



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

**“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”**

**Presentado para optar al Título de  
Ingeniero Industrial y de Sistemas**

**Autor:**

**Br. Juan José Blandino Mendoza**

**Tutora:**

**MSc. Elvira Siles Blanco**

**Managua, Noviembre de 2017**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico primeramente a mi Madre, q.e.p.d, por guiarme hacia el camino correcto, por enseñarme a ser una persona con valores éticos y morales y por ser la inspiración para superarme y nunca darme por vencido.

A mi padre, a mis hermanas y a las personas muy cercanas a mí, quienes me apoyaron incondicionalmente hasta el final de mis estudios.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por permitir ser la persona que soy, por darme la bendición de llegar a culminar mi carrera.

Le doy infinitamente gracias a mis padres por darme su apoyo incondicional en todo momento, porque han sido pilares fundamentales de mi desarrollo como persona, por los valores que me han inculcado desde pequeño y por darme la oportunidad de tener una buena educación en el transcurso de mi vida.

## ÍNDICE

<b>I.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II.- ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>III.- JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>IV.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>8</b>
<b>V.- OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
<b>5.1.- OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>10</b>
<b>VI.- MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>11</b>
<b>6.1.- MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>6.1.1.- Control de calidad.....</b>	<b>11</b>
<b>6.1.2.- Estándares de calidad.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.3.- Tipos de pinturas industriales.....</b>	<b>13</b>
<b>6.1.4.- Corrosión .....</b>	<b>16</b>
<b>6.1.5.- Tipos de corrosión.....</b>	<b>18</b>
<b>6.1.6.- Herramientas para el control de la calidad.....</b>	<b>19</b>
6.1.6.1.- Diagrama de causa y efecto.....	19
<b>6.2.- MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>20</b>
<b>6.3.- MARCO ESPACIAL .....</b>	<b>24</b>
<b>6.4.- MARCO TEMPORAL.....</b>	<b>25</b>
<b>6.5.- MARCO LEGAL .....</b>	<b>26</b>
<b>VII.- PREGUNTAS DIRECTRICES.....</b>	<b>28</b>
<b>VIII.- DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>29</b>
<b>8.1.- MÉTODOS Y TÉCNICAS .....</b>	<b>29</b>
<b>8.1.1. Métodos .....</b>	<b>29</b>
<b>8.1.1.1. Observación .....</b>	<b>29</b>
8.1.1.2. Entrevistas.....	29
<b>8.1.2. Técnicas.....</b>	<b>29</b>
<b>8.2. TIPO DE ENFOQUE .....</b>	<b>29</b>
<b>8.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>30</b>

<b>8.4.- POBLACIÓN Y MUESTRA</b> .....	30
<b>8.4.1. Población</b> .....	30
<b>8.4.2. Muestra</b> .....	30
<b>8.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</b> .....	31
<b>IX.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
<b>9.1. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS</b> .....	32
<b>9.1.1. Procesos para la aplicación de pintura</b> .....	32
<b>9.1.2. Causas de la imperfección en la aplicación de la pintura</b> .....	32
9.1.2.1. Métodos de aplicación de pintura.....	34
9.1.2.2. Maquinaria: Compresor de aire.....	34
9.1.2.3. Medidas de las piezas.....	35
9.1.2.4. Medio ambiente.....	35
9.1.2.5. Materiales.....	36
9.1.2.6. Mano de obra.....	36
<b>9.1.3. Sistema de control de calidad</b> .....	37
<b>9.2. PROPUESTA DE UN MÉTODO DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA PROCESOS DE PINTURA</b> .....	39
<b>9.2.1. Propuestas para Condiciones de aplicación</b> .....	45
<b>9.2.2. Almacenamiento y mezclado</b> .....	48
<b>X.- CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>XI.- RECOMENDACIONES</b> .....	<b>51</b>
<b>XII.- BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>52</b>
<b>ANEXO No. 1: HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS</b> .....	I
<b>ANEXO No. 2: ENTREVISTAS A SUPERVISORES</b> .....	II
<b>ANEXO No. 3: ENTREVISTA A OPERADORES DE SOLDADURA Y PINTURA</b> .....	IV
<b>ANEXO No. 4: GUÍA DE OBSERVACIÓN</b> .....	V
<b>ANEXO No. 5: ILUSTRACIONES</b> .....	VI
<b>5.1.- Proceso de enderezado de piezas con acetileno</b> .....	vi
<b>5.2.- Proceso de aplicación de pintura</b> .....	vi
<b>5.3.- Piezas con defectos en la medida y el exceso de virutas de soldadura</b> .....	vii
<b>5.4.- Piezas esmeriladas preparadas para aplicación de pintura</b> .....	vii
<b>5.5.- Piezas con soldadura deficiente</b> .....	viii
<b>5.6.- Estructura con corrosión</b> .....	ix

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un análisis de control de calidad en el área de pintura en la empresa indenicsa.sa, la cual observamos desde el principio del corte, armado, soldado, hasta pintado la cual pudimos obtener la información en la cual se trabaja, desde su inicio hasta la etapa final del producto.

De las preparaciones de las piezas son diseñadas por computadoras por un grupo capacitados de dibujantes, y pasadas al pantógrafo automático de corte o con un equipo de oxicorte lo cual estos equipos logran piezas con los cortes específicos, con sus correctas dimensiones para un ensamble perfecto.

También en la sección de armado o preparado se encarga de unir las piezas con puntos de soldaduras con medidas según los planos para luego posteriormente soldar las piezas.

Estos son dirigidos y están supervisadas por el inspector de área de soldar, está a la expectativa de consultas, verificando que las piezas tengan un adecuado aporte de soldadura y se encuentren en un nivel óptimo visual de la pieza soldada.

La parte de pintado todos los equipos listos para la utilización, las piezas son preparados para su etapa final que es la pintura, son limpiados, esmerilados para eliminar la cantidad de errores visibles en la pieza y desengrasados en su totalidad por personal del área para que la pintura se adhiera, en donde son pintados con pintura anticorrosiva industrial, luego se procede a dar la mano final de pintura que elige el cliente. Dependiendo de su uso y exigencias, los equipos se utilizan las clases de pinturas existentes para su pintado.

## I.- INTRODUCCIÓN

La empresa Inversiones y Negocios de Nicaragua, S.A. (INDENICSA), se dedica a la fabricación y distribución de productos de acero y hierro laminado. Durante más de setenta y cinco años ha permanecido como líder de la industria metalúrgica a nivel nacional e internacional. Esta entidad está constituida por tres áreas de trabajo, planta estructural a la cual le corresponde tanto la planta alta y la planta baja como el departamento de pintura; planta de tubos y planta de transporte y servicios aduaneros.

El presente trabajo se basa en la realización de un análisis del control de calidad en el área de pintura de la empresa en mención a fin de contribuir con el mejoramiento de la calidad del proceso de pintura.

Primeramente se abordan aspectos teóricos metodológicos tales como Antecedentes, Planteamiento del Problema, Justificación, Objetivos General y Específicos, en los cuales se formula, define y describe el problema de investigación.

Posteriormente se describe el Marco Referencial, donde se incluyen las teorías y conceptos relacionados al tema de investigación, específicamente sobre el control y estándares de calidad, tipos de pinturas industriales, corrosión y tipos de corrosión, herramientas, entre otros. Así mismo, dentro del Marco Referencial, también se incluyen para mejor comprensión del tema de investigación, el Marco Conceptual, Marco Espacial, Marco Temporal y Marco Legal, lo que permitirá conocer el contexto en el que se desarrolló la investigación.

Posteriormente, se encuentra el Diseño Metodológico, el que a su vez, comprende el tipo y diseño de la investigación; los métodos y las técnicas utilizadas; el universo, la población y muestra para comprender la forma en la que se llevó a cabo la investigación.

Seguidamente se refleja el Análisis y Discusión de los Resultados, siendo ésta la parte medular de la presente investigación dando lugar a la obtención de los hallazgos.

Al final del documento, se encuentran las conclusiones que se han llegado después de realizar el trabajo investigativo, las recomendaciones que se ofrecen a los Directivos de la empresa y a futuros investigadores que les interese desarrollar trabajos relacionados con el tema de la presente investigación. Las fuentes bibliográficas que sirvieron de soporte para conocer a profundidad las teorías relacionadas al tema, técnicas y métodos desarrollados; y por último se agregaron los Anexos como sustento de lo expresado en los párrafos anteriores.

## II.- ANTECEDENTES

En la revisión bibliográfica se encontró el siguiente antecedente nacional:

Cajina, E. y Córdoba, V. (2016). "Diagnóstico en los Procesos y Operaciones de Producción de los Productos Metálicos que se fabrican en la planta de estructuras de la Empresa Inversiones y Negocios de Nicaragua S.A. (INDENICSA) en Tipitapa en el periodo de agosto a noviembre del año 2016". Seminario de Graduación para optar al Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. UNAN-Managua.

En esta investigación se realizó un diagnóstico de los procesos de producción de las piezas metálicas que se fabrican en la planta de estructuras, para describir las condiciones actuales de los procesos y operaciones con el objetivo de obtener información para determinar las causas relevantes de los defectos de calidad que se generan en la fabricación de los productos.

El enfoque de la investigación es de tipo cualitativo y se utilizaron instrumentos como la observación, entrevistas abiertas y los sucesos fueron observados en el desarrollo natural de las operaciones.

Se tomó una muestra de 20 operadores del área de planta baja, planta alta y pintura entre ellos personal administrativo encargado de supervisión del área. Se utilizó el método no probabilístico, determinando criterios para la elección de los mismos tales como; ser trabajador activo de la Empresa (INDENICSA), estar dentro de la planta de estructura y que los operarios laboren en el turno diurno.

En el documento se describe las condiciones actuales en los procesos y operaciones de producción de productos metálicos que se fabrican en la planta de estructura. Los productos metálicos más comunes que se fabrican son: vigas,

perlines, tanques cisternas cilíndricos y elípticos, tubos cañerías, estructuras con tubos y piezas, partes, equipos y estructuras metálicas.

En el trabajo investigativo se concluyó diciendo que, desde el problema de la calidad en los productos que se fabrican en la planta de estructuras, se identificaron las causas más relevantes que provocan defectos de calidad en los productos, tales como:

- La falta de capacitación de los operarios y, por lo tanto, cometen errores en las actividades que realizan en las operaciones;
- No existen métodos de trabajo, ni manual de operaciones, ni algún documento que normalice las actividades de las operaciones, por esto, los operarios realizan las actividades de la forma en que ellos creen que es más conveniente;
- En la planta de estructuras no hay un sistema de gestión de calidad, no hay gerente de calidad y carece de supervisores de calidad, por lo cual, de ningún modo se asegura que los clientes reciban en tiempo y forma el producto que requieren y con la calidad solicitada.

Así mismo, en base a las causas más relevantes encontradas, realizaron propuestas para prevenir los defectos de calidad en los productos terminados. Todas estas propuestas contribuyen con la mejora de los procesos de producción en la planta de estructuras, así igual con la prevención de defectos de calidad en los productos.

### III.- JUSTIFICACIÓN

El deterioro de equipos valiosos, estructuras y maquinarias por acción del medio que los rodea, es un fenómeno que podemos observar a diario en nuestros hogares, en la calle y en las industrias. En forma permanente escuchamos hablar a jefes de mantenimiento de Industrias sobre los problemas que se les presentan por “Corrosión” y los gastos que tienen que efectuar para poder defenderse de ella.

Esto mismo que se presenta en escala nacional lo tenemos también a nivel mundial y es constante preocupación en Universidades, Centros de Investigaciones, industrias y Asociaciones de profesionales, el buscar métodos y procedimientos adecuados para combatir este serio problema.

Para formarnos una idea de la importancia económica de los deterioros por “Corrosión”, podemos indicar, según fuentes técnicas informadas, que las pérdidas directas atribuibles a este fenómeno, alcanza aproximadamente al 10% de la producción mundial de acero. Si consideramos que la producción mundial de acero es de alrededor de 650 millones de toneladas de acero. Algunas estimaciones realizadas por el UMIST de la universidad de Manchester hablan de mil quinientos millones de libras esterlinas en pérdidas directas por corrosión en Inglaterra.

Se debe considerar que estas estimaciones corresponden sólo a las pérdidas directas y no incluyen por lo tanto las indirectas que son difíciles de evaluar y además más cuantiosas; entre ellas se encuentran las pérdidas de fluidos como gas, petróleo, detenciones en procesos productivos, lucro cesante, entre otros.

A la luz de estos antecedentes, es lógico comprender la preocupación existente a nivel mundial por defender a los materiales metálicos de este deterioro.

El control de calidad en las áreas de pintura es un tema globalizado, en el armado de estructuras y la exclusión de corrosión en las piezas, para esto deberá estar presente un óptimo control de calidad que pueda incluir normativas generales y específicas en las diferentes áreas de pintura relacionadas con la fabricación y armado de las estructuras.

En la empresa INDENICSA durante el proceso de elaboración de estructuras metálicas, específicamente en el área de pintura, se han observado ciertas deficiencias que contiene el producto terminado, entre ellos se puede mencionar, pintura mal adherida a las piezas, pintura fresca que se daña fácilmente, poco recubrimiento de la pintura en las soldaduras, inadecuados procesos de pintado en las estructuras armadas, desgaste de la pintura.

Todo esto se origina debido a carencias en la calidad del producto durante el proceso de armado de las estructuras, inadecuada aplicación de soldadura, traslado inadecuado al almacén del producto, inadecuado local para el almacenamiento, exceso de soldadura en las piezas.

Dichas anomalías podrían originar un aumento en los costos de fabricación, disminuir la competitividad en el mercado, reducción en la demanda, desigualdad con el medio ambiente y perjuicio al recurso humano.

Por tal razón, es importante realizar una evaluación relacionado al control de calidad en el área de pintura que brinde posibles propuestas para el mejoramiento en el proceso de pintado.

Esta empresa cuenta con un control de calidad que optimiza los recursos en una mayor cantidad, el cual tiene como objetivo brindar al mercado un producto con especificación de calidad, para esto la empresa cuenta con personal capacitado y maquinaria moderna, pero con poca utilización de los recursos y de las normas establecidas, es por ello que a través de esta investigación se pretende el

desarrollo de una evaluación de los métodos utilizados al momento de la preparación y aplicación de pintura y proponer un sistema de gestión de calidad en base a las normas ASTM y otras que puedan estar más actualizadas en el mercado.

Los beneficiados con el desarrollo de esta gestión de calidad será el área de estructura, del departamento de pintura de la empresa INDENICSA ya que se obtendrán resultados de su desempeño actual y podrán utilizar el proceso adecuado a la estandarización de calidad y en consecuencia brindar al mercado productos con estándares de calidad haciendo más competitiva a la empresa.

## IV.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La corrosión de los metales en contacto con la atmósfera es un problema que radica desde que la humanidad descubrió y comenzó a emplear el hierro como metal para la fabricación de objetos cotidianos. En la actualidad son diversas las estructuras metálicas que están expuestas a la atmósfera como automóviles, puentes, plantas eléctricas y edificaciones.

La industria INDENICSA produce y comercializa estructuras metálicas; derivadas de acero. Sus procesos de elaboración durante la transformación de la materia prima están: rolado, troquelado, corte, soldadura de arco sumergido, soldadura de arco manual, perforación, entre otros. La empresa actualmente produce mensualmente un aproximado de setecientas cincuenta toneladas de acero, ésta cuenta con cincuenta trabajadores para el área de estructura donde se desarrolla el proceso de elaboración de piezas.

El departamento de pintura consta de dieciséis operadores de planta para el proceso de pintado de piezas y estructuras. Para el crecimiento de un eficiente control de calidad; la empresa ha desarrollado formatos de control semanal para cada día de trabajo, más sin embargo existen desconroles durante la elaboración de estructuras que permiten que el producto terminado tome retrasos para el periodo estipulado de finalización del proceso.

Las piezas metálicas son transportadas dentro del área de cada proceso durante su elaboración donde serán cortadas las láminas o vigas para luego ser soldadas por un operador o por la máquina de arco sumergido; éstos fijarán los componentes de las piezas para evitar las inconsistencias de longitudes. Finalizada la estructura es transportada al área de pintura donde pasará por un registro para determinar si cumple con las especificaciones y corregir o descartar cualquier imperfección (virutas de soldadura) para luego ser esmeriladas.

En el proceso descrito anteriormente se identifican muchos errores en los productos a pintar, tales como mala medida de las piezas; la sobre soldadura que se genera en el área de soldar; los innumerables puntos de soldadura que se generan a partir de la unión de las piezas en el área de armado; el sobre esmerilado de las piezas en el que se desgasta la superficie. Todo lo anterior da el resultado de una pieza con mala calidad y una presentación inadecuada, lo que al momento de aplicar la pintura retrasa el proceso de obtener un producto terminado con la calidad requerida.

Además, existe el problema en el área de pintura, donde se presentan situaciones como preparación de la pintura de forma inadecuada; mala aplicación de la pintura; mala adherencia de la pintura con la pieza; empollamiento de la pintura; desprendimiento de la pintura con la pieza; mal almacenamiento de los productos recién pintados, lo que provoca desperdicio de materiales requeridos para el proceso de pintura, conllevando a pérdidas económicas para la empresa. Estos problemas se agudizan por la falta de conocimiento de los empleados ya que éstos realizan su trabajo de forma empírica.

El problema se aumenta en muchas ocasiones debido a que las piezas preparadas para el proceso de pintado contienen defectos como sobre esmerilado, lo cual para corregirlo se procede a colocar puntos de soldadura y luego re-esmerilar la pieza, esto conlleva a un retraso en la producción y por consiguiente para los operarios de pintura que esperan las piezas en óptimas condiciones para realizar su trabajo. Sin embargo, por presentar los desperfectos deben retrasar su producción.

## **V.- OBJETIVOS**

### **5.1.- Objetivo General**

Realizar un análisis del control de calidad en el área de pintura de la Empresa Inversiones y Negocios de Nicaragua, Sociedad Anónima (INDENICSA), en el municipio de Tipitapa, en el período de julio a noviembre del año 2017.

### **5.2.- Objetivos Específicos**

- Describir los procesos para la aplicación de pintura en las piezas metálicas.
- Identificar las causas que generan la imperfección en la aplicación de pintura que se utiliza sobre las piezas metálicas.
- Analizar el sistema de control de calidad existente en el departamento de pintura.
- Proponer un método de gestión de control de calidad para el fortalecimiento del proceso de pintura.

## **VI.- MARCO REFERENCIAL**

### **6.1.- MARCO TEÓRICO**

#### **6.1.1.- Control de calidad**

Según Ishikawa (1985) describió que el control de la calidad comenzó en los años 30 con la aplicación industrial del cuadro de control ideado por el Doctor W.A. Shewhart, (p. 4). La palabra calidad tiene sus inicios en el término griego “Kalos”, que significa “Lo bueno, lo apto” y también en latín “qualitatem”, que significa “Cualidad” o “Propiedad”. En este sentido calidad es una palabra de naturaleza subjetiva, una apreciación que cada individuo define según sus expectativas y experiencias, es un adjetivo que califica alguna acción, materia o individuo. La calidad constituye el conjunto de cualidades que representan a una persona o cosa; es un juicio de valor subjetivo que describe cualidades intrínsecas de un elemento; aunque suele decirse que es un elemento moderno. El hombre siempre ha tenido un concepto intuitivo de la calidad en razón de la búsqueda y el afán de perfeccionamiento como constantes del hombre a través de la historia.

Carbellido (2006) cita a Edwards Deming, considerado como el padre de la calidad total, el cual definió la calidad de los productos como un grado predecible de uniformidad que proporciona fiabilidad en el mercado a bajo costo, lo que resumió en la frase “Hacer las cosas bien a la primera y siempre”.

Kaoru Ishikawa señala que la calidad instituye una función integral de toda organización, es el resultado de control de todo individuo y de cada división que conforma la empresa, puesto que se tiene que practicar para que se pueda definir.

Se puede definir que el 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. Cabe destacar que el control de calidad no se aplica solo al producto final sino también al proceso de producción, es decir que aplicamos dicho control en la recepción de la materia prima, proceso de fabricación y en los productos semi elaborados. (Carbellido, 2006, p. 27)

### **6.1.2.- Estándares de calidad**

Las normas ASTM (2010) de estándares de calidad internacional conocida por sus siglas en inglés American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales) se formó hace más de un siglo, cuando un grupo de ingenieros y científicos con miras al futuro se reunieron para tratar las frecuentes roturas de rieles en la pujante industria ferroviaria para desarrollar la estandarización desde aceros ferrosos y no ferrosos materiales cementosos, de cerámica, concreto y mampostería. Con el avance del siglo y los nuevos desarrollos industriales, gubernamentales y ambientales se hacía necesario nuevos requisitos de estandarización. La organización ASTM respondió a la demanda con normas en consenso que hicieron mejores, más seguros y rentables los productos y servicios.

La norma AISC de estandarización caracterizada por el control de construcciones metálicas, diseñada por un grupo de ingenieros con gran capacidad, conocimientos y experiencias en metalurgias, se dieron a la tarea de normar y crear estándares para el diseño y construcción de estructuras metálicas conocidas por sus siglas en inglés, American Institute of Steel Construction (Instituto Americano de Construcción Metálica). Ésta provee un tratamiento integrado de los métodos de diseños por tensiones admisibles y de diseños por factores de carga y resistencia.

UNE-EN ISO-12944, "Pinturas y Barnices". Según datos de la Organización Internacional de Estandarización, (2008) muestra que las normas son un componente esencial del desarrollo estratégico de productos. La implantación en el mercado de los métodos de prueba puede ser muy eficiente utilizando la preparación de normas, estas son consideradas las mejores en lo que corresponde a la satisfacción de especificaciones de calidad y requerimientos y satisfacción de mercado.

El acero no protegido expuesto a la atmósfera, al agua o enterrado está sujeto a corrosión, que puede conducir al deterioro del mismo. Por tanto, para evitar el daño provocado por la corrosión, las estructuras de acero suelen estar protegidas, para resistir los agentes corrosivos durante la vida en servicio requerida para la estructura.

Existen diferentes maneras de proteger las estructuras de acero de la corrosión. La Norma ISO 12944 trata, en varias partes, sobre la protección mediante sistemas de pintura y recubrimiento; y tiene en cuenta todos los factores que son importantes para obtener una protección adecuada frente a la corrosión.

### **6.1.3.- Tipos de pinturas industriales**

Los revestimientos con pintura en las estructuras metálicas son el método más importante para la protección del acero estructural contra la corrosión. El conocimiento disponible de la amplia variedad de pinturas es necesario para entender sus posibilidades y limitaciones. De esta forma, el proyectista será capaz de seleccionar la pintura específica que cumpla mejor con las condiciones del entorno y la pintura.

Las diferentes deficiencias encontradas en el área de pintado al momento de la aplicación conllevan a un retraso para la limpieza de todas las piezas, ya que hay

que tratar de eliminar la mayor cantidad de errores visibles, de forma inmediata, con los diferentes métodos utilizados por los trabajadores de pintura y así tratar de mejorar la calidad de la pieza y poder pintar.

De aquí se puede decir que la pintura es indispensable en el momento de brindar protección y calidad a las estructuras metálicas ya que esta no solo satisface esta necesidad de protección, sino que brinda una mejor presentación y acabado en este tipo de productos fabricados en una empresa.

Según el Manual de Pintura, García (2003), refiere que las pinturas epóxicas son probablemente los recubrimientos protectores más utilizados a nivel industrial. Son productos de dos componentes que deben mezclarse antes de su uso. Dentro de este contexto puede establecerse que existen no más de diez tipos de resina epóxica y una variedad muy grande de agentes curantes y endurecedores.

Las propiedades del producto final varían enormemente y dependen principalmente del agente curante. Según el curante que se use, la película de pintura puede ser más o menos resistente al agua, a la temperatura, a los álcalis y ácido, a los solventes, a la abrasión.

La familia de los poliuretanos o disocianatos está constituida por tres grupos de productos de excelentes cualidades de resistencia cuya principal cualidad es el alto brillo y su resistencia a la abrasión, aparte de buenas cualidades químicas. Se usa en todas aquellas partes donde se requiere resistencia y estética. Las pinturas poliuretanos en el grupo de resina, el cual se encuentra emulsionada en agua, es decir, la resina está finamente dividida en forma de gotitas.

En la medida que se va evaporando el agua, estas gotitas de resina se van uniendo por un fenómeno denominado coalescencia, en que dos gotas se unen para formar una más grande y así sucesivamente hasta que la Emulsión se

quiebra y se forma la película. La misma resina, a medida que se va formando la película, va ligando las partículas pigmentarias. (p. 41)

García (2003) resume que las pinturas conductoras tienen una pigmentación especial, aparte de su composición de resina que le imparte características de conductores o semiconductores de electricidad. Ello significa disipar y/o descargar a tierra corrientes parásitas y electricidad estática o controlar la impermeabilidad y ausencia de poros en recubrimientos al ser verificados con detectores de alta tensión. Estas pinturas habitualmente son utilizadas en la cara interior de planchas de acero galvanizado para techos o en general en todos aquellos lugares en que es necesario evitar el goteo de humedad condensada.

Así mismo, García refiere que la pintura evita eficazmente el goteo, mientras no se satura, absorbe el orden de un litro de agua por metro cuadrado de superficie. Basadas en Teflón o silicona con un contenido de pigmento lubricante (p.ej.: Molibdeno) tienen su aplicación en descansos de fricción como complemento y mejoramiento de la lubricación tradicional.

Por tanto, García (2003) representa que las pinturas anti fuego son pinturas no combustibles que poseen además una cualidad de retardar la combustión de la pieza pintada, basándose en el principio de la absorción y bloqueo del oxígeno, no dejando disponible para el proceso de combustión.

Otro tipo de pintura anti fuego se basa en el principio de intumescencia, es decir, el pigmento en presencia del calor se hincha, formando una capa de escoria aislante que retarda la combustión. Son pinturas resistentes a vapor de agua a alta temperatura. Se emplean principalmente para interiores de calderas, estanques de agua caliente, domos, estanques de expansión. Formuladas en tal forma que deben curarse al horno y al enfriarse toman un corrugado uniforme por efecto de la contracción del metal. Se usan en muebles metálicos principalmente.

#### 6.1.4.- Corrosión

García (2003) afirma que la corrosión es un proceso natural y normal de deterioro. La corrosión puede definirse por ello como “el deterioro paulatino y permanente de los elementos metálicos por la acción del medio que los rodea”. Bajo este concepto general podemos considerar sólo a los metales. Otros tipos de materiales como plásticos, maderas, telas, tienen también su proceso particular de deterioro que se denomina envejecimiento. (p. 8)

El átomo, en síntesis, está formado por un equilibrio de cargas positivas (protones) y de cargas negativas (electrones), los metales tienden a perder electrones o, en otras palabras, cierta energía, dando lugar a la formación de un ion positivo que se separa del metal perdiendo también su masa asociada. Esto ocurre normalmente al entrar un metal en contacto con un electrolito dando lugar a reacciones electroquímicas de oxidación y reducción. Decimos entonces, que ha comenzado un proceso de corrosión en medio húmedo con una circulación simultánea de corriente eléctrica, normalmente denominada Pila galvánica.

Como se ha visto, en el caso particular del acero han aparecido algunos nuevos conceptos que toman parte del proceso de corrosión, lo que nos lleva a una definición final más específica que dice: “Corrosión es un proceso de destrucción o deterioro electroquímico de un metal por acción y reacción de este con el medio que lo rodea”. (Reacciones de oxidación y reducción simultánea. García 2003).

La composición de los elementos utilizados para realizar la unión y correlación metal químico están presentes en la naturaleza, es por esto que la pintura deberá tener un balance químico adecuado. Estos se encuentran normalmente mezclados en forma de óxidos, sulfuros, sulfatos, carbonato, los cuales en su estado natural son químicamente estables.

Existen además algunos metales que los podemos encontrar en estado natural totalmente puros, pero en pequeñísimas cantidades (oro, plata.) a los cuales llamamos nobles. Del estado natural en que se encuentran estos elementos llamados minerales, el hombre procede a transformarlos para que le sean útiles y en esta transformación siempre la adiciona a los elementos una determinada cantidad de energía en cada etapa (extracción, concentración, refinación).

Los metales útiles para el hombre son generalmente químicamente inestables y tenderán a volver a su estado primitivo por todos los medios, a través del proceso que denominaremos "corrosión". (García 2003)

La corrosión de metales es consecuencia de un proceso natural. Los metales se presentan en la naturaleza en la forma de varios componentes químicos (minerales). Estos minerales requieren cierta cantidad de energía a fin de liberar el metal. La cantidad de energía necesaria varía de metal a metal. Es en este proceso donde se ubica la fuerza que origina la corrosión en los metales. La explicación de la corrosión está firmemente basada en la teoría electroquímica y se han desarrollado varias fórmulas que describen las reacciones químicas que representan la mayoría de los procesos de corrosión.

El acero expuesto en ambientes interiores y exteriores puede estar sujeto a corrosión, dependiendo de las características específicas del entorno. La clasificación de ambiente puede ser determinada por el valor de la pérdida de masa del acero al carbono estandarizado.

La extrapolación de los datos de pérdida de masa para períodos de corta duración no es fiable y su uso no es permitido. (Proyecto básico: Corrosión de estructuras de acero).

### **6.1.5.- Tipos de corrosión**

García (2003) señala que existen diferentes tipos de corrosión en las estructuras o metales ambientes, entre algunos de los más comunes esta la corrosión uniforme. Este tipo de corrosión se produce a través del tiempo en forma paulatina, regular y pareja, sin acelerarse o acentuarse, bajo determinadas condiciones, en determinadas zonas de una superficie también llamada corrosión ambiente. Corresponde a una destrucción local del metal que se origina en zonas expuestas de la superficie como consecuencia de un ataque electroquímico localizado.

Como corrosión localizada se presentan en general la mayoría de los procesos de corrosión entre los que se encuentran la galvánica que comprende la destrucción del metal anódico de una copla o unión directa de dos metales disímiles en presencia de un electrolito, permitiendo la formación de pilas de corrosión.

García (2003) menciona que la corrosión galvánica corresponde a la destrucción de un metal debido a la acción mecánica erosiva, normalmente proveniente de sólidos que contienen algunos líquidos, combinado con la presencia de elementos químicos corrosivos en dicho líquido. Este tipo de ataque se presenta en casi todos los metales que están expuestos a la acción de los elementos atmosféricos, tales como el oxígeno del aire, productos de combustión y smog presentes en la atmósfera, radiación solar y muy especialmente el agua, proveniente de la condensación o la lluvia.

## **6.1.6.- Herramientas para el control de la calidad**

### **6.1.6.1.- Diagrama de causa y efecto**

Según García (2003) un diagrama de causa y efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema (efecto). Esta herramienta fue desarrollada en 1943 por el profesor Kaoru Ishikawa (1915-1989) en Japón.

El diagrama de causa y efecto proporciona una descripción de causas probables de un problema, lo cual facilita su análisis y discusión, también puede representarse como herramienta para representar propuestas de resolución de problemas.

Para la elaboración de un diagrama previamente se debe:

- Identificar el problema específico a ser resuelto.
- Desarrollar un claro entendimiento del proceso.
- Descomponer el problema en sus posibles partes.

Para la elaboración del diagrama causa y efecto se debe:

- Definir el problema (efecto claramente).
- Realizar sesiones de "tormenta de ideas" para enumerar todas las posibles causas.
- Clasificar las causas en categorías.

Para elaborar el diagrama, se debe:

- Escribir el efecto a la derecha y trazar una flecha de izquierda a derecha.
- Ubicar las causas en categorías o grupos, trazando flechas secundarias en dirección a la principal.

- Incorporar flechas secundarias, los factores detallados que pueden ser como actuantes en cada categoría. Estas formarán ramificaciones secundarias.

## 6.2.- MARCO CONCEPTUAL

**Ácido:** compuesto químico que produce iones hidrógeno en agua. (Jones, 2012, p. 423).

**Adherencia:** propiedad de la pintura de quedar unida firmemente a la superficie sobre la cual se aplica. (Carbonel, 2011, p. 5).

**Aceite Secante:** es un aceite capaz de pasar del estado líquido al sólido mediante la reacción con el oxígeno del aire formando una película. El “secado” se refiere en consecuencia a este cambio de estado físico y es independiente de la evaporación de solventes. (García, 2003, p. 154).

**Acetona:** solvente muy enérgico y volátil. (García, 2003, p. 154)

**Ácido:** compuesto químico que produce iones de hidrógeno en agua (Jones, 2012, p. 423)

**Acrílico (Resina Acrílica):** resina sintética de excelentes propiedades de resistencia a los agentes atmosféricos y excelentes propiedades mecánicas. (Carbonel, 2011, p. 11)

**Agrietamiento:** formación de grietas en la capa de un recubrimiento (Carbonel, 2011, p. 11).

**Aleación:** mezcla de metales que se unen para lograr mejores propiedades específicas. Ejemplo el bronce, aluminio etc. (Jones, 2012, p. 423)

**Amalgama:** Aleación metálica que contiene 2 o 3 metales. (Jones, 2012, p. 423)

**Ambiente Industrial:** presenta generalmente suficiente proporción de oxígeno, alta o mediana humedad y grandes cantidades de sales diversas debido principalmente a humo de chimeneas, desprendimiento de gases. (Jones, 2012, p. 423)

**Anhídrido:** compuesto químico obtenido por deshidratación de un ácido. (García, 2003, p. 156)

**Anticorrosivo:** producto que detiene el proceso corrosivo -anti óxido-. (García, 2003, p. 156)

**Antióxido:** se denomina así a una pintura formulada para detener o impedir el proceso corrosivo (Carbones, 2011, p. 5)

**Agentes Oxidantes:** sustancias de gran poder oxidativo, debido a su capacidad de liberar oxígeno, como son los nitratos, permanganatos, cloratos Peróxidos, entre otros. Sustancias de alta agresividad química ejemplos Ácidos fuertes. (García, 2003, p. 156)

**Barita o Baritina:** sulfato de Bario, material de relleno. (García, 2003, p. 154)

**Capa de acabado o sellado:** última capa de un revestimiento formada por una pintura de buena impermeabilidad y gran resistencia de ambiente. (García, 2003, p. 154)

**Caucho Clorado:** resina producida por la cloración del caucho natural (García, 2003, p. 154)

**Corrosión Atmosférica:** fenómeno causado por agentes corrosivos presentes en la atmosfera -Agua, Oxígeno, Sales- (García, 2003, p. 154)

**Corrosión Galvánica:** fenómeno de corrosión al unirse dos metales de características eléctricas distintas, el metal más noble se protege a costas del menos noble -Hierro, Zinc-. (García, 2003, p. 156)

**Electro Químico:** se usa el término cuando se producen reacciones químicas por efecto de la corriente eléctrica o viceversa. (García, 2003, p. 165)

**Esmalte fast dry** es un acabado de excelente calidad que posee alta resistencia a la abrasión, secado rápido, buen rendimiento, excelente dureza y gran poder cubriente. Ofrece una excelente resistencia y durabilidad a la intemperie, inclusive en ambientes industriales.

**Pigmento:** Polvo finamente dividido, cuya función es dar opacidad, color y resistencia a la película de pintura. (Carbonel, 2011, p. 4)

**Pintura:** Sustancia o producto de textura líquida o espesa con que se da color a una cosa.

**Pintura anticorrosiva:** Pintura formulada con un pigmento resistente a la herrumbre como plomo cromado o cinc cromado, y un adhesivo químico y resistente a la humedad; empleado para proteger las superficies de acero y de hierro.

**Pintura industrial:** La Pintura Industrial tiene dos objetivos principales. Por un lado, proteger los diferentes soportes de las agresiones a las que puedan ser sometidos, tanto físicas como químicas. Y por otro lado conferir a la pieza un mejor aspecto estético para conseguir un mejor acabado, llegando incluso a incrementar su valor añadido.

**Pintura epóxica:** Pintura que posee resina epoxídica como ligante, que incrementa la resistencia a la corrosión, abrasión y a los productos químicos. También llamada pintura epoxi.

**Pintura poliuretano:** Pintura poliéster, conocido también como “base” es derivado del poliuretano. Su rápido secado hace que el trabajo sea más fácil, la cual otorga un acabado opaco, tanto en las pinturas sólidas como perlados. Esto implica un uso de barniz para dar brillo. Solo requiere diluyente poliuretano para su uso.

**Resina:** Grupo de sustancias de características similares a goma o plástico de origen natural o sintético. Son aptas de moldearse o disolverse y son los constituyentes básicos de la mayoría de los revestimientos. (Carbonel, 2011, p. 11)

### 6.3.- MARCO ESPACIAL

La Empresa Inversiones y Negocios de Nicaragua, S.A – INDENICSA, está ubicada al norte de la ciudad de Managua y se encuentra situada en el km.22 carretera vieja Tipitapa, contiguo al cementerio municipal de tipita Managua Nicaragua.

**Ilustración 1**  
**Imagen satelital de la Empresa INDENICSA**



Fuente: google map

## 6.4.- MARCO TEMPORAL

### Actividades realizadas en el periodo de las 20 semanas.

Actividades	Semanas																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Visita a la empresa	[Redacted]																						
Observación de los procesos	[Redacted]										[Redacted]						[Redacted]						
Proceso de pintura, observación				[Redacted]							[Redacted]			[Redacted]					[Redacted]				
Control de calidad de pintura				[Redacted]							[Redacted]			[Redacted]					[Redacted]				
Entrevista a operarios											[Redacted]												
Recolección de datos	[Redacted]																						
Entrevista a supervisores																[Redacted]							
Procesamiento de la 1ra parte									[Redacted]														
Procesamiento de la 2da parte															[Redacted]								
Procesamiento de la información																				[Redacted]			

## 6.5.- MARCO LEGAL

Normas referidas al área de control de calidad y área de trabajo de la investigación realizada, entre ellas ley 618, código del trabajo, normas internacionales, AISC, ASTM.

Normas	Artículos	Descripción
Código del Trabajo	Artículo 50	El día natural para el trabajo es el tiempo comprendido entre las siete de la mañana y las cinco y media de la tarde. Este Trabajo es el diurno, Trabajo nocturno es el que se presta entre las ocho de la noche y las seis de la mañana del día siguiente.
	Artículo 51	Acerca de las jornadas ordinarias de trabajo.
Normas ASTM	A36	Esta norma es aplicable a una gran variedad de perfiles estructurales laminados en caliente y a placas de la misma calidad
	A529	Se usa con mucha frecuencia en la construcción de edificios de acero, también es un grado de acero común en barras y perfiles
	A992	Acero estructural para perfiles H laminados para uso en edificios
Normas para Soldadura	H-77 (AWS A5.1)	Electrodos de acero al carbono, recubiertos, para soldadura.
	H-86 (AWS A5.5)	Electrodos de acero de baja aleación, recubiertos, para soldadura.
	H-108 (AWS A5.17)	Electrodos desnudos de acero al carbono y fundentes para soldadura por arco eléctrico sumergido.

AISC	ANSI/AISC 360-10	Especificación de edificios de acero estructurales
	AISC 303-10	Código de práctica estándar para edificios de acero y puentes
Ley 618	Art. 85	Dimensiones adecuadas de los locales de trabajo.
	Art. 76	Iluminación adecuada de los lugares de trabajo.
	Art.90	Almacenamiento de materia prima, planta de proceso y área de proceso, almacén de productos terminados. Estos deberán tener un espacio adecuado y una anchura para que los trabajadores puedan circular sin dificultad alguna.
	Art. 121	Niveles sonoros permisibles de decibeles (dB).
	Arto. 139	Señalizaciones de higiene y seguridad de las áreas de trabajo para prevención de riesgos laborales.
	Arto. 193	Todo Centro de Trabajo deberá contar con extintores contra incendio.
	Arto. 193	Ventilación, temperatura y humedad en las áreas de trabajo.

## VII.- PREGUNTAS DIRECTRICES

1. ¿La descripción de los procesos para la aplicación de pintura en las piezas metálicas permitirá conocer la situación real que posee el área de pintura?
2. ¿Cuáles son las causas que generan la imperfección en la aplicación de pintura que se realiza sobre las piezas metálicas?
3. ¿El análisis del sistema de control de calidad existente en el departamento de pintura permitirá obtener un producto terminado de mejor calidad?
4. ¿Proponer un método de gestión de control de calidad fortalecerá el proceso de pintura?

## **VIII.- DISEÑO METODOLÓGICO**

### **8.1.- Métodos y Técnicas**

#### **8.1.1. Métodos**

##### **8.1.1.1. Observación**

El método de observación abierta fue el primer paso que se realizó para determinar el tema. Con la observación se comprobaron los procesos de manera específica, de modo que se pudiera captar toda la información necesaria.

##### **8.1.1.2. Entrevistas**

El segundo paso fue la realización de las entrevistas estructuras con preguntas abiertas, lo que permitió la interacción del entrevistador, tanto con los operadores como con los supervisores, logrando obtener suficiente información acerca del desempeño del personal de planta.

#### **8.1.2. Técnicas**

Los instrumentos utilizados en la presente investigación para la recolección de datos fueron la guía de observación, en donde se observaron los procesos de manera específica. Así mismo, se realizaron guías de entrevista, tanto a los supervisores como a los operarios de las áreas de soldadura y pintura, para obtener información acerca del funcionamiento de estas áreas.

### **8.2. Tipo de enfoque**

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo debido a que se analizaron los datos proporcionados por los supervisores y operarios a través de las

entrevistas realizadas. Se observaron los procesos de pintura, de armado de las estructuras, de control de la calidad y aplicaciones de pintura, desde el inicio del proceso hasta obtener el producto terminado. En la observación están incluidos los procedimientos que son efectuados en la empresa, métodos y control especificados, todo fue llevado a cabo durante un proceso de visita a la empresa.

### **8.3. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo descriptiva ya que cumple con las características al observar los procesos ejecutados por los operarios de la empresa en estudio, permitiendo describir cada proceso desde el cortado de las piezas metálicas hasta obtener el producto final y su almacenamiento.

### **8.4.- Población y Muestra**

#### **8.4.1. Población**

La población global corresponde a los 147 trabajadores del turno diurno que conforman la empresa INDENICSA, es decir los operadores que integran cada departamento de la compañía, entre ellas están las diferentes áreas de trabajo tales como planta de tubos, bloquear, planta alta y baja.

#### **8.4.2. Muestra**

Para el procedimiento de la selección de la muestra se tomó un subconjunto de la población o parte representativa, esto constituye a 16 operadores del área de pintura. Se utilizó el método no probabilístico, determinando criterios para la elección de los mismos, como ser trabajador activo de la Empresa (INDENICSA), estar dentro del departamento de pintura, área de estructura y que los operarios laboren en el turno diurno.

### 8.5.- Operacionalización de las variables

VARIABLE	FUENTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Procesos de aplicación de pintura	Supervisor del área- Operarios	Entrevistas	Guía de entrevistas
Causas que generan la imperfección en la aplicación de pintura	Supervisor del área - Operarios	-Entrevistas -Observación	-Guía de entrevistas -Guía de observación
Sistema de control de calidad	Supervisor del área - Operarios	-Entrevistas -Observación	-Guía de entrevistas -Guía de observación

## **IX.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **9.1. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS**

#### **9.1.1. Procesos para la aplicación de pintura**

Para la aplicación de pintura en las estructuras se hace un procedimiento de limpieza de esmerilado, a fin de eliminar las imperfecciones de la superficie, esto se realiza a través de una pulidora que contiene un disco de 1/4. Para poder aplicar la pintura específica de orden de trabajo, el departamento cuenta con 16 operadores que están distribuidos de la siguiente manera.

- Ocho operarios se responsabilizan del esmerilado de piezas. Éstos retiran las virutas que son resultado de la soldadura; el retiro de viruta es efectuado con un cincel para la remoción de virutas más grandes.
- Tres operarios que realizan el enderezado de las piezas, estos se encargan de calentar la pieza defectuosa con acetileno y luego verter una cierta cantidad de agua para que la pieza tome su estado normal y una mejor superficie tolerable.
- Cinco operarios que realizan el trabajo de pintura, los cuales también limpian las piezas y por medio de un compresor aplican la pintura a la pieza.

#### **9.1.2. Causas de la imperfección en la aplicación de la pintura**

De acuerdo a las entrevistas realizadas a los supervisores y operarios y la observación realizada a los procesos de producción, se logró identificar las diferentes causas que generan imperfección en la aplicación de pintura de las

piezas terminadas, debido a variaciones especiales generadas en los métodos de elaboración, entre ellos están los siguientes:

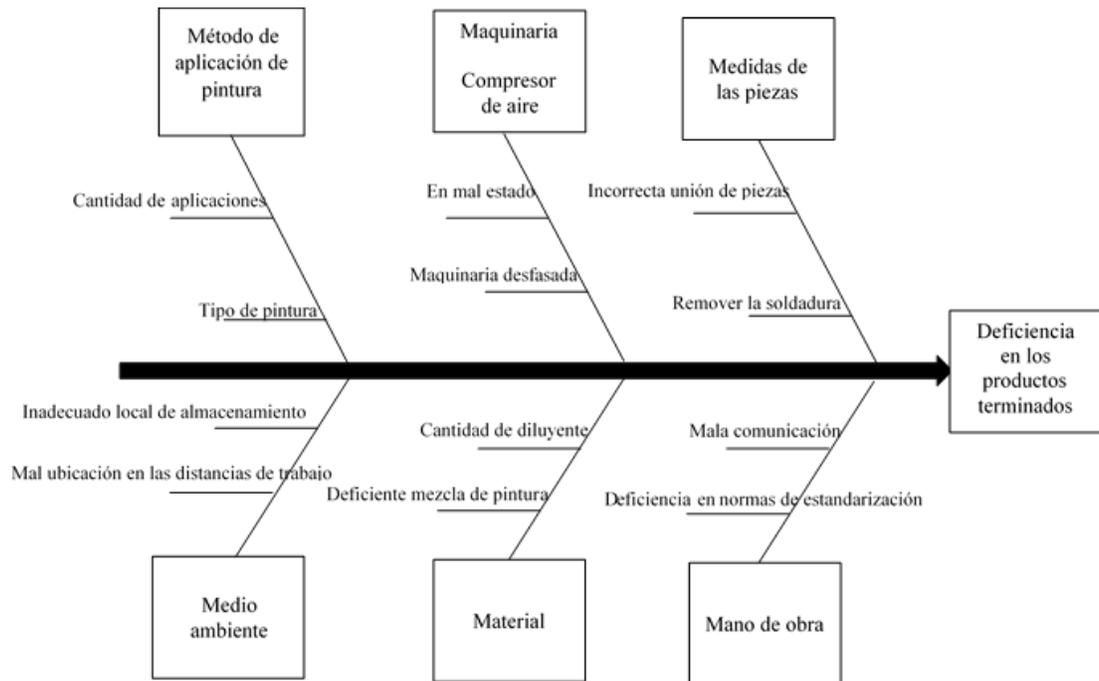
- a) Defectos de soldadura al momento de la aplicación en las estructuras que estarán listas para ser armadas.
- b) Exceso de puntos de soldadura que no está especificada en las uniones de la pieza y así esto nos conlleva a un exceso de esmerilado.
- c) Virutas en exceso de soldadura
- d) Descuido en el manejo adecuado de la maquinaria
- e) Disolución de pintura de forma inadecuada
- f) Transportación del producto terminado de forma inadecuada
- g) Área de almacenamiento inadecuado
- h) Falta de utilización de los recursos materiales.

Las imperfecciones causan que la pieza sufra un desgaste en el área afectada, influyendo en el aspecto y calidad de la superficie, variaciones en las longitudes de las piezas que son generadas al momento de uniones de piezas cuando los trabajadores no cumplen con los planos de trabajo.

Las variaciones en la pintura debido a las mezclas, provoca la delaminación o desprendimiento de pintura que es producto de la pérdida de adhesión en el sustrato y en la pintura debido a inadecuada preparación superficial.

Para una mejor comprensión de las causas que pueden estar afectando la calidad del producto terminado, se utilizó el diagrama de causa y efecto, que se presenta a continuación:

**Gráfica 8.1. Diagrama de Ishikawa**



Fuente: Elaboración propia

### 9.1.2.1. Métodos de aplicación de pintura

En la aplicación de la pintura, hay una variación en la cantidad de asadas de mano con las piezas, eso conlleva que la pintura no recubre por completo la estructura y se desprende fácilmente, generando un deterioro de la pieza termina y una mala presentación en el producto. Los diferentes tipos de pintura que se utilizan para el recubrimiento de la pieza son antioxidantes y epóxicas que son mezcladas con diluyente inadecuadamente, generando que la pintura no tenga una buena adherencia con la estructura y se desprenda muy fácilmente al ser transportada.

### 9.1.2.2. Maquinaria: Compresor de aire

La empresa posee compresores de buena calidad. Sin embargo, no están siendo utilizados porque se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento. Los compresores que se utilizan a diario son los desfasados, lo que influye en la lenta

producción en el momento de aplicar la pintura debido a que son un poco más lentos.

Durante la observación realizada se conoció que la empresa cuenta con una maquinaria llamada “compresor de pintura electrostática” la cual fue obtenida por la empresa por un alto costo, pero se observó que durante el proceso no es utilizada más que una vez al día, en comparación con los compresores comunes, los cuales son utilizados hasta 6 veces al día para el procedimiento de pintura.

### **9.1.2.3. Medidas de las piezas**

En la incorrecta unión de las piezas, los trabajadores indicaron que utilizan el método llamado “garrobear”, el cual consiste en remover el cordón de soldadura con esmeriladoras y se le rellenan las uniones de las piezas con más soldadura.

Según las repuestas dadas a la pregunta referida a la frecuencia de errores en las medidas de las piezas, los operadores dijeron que hay una frecuencia de 2 piezas por día y los supervisores indicaron que unas 3 piezas.

En relación al tipo de varilla a utilizar para soldar, los entrevistados dijeron que se usa la varilla en dependencia del grosos de la pieza que hay que soldar. Las varillas utilizadas para uniones de piezas un poco más delgadas son 7018 de 1/8 y 6010 de 1/8. Las varillas utilizadas para uniones de piezas de 5mm a más son 7018 de 5/32 y 6010 de 5/32.

### **9.1.2.4. Medio ambiente**

Los trabajadores manifestaron el inadecuado local para la aplicación de la pintura en las piezas debido a que se realiza a la intemperie, provocando que el polvo se adhiera a las piezas que se están pintando, lo que origina una pintura con porosidades.

Además, que el área de almacenamiento en donde son ubicadas las piezas terminadas se encuentra muy distante del área de pintura, por lo que al transportarse son expuestas al intemperie, al sol o a la brisa, provocándoles decoloración, lo que conlleva a retrasar el proceso de entrega del producto terminado debido a que se deben pintar nuevamente, generando mayor gasto para la empresa y por consiguiente elevándose los costos de producción.

#### **9.1.2.5. Materiales**

En cuanto a la cantidad de diluyente, los trabajadores no están estandarizados con la cantidad de galones por pintura, estos hacen cálculos empíricamente que la pintura demostraba una consistencia muy diluida. Esta deficiente de mezcla de pintura genera ampollamiento de la pintura, además que la pintura se cuelga y se corroe, dejando un producto de mala presentación y por consiguiente de mala calidad.

#### **9.1.2.6. Mano de obra**

La mano de obra tanto de los operarios del área de soldadura como de pintura es calificada con experiencias de hasta diez años y con identidad hacia la empresa por sus años de servicio. Sin embargo, por la mala comunicación entre los operarios y los supervisores, provoca que los errores cometidos en las medidas de las piezas, en el proceso de soldadura y en el de pintura sean frecuentes a tal punto que la en muchas ocasiones se tiene que volver a elaborar las piezas anteriormente terminadas.

Aunado a lo anterior, la falta de supervisión en el área de pintura es uno de los problemas que causa un retraso con la pieza a pintar adecuadamente, y orientar a los trabajadores la forma de preparar las pinturas.

Producto de las entrevistas se determinó que los soldadores utilizan las normas estipuladas para el tipo de material que hay que soldar.

### **9.1.3. Sistema de control de calidad**

La fábrica INDENICSA cuenta con un sistema de control de calidad interno, que permite mantener una buena observación en las especificaciones, mediciones y órdenes de trabajo que se tienen que cumplir de acuerdo a las peticiones del cliente y planos de trabajo. La empresa establece las normas requeridas para trabajar y estructurar los diferentes productos metálicos, las cuales se realizan supervisiones paulatinas durante los diferentes procesos de armado, soldado y pintado. Para ello cuenta con un personal amplio con experiencia en soldaduras, pintura y estructuras.

El área de pintura cuenta con un control de calidad internamente generalizado que permite observar las imperfecciones, para remediarlas al instante. Al percibir los errores que hay en la pieza, se toma las medidas necesarias para corregir las imperfecciones como puntos de soldaduras, si viene con medidas tolerables de 3mm o menos, posteriormente se prepara la pieza metálica para ser pintada con una pintura anticorrosiva, ya que son expuestas a la intemperie, es una de las maneras de proteger del desgaste sobre el ambiente en que será expuesta.

En lo que respecta a los métodos empleados para obtener mejores controles de calidad, la fábrica ha desarrollado formatos de control de calidad para poder cuantificar errores en un periodo de una semana. Los errores cuantificados son de doblajes en las piezas, rayas en las piezas pintadas, cantidad de defectos por soldadura, medidas defectuosas, número de orden, días de entrada y salidas de estructuras. Al cuantificar los errores se pueden tomar decisiones con respecto a los procesos y errores encontrados que están trabajando y eliminar imperfecciones a la hora de trabajar con distintos pedidos y diferentes medidas.

El supervisor del área contabiliza la cantidad de errores y la cantidad de imperfecciones en la pieza, todo esto tomando muestras de requerimientos técnicos como medidas de las piezas y longitudes de estructuras, con revisiones de soldadura si está de acuerdo con las especificaciones, con qué se está trabajando y los diferentes tipos de pintura que se aplicara.

Dentro de los factores que intervienen para el desempeño de control de calidad están los elementos que controlan la calidad de mano de obra, los materiales, la maquinaria, el método y el medio ambiente, todos estos implican que el producto sea de calidad en todos los factores que conllevan a obtener satisfacción en el cliente y prestigio en el mercado metalúrgico.

Para el proceso de esmerilado de las piezas, los operadores utilizan pulidoras que contienen discos de diferentes medidas, al igual que cepillos que son colocados a una máquina circular y luego inician el proceso de limpieza de virutas. Para la limpieza de puntos de soldadura grandes es necesario retirarlos con un cincel uno a uno.

Dentro de los métodos utilizados para las uniones de soldadura, los operarios realizan ensayos de piezas colocando esqueletos de material reutilizándola para fijar las partes de las láminas o partes que conformarán las estructuras, esto es realizado colocando puntos de soldadura para uniones y si es encontrada alguna deficiencia de medidas, tendrá que ser nuevamente ensayada.

Aún, cuando se aplique soldadura de arco sumergido, las piezas tendrán que tener uniones previas y el supervisor, quien realizará verificaciones de medidas, tendrá que reportar la cantidad de errores encontrados a las piezas terminadas y a las partes que estarán listas para ser ensambladas.

Para los procesos de pintado, la empresa tiene como métodos internos realizar limpieza de las partes con diluyente y un pedazo de tela, a fin de poder llegar a

las áreas que la aplicación superficial no se logra con efectividad. El operario efectúa la limpieza con una brocha y en el caso de tanques y columnas, el operador, en ocasiones, realiza la aplicación con un rodillo. Una vez terminado este proceso, el operario prepara la pintura, la cual, de acuerdo a la cantidad a utilizar, agrega un litro de diluyente a un galón de pintura.

La empresa tiene como método para eliminar la corrosión, utilizar pintura epóxicas, anticorrosiva. Las estructuras son pintadas parte por parte, una vez seca la primera parte, las vigas son movidas con una grifa y para estructuras muy pesadas se utiliza un teclé. Al momento del traslado, las piezas, estructuras y vigas son llevadas con una monta carga que también es utilizada para trasladar las armaduras a reproceso, si es necesario.

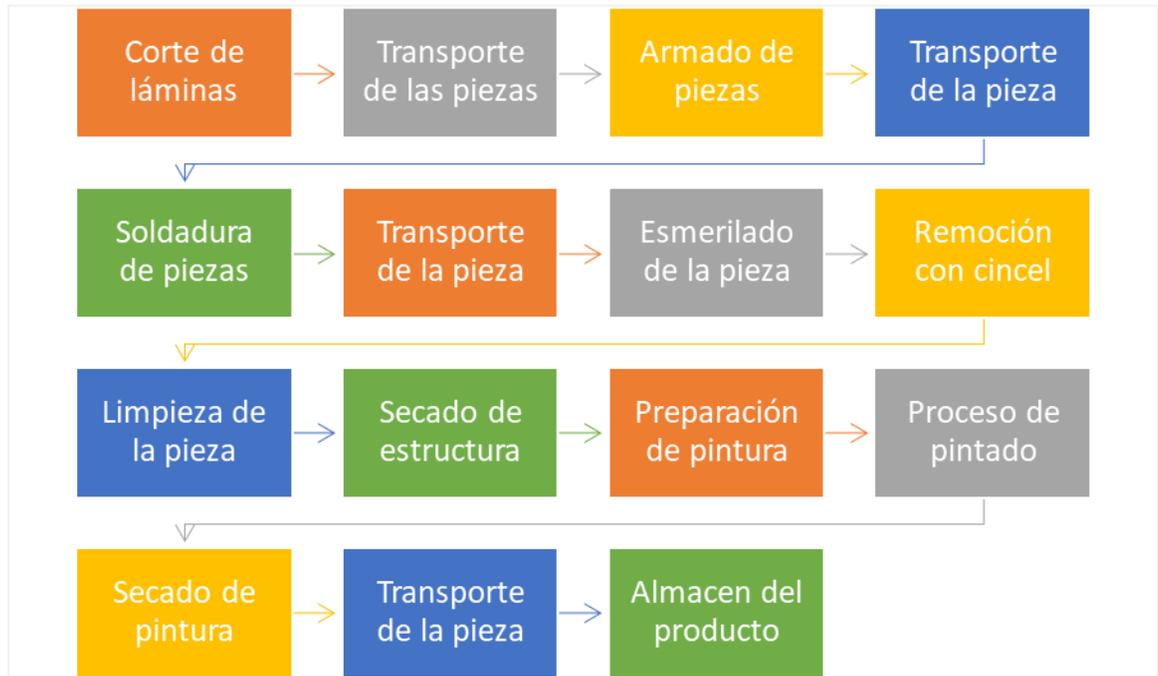
Dentro de los métodos también la empresa hace uso de un previo baldío, que consta de aproximadamente 90 x110 m. para el resguardo y almacén de las estructuras armadas.

## **9.2. PROPUESTA DE UN MÉTODO DE GESTIÓN DE CALIDAD PARA PROCESOS DE PINTURA**

A continuación, se realizan propuestas para la gestión de calidad, conforme a las normativas de estandarización, tomando como referencia las normativas ISO 12944-7:1998, AISC, ASTM, las cuales hacen recomendaciones a los diferentes procesos de pintura, se hace la propuesta siguiente:

Para reconocimiento de fabricación y una mejor comprensión de métodos, se presenta el siguiente diagrama de procesos con las especificaciones de cada paso en el procedimiento de la elaboración de las piezas.

**Gráfico No. 8.2. Diagrama de Procesos**



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8.1.**

**Proposiciones para superficies de acero de acuerdo a normas**

<i>Tipo de pintura</i>	<i>Utilización</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Cant / diluyente</i>
Epóxica	Especial para laminas galvanizadas	Por 4 galones	2 litros
Anticorrosiva	Especial para capas superficiales y prevención de corrosión	Por cada 4 galones	½ litro

Fuente: Elaboración propia

Dentro de los métodos utilizados se muestra una tabla de preparación para cada porción de pintura una respectiva cantidad de diluyente para la preparación de acuerdo a los tipos de pintura.

De tal manera se realizan propuestas de preparación de superficie en acuerdo a la normativa ISO, esta específica la aplicación de limpieza del acero galvanizado, este proceso como una propuesta de la gestión de calidad, Como una ficha de proceso.

Las superficies galvanizadas nuevas deben limpiarse con un detergente adecuado y lavarse cuidadosamente con agua mientras se cepilla con cepillos no metálicos. Si queda aceite o grasa, debe eliminarse con disolventes.

En las superficies galvanizadas envejecidas, los contaminantes y los productos de la reacción del zinc deberán eliminarse por medio de un chorreado ligero, y se aplicará una capa de imprimación hasta un espesor de 10 micras de película seca.

En todos los equipos de chorreado, se ha de disponer de un compresor que ha de ser capaz de suministrar un volumen de aire de al menos 6 m<sup>3</sup> por minuto a cada boquilla de chorreado de 10 mm y de 9 m<sup>3</sup> por minuto a cada boquilla de 12 mm.

El aire comprimido empleado en el chorreado deberá estar libre de aceite y agua, por lo que se usarán separadores y sifones adecuados a tal fin.

**Tabla 8.2.**

**Ficha de procesos para la preparación de la superficie**

Proposiciones para superficies de acero	Ficha de proceso preparación de la superficies
Ficha de proceso	
preparación de superficie	Fecha:10/12/2017
Misión del proceso	
Realizar la limpieza debida con forme a las normativas , eliminación de errores , defectos de medidas y errores en las piezas, para la aplicación de la pintura	
Actividades que conforman el proceso	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de superficies nuevas</li> <li>• Limpieza de superficies envejecidas</li> <li>• Una buena herramienta para suministrar buen volumen de aire</li> <li>• Chorro de aire descontaminado</li> <li>• El material o abrasivo deberá estar seco</li> </ul>	
Personal del proceso	
Personal del área e pintura de la empresa INDENICSA	
Entrada del proceso	Salida del proceso
Requerimiento de medidas Orden de producción Revisión de superficies	Material pintado según sus especificaciones y según su calidad
Proceso relacionados	
Corte de los materiales, estructuración de las piezas , soldadura de las piezas y limpieza de las piezas	
Indicadores	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de pintura</li> <li>• Tipo de anticorrosivo a aplicarse</li> <li>• Instrucciones para aplicación</li> </ul>	
Documentos basados a normas ASTM, AISC.ISO	
ANSI/AISC 360-10, ASTM A36, A992, AISC 303-10, ASTM A529, ISO 12944	

Fuente: Elaboración propia

El abrasivo empleado en el chorreado puede ser granalla de acero, arena silíceo o partículas de escoria del tamaño adecuado. El abrasivo deberá estar seco, limpio y libre de contaminantes y sales solubles.

De acuerdo a especificaciones de las normas, para las superficies del acero se deberá tomar en cuenta para la ejecución de todas las construcciones en acero, medidas preventivas a la hora de la ejecución, se evitarán dobleces de radio menor a 2 mm, superficies inaccesibles, interrupciones en los cordones de soldadura (especialmente en estructuras de acero galvanizadas por inmersión en caliente), salpicaduras de soldadura, etc.

Para la selección de materiales antes de iniciar todo proceso de pintado, se revisará toda la información y documentación técnica que se disponga de los productos de pintura, en especial de los siguientes datos:

- Nombre comercial del producto.
- Fichas Técnicas.
- Certificado de Calidad.
- Lista de los ensayos con los resultados obtenidos que permitan comprobar inequívocamente que el producto cumple con los requisitos estipulados.
- Instrucciones para su utilización y precauciones especiales para su uso y almacenamiento.
- Número y fecha del certificado correspondiente.

**Tabla 8.3. Categoría de Corrosividad**

Todos los materiales empleados en un sistema de pintura deberán cumplir con las normas aplicables, la siguiente tabla muestra especificaciones para aplicación de acuerdo a tipos de corrosión de tipo 2 y 3.

Categoría de corrosividad	Medio Ambiente	Sistema de Pintura	Número de capas	Espesor de capa (µm)
C2	Interiores sin calefacción donde la condensación puede ocurrir. En exteriores con poca contaminación	Pinturas con base alquídicas	2-3	120
C3	Interiores con humedad relativa alta. Exteriores en ambientes urbanos o industriales	“Primer” en base a zinc capas posteriores de vinilo, epóxicas	3-4	175-240

Fuente: Normas ISO 129442

La tabla anterior se puede tomar para el tipo de corrosión C2 correspondiente a la zona intemperie se debe aplicar una base anticorrosiva.

### 9.2.1. Propuestas para Condiciones de aplicación

Esta sección presenta especificaciones de aplicación de pinturas de acuerdo a normativa de estandarización.

La preparación de la superficie es uno de los factores más importante que comanda el comportamiento de la pintura. Sin embargo, cabe señalar que el costo de la preparación de la superficie debería ser comparado con la vida

obtenida del esquema de pintura para poder seleccionar la combinación más económica para cada caso.

La pintura no se aplicará cuando la temperatura de la superficie esté por debajo de los 5°C, o sea superior a los 50°C.

Cuando se trate de pinturas Epoxi, los límites de temperatura para su aplicación estarán entre 10°C (mínimo) y 35°C (máximo).

La pintura no deberá aplicarse mientras llueve en la intemperie.

- La primera capa de pintura (imprimación) se aplicará inmediatamente después de haber limpiado las superficies metálicas, y no más tarde de las 4/6 primeras horas siguientes a ser limpiados.
- Las capas de pintura se aplicarán mediante pistola, brocha, rodillo, inmersión o combinación de estos métodos, dependiendo de la calidad del material, pero siempre con el equipo recomendado por el fabricante para asegurar el espesor exigido en cada capa.
- No se aplicará la pintura cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5°C, con la excepción de las pinturas que sequen por evaporación de un disolvente, pinturas éstas que se pueden aplicar incluso con temperatura ambiente de 2°C.
- No se aplicará pintura sobre acero, a una temperatura superior a 52°C, a menos que se trate de una pintura específicamente indicada para ello. Cuando se pinte acero en tiempo cálido, deberán tomarse las precauciones necesarias para asegurar que se alcanza el espesor de pintura adecuado.

- Nunca se pintarán aquellos elementos metálicos que vayan a ser soldados posteriormente. Se dejará libre de pintura una franja de 100 mm. medida a partir del borde que vaya a ser soldado, si esto dificulta las operaciones de soldadura. Cuando los puntos en los que se vaya a verificar una soldadura se encuentren pintados la pintura se quitará con los métodos mencionados anteriormente para la limpieza de superficie. Tampoco deben ser pintadas aquellas soldaduras que deben ser inspeccionadas en prueba hidráulica.
- Todo agregado de diluyente debe ser efectuado a presencia de un instrumento y no deben variarse las cantidades o tipos de diluyentes de aquellos aceptados en la especificación o por el fabricante. La dilución se efectúa trasvasijando aproximadamente la mitad de la pintura completamente homogenizada a un envase limpio.
- Durante la ejecución del trabajo, no es necesario muestrear y probar nuevamente a menos que se observe una variación en la consistencia de la pintura o si existe sospecha de un cambio en el diluyente.
- El inspector de pinturas puede requerir varios tipos de termómetros. Deberá tener por lo menos un termómetro de bolsillo exacto con un rango entre 0 y 150°F (-18 y 65°C) para medir la temperatura ambiente. El mismo termómetro o un termómetro tipo flotante puede ser utilizado para determinar la temperatura de la pintura líquida, del solvente, etc. El termómetro de bolsillo puede utilizarse también para determinar la temperatura de la superficie metálica, ubicándola contra el metal y cubriendo el lado exterior del bulbo con una masilla o un material similar, de modo que la lectura no sea afectada por la temperatura ambiente. Termómetros planos de superficies también existen para este objetivo. Un psicrómetro, para determinar la Humedad relativa y el punto de rocío, también son una herramienta de inspección útil.

### **9.2.2. Almacenamiento y mezclado**

Para la sección de almacenamiento las pinturas y disolventes deberán ser acumulados en depósitos o lugares separados, con buena ventilación y alejados del calor, del fuego, de las chispas y de los rayos solares.

- Los envases de pinturas permanecerán cerrados hasta su uso.
- El mezclado de los componentes de la pintura se realizará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- El fabricante de la pintura indicará el periodo de caducidad de los productos mezclados.
- Pasado dicho periodo no podrá aplicarse el producto.

## X.- CONCLUSIONES

De conformidad a los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que:

- Los procesos para la aplicación de pintura en las estructuras metálicas se realizan mediante un procedimiento de limpieza de esmerilado, a fin de eliminar las imperfecciones de la superficie. Esta labor es realizada por 16 operadores que están distribuidos en las sub áreas de esmerilado, enderezado y pintura.
- Las causas que generan imperfección en la aplicación de pintura en las estructuras metálicas son debido a variaciones especiales generadas en los métodos de elaboración, tales como defectos de soldadura al momento de la aplicación en las estructuras que estarán listas para ser armadas; exceso de puntos de soldadura que no están especificadas en las uniones de la pieza conllevando a un exceso de esmerilado; virutas con exceso de soldadura; descuido en el manejo adecuado de la maquinaria; disolución de pintura de forma inadecuada; inadecuada transportación del producto; área de almacenamiento inadecuado y falta de utilización de los recursos materiales.
- Las imperfecciones en la aplicación de pintura generan que la pieza sufra un desgaste en el área afectada, influyendo en el aspecto y calidad de la superficie, además resultan variaciones en las longitudes de las piezas que son generadas al momento de las uniones de las piezas cuando los trabajadores no cumplen con los planos de trabajo. Así mismo, las variaciones en la pintura que ha sido mezclada inadecuadamente, provoca la delaminación o desprendimiento de pintura que es producto de la pérdida de adhesión en el sustrato.

- La fábrica INDENICSA cuenta con un sistema de control de calidad interno, que permite mantener una buena observación en las especificaciones, mediciones y órdenes de trabajo que se tienen que cumplir de acuerdo a las peticiones del cliente y planos de trabajo.
  
- La empresa establece las normas de control de calidad requeridas para trabajar y estructurar los diferentes productos metálicos, para los cuales se realizan supervisiones paulatinas durante los diferentes procesos de armado, soldado y pintado.
  
- El área de pintura cuenta con un control de calidad internamente generalizado que permite observar las imperfecciones, para remediarlas al instante.
  
- Conforme a las normativas de estandarización ISO 12944-7:1998, AISC, ASTM, se propuso un método de gestión de control de calidad para el fortalecimiento del proceso de aplicación de pintura, lo que permitirá superar las debilidades encontradas en la presente investigación, generando así un producto terminado con mejor calidad resultando ahorro en los gastos de operación y por consiguiente mayores utilidades para la misma.

## XI.- RECOMENDACIONES

- Para un mejor desarrollo de proceso y exclusión de variaciones, sería adecuado la utilización de las normas mencionadas en el transcurso de la investigación y así lograr obtener competitividad en el mercado.
- Es recomendable utilizar métodos estandarizados por organizaciones internacionales para lograr mejor desempeño de control de calidad y realizar controles de preparado de pintura.
- Los encargados de supervisión deberían estar inmersos al momento de la elaboración de pintura para evitar pérdida de tiempo y recursos.
- Es necesario utilizar los materiales y recursos proporcionados por la empresa.
- Se recomienda capacitar a los operarios sobre temas relacionados a las normativas internacionales para un mejor desempeño.
- La adecuación de un sistema de transporte, generará a la empresa una mayor eficiencia, que erradicará los altos costos de fabricación para una satisfacción del cliente, al igual que dará una mejor presentación de los productos terminados.
- Es recomendable ubicar un local para el almacenamiento de las piezas que están siendo terminadas, el cual normativas de estandarización, tomando como referencia las normativas ISO 12944-7:1998, AISC, ASTM, será óptimo que cuente con una capa de protección a factores ambientales como sol en exceso, lluvia abundante, polvo generado por el entorno que deteriorará la pintura si la pieza tiene que permanecer un periodo largo de tiempo.

## XII.- BIBLIOGRAFÍA

Abarca, J. (2003). *Manual de pintura*. (4ta ed.). San José, Costa Rica: Editorama.

Abarca, J. (2003). *Manual para el mantenimiento industrial: pintura y revestimiento*. San José, Costa Rica: Editorama.

American Society for Testing and Materials. (2010). *Norma ASTM. A36, A529, A992*. E.E.U.U.

Universidad Politécnica de Valencia. (s.f.). *Guía metodológica para el desarrollo, mantenimiento e integración de aplicaciones del ASIC-a de la UPV*. Recuperado de [https://www.upv.es/entidades/ASIC/catalogo/metodologia\\_asic.pdf](https://www.upv.es/entidades/ASIC/catalogo/metodologia_asic.pdf)

Carbellido, V. (2006). *Que es calidad, conceptos gurú y modelos fundamentales*. México: Limusa.

Carbonel, J. (2011). *Pinturas y recubrimientos*. Madrid, España: Días Santos.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2003). *Metodología de la Investigación*. (4ta ed.). México: McGraw-Hill.

Ishikawa, K. (1985). *Que es el control total de la calidad*. Japón: Norma.

Atkins, P. y Jones, L. (2012). *Principios de Química*. (5ª ed.) Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.

Organización Internacional de Estandarización. (2008). *Norma UNE-EN ISO 12944-5:2008 Pinturas y barnices estructuras*. Francia.

*Proyecto básico: Corrosión de estructuras de acero.* (s.f). Recuperado de <file:///C:/Users/Violeta/Downloads/SS021a-ES-EU.pdf>

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2016). *Manual de Trabajos de Grado.* (5ta ed.) Caracas, Venezuela: FEDUPEL.

# ANEXOS

### ANEXO No. 1: Herramientas utilizadas para la recopilación de datos

Actividades	Semanas																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Visita a la empresa																					
Observación de los procesos																					
Proceso de pintura, observación																					
Control de calidad de pintura																					
Entrevista a operarios																					
Recolección de datos																					
Entrevista a supervisores																					
Procesamiento de la 1ra parte																					
Procesamiento de la 2da parte																					
Procesamiento de la información																					

## ANEXO No. 2: Entrevistas a Supervisores

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua  
Recinto Universitario Rubén Darío  
Facultad de ciencias e ingenierías  
Departamento de Tecnología  
Ingeniería industrial y de sistemas

### Objetivo:

En esta entrevista tiene como el objetivo de conocer los procedimientos y procesos de que se llevan a cabo en la empresa para la realización de los productos.

Le agradecemos por su atención y valioso tiempo prestado

1. ¿En qué área labora actualmente?
2. ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en la empresa?
3. ¿Existe un método de supervisión actual en su área de trabajo?
4. ¿Con que frecuencia supervisa a los trabajadores de su área?
5. ¿Se utilizan las normas estandarizadas para el desarrollo adecuado de los procesos de producción?
6. Cuáles son las normas estandarizadas que se utilizan en el desarrollo de producción.
7. ¿Cuáles son los errores más frecuentes que existen en el área que supervisa?
8. ¿Qué soluciones brinda ante las contingencias en el proceso de producción?
9. ¿Se utiliza la soldadura adecuada según el tipo de material?
10. ¿Cuáles son los tipos de soldadura que se utilizan para los diferentes materiales?

11. ¿Qué tipos de electrodos son utilizados en el proceso de soldadura?
12. ¿El área de pintura cuenta con un método de control de calidad actualmente?
13. ¿El área de pintura cuenta con un sistema de control a la hora de supervisar?
14. ¿Qué tipos de medidas toma a la hora de supervisar la pieza?
15. ¿Cuál es el margen de error que es permisible en las medidas de la pieza?
16. ¿Cada cuánto tiempo supervisa el área de pintura?
17. ¿Qué errores se encuentran en el área de pintura?
18. ¿Qué tipo de errores son más frecuentes?
19. ¿Qué tipo de herramienta utilizan el área de pintura?
20. ¿Qué tipo de pintura utilizan en la pieza?
21. ¿Cuáles son los tipos de herramientas que se utiliza al aplicar la pintura?
22. ¿Es favorable este tipo de herramienta que se utiliza?
23. ¿La empresa cuenta con un método específico de producción para las áreas de pintura y soldadura?

### **ANEXO No. 3: Entrevista a operadores de soldadura y pintura**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua  
Recinto Universitario Rubén Darío  
Facultad de ciencias e ingenierías Departamento de Tecnología  
Ingeniería industrial y de sistemas

#### **Objetivo:**

En esa entrevista tiene como el objetivo de conocer los procedimientos y procesos de que se llevan a cabo en la empresa para la realización de los productos:

Le agradecemos por su atención y valioso tiempo prestado:

- 1) ¿En qué área labora actualmente?
- 2) ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en la empresa?
- 3) ¿Cuánto tiempo tiene de laborar en esa área?
- 4) ¿La empresa le proporciona las herramientas necesarias para el óptimo desempeño de su trabajo?
- 5) ¿La empresa le proporciona los materiales adecuados para obtener el mejor resultado?
- 6) ¿La empresa cuenta con un método específico de producción de acuerdo al trabajo que desempeña?
- 7) ¿La empresa cuenta con las medidas de seguridad necesarias para desarrollar el trabajo en su área?
- 8) ¿La empresa le ha brindado a su área capacitaciones en el último año para desarrollar mejor su trabajo?
- 9) ¿Conocen las normas de calidad en su área de trabajo?
- 10) ¿Aplica estas normas de calidad en sus labores diarias?

## **ANEXO No. 4: Guía de Observación**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua  
Recinto Universitario Rubén Darío  
Facultad de ciencias e ingenierías Departamento de Tecnología  
Ingeniería industrial y de sistemas

### **Objetivo:**

En esta guía de observación tiene como objetivo analizar, conocer los métodos y procedimientos que son realizados en la empresa para la elaboración de los productos.

### **Criterios observados:**

- Proceso de soldadura en el cual toman especificaciones de pieza.
- Estrategias para unión de la pieza,
- Posiciones de soldador para unión de la pieza.
- Trabajadores con los conocimientos previos en soldadura.
- Clasificación de personal según sus conocimientos (soldador A, B y tres G).
- Forma de utilización de los materiales estandarizados de la empresa.
- Utilización de las normas establecidas para el cumplimiento de los Procesos productivos.
- Cumplimiento de los parámetros de tolerancia de la soldadura.
- Clasificación de errores permisibles con las tolerancias de la calidad.
- Herramientas con que contabiliza los errores de los procesos

## ANEXO No. 5: Ilustraciones

### 5.1.- Proceso de enderezado de piezas con acetileno



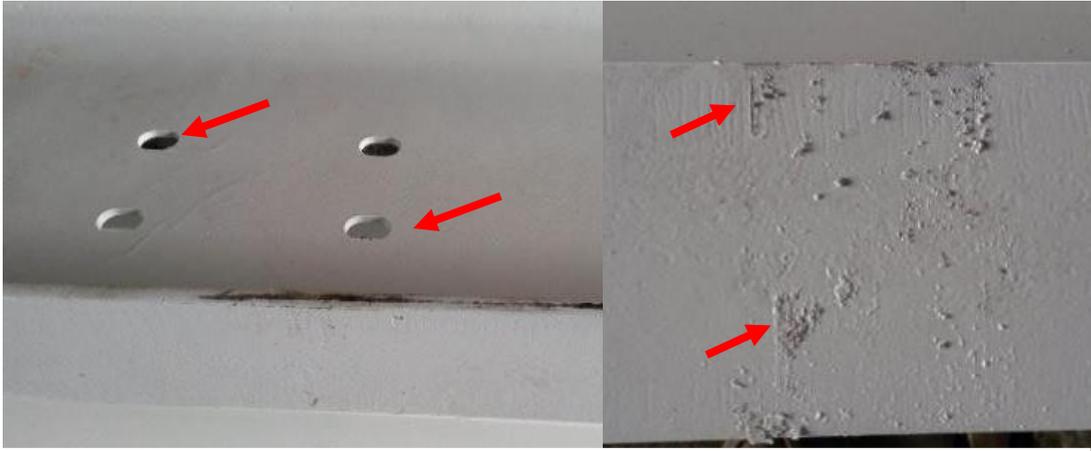
*Fuente: Propia*

### 5.2.- Proceso de aplicación de pintura



*Fuente: Propia*

### 5.3.- Piezas con defectos en la medida y el exceso de virutas de soldadura



Fuente: Propia

### 5.4.- Piezas esmeriladas preparadas para aplicación de pintura



Fuente: Propia

### 5.5.- Piezas con soldadura deficiente



*Fuente: Propia*



*Fuente: Propia*

## 5.6.- Estructura con corrosión



*Fuente: Propia*