas de los clientes. Estos conceptos de calidad no son contrarios, es más, son complementarios.

Las definiciones de la calidad antes mencionadas están enfocadas en las exigencias e intereses del consumidor, pero no se está teniendo en cuenta lo que

sucede dentro de la industria. Para el operario común, según Deming (1989), la calidad significa menos reprocesos y desperdicios, equivalente al mejoramiento de la productividad, incluso llega a interpretarse como la satisfacción que le genera su trabajo. Según Crosby (1979), este punto está relacionado con la idea actual de la calidad, que se refiere a hacer bien las cosas la primera vez. Estas definiciones buscan relacionar la calidad con la conformidad con los requerimientos y especificaciones de fabricación (Miranda, 2007).

1.1.2.2. Evolución de los Sistemas de Calidad

Según Cuatrecasas (1999), el concepto de calidad ha ido evolucionando manifestándose en una ampliación de objetivos y en una variación de su orientación. Establece 4 etapas de evolución del concepto de calidad: calidad comprobada, calidad controlada, calidad generada y planificada, y calidad gestionada.

La calidad comprobada, se define con el enfoque de la inspección. La inspección es un examen que se realiza a la totalidad de productos terminados para conseguir medir determinadas características o identificar fallas en el producto (Miranda, 2007).

De acuerdo a Cuatrecasas (1999), la calidad controlada, se define con el enfoque del control estadístico. El control estadístico se basa en el uso de herramientas estadísticas basadas en el muestreo para controlar la variabilidad y reducir la cantidad de inspecciones.

De acuerdo con Miranda (2007), la calidad generada y planificada, se define con el enfoque del control del proceso. El control del proceso es un planteamiento empresarial de carácter preventivo que tiene como objetivo comprobar que se realizan satisfactoriamente todas las actividades para que el producto final sea conforme.

Según Cuatrecasas (1999), la calidad gestionada, se define con el enfoque de la gestión de la calidad total. La gestión de la calidad total es, según Feigenbaum (1991), un sistema eficaz, capaz de integrar el desarrollo de la calidad, su mantenimiento y los esfuerzos de las distintas áreas de una organización para mejorarla, y de esta manera, lograr simultáneamente que la producción y los servicios se realicen en los niveles más económicos y que se consiga la satisfacción del cliente.

1.1.2.3. Beneficios de los Sistemas de Calidad

La implementación de los sistemas de calidad ofrece los siguientes beneficios a la empresa (Cuatrecasas, 1999; Crosby, 1979; Merli, 1994; Enrick, 1989; Dolly, 2007):

- Identificar y eliminar metodologías deficientes de desempeño.
- Identificar y promover metodologías exitosas de desempeño.

- Asumir responsabilidad por los servicios y atención brindados.
- Brindar educación continuada y desarrollo del personal basados en necesidades específicas identificadas.
- Aumentar el grado de compromiso y responsabilidad del trabajador con la empresa.
- Favorecer la planificación, ejecución y evaluación de la mejora continua en el sistema.
- Disminuir los porcentajes de defectuosos en los productos terminados.
- Garantizar la fiabilidad del producto.
- Bajar el coste del producto final.
- Disminuir coste de reparación del producto postventa y/o de devolución.
- Permitir un flujo de fabricación más fluido.
- Aumentar la productividad en el sistema con el mayor rendimiento de los materiales.
- Aumentar la aceptación del cliente hacia los productos de la empresa.
- Aumentar la satisfacción del consumidor.
- Fortalecer la relación y la comunicación con los proveedores.
- Incrementar el rendimiento de los materiales.
- Disminuir y/o elimina el número de reprocesos en el sistema.
- Reducir la cantidad de mermas o desperdicios del proceso productivo.
- Promover una estructura de entregas más rápidas y predecibles.
- Mejorar el prestigio de la empresa a nivel mundial.
- Ayudar a cumplir la normativa y requisitos del mercado.
- Fortalecer la disponibilidad de información a través de la documentación y organización.

1.1.3. Sistemas de Gestión de Calidad

1.1.3.1 Modelo EFQM

Este modelo de excelencia se crea en 1991 a partir de la Fundación Europea para la Calidad en la Gestión (European Foundation for Quality Management: EFQM), la cual es una organización sin fines de lucro creada en 1988 a partir de 14 empresas multinacionales europeas (Miranda, 2007).

Según López (2006), el modelo se encuentra estructurado en dos grandes bloques: los agentes (lo que la organización hace) y los resultados (lo que la organización logra). Se logra una ampliación del concepto de calidad al incluir criterios como la satisfacción del personal, el impacto social y los resultados del negocio (Miranda, 2007).

Para Miranda (2007), otra novedad encontrada en este modelo cíclico es la inclusión del concepto REDER (RADAR, en inglés), el cual está basado en el ciclo

PDCA. Esto permite llegar a la innovación y mejora continua de una manera más explícita:

- **Resultados:** Básicamente es lo que la organización logra conseguir.
- **Enfoque.**- Lo que se piensa hacer y las razones para ello que tiene la empresa.
Despliegue.- Las acciones que toma la organización para poder poner el enfoque en práctica.
- **Evaluación y Revisión.**- Lo evaluado y revisado según el enfoque y el despliegue en la organización.

El concepto de excelencia, que también se utiliza en la Gestión de la Calidad Total, se compone, de acuerdo con Miranda (2007), de ocho principios fundamentales, los cuales son: orientación hacia los resultados y al cliente, liderazgo y coherencia hacia los objetivos, gestión de procesos y hechos, desarrollo e implicancia de las personas, aprendizaje, innovación y mejora continuas, desarrollo de las alianzas y responsabilidad social

1.1.3.2. Gestión de la Calidad Total

La Gestión de la Calidad Total (TQM, Total Quality Management), es un conjunto de técnicas y consejos valiosos para lograr un cambio cultural en la organización (López, 2006). Es una forma de gestionar orientada a obtener la calidad total de todos los recursos organizativos, técnicos y humanos. Esta tiene como objetivo la satisfacción plena de todas las entidades relacionadas con la organización y la mejora continua de las actividades de la empresa para alcanzar la excelencia (Cuatrecasas, 1999).

La filosofía de la calidad total está centrada en lo que mencionó Crosby (1979), sobre que se deben hacer las cosas bien a la primera. Esto quiere decir que se debe hacer lo que se debería para obtener un resultado satisfactorio sin repetirlo.

Según Cuatrecasas (1999) y López (2006), los aspectos que caracterizan a la calidad total son:

- Orientación clara a la satisfacción de los clientes; los clientes pueden ser tantos internos (compañía) como externos (proveedores y/o consumidores).
- Eliminación total de los despilfarros, para la realización de procesos con el mínimo de actividades
- Trabajo en grupo.
- Formación y educación sobre la calidad.
- Énfasis en la prevención de los defectos y problemas mediante el análisis de las causas. Enfoque “proactivo” frente al “reactivo”.
- Gestión basada en la mejora continúa de la calidad.
- Participación e implicación de todos los estamentos de la empresa mediante un esfuerzo integrado.

- Aplicación de sistemas de calidad que persiguen su aseguramiento mediante una adecuada planificación, optimización y control.
- Liderazgo activo y ejemplar de la dirección.
- Medición de resultados consistentes con las metas de la organización.
- Cambio de cultura.

Como se puede verificar, este concepto engloba el aseguramiento, el control, la prevención, la mejora, la planificación y la optimización de la calidad (Cuatrecasas, 1999).

Según López (2006), las herramientas de gestión de la calidad total, necesarias para llevar a la práctica esta gestión son las siguientes:

- Ciclo Deming o PDCA: Las siete herramientas básicas: diagrama causa-efecto, gráfico de control, histograma, diagrama de Pareto, diagrama de dispersión o correlación, hoja de recogida de datos y la estratificación de datos.
- Brainstorming (tormenta de ideas): Las siete nuevas herramientas: diagrama de afinidades, diagrama matricial, diagrama de conexiones o relaciones, diagrama de árbol, diagrama de proceso de decisión o PDPC, diagrama de análisis de matriz-datos y diagrama de flujo.
- Control estadístico de procesos.
- Diseño estadístico de experimentos.
- Círculos de calidad.
- Benchmarking.

Los efectos de la aplicación de la calidad total no serán inmediatos; inclusive, los beneficios sólo se percibirán a largo plazo. Según Cuatrecasas (1999), los beneficios que se logran con la gestión de la calidad total son:

- Mayor productividad, menor coste y mayores beneficios económicos.
- La satisfacción total de los clientes, logrando su fidelidad.
- Mayor cuota de mercado.
- Incremento general de la calidad de productos, servicios, procesos y en general de toda la organización.
- Aumento de la imagen externa de calidad y seriedad de la empresa, y mayor prestigio social.
- Incremento de la motivación de los recursos humanos.
- Aumento de la ventaja competitiva.
- Preocupación y eficacia en el cuidado del medio ambiente, eliminando los efectos nocivos.

1.1.3.3. Normas de la Serie ISO 9000

Las Normas de Serie ISO 9000 son, según López (2006), un conjunto de normas y directrices internacionales que permiten la implantación de un sistema de gestión de la calidad, el cual posee una reputación global. Se conforman de tres documentos básicos: ISO 9000.- Sistemas de Gestión de la Calidad: Conceptos y vocabulario, ISO 9001.- Sistemas de Gestión de la Calidad: Requisitos. Especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad e ISO 9004.- Sistemas de Gestión de la Calidad: Guía para llevar a cabo la mejora.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General:

¿Cuáles son los procesos eficientes que la gestión de la calidad debe seguir para asegurar la misma, en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas?

1.2.2. Problemas Específicos

- A. ¿Cómo relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas?
- B. ¿Cuáles son los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas?
- C. ¿Qué sucede si incorporamos al proyecto de limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en marcha la gestión de la calidad en vez de planificar la gestión de la calidad antes que empiece el proyecto?

1.3 Justificación

Justificación Teórica

Esta investigación aportará información conceptual nutrida y consistente acerca del estudio y desarrollo de la gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas. Asimismo, se aportará material teórico respecto a los conceptos básicos, teorías y procesos de la gestión en mención.

Además, el estudio que hemos desarrollado, podrá permitir la identificación de las ventajas que existe al implementar una buena gestión de calidad planificada.

1.3.1. Justificación Práctica

La investigación contribuye a mejorar el estudio y desarrollo de los aspectos convencionales referidos a la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

Además, el presente proyecto pretende exhibir la aplicación de los procesos de gestión de calidad, así como también el trabajar con un enfoque pro-activo para la gestión de la misma, donde la prevención sea más importante que la inspección. Esta investigación se desarrolla sobre la base “Trabajar en reducir los costos de falla en la etapa de planificación del proyecto es muy rentable”.

1.3.2. Justificación Metodológica

Lo explicado en la justificación práctica, se puede replicar, y así plantear un nuevo método para generar conocimientos y conciencia en este tipo de proyectos.

Los procesos de gestión de calidad con enfoque pro-activo en prevención más que en inspección pueden ser utilizados en otros trabajos de investigación, por lo que contribuirá a desarrollar la investigación científica, para los trabajos de ingeniería civil, que no se limitan a concreto, movimientos de tierra y afines.

1.4 Limitaciones

La presente investigación de gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas tiene limitantes, como por ejemplo los trabajos de fabricación de estructuras metálicas en zonas húmedas (ya que no se podría soldar, arenar y/o granallar ni pintar).

A su vez existen limitaciones en este tipo de proyectos si los soldadores no son calificados, es decir homologados, según la normativa que las estructuras a las que van a trabajar amerita, también el tipo de impulsor para la pintura, el tipo de pintura, y de ser galvanizado en caliente según la norma ASTM A123, las estructuras deberían ser empernadas, ya que, si se soldasen luego del galvanizado, pierden dicha propiedad.

1.5 Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar los procesos de gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas según las normas correspondientes.

1.5.2. Objetivos específicos

1.5.2.1. Relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

1.5.2.2. Obtener los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas

1.5.2.3. Establecer la diferencia entre implementar la gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en estado de planificación con encontrarse en ejecución.

1.6 Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La aplicación de los procesos de gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas según las normas vigentes.

1.6.2. Hipótesis específicas

1.6.2.1. Aplicar de la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas relacionadas con la gestión de tiempo, ya que esto implica ahorrar tiempo y a su vez dinero, y así mismo tener un cliente satisfecho.

1.6.2.2. Aplicar los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

1.6.2.3. Si no planificamos la gestión de la calidad antes que empiece la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas, se podrían incrementar las fallas internas y externas, por lo que los trabajos deberían en muchos casos volver a realizarse.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de la investigación

2.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es aplicada de naturaleza descriptiva causal explicativa, dado que en un primer momento han sido descritas las variables de estudio, pero luego se ha evaluado su grado de influencia de las variables, las cuales son: gestión de calidad y limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

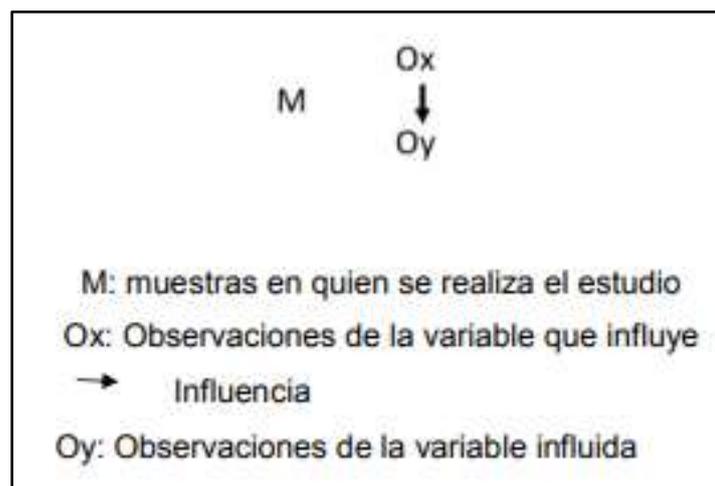
2.1.2. Diseño de investigación

El diseño de la Investigación es no experimental de carácter transversal.

“El diseño transversal recolecta los datos en un momento único y determinado, siendo su propósito el de describir las variables y analizarlas según su incidencia e interrelación en un momento específico, se podría hacer la semejanza con tomar una fotografía de algo que está sucediendo.” (Sampieri, 2010, p.151).

Se puede denotar el diseño gráficamente.

Figura n° 2.2: Diagrama de diseño descriptivo causal explicativo



Fuente: Hernández, Fernández y Bautista (2010)

Donde:

M = Muestra

Ox = Variable 1 (Gestión de Calidad)

Oy = Variable 2 (Limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas)

2.2. Población y muestra.

2.2.1. Población

Según Hernández (2006), la población es el conjunto de los casos que concuerda con determinadas características.

La presente investigación, está constituida por tres probetas metálicas, granalladas y pintadas

2.2.2. Muestra

En la presente investigación, por la uniformidad de los investigados, al ser específicamente de estructuras, el tamaño de la muestra probabilística (n) se calcula tomando como premisa formulas estadísticas para poblaciones finitas.

Según Hernández et al (2014), la fórmula utilizada será la del muestreo aleatorio simple para determinar el tamaño óptimo de la muestra, indicando que los factores que integran la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados para la muestra (p.175). La fórmula en cuestión es:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

Z: Es una constante que obedece al nivel de confianza que asignemos.

Para la presente tesis se usará un nivel de confianza del 95% que corresponde un

$$Z= 1.96$$

*p: Proporción de personal que afirma la premisa de la hipótesis (se asume P=0.5)

*q: Proporción de personal que rechaza la premisa de la hipótesis (se asume Q= 0.5)

e: Margen de error (se asume 5%)

N: Población.

Unidad Muestral: Tres probetas metálicas, granalladas y pintadas.

n: Tamaño óptimo de la muestra.

Resolviendo la ecuación se obtiene que:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5) (0.5) (3)}{((0.05)^2 (3-1) + (1.96)^2 (0.5) (0.5))}$$

n = 3.00 probetas metálicas, granalladas y pintadas.

De acuerdo a estos datos se ensayarán tres probetas metálicas, granalladas y pintadas.

2.2.3. Recolección de datos

En la presente investigación para realizar la recolección de datos se aplica el instrumento de medición al granallado y luego pintado de las probetas metálicas.

Se realizará este procedimiento en el taller de estructuras metálicas de la empresa Izquierdo y Casafranca Construcciones Metálicas SAC.

2.2.4. Validación del instrumento

Según Hernández (2010), "La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir".

Debemos indicar que para Hernández et al. (2014) la validez, "es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se quiere medir, de acuerdo con expertos en el tema" (p.204).

La validez del instrumento elaborado se utilizó la prueba del juicio de expertos, en los formatos indicados en los Anexos n° 1 y n° 2.

Tabla n° 2.1: Juicios Expertos

Experto	Cargo
Ing. Christian Iván Izquierdo Cárdenas	Gerente General Izquierdo y Casafranca Construcciones Metálicas S.A.C.

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda:

J1: Ing. Christian Iván Izquierdo Cárdenas

2.3. Procedimiento.

El procedimiento en el presente trabajo de investigación se fundamenta en el orden de los objetivos específicos, como se detalla a continuación:

2.3.1. Relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

La relación entre la gestión de tiempo y la gestión de calidad, va asociada con el conocimiento de los materiales, procedimientos y ensayos aplicados a la limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas en zonas corrosivas, ya que, de esa manera, se pueden controlar los tiempos y poder dar plazos de entrega, para su inmediato montaje.

2.3.1.1. Conocimiento de los materiales a utilizar y sus respectivos comportamientos, de acuerdo a las normas que les corresponde:

2.3.1.1.1. Acero estructural

La ASTM aprobó las normas para las placas y laminados en caliente que son A 36, A 572, A 242, A 588, A 709, A 852, A 514, A 913 y A 992. El ASTM A 529, A 709 es único, define los aceros aptos para la construcción de puentes, los distintos grados de acero por debajo del A 709 tienen equivalentes como A 36, etc.

El acero ASTM A 36, es el más comercial de los aceros laminados en caliente, es soldable, dúctil y maleable. Sus presentaciones son diversas: barra redonda, cuadrada, rectangular, perfiles tales como: vigas I, W, ángulos y canales varios con normas estructurales, como por ejemplo: viga W 10" x 33, ángulos de 2" x 1/4", entre muchos otros.

El proceso de laminado en caliente quiere decir que el procesamiento superficial de este acero no será fácil. Teniendo en cuenta que su resistencia a la fluencia es 36 ksi (2530 kg/cm²), es un que se dobla mecánicamente.

Tabla n° 2.2: Composición Química del acero ASTM A36 (Valores promedio, %)

Acero	C	Mn	P	S	Ni	Cr	Co	Si	Fe
ASTM A36	0,260	1,3	0,04	0,5	-	-	-	0,4	Bal

Fuente: Revista Ingeniería e Investigación, Vol 30, No 3 (2010)

Su aplicación es muy utilizada en la construcción, usada mucho en estructuras metálicas de edificaciones y plantas industriales, así como carpinterías metálicas y afines.

2.3.1.1.2. Proceso de soldadura

Este procedimiento tiene muchos procesos, pero en estructuras metálicas los más comunes son el SMAW y MIG/MAG.

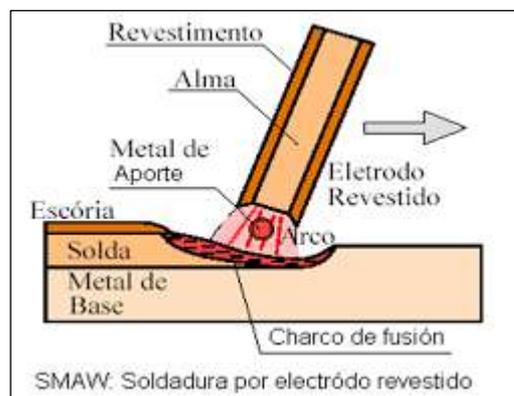
Figura n° 2.2: Diagrama de proceso de soldadura



Fuente: Carta Maestra de Procesos de Soldadura de la American Welding Society.

- **SMAW**, es un proceso en el que se utiliza electrodo revestido (Manual), clasificado por la AWS como **SMAW** (Shield Metal Arc Welding), su procedimiento de soldadura es por arco eléctrico entre el electrodo revestido y el metal base.

Figura n° 2.3: Proceso de soldadura SMAW



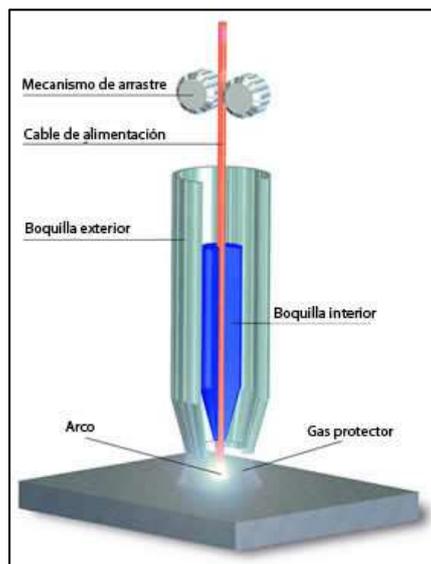
Fuente: <http://instructorjrp.blogspot.com>

- **MIG**, El sistema MIG posee cualidades importantes al soldar aceros, entre las que sobresalen:
 1. El arco siempre es visible para el operador
 2. La pistola y los cables de soldadura son ligeros, haciendo muy fácil su manipulación
 3. Es uno de los más versátiles entre todos los sistemas de soldadura
 4. Rapidez de deposición
 5. Alto rendimiento
 6. Posibilidad de automatización

El sistema MIG requiere del siguiente equipo para su funcionamiento:

- a. Una máquina soldadora
- b. Un alimentador que controla el avance del alambre a la velocidad requerida.
- c. Una pistola de soldar para dirigir directamente el alambre al área de soldadura
- d. Un gas protector, para evitar la contaminación del baño de soldadura
- e. Un carrete de alambre de tipo y diámetro específico.

Figura n° 2.4: Proceso de soldadura MIG



Fuente: <https://www.demaquinasyherramientas.com>

2.3.1.1.2. Proceso de limpieza de la estructura

Los métodos de limpieza son muchos, pero los más utilizados de manera industrial para las estructuras metálicas son:

- **Arenado:** Es una técnica de limpieza de superficies basada en la proyección de arena a alta presión. Según norma, podría ser: Arenado gris o comercial (SSPC SP 6) y Arenado Blanco (SSPC SP5).

Foto n° 2.1: Proceso de soldadura MIG



Fuente: Mongrat montajes industriales

- **Granallado:** Es una técnica de limpieza de superficies basada en la proyección de granalla (acero) a alta presión, según las normas SSPS SP 5 (granallado blanco) y SSPS SP 6 (granallado gris).

Foto n° 2.2: Granalla y granalladora



Fuente: <http://acatmexicana.com>

2.3.1.1.2. Proceso de recubrimiento de la estructura

Los métodos de recubrimiento son:

- **Pintura:** Este recubrimiento puede ser mediante pintura sintética (bajo sólidos) o epóxica, que es bicomponente y más recomendable (altos sólido), en base y acabado.

Foto n° 2.3: Proceso de pintado



Fuente: Prometal.

- **Galvanizado en caliente:** Según la norma ASTM A123, consta de introducir la estructura dentro de una poza llena de zinc derretido, previamente decapado con ácido para quitarle todo tipo de grasas y afines.

Foto n° 2.4: Proceso de Galvanizado en Caliente



Fuente: Revista Petroquímica-Petróleo, Gas, Química & Energía

2.3.2. Obtener los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

Los pasos a seguir para lograr dicha mejora continua son:

- Conocimiento de las normas de los materiales a utilizar, siendo esto muy importante, ya que con el conocimiento de sus normas, se podrá efectuar procedimientos más eficientes, siendo algunas de estas: acero según la norma ASTM A36, soldadura de penetración 6011, soldadura estructural 7108, pintura según la norma NTE INEN 2269:2001, galvanizado en caliente según la norma ASTM A123.
- Reconocer, según el material a utilizar, los procesos de despiece de los perfiles de acero.

- Según el despiece de los perfiles de acero, que el proyecto señala, comenzar a armar la estructura utilizando los empalmes que el tipo de acero requiere: soldadura directa según la norma AWS D1.1, empernado ASTM A 325, etc.
- Realizar los ensayos respectivos a las uniones del material base, los cuales son: ensayos de tinta penetrante según la norma ASTM 165, ultrasonido norma AWS D1.1 y rayos X norma DIN 54109/62.
- Realizar la limpieza industrial a la estructura metálica, basándose principalmente en el tipo de recubrimiento que esta llevará, estas serán: arenado, granallado o decapados, de calidad básica, comercial o gris cuya norma es SSPC SP 6 y alta calidad o blanca según la norma SSPS SP 5.
- Realizar los ensayos de adhesión de la rugosidad en perfiles metálicos.
- Realizar el proceso de recubrimiento del acero, inmediatamente haya pasado por la limpieza industrial, y estos pueden: pintura de calidades sintéticas o epóxicas y galvanizado en caliente.
- Embalaje para el óptimo viaje de la estructuras para su respectivo montaje.

2.3.3. Establecer la diferencia entre implementar a gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en estado de planificación con respecto a encontrarse en ejecución.

La calidad NO se incorpora al proyecto cuando se encuentra en marcha mediante procesos de inspección. Por el contrario, la calidad se planifica, se diseña y se incorpora antes de que comience la ejecución del proyecto.

Al momento de planificar la calidad es importante identificar las normas de calidad relevantes.

Es muy importante identificar los costos de calidad, desde la planificación, ya que el aseguramiento de la calidad se da cuando esta ya se planificó, según el siguiente ordenamiento:

- Costos de conformidad o cumplimiento:
 - Prevenir incumplimientos: políticas y procesos, mantenimiento capacitación y estudios.
 - Evaluar conformidad del entregable: supervisión, vigilancia, control y inspección.
- Costos de falla o no cumplimiento:
 - Fallas internas: reparar defectos antes de llegar al Cliente, re-procesos y acciones correctivas, trabajar con exceso de inventarios y menor productividad.

- Fallas externas (Costos de no conformidad): defectos detectados expost, multas, garantías, devoluciones, descuentos y pérdida de ventas de la estructura en su contexto general.

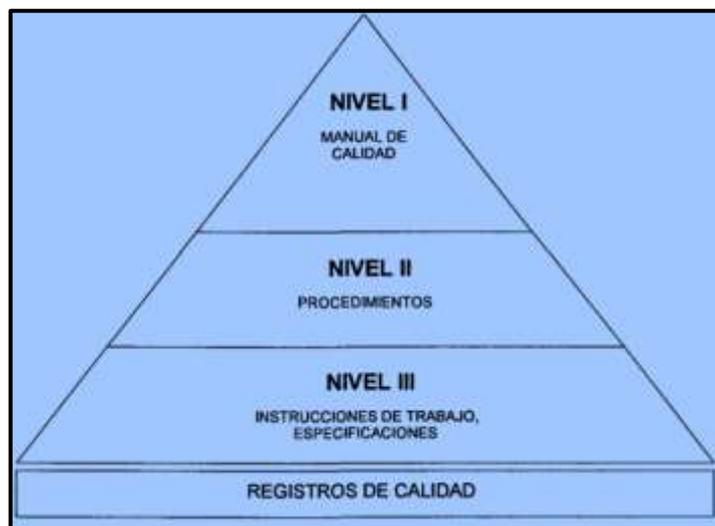
Una vez que el proyecto se encuentra en ejecución, con el asegurar la calidad se verifica que se estén implementando todos los procesos y normas definidas en el plan de gestión de calidad para la fabricación de estructuras metálicas, las cuales responderán su proceso mediante el DOSSIER DE CALIDAD, según la sociedad Americana para Prueba de Materiales (ASTM), la Sociedad Americana de Normas (ASA), la Sociedad Americana de Soldadura (AWS) y El Instituto Americano de Hierro y Acero (AISI).

2.4. Desarrollo

2.4.1. Sistema de Calidad para limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas en zonas corrosivas.

Este sistema de calidad es conformado por tres niveles jerárquicos, según la figura contigua:

Figura n° 2.5: Estructura de Gestión de Calidad



Fuente: Manual de Gestión de Calidad de Sistemas Constructivos en Aceros del ITC

- **NIVEL I:** en este nivel se encuentra el manual de calidad, el cual hace una descripción del sistema de calidad, estableciendo cuales son la política, objetivos y compromiso, de la calidad del entregable.
- **NIVEL II:** en este nivel se encuentran los procedimientos: administración del sistema, instrucciones y lineamientos, para de esta forma poder cumplir con el sistema de calidad de la empresa.

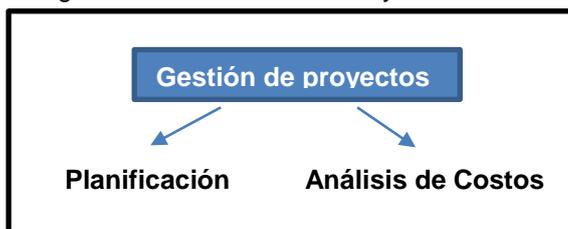
- **NIVEL III:** en este nivel se encuentran los planes y documentos genéricos, así como las instrucciones técnicas.
- **NIVEL DE SOPORTE:** en este nivel se encuentran los registros, para de esa manera evidenciar la aplicación documental señalada en la estructura documental.

Este Manual de Gestión de Calidad para la Fabricación de Estructuras Metálicas implanta lo siguiente:

- **ALCANCE DE CALIDAD,** en el cual incluye los detalles y especificación técnicas de la fabricación de las estructuras metálicas.
- **PROCEDIMIENTOS DOCUMENTADOS** para la calidad en la fabricación de estructuras metálicas, haciendo referencia a estos.
- **DESCRIPCIÓN DE LA INTERACCIÓN** entre los procesos de fabricación de estructuras metálicas.

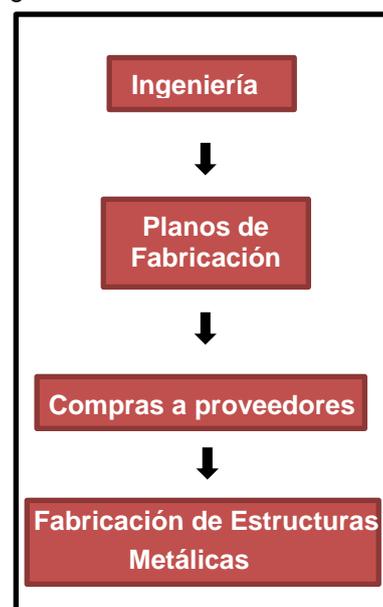
2.4.2. Identificación de los Procesos de Fabricación de Estructuras Metálicas y su respectiva interacción entre las actividades.

Figura n° 2.6: Gestión de Proyectos



Fuente: Elaboración Propia

Figura n° 2.7: Proceso de fabricación.



Fuente: Elaboración Propia

2.4.2.1. La Gestión del Proyecto.

El primer paso para todo proyecto es la gestión del mismo. Se empieza con el trato a los clientes, entrevistas, reuniones y afines, para poder ganar la buena pro del proyecto. Para esto se deben tener muy presente dos procedimientos muy importantes:

2.4.2.1.1. Planificación:

En este procedimiento, identificamos las actividades y su interrelación, programándolas para el buen funcionamiento de la

fabricación de las estructuras metálicas e identificando el plazo de esta. Además, si sabes cuánto demora el proyecto saber cuánto cuesta.

2.4.2.1.2. Análisis de Costos:

Saber el costo de cada actividad antes mencionada, en materiales, maquinas herramientas y tiempo. Elaboración del presupuesto para el cliente según el análisis de costos, luego se envía el presupuesto al cliente con el precio de venta último. Una vez que el proyecto es asignado, se deben de seguir los siguientes pasos según sea el caso:

2.4.2.2. Ingeniería

Punto muy importante en la fabricación de las estructuras metálicas, ya que en esta se define el diseño, reflejándola en:

2.4.2.2.1. Planos de Fabricación:

Planos donde se grafican el diseño final de las estructuras metálicas, en el cual están los planos de detalles, despiezado y afines, y de haber algún cambio hacérselos llegar a los supervisores para su inmediata aprobación:

2.4.2.2.2. Compras y Servicios a proveedores:

Según el plano de fabricación, detalles, despiezado y afines, con su merma respectiva (suele ser el 5%), se procede a cuantificar los materiales y servicios a utilizar.

2.4.2.2.3. Fabricación de Estructuras Metálicas:

En este proceso se deberán de seguir los siguientes pasos, dirigido por el Gerente de Producción y Control:

- Solicitar al departamento de la programación de fabricación para poder organizar al taller para la fabricación de las estructuras.
- Solicitar los planos de fabricación.
- Verificar en el Taller que los materiales se encuentren en el mismo.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Objetivo específico 1: Relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas

Para la eficiente gestión integrada de tiempos y calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas, es importante saber lo siguiente:

- En las zonas donde existe un ambiente con mucha presencia de sales, como el litoral, es muy importante, preparar la estructura para la buena adhesión del recubrimiento en el metal.
- El procedimiento que permite una mejor la adhesión es la limpieza según la norma SSPC SP 5, comercialmente conocido como **granallado al metal blanco**, para este tipo de limpieza, la superficie del perfil o estructura metálica debe estar libre de todo tipo de aceite, grasa, polvo, óxido, capa de laminación restos de pintura y afines. Siendo utilizada donde las condiciones del clima son extremadamente en todo sentido.
- Importante destacar que los patrones de comparación visual no siempre es exacto al de la ilustración que da la norma. La superficie granallada puede variar en su aspecto, color y afines, según el tipo de abrasivo a utilizar, ya sea: arena y/o granalla de acero.
- Para el monitoreo y control del trabajo es importante realizar probetas del mismo material base a procesar con el sistema abrasivo a utilizar, cuyas condiciones de trabajo deben de ser similares a las de obra.
- Al ser medidas y aprobadas dichas probetas, se deberán efectuar durante el trabajo todas las comparaciones con mismas.
- Cabe destacar la importancia de alcanzar el grado de culminación esperado, pues una especificación no alcanzada puede derivar en una falla prematura, en cambio superar la norma involucrará un mayor costo en el trabajo.

Foto n° 3.1: Resultado de proceso de limpieza según SSPC SP5



Fuente: Normas de preparación de superficies

- El material al ser granallado obtiene una limpieza industrial, la cual es realizada de manera más rápida y de mejor calidad, que, si fuera de forma manual, como podemos verlo en la siguiente tabla:

Tabla n° 3.1: Tabla de Costos

Ítem	Descripción	Unidad	P.U. (S/.)
1.00	Granallado de Estructura metálica	m ²	15.00
2.00	Limpieza manual de Estructura metálica	m ²	12.70
2.10	Mano de obra	m ²	7.25
2.20	Consumibles (lija, disolvente, etc.)	m ²	5.45

Fuente: Elaboración Propia

- Ahora si hacemos la comparación en tiempo:

Tabla n° 3.2: Tabla de Producción

Ítem	Descripción	Unidad	Producción	Resultado
1.00	Granallado de Estructura metálica	m ²	20 m ² /hr	Limpieza regular
2.00	Limpieza manual de Estructura metálica	m ²	6 m ² /hr	Limpieza irregular

Fuente: Elaboración Propia

- Como podemos apreciar, si analizamos para una estructura de 50 m², el costo con granallado será: $50 \text{ m}^2 \times \text{S}/.15/ \text{ m}^2 = \text{S}/. 750$, teniendo listo el entregable en 3 días, pero si fuese limpieza manual: $50 \text{ m}^2 \times \text{S}/. 12.70/ \text{ m}^2 = \text{S}/. 635$, teniendo listo el entregable en 9 días, es decir, el tiempo de entrega del granallado es 300% más eficiente que el de limpieza manual, siendo la diferencia en costo de 15% aproximadamente.
- Para el recubrimiento es importante usar una base epóxica, que es una pintura bi – componente, el componente A, una pintura epóxica, y el componente B un catalizador poliamídico. Proporciona una película de muy buena adherencia y flexibilidad, resistente al agua, a los químicos y a los solventes aromáticos.
- Especialmente diseñado para proteger y decorar superficies metálicas de tanques, tuberías, estructuras, puentes, plantas químicas, laboratorios, talleres, bodegas. Se puede aplicar para la protección de maquinaria y equipos industriales, madera, concreto y asbesto-cemento en ambientes interiores con alta contaminación industrial.
- Los espesores serán según su uso y exposición:
 - a) Tipo A: Depósitos y Elementos en Inmersión
El tratamiento de pintura será:
 - a.1. Imprimación: epoxi de dos componentes, curada con aminas - espesor de película seca de $1 \times 50\mu$.
 - a.2. Capa de acabado: epoxi amina sin disolvente - espesor de película seca de $1 \times 300\mu$

b) Tipo B: Depósitos y elementos en inmersión

El tratamiento de pintura será:

b.1. Imprimación: Epoxi poliamina/fenólica - espesor de película seca 1 x 100 μ

b.2. Capa intermedia: Epoxi poliamina/fenólica de capa gruesa - espesor de película seca: 1 x 100 μ

b.3. Capa de acabado: Epoxi poliamina/fenólica de capa gruesa. Espesor de película seca: 1 x 100 μ .

c) Tipo C: Inmersión en Agua Salina

El tratamiento de pintura será:

c.1. Imprimación: Epoxi poliamida con hierro micáceo. Espesor de película seca 1 x 65 μ

c.2. Capa de acabado: Epoxi poliamina de capa gruesa reforzado con fibra de vidrio. Espesor de película seca 1 x 400 μ .

3.2. Objetivo específico 2: Obtener los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

Los siguientes pasos se basan en las fichas técnicas de tal manera de poder cumplir con las especificaciones que exige la norma técnica SSPC y ASTM:

3.2.1. Inspección Visual: Todo material que ingresa a planta deberá estar libre de contaminantes como: grasa y pintura. Verificar el grado de corrosión de las piezas para comparación con patrón VIS1 luego del granallado.

3.2.2. Determinación del Sistema de Trabajo: Según la solicitud del cliente basada en las normas y el procedimiento de aplicación que se genera por las especificaciones técnicas del proveedor de pintura, se determina el sistema de trabajo:

a) El grado de limpieza que requerirán las estructuras y el grado de rugosidad:

- SSPC–SP5: “Limpieza con chorro abrasivo al grado Metal Blanco”
- SSPC–SP6: “Limpieza con chorro abrasivo al grado Comercial”
- SSPC–SP10: “Limpieza con chorro abrasivo al grado Metal Cercano al Blanco”

b) Sistema de aplicación de pintura:

- Sistema en una capa.
- Sistema en dos capas (base y acabado)
- Sistema en tres capas (base, intermedio y acabado).

Granallado: Las estructuras son llevadas mediante la utilización de montacargas al área de granallado en máquina automática o manual, luego pasarán por granalladora automática aquellas piezas de alma llena: vigas “W” (conocidas en el mercado como vigas “H”), perfiles “Z” y/o “C”, viguetas varias, barras lisos, ángulos, platinas, tubos cuadrados, rectangulares y redondos, todos de medidas comerciales. El tiempo de granallado dependerá del grado de limpieza especificado, las dimensiones y geometría de las piezas. El granallado en máquina automática se realiza con granalla esférica certificada S-280. El granallado en máquina manual se realiza con un MIX DE GRANALLA: 80% esférica (S-280) / 20%angular (G-50) en una cámara especial para ese efecto.

3.2.3. Medición del grado de limpieza y rugosidad: Para dicha medición, se utilizará la “Guía de fotografía referencial para superficies de acero (SSPC – VIS 1). Para determinar el grado de rugosidad se utilizarán cintas replicas, siguiendo el procedimiento de medición establecido, se deberá hacer un reajuste en el cálculo del rendimiento en la aplicación de la capa base (norma ASTM D–4417) - **Anexo 1.**

3.2.4. Medición de condiciones ambientales: Las condiciones ambientales se deben registrar antes de iniciar la aplicación y se deben monitorear periódicamente durante la aplicación, de preferencia se deberían medir cada media hora en caso las condiciones ambientales fueran variables. – Anexo 2. Se utilizarán equipos calibrados:

Psicrómetro y termómetro magnético, o en su reemplazo medidor de condiciones ambientales digital, de acuerdo con procedimiento establecido (Norma ASTM E 337).

Los parámetros para controlar son:

- a) Humedad relativa no mayor a 85%.
- b) La temperatura de la superficie debe ser mínimo 3°C por encima de la Temperatura del punto de rocío.
- c) La Temperatura de la superficie metálica debe estar en el rango de 4 a 49°C.
- d) La velocidad del viento debe ser menor a 15 Km/h

3.2.5. Aplicación de pintura: Según al procedimiento establecido por las fichas técnicas de la pintura, se toman datos para su respectivo cálculo en lo que al rendimiento refiere, se procede a la preparación de la pintura, su óptima dilución, tamaño eficiente de la boquilla, tiempo entre repintado y secado, para proceder a la aplicación en zona de pintura de las estructuras, estas deber estar debidamente acomodadas y así poder aplicar la pintura con equipo de alta presión: eléctricos–AIRLEES y neumáticos 50:1.

Medición de espesores de película húmeda: En esta medición se obtiene unos datos referenciales, en donde dará una idea del espesor proyectada cuando la pintura haya secado. Se utilizan medidores de peine de acuerdo a procedimiento establecido (norma ASTM D 4415). Es importante destacar la importancia de los rangos, del grado de oxidación del acero y de un eficiente granallado:

Tabla n° 3.3: Resumen de las condiciones de tratamiento y resultados de los aceros

Identificación de muestra	Tiempo oxidación (min)	Temperatura oxidación (°C)	Dureza Superficial HV _{25g} [Desv. Est.]	Espesor capa oxidada (nm)[Desv. Est.]	Velocidad de corrosión mm/año
Sin Tratamiento	---	---	206 [12]	---	0.079
30-300	30	300	978 [48]	416 [86]	0.055
60-300	60	300	990 [50]	700 [117]	0.075
30-400	30	400	980 [61]	414 [70]	0.035
60-400	60	400	976 [43]	432 [65]	0.078

Fuente: Corporación Mexicana de Investigación en Materiales

Tabla n° 3.4: Promedio de rugosidad por diferentes procesos de limpieza

Proceso	Rugosidad promedio en micrómetros - Ra μm												
	50	25	12.5	6.3	3.2	1.6	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05	0.025	0.012
Arenado													
Aserrado													
Brochado													
Bruñido													
Cepillado													
Cizallado													
Corte con soplete													
Corte electroquímico													
Corte láser													
Electroerosión													
Estampado													
Esmilado													
Extrusión													
Forjado													
Fresado													
Fundición a cera perdida													
Fundición a presión													
Fundición en arena													
Fundición en coquilla													
Granallado													
Laminado en caliente													
Laminado en frío													
Lapidado													
Limado													
Mandrillado													
Mortajado													
Oxicorte													
Pulido													
Recalcado													
Rectificado													
Superacabado													
Taladrado													
Torneado													
Trefilado													
	Aplicación frecuente						Aplicación menos frecuente						

Fuente: Tecnológico De Estudios Superiores Del Oriente Del Estado De México (2010)

3.3. Objetivo específico 3: Establecer la diferencia entre implementar a gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en estado de planificación con respecto a encontrarse en ejecución.

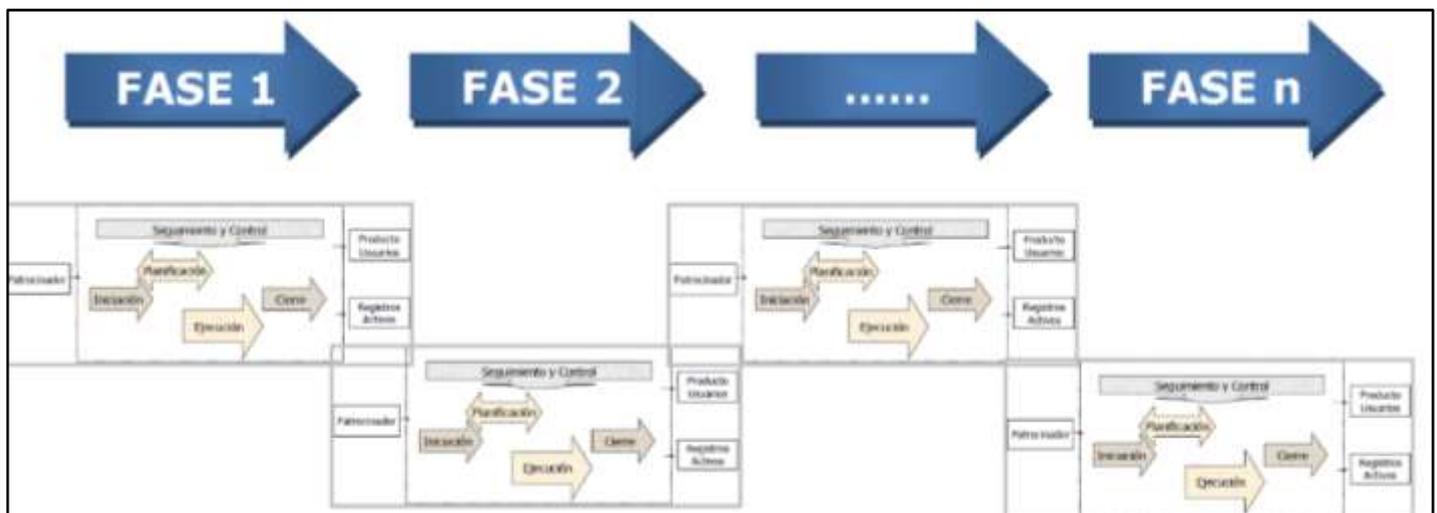
Para poder resolver esa diferencia, se debe entender los grupos y fases de la gestión de calidad:

Figura n° 3.1: Grupos de procesos



Fuente: Project Management - Pablo Lledó

Figura n° 3.2: Fases de procesos



Fuente: Project Management - Pablo Lledó

Como vemos en ambos gráficos, para que la cadena de producción en la fabricación de estructuras metálicas, en su particular actividades de limpieza y recubrimiento de las mismas, deben de darse desde una planificación ya que esta permite la programación entre ambas actividades, dado que, una vez culminado el proceso de limpieza industrial (ya sea granallado comercial o blanco), inmediatamente debe de pasar el proceso de recubrimiento, porque luego de ello, se procederá al embalaje y transporte a obra, para el respectivo montaje, todo ello, para un correcto desenvolvimiento, debe de estar planificado, ya que las preocupaciones por la fabricación en sí, ya son muchas, no se debería sumar a ello la gestión de calidad en plena ejecución.

Es básico saber que la planificación de la implementación de la gestión de calidad define el alcance de los procesos de limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas en zonas corrosivas, las cuales son muchas en nuestro litoral, se refinan los objetivos, desarrollando el plan para la dirección de estos procesos antes explicados, que será el camino de acción para que la gestión de calidad de la limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas en zonas corrosivas sea exitosa; en cambio la ejecución integra todos los recursos a los fines de implementar esta gestión de calidad para la dirección y buen funcionamiento de los procesos de limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas en zonas corrosivas.

Aunque es importante saber que no se puede pretender culminar la planificación de la gestión de calidad, para poder iniciar la ejecución de la gestión de calidad de los trabajos, ya que la gestión perfecta es existente, serán las retroalimentaciones de las lecciones aprendidas de la ejecución al ser fiscalizadas por el monitoreo y control, las que irán perfeccionando dicha gestión.

CAPÍTULO IV. DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIONES

4.1.1. Objetivo específico 1: Relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

- Muchas veces se ha dicho que el precio manda, que el mercado es quien lleva las riendas de los montos, pocas veces se analizó realmente entre la gestión real de fabricación de una estructura metálica en sus distintas actividades, entre ellas la que vemos en esta investigación, que es limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas.
- Aquí dejamos claro, que la calidad toma su tiempo y tiene su precio, pero eso va de la mano con la eficiencia del entregable, para de esta forma, los intervalos de mantenimiento sean más holgados, ahorrando dinero y dando seguridad a los usuarios de la estructura metálica.

4.1.2. Objetivo específico 2: Obtener los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

- En el mercado actual, en lo referente a las estructuras metálicas, no hay un estándar en la limpieza ni en el recubrimiento de las mismas para zonas de alta corrosión, lo cual es perjudicial, ya que cada empresa toma las decisiones según su criterio
- Algunos expedientes, mencionan la limpieza industrial, llámense arenado o granallado como una opción, lo cual es un error mayúsculo, porque muchas empresas optan por mecanismos supuestamente más baratos pero ineficientes, como es la limpieza manual.
- Se han visto en muchos expedientes, generalizar la limpieza industrial :arenado o granallado, sin definir si es comercial o blanco, dejándolo una vez más al criterio de la empresa, eso es otro error muy grande, ya que la eficiencia que da el granallado según la norma SSPC SP 5 es mayor al de la norma SSPC SP 6.
- En muchos expedientes se han señalado como pinturas: base anticorrosiva y acabado esmalte, otro error, porque existen muchas calidades de los mismos, dejando en claro, que ninguna pintura da garantía si la estructura no ha llevado una limpieza industrial.

4.1.3. Objetivo específico 3: Establecer la diferencia entre implementar a gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en estado de planificación con respecto a encontrarse en ejecución.

- Existe un método muy usado que es el Fast Track, siendo su traducción al español “vía rápida”, el cual recomienda que se puede planificar y ejecutar casi en simultáneo.
- Para las estructuras metálicas, eso no es recomendable, ya que la confección de las estructuras en lo que a limpieza y pintura se refiere toma su tiempo, el cual es recomendado por las mismas especificaciones técnicas de la pintura, dependiendo de las capas y espesores a utilizarse.
- Es importante tener presente que la gestión de calidad no puede ni debe de ser improvisada, debe de ser planificada para un eficiente resultado de la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas, ya que estas una vez salgan del proceso de pintura viajarán para ser montadas, y en muchas ocasiones, son manipuladas de manera muy agresiva, por lo cual si la limpieza y pintura no han sido efectivas, la estructura podría pelarse en el momento del viaje y/o montaje.

4.2. CONCLUSIONES

4.2.1. Objetivo específico 1: Relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

- La presente investigación, proponer implementar esta gestión de calidad, para que pueda servir de guía a las empresas y/o contratistas para la correcta limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas, en especial en zonas corrosivas.
- De acuerdo a esta propuesta de implementación, para realizar un eficiente control de calidad, es importante emplear los formatos y textos aquí descritos, para evitar que se tengan vacíos técnicos en los procesos antes descritos.
- En las tablas n° 3.1 y n° 3.2, mencionamos una relación directa entre el precio, producción (tiempo) y calidad, resolviendo que el granallado blanco es 15.33% más caro que la limpieza manual, pero 333.33% más rápido y eficiente, lo que lo hace ideal para este tipo de trabajos.

4.2.2. Objetivo específico 2: Obtener los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas.

- En los pasos que he propuesto, destaco de manera sustancial limpieza de la superficie de las estructuras metálicas de manera industrial, la cual podría ser variable dentro del control de la calidad, es decir, arenado o granallado, gris (comercial) o blanco, pero mi recomendación por ser un proceso más eficiente, es el granallado blanco según la norma SSPC SP5.
- También se concluye que si la limpieza no está bien controlada adecuadamente, según los formatos propuestos en los anexos n°1 y n°2, afectaría el buen desenvolvimiento del sistema de pinturas más que cualquier otra, ya que es básico el perfil de rugosidad obtenido y la garantía de estas pinturas se perdería, porque dicha garantía solo es válida, bajo una superficie limpia y rugosa.
- También se menciona en los pasos y los formatos propuestos antes indicados un control de las condiciones medioambientales durante los procesos de limpieza y recubrimiento, para asegurar que la estructura metálica se encuentre libre de humedad atrapada entre la estructura a proteger y la capa de pintura, consiguiéndolo mediante el uso de los equipos correctos y bien calibrados, así como el criterio del supervisor, pudiendo este detener las actividades si las condiciones así lo sugieren.

- Con el medidor de espesores ELCOMETER, tomar las mismas, en seco de la estructura metálica aplicada, como procedimiento para esta propuesta, es muy importante, ya que se debe asegurar cumplimiento a cabalidad de las especificaciones dadas. No se debe olvidar que el espesor de la capa de película seca de la pintura (base y acabado principalmente) sirven como barrera divisoria contra los distintos agentes corrosivos, básicamente en zonas altamente agresivas.

4.2.3. Objetivo específico 3: Establecer la diferencia entre implementar a gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en estado de planificación con respecto a encontrarse en ejecución.

- Según los grupos de procesos mencionados en las figuras n° 3.1 y n° 3.2, que son, inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre, propuestos por el PMI (Project Managment Institute), es clave dejar en claro la necesidad imperante de implementar la gestión de calidad desde la planificación, ya que ello permite mitigar y/o eliminar errores, para saber cómo prevenirlos.
- Se debe realizar la identificación de las actividades y su control de calidad, desde la planificación de acuerdo a las normas internacionales, de tal manera que cualquier persona involucrada en estas actividades, fácilmente pueda comprender y continuar con el control respetando los mismos parámetros.
- La gestión de calidad que propongo, tendrá mayor efectividad si sus actividades, riesgos y procedimientos se desarrollan desde la planificación, además es importante tomar como punto importante que la supervisión se da en una obra integral, donde de manera parcial o total, hay estructuras metálicas, normalmente en el PERU, ésta es dirigida por un Ingeniero Civil, es más, las estructuras metálicas, son diseñadas por ingenieros civiles especialistas en estructuras, por lo que no debería este conocer su procedimiento de fabricación y control de calidad en todas sus instancias, para lo cual debe estar muy bien enterado de la gestión de calidad desde su planificación y no desde la ejecución, dejando también en claro que hay gestiones de cambios que van a darse, como en todas las obras.

Referencias

- American Psychological Association. (2010). Publication manual of the American Psychological Association (6th Ed.). Washington, DC: Author.
- Anco, A. (2016) Diseño de un sistema de protección catódica en fondos de tanques de almacenamiento dentro de un enfoque de integridad (Disertación de grado, Universidad Nacional de Ingeniería - Perú). Obtenido de <http://repositorio.uni.pe/handle/uni/5820>.
- Cajamarca, M y Romero, M . (2014) Estudio del comportamiento de los recubrimientos anticorrosivos utilizados en estructuras metálicas de edificios de la región costa del Ecuador (Disertación de grado, Universidad Politécnica Salesiana - Ecuador). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7030>
- Castillo, T. (2004) Control de calidad en aplicación de pinturas industriales (Disertación de grado, Universidad Nacional de Ingeniería - Perú). Obtenido de <http://repositorio.uni.edu.pe/handle/uni/9586>
- García, R. (2015) Inhibidores de corrosión de acero en medios ácidos a partir de extractos naturales (Disertación de grado, Universidad Autónoma de Baja California). Obtenido <https://digital.csic.es/handle/10261/93762>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista M. (2010) Metodología de la investigación. (5ta. Edición). México: Mc Graw Hill.
- Martínez, L. (2015) Evaluación de la influencia del so2 como agente corrosivo en estructuras de concreto (Disertación de grado, Universidad Nacional Autónoma de México). Obtenido de http://revistasomim.net/congreso2017/articulos/A2_196.pdf
- Lledó, P. (2005). Director Profesional de Proyectos (2da Edición.). Argentina
- The Society for Protective Coatings Systems and Specifications SSPC Painting Manual Volume 2. (8va. Edición). Páginas: 55-60, 60-65, 72-77, 131-133,502-508.
- Pruszkowski, W. (2012) Steel Grid Shells Stress-Based Sizing Optimisation (Disertación de grado, Delft University of Technology - Holanda). Obtenido de <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:9c6fefb9-124b-405c-b3c5cb6f1a95fd95?collection=education>
- Salas, R. (2015) Sistema de gestión de calidad para la empresa purificadora y embotelladora de agua Hernández Vicenteño (Disertación de grado, Universidad Veracruzana - México). Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/47543/SalasSuarezRaimundo.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo n° 1: Validación del Registro de Rugosidad según el juicio de expertos.

<u>REGISTRO DE RUGOSIDAD</u>			
Obra	: Tesis de grado	Fecha	: 5/03/19
Cliente	: Juan Manuel Ayala Diaz		
<u>Especificaciones técnicas</u> :			
Preparación de superficie	: Granallado Blanco (SSPC SP5)	Rugosidad	: 2 - 3 μ m
Sistema de Pintura	: Airless eléctrico boquilla 215, P=140 bar.		
# Total de capas	: 02 Capas	Espesor Total	: 8.00 Mils
<u>REGISTRO DE INSPECCIÓN TECNICA</u>			
Condiciones ambientales			Hora de preparación de superficie
Humedad Relativa	Temperatura Ambiente (°C)	Temperatura Superficie (°C)	
67.00%	23.00	28.00	12:00 HRS
Limpieza con Chorro Abrasivo	Descripción		
	Grado de oxidación (nm)	Abrasivo	Rugosidad (μ m)
SSPC SP 5: Granallado al metal blanco	414.00	Granalla	2.60
SSPC SP 6: Granallado comercial o gris			
SSPC SP 10: Granallado casi blanco			
OBSERVACIONES GENERALES:			
ACEPTADO			
CONTROL DE CALIDAD:		 CHRISTIAN MANUEL QUIROGA CARDENAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 20759	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo n° 2: Validación de Registro de Medición de Espesores de Pintura Seca según el juicio de expertos

MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA SECA						
Obra	: Tesis de grado	Fecha	: 5/03/19			
Cliente	: Juan Manuel Ayala Diaz					
<u>Especificaciones técnica</u> :						
Preparación de superficie	: Granallado Blanco (SSPC SP5)	Rugosidad	: 2 - 3 μ m			
Sistema de Pintura	: Airless eléctrico boquilla 215, P=140 bar.					
1 Capa	: MACROEPOXI	Espesor de pintura seca	: 4.00 Mils			
2 Capa	: AUROMASTIC 80P	Espesor de pintura seca	: 4.00 Mils			
# Total de capas	:	Espesor Total	: 8.00 Mils			
# DE CAPA	TIPO DE PINTURA	Condiciones ambientales			Hora de preparación de superficie	
2.00	AUROMASTIC 80P	Humedad Relativa (%)	Temperatura Ambiente (°C)	Temperatura Superficie (°C)		
		67.00%	23.00	28.00	15.00 HRS	
REGISTRO DE MEDICION DE ESPESORES DE PINTURA SECA						
Elemento	Total de piezas	MEDICION PUNTUAL (mils)				OBSERVACIONES
		P-1 (mils)	P-2 (mils)	P-3 (mils)	Pm (mils)	
Tubo cuadrado 4" x 1/4" x 6.0 m	20.00	8.90	9.20	8.90	9.00	ACEPTADA
OBSERVACIONES GENERALES:						
CONTROL DE CALIDAD:						 CHRISTIAN VAN ZOUJERO CÁRDENAS INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 30789

Fuente: Elaboración Propia

Anexo n° 3: Matriz de Consistencia

PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA GESTIÓN DE CALIDAD, PARA LA LIMPIEZA Y RECUBRIMIENTO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS EN ZONAS CORROSIVAS	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y=f(x)	Indicadores	Diseño de la investigación
	<p>Problema general:</p> <p>¿Cuáles son los procesos eficientes que la gestión de la calidad debe seguir para asegurar la misma, en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar los procesos de gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas según las normas correspondientes.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>La aplicación de los procesos de gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas según las normas vigentes</p>	<p>Variable dependiente (y): Limpieza y recubrimiento de estructuras metálicas en zonas corrosivas <u>DIMENSIONES</u></p> <p>D2. Personal de trabajo D3. Lugar de trabajo</p>	<p>Tipo y tiempo de limpieza en taller. Tipo y tiempo de recubrimiento.</p>	<p>Tipo: Investigación Aplicada.</p> <p>Método: Enfoque Cuantitativo</p> <p>Diseño: No experimental.</p> <p>En tiempo: Transversal</p>
	<p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cómo relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas? ¿Cuáles son los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas? ¿Qué sucede si incorporamos al proyecto de limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en marcha la gestión de la calidad en vez de planificar la gestión de la calidad antes que empiece el proyecto?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>Relacionar la gestión de tiempo con la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas. Obtener los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas. Establecer la diferencia entre implementar a gestión de calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas en estado de planificación con en encontrarse en ejecución.</p>	<p>Hipótesis específicas:</p> <p>Aplicar de la gestión de calidad en la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas relacionadas con la gestión de tiempo, ya que esto implica ahorrar tiempo y a su vez dinero, y así mismo tener un cliente satisfecho. Aplicar los pasos a seguir para lograr una mejora continua en la gestión de la calidad para la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas. Si no planificamos la gestión de la calidad antes que empiece la limpieza y recubrimiento de las estructuras metálicas en zonas corrosivas, se podrían incrementar las fallas internas y externas, por lo que los trabajos deberían en muchos casos volver a realizarse</p>	<p>Variable independiente (x): Gestión de calidad (x) <u>DIMENSIONES</u></p> <p>D1. Personal D2. Calculos D3. Programación.</p>	<p>Nivel de eficiencia del personal. Porcentaje de eficiencia en los cálculos de arenado. Nivel de eficiencia en los tiempos programados.</p>	

Fuente: Elaboración Propia

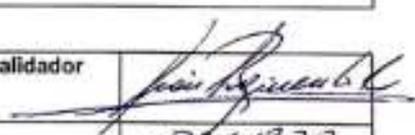
Anexo n° 4: Información del validador de expertos.

Validado por:

Tipo de Validador	Interno () [Docente UPN]	Externo (X)		
Apellidos y Nombres	Izquierdo Cárdenas Christian Iván			
Sexo	Masculino (X)	Femenino ()		
Profesión	Ingeniero Civil			
Grado Académico	Licenciado ()	Magister (X) Doctor ()		
Años de experiencia laboral	5 - 10 ()	11 - 15 ()	16 - 20 ()	21 a más años (X)

Solo para validado externo:

Organización donde labora	Izquierdo & Casafranca Construcciones Metálicas SA
Cargo actual	Gerente General
Área de especialización	Gerente General
Número de teléfono de contacto	461 9752
Correo electrónico de contacto	ivan.izquierdo@iccmsa.com
Medio de preferencia para contactarlo	Por teléfono (X) Por correo electrónico (X)

Firma del validador experto.	
D.N.I.	07561932

Izquierdo & Casafranca
Construcciones Metálicas SA.
Ing. Christian Iván Izquierdo Cárdenas
Gerente General

Fuente: Elaboración Propia