



**MAESTRÍA EN DIRECCION DE OPERACIONES Y SEGURIDAD
INDUSTRIAL**

**“MEJORA DEL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA DE UNA
EMPRESA DE FABRICACIÓN DE TABLEROS METÁLICOS TOMANDO EN
CUENTA LA SEGURIDAD DEL EMPLEADO LA EFICIENCIA DEL PROCESO
Y EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE”**

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el
título de Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial

Profesor guía
Bayron Ruiz Pasquel, M.A.
Ingeniero

Autor
Richardson Alfredo Polanco Carrillo

Año
2013

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Ing. Bayron Ruiz Pasquel, M.A.

C.I.: 1708860810

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Richardson Alfredo Polanco Carrillo

C.I.: 1714202882

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los excelentes profesionales que en el transcurso de esta retadora Maestría supieron transmitir sus conocimientos teóricos y su invaluable experiencia en el campo de acción

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Hijos Doménica y Martín que son la razón de esta inmensa necesidad de ser mejor cada día y a mi Esposa Elizabeth que me acompaña en este camino con paciencia y amor.

“Hay en el mundo un lenguaje que todos comprenden: es el lenguaje del entusiasmo, de las cosas hechas con amor y con voluntad, en busca de aquello que se desea o en lo que se cree.” **P. Coelho**

RESUMEN

El Ecuador actualmente ha ingresado en la línea de normalización en temas de calidad de procesos y productos, seguridad ocupacional y protección del medio ambiente, estos temas principalmente han sido declarados en la constitución política ecuatoriana y a su vez se han creado decretos, ordenanzas y normas que permiten el establecimiento de controles en empresas productoras y de servicios en el país.

Es así que luego de plantear estas normativas en el presente trabajo, se determina el grado de cumplimiento del producto que la organización entrega y del proceso productivo de pintura electrostática a través de las tres perspectivas calidad, seguridad ocupacional y cuidado del medio ambiente.

En este trabajo se utiliza metodologías como el análisis de valor agregado de los procesos y Seis Sigma para el control de la variabilidad del producto, por tanto en la perspectiva de calidad a través del uso de él método DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar) y de herramientas como Pareto, Ishikawa, Capacidad de procesos se logró definir los efectos no deseados. En la fase analizar se determinaron las causas raíz de estos efectos. En la fase de mejora se obtuvieron ideas innovadoras para su reducción o eliminación, y en la fase de control se estableció nuevas y mejoradas especificaciones para la implementación en el proceso.

En la perspectiva de Seguridad se usa procedimientos recomendados para identificar los factores de riesgos existentes en el proceso, evaluar y estimar su impacto a través del uso de un sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes. Se realizan las mediciones y se ratifica el nivel de intervención que debe aplicarse como; (I), situación crítica. (II), corrección y adopción de medidas de control. (III), Mejorar si es posible. (IV), No intervenir. Con esta información se establece la gestión del riesgo a través de la corrección en la

fuente, el medio y por último en el receptor se generan planes de acción para eliminar o reducir el riesgo.

En la perspectiva de Medio Ambiente se utiliza el método de Producción más Limpia el cual permite establecer los aspectos e impactos del proceso de pintura electrostática, estos impactos son evaluados y se determina su grado de relevancia al tomar en cuenta su severidad y probabilidad de ocurrencia con esta información se establece la prioridad del impacto y se selecciona para el estudio el más crítico a ser eliminado o reducido.

Se plantean proyectos de mejora que toman en consideración un análisis financiero que permite proyectar a futuro inversiones que ayuden con la reducción del consumo de materia prima, reutilización de materia prima y el reciclaje o disposición final de los desechos.

ABSTRACT

The Ecuador currently has entered the line in terms of quality standards for products and processes, occupational safety and environmental protection, these themes have been found mainly in the Ecuadorian constitution and in turn have created decrees, ordinances and rules allow the establishment of controls in producing and service companies in the country.

Thus, after raising these standards in the present work, we determined the extent to which the organization of product delivery and production process of electrostatic painting through three perspectives quality, occupational safety and environmental care.

This paper uses methodologies such as value-added analysis of Six Sigma processes and control product variability, thus the quality perspective through the use of the method DMAIC (define, measure, analyze, improve, control) and tools such as Pareto, Ishikawa, process capability is able to define the unwanted effects. In phase were determined to analyze the root causes of these effects. In the improvement phase were obtained innovative ideas to reduce or eliminate it, and in the control phase established new and improved specifications for implementation in the process.

In the Security Recommended used to identify risk factors existing in the process, evaluate and assess their impact through the use of a simplified system of accident risk assessment procedures. Measurements are performed and the level of intervention to be applied as ratified, (I), critical situation. (II), correction and control measures. (III) Improve if possible. (IV), not intervene. With this information provides risk management through the rectification at source, middle and finally the receiver generates action plans to eliminate or reduce the risk.

In the perspective of using the Environment Cleaner Production method which allows for the aspects and impacts of electrostatic painting process, these impacts are evaluated and determine their relevance to take into account the severity and probability of occurrence with this establishes the priority information of the impact and is selected for the study to be the most critical eliminated or reduced.

Improvement projects are proposed that take into account a financial analysis to project future investments that help to reduce the consumption of raw materials, raw material reuse and recycling or disposal of waste.

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1 COMPRESION DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL PROCESO A SER ANALIZADO.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Descripción de la empresa de estudio	3
1.3 Descripción del proceso a ser analizado	9
1.4 Antecedentes	11
1.5 Identificación del problema	13
1.6 Justificación del estudio	14
1.6.1 Justificación Metodológica	14
1.6.2 Justificación Práctica	15
1.7 Objetivos	15
1.7.1 Objetivo General.....	15
1.7.2 Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO II	17
2 MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	17
2.1 Marco teórico	17
2.1.1 Sobre Calidad de los Productos	18
2.1.2 Sobre Seguridad y Salud Ocupacional	28
2.1.3 Sobre Medio Ambiente, Eco eficiencia y Producción Limpia	44
2.2 Marco Metodológico.....	48
CAPÍTULO III	54
3 PERSPECTIVA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE ESTUDIO	54
3.1 Área de Calidad	54

3.1.1	Desagregación y determinación del flujo del proceso de pintura electrostática.....	54
3.1.2	Caracterización del proceso de pintura electrostática	55
3.1.3	Análisis de valor agregado del proceso de pintura electrostática.....	56
3.1.4	Mejoramiento del índice de valor agregado en el proceso de pintura electrostática	59
3.2	Determinar los criterios de calidad del producto	69
3.2.1	Medición del estado actual de las características del producto.....	72
3.2.2	Analizar los factores que ocasionan esta variabilidad.	74
3.2.3	Mejoramiento del producto a través de la aplicación de las acciones propuestas	77
3.2.4	Control de cambios y estandarización	79
CAPÍTULO IV		81
4 PERSPECTIVA DE MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD PARA EL TRABAJADOR EN EL PROCESO DE ESTUDIO.....		81
4.1	Área de Seguridad	81
4.1.1	Determinación de riesgos en el proceso de pintura electrostática.....	81
4.1.2	Valoración de Riesgos encontrados (Situación crítica - Corrección urgente ó Corregir y adoptar medidas de control).....	93
4.1.3	Medición del riesgo de polvo de pintura.....	96
4.1.4	Medición del riesgo de posición forzada	97
4.1.5	Análisis de causas	104
4.1.6	Mejora del estado actual.....	106
4.1.7	Control de cambios y estandarización	109

CAPÍTULO V	110
5 PERSPECTIVA DE PROTECCIÓN Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE DEL PROCESO DE ESTUDIO.....	110
5.1 Área de Medio Ambiente, Eco-eficiencia y Producción Limpia.....	110
5.1.1 Identificación de aspectos e impactos ambientales del proceso de pintura electrostática	110
5.1.2 Evaluación de impactos ambientales.....	113
5.1.3 Análisis de causas de la generación de Desechos S- L-G.....	116
5.1.4 Prevención y/o minimización de la generación de Desechos S-L-G	118
5.1.5 Estudio de viabilidad técnica, económica y financiera en la implementación de un proyecto P+L.....	118
5.1.6 Disposición final de desechos.....	123
CAPÍTULO VI	124
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	124
6.1 Conclusiones.....	124
6.1.1 Conclusiones de la perspectiva de Calidad	124
6.1.2 Conclusiones de la perspectiva de Seguridad	126
6.1.3 Conclusiones de la perspectiva de Medio Ambiente	126
6.2 Recomendaciones	127
7 REFERENCIAS	129
8 ANEXOS.....	132

CAPÍTULO I

1 COMPRESION DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL PROCESO A SER ANALIZADO.

1.1 Introducción

En la actualidad la tecnología de pintura para productos metálicos ha mejorado notablemente, hoy es más común observar productos que sirven de referente en calidad y apariencia como es el caso de los electrodomésticos y los automóviles. Los productos fabricados en metal en su mayoría necesitan procesos, métodos y materiales que permitan la protección de la oxidación.

El proceso que se analiza en el presente trabajo, es el de pintura electrostática de una empresa de fabricación de tableros a través de la investigación de los elementos y componentes inmersos en el desarrollo del mismo.

Los procesos de pintura electrostática en polvo (EM PÒ), se han convertido en un método muy difundido y utilizado en el recubrimiento de productos metálicos con pintura, estos procesos están constituidos por varias fases que de no ser tomadas en cuenta podrían ir en contra de normativas vigentes. En el Capítulo II se identifican las normas, reglamentos, decretos y ordenanzas inmersas en el estudio y que se podrían incumplir en el proceso de pintura electrostática.

Entre ellas se pueden mencionar la Norma Técnica Ecuatoriana INEN NTE2568:2010 que trata sobre los requisitos de calidad para la fabricación de tablero, gabinetes etc. Otra como la decretada en el año 2007 por el Distrito Metropolitano a través de la ordenanza N°213 sobre la Prevención y Control del Medio Ambiente. O como lo menciona la Constitución en el artículo 326 toda persona tiene derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y seguro.

Si los aspectos de calidad del producto ofrecido por la empresa en lo que respecta a la pintura, varían constantemente, podría generar insatisfacción en los clientes y pérdidas en la confianza del producto, este tema se lo tratará en el Capítulo III el mismo que tendrá como objetivo el Mejoramiento de la Calidad del producto en el Proceso de estudio, a través de un análisis profundo del mismo.

En el aspecto de calidad se desagrega el proceso para conseguir determinar su índice de valor agregado, se analiza cada una de las actividades para encontrar las oportunidades de mejora enfocado en la reducción de las actividades que no agreguen valor, por último se establece un estudio de los factores de control del proceso en búsqueda de su mejor combinación para lograr la reducción de la variabilidad existente en las características, como el espesor de capa y el uso de pintura por metro cuadrado pintado.

En el aspecto de la Seguridad del operador tratado en el Capítulo IV se determinan los riesgos a los que están expuestos los operadores en el proceso de pintura electrostática, se realizan las mediciones respectivas de los riesgos de nivel de intervención I y II encontrados y se proponen las acciones necesarias para su eliminación o reducción, con el objeto de buscar las mejores condiciones de trabajo para los operadores y en consecuencia la mayor productividad.

En lo que se refiere al aspecto ambiental, si los desechos que se generan en cada fase del proceso de pintura no son controlados adecuadamente, pueden causar impactos ambientales no permitidos por la legislación actual, con posibles sanciones económicas. Este punto se analiza en el Capítulo V, que trata del cuidado del Medio Ambiente a través de la reducción de los desechos que actualmente genera el proceso de pintura electrostática y su correcta disposición final.

El presente trabajo busca determinar las mejores prácticas y métodos que permitan equilibrar los aspectos de calidad, seguridad del operador y protección del medio ambiente, del proceso de pintura electrostática de una empresa de producción metalmecánica; y a través del cumplimiento de las normativas existentes actualmente en el Ecuador como también en el Distrito Metropolitano el proceso no pierda su eficiencia y la calidad del producto.

1.2 Descripción de la empresa de estudio

Con 35 años de trayectoria en el mercado ecuatoriano la empresa proviene de un emprendimiento familiar de talento ecuatoriano.

Fue establecida inicialmente como una empresa comercial de importación y venta de productos eléctricos. A partir del décimo año de funcionamiento, la Alta Dirección observa la creciente demanda de productos metálicos como por ejemplo: Racks, tableros y gabinetes que permitan proteger y soportar los equipos que se importaban, tomando la decisión de montar la planta de producción metalmecánica que en la actualidad cuenta con maquinaria de punta CNC (control numérico computarizado), y equipos semiautomáticos de pintura en polvo.

Con el transcurso de los años, la marca del producto fabricado por la empresa ha ganado prestigio por su calidad y versatilidad.

El proceso de pintura electrostática se desarrolla en una empresa de producción metalmecánica considerada como de alto riesgo por los procesos inmersos en su dinámica y por la cantidad de personal operativo y administrativo que labora en la actualidad, que bordea los 100 empleados.

La cultura organizacional ha sido analizada tomando en cuenta varios criterios como el enfoque en el cliente la estabilidad del personal en los procesos tanto de apoyo, claves, y administrativos, el trabajo en equipo y colaborativo. La

capacitación dirigida es decir adecuados planes de capacitación y planes de carrera. El personal comprometido con el que cuenta en cada uno de sus procesos, la práctica de valores institucionales desde la alta dirección hasta los operadores de procesos de apoyo; todos estos criterios se ha evaluado como bueno y regular y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1. Características de la cultura organizacional

	Muy buena	buena	Regular	observaciones
Enfocados en el cliente	X			Se ha establecido un proceso de diseño y desarrollo que permite recoger y entender las necesidades de los clientes, constantemente se realizan productos según su necesidad, distintos a los productos estandar
Estabilidad personal		X		La organización demuestra el compromiso para con su personal a través del cumplimiento a tiempo de todas las obligaciones legales, así como busca mejorar sus ingresos bonificando el cumplimiento de metas
Trabajo en equipo y colaborativo		X		Se ha logrado establecer en el personal el trabajo en equipo a través de la rotación por todas las áreas productivas sin embargo es una costumbre que se deberá cimentar
Capacitación dirigida			X	Esta es una de las oportunidades de mejora en la organización debido a que el área de Gestión del Talento Humano se está preparando cada vez más en el establecimiento de las competencias necesarias para el mejor desempeño en cada uno de los puestos
Gente comprometida		X		La organización a través de garantizar la estabilidad del personal, el cuidado de su seguridad y salud ocupacional busca fidelizar al personal y comprometerlo con el cumplimiento de objetivos y metas de la empresa
Practica de valores institucionales		X		Se han establecido valores que se alinean a sus metas y objetivos y que todo el personal comprende que no pueden ser dejados de lado.
Facilidad para la innovación		X		La alta Gerencia tiene la visión de innovar y mejorar continuamente los procesos de tal manera que han invertido en nueva tecnología y mejoras de áreas productivas y administrativas.

Adicionalmente se puede decir que la cultura de liderazgo está centrada en el Gerente General el cual tiene muchos años de experiencia y es el dueño fundador de la organización, su estilo es un liderazgo directivo, en ocasiones no solicita la opinión de sus subordinados; suele dar instrucciones detalladas de cómo, cuándo y dónde deben llevar a cabo una tarea para luego examinar muy de cerca su ejecución.

La cultura Jerarquía: la jerarquía dentro de la organización se ha establecido en forma piramidal tratando de eliminar el exceso de niveles jerárquicos en busca de una participación efectiva de sus miembros.

La cultura de procedimientos está establecida en todos los procesos de la organización. Existen procesos mucho más desarrollados y optimizados que buscan generar mayor valor agregado. La empresa consiguió la certificación ISO 9001-2008 de sus procesos para la fabricación de los productos metalmecánicos en el año 2010.

En lo que respecta a la cultura de innovación la organización está en busca de la mejora continua de sus productos y tiene establecido un proceso de diseño y desarrollo que permite continuamente innovar los productos en función de los requerimientos de los clientes, de igual manera se han establecido proyectos de cambio y mejora de tecnología en busca de incrementar los volúmenes de producción con mejor calidad y menor costo.

Dentro de su ideología empresarial mantiene claramente definida su visión y su misión la misma que se muestra a continuación.

VISIÓN

"Lograr hasta el año 2014 un liderazgo en el mercado nacional en todas nuestras líneas de productos de comercialización y fabricación, exportar nuestros excedentes de productos metalmecánicos fabricados bajo normas nacionales e internacionales de calidad y funcionalidad sin perder de vista el compromiso con nuestros accionistas y empleados con responsabilidad social y medioambiental." (SGC INSELEC, 2010, pp. 2)

MISIÓN

"Importación de productos eléctricos, electrónicos y accesorios. Fabricación de productos metalmecánicos como Racks, tableros, gabinetes y accesorios. Comercialización de los productos antes mencionados, para aplicaciones eléctricas, electrónicas en industrias, construcciones y cableado estructurado con tecnología de punta, estándares de calidad y personal capacitado" (SGC INSELEC, 2010, pp. 3)

La organización mantiene una estrategia que se enfoca en la fabricación de productos estándar los cuales se producen en grandes volúmenes para lograr reducir los costos finales del producto y mejorar los precios de venta de los mismos. Pero a lo largo del tiempo han mantenido procesos de innovación del producto en busca de la satisfacción de los requerimientos del cliente. En ciertos casos esto ha llevado inevitablemente a generar productos enfocados en un nicho específico denominado productos especiales bajo medida

La empresa tiene como principales productos: tableros, gabinetes, Racks, accesorios y productos especiales.



Figura 1: Producto Rack
Tomado de Catálogo Beaucoup (2012)



Figura 2: Producto Tablero
Tomado de Catálogo Beaucoup (2012)

La presente investigación se centra en la línea de tableros debido a su alta producción y demanda.

Entre los principales procesos de la organización se pueden mencionar: maquinado, suelda, pulido, pintura, ensamble, ventas, despacho, servicio al cliente. Procesos de Apoyo: Gestión del talento humano, compras, mantenimiento; Procesos Estratégicos: Revisiones gerenciales, Gestión de calidad, auditoría y mejora continua.

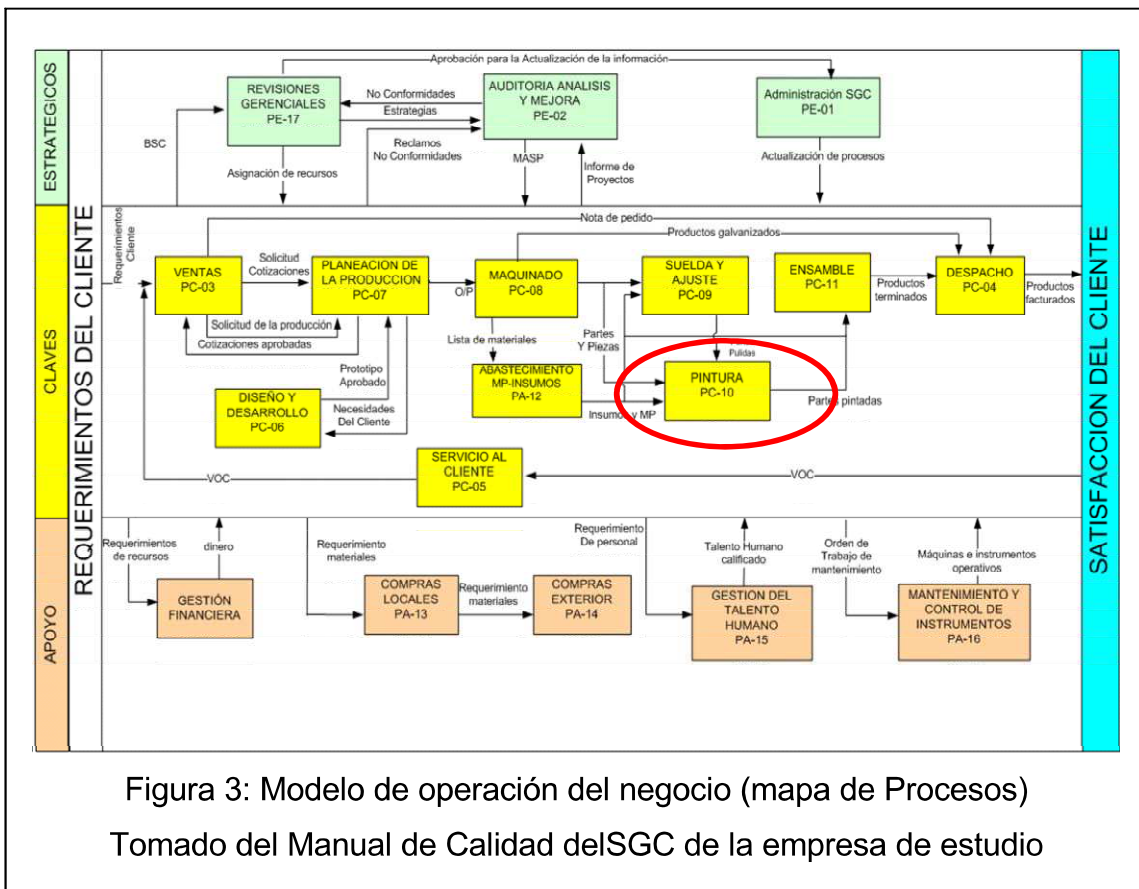


Figura 3: Modelo de operación del negocio (mapa de Procesos)
Tomado del Manual de Calidad delSGC de la empresa de estudio

1.3 Descripción del proceso a ser analizado

Existen varios sistemas de recubrimiento del metal, como por ejemplo: pintura líquida, pintura electrostática en polvo, lámina galvanizada, galvanizado en frío, galvanizado en caliente, etc. El sistema que se analiza es el de pintura electrostática en polvo, que es un proceso clave en la fabricación de productos

metalmecánicos en la empresa. Se constituye de varias fases que se mencionan a continuación:

- ✓ Fase de pre-tratamiento, donde el material base o pieza a ser pintada recibe un lavado por aspersion con productos químicos que la desengrasan, desoxidan y fosfatizan. El producto químico utilizado es un compuesto de fosfato y selladores cuyo propósito es facilitar la adherencia de la pintura. La calidad final del proceso y los resultados que se obtengan dependen de que tan bien se realizó esta fase.
- ✓ Fase de enjuagues, lugar donde se retira de la pieza a pintar, el exceso de producto químico por medio de un lavado rápido de agua por aspersion a una presión de 30 PSI proporcionada por una bomba centrifuga de 5 HP.
- ✓ Fase de secado, es el punto del proceso donde se calienta y seca el producto a pintar, a una temperatura de aproximadamente 100°C el calentamiento de este horno es a través de un quemador que usa GLP (gas licuado de petróleo) el cual es accionado por un sistema electromecánico, una vez que detecta que la temperatura ha descendido o al inicio de las labores.
- ✓ Fase de Pintura, punto del proceso donde se deposita pintura en polvo cargada electrostáticamente en el metal o sustrato. Aproximadamente se carga el polvo con voltajes desde 60 a 90 mil voltios a través del uso de equipos de pintar cuya función es transferir al polvo una carga positiva, el material base que es un metal es conectado a tierra dándole así una carga negativa esto logra que el proceso actúe como un imán generando campos magnéticos que atraen la pintura hacía el metal.
- ✓ Fase de polimerizado y curado, punto del proceso donde la pintura en polvo se funde y adhiere al producto, adquiriendo características físico-

mecánicas adecuadas para el uso. El horno se mantiene a una temperatura de 200°C el calentamiento de este horno es a través de un quemador que usa GLP y debe mantener niveles adecuados y controlados de variación de temperatura por lo que se cuentan con instrumentos de medición en cada sección del horno.

Estas secciones son denominadas como de infrarrojos y convección. Los infrarrojos tienen como principio emitir mayor radiación a la pieza para su polimerización que no es más que una reacción química de la pintura a elevadas temperaturas para conseguir un polímero.

La sección de convección es donde se hace rotar al aire caliente para conseguir el curado de la pintura es decir la transferencia del calor entre la pintura y el metal.

1.4 Antecedentes

La empresa en los últimos años ha ingresado en un proceso de normalización y cumplimiento de políticas internas y externas; las exigencias medio ambientales, seguridad ocupacional y calidad del producto, junto al compromiso de la organización por la mejora constante hizo que se analizara cuál de los procesos era el más crítico en materia de seguridad, contaminación y defectos de calidad y sin ninguna duda el proceso de pintura es el que más problemas mostraba, se construyó una planta de tratamiento de agua residual, se contactó con los gestores calificados para la disposición de los desechos, se certificó un sistema de gestión de calidad pero pese a esos esfuerzos físicos, técnicos y económicos persisten los problemas y no se han reducido como se esperaba.

La calidad del producto ha venido experimentando variaciones considerables, tanto en aspectos cualitativos como cuantitativos. Es importante que el producto mantenga una distribución y espesor aceptable de la capa de pintura;

el promedio actual es de 90 micras y está en el límite de control superior (la norma interna requiere que el espesor promedio sea de 80 micras), lo que indica que el proceso está fuera de control.

Actualmente el proceso es semiautomático con transportador, operado por cinco personas, cuatro de las cuales ingresan alternadamente a la cámara de pintura. El proceso genera una nube de pintura a la que están expuestos los pintores, generando un alto índice de problemas respiratorios por inhalaciones, pese a que se cuentan con equipo de protección personal.

En la cámara de pintura el trabajo se realiza en jornadas de cuatro horas por grupo de dos personas, los operadores permanecen de pie en el mismo sitio durante ese tiempo. Ellos cuentan con un traje que los protege de la caída de pintura en polvo, además de respiradores con filtros.

La temperatura de la cámara por estar aledaña a los hornos tanto de secado, infrarrojos e inducción bordea los 30° centígrados.

La quinta persona es la encargada de colgar y descolgar las partes y piezas sobre la cadena transportadora, las partes en ocasiones suelen sobrepasar los 35 kg. Además este operador está expuesto por la cercanía de su ubicación a un constante flujo de vapores que emanan de la fase de desengrase y fosfatizado.

En la cámara de pintura, el polvo que no se deposita en el material base, se precipita hacia el suelo de la cámara o hacia los propios operadores, el remanente que cae al piso de la cámara es succionado por un sistema de recuperación de pintura que la separa, filtra y reutiliza. El porcentaje de reutilización no supera el 40% en la actualidad, el resto de pintura se constituye en desperdicio y representa el 11% del total de pintura consumida para la producción.

El químico que ha perdido su función básica y los enjuagues utilizados tienen que ser tratados antes de su eliminación a la alcantarilla para lo cual se cuenta con una planta de tratamiento de agua que genera lodos y que son entregados a un gestor calificado, estos lodos y el consumo de agua para el enjuague cada vez es mayor sin ser necesariamente por el hecho de aumentar la producción, esto es un claro indicio de un proceso fuera de control.

1.5 Identificación del problema

El problema se centra en la poca eficiencia del proceso de pintura en polvo. Normalmente el fabricante establece que la pintura en polvo debe tener una eficiencia de 8 a 10 kg/m² en la actualidad la eficiencia está por el orden de 5 a 6 kg/m² esto sin duda es el reflejo de la pérdida de control en el proceso por la elevada capa de pintura que actualmente se deposita en el metal base y que es aproximadamente de 90 micras promedio, adicionalmente el índice de desperdicio se ha mantenido en el último año en el 11% un valor alto si se toma en cuenta que la pintura es la segunda materia prima más utilizada después del acero en la planta industrial, este desperdicio de pintura es el resultado de un defectuoso proceso de recuperación del residuo de pintura que no se adhirió al metal base y que tiene como causales varios factores de control que son analizados más adelante.

El tiempo que se pierde al realizar actividades que no agregan valor afecta notablemente con la disponibilidad de la máquina y del proceso evitando en muchos casos que se cumplan con los tiempos de entrega establecidos y por lo tanto la constante molestia del cliente por falta de stock.

En lo que respecta a la seguridad de los operadores los riesgos a los que están expuestas las personas que trabajan en este proceso puede causar serias enfermedades profesionales que además de inhabilitar al operador causaría grandes pérdidas económicas para la organización por la responsabilidad patronal a la que se vería sujeta.

1.6 Justificación del estudio

1.6.1 Justificación Metodológica

La investigación que se realiza en este proyecto busca, además de solucionar la problemática planteada, establecer un mecanismo metodológico para el análisis y la mejora de procesos de pintura electrostática similares.

El análisis de las tres perspectivas: calidad, seguridad de trabajador y cuidado del medio ambiente, deberá ser recurrente en todos los proyectos de mejora de procesos productivos para lo cual se sugiere tomar en cuenta los pasos que en este trabajo se determinan.

El enfoque de procesos y análisis de actividades permite establecer cuáles de ellas no agregan valor para el cliente, se evidencia las actividades que deben ser reforzadas en tiempo y las que deben ser eliminadas, esto permite mejorar el proceso de una manera sistemática.

El enfoque de Seis Sigma, a través del uso de la metodología DMAMC (definir, medir, analizar, mejorar, controlar) permite la búsqueda de la reducción de la variabilidad de ciertas características del producto, esto permite mejorar la calidad del tablero metálico, pudiendo ser aplicada en el resto de productos de la organización.

En el enfoque de la SSO (seguridad y salud ocupacional) se utiliza la metodología DMAMC pero adaptando las herramientas propias del SSO.

El enfoque de producción más limpia permite optimizar el proceso productivo a través del mejor aprovechamiento de la materia prima y la reducción de desperdicios, lo que aporta positivamente a la disminución de la contaminación ambiental.

1.6.2 Justificación Práctica

La investigación propone estrategias que, al ser aplicadas, resuelven el problema de baja eficiencia y calidad del producto; adicionalmente reducen los riesgos a los que está expuesto el trabajador y garantizan la disminución de desechos del proceso.

Estas estrategias ayudan sin duda a la mejora del proceso productivo en estudio.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General

Desarrollar un proceso de pintura electrostática en polvo más efectivo, seguro y limpio a través del uso de herramientas combinadas de seguridad, calidad y producción más limpia.

1.7.2 Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar el proceso de Pintura electrostática, desagregarlo y determinar las actividades y los porcentajes de valor agregado que cada una aporta al proceso.
- ✓ Determinar la más óptima combinación de factores de control, que permitan establecer especificaciones técnicas para el producto y el proceso, en función de la tecnología con la que actualmente se desarrolla la actividad.
- ✓ Determinar, analizar y recomendar acciones que permitan reducir los riesgos a los que están expuestos los operadores del proceso de pintura

electrostática y que puedan ocasionar accidentes o enfermedades profesionales.

- ✓ Determinar, analizar y recomendar acciones que permitan reducir los posibles impactos ambientales relacionados con el desarrollo de la actividad del proceso de pintura electrostática.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

2.1 Marco teórico

El proyecto demanda conocer varios conceptos claves en la perspectiva de Calidad, Seguridad del operador y cuidado del Medio ambiente.

La historia de la calidad será relevante para comprender en qué punto se encuentra la organización a través del análisis del proceso de pintura electrostática, posteriormente es necesario comprender los principios de calidad que la norma ISO-9000 plantea ya que se considera que si una organización pretende crecer y tener éxito es inevitable su implementación.

Inevitablemente al estudiar el proceso productivo de pintura electrostática se requiere desagregarlo y evaluar cuanto valor aporta cada una de sus actividades, para lo cual será necesario revisar la teoría del análisis de Valor Agregado.

Posteriormente se revisa la teoría existente sobre la variabilidad de los procesos y productos a través de un breve análisis de la metodología de Seis Sigma.

Esta variabilidad debe ser controlada y para ello se cita el método DMAMC y varias de sus herramientas, por último en cuestión de calidad se revisan brevemente la norma ecuatoriana actual para la fabricación de tableros.

En la perspectiva de Seguridad se refiere las teorías de identificación de riesgos, medición de los mismos y las actuales disposiciones legales nacionales.

En la perspectiva de Cuidado del Medio Ambiente se citan las teorías de identificación de desechos, medición de los mismos y las actuales disposiciones legales nacionales y del Distrito Metropolitano de Quito.

2.1.1 Sobre Calidad de los Productos

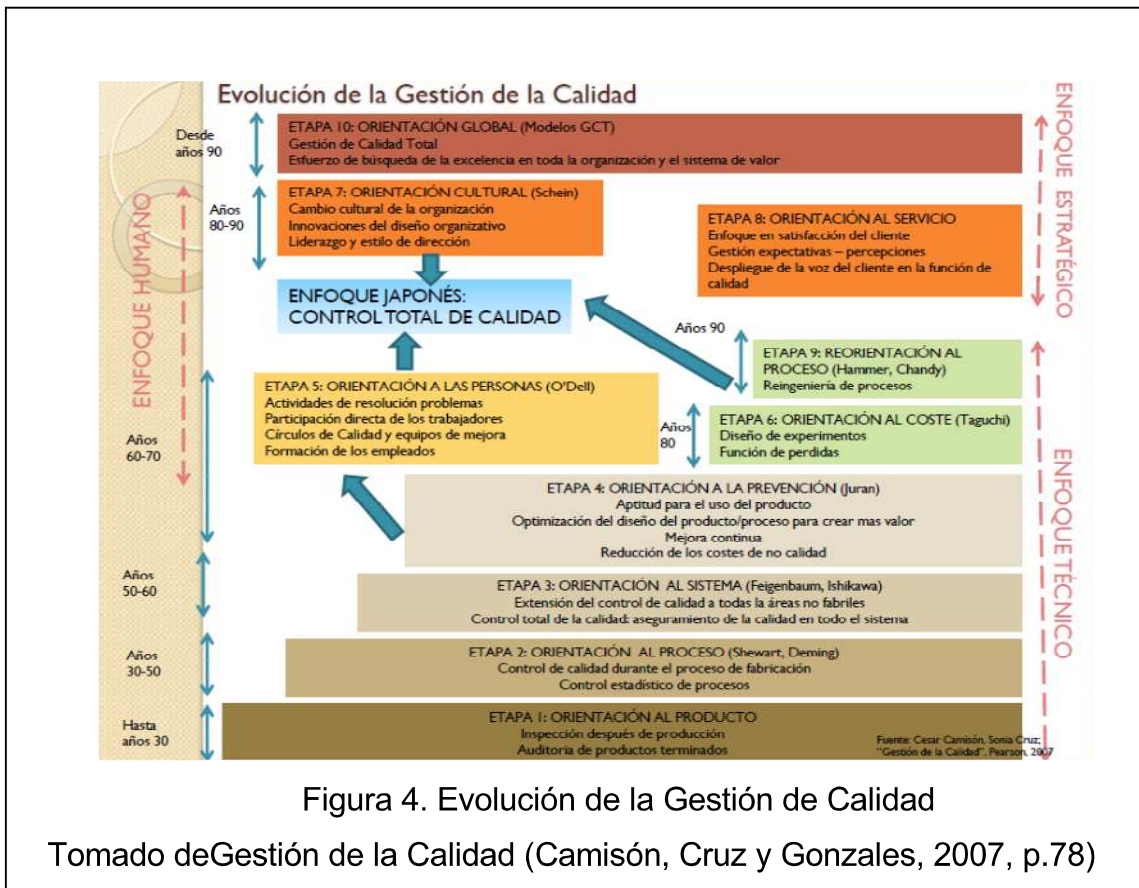
2.1.1.1 Historia

En calidad de producto y procesos existe en la actualidad mucha información que parte desde varios siglos atrás una de las leyes más antiguas que se menciona en El Código de Hammurabi (1752 a. C.), declaraba: “Si un albañil construye una casa para un hombre, y su trabajo no es fuerte y la casa se derrumba matando a su dueño, el albañil será condenado a muerte”.

La Gestión de Calidad como lo menciona (Camisón, Cruz y Gonzales, 2007, p.78) “la evolución no muestra una gestión cronológica lineal, sino que, por el contrario las generaciones se superponen en el tiempo”

Los autores agrupan las generaciones de la Gestión en tres enfoques; técnico, humano, estratégico. Pero son prolijos en mencionar que en el enfoque técnico la orientación al producto y proceso no deberían considerarse como Gestión de Calidad ya que se centran en resolución de problemas mediante la inspección y el control estadístico de la calidad y una escasa participación de la dirección (Camisón et al., 2007). Pero se debe recalcar que las etapas en las cuales se inician los análisis de la voz del cliente y su satisfacción y que se enfocan en la participación del personal en toda la organización para lograr dicha satisfacción implica el inicio de la Gestión de la Calidad.

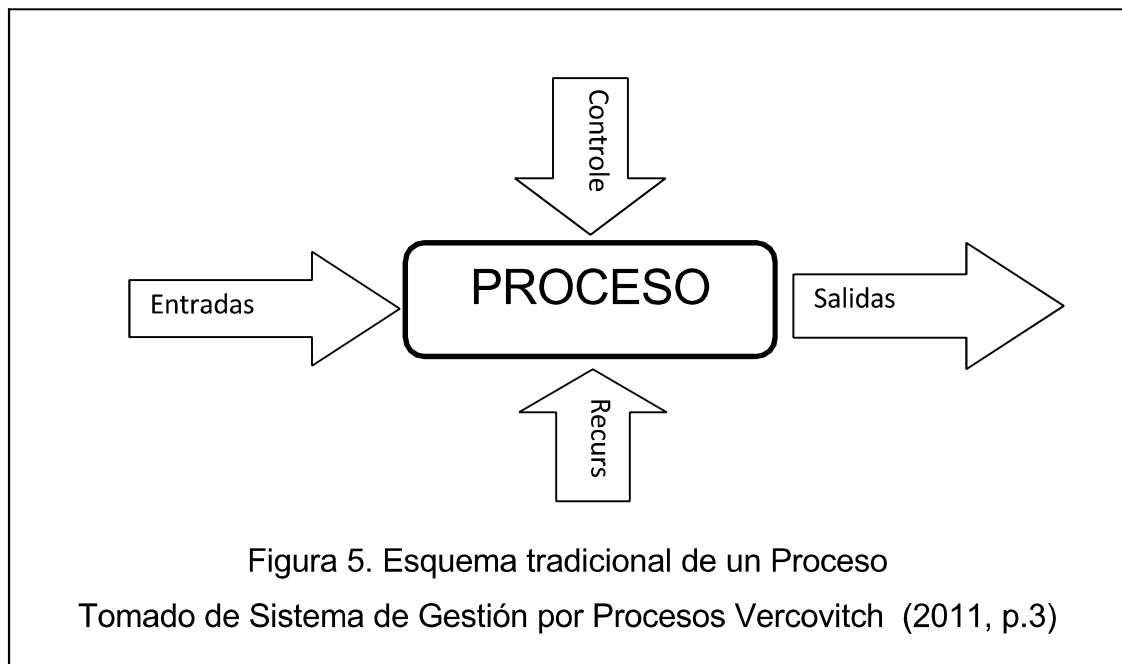
En la figura 4, Vercovitch (2011, p.3) cita a (Camisón et al., 2007). Se puede observar la evolución de la calidad y que a decir de los autores toda empresa que está comprometida con la búsqueda de la mejora de la calidad deberá seguir las etapas allí descritas.



2.1.1.2 La Gestión por Procesos

Según la norma (ISO 9000, 2005) es un principio de calidad que permite un alineamiento de los procesos en búsqueda de un objetivo general es por lo tanto fundamental su existencia en un proceso de mejoramiento.

Pero, ¿Qué es un proceso? La norma (ISO 9000, 2005, p.7) menciona que un proceso es el "Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados".



Estas actividades generan la división del trabajo de la cual se desprenden actividades y tareas que en ciertos casos no necesariamente agregan valor, es decir el cliente no estaría dispuesto a pagar por excesos en transporte, movimientos, reprocesos, almacenajes injustificados, inspecciones, etc.

Adicionalmente a ello, el producto debe demostrar que cumple con los requerimientos del cliente tanto en funcionalidad como en apariencia y que de allí se desprenden los estándares y especificaciones en búsqueda de la satisfacción, otros factores relacionados con la calidad son:

Cantidad justa y requerida de producto que hay que fabricar y que se ofrece.

- Rapidez de distribución de productos o de atención al cliente.
- Precio exacto (según la oferta y la demanda del producto).

Anteriormente se citó uno de los principios de calidad de la norma (ISO 9000, 2005) pero es necesario para lograr el éxito sostenido de una Organización conocer los restantes.

La norma (ISO 9004, 2009) menciona que para lograr el éxito sostenido, la alta dirección debería adoptar un enfoque de gestión de la calidad, el sistema de gestión de la calidad de la organización debería basarse en los principios de calidad los cuales son la base de un sistema de gestión de calidad eficaz y se describen a continuación:

Enfoque en el cliente: toda organización depende de sus clientes y es necesario que la alta dirección se esfuerce por comprender sus necesidades y requerimientos en la actualidad y en el futuro en búsqueda de su satisfacción.

Liderazgo: Los líderes establecen los objetivos y direccionan los propósitos de los miembros del equipo por lo tanto deben crear y mantener un ambiente interno saludable donde las personas se involucren y comprometan a cumplir los objetivos planificados.

Participación de las Personas: las personas en una organización son el recurso más importante en ellos se encuentra todo el conocimiento del negocio y con ellos se logran los objetivos es por lo tanto importante su compromiso y participación constante.

Enfoque basado en Procesos: los resultados que la organización espera se los puede alcanzar más eficientemente cuando las actividades y los recursos relacionados se gestionan como un proceso.

Enfoque de Sistema para la Gestión: la norma (ISO 9004, 2005, p.43) cita "Identificar, entender y gestionar procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos".

Mejora continua: todo proceso o producto está sujeto a mejorar y exceder constantemente las expectativas, por lo tanto la mejora continua son aquellas acciones que permiten un desempeño cada vez superior.

Enfoque basada en hechos para la Toma de Decisiones: es importante tomar las decisiones en base a información existente eso ayudará a evitar errores por desconocimiento de ciertos hechos o datos.

Relaciones mutuamente beneficiosas con proveedores: la mejor relación que se pueda obtener con nuestros proveedores coadyuvara en la satisfacción del cliente final, el convertir en socios de negocios al proveedor logrará mejores desempeños en la cadena de valor.

2.1.1.3 Valor agregado

Para distinguir entre actividades reales y empresariales con valor agregado o sin valor agregado es necesario un proceso de clasificación de las mismas que se denominan evaluación del valor agregado (Trischeler, 1998).

Trischeler (1998, p.10) sostuvo que “Cuando un proceso o una etapa o paso del mismo, no aporta valor añadido, se dice que constituye un despilfarro” o también conocido como muda para los japoneses y obviamente debe tratar de eliminarse el paso o etapa del proceso en estudio, y en algunos casos el proceso completo si así amerita.

Para iniciar el análisis es importante primero identificar los grupos de interés de la empresa, los cuales por lo general son ocho entre ellos tenemos; los clientes, proveedores, directivos, empleados, acreedores, inversores, gobiernos, y grupos de comunidades estos grupos interesados tienen que ser rápidamente identificados en los procesos de análisis algunos de ellos no serán parte debido a que no están relacionados con A o B proceso.

Trischeler (1998, p.23) sostiene que “El valor es el equilibrio percibido entre lo que la gente consigue y aquello a lo que tiene que renunciar para conseguirlo”, los procesos tienen como principal objetivo hacerse de una forma mejor, más

rápida y más económica es decir un proceso debe ser efectivo, eficiente y flexible.

Existen varios métodos para poder analizar y mejorar los procesos, cualquiera de los métodos que se encuentran en la (tabla 2), podrían utilizarse para tal fin naturalmente cada método tiene sus ventajas y dificultades y sobre todo debe ser comprendido y respaldado por la dirección y los empleados.

Tabla 2. Propuestas de mejora de procesos

PROPUESTA	OBJETIVO	INSTRUMENTOS/METODO
Sistemas de costeo ABC	recortar el coste en la actividad.	coste determinado a partir del proceso/análisis del valor agregado.
Análisis del Valor del proceso	Racionalizar un único proceso/reducir coste y tiempo.	análisis del valor de cada una de las fases del proceso
Mejora del Proceso empresarial	Mejora continuamente uno o todos los procesos en terminos de coste, tiempo y calidad.	Clasificación de las fases del proceso, instrumentos de calidad.
Reducción del tiempo de ciclo	Reducir el tiempo requerido para completar un proceso	Análisis de las fases del proceso.
Ingeniería de la información	Desarrollar un sistema en torno a las líneas del proceso.	Descripción de los procesos actuales y futuros.
Innovación del proceso empresarial	Utilizar palancas de cambio para mejorar radicalmente los procesos clave.	Cambio de palancas, visión del futuro.

Tomado de Mejora de Valor agregado de (Trischeler, 1998, p.46)

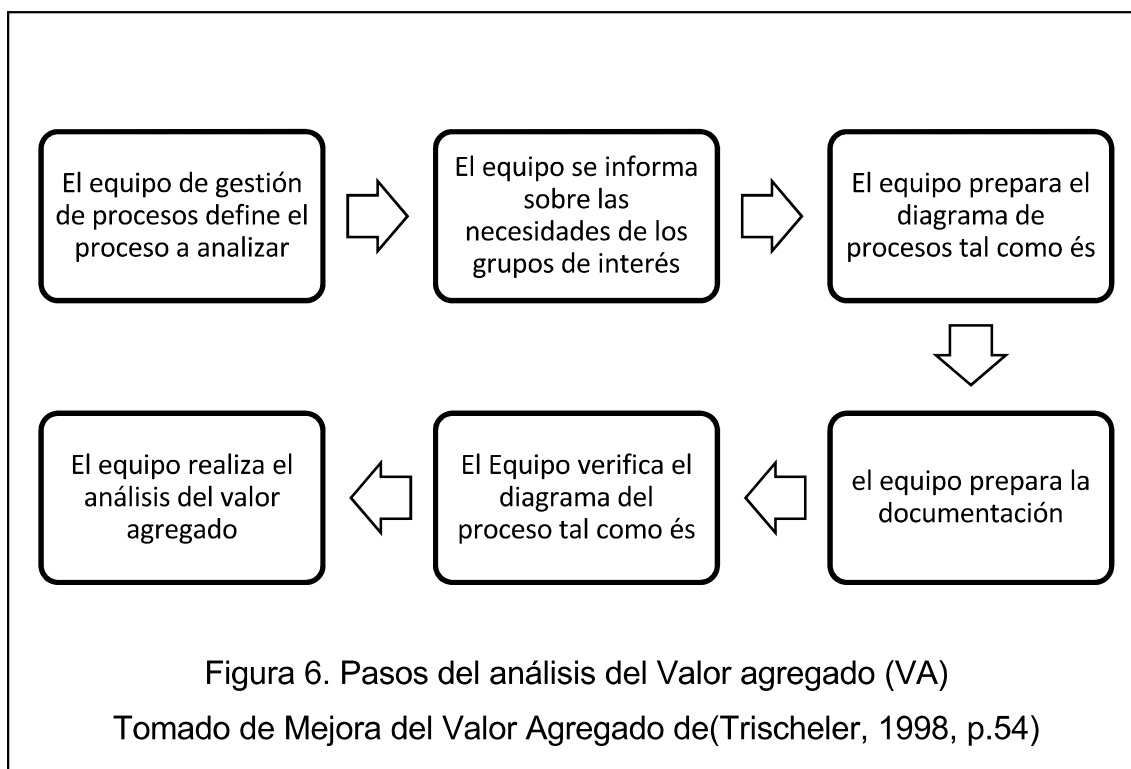
Cada uno de estos métodos trata el tema de mejora de procesos desde un punto de vista diferente, sin embargo tienen en común ayudar a conseguir a los directivos los resultados siguientes (Trischeler, 1998):

- Maximizar el uso de los activos
- Mejorar la respuesta al consumidor
- Ajustar las aptitudes de las personas con las tareas a realizar.
- Aumentar la adaptabilidad a los cambios del entorno empresarial.
- Adaptar los sistemas de información al proceso.
- Reducir costes
- Proveer una ventaja competitiva.

- Minimizar o eliminar los desperdicios como lo son; sobreproducción, tiempo de espera, transporte, sobre-procesamiento, inventario, movimientos, defectos de los productos.

El análisis de Valor agregado (VA) es un examen detallado de cada fase de un proceso, para determinar si contribuye a resolver las necesidades o requerimientos de los grupos de interés, el VA optimiza los pasos que agregan valor añadido y minimiza o elimina los que no aportan ninguno, el análisis de los pasos que componen los procesos es un concepto fundamental en la mayoría de los métodos de mejora de procesos.

Las fases del análisis del VA se muestran en la figura siguiente:

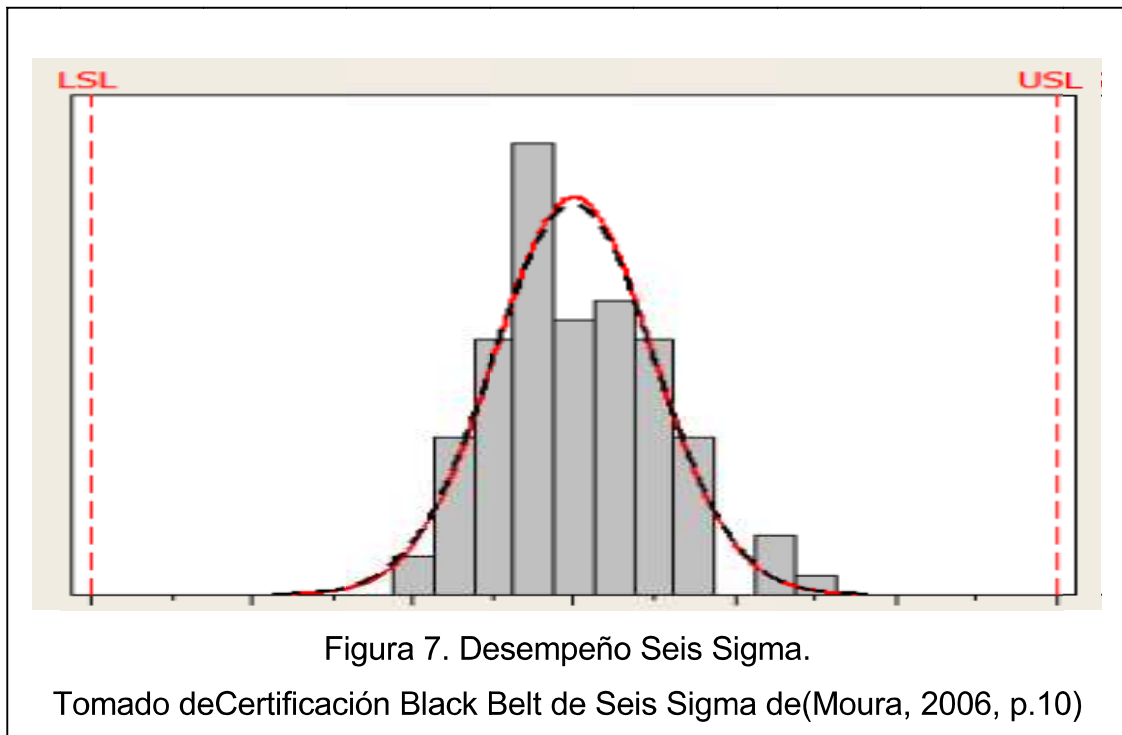


2.1.1.4 Seis Sigma

Es una metodología liderada por la Alta Gerencia la cual dirige proyectos con el objeto de mejoramientos radicales en los procesos, a través de reducir drásticamente la variabilidad de parámetros claves para la satisfacción de los clientes.

Es común usar valores promedio como indicadores de desempeño el problema en hacerlo es que la media no revela información sobre la variabilidad, como es conocido todo producto o servicio mantiene una variación y dependiendo de qué tanto se aleje a lo requerido por el cliente se puede decir que esa variación es favorable o es perjudicial para sus requerimientos. Por ejemplo si un cliente compra una joya bañada de oro a él le convendrá que esta tenga una capa mayor de oro, pero para el fabricante esto es perjudicial ya que el valor que está cobrando por esta prenda es de acuerdo a una capa de oro menor, de igual manera si el fabricante envía esa misma prenda de oro con una capa menor a la que se ofreció se puede decir que el cliente es afectado y engañado. A este efecto se lo conoce como variabilidad y los estadísticos la miden con la desviación estándar "sigma", entre mayor sea esta, mayor es la variación del producto o servicio.

Un proceso normal por lo general tiene una tolerancia natural que es 6σ es decir tiene tres desviaciones estándar hacia la derecha de la distribución y tres hacia la izquierda, en los procesos se encuentra la tolerancia de especificación la cual tiene un límite superior de la especificación y un límite inferior de la especificación, un proceso con desempeño seis sigma tiene las siguientes cualidades, la capacidad del proceso ($C_p=2$), el índice de desplazamiento de la media en relación a la tolerancia ($C_{pk}=1,5$) y las partes por millón de defectos ($ppm=3,4$). Como se muestra en la figura 7,(Moura, 2006).



Esta metodología como lo menciona (Peter S. Pande, Neuman, 2004, p. 4) “Seis Sigma no es tan nuevo es un método que combina algunas de las mejores técnicas del pasado con recientes avances en el pensamiento empresarial y con el simple sentido común”.

La metodología puede tener tres perspectivas, la primera es la que se enfoca en la mejora de los procesos a través de encontrar soluciones a los problemas planteados. La segunda se enfoca en el diseño o rediseño de los procesos, y la tercera se centra a la gestión por procesos para el liderazgo seis Sigma.

Juran dijo “Todo Mejoramiento se hace proyecto por proyecto”. El estudio se centra en la mejora de los procesos y consiste en encontrar soluciones que eliminen las causas raíces de los problemas de rendimientos de los procesos de las organizaciones. Los equipos de trabajo creados para los proyectos tienen como objetivo reducir o eliminar aquellos factores que inciden en la variación del proceso sin realizar cambios estructurales.

Para realizar el proyecto los equipos de trabajo se basan en un proceso de cinco etapas cuyo principio está fundamentado en el ciclo de mejora de Deming (PDCA) pero con mayor profundidad en su análisis y desarrollo.

El DMAMC es un abordaje estructurado que promueve el uso integrado de varios métodos y herramientas en proyectos de mejoramiento.

Se constituye en la espina dorsal del Seis Sigma para el mejoramiento continuo de los procesos existentes (Moura, 2006)

Tabla 3. Metodología DMAMC

Seis Sigma DMAMC		
Que Mejorar?	DEFINIR	Definir foco de mejora
		Identificar características críticas
		Definir parámetros de desempeño (objetivo de mejora)
		Formalizar el proyecto de mejora
Como estamos?	MEDIR	Mapear el proceso
		Definir y validar la medición
		Determinar estabilidad / capacidad del proceso
		Confirmar objetivo del proyecto de mejora
Porque estamos así?	ANALIZAR	Identificar causas potenciales
		Seleccionar causas primarias
Como mejorar?	MEJORAR	Generar / seleccionar soluciones
		Validar soluciones
Como implementar y mantener la mejora?	CONTROLAR	Estandarizar las mejoras
		Finalizar el proyecto de mejora

Tomado de Certificación Black Belt de Seis Sigma de (Moura, 2006, p.20)

2.1.1.5 Norma INEN NTE2568-2010

Esta norma trata fundamentalmente sobre los requisitos que deben cumplirse para la fabricación de Tableros, gabinetes, cajas de paso, cajas de alumbrado, rack y accesorios de rack.

En el punto 8.2 define los requisitos del Material a ser usado e indica que la plancha de acero debe cumplir con lo establecido en la norma ASTM A 1008 (JIS G3141).

Adicionalmente la norma NTE2568 en el punto 8.1.2.1 describe los requisitos dimensionales que los tableros deben cumplir incluyendo los espesores de chapa de acero a ser utilizados en cada parte constitutiva del mismo.

La norma en el punto 10.2.1 establece que el muestreo se debe proceder de conformidad con la norma NTE INEN ISO 2859-1, con un Nivel de Inspección II y un Nivel de Calidad Aceptable (AQL) de 1,5 %.

La norma NTE2568 (2010, p.27) cita “Para tableros, gabinetes, cajas de paso, cajas de alumbrado, racks y accesorios de racks, el proceso de protección superficial se lo debe realizar con pintura en polvo electrostática con un espesor mínimo de 60 μm ”.

2.1.2 Sobre Seguridad y Salud Ocupacional

Es importante determinar ¿qué es un peligro? y ¿qué es un riesgo?, la norma OHSAS 18001 (2007, p. 2) cita que el peligro es una “Fuente, situación o acto con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades, o la combinación de ellas”.

Sobre el riesgo OHSAS 18001 (2007, p. 4) cita que es la “Combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento o exposición peligrosa y la severidad de las lesiones o daños o enfermedad que puede provocar el evento o la exposición(es).”

En consecuencia el peligro está presente en la mayoría de actos de los procesos productivos pero se convierten en riesgos a medida que el personal se expone a ellos, por ejemplo: si se tiene una torre de alta tensión en una

avenida existe el peligro de que ésta se derribé por un choque o un acto natural, pero se convierte en riesgo si una persona sube a la misma para realizar alguna actividad de reparación o mantenimiento.

¿Qué es un factor de riesgo?, Se considera factor de riesgo de un determinado tipo de daño aquella condición de trabajo, que, cuando está presente, incrementa la probabilidad de aparición de ese daño.

Podría decirse que todo factor de riesgo denota la ausencia de una medida de control apropiada. Y por otra parte si el riesgo es gestionado este en ocasiones no podrá ser eliminado completamente y se tendrá un Riesgo Aceptable que según OHSAS 18001 (2007, p. 6) es aquel “Riesgo que se ha reducido a un nivel que la organización puede soportar respecto a sus obligaciones legales y su propia política de S&SO.”

Los riesgos se clasifican en:

- ✓ **Físicos;** Son aquellos que se originan por efectos de la iluminación, ruido, vibraciones, temperatura, humedad, radiaciones, electricidad, fuego y que por lo general están originados por falencias en el consumo de energía. Estos podrían ocasionar electrificaciones, electrocuciones, estrés térmico, incendios, explosiones, pérdidas de la audición, etc.
- ✓ **Mecánicos;** Son los Producidos por la maquinaria, herramientas, aparatos de izar, instalaciones, superficies de trabajo, orden y aseo. Y que podrían ocasionar caídas, atrapamientos, golpes, cortes, choques, proyecciones de objetos.
- ✓ **Químicos;** Originados por la presencia de polvos minerales, vegetales, polvos y humos metálicos, aerosoles, nieblas, gases, vapores y líquidos utilizados en los procesos laborales.

- ✓ **Biológicos;** Ocasionados por el contacto con virus, bacterias, hongos, parásitos, venenos y sustancias sensibilizantes producidas por plantas y animales. Se suman también microorganismos transmitidos por vectores como insectos y roedores.

- ✓ **Ergonómicos;** Originados por posiciones incorrectas, sobreesfuerzo físico, levantamiento inseguro, uso de herramientas, maquinaria e instalaciones que no se adaptan a quien las usa.

- ✓ **Psicosociales;** Los que tienen relación con la forma de organización y control del proceso de trabajo. Pueden acompañar a la automatización, monotonía, repetitividad, parcelación del trabajo, inestabilidad laboral, extensión de la jornada, turnos rotativos y trabajo nocturno, nivel de remuneraciones, tipo de remuneraciones y relaciones interpersonales.

El siguiente paso es realizar el análisis y la valoración de los riesgos esto con el objeto de obtener información necesaria para estar en condiciones de tomar decisiones, que estén enfocadas en la realización de acciones preventivas.

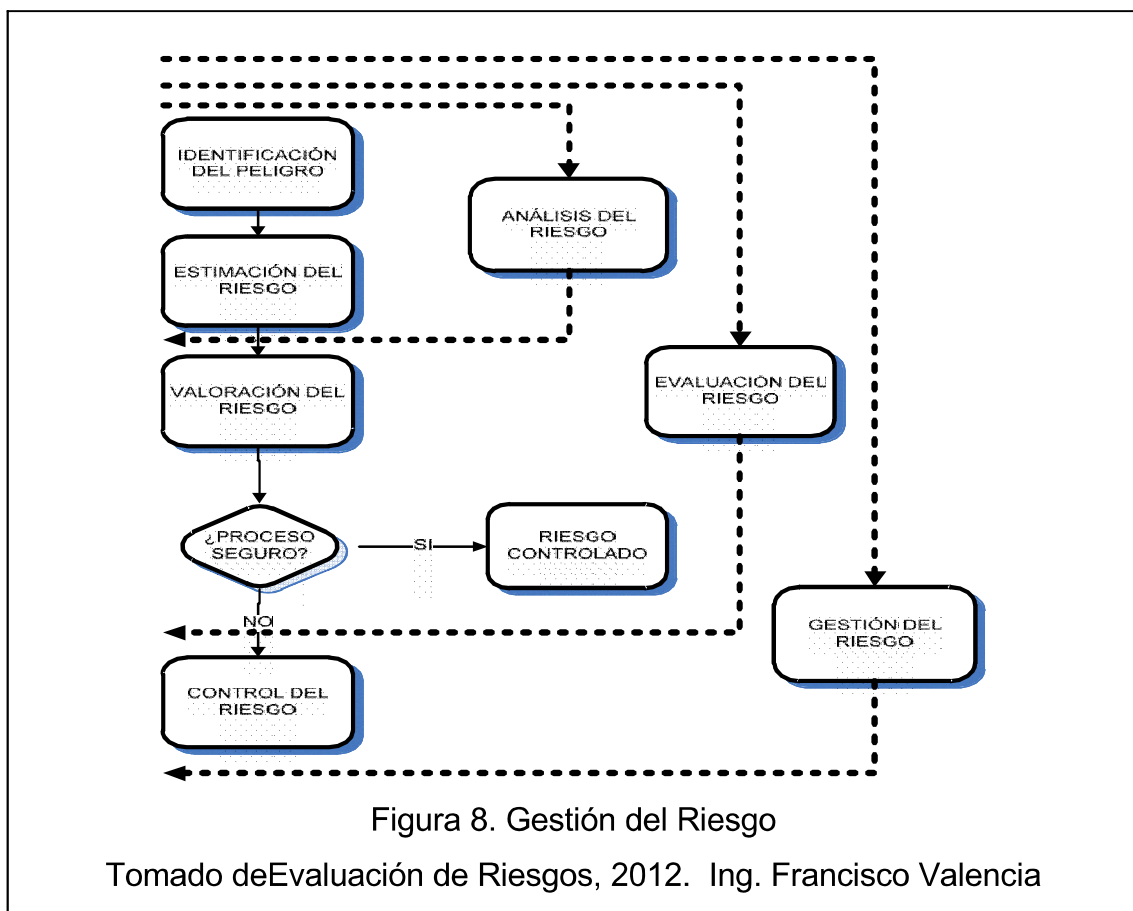
En el análisis se busca identificar el peligro y estimar el riesgo de acuerdo a la probabilidad y las consecuencias la valoración del riesgo es la siguiente fase y se lo debe hacer en base a la magnitud obtenida para el riesgo esto da un juicio de valor sobre la tolerabilidad o no del riesgo.

Si en la evaluación del riesgo resultase que el riesgo es intolerable, hay que controlarlo, requiriéndose para ello:

- Control en la fuente
- Control en el medio
- Control en el receptor

También, se deberá mantener una verificación periódica de las medidas de control tomadas, los criterios antes mencionados se los considera como la Gestión de Riesgos.

En el siguiente grafico se muestra el flujo de la Gestión del Riesgo donde se puede observar que para conseguir dicha gestión se tiene que pasar por los pasos del análisis y posterior evaluación.



La Resolución N° C.D 333 (2010, p.12) menciona “Se han identificado las categorías de factores de riesgo ocupacional de todos los puestos, utilizando procedimientos reconocidos en el ámbito nacional, o internacional en ausencia de los primeros.”

Para la identificación de riesgos existen varios procedimientos y métodos que son aptos y recomendados nacional e internacionalmente, estos procedimientos y métodos se aplican en función de la peligrosidad existente,

los métodos se basan en análisis probabilísticos de riesgos y se utilizan también para el análisis de los sistemas de seguridad en máquinas y distintos procesos industriales.

Ejemplos:

- HAZOP
- HAZMAT
- ARBOL DE FALLOS Y ERRORES
- GREENER
- MESERI
- SISTEMAS SIMPLIFICADOS COMO NTP-330 del INSHT

En el presente trabajo se utiliza el Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente que es un método reconocido y utilizado por el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España). Este inicia con la detección de las deficiencias existentes para, luego estimar la probabilidad de que ocurra un accidente y, teniendo en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias, evaluar el riesgo asociado a cada una de dichas deficiencias (NPT 330 INSHT, 2012, p.1). La clasificación de las actividades del trabajo permitirá establecer los cuestionarios de chequeo necesarios para determinar los factores de riesgos.

Los pasos a seguirse en esta evaluación simplificada son los siguientes:

- ✓ **Clasificación de las actividades de trabajo;** en este paso es importante determinar cada una de las actividades a ser realizadas por el personal expuesto, las cuales pueden ser internas o externas. Se deberán tener en cuenta varios criterios:
 - Incluir las actividades de mantenimiento rutinario que puedan darse.
 - Tiempos de realización de las actividades y su frecuencia.
 - Herramientas y equipos a utilizar.

- Lugares de realización de las actividades.
 - Otras personas que puedan estar inmersas o se podrían ver afectadas.
 - Medios de protección utilizados.
 - Elementos presentes como humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos.
 - Distancias, alturas, movimientos que se realizarán en las actividades.
 - Procedimientos existentes, catálogos de fabricantes y recomendaciones de uso.
 - Históricos de incidentes, accidentes, enfermedades profesionales.
 - Tamaños, formas y pesos de materiales que se manipularan.
 - Requisitos o normativa vigente para esa labor.
- ✓ **Identificación de peligros;** en este punto es importante preguntarse tres cosas:
- ¿Existe una fuente de daño?
 - ¿Quién puede ser dañado?
 - ¿Cómo puede ocurrir el daño?

Este cuestionamiento direcciona al uso del método simplificado para la evaluación inicial de riesgos. El método se compone de las siguientes partes:

- Detectar las deficiencias existentes en los lugares de trabajo.
- Detectar los factores de riesgos, entre los que se listan en grandes grupos: los físicos, mecánicos, biológicos, ergonómicos, psicológicos.
- Cada factor describe un listado de los más comunes peligros que están presentes en los procesos como se observa en la tabla 4.

- “Estimar la probabilidad de que ocurra un accidente, tomando en cuenta la magnitud esperada de las consecuencias. Evaluar el riesgo asociado a cada una de estas deficiencias”. (NPT 330 INSHT, 2012, p.2).
- Se definirán los niveles de riesgos, nivel de probabilidad y nivel de consecuencia cada una con escalas de cuatro puntos los cuales tendrán un principio cualitativo.
- El nivel de probabilidad estará en función de dos niveles adicionales, nivel de deficiencia y nivel de exposición.
- El nivel de riesgo (NR), “será por su parte función del nivel de probabilidad (NP) y del nivel de consecuencias (NC) y puede expresarse como” (NPT 330 INSHT, 2012, p.2):

$$NR=NP \times NC$$

(Ecuación 1)

En la tabla 4 se muestra el cuestionario de chequeo que será utilizado para determinar los posibles factores de riesgo en cada situación o actividad.

Tabla 4. Cuestionario de chequeo de factores de riesgos

CUESTIONARIO DE CHEQUEO DE FACTORES DE RIESGOS			
FACTOR	PELIGRO IDENTIFICADO	SI	NO
Riesgos Mecánicos	Caída de personas a distinto nivel		
	Caída de personas al mismo nivel		
	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		
	Caída de objetos en manipulación		
	Caída de objetos desprendidos		
	Obstáculos en el piso		
	Choque contra objetos inmóviles		
	Choque contra objetos móviles		
	Golpes/cortes por objetos herramientas		
	Proyección de fragmentos o partículas		
	Atrapamiento por o entre objetos		
	Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos		
Atropello o golpes por vehículos			
Riesgos Físicos	Incendios		
	Explosiones		
	Estrés térmico		
	Contactos térmicos		
	Contactos eléctricos directos		
	Contactos eléctricos indirectos		
	Exposición a radiaciones ionizantes		
	Exposición a radiaciones no ionizantes		
	Ruido		
	Vibraciones		
Iluminación			
Riesgos Químicos	Exposición a gases y vapores		
	Exposición a aerosoles sólidos		
	Exposición a aerosoles líquidos		
	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas		
	Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas		
Riesgos Biológicos	Exposición a virus		
	Exposición a bacterias		
	Parásitos		
	Exposición a Hongos		
	Exposición a Derivados orgánicos		
	Exposición a Insectos		
	Exposición a animales selváticos: tarántulas, serpientes, fieras		
Riesgos Ergonómicos	Dimensiones del puesto de trabajo		
	Sobre-esfuerzo físico / sobre tensión		
	Levantamiento manual de objetos		
	Posturas forzadas		
	Movimientos repetitivos		
	Confort acústico		
	Confort térmico		
	Confort lumínico		
	Calidad de aire		
	Organización del trabajo		
	Distribución del trabajo		
Operadores de PVD			
Riesgos Psicosociales	Carga Mental		
	Minuciosidad de la tarea		
	Definición del Rol		
	Alta responsabilidad		
	Trabajo a presión		
	Turnos rotativos		
	Autonomía		
	Interés por el Trabajo		
Relaciones Personales			

Adaptado de SSO Maestría MDO, 2011

- ✓ **Nivel de deficiencia (ND):** “es la vinculación esperable entre el conjunto de factores de riesgos esperados y su relación causal directa con el posible accidente”. (NPT 330 INSHT, 2012, p.2). Los valores numéricos empleados en esta metodología se indican en la tabla 5.

Tabla 5. Determinación del nivel de deficiencia

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

Tomado de NPT 330 INSHT, 2012, p. 2.

- ✓ **Nivel de exposición (NE);** es una “medida de la frecuencia con la que se da la exposición al riesgo, este nivel se puede estimar de acuerdo al tiempo de permanencia en el área de trabajo”maquina o labor realizada(NPT 330 INSHT, 2012, p.2), los valores numéricos se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Tomado de NPT 330 INSHT, 2012, p. 3.

- ✓ **Nivel de probabilidad (NP);**“en función del nivel de deficiencia de medidas preventivas y de la exposición a los riesgos se determinará el nivel de probabilidad (NP)” (NPT 330 INSHT, 2012, p.4), este se puede expresar con la siguiente formula.

$$NP = ND \times NE(\text{ecuación 2})$$

Los valores numéricos se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Determinación del nivel de probabilidad

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Tomado de NPT 330 INSHT, 2012, p. 5.

A continuación se muestra en la tabla 8, el significado de cada uno de los niveles de probabilidad.

Tabla 8. Significado de los diferentes niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Tomado de NPT 330 INSHT, 2012, p. 5.

- ✓ **Nivel de consecuencias (NC);** este nivel toma en cuenta los daños personales y materiales que podrían darse en una eventual materialización del riesgo, los dos términos se evalúan independientemente teniendo siempre mayor peso los daños a personas, (NPT 330 INSHT, 2012, p.5).

Tabla 9. Determinación del nivel de consecuencias

Nivel de consecuencias	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (I.L.T.)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

Tomado de NPT 330 INSHT, 2012, p. 5.

- ✓ **Nivel de riesgo y nivel de intervención;** permite determinar el nivel de riesgo mediante agrupación de los diferentes valores obtenidos y establecer bloques de priorización de las intervenciones, (NPT 330 INSHT, 2012, p.5), los valores se muestran en las tablas 10 y tabla 11.

Tabla 10. Determinación del nivel de riesgo y de intervención

		NR = NP x NC			
		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 60-60	III 40 IV 20

Tomado de NPT 330 INSHT, 2012, p. 6.

Tabla 11. Significado del nivel de intervención

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

Tomado de NPT 330 INSHT, 2012, p. 6.

- ✓ **Plan de control de riesgos;** luego de la valoración se debe hacer un inventario de acciones, con el fin de diseñar, mantener o mejorar los controles de riesgos. Es necesario contar con un procedimiento para planificar la implantación de las medidas de control que sean precisas después de la evaluación de riesgos el cual debe contener los siguientes principios:
 - Combatir los riesgos en su origen
 - Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción, tratar de atenuar el trabajo monótono y repetitivo para reducir los efectos negativos del mismo en la salud.
 - Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
 - Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
 - Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

- ✓ **Revisión del plan;** el plan de actuación debe revisarse antes de su implementación tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Si los nuevos sistemas de control de riesgos conducirán a niveles de riesgo aceptables.
- Si los nuevos sistemas de control han generado nuevos peligros.
- La opinión de los trabajadores afectados sobre la necesidad y la operatividad de las nuevas medidas de control.
- La evaluación de riesgos debe ser, en general, un proceso continuo. La adecuación de las medidas de control debe estar sujeta a una revisión continua y a modificarse si es preciso.
- Si cambian las condiciones de trabajo, y con ello varían los peligros y los riesgos, habrá de revisarse la evaluación de riesgos nuevamente.

Se debe tener en cuenta que cada uno de los riesgos tiene una metodología específica para ser evaluados, como por ejemplo los riesgos ergonómicos cuentan con varios métodos para determinar posturas forzadas, movimientos repetitivos, levantamiento de cargas, etc. Debido a la extensión de los mismos y a que no es el alcance de este trabajo sólo se usan en el momento que se requiera la evaluación.

Las disposiciones en materia de Seguridad y Salud Ocupacional están en función de una escala legal la cual se menciona a continuación:

- ✓ Constitución Política.
- ✓ Convenios (instrumentos) internacionales.
- ✓ Leyes orgánicas y ordinarias.
- ✓ Decretos -leyes.
- ✓ Estatutos – acuerdos.
- ✓ Ordenanzas.
- ✓ Reglamentos.
- ✓ Resoluciones.
- ✓ Normas

Por jerarquía el primer documento que habla sobre el tema de seguridad es la Constitución del Ecuador en el artículo 326 numeral 5, (2008, p.152) menciona que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.”

La decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en su capítulo II, Art. 4. (2004, p.4) menciona que “En el marco de sus Sistemas Nacionales de Seguridad y Salud en el Trabajo, los Países Miembros deberán propiciar el mejoramiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, a fin de prevenir daños en la integridad física y mental de los trabajadores que sean consecuencia, guarden relación o sobrevengan durante el trabajo.”

En la Resolución 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo en su capítulo I, Art. 1. (2005, p.3) menciona que “Según lo dispuesto por el artículo 9 de la Decisión 584, los Países Miembros desarrollarán los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, para lo cual se podrán tener en cuenta los siguientes aspectos:”

- ✓ Gestión Administrativa
- ✓ Gestión Técnica
- ✓ Gestión del Talento Humano
- ✓ Procesos Operativos Básicos

En el código del trabajo en el artículo N°38 establece que “los riesgos provenientes del trabajo son de cargo del empleador y cuando a consecuencia de ellos, el trabajador sufre daño personal, estará en la obligación de indemnizarle de acuerdo con las disposiciones de este Código, siempre que tal beneficio no le sea concedido por el instituto Ecuatoriano de Seguridad Social” en vista de este artículo el IESS ha expedido varios instructivos, resoluciones y reglamentos que garanticen una adecuada gestión de estos riesgos.

Es Así que el IESS expide el reglamento C.D. 333 Reglamento para el Sistema de Auditorías de Riesgos del Trabajo "SART" (2010, p.2) menciona que su objeto es "normar los procesos de auditoría técnica de cumplimiento de normas de prevención de riesgos del trabajo, por parte de empleadores y trabajadores sujetos al régimen de Seguro Social".

Y por requisito del reglamento se expide un Instructivo de Aplicación del Reglamento para el Sistema de Auditorías del Riesgo del Trabajo SART cuyo objetivo es establecer planes de ejecución de las Auditorías sus respectivas evaluaciones, designación de auditores, ejecución de la auditoría y los lineamientos para la evaluación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de las empresas planificadas para dicha auditoría.

En la Resolución C.D. 390 Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo Capítulo I, Art. 3. (2010, p.4) menciona que:

"En materia de riesgos del trabajo la acción preventiva se fundamenta en los siguientes principios:

- a) Eliminación y control de riesgos en su origen;
- b) Planificación para la prevención, integrando a ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales;
- c) Identificación, medición, evaluación y control de los riesgos de los ambientes laborales;
- d) Adopción de medidas de control, que prioricen la protección colectiva a la individual;
- e) Información, formación, capacitación y adiestramiento a los trabajadores en el desarrollo seguro de sus actividades;
- f) Asignación de las tareas en función de las capacidades de los trabajadores;
- g) Detección de las enfermedades profesionales u ocupacionales; y,

h) Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación a los factores de riesgo identificados.”

Es necesario establecer adicionalmente reglamentos que permitan normar básicamente ciertas acciones o condiciones en el trabajo para lo cual el Decreto Ejecutivo No 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, en su Art. 5, numeral 2 (1986, p. 5) señala que será función del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social: “Vigilar el mejoramiento del medio ambiente laboral y de la legislación relativa a prevención de riesgos profesionales utilizando los medios necesarios y siguiendo la directrices que imparta el Comité Interinstitucional”

Adicionalmente, si una empresa cuenta en la actualidad con una certificación en Seguridad y Salud o pretende implantar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de acuerdo al Sistema OHSAS 18001-2007 deberá tomar en cuenta lo que se menciona en la cláusula 4.3.2 Requisitos Legales y otros, OHSAS 18001 (2007, p. 11) menciona que “La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimiento(s) para identificar y acceder a los requisitos legales de SSO legales y otros que son aplicables.”

OHSAS 18001 (2007, p. 11) menciona “La organización se debe asegurar que los requisitos legales aplicables y otros requisitos a los cuales la organización se suscribe estén considerados cuando se establece, se implementa y se mantiene su sistema de gestión de SSO.”

Toda la reglamentación y normativa anterior tiene como objetivo buscar la seguridad y la salud en el trabajo para todos los empleados en una organización, en vista que resulta moral y económicamente más viable evitar accidentes o enfermedades profesionales por falta de gestión de la seguridad en las diversas actividades laborales.

2.1.3 Sobre Medio Ambiente, Eco eficiencia y Producción Limpia

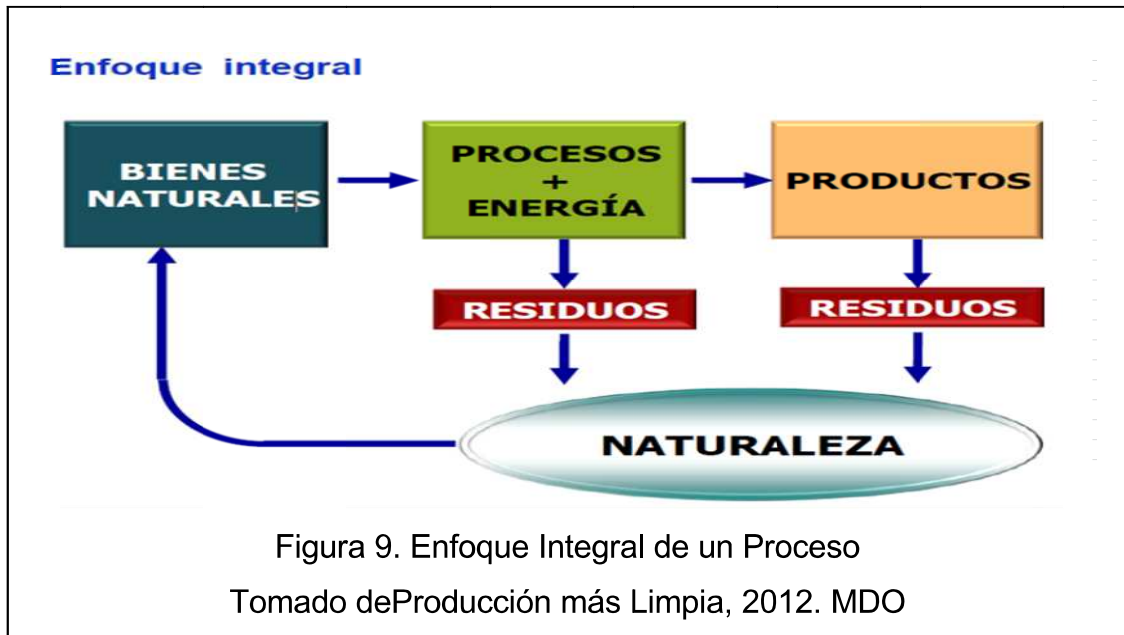
Es importante determinar inicialmente varios conceptos relacionados con el tema de este subcapítulo, la norma ISO 14001 (2004, p. 10) menciona que el Medio Ambiente es el “entorno en el cual una organización opera, incluidos el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones”.

Menciona además que un Aspecto Ambiental es aquel elemento, producto o servicio relacionado con la actividad desarrollada que puede interactuar con el medio ambiente y que a su vez podría generar un cambio adverso o beneficioso como resultado final o parcial, el cual se lo denomina Impacto Ambiental.

Si el impacto ambiental es adverso, generalmente presentará un grado de contaminación el cual deberá ser prevenido, es por eso que ISO 14001 (2004, p.12) menciona que la prevención de la contaminación es la “utilización de procesos, prácticas, técnicas, materiales, productos, servicios o energía para evitar, reducir o controlar (en forma separada o en combinación) la generación, emisión o descarga de cualquier tipo de contaminante o residuo, con el fin de reducir impactos ambientales adversos.”, y que “La prevención de la contaminación puede incluir reducción o eliminación en la fuente, cambios en el proceso, producto o servicio, uso eficiente de recursos, sustitución de materiales o energía, reutilización, recuperación, reciclaje, aprovechamiento y tratamiento”.

La Eco-eficiencia o Producción más Limpia son acciones encaminadas a la prevención o reducción de los desperdicios en la fuente en lugar de tratarlos al final de los procesos cuando se han convertido en desechos.

La estructura del proceso en P+L tiene un enfoque integral distinto al tradicional como se muestra en el grafico siguiente:



El enfoque tradicional considera solamente: entradas, proceso y salidas; sin considerar que mientras se fabrica un producto, se generan emisiones, efluentes y residuos. Tampoco considera que una vez que el producto está en manos del cliente, también se generan residuos asociados con: embalajes, instructivos, etc y el mismo producto una vez que ha terminado su vida útil. El enfoque integral ratifica que las materias primas que utiliza la empresa, se encontraban en forma primaria en la naturaleza, sin generar un impacto ambiental considerable; sin embargo, a través de toda la cadena productiva, se generan residuos, emisiones y efluentes que son desechados a la naturaleza y que contaminan el ambiente.

La Producción más Limpia cuenta con una metodología cuyo objetivo es reducir la contaminación mediante el uso de menores cantidades de materia prima, agua, energía y tiempo produciendo las mismas o mayores cantidades de productos.

La metodología se estructura con varias etapas que se mencionan a continuación:

Tabla 12. Metodología P+L

PRODUCCION + LIMPIA		
Que Mejorar?	PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN	Involucrar y obtener el compromiso de la Gerencia Establecer el alcance de las metas del programa Establecer el Eco-equipo Identificar barreras y soluciones
Como estamos?	EVALUACIÓN PREVIA	Realizar un diagnóstico ambiental con las informaciones existentes en la empresa Desarrollo y estudio del diagrama de flujo del proceso Identificar entradas y salidas Identificar prioridades para la implantación del programa y definir principales indicadores
Porque estamos así?	ESTUDIOS Y EVALUACIONES	Elaborar el balance de material y monitoreo Identificar las causas de generación de desechos y pérdidas de energía Identificar y pre-seleccionar oportunidades de P+L y sus principales indicadores Seleccionar las opciones de P+L, de acuerdo a las prioridades definidas, estableciendo una secuencias de implantación
Como mejorar?	ELABORACIÓN DE LOS PROYECTOS DE P+L	Evaluación de los datos obtenidos en la Etapa 3 Evaluación técnica Evaluación económica Evaluación Ambiental Seleccionar opciones factibles
Como implementar y mantener la mejora?	IMPLANTACIÓN Y PLANES DE SEGUIMIENTO	Preparar el plan de P+L Implantar las opciones de P+L Supervisar y evaluar el avance, a través de un Plan de Monitoreo Mantener las actividades de P+L de los Planes, haciendo el seguimiento de ellas mediante el control de los indicadores

Tomado de Producción más Limpia, 2012. MDO

La norma ISO 14001 (2004, p.13) menciona que “La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a. identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir”

Los residuos o impactos ambientales producidos por un proceso por lo general se pueden categorizar en:

- ✓ Emisiones a la atmósfera.
- ✓ Vertidos al agua
- ✓ Descargas al suelo o residuos sólidos.

La Constitución del Ecuador en el artículo 396, (2008, p.178) menciona “Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución,

comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.”

Además la Constitución del Ecuador en el artículo 415, (2008, p.182) menciona que “Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos.”

En el Distrito Metropolitano de Quito se han establecido varias acciones en materia de cuidado medio ambiental; entre ellas se puede mencionar la creación de Entidades de Seguimiento, las cuales son las responsables de realizar el análisis y calificación de la Declaración Ambiental (DAM), auditorías ambientales y sus respectivos planes de Manejo Ambiental (PMA), que presentan los regulados, en función de las ordenanzas emitidas para el Distrito Metropolitano de Quito.

La Ordenanza 213 (Sustitutiva del Título V, "Del Medio Ambiente", libro segundo, del código municipal para el Distrito Metropolitano de Quito) tiene como objetivo la entrega de directrices sobre la gestión ambiental en el Distrito, responsabilidades, sanciones y los puntos a tomar en cuenta en el momento de realizar normativas para la calidad ambiental, emisiones, descargas y vertidos.

La ordenanza 213 (2007, p.78) menciona que “Las normas de calidad ambiental y las normas de emisiones, descargas y vertidos, señalarán los valores de las concentraciones, niveles permisibles y períodos máximos o mínimos de exposición, emisión, descarga o vertido ante elementos,

compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos.”

La Ordenanza 213 se hace aplicable a través del Reglamento Técnico (las normas técnicas para la aplicación de la codificación del título V, “Del Medio Ambiente”, libro segundo, del código municipal para el Distrito Metropolitano de Quito).

2.2 Marco Metodológico

Como se observa en los anteriores apartados, se ha mostrado la metodología para determinar, medir, analizar, mejorar y controlar los diversos factores encontrados tanto en los aspectos de Calidad, Seguridad en el trabajo y Protección del Medio Ambiente. La información ha sido recabada de fuentes como: libros, presentaciones realizadas en la maestría, revistas especializadas en el tema de pintura electrostática, internet y documentos específicos de la empresa de estudio.

La investigación ha sido planificada de tal manera que permita la realización de análisis exploratorios y experimentos en campo, en búsqueda de comprobar la hipótesis planteada:

“Una vez que se han implementado los cambios en el proceso de pintura electrostática, la calidad del producto mejorará, se disminuirán los riesgos para la seguridad y salud de los operarios y se habrá disminuido el impacto ambiental generado actualmente por el proceso”.

Los criterios de mejora en las eficiencias de producción del proceso de pintura electrostática están en función de la reducción o eliminación de los siete desperdicios mortales presentes generalmente en las actividades que se realizan en el proceso y que lógicamente no agregan valor. Para esta mejora se realizó el análisis de valor agregado de las actividades que conforman el proceso de pintura electrostática, con lo cual se desagregó cada una de las

fases del proceso, incluyendo en el análisis los tiempos de realización de la actividad y el responsable de su realización. Posteriormente se determinó cuál de estas actividades eran las más críticas en cuestión de demora del proceso y de poca o ninguna generación de valor, de este análisis se desprende la primera fase de la metodología de mejora continua de Seis Sigma (DMAMC).

En la definición del foco de mejora se establecieron dos actividades críticas a las cuales se le realizó la medición respectiva para determinar el estado actual e impacto sobre el proceso, una vez definido su impacto se procedió al análisis de las causas que generan esa pérdida de eficiencia en el proceso para lo cual se utilizó herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa. Para finalizar se proponen ideas innovadoras para la reducción o eliminación de los efectos indeseables en el proceso. El control no se lo implementa en esta parte de la investigación debido a que la implementación de las sugerencias para solucionar el problema es de largo plazo y no están en el alcance de este trabajo.

El siguiente paso fue aplicar de igual manera la metodología de mejora (DMAMC) para el producto; se definieron las características de satisfacción del cliente en cuanto al producto pintado, se determinó cuál de estas características era la que mayor frecuencia relativa de defectos tenía, esto permitió establecer nuevamente el foco de mejora de las características del producto. Se realizaron las mediciones del estado actual de la característica con mayor problema y se determinó la capacidad del proceso para cumplir con ella, las herramientas utilizadas en este punto fueron el análisis de capacidad del proceso, una vez determinado el estado actual se analizaron las causas generadoras del problema con la ayuda de la herramienta de calidad conocida como multivari, esta herramienta permitió establecer los factores de control y la afectación de sus iteraciones en la característica de calidad del producto en estudio a través de la variación programada de los factores de control. Una vez determinadas las causas se procedió a plantear acciones de mejora. Por último,

se establece la fase de control donde es propuesta la cartilla de especificación técnica con la combinación de los factores de mejor desempeño.

En la perspectiva de Seguridad los riesgos inmersos en estos procesos se evidencian en cada una de las actividades a realizar mediante un análisis exploratorio de los riesgos a los que está expuesto el operador.

Para esta perspectiva fue de gran ayuda la desagregación inicial del proceso realizada en la perspectiva de calidad, con esta información se procedió a la evaluar actividad por actividad asistidos por el cuestionario de chequeo de factores de riesgos y el Sistema Simplificado de evaluación de riesgos. Esta herramienta permitió establecer los riesgos y peligros a los que están expuestos los trabajadores en sus tareas diarias y esporádicas. Luego de determinar estos riesgos se procedió a su valoración, donde se determinó cuáles de estos son de situación crítica (corrección urgente) o de corregir y adoptar medidas de control, tomando en cuenta los criterios del nivel de probabilidad y el nivel de la consecuencia.

Una vez determinado los niveles de intervención se procedió a realizar la medición a través de instrumentos y métodos técnicamente aprobados y recomendados, para el riesgo ergonómico se utiliza el método RULA (Evaluación rápida de miembros superiores), y para el polvo se toma los resultados obtenidos en una medición realizada por un ente externo, el que uso el método de captación activa, al final se anexa certificados de calibración del instrumento y los registros de profesionales en seguridad y salud que realizaron la medición.

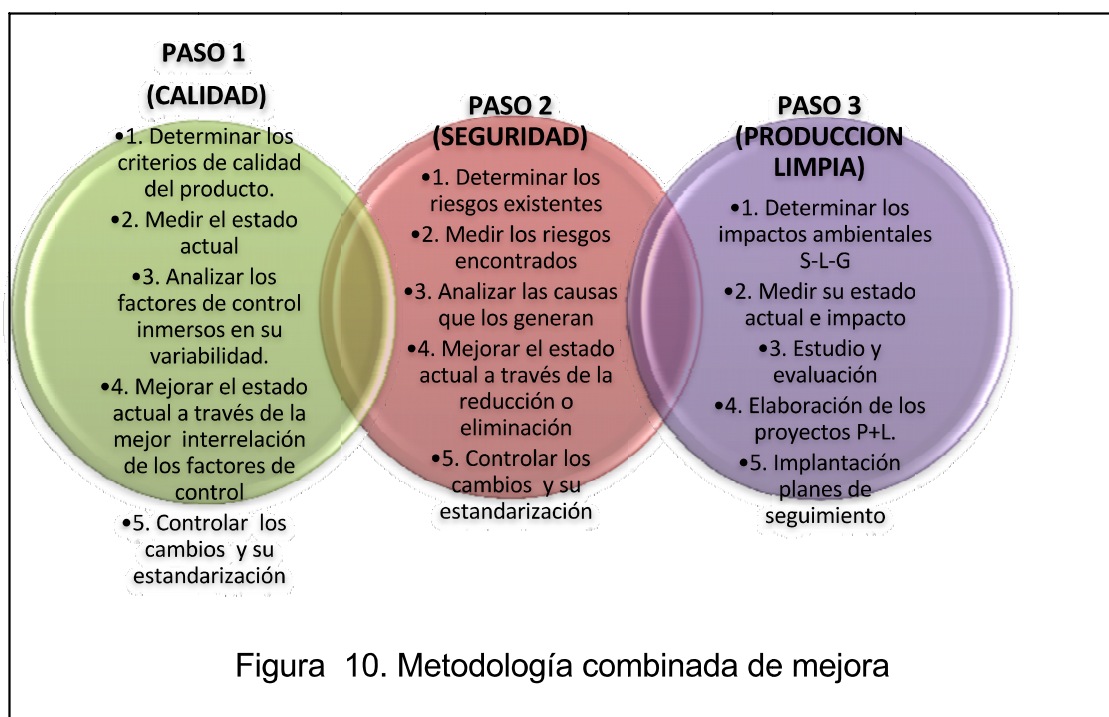
Para el análisis de las causas raíces que ocasionan el riesgo se utilizó el diagrama de Ishikawa lo que permitió determinar varias causas raíces, por último se determinó un conjunto de acciones de mejora tomando en cuenta en primer lugar la corrección en la fuente, luego la corrección en el medio y por último la corrección en el receptor.

En lo que respecta a la perspectiva del Medio ambiente se determinaron los aspectos ambientales y los impactos que estos tienen a través del uso de la matriz de comparación cualitativa global e intermedia, seguidamente se elaboró la medición de estos impactos fase por fase para concluir con el cálculo de costos de los residuos, se realizó el análisis de las causas raíces tomando en cuenta factores como: materia prima, tecnología, práctica operativa o métodos, producto y residuos.

Se plantearon alternativas para la prevención o minimización de la generación de los desechos.

Por último se estableció un análisis de factibilidad económica para los proyectos de producción más limpia planteados, además se menciona las acciones para la disposición final de los desechos que no se han podido eliminar.

Por lo tanto es necesario combinar estos métodos y utilizar cada una de sus herramientas para lograr en el proceso de pintura electrostática un desempeño mejor.



Al momento de requerir la mejora de un proceso productivo se debería tomar en cuenta los aspectos de calidad, seguridad, y medio ambiente. En la tabla 13 se plantean las herramientas utilizadas en este trabajo de investigación.

Tabla 13. Herramientas recomendadas para la metodología

		HERRAMIENTAS A UTILIZAR															
		FLUJOGRAMA DEL PROCESO	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO	ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO	PARETO	CAUSA EFECTO (ISHIKAWA)	CAPACIDAD DEL PROCESO	DIAGRAMA DE SOLUCIÓN DE CONFLICTOS (DSC)	MULTIARI	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN INICIAL DE RIESGOS	MATRIZ DEL TRIPLE CRITERIO	GESTIÓN DE RIESGO (FUENTE, MEDIO, RECEPTOR)	METODO RULA	COMPARACIÓN CUALITATIVA DE ENTRADAS Y SALIDAS	CALCULO DE COSTOS DE RESIDUOS	ESTUDIADE VIABILIDAD TECNICA ECONOMICA P+L	PLANES DE ACCION
CALIDAD																	
DEFINIR FOCO DE MEJORA		●	●	●	●												
DEFECTOS DE CALIDAD																	
MEDIR ESTADO ACTUAL				●	●		●										
ANALIZAR CAUSAS						●	●	●	●								
MEJORA PROCESOS/PRODUCTO							●	●	●								
CONTROLAR MEJORAS IMPLEMENTADAS																	●
SEGURIDAD																	
DEFINIR FOCO DE MEJORA										●							
RIESGOS DE SEGURIDAD																	
VALORAR/MEDIR ESTADO ACTUAL										●			●				
ANALIZAR CAUSAS						●											
MEJORA PROCESOS/ELIMINAR												●					
CONTROLAR MEJORAS IMPLEMENTADAS										●	●						●
MEDIO AMBIENTE																	
DEFINIR FOCO DE MEJORA														●			
IMPACTOS AMBIENTALES																	
MEDIR ESTADO ACTUAL										●	●				●		
ANALIZAR CAUSAS						●			●								
MEJORA PROCESOS/PRODUCTO																●	
CONTROLAR MEJORAS IMPLEMENTADAS																	●

CAPÍTULO III

3 PERSPECTIVA DE MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN EL PROCESO DE ESTUDIO

3.1 Área de Calidad

3.1.1 Desagregación y determinación del flujo del proceso de pintura electrostática

Para poder mejorar el proceso es necesario conocerlo y caracterizarlo. El primer paso en este punto es determinar el diagrama de flujo del proceso de pintura electrostática, para lo cual se utiliza la simbología de procesos de acuerdo a la normativa ANSI.

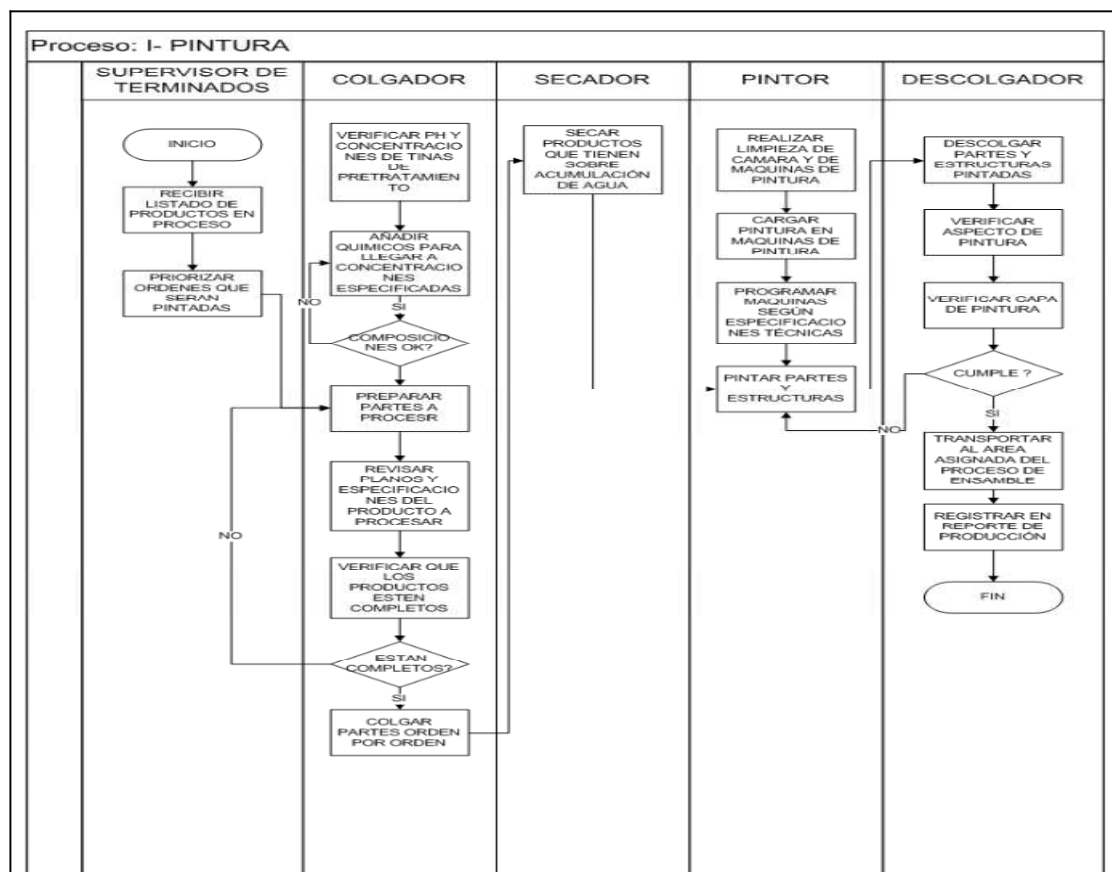


Figura 11. Diagrama de Flujo del Proceso de Pintura Electroestática

3.1.2 Caracterización del proceso de pintura electrostática

A continuación se muestra la ficha de caracterización cuyo objetivo es identificar las entradas, salidas, controles y recursos con los que el proceso cuenta.

Tabla 14. Caracterización del Proceso de Pintura Electrostática

NOMBRE DEL PROCESO: Pintura		REVISIÓN No.: 00
PROPIETARIO DEL PROCESO: Supervisor de terminados		FECHA: 18/01/2013
ALCANCE: desde la recepción de partes y piezas soldadas hasta la entrega de partes y piezas pintadas		
FISICOS: • Tinas de pretratamiento, máquinas de pintura, pintura		RECURSOS
TECNICOS: Conocimientos técnicos especializados, Planos y estándares		ECONOMICOS: N/A
RRHH: Supervisor de terminados, colgador, secador, pintor, descolgador.		
PROVEEDORES	PROCESO	
Suelda y ajuste, Bodegaje de materia prima, Diseño y Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recepción de piezas soldadas y pulidas ▶ Pretratamiento de piezas y partes ▶ Secado de piezas ▶ Pintado ▶ Entrega de piezas pintadas al área de ensamble 	
ENTRADAS	CLIENTES	
Piezas soldadas y pulidas / Pintura electrostática	Ensamble	
	SALIDAS	
	Piezas pintadas (puertas y laterales)	
INDICADORES	REGISTROS/ANEXOS	
	R-PP-01 Registro de proceso de pintura	
CONTROLES		
Pintar piezas pulidas mediante pintura electrostática		
<p>Verificación de pH y concentración de tintas de pretratamiento. Verificación de número de piezas. Verificación de superficie pintada.</p>		
ELABORADO POR R.POLANCO	REVISADO POR ING. BAYRON RUIZ	APROBADO POR ING. BAYRON RUIZ

3.1.3 Análisis de valor agregado del proceso de pintura electrostática.

El análisis de valor agregado permite identificar actividades que en realidad son necesarias para la elaboración del producto (actividades que agregan valor) y aquellas que son innecesarias y generan desperdicios. En el análisis de valor agregado se determina las actividades que agregan valor al cliente (VAC) ya la organización (VAE); además se mencionan las actividades que no agregan valor (NVA) entre las que se tiene: transporte, movimiento, espera, preparación, control, almacenamiento. Éstas son contadas para determinar el número de actividades de cada tipo.

Enseguida se listan las actividades del proceso y se contabiliza el tiempo de realización, este tiempo ha sido determinado a través del uso de un cronómetro en el momento que se iban desarrollando las actividades. Esta información ayuda a determinar la composición de actividades en minutos que agregan o no valor.

El siguiente paso es determinar la frecuencia (en días) con que se fabrica tableros, este dato proviene de los días laborables de ocho horas en el mes sobre la cantidad mensual de tableros producidos.

$$Frecuencia(A) = \frac{\text{dias laborables del mes}}{\text{número de tableros producidos al mes}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

El volumen (B) está definido por la cantidad de unidades que tiene cada lote de producción; por lo general se producen 6 unidades por optimización de corte de la plancha de tool.

El tiempo unitario está definido por la duración efectiva de la actividad y su consecuente variación (que de acuerdo a la experiencia varia en un 10% menos), sobre el volumen producido.

$$tiempounitario(C) = \frac{tiempoefectivo \times \% deproductividad}{volumenproducido} \text{ (Ecuación 4)}$$

El tiempo total mes de la actividad está definido por la multiplicación de $A \times B \times C$

$$tiempo\ total\ por\ actividad = A \times B \times C \text{ (Ecuación 5)}$$

Con esta información se puede determinar el tiempo total por actividad que se requerirá en el transcurso del mes, y la carga de trabajo para cada involucrado en el proceso, ese es el siguiente componente de la tabla 15. Los ejecutores se determinan y a su vez se evalúa cuál de ellos se encuentra saturado de actividades, lo que permite posteriormente realizar un balance de trabajo entre operadores.

Al final se totalizan las actividades que agregan o no valor en número de actividades y en tiempos de realización. A continuación se presenta la tabla correspondiente donde se aprecia que existe un 61% de actividades de NVA (actividades que no agregan valor), inmersas en este proceso.

Tabla 15. Análisis del Valor agregado del proceso de pintura electrostática

ANÁLISIS DE VALOR AGREGADO Y CARGA DE TRABAJO

No.	NUMERO DE ACTIVIDADES						ACTIVIDAD	Tiempo Ejecución (min)	COMPOSICION DE ACTIVIDADES						FRECUENCIA (A)	VOLUMEN (B)	TIEMPO UNITARIO MIN (C)	TIEMPO TOTAL MES minutos (AXB/C)	SUPERVISOR	COLGADOR	SECADOR	PINTOR	DESCOLGADOR										
	VA (real)		NVA (sin valor agregado)						VA (real)		NVA (sin valor agregado)																						
	VAC	VAV	TRABAJAR M.O.P.	ESTRIMA	PREPARAR	CONTROL			ALMAC.	VAC	VAV	TRABAJAR M.O.P.	ESTRIMA	PREPARAR										CONTROL	ALMAC.								
1							RECORRER LISTADO DE PRODUCTOS EN PROCESO	1	0	0	1	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	0,15	0,495		1										
2	1			1			PROBIZAR ORDENES QUE SERÁN PINTADAS	10	10	0	0	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	1,5	4,95		1										
3							VERIFICAR PH Y CONCENTRACION DE TIÑAS DE PRETRATAMIENTO	5	0	0	0	0	0	5	0	0,55	disc	6	unidad	0,75	2,475		1										
4							ANALIZAR QUÍMICOS PARA LOGRAR CONCENTRACION ESPERADA	10	0	10	0	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	1,5	4,95		1										
5							PREPARAR PARTES A PROCESAR	15	0	0	0	0	15	0	0	0,55	disc	6	unidad	2,25	7,425		1										
6							REVISAR PLANOS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO A PROCESAR	3	0	0	0	0	0	3	0	0,55	disc	6	unidad	0,45	1,485		1										
7							VERIFICAR QUE LOS PRODUCTOS ESTEN COMPLETOS	20	0	0	0	0	0	20	0	0,55	disc	6	unidad	3	9,9		1										
8							COLEGAR PARTES POR ORDENES DE PRODUCCION	120	0	120	0	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	18	59,4		1										
9							SECAR PRODUCTO QUE TIENE SOBRECALCULACIÓN DE AGUA	30	0	0	0	0	30	0	0	0,55	disc	6	unidad	4,5	14,85		1										
10							REALIZAR LIMPIEZA DE CAJAS Y DE MANOJAS DE PINTURA	60	0	60	0	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	9	29,7		1										
11							CARGAR PINTURA EN MANOJAS DE PINTURA	10	0	10	0	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	1,5	4,95		1										
12							PROGRAMAR MAQUINAS SEGUN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	5	0	0	0	0	5	0	0	0,55	disc	6	unidad	0,75	2,475		1										
13	1						PINTAR PARTES Y ESTRUCTURAS	120	120	0	0	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	18	59,4		1										
14							DESCOLGAR PARTES Y ESTRUCTURAS PINTADAS	120	0	120	0	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	18	59,4		1										
15							VERIFICAR ASPECTO DE PINTURA	8	0	0	0	0	0	8	0	0,55	disc	6	unidad	1,2	3,96		1										
16							VERIFICAR CAPA DE PINTURA	10	0	0	0	0	0	10	0	0,55	disc	6	unidad	1,5	4,95		1										
17							TRANSPORTAR AL AREA ASIGNADA DEL PROCESO DE ENSAMBLE	10	0	0	10	0	0	0	0	0,55	disc	6	unidad	1,5	4,95		1										
18							REGISTRAR EN REPORTE DE PRODUCCION	5	0	0	0	0	0	5	0	0,55	disc	6	unidad	0,75	2,475		1										
TOTALES								562	130	320	11	0	0	50	51	0	total individual	84,3	270,19														
PERCENTAJES								23%	57%	2%	0%	9%	9%	0%				minutos total efectivos	5,45	85,64	14,85	103,05	75,74										
VA	39%		11%	0%	17%	33%	0%	VA	80%			0%	9%	9%	0%		porcentaje carga	0,03%	0,41%	0,07%	0,91%	0,36%											
NVA	61%						18	NVA	20%																								

PROCESO: PINTURA

JORNADA DE TRABAJO

HORA LABORABLES	22
TIEMPO LABORABLE	2
TOTAL MINUTOS AL MES LABORABLES	21120
PRODUCTIVIDAD	90%

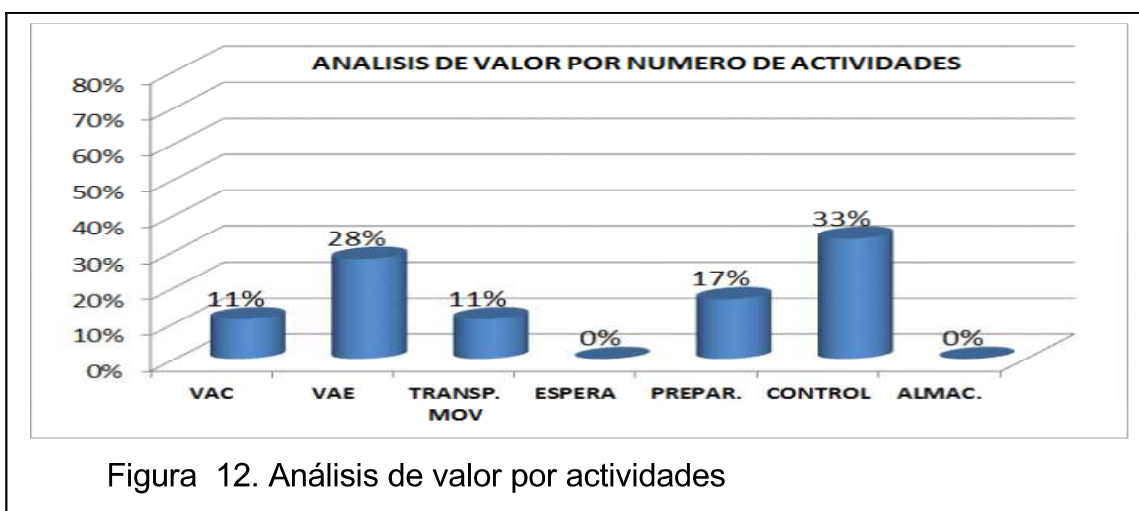
VOLUMEN DE PRODUCCION

TOTAL TABLEROS/ MES	40
NUMERO DE TABLEROS/ MES	8
LOTES ANALIZADOS	6
PIEZAS DE LOTE	54
EFICIENCIA (PPT/PR)	100

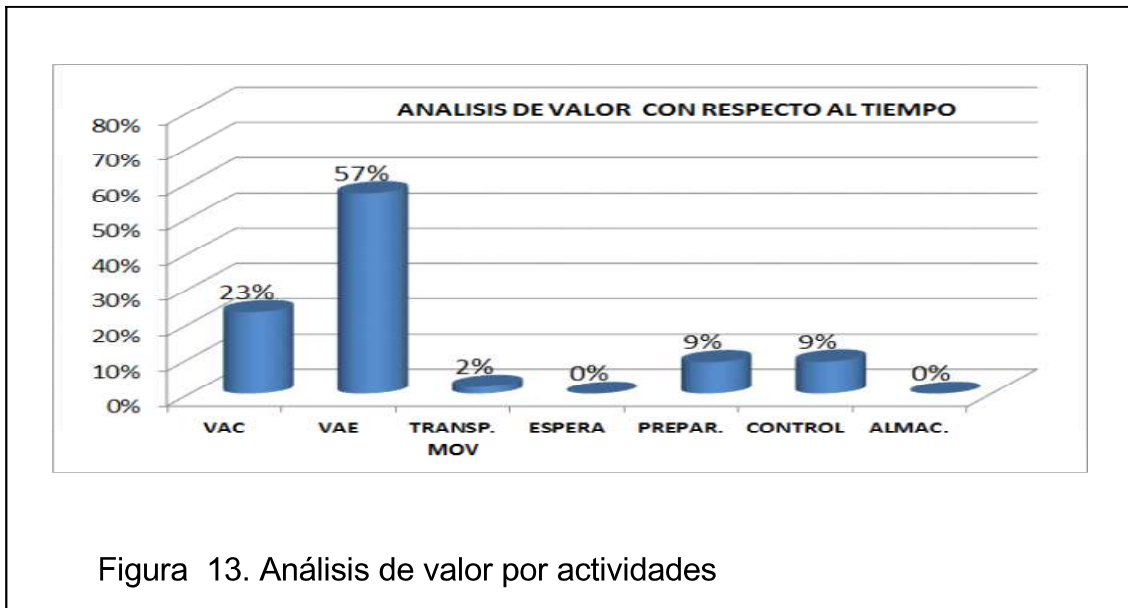
1	1	1	3	1
FIGURAS				

3.1.4 Mejoramiento del índice de valor agregado en el proceso de pintura electrostática

Como se observa en la tabla 15, el análisis de las actividades y sus tiempos de realización determinan que aquellas que se enfocan en la preparación y el control, son las que toman mayor tiempo entre las acciones que no agregan valor; estas actividades disminuyen la productividad, aumentan los costos y en general el cliente no está dispuesto a pagar por ellas.



La preparación y el control excesivo son parte de los desperdicios mortales para una planta de producción, en el caso del proceso de pintura vemos que la preparación se lleva el 17% del total de las actividades que no agregan valor y el control el 33%. En cuanto al tiempo de realización, la preparación y el control ocupan el 9% del tiempo de las actividades que no agregan valor.



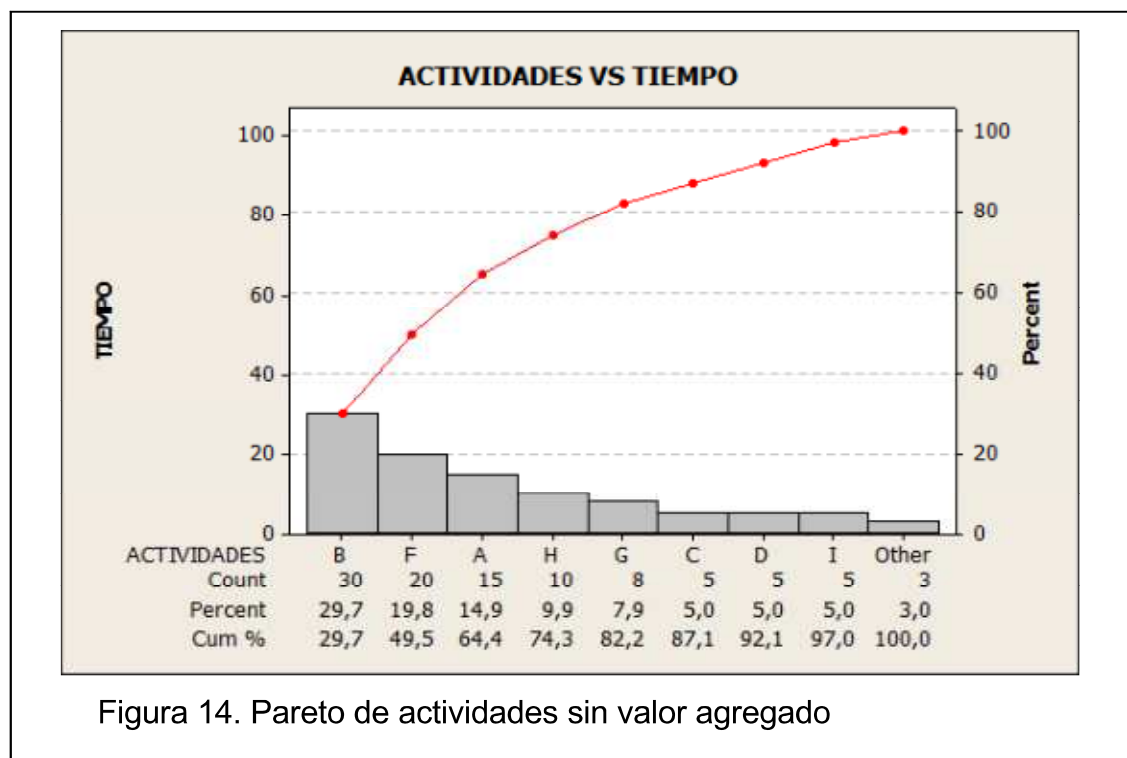
El uso de la metodología DMAMC es una de las alternativas de SEIS SIGMA que permite reducir o eliminar los efectos indeseables presentes en los procesos.

3.1.4.1 Fase Definir

En esta fase se identifica el problema que se espera resolver y se lo delimita. A través de un análisis de Pareto, se define el foco de mejora que permitirá determinar la actividad más crítica que origina el desperdicio en este proceso productivo.

Tabla 16. Actividades de control y preparación que no agregan valor

ACT	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
A	PREPARAR PARTES A PROCESAR	15
B	SECAR PRODUCTO QUE TIENE SOBRECUMULACIÓN DE AGUA	30
C	PROGRAMAR MAQUINAS SEGÚN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	5
D	VERIFICAR PH Y CONCENTRACIÓN DE TINAS DE PRETRATAMINETO	5
E	REVISAR PLANOS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO A PROCESAR	3
F	VERIFICAR QUE LOS PRODUCTOS ESTEN COMPLETOS	20
G	VERIFICAR ASPECTO DE PINTURA	8
H	VERIFICAR CAPA DE PINTURA	10
I	REGISTRAR EN REPORTE DE PRODUCCIÓN	5



De acuerdo al Pareto se puede determinar el foco de mejora en las actividades siguientes:

- Secar producto con sobre acumulación de agua (ACT- B).
- Verificar que los productos estén completos (ACT-F).
- Preparar partes a procesar (ACT-A).
- Verificar capa de pintura (ACT- H).

Estas actividades ocupan aproximadamente el 80% del tiempo que no agrega valor.

Si se cuantifica el tiempo total de estas actividades, se observa que éstas ocupan alrededor de 75 min del tiempo de labor de los operadores por cada lote producido, si se fabrican aproximadamente 15 lotes por día, se puede decir que al año se pierden 4950 horas hombre, si la hora hombre tiene un valor aproximado de \$4 dólares, sólo en estas cuatro actividades se pierde \$19800 dólares al año.

Adicionalmente falta cuantificar el tiempo en que la máquina está encendida sin realizar trabajo alguno, consumiendo energía eléctrica y GLP (gas licuado de petróleo) para mantener los hornos a la temperatura adecuada, por otro lado se evidencia la reducción de la velocidad de la maquinaria para realizar la actividad de verificación de las partes del producto y preparar las partes a procesar, esto genera una pérdida del tiempo programado de producción de la máquina de aproximadamente 35 min por lote; en 15 lotes al día se tiene 2310 horas maquina al año, con un costo de \$12.50 dólares la hora/maquina se está perdiendo alrededor de \$28875 dólares al año.

Este valor total de \$48675 dólares corresponde a cuatro actividades que no agregan valor. Algo que no se ha contabilizado son los costos ocultos que se puedan presentar como por ejemplo: lo que se dejó de producir y que desencadena en lo que se pudo dejar de vender; en todo caso este valor da una referencia vital de la importancia de reducir o eliminar las actividades que no agregan valor.

Las actividades "B" y "F" representan un 50% del total de actividades que no agregan valor y representan una oportunidad de mejora.

Por lo tanto, el objetivo será el siguiente:

OBJETIVO: Reducir el tiempo de realización de las actividades B y F. de 50 a 35 minutos

3.1.4.2 Fase Medir

En esta fase se establecen las variables a medir, que están afectando directamente al proceso e incidiendo en a la capacidad del mismo.

Se realiza la medición de las dos actividades más críticas del proceso, las cuales fueron monitoreadas a través del uso de una muestra, la misma que fue determinada a través de la siguiente ecuación N°6(Lind, 2004, p.420).

$$\text{Tamaño de muestra } (n) = \frac{k^2 Npq}{e^2(N-1) + k^2pq} \text{ (Ecuación 6)}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

k= Constante que depende del nivel de confianza que asignemos para un nivel del 95% se usa 1,96 de acuerdo a una distribución normal.

N= Tamaño de la población o universo 40 órdenes de producción.

p= Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio, para el caso 0,5

q= Proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio, para el caso 0,5

e= Error muestral deseado en tanto por uno 5%

Para el presente estudio el tamaño de muestra es de 36 órdenes de producción.

Utilizando el software Minitab se verificó que los datos obedezcan a una distribución normal; adicionalmente se estableció la capacidad del proceso.

Los límites de control de la variable de estudio (tiempo de desarrollo de la actividad “B” y “F”) son determinados de acuerdo a la ecuación N° 7 y 8(Lind, 2004, p.425):

$$\text{Limite de control superior (LSC)} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R} \text{ (Ecuación 7)}$$

$$\text{Limite de control inferior (LIC)} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R} \text{ (Ecuación 8)}$$

Dónde:

LSC es el límite superior de control.

LIC es el límite inferior de control.

A_2 = Constante que se usa para calcular los límites inferior y superior, con base en la amplitud de variación promedio, y que representa a 0.577 según anexo A.

$\bar{\bar{X}}$ = Media de medias muestrales, en este caso se toma una muestra de 5 observaciones en un lote de 35 unidades.

\bar{R} = Media de las amplitudes de variación de la muestra, diferencia entre los valores mayor y menor de cada muestra.

El resultado sería:

Actividad “B”

$$LSC = 27.1 + 0.577 * 21.6$$

$$LSC = 39.5 \text{ min}$$

$$LIC = 27.1 - 0.577 * 21.6$$

$$LIC = 14.63 \text{ min}$$

Actividad “F”

$$LSC = 17.8 + 0.577 * 20$$

$$LSC = 29.43 \text{ min}$$

$$LIC = 17.8 - 0.577 * 20$$

$$LIC = 6.26 \text{ min}$$

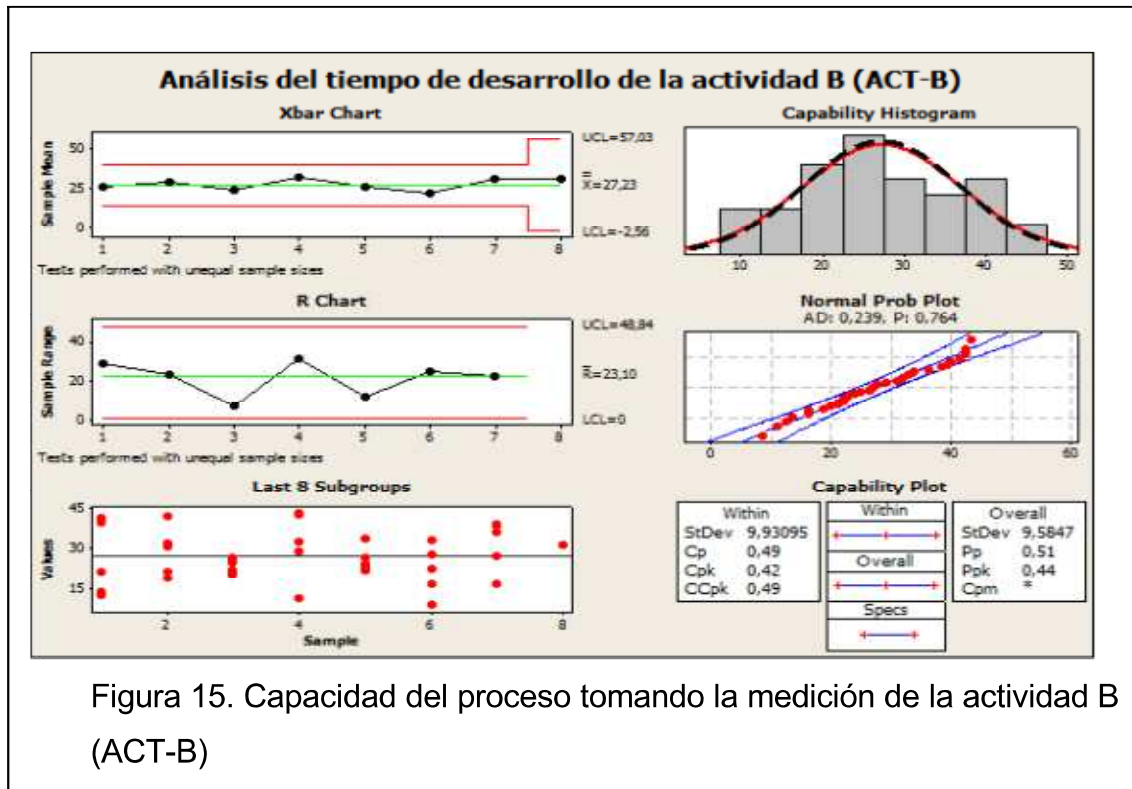


Figura 15. Capacidad del proceso tomando la medición de la actividad B (ACT-B)

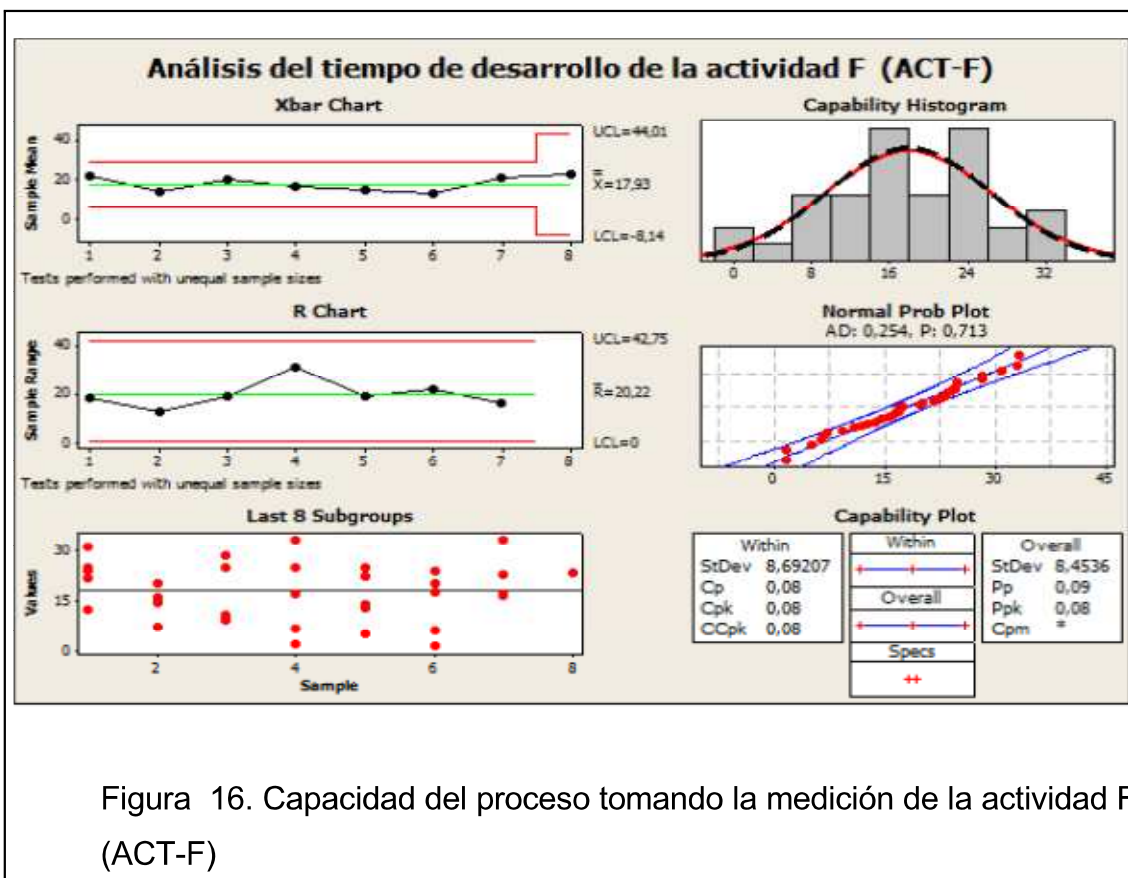


Figura 16. Capacidad del proceso tomando la medición de la actividad F (ACT-F)

La realización de estas actividades no tienen un tiempo establecido o recomendado por fabricante o empresas del mismo ramo, sin embargo se confirma en este análisis de una muestra representativa de la población que las actividades “B” y “F” mantienen valores promedios muestrales de 27.23 (min) y 17,93 (min) respectivamente, estos valores son altos y como se vio en la Fase definir representa un valor económico apreciable para la organización debido a que sumadas representan 45,16 (min) promedio por lote.

3.1.4.3 Fase Analizar

Para este análisis se utiliza un estudio del efecto no deseado y sus posibles causas. El diagrama de causa efecto más conocido como espina de pescado o de Ishikawa, es uno de los más recomendados. En las figuras 17 y 18, se realizan los análisis de las causas que pueden generar el efecto indeseado conocido como actividad “B” y “F”

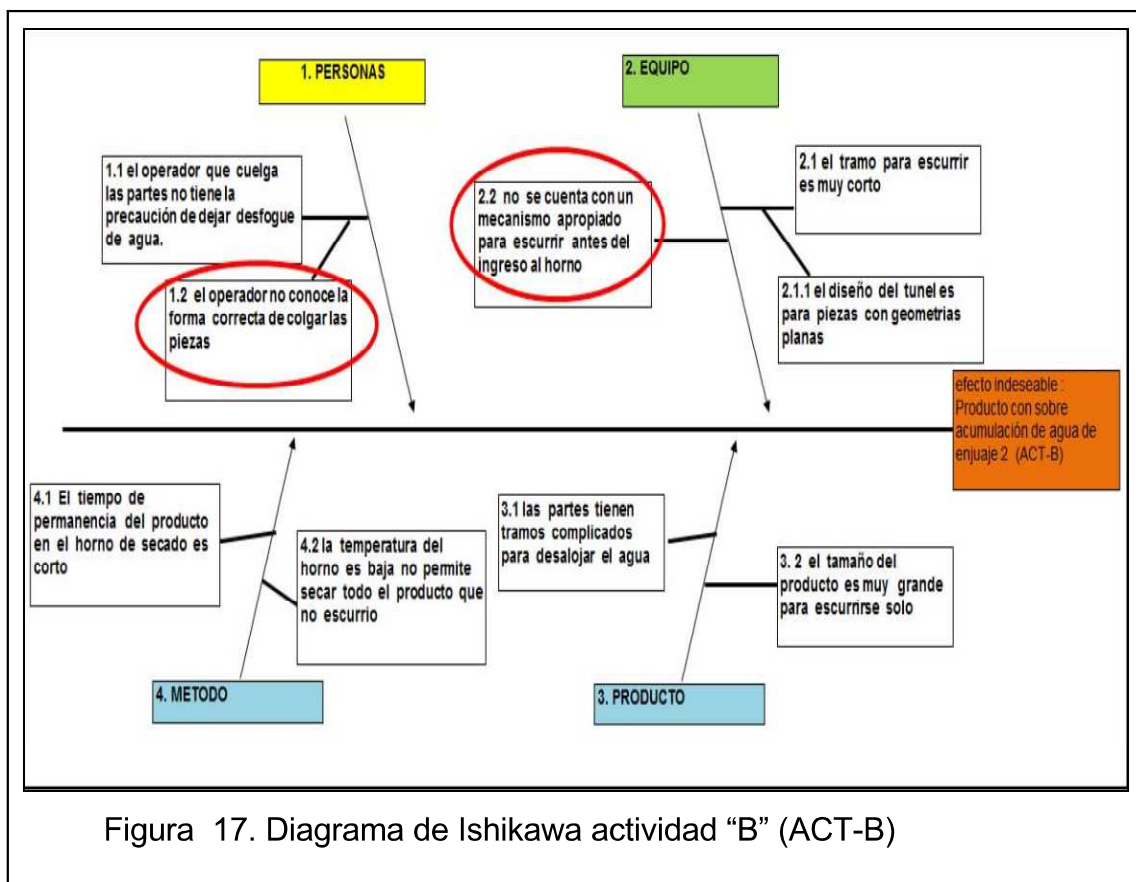
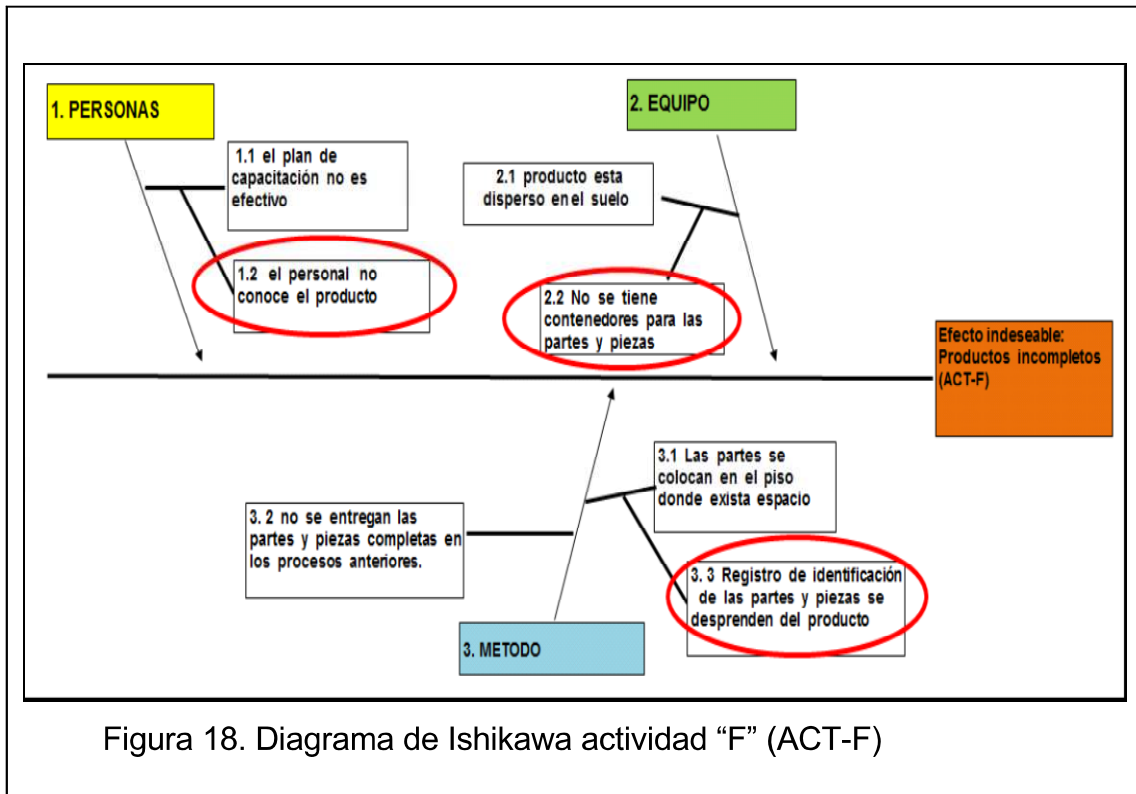


Figura 17. Diagrama de Ishikawa actividad “B” (ACT-B)



En las causas determinadas se puede resaltar las siguientes:

Actividad "B"

- 1.2 El operador no conoce la forma correcta de colgar las piezas.
- 2.2 No se cuenta con un mecanismo apropiado para escurrir la pieza antes del ingreso al horno de secado.

Actividad "F"

- 1.2 El personal no conoce el producto.
- 2.2 No se tiene contenedores para las partes y piezas.
- 3.3 El registro de identificación de las partes y piezas se desprende del producto.

3.1.4.4 Fase Mejorar

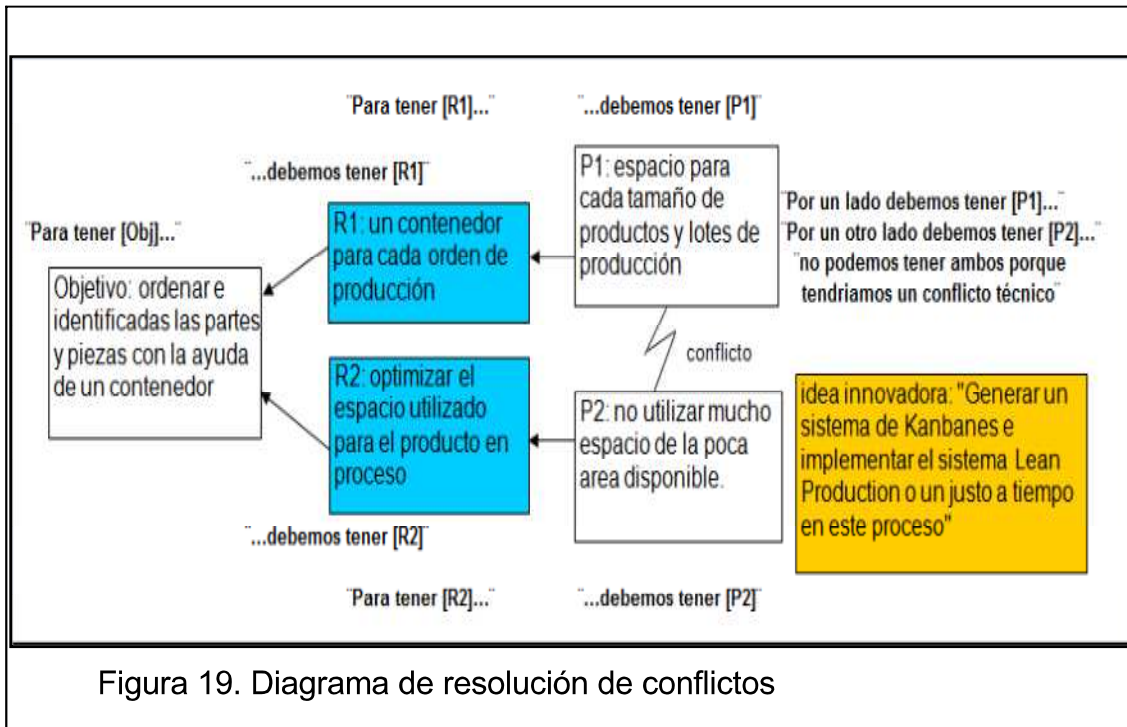
Del análisis anterior se puede determinar que las causas cualitativas que ocasionan las actividades que no agregan valor “B” y “F” se centran en tres principales:

- Falta de conocimiento del producto por parte de los operadores.
- No se tiene contenedores para organizar las partes y piezas a procesar.
- No se tiene un mecanismo adecuado para escurrir la pieza antes del ingreso al horno de secado.

La solución para la primera causa es establecer un intenso plan de capacitación en los aspectos de conocimiento del producto y procedimientos del proceso de pintura electrostática.

La solución para la segunda causa, a primera vista sería construir contenedores para las partes y piezas que son parte de un producto y de una orden específica, pero se deberá tomar en cuenta el espacio físico para ubicar los contenedores, la cantidad de órdenes en proceso, la forma y volumen de las partes y piezas.

Tomando en cuenta lo dicho, se presenta un conflicto debido a que si se construyen contenedores, no se tiene el espacio para colocarlos en el proceso de pintura, por lo que se ve la necesidad de utilizar la herramienta de solución de conflictos siguiente.



Por lo tanto la propuesta es, establecer un Sistema de "Kanbanes" e implementar el sistema "Lean Production" o uno justo a tiempo en la entrega de las partes y piezas de los productos en este proceso.

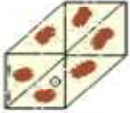

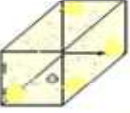
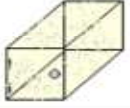
Para la tercera causa luego de realizar una lluvia de ideas con los operadores del proceso de pintura electrostática, se obtuvieron ideas innovadoras que podrían implementarse, entre las que se tiene: ampliar el ducto del túnel de enjuague y colocar un dispositivo perimetral de inyección de aire comprimido, lo que permitirá soplar el exceso de agua en las partes y piezas.

3.2 Determinar los criterios de calidad del producto

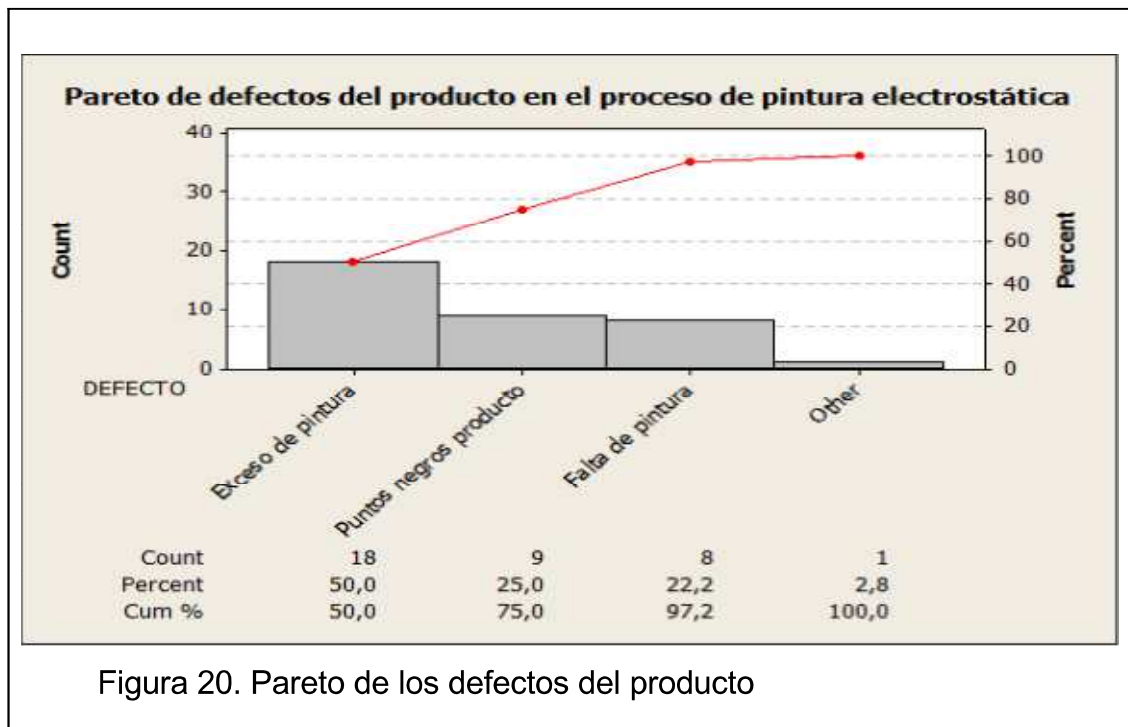
Los productos fabricados por la empresa deben cumplir con la normativa técnica INEN NTE2568 en el punto 8.1.2 (2010, p.15) que menciona "Para tableros, gabinetes, cajas de paso, cajas de alumbrado, racks y accesorios de racks, el proceso de protección superficial se lo debe realizar con pintura en polvo electrostática con un espesor mínimo de 60 μm ."

Adicionalmente existen especificaciones internas de características cualitativas que se enfocan en la apariencia que deberá tener la pintura sobre el producto y que se constituyen como criterios de calidad, entre ellos se pueden mencionar los de la tabla 17.

Tabla 17. Deméritos de calidad del producto pintado

PROCESO	ITEM	DEFECTO	GRÁFICO
PINTURA	1.-	Quemadura del producto dando un color rojizo	
	2.-	Puntos negros en producto	
	3.-	Exceso de pintura en el producto	
	4.-	Falta de pintura en el producto	

Se han analizado los defectos de la tabla anterior y se ha podido determinar un Pareto que muestra el impacto en el producto en una muestra de 36 tableros de un universo de 40 unidades al mes según la ecuación N°6.



Como se observa en el gráfico anterior el exceso de pintura es uno de los principales problemas y representa el 50% de los defectos, por alcance de esta investigación se focalizara el análisis en el defecto más crítico. El espesor de capa es el factor respuesta que se toma para identificar la mejora en este proyecto.

Por lo tanto el objetivo es el siguiente:

OBJETIVO: Reducir el exceso de pintura depositado en las partes y piezas de los tableros metálicos de 90 μm a 75 μm .

3.2.1 Medición del estado actual de las características del producto

Este punto se centra en la característica técnica definida por la norma INEN que exige que la pintura tenga un espesor mínimo de 60 μm .

La norma INEN no exige un valor máximo de depósito de pintura electrostática en el material base ya que en teoría si la pintura tiene mayores concentraciones en niveles de 120 a 130 μm la característica de resistencia a la corrosión aumenta, pero esto también puede generar problemas como desprendimiento de la pintura por exceso de capa.

Para esta fase se realizó varias rondas de mediciones de la capacidad del proceso, para lo que fue necesario definir la muestra de tal manera que permita inferir con un nivel de confianza del 95%.

La misma fue determinada a través de la ecuación N°6.

$$n = \frac{1.96^2(360)(0.5)(0.5)}{0.05^2(360 - 1) + 1.96^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 186$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra

k= Constante que depende del nivel de confianza que asignemos para un nivel del 95% se usa 1,96 de acuerdo a una distribución normal.

N= Tamaño de la población o universo 360 partes y piezas constitutivas de tableros que representa un total de 40 tableros mes.

p= Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio, para el caso 0,5

q= Proporción de individuos que no poseen en la población la característica de estudio, para el caso 0,5

e= Error muestral deseado en tanto por uno 5%

Por lo tanto el tamaño de la muestra es de 186 partes y piezas, que se aproximaron por efectos de cálculos a 200 mediciones, las cuales dieron como resultado los datos de la figura N° 21.

Los límites de control han sido definidos a través del uso de las ecuaciones N° 7 y 8.

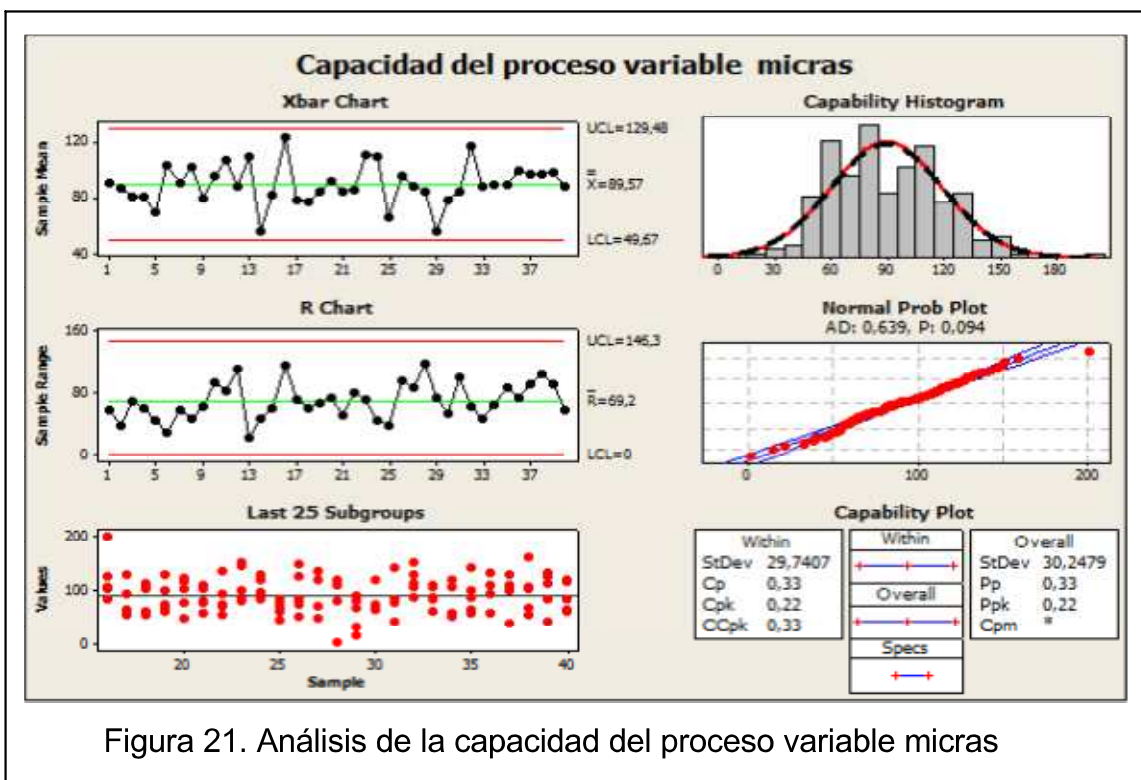
$$LSC = 89.57 + (0.577 * 69.23)$$

$$LSC = 129.5 \mu\text{m}$$

$$LIC = 89.57 - (0.577 * 69.23)$$

$$LIC = 49.62 \mu\text{m}$$

La organización ha definido en su norma interna el límite de control inferior de 70 μm , valor por encima de la norma INEN, con el objeto de garantizar el adecuado recubrimiento del producto y la satisfacción del cliente, por lo tanto para el análisis de la capacidad del proceso se establecerá este valor como límite inferior de control (LIC).



Como se observa en el gráfico anterior, el proceso muestra una distribución normal con una desviación estándar de 29,7 micras, y una media de 89,57 micras, se aprecia que la capacidad del proceso $C_p=0,33$ y $C_{pk}=0,22$ esto indica que el proceso está por fuera de las especificaciones requeridas.

En el siguiente gráfico se puede observar que las mediciones están muy por fuera de los límites de control inferior y superior y que la curva está lanzada sobre la izquierda de la media ideal; esto refleja que el proceso está fuera de control.

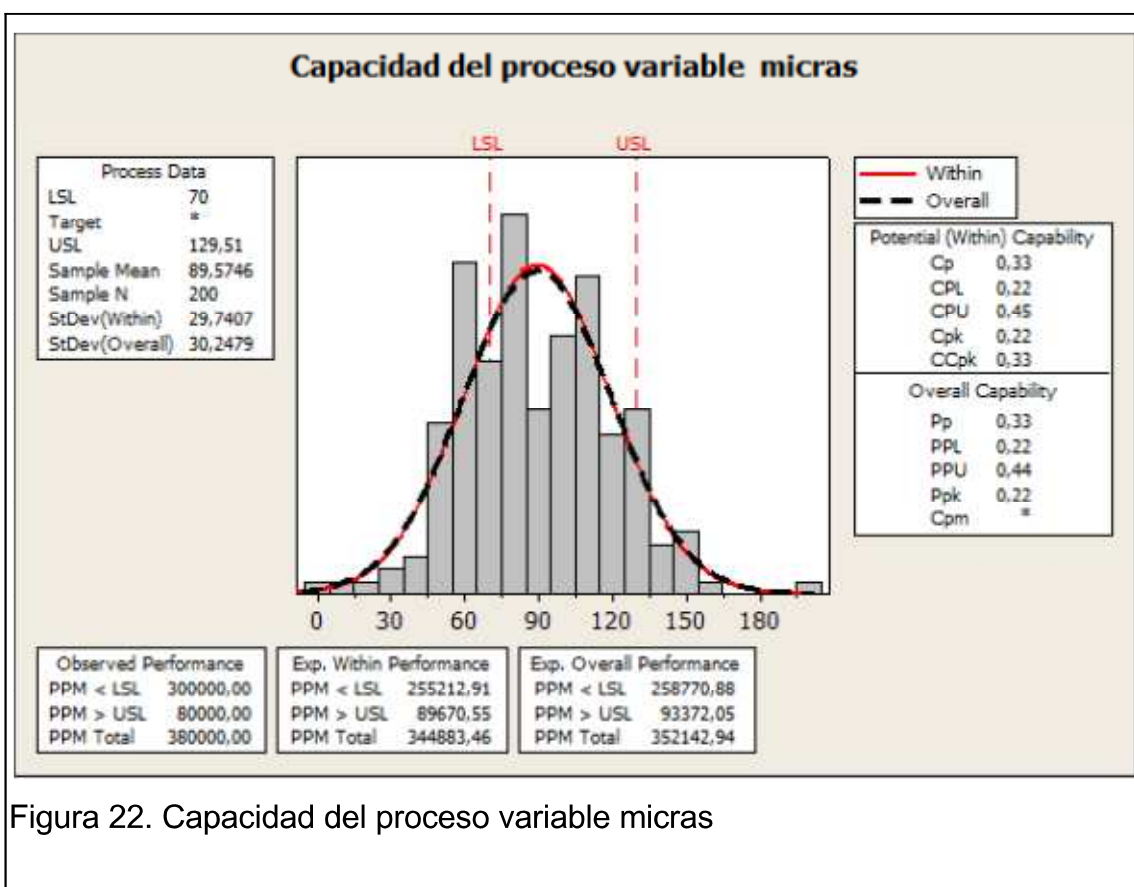


Figura 22. Capacidad del proceso variable micras

3.2.2 Analizar los factores que ocasionan esta variabilidad.

- **Identificar causas potenciales**

En este punto se determina las causas raíces que ocasionan la dispersión; para el efecto se utiliza la herramienta multivari la cual permite determinar

hasta cuatro posibles factores (x) que influyen sobre la respuesta (y) que en este caso es el espesor (en micras) de pintura en el producto. Las familias de variación contendrán tres posiciones, una por cada lote analizado.

Los factores considerados son los siguientes:

- Presión del flujo de aire en la pistola.
- Espesor de capa de pintura acumulada en los ganchos y rieles
- Flujo de aire
- Velocidad de la línea

Es importante resaltar que los factores de control seleccionados fueron escogidos de entre otros de acuerdo a la realización de una lluvia de ideas con los operadores más experimentados del proceso de pintura electrostática.

En este método se combinan las variables de tal forma que permitan analizar sus principales iteraciones reflejadas en la respuesta (y). Para realizar el experimento se tiene que calibrar los factores cada vez que se realiza el producto.

Al final se obtiene de los factores antes mencionados la combinación que menos afecta a la variación de la respuesta (y).

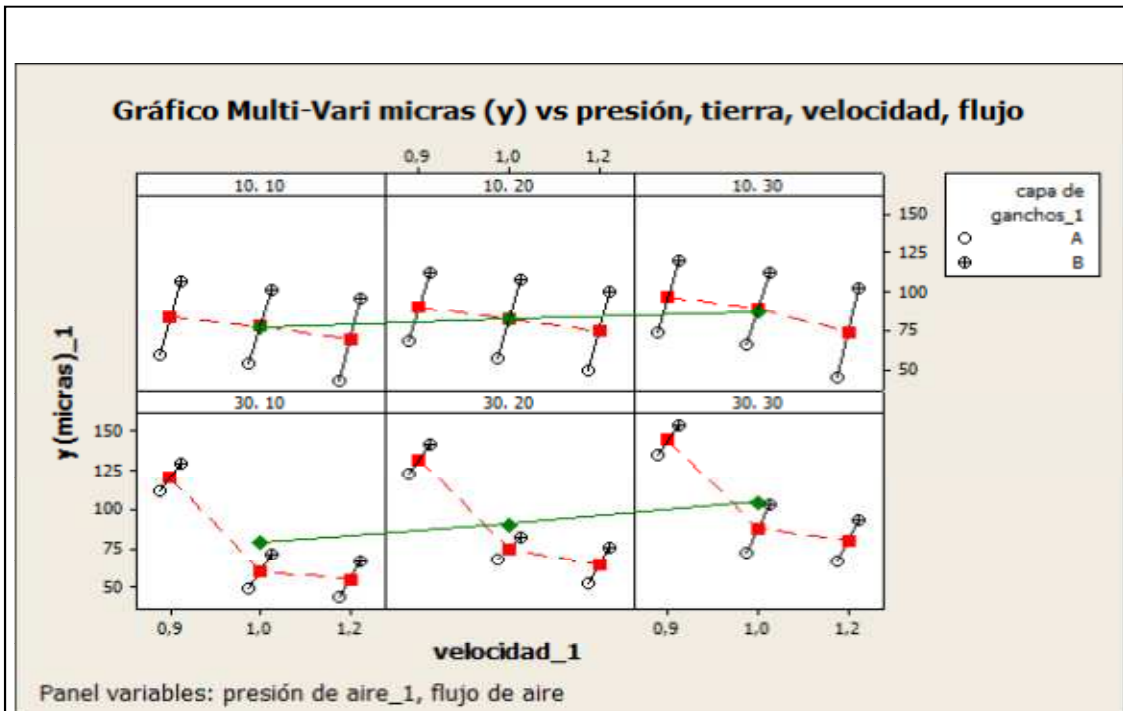


Figura 23. Multi-Vari micras (y) vs factores de control

- a. Nota aclaratoria, para la realización de este experimento se tuvieron que efectuar 36 combinados de factores.

- **Seleccionar causas primarias**

Como se observa en la figura 23, la variación del flujo de aire entre 10, 20 y 30 (psi) hace que la media de la respuesta del espesor de pintura (y) aumente de un promedio de 75 micras, a un promedio de 90 micras, esto indica que el flujo de aire afecta al espesor de pintura pese a que se tengan contaminación en los ganchos.

La contaminación de los ganchos es la formación de una capa de pintura endurecida la cual se le ha denominado alta (A) o baja (B) y que en teoría no permite un adecuado depósito de la pintura en el material base.

La velocidad de 0,9; 1,0 y 1,20 m/min permite que la media de la respuesta (espesor de la capa en micras) disminuya; y combinado con la contaminación

de los ganchos alta (A) o baja (B) puede ocasionar variación en la respuesta (y), debido a que a mayor velocidad y mayor contaminación, la capa es menor al valor aceptable.

La presión de aire en la pistola va de 10 a 30 (psi). Se puede apreciar que a mayor presión de aire en la pistola, el espesor de la capa de pintura en micras (y), es mayor; pero en interacción con los otros factores, es menor.

Por tanto, los factores principales que causan efectos en la respuesta buscada son:

- flujo de aire en la pistola.
- Velocidad de la línea

3.2.3 Mejoramiento del producto a través de la aplicación de las acciones propuestas

- **Generar/Seleccionar soluciones**

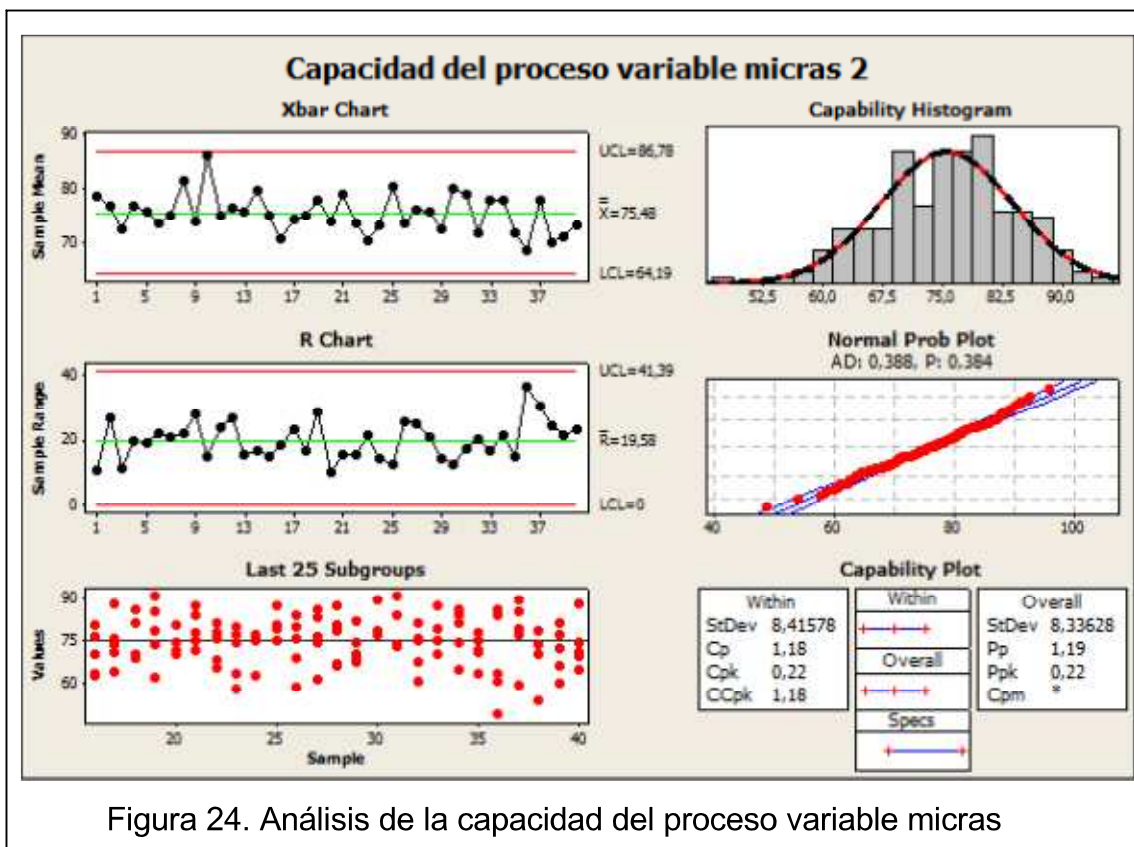
Al tener definidos los factores de control que mayor afectación tienen en la respuesta una de las soluciones planteadas es que los factores se calibren a los siguientes valores:

- ✓ flujo de aire en la pistola (20 psi)
- ✓ Velocidad de la línea (1 m/min)
- ✓ Presión de aire en pistola (10 psi)
- ✓ Espesor de capa de pintura en ganchos (B)

- **Validar Soluciones**

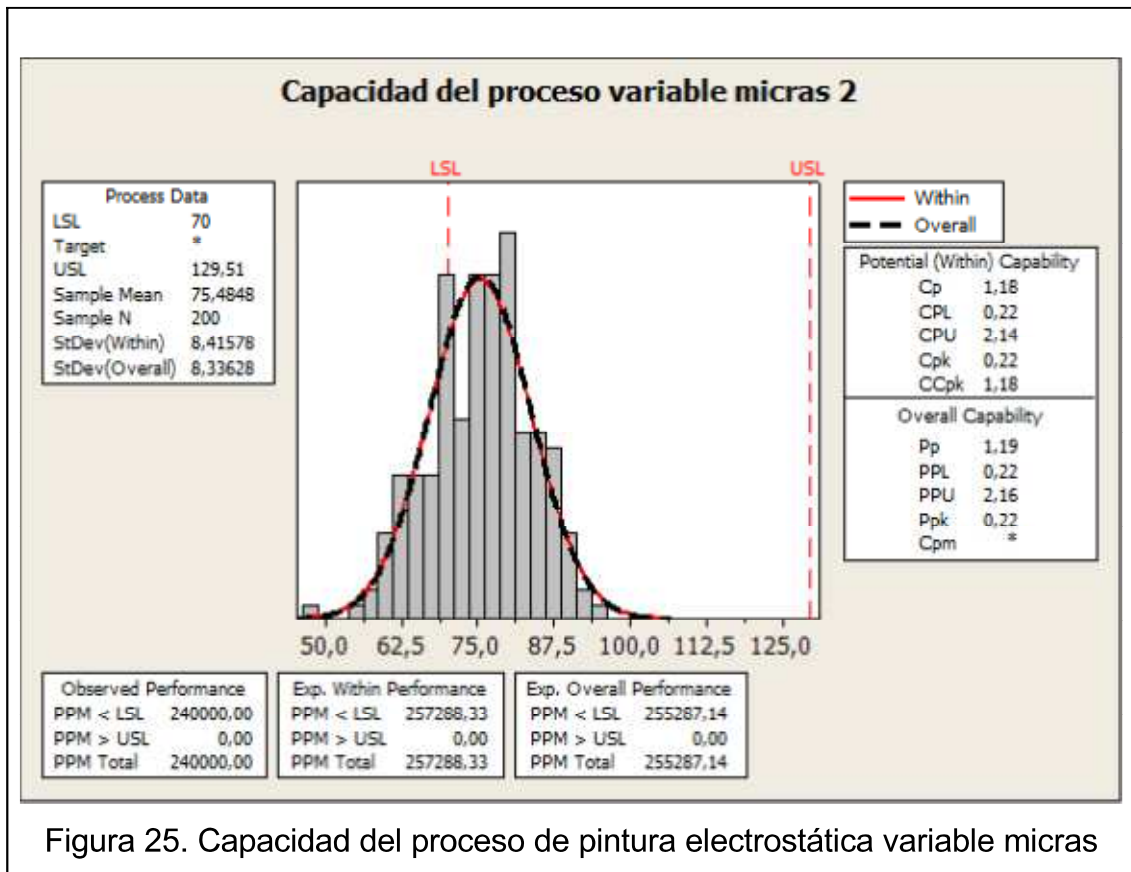
Para validar la solución propuesta, se establece un nuevo análisis de capacidad del proceso el cual muestra los resultados trabajando con los valores anteriores.

Para esta validación se ha utilizado el mismo tamaño muestral de la fase de medición y adicionalmente se mantienen los límites de control calculados inicialmente.



En la figura 24, se puede observar que el valor de la desviación estándar disminuyó de 29,7 micras a 8,4 micras; adicionalmente se aprecia una considerable reducción de la media, de 89,57 micras a 75,48 micras.

Con respecto a la variabilidad, en la figura 25, se observan que los valores de CP mejoraron de 0,33 a 1,18 y el Cpk se mantuvo en 0,22 indicando que la dispersión del proceso se redujo y que el proceso está más controlado.



3.2.4 Control de cambios y estandarización

Los controles que se implementarán en este proceso, para lograr mantener el resultado obtenido, se enfocará en el establecimiento de especificaciones técnicas y un riguroso plan de capacitación de los operadores, ya que se debe recalcar que en el análisis no fue tomado en cuenta el ruido o variabilidad que podría introducir el operador en la medición. Se ha intentado hacer que los factores se calibren de la forma más óptima de manera que sean lo más robustos posibles para los casos que aparezcan factores que estén fuera del control del proceso.

La especificación que se deberá utilizar para el proceso de pintura electrostática de los tableros es la siguiente:

Tabla 18. Especificación técnica de pintura (tableros)

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA	TABLEROS	RACKS	GABINETES
Amperaje Tunel	220AMP		
Velocidad Cadena (m/min)	1.0		
Temperatura Horno Secado	60° a 100°		
Temperatura Horno infrarrojo	180° a 200°		
Temperatura Horno convencional	180° a 200°		
Flujo de polvo (PSI)	20		
Presión de pistola (PSI)	30		
contaminación de ganchos y rieles	Baja		
Entrada de aire al equipo	80 psi		
Rendimiento de ácido de agua	PH	7 Nominal	
(PH)	PH	5 Mínimo	
	Carga Actual (kg)	Max 230	Acides Libre Max 2.4 Nominal 1.8 Min 1.8
		Nominal 230	
		Min 215	
<u>Descarga de Agua de Enjuagues</u>			
A la Planta Tratamiento		4.5 a 5PH	
		Max 5.7	Relacion de Acides 2 Max 2.3 Nominal 2 Min 1.8
Acides fosfatizante 3DF	Acides Total 1.8	Nominal 4.8	
		Min 4.7	
	80	Máximo	90 Máximo
Micras Pintura BEIGE	Nominal	75	NEGRO Nominal 80
		70 Mínimo	70 Mínimo

Adaptado del Sistema de Gestión de Calidad de empresa de Estudio2011

CAPÍTULO IV

4 PERSPECTIVA DE MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD PARA EL TRABAJADOR EN EL PROCESO DE ESTUDIO

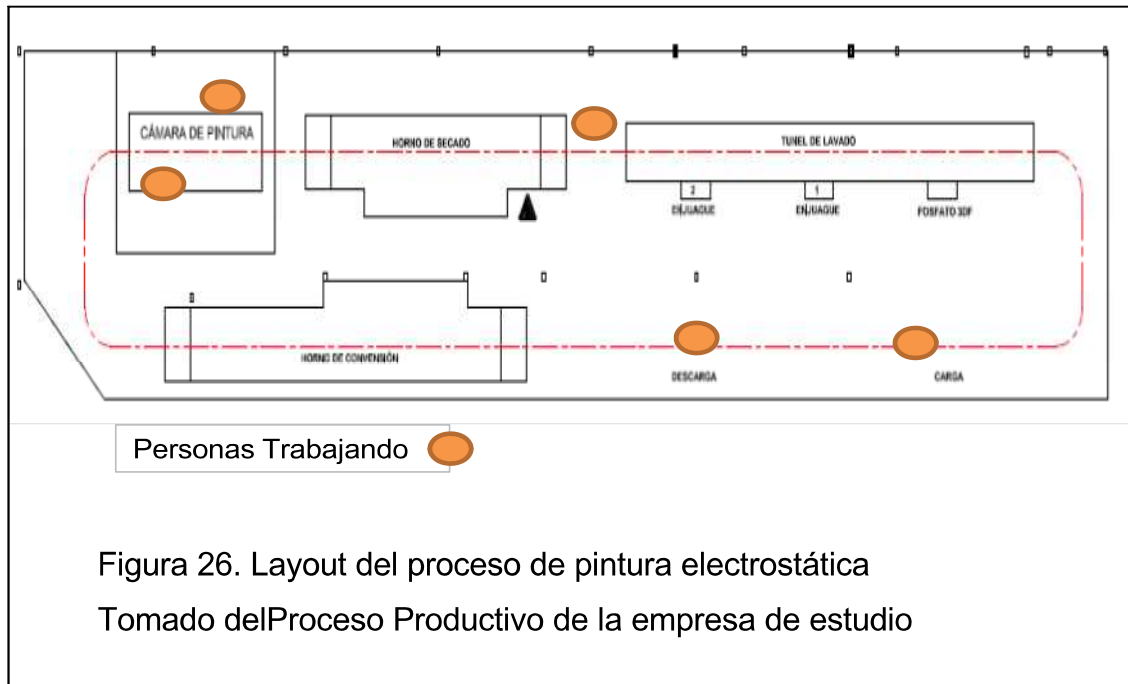
4.1 Área de Seguridad

4.1.1 Determinación de riesgos en el proceso de pintura electrostática

La seguridad de los trabajadores que realizan una actividad es fundamental ya que podría generar incidentes o accidentes que atenten contra su salud o su vida, sin dejar de lado las consideraciones legales y económicas que se relacionan con este tipo de siniestros.

Para determinar los riesgos del proceso de pintura electrostática se utiliza el método simplificado NTP-330 durante la inspección y verificación visual en la planta industrial, específicamente en el proceso de pintura.

Para realizar el análisis se requiere conocer el layout del proceso de estudio, lo que permite identificar la posición actual de los operadores y tener una mejor comprensión del riesgo de exposición:



A continuación se describe cada área del proceso:

4.1.1.1 Área de carga

Es la parte del proceso donde se cuelgan los productos en el transportador. La altura de la cadena es de 2,2 metros y la altura hasta la riel que soporta el producto es de 1,7 metros.

Las actividades de mantenimiento rutinario y frecuencia con la que se realizan en este punto, son las siguientes:

- ✓ limpieza de los ganchos y rieles del exceso de pintura seca acumulada en ellos, esta labor la realizan con martillo. Tiempo utilizado 0,16 horas/día.
- ✓ limpieza de las boquillas y tinas de desengrase y fosfatado; esta labor la realizan con escobas de plástico, bomba centrifuga. Tiempo utilizado 4 horas/mes.

- ✓ limpieza y pulido de ligeras fallas de las partes y piezas del producto antes de ser colgada; el operador utiliza una máquina neumática para el pulido y lijado. Tiempo utilizado 1 hora/día.
- ✓ Control de la concentración del producto químico utilizado para el desengrase y fosfatado lo que obliga a tomar muestras del producto, hacer los análisis de laboratorio y recargar el químico que sea necesario para corregir la concentración, utiliza jarra de plástico, vaso de precipitación, pipeta, ph-metro digital. Tiempo utilizado 0,5 horas /día.

Los tiempos de realización de la actividad de colgado es de 8 horas/día.

El operador se mueve constantemente alrededor del área en un radio de 3 metros.

En esta área solo trabaja una persona a la vez, pero no existe división física con respecto al operador que descuelga el producto, el cual se encuentra a 3 metros de la posición del colgador.

Esta parte del proceso utiliza actualmente el siguiente equipo de protección personal (EPP): gafas, guantes de cuero suave, respirador con protección de media cara, botas con punta de acero.

Están presentes elementos como los polvos del pulido que se generan de la corrección que se realiza en las partes y piezas del producto, además en ciertas ocasiones se logra percibir los vapores del producto químico de desengrase y fosfatado ya que se encuentra a 3 metros de distancia del punto de trabajo.

Se cuentan como incidentes ligeras salpicaduras del producto químico en la ropa de trabajo de los operadores. No existen accidentes, ni enfermedades profesionales registradas.

Al momento de colgar las partes y piezas del producto, el operador manipula piezas pequeñas de 1 Kg hasta piezas grandes de aproximadamente 30 Kg. Para este parte del proceso no existe normativa vigente.



Figura 27. Área de carga

Tomado del Proceso Productivo de la empresa de estudio

4.1.1.2 Área de descarga

Es la parte del proceso donde se descuelgan los productos del transportador. La altura de la cadena es de 2,2 metros y la altura hasta la riel que soporta el producto es de 1,7 metros.

Las actividades de mantenimiento rutinario y frecuencia con la que se realizan en este punto, son las siguientes:

- Limpieza de los ganchos y rieles del exceso de pintura seca acumulada en ellos, esta labor la realizan con martillo. Tiempo utilizado 0,16 horas/día.

- Limpieza de las boquillas y tinas de desengrase y fosfatado; esta labor la realizan con escobas de plástico, bomba centrífuga. Tiempo utilizado 4 horas/mes.

Los tiempos de realización de la actividad de descolgado son de 4 horas/día.

El operador se mueve constantemente alrededor del área en un radio de 3 metros.

En esta área solo trabaja una persona a la vez, pero no existe división física con respecto al operador que descuelga el producto, el cual se encuentra a 3 metros de la posición del colgador.

Actualmente se utiliza el siguiente equipo de protección personal (EPP): gafas, guantes de cuero duro, botas con punta de acero.

No están presentes elementos como polvos, vapores, gases.

Se cuentan como incidentes: ligeras quemaduras por el producto que sale del horno de convección por no usar el EPP; no existen accidentes, ni enfermedades profesionales registradas.

Al momento de colgar las partes y piezas del producto, el operador manipula piezas pequeñas de 1 Kg hasta piezas grandes de aproximadamente 30 Kg. Para esta parte del proceso no existe normativa vigente.



Figura 28. Área descarga

Tomado deProceso Productivo de la empresa de estudio

4.1.1.3 Área de secado

Es la parte del proceso donde se secan los productos que están colgados en el transportador. La altura de la cadena es de 2,5 metros, la altura hasta la riel que soporta el producto es de 1,7 metros y la altura del producto es de un promedio de 1,5 metros.

Las actividades de mantenimiento rutinario y frecuencia con la que se realizan en este punto, son las siguientes:

- Limpieza de las boquillas y tinas de desengrase y fosfatado; esta labor la realizan con escobas de plástico, bomba centrifuga. Tiempo utilizado 4 horas/mes.

Los tiempos de realización de la actividad de secado son de 4 horas/día.

El operador se mueve constantemente alrededor del área en un radio de 1 metro.

En esta área sólo trabaja una persona a la vez, pero no existe división física con respecto al operador que descuelga el producto, el cual se encuentra a 3 metros de la posición del secador.

Se utiliza actualmente el siguiente equipo de protección personal (EPP): gafas, guantes de nitrilo, respirador con protección de media cara, botas con punta de acero.

Están presentes elementos como: agua que se genera de los enjuagues que se realiza en las partes y piezas del producto, además en ciertas ocasiones se logra percibir vapores del producto químico de desengrase y fosfatado ya que son residuos del fosfatado que arrastra el agua.

En esta parte del proceso no se cuentan incidentes y no existen accidentes ni enfermedades profesionales registradas.

Para esta parte del proceso no existe normativa vigente.



Figura 29. Área secado

Tomado de Proceso Productivo de la empresa de estudio

4.1.1.4 Cámara de pintura

Es la parte del proceso donde se deposita la pintura electrostática en los productos que están colgados en el transportador. La altura de la cadena es de 2,2 metros, la altura hasta la riel que soporta el producto es de 1,7 metros y la altura promedio del producto es de 1,5 metros.

Las actividades de mantenimiento rutinario y frecuencia con la que se realizan en este punto son las siguientes:

- Limpieza de las boquillas y tinas de desengrase y fosfatado; esta labor la realizan con escobas de plástico, bomba centrifuga. Tiempo utilizado: 4 horas/mes.
- Limpieza de cámara de pintura, del residuo de la pintura electrostática que se da cada cambio de línea; en esta labor utilizan escobas de plástico y aspiradora manual. Tiempo utilizado: 2 horas/cambio de línea.
- Limpieza de ciclones y mangas filtrantes del residuo del polvo de pintura; para esta labor utilizan escobas, aspiradora manual y aire comprimido. Tiempo utilizado: 4 horas/mes.

Los tiempos de realización de la actividad de pintura son de 4 horas/día.

El operador permanece de pie en la cámara de pintura en un espacio de 1 metro cuadrado.

En esta área trabajan dos personas a la vez, existe división física con respecto al resto de áreas.

Se utiliza actualmente el siguiente equipo de protección personal (EPP): respirador con protección de cara completa, botas con punta de acero, guantes de cuero suaves, trajes de pintura impermeables, capucha, pulsera electrostática.

Están presentes elementos como polvo de la pintura electrostática que se generan del remanente que no es retenido por la pieza pintada y que se precipita al suelo.

Se cuentan incidentes como: afecciones dermatológicas en cara y manos, no existen accidentes ni enfermedades profesionales registradas.

Al momento de pintar las partes y piezas del producto el operador manipula la pistola electrostática que tiene un peso de 0,5 kg aproximadamente.

Para este parte del proceso no existe normativa vigente.



Figura 30. Cámara de pintura

Tomado deProceso Productivo de la empresa de estudio

Con la información anterior se procede a verificar e identificar los riesgos relacionados con el proceso de pintura electrostática, se usa el listado de actividades y puestos de trabajos ya definidos, como se muestra en la tabla N°19.

Tabla 19. Listado de actividades por puestos de trabajo

ÁREA / DEPARTAMENTO	PROCESO ANALIZADO (PUESTO DE TRABAJO)	ACTIVIDADES / TAREAS DEL PROCESO
PRODUCCION	SUPERVISION	RECIBIR LISTADO DE PRODUCTOS EN PROCESO
PRODUCCION	SUPERVISION	PRIORIZAR ORDENES QUE SERÁN PINTADAS
PRODUCCION	COLGADOR	VERIFICAR PH Y CONCENTRACIÓN DE TINAS DE PRETRATAMINETO
PRODUCCION	COLGADOR	AÑADIR QUIMICOS PARA LOGRAR CONCENTRACIÓN ESPECIFICADA
PRODUCCION	COLGADOR	PREPARAR PARTES A PROCESAR
PRODUCCION	COLGADOR	REVISAR PLANOS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO A PROCESAR
PRODUCCION	COLGADOR	VERIFICAR QUE LOS PRODUCTOS ESTEN COMPLETOS
PRODUCCION	COLGADOR	COLGAR PARTES POR ORDENES DE PRODUCCIÓN
PRODUCCION	SECADOR	SECAR PRODUCTO QUE TIENE SOBRECUMULACIÓN DE AGUA
PRODUCCION	PINTOR	REALIZAR LIMPIEZA DE CAMARA Y DE MAQUINAS DE PINTURA
PRODUCCION	PINTOR	CARGAR PINTURA EN MAQUINAS DE PINTURA
PRODUCCION	PINTOR	PROGRAMAR MAQUINAS SEGÚN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
PRODUCCION	PINTOR	PINTAR PARTES Y ESTRUCTURAS
PRODUCCION	DESCOLGADOR	DESCOLGAR PARTES Y ESTRUCTURAS PINTADAS
PRODUCCION	DESCOLGADOR	VERIFICAR ASPECTO DE PINTURA
PRODUCCION	DESCOLGADOR	VERIFICAR CAPA DE PINTURA
PRODUCCION	DESCOLGADOR	TRANSPORTAR AL AREA ASIGNADA DEL PROCESO DE ENSAMBLE
PRODUCCION	DESCOLGADOR	REGISTRAR EN REPORTE DE PRODUCCIÓN

Este listado permitirá establecer con mayor claridad los riesgos que pueden darse por puesto de trabajo y permitirá llenar el cuestionario de chequeo de factores de riesgo como se muestra en la tabla N°20.

Tabla 20. Cuestionario de chequeo de factores de riesgo

CUESTIONARIO DE CHEQUEO DE FACTORES DE RIESGOS			
FACTOR	PELIGRO IDENTIFICADO	SI	NO
Riesgos Mecánicos	Caída de personas a distinto nivel		
	Caída de personas al mismo nivel		
	Caída de objetos por desplome o derrumbamiento		
	Caída de objetos en manipulación		
	Caída de objetos desprendidos		
	Obstáculos en el piso	X	
	Choque contra objetos inmóviles		
	Choque contra objetos móviles		
	Golpes/cortes por objetos herramientas		
	Proyección de fragmentos o partículas		
	Atrapamiento por o entre objetos		
Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos			
Atropello o golpes por vehículos			
Riesgos Físicos	Incendios		
	Explosiones		
	Estrés térmico	X	
	Contactos térmicos		
	Contactos eléctricos directos		
	Contactos eléctricos indirectos		
	Exposición a radiaciones ionizantes		
	Exposición a radiaciones no ionizantes		
	Ruido	X	
Vibraciones			
Iluminación	X		
Riesgos Químicos	Exposición a gases y vapores	X	
	Exposición a aerosoles sólidos	X	
	Exposición a aerosoles líquidos		
	Exposición a sustancias nocivas o tóxicas		
	Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas	X	
Riesgos Biológicos	Exposición a virus		
	Exposición a bacterias		
	Parásitos		
	Exposición a Hongos		
	Exposición a Derivados orgánicos		
	Exposición a Insectos		
	Exposición a animales selváticos: tarántulas, serpientes, fieras		
Riesgos Ergonómicos	Dimensiones del puesto de trabajo		
	Sobre-esfuerzo físico / sobre tensión		
	Levantamiento manual de objetos	X	
	Posturas forzadas	X	
	Movimientos repetitivos	X	
	Confort acústico		
	Confort térmico		
	Confort lumínico		
	Calidad de aire		
	Organización del trabajo		
Distribución del trabajo			
Operadores de PVD			
Riesgos Psicosociales	Carga Mental		
	Minuciosidad de la tarea	X	
	Definición del Rol		
	Alta responsabilidad		
	Trabajo a presión	X	
	Turnos rotativos	X	
	Autonomía		
	Interés por el Trabajo		
Relaciones Personales			

A través del uso de las dos tablas anteriores se puede combinar en una sola de resumen la cual permitirá enfocar los riesgos y las acciones a ser tomadas.

Como se observa en la tabla anterior se ha identificado los riesgos presentes en el proceso de pintura en cada uno de los puestos de trabajo. Para esta identificación fue necesario describir las actividades a realizar y fue de gran ayuda el análisis de valor agregado que se elaboró en el Capítulo III, el siguiente paso es la evaluación del riesgo.

4.1.2 Valoración de Riesgos encontrados (Situación crítica - Corrección urgente ó Corregir y adoptar medidas de control).

En esta fase se determina a través del uso del método simplificado NTP-330 los niveles necesarios para determinar por último el grado de intervención en los riesgos encontrados. Esto permite tomar acciones puntuales de forma inmediata como por ejemplo si se cuenta en la evaluación con un riesgo en situación crítica el técnico de seguridad tiene la autoridad de parar el proceso hasta la eliminación del riesgo.

En la tabla N°22, se aprecia que en el área de la cámara de pintura existen riesgos puntuales que podrían afectar al pintor en los factores de riesgos:

- Polvo de pintura electrostática.
- Posición forzada de pie.

Estos factores de riesgo fueron catalogados con un nivel de intervención de **I** y **II** respectivamente que quiere decir que el nivel de riesgo demanda una corrección urgente en la exposición al polvo de pintura electrostática y la adopción de medidas de control en la posición forzada de pie.

El Nivel de deficiencia en todos los casos muestra que en el proceso de pintura electrostática dentro de la organización se cuenta con un proceso de gestión de seguridad establecido, el mismo que ha realizado los debidos seguimientos al personal que allí labora en los aspectos de seguridad y salud ocupacional.

Sin embargo esta evaluación lleva a un nivel de riesgo, con niveles de intervención I y II que quiere decir que el trabajo no debe comenzar hasta que se haya reducido el riesgo y puede ser que para tal reducción se precise recursos considerables, pero el objetivo será que los riesgos se eliminen en un tiempo prudencial y mientras tanto se controle muy de cerca a los operadores expuestos en el aspecto de salud ocupacional.

El proceso no puede parar porque es parte vital del negocio toda la producción pasa por este proceso, por lo que el análisis realizado se enfoca en el nivel de consecuencia la cual muestra que la actividad se categoriza como muy grave (MG), es decir, no llega a niveles de mortal o catastrófica, además se toma en cuenta las acciones preliminares tomadas por la organización al dotar de protección personal al receptor.

Tabla 22. Evaluación de los factores de riesgos por actividades realizadas.

INFORMACIÓN GENERAL			FACTORES DE RIESGO										EVALUACIÓN DEL FACTOR DE RIESGO MAS CRITICO POR ACTIVIDAD														
AREA / DEPARTAMENTO	PROCESO ANALIZADO (PUESTO DE TRABAJO)	ACTIVIDADES / TAREAS DEL PROCESO	FACTORES FISICOS				FACTORES MECANICOS	FACTORES QUIMICOS		FACTORES ERGONOMICOS			FACTORES PSICOSOCIALES		Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de exposición (NE)	Nivel de probabilidad (NP= NDxNE)	Nivel de consecuencia (NC)	Nivel de riesgo (NR=NPxNC)	Nivel de intervención (NI)							
			temperatura elevada	temperatura baja	iluminación insuficiente	iluminación excesiva	ruido	obstáculos en el piso	vapores del fosfato	polvo de pintura electrostática	manipulación de químicos (sólidos o líquidos) FOSFATO	levantamiento manual de objetos	movimiento corporal repetitivo	Posición forzada (de pie, sentada, encorvada, acostada)	turnos rotativos	trabajo a presión	alta responsabilidad	minuciosidad de la tarea									
PRODUCCION	SUPERVISION	RECIBIR LISTADO DE PRODUCTOS EN PROCESO												X								2	3	6	-	-	
PRODUCCION	SUPERVISION	PRIORIZAR ORDENES QUE SERAN PINTADAS															X						2	3	6	-	-
PRODUCCION	COLGADOR	VERIFICAR PH Y CONCENTRACION DE TINAS DE PRETRATAMIENTO						X										X					2	2	4	10	40
PRODUCCION	COLGADOR	AÑADIR QUIMICOS PARA LOGRAR CONCENTRACION ESPECIFICA						X															2	2	4	10	40
PRODUCCION	COLGADOR	PREPARAR PARTES A PROCESAR												X									2	3	6	10	60
PRODUCCION	COLGADOR	REVISAR PLANOS Y ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO A PROCESAR																X					-	2	-	-	-
PRODUCCION	COLGADOR	VERIFICAR QUE LOS PRODUCTOS ESTEN COMPLETOS																X					-	2	-	-	-
PRODUCCION	COLGADOR	COLGAR PARTES POR ORDENES DE PRODUCCION																					2	3	6	10	60
PRODUCCION	SECAADOR	SECAR PRODUCTO QUE TIENE SOBRECUMULACION DE AGUA																					2	3	6	10	60
PRODUCCION	PINTOR	REALIZAR LIMPIEZA DE CÁMARA Y DE MÁQUINAS DE PINTURA																					2	2	4	10	40
PRODUCCION	PINTOR	CARGAR PINTURA EN MÁQUINAS DE PINTURA																					2	2	4	10	40
PRODUCCION	PINTOR	PROGRAMAR MÁQUINAS SEGUN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																					-	2	-	-	-
PRODUCCION	PINTOR	PINTAR PARTES Y ESTRUCTURAS	X																				10	3	30	60	1800
PRODUCCION	PINTOR	PINTAR PARTES Y ESTRUCTURAS	X																				6	3	18	25	425
PRODUCCION	DESCOLGADOR	DESCOLGAR PARTES Y ESTRUCTURAS PINTADAS	X																				2	3	6	10	60
PRODUCCION	DESCOLGADOR	VERIFICAR ASPECTO DE PINTURA																					2	3	6	-	-
PRODUCCION	DESCOLGADOR	VERIFICAR CAPA DE PINTURA																					2	3	6	-	-
PRODUCCION	DESCOLGADOR	TRANSPORTAR AL AREA ASIGNADA DEL PROCESO DE ENSAMBLE																					2	3	6	10	60
PRODUCCION	DESCOLGADOR	REGISTRAR EN REPORTE DE PRODUCCION																					X	-	2	-	-

Posterior a estimar el riesgo, se debe medir técnica y metodológicamente los factores que fueron determinados como de riesgo importante e intolerable. En el caso del estudio se han determinado dos riesgos que ameritan niveles de intervención I y II, como son el polvo de pintura electrostática y la posición forzada, para lo cual se utilizarán los siguientes métodos:

Tabla 23. Métodos a usar para la medición de los factores de riesgos identificados

factor de riesgo	tipo de riesgo	método a utilizar
polvo de pintura electrostática	químico	medición a través de captación activa
posición forzada de pie	ergonómico	método Rula

4.1.3 Medición del riesgo de polvo de pintura

Para determinar el **nivel de polvo existente** en la cámara de pintura se utiliza el método de captación activa el cual se denomina así por su principio, que requiere de la utilización de un sistema activo, normalmente una bomba, encargado de dirigir el aire a través del captador o de llenar un recipiente inerte.

Para el análisis de este riesgo se utilizó una bomba de muestreo ambiental o personal marca SKC para materia particulada, casetes con filtros de 5 micras de tamaño de poro. El criterio de evaluación utilizado son los TLV's de la ACGIH (American Conference of Government Industrial Hygienists) a falta de normativa nacional.

Los resultados obtenidos son:

Tabla 24. Resultados mediciones de riesgo químico (polvo de pintura)

Factor de Riesgo	Químico: Polvo de pintura		MÉTODO	Gravimétrico	
	código de Muestra	valor medido	valor de referencia TLV-TWA	unidades	Dosis
1. Cámara de pintura (Sr. Sanchez)	XXXX	52,7 (4 horas)	10	mg/m ³	2,6

Tomado de Departamento Médico Empresa de estudio

Según se observa en la tabla N°24, los resultados evidencian que los valores medidos superan los límites permisibles para polvo total en la cámara de pintura electrostática cuyo valor es de 52,7 mg/m³ que supera el TLV-TWA de 10 mg/m³ pese a que se trabaja una jornada de 4 horas/día, la dosis es de 2,6 > 1 confirmando el nivel de intervención (I) en este puesto (Decreto 2393, 1986).

4.1.4 Medición del riesgo de posición forzada

Para determinar el impacto de la **posición forzada** en el operador de la cámara de pintura se tiene que conocer los siguientes aspectos:

En la realización de la tarea, el empleado pasa tiempos prolongados en posición de pie, al realizar la tarea el empleado debe estirar sus brazos y antebrazos, éste adopta posturas incómodas e inadecuadas al nivel de las extremidades superiores.

El empleado lateraliza su cuerpo al momento de aproximarse a la pieza a ser pintada, la actividad que realiza el operador es dinámica.

Por lo tanto se utiliza el método denominado RULA (Evaluación rápida de las extremidades superiores) el cual ayuda a determinar el riesgo de movimientos repetitivos en brazos, antebrazos, muñecas, cuello, tronco y piernas tomando en cuenta adicionalmente uso de musculatura y la fuerza a efectuar.

Para este análisis se toma en cuenta el lado derecho y el izquierdo del operador en sus extremidades superiores, y se divide en posturas del grupo "A" brazo, antebrazo, muñeca y posturas del grupo "B" cuello, tronco y piernas.

En la figura 31, se puede observar las posturas de trabajo de los operadores del proceso de pintura electrostática, en las tablas 18 y 19, se describe la evaluación y puntuación respectiva del grupo A y B.

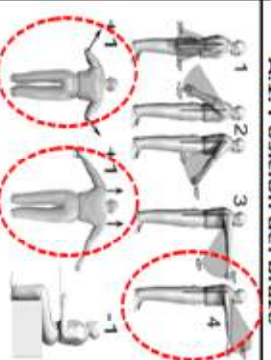
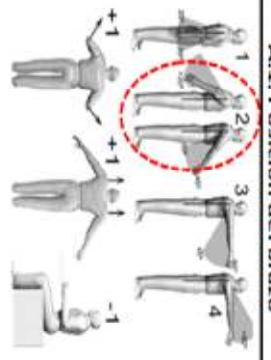
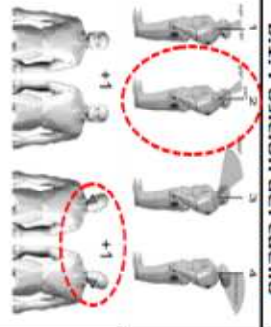

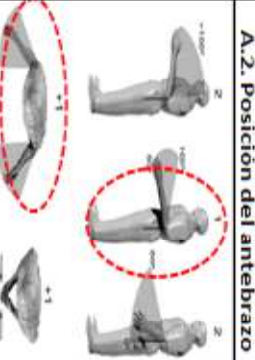
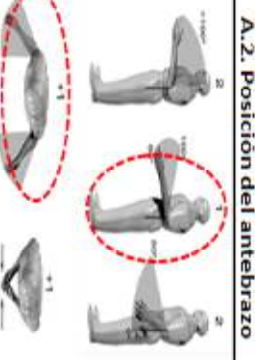
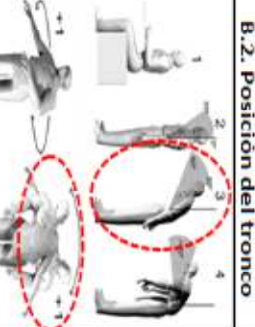

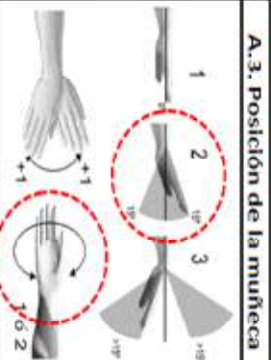
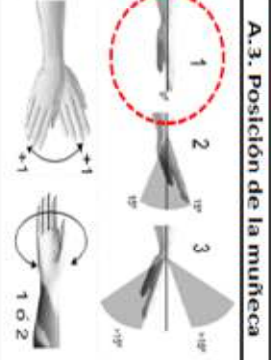
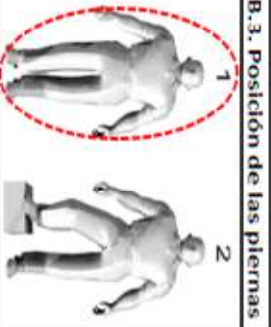

ANÁLISIS DEL ÁREA "A" DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR DERECHA	ANÁLISIS DEL ÁREA "A" DE LA EXTREMIDAD SUPERIOR IZQUIERDA	ANÁLISIS DEL ÁREA "B" CUELLO, TRONCO, PIERNAS	POSTURAS TOMADAS EN EL PUESTO DE TRABAJO
<p>A.1. Posición del brazo</p> 	<p>A.1. Posición del brazo</p> 	<p>B.1. Posición del cuello</p> 	
<p>A.2. Posición del antebrazo</p> 	<p>A.2. Posición del antebrazo</p> 	<p>B.2. Posición del tronco</p> 	
<p>A.3. Posición de la muñeca</p> 	<p>A.3. Posición de la muñeca</p> 	<p>B.3. Posición de las piernas</p> 	

Figura 31. Resultados mediciones de riesgo ergonómico (postura forzada)

Tabla 25. Posturas Grupo "A"

Brazo:	<ul style="list-style-type: none"> • El brazo derecho se encuentra formando un ángulo mayor a 90° por lo que le corresponde una puntuación de 4 puntos y 1 punto + por la abducción del brazo + 1 por el hombro elevado, total 6 puntos. El brazo izquierdo se observa que está formando un ángulo entre 20° a 45° lo que indica que deberá tener un puntaje de 2 puntos
Antebrazo:	<ul style="list-style-type: none"> • El antebrazo derecho forma aproximadamente 74° con el brazo, con una puntuación de 1 punto, mas 1 punto por el cruce de la línea media del cuerpo total 2 puntos. El antebrazo izquierdo esta en el rango de 60° a 100° con el brazo, con una puntuación de 1 punto, mas 1 punto por el cruce de la línea media del cuerpo total 2 puntos.
Muñeca:	<ul style="list-style-type: none"> • En la muñeca derecha se observa que mantiene un ángulo entre -15° y $+15^\circ$ con una puntuación de 2 punto. Con respecto a la torsión se observa que la muñeca esta en postura neutra con un puntaje de 1 punto. • En la muñeca izquierda se observa que la muñeca mantiene un ángulo de 0° con una puntuación de 1 punto. Con respecto a la torsión se observa que la muñeca esta en postura neutra con un puntaje de 1 punto.

Tabla 26. Posturas Grupo "B"

Cuello:	<ul style="list-style-type: none"> • El cuello esta flexionado formando un ángulo de aproximadamente 18° con el tronco por lo que se le asigna 2 puntos. Se le suma adicionalmente 1 punto por la inclinación del cuello hacia los lados, total 3 puntos
Tronco:	<ul style="list-style-type: none"> • La persona se encuentra de pie y el tronco está inclinado hacia adelante aproximadamente 51° por lo que se le asigna 3 puntos y además se encuentra ligeramente inclinado lateralmente por lo que se suma 1 punto más total 4 puntos.
Piernas:	<ul style="list-style-type: none"> • La persona se encuentra de pie con el peso del cuerpo distribuido sobre los dos pies y con espacio para facilitar los cambios posturales lo que le da un puntaje de 1 punto.

En lo que respecta al uso de musculatura en el grupo "A" la postura del operador es repetitiva es decir la acción se repite más de cuatro veces por minuto por lo que se asigna un puntaje de 1 punto. En el grupo "B" la postura del operador es estática y en ocasiones mantiene esa postura por más de un minuto por lo que se le asigna 1 punto.

Sobre el uso de fuerza o carga el valor es inferior a 2 kg que se mantienen de forma intermitente, por lo que se le asigna un valor de 0 puntos.

Por lo tanto a continuación se muestran las valoraciones totales por extremidades derecha e izquierda en las figuras 32 y 33.

EXTREMIDAD DERECHA

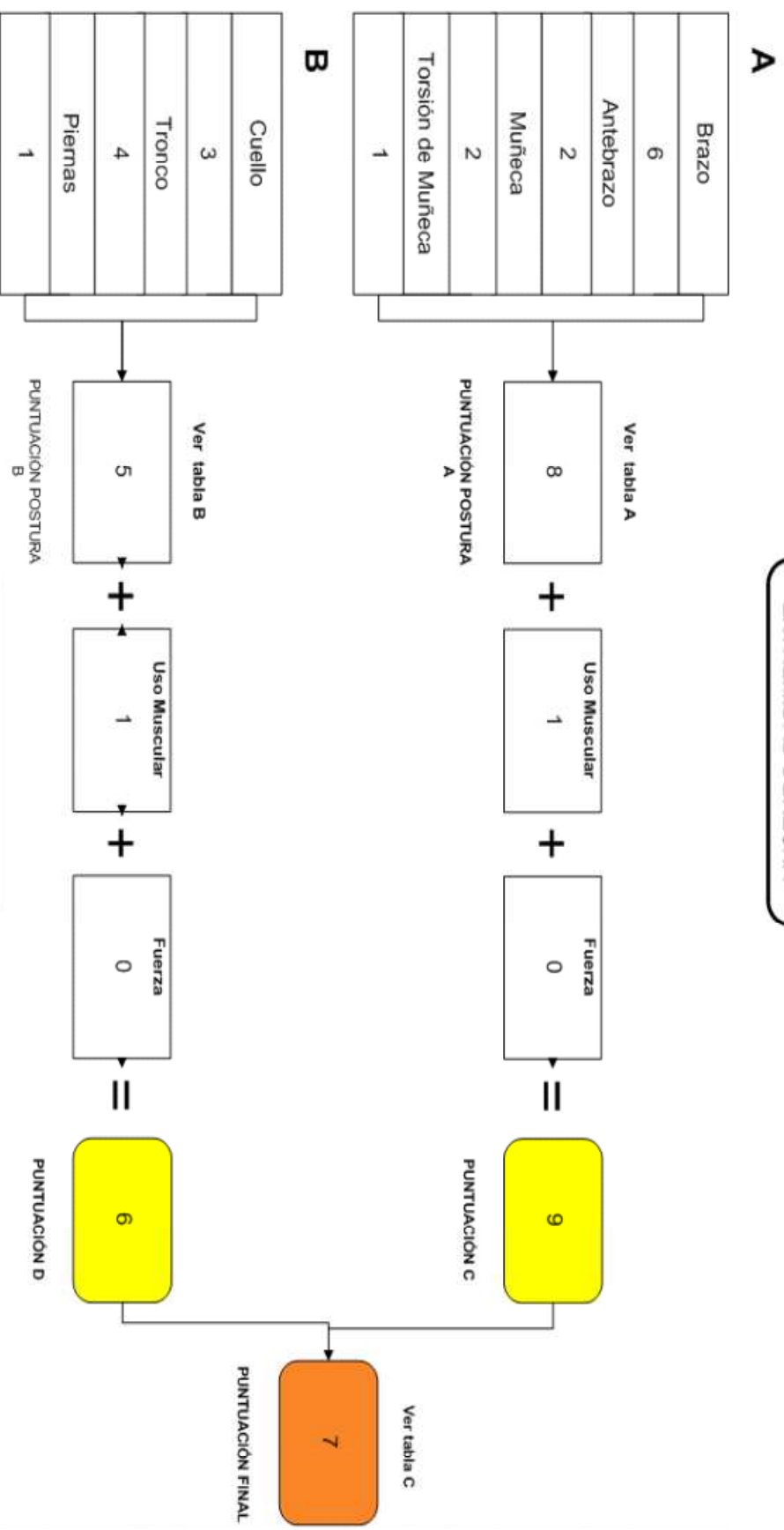


Figura 32. Detalle resultados mediciones de riesgo ergonómico extremidad derecha

EXTREMIDAD IZQUIERDA

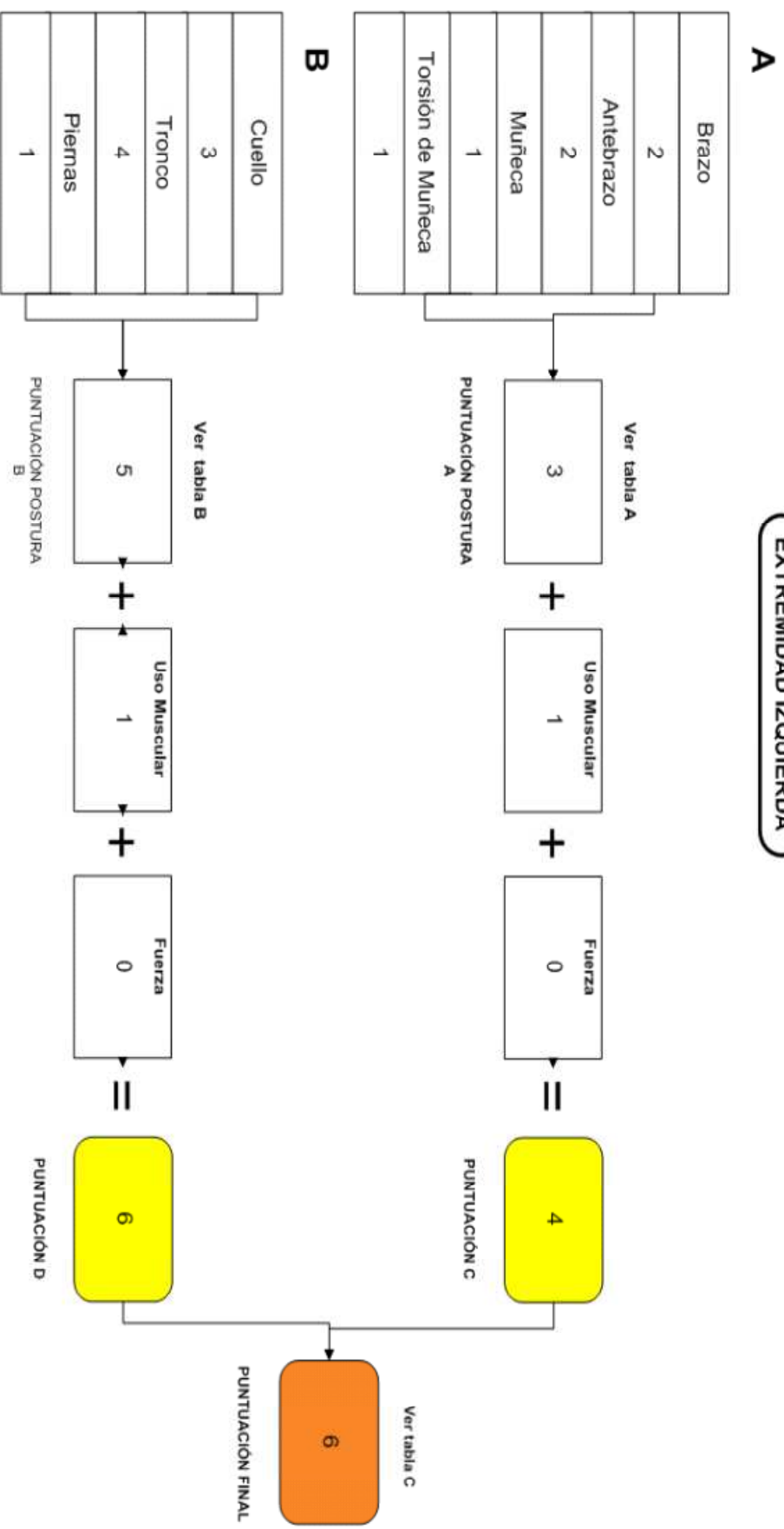


Figura 33. Detalle resultados mediciones de riesgo ergonómico extremidad izquierda

Luego de realizado el análisis a cada una de las extremidades se puede concluir que la puntuación es alta (7 puntos) lo que establece un nivel de acción 4 que representa posturas casi al final del rango de movimiento, donde se requiere un esfuerzo estático o repetitivo. Esto genera la necesidad de realizar un estudio en profundidad y corregir esa postura de forma inmediata.

4.1.5 Análisis de causas

Los riesgos identificados como importantes han sido confirmados en la fase anterior los valores encontrados tanto cualitativos como cuantitativos evidencian que estos riesgos afectarán a lo largo del tiempo al operador de pintura electrostática de la empresa de estudio.

En esta nueva fase el análisis de las causas que pueden estar ocasionando estos riesgos son claramente detectables, no se podría pintar con pintura en polvo electrostática sin generar polvo que afecte al operador y de igual forma no se podría pintar el producto en una postura sentado.

Pero sin duda alguna que existen factores que pueden incrementar inusualmente la nube de polvo de pintura, esto se lo analiza a través del uso del diagrama de Ishikawa de la figura 34.

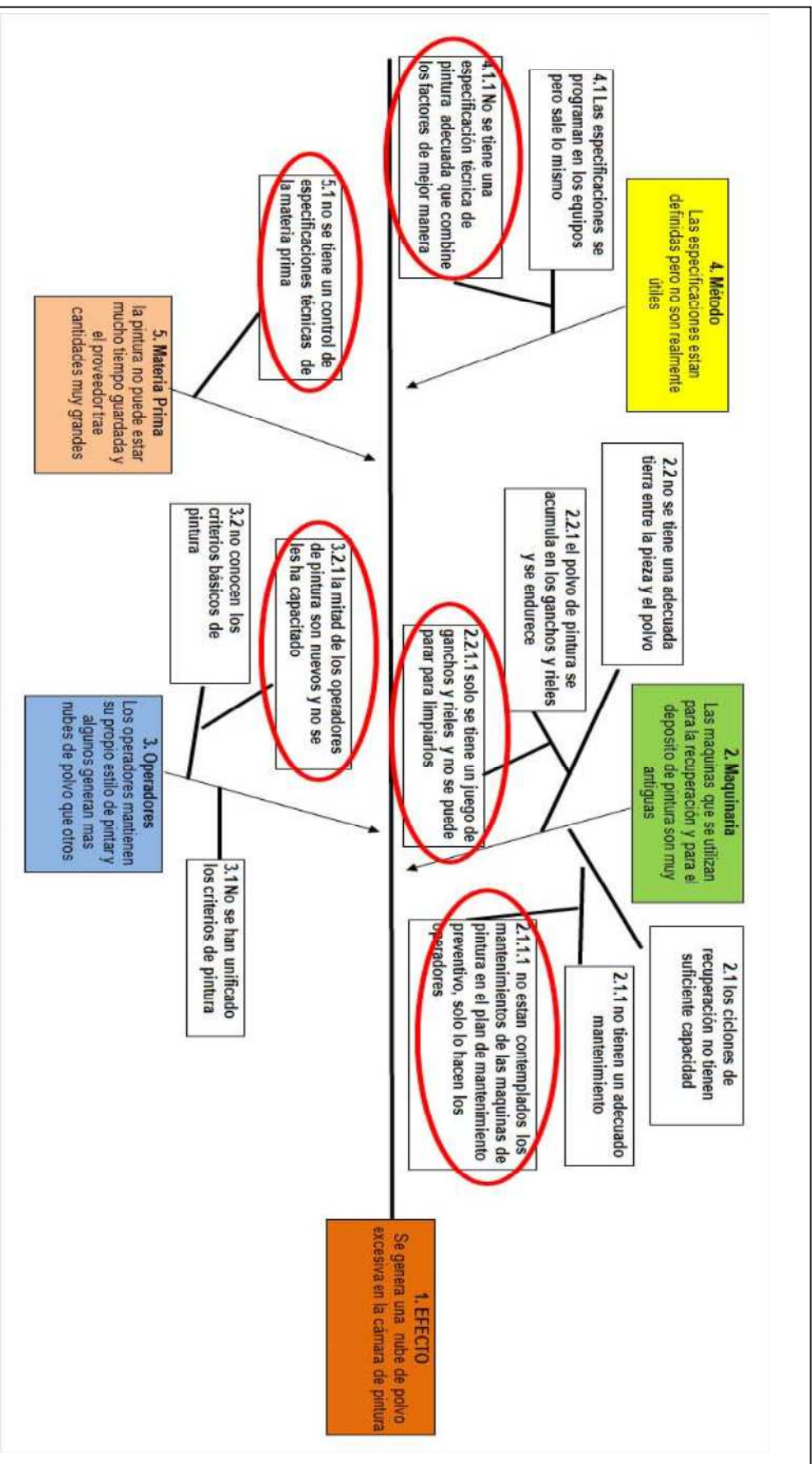


Figura 34. Análisis de causa-efecto Ishikawa para el riesgo de nivel de polvo

Como se observa en el gráfico anterior se ha podido determinar varias causas raíces cualitativas que pueden generar exceso del nivel de polvo en el ambiente y se mencionan a continuación:

- 2.1.1.1 No están contemplados los mantenimientos de las máquinas de pintura en el plan de mantenimientos preventivos sólo lo hacen los operadores.
- 2.2.1.1 Solamente se tiene un juego de ganchos y rieles y no se puede parar para limpiarlos. El principio de la pintura electrostática es generar una atracción entre el polvo y la pieza a pintar si no existe un buen contacto este polvo no se adhiere a la pieza y puede precipitarse al suelo de la cámara o generar una nube en el ambiente.
- 3.2.1 La mitad de los operadores de pintura son nuevos y no se les ha capacitado.
- 4.1.1 No se tiene una especificación técnica de pintura adecuada que combine los factores de mejor manera.
- 5.1 No se tiene un control de especificaciones técnicas de la materia prima.

4.1.6 Mejora del estado actual

Para la fase de mejora es importante resaltar que la Gestión del Riesgo establece una prioridad importante a tomar en cuenta y que se mencionan a continuación:

- Control en la fuente
- Control en el medio
- Control en el receptor

4.1.6.1 Mejora en la fuente

¿Que genera el polvo?, se verifica que es la máquina que deposita en las partes y piezas el polvo de pintura, además de la poca eficiencia del sistema de recuperación. Como se determinó en la figura 34 se debe trabajar sobre las causas raíz para reducir o eliminar la generación del polvo.

En la causa raíz 2.1.1.1 “No están contemplados los mantenimientos de las máquinas de pintura en el plan de mantenimientos preventivos sólo lo hacen los operadores”. La solución será: implementar un plan de mantenimiento preventivo completo incluyendo frecuencias y repuestos a utilizar para evitar que estas máquinas fallen, el personal de mantenimiento deberá entrar en un proceso de capacitación con los fabricantes de los equipos.

En la causa raíz 2.2.1.1 “Sólo se tiene un juego de ganchos y rieles y no se puede parar para limpiarlos”. La solución será: establecer la construcción inmediata de un juego adicional de rieles y ganchos para el transportador de proceso de pintura, ubicar un proveedor para el servicio de limpieza de las rieles y ganchos lo que permitirá tener siempre a disposición un juego para remplazar al contaminado.

En la causa raíz 3.2.1 “La mitad de los operadores de pintura son nuevos y no se les ha capacitado”. La solución será: establecer un plan de capacitación y entrenamiento al personal de pintura en temas relacionados al buen uso y manejo de los equipos de pintura, calibración de equipos de acuerdo a especificaciones, técnicas de pintura, y control del desempeño del producto. Además se establecerá la calificación interna del pintor donde se evaluará el cumplimiento de las técnicas de pintura y el grado de cumplimiento de las características técnicas del producto pintado.

En la causa raíz 4.1.1 “No se tiene una especificación técnica de pintura adecuada que combine los factores de mejor manera”. La solución será:

implementar la especificación técnica establecida en este estudio en la perspectiva de calidad, para los tableros específicamente y paulatinamente añadir al resto de productos.

En la causa raíz 5.1 “No se tiene un control de especificaciones técnicas de la materia prima”. La solución será: analizar las características técnicas requeridas para un adecuado desempeño de la pintura e implementar un control de estas características en el momento de la recepción de la materia prima.

4.1.6.2 Mejora en el medio

¿Que lleva el polvo hacia el operador?, básicamente es el aire, en este caso en particular como separación entre la persona y el polvo se podría colocar una cabina tipo termo cuna donde el operador introduzca sus manos y brazos por mangas, tome la pistola e inicie con su labor pero esta solución no es viable debido a que existen piezas de distintas formas y sería mucho más complicado y ergonómicamente más crítico la actividad del depósito de la pintura en las partes y piezas, por lo tanto en el medio no se puede controlar este riesgo.

4.1.6.3 Mejora en el Receptor

En este punto se trata además de la corrección de la exposición al nivel de polvo, el grado de exposición al riesgo ergonómico presente. La solución será: mantener la protección actual con respirador de rostro completo y filtro de partículas, traje de pintor que cubra todo el cuerpo además reducir el tiempo de exposición continua a los dos riesgos presentes, a través de la variación de las horas laborables en la cámara de pintura estableciendo pausas activas de 20 minutos cada dos horas, la jornada seguirá siendo de 4 horas y se monitoreará a los operadores trimestralmente para prevenir bronconeumopatias a través del uso de espirometrías, radiología de tórax, etc.

4.1.7 Control de cambios y estandarización

En este estudio se estableció como alcance el plantear las acciones a realizar para lograr la mejora en seguridad. La estandarización radica en la constante revisión de las fases descritas en el transcurso de este trabajo.

Se han definido en la fase de mejora varias acciones a seguir las cuales deben incluirse en el proceso de pintura, los procedimientos, especificaciones y normativas que este trabajo ha entregado se incluirán en el sistema de gestión de calidad de la empresa de estudio.

CAPÍTULO V

5 PERSPECTIVA DE PROTECCIÓN Y CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE DEL PROCESO DE ESTUDIO

5.1 Área de Medio Ambiente, Eco-eficiencia y Producción Limpia

5.1.1 Identificación de aspectos e impactos ambientales del proceso de pintura electrostática

Como se determinó en los capítulos anteriores, la mala calidad y los riesgos implícitos en los procesos productivos generan inevitablemente desperdicios, rechazos, mal aprovechamientos de los insumos y de los recursos. Las pérdidas pueden ser incuantificables para las organizaciones y pueden pasar muchos años antes de que, por problemas económicos y falta de competitividad, las empresas tiendan a analizar cuánto consumen, cuánto de esto lo transforman en producto y cuánto lo desperdician como residuo.

Para la identificación de los aspectos se utilizará la metodología propuesta por Producción más Limpia, que se enfoca en la prevención o la reducción del desperdicio en la fuente, en lugar de manejarlo al final del proceso productivo. El primer paso es determinar las entradas y salidas del proceso y se puede apreciar en la figura 35.

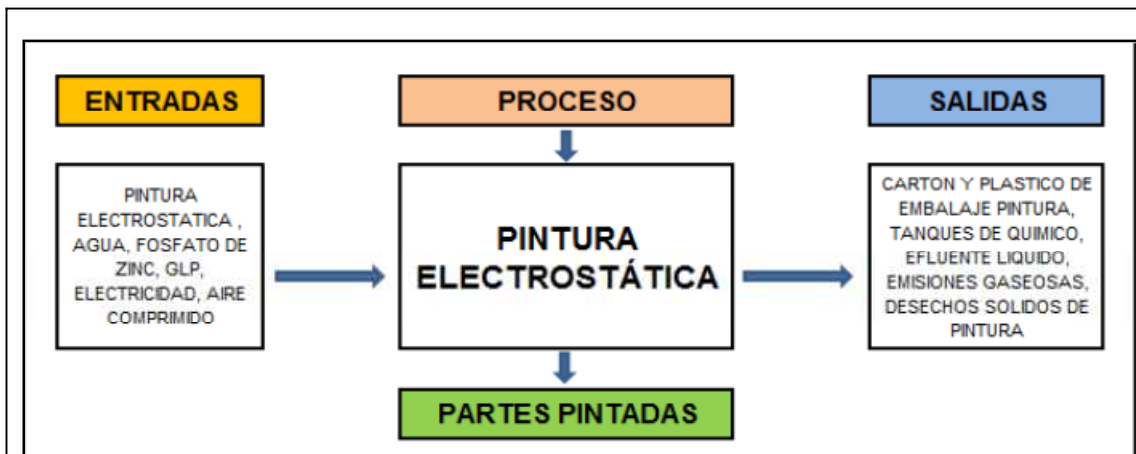


Figura 35. Diagrama de proceso global para pintura electrostática.

Luego de definir el proceso global, se hará un análisis intermedio del proceso, como se muestra en la figura 36.

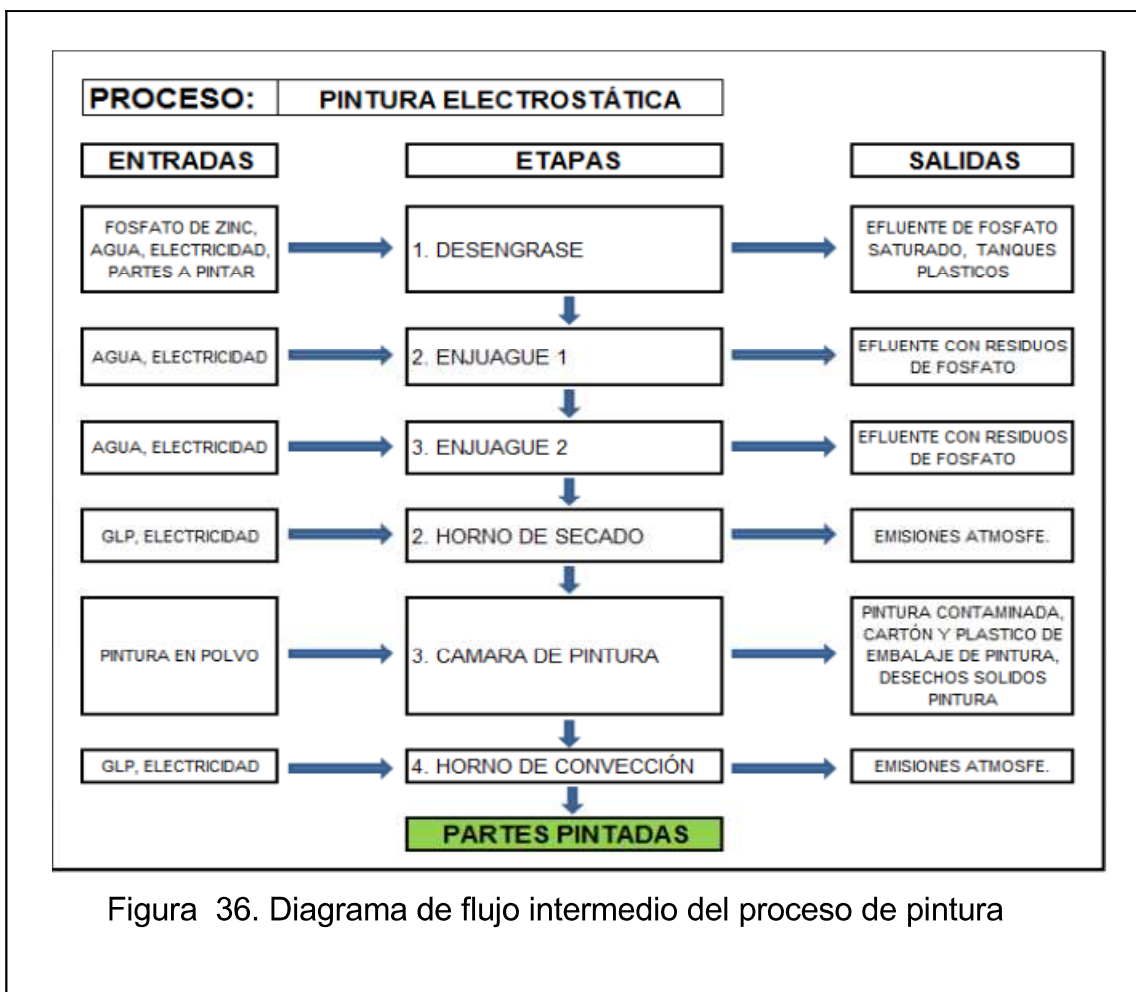


Figura 36. Diagrama de flujo intermedio del proceso de pintura

En la figura 37, se puede apreciar el consumo de fosfato, pintura y GLP para un período de un año. Los datos han sido tomados del sistema informático de planeación y control de la producción.

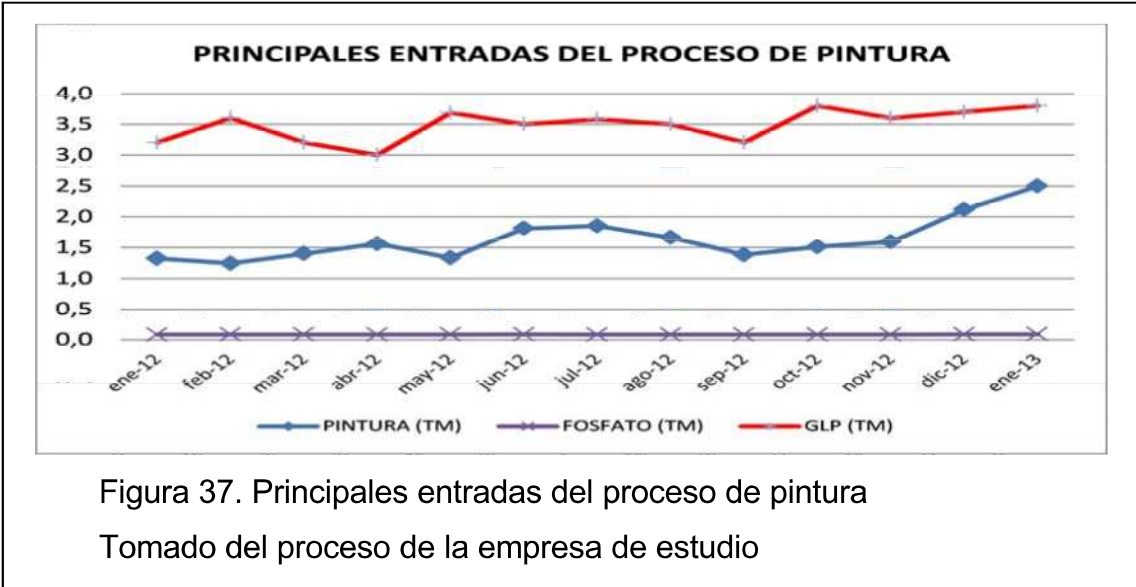


Figura 37. Principales entradas del proceso de pintura
Tomado del proceso de la empresa de estudio

En la figura 38, se observa los consumos en dólares de los rubros indicados, para el año 2012, donde se aprecia que la pintura es el rubro más importante seguido por el GLP que sólo es usado en el proceso de pintura electrostática.

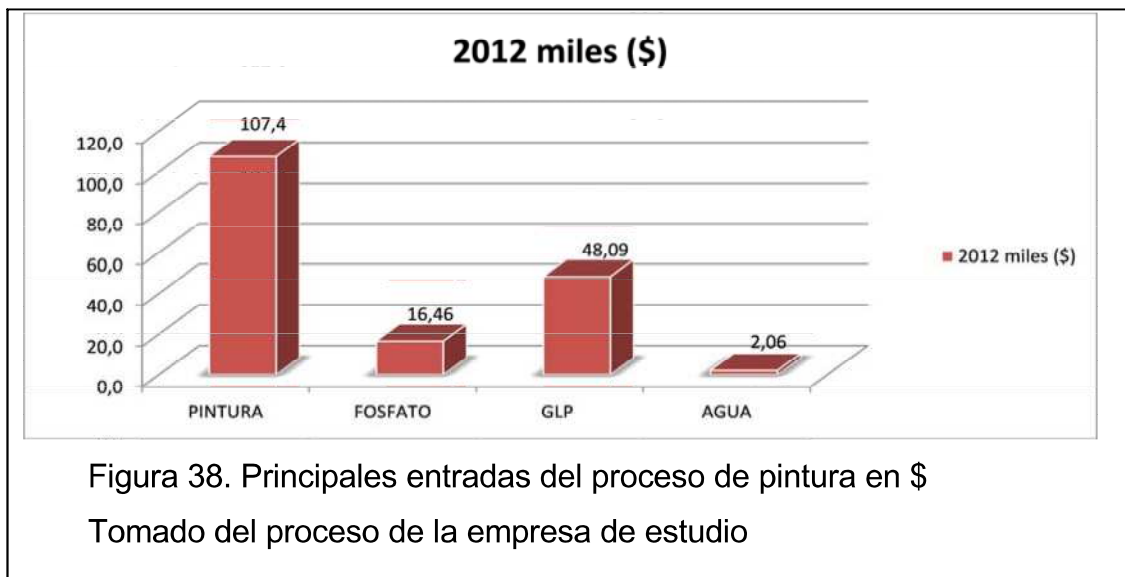


Figura 38. Principales entradas del proceso de pintura en \$
Tomado del proceso de la empresa de estudio

5.1.2 Evaluación de impactos ambientales

Para realizar la evaluación de impactos ambientales se utiliza la matriz de priorización que se muestra en la tabla N° 27, la cual menciona los aspectos del proceso de pintura electrostática y a través del uso de factores como la severidad en el impacto al agua, suelo y aire se establece un valor de 1 a 5 puntos siendo 5 el que mayor impacto genera, posteriormente se establece la probabilidad de ocurrencia alta (5), media (3) o baja (1).

La relevancia del impacto se calcula a través de la multiplicación de la severidad por la probabilidad de ocurrencia.

El resultado final proviene de la sumatoria de la relevancia del impacto más la existencia de requisitos legales y su cumplimiento o adecuación en la organización.

Esta operación da como resultado el grado de importancia de los impactos ambientales y sirve para priorizar acciones orientadas a disminuirlos o eliminarlos. En primer lugar se tiene el impacto generado por la pintura contaminada y en segundo lugar se aprecia al efluente con residuos de fosfato.

Tabla 27. Evaluación de Impactos ambientales

Nombre de la Empresa:		LA DE ESTUDIO					PROCESO:	PINTURA ELECTROSTÁTICA				
numero de la operación/etapa	Descripción del Aspecto	IMPACTOS					Probabilidad (P)	Relevancia de impacto $I = S \times P$	Existe requisito legal? 0=No 5=Si	Existe Medidas para adecuación? 0=Si, 4=si pero no cumple, 6=No	Resultado (sumatoria) $R = I + RL + M C$	Prioridad
		Uso de recursos naturales	contaminación de agua	contaminación de suelo y aguas subterráneas	contaminación de aire	Incomodo a partes interesadas						
1	EFLUENTE DE FOSFATO SATURADO	1	1	0	0	X	3	3	5	0	8	3
2	TANQUES PLASTICOS	X	X	1	X	X	1	1	5	0	6	4
3	EFLUENTE CON RESIDUOS DE FOSFATO	1	3	0	X	X	3	9	5	0	14	2
4	EMISIONES ATMOSFE.	5	X	X	1	X	1	1	5	0	6	5
5	PINTURA CONTAMINADA	3	X	3	X	X	5	15	5	0	20	1
6	CARTÓN DE EMBALAJE DE PINTURA	1	X	1	X	X	1	1	5	0	6	6
7	PLASTICO DE EMBALAJE DE PINTURA	1	X	1	X	X	1	1	5	0	6	7
8	DESECHOS SOLIDOS PINTURA ENDURECIDA EN GANCH	X	X	1	X	X	1	1	5	0	6	8

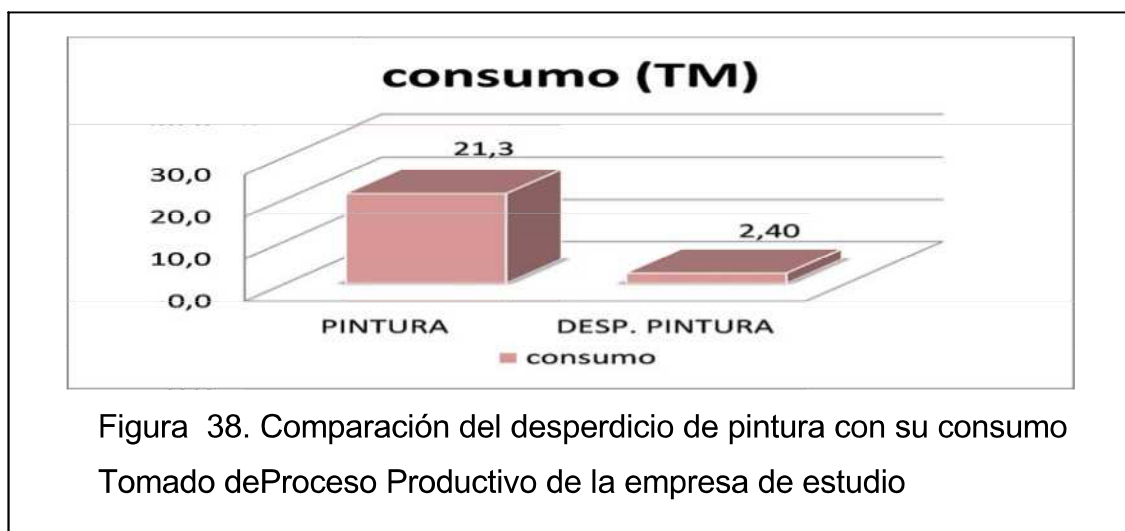
Con los resultados de la tabla N° 27, se procede a realizar un análisis de las etapas del proceso: la etapa del desengrase produce el tratamiento de la pieza base con el fosfato, para el posterior proceso de pintura, esta etapa es controlada diariamente y recargado todos los días, el problema radica en que el químico es arrastrado por las piezas hasta el área de enjuague donde contamina poco a poco el agua de enjuague, que inevitablemente debe ser enviada a una planta de tratamiento del agua residual, donde anualmente se desecha a la alcantarilla 264 m³ de agua tratada.

El fosfato al pasar el tiempo empieza a presentar saturación de lodos, grasas, y óxidos y es necesario dejarlo decantar, los lodos generados por el lavado de las piezas metálicas se asientan, este lodo es enviado al depósito de lodos que se encuentra junto a la planta de tratamiento de agua residual. Este lodo es considerado como desecho peligroso y antes de su disposición final debe ser desecado y encapsulado (Norma técnica de la Ordenanza 146, 2005).

En las etapas de secado y convección, el producto es secado a través del calentamiento del horno con GLP, el cual es consumido por un quemador de gas que envía emisiones gaseosas a la atmósfera. Esta fuente fija de combustión emite monóxido de carbono el cual está dentro de los límites máximos permisibles para emisiones (Norma técnica de la Ordenanza 146, 2005), el valor es de 96 mg/Nm³.

En la etapa de pintura, se realiza el proceso de depósito de la pintura en polvo sobre la parte o pieza, en este punto es donde se genera el desperdicio de pintura en polvo electrostática debido a que parte de la pintura que no se depositó en el metal base es recuperada por ciclones y otra parte es llevada hacia filtros de mangas, los cuales depositan la pintura en un recipiente común que al cambiar de color recibe otra pintura y de esta forma termina contaminándose.

El nivel de desperdicio de pintura en el año 2012 fue del 11% como se muestra en la siguiente figura:



Para considerar el costo anual del residuo es necesario definir los costes que se generan internamente debido al tratamiento, almacenamiento y transporte en la tabla siguiente.

Tabla 28. Cálculo de costos del residuo internos

	Costo de tratamiento (\$/año)			Costo de almacenamiento y transporte (\$/año)			
	Mano de obra (anual)	Materiales	Gestor Calificado	Costo fijo m ² bodega (\$)	area de uso m ²	almacenamiento	transporte
pintura contaminada (TN)	300	0	1700	100,1	4	400	0
efluente con residuos de fosfato (m ³)	1200	2400	0	100,1	24	2402	0

Se realiza el análisis de los dos impactos priorizados en la tabla N° 28, de acuerdo a lo propuesto por la metodología de P+L.

Dónde:

J: costo anual de residuo

G: costo del residuo

I: precio anual de venta del residuo

Tabla 29. Cálculo de costos del residuo

RESIDUO	Cantidad anual	Costo de materia prima (\$/unidad)	Costo de residuo asociado a MP (\$)	Costo de tratamiento (\$/año)	Costo de almacenamiento y transporte (\$/año)	Costo de disposición final (\$/año)	Costo Total (\$/año)	Precio unitario de venta del residuo (\$/ton)	Precio total venta (\$/año)	Costo anual del residuo (\$/año)
(S, L, G)	A	B	$C=A \times B$	D	E	F	$G=C+D+E+F$	H	$I=A \times H$	$J=G-I$
pintura contaminada (TN)	2,4	5100	12240	2000	400	2400	17040	0	0	17040
efluente con residuos de fosfato (m ³)	312	0,66	205,92	3600	2402	0	6208	0	0	6208

5.1.3 Análisis de causas de la generación de Desechos S-L-G

Para el análisis de las causas inmersas en la generación de los desechos es importante tomar en cuenta factores como: materia prima, tecnología, práctica operativa o métodos, e incluso el propio producto y residuos.

Es importante resaltar que en el capítulo correspondiente a calidad, se definieron soluciones que se orientan a optimizar el uso de recursos; el concepto es perfectamente concordante con la filosofía de Producción más Limpia, por lo que dichas soluciones pueden considerarse como Producción más Limpia. Sin embargo, como sucede en la mayoría de iniciativas que buscan elevar la productividad, esas soluciones no consideraron el impacto ambiental logrado con las iniciativas planteadas, que es lo que hace Producción más Limpia.

Al analizar la **materia prima** se debe tomar en cuenta algunos factores que fueron encontrados en las perspectivas de calidad y seguridad como por ejemplo:

- Falta de especificaciones técnicas y de control en la recepción de la materia prima.
- Tiempo de almacenamiento excesivo de la pintura por parte del proveedor.
- Costo inferior de la materia prima.

Al analizar la **tecnología** se debe tomar en cuenta algunos factores que fueron encontrados en las perspectivas de calidad y seguridad como por ejemplo:

- Falta de mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos.
- Falta de mantenimiento en las condiciones del proceso tales como la acumulación de pintura en ganchos y rieles.
- Alto costo de una mejor tecnología.

Al analizar la **práctica operativa** se debe tomar en cuenta algunos factores que fueron encontrados en las perspectivas de calidad y seguridad como por ejemplo:

- Falta de personal capacitado y programas deficientes de capacitación.
- Falta de reconocimiento, sistemas de incentivos y penalidades para los operadores.
- Énfasis sólo en la producción y no en la gente.

Al analizar el **producto** se debe tomar en cuenta algunos factores que fueron encontrados en las perspectivas de calidad como por ejemplo:

- Especificaciones de calidad excesivamente altas.
- Exceso de capa de pintura que se deposita en la pieza base.

En el análisis de los residuos no se han establecido controles diarios del mismo lo que no permite evaluar el impacto de inmediato, no se ha pensado tampoco en la posibilidad de rehusarlo en la propia producción luego de realizarle un tratamiento previo.

5.1.4 Prevención y/o minimización de la generación de Desechos S-L-G

En los capítulos de calidad y seguridad se presentaron varias causas raíces que ocasionan los defectos de calidad y los riesgos para el operador del proceso de pintura. En el caso del medio ambiente se puede establecer que parte de estas causas generan estos desperdicios y que del control de éstas depende la minimización o eliminación de los residuos.

A continuación se establecen algunas alternativas que pueden ayudar a minimizar el impacto analizado:

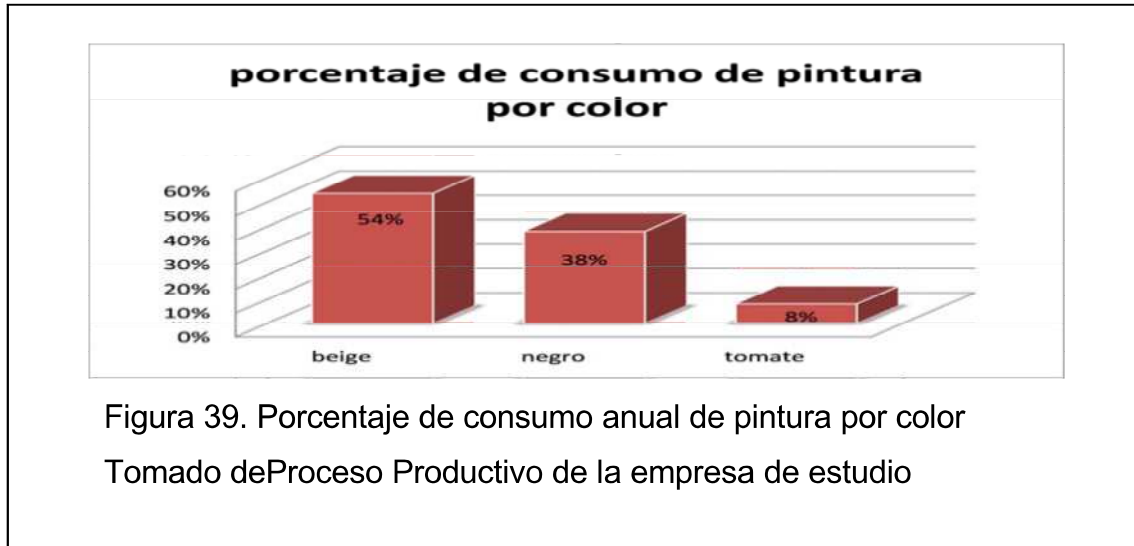
- Optimización de parámetros operativos como la adecuada limpieza de ganchos y rieles.
- Estandarización de procedimientos y técnicas de pintura.
- Mejoramiento en el sistema de formación y entrenamiento.
- Mejoramiento en el mantenimiento preventivo de los equipos.
- Búsqueda de nuevas tecnologías de recuperación de pintura.
- Re-uso y reciclaje interno de la pintura.
- Reutilización del agua tratada en la planta de tratamiento de agua residual.

5.1.5 Estudio de viabilidad técnica, económica y financiera en la implementación de un proyecto P+L

Para lograr eliminar o reducir el residuo de la pintura y el consumo de agua ocasionada por el proceso de pintura se plantea adicionalmente a las acciones propuestas en la etapa anterior, realizar la inversión de un nuevo equipo de aplicación de pintura, recuperación de pintura, cámara de pintura y reutilización del agua tratada.

Este nuevo equipamiento para la reducción del residuo de pintura podría trabajar en forma alterna con uno de los colores más utilizados en el proceso.

Cabe resaltar que la empresa maneja tres colores: beige, negro y tomate, con el porcentaje siguiente:



De acuerdo al gráfico anterior se puede deducir que el desperdicio tendría similar composición.

Por tanto técnicamente sería viable la implementación de una línea exclusiva en el mismo tren de producción para pintar el color beige.

Se realiza la evaluación económica de la inversión, donde se plantea la compra del nuevo equipamiento para la recuperación de la pintura y la reutilización del agua de la planta de tratamiento, los datos se muestran a continuación:

Tabla 30. Situación actual del proyecto

SITUACIÓN ACTUAL	US\$	Unidad
Materia Prima (pintura electrostática)	21300	kg/año
Costo Unitario de Materia Prima (pintura electrostática)	5,10	US\$/kg
Costo Total de Materia Prima (pintura electrostática)	108630,00	US\$/año
Generación de Residuo (pintura electrostática)	2400	kg/año
Costo Unitario Disposición Residuo (pintura electrostática)	2,00	US\$/kg
Costo Total Disposición Residuo (pintura electrostática)	4800,00	US\$/año
Valor de Venta Residuo (pintura electrostática)	0,00	US\$/kg
Ingreso Total Venta Residuo (pintura electrostática)	0,00	US\$/año
Consumo de Energía	217000	kWh/año
Costo Unitario Energía	0,08	US\$/kWh
Costo Total Energía	17.360,00	US\$/año
Consumo de Agua	312	m3/año
Costo Unitario Agua	0,66	US\$/m3
Costo Total Agua	205,92	US\$/año
Generación de Efluente	240	m3/año
Costo Unitario de Tratamiento de Efluente	25,00	US\$/m3
Costo Total de Tratamiento de Efluente	6000,00	US\$/año
Gastos de Mantenimiento	2500,00	US\$/año
Gastos de Mano de Obra	2000,00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0,00	US\$/año
Total	141.495,92	US\$/año

Como se observa en la tabla anterior los costos de los desechos, sólidos y efluentes son considerables por lo que se plantea inversiones en los proyectos siguientes:

Tabla 31. Situación actual del proyecto

GASTOS CON INVERSIONES	US\$
Inversión 1 = NUEVO SISTEMA DE RECUPERACIÓN Y CAMARA DE PINTURA	42.000,00
Inversión 2 = SISTEMA PARA REUTILIZACIÓN DE AGUA	300,00
Total	42.300,00

Luego de implementar los proyectos se espera obtener los siguientes resultados:

Tabla 32. Situación esperada del proyecto

SITUACIÓN ESPERADA	US\$	Unidad
Materia Prima (pintura electrostática)	19.800	kg/año
Costo Unitario de Materia Prima (pintura electrostática)	5,10	US\$/kg
Costo Total de Materia Prima (pintura electrostática)	100.980,00	US\$/año
Generación de Residuo (pintura electrostática)	900	kg/año
Costo Unitario Disposición Residuo (pintura electrostática)	2,00	US\$/kg
Costo Total Disposición Residuo (pintura electrostática)	1.800,00	US\$/año
Valor de Venta Residuo (pintura electrostática)	0,00	US\$/kg
Ingreso Total Venta Residuo (pintura electrostática)	0,00	US\$/año
Consumo de Energía	217.000	kWh/año
Costo Unitario Energía	0,08	US\$/kWh
Costo Total Energía	17.360,00	US\$/año
Consumo de Agua	216	m3/año
Costo Unitario Agua	0,66	US\$/m3
Costo Total Agua	142,56	US\$/año
Generación de Efluente	144	m3/año
Costo Unitario de Tratamiento de Efluente	25,00	US\$/m3
Costo Total de Tratamiento de Efluente	3.600,00	US\$/año
Gastos de Mantenimiento	2.500,00	US\$/año
Gastos de Mano de Obra	2.000,00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0,00	US\$/año
Total	128.382,56	US\$/año

Estos resultados entregan información importante a tomar en cuenta y que al usar la información adicional de la tabla 33, permite proyectar el flujo incremental de la tabla 34.

Tabla 33. Situación esperada del proyecto

INFORMACIÓN ADICIONAL

INVERSIÓN =	\$ 42.300	
Depreciación INVERSIÓN 1 =	20%	al año
Depreciación INVERSIÓN 2 =	0%	al año
TASA MÍNIMA DE RENTABILIDAD =	10%	Colocar aquí la tasa más atractiva practicada por el mercado.
IMPUESTO A LA RENTA =	25%	Sobre los intereses reales
CRECIMIENTO ACTUAL MATERIA PRIMA	20%	A partir del Segundo Año
CRECIMIENTO ACTUAL RESIDUO	4%	A partir del Segundo Año
CRECIMIENTO ACTUAL VENTA RESIDUO	-	A partir del Segundo Año
CRECIMIENTO ESPERADO MATERIA PRIMA	30%	A partir del Segundo Año
CRECIMIENTO ESPERADO RESIDUO	4%	A partir del Segundo Año
CRECIMIENTO ESPERADO VENTA RESIDUO	-	A partir del Segundo Año

Nota: "en el cuadro se plantean los porcentajes de depreciación que tendrían las inversiones realizadas para reducir los desechos. Se plantean el % mínimo de rentabilidad que esperaría un inversionista".

Tabla 34. Flujo de caja incremental

Detalle	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Flujo de Caja esperado	4.157.700,00	3.087.617,44	3.087.617,44	3.087.617,44	3.087.617,44	3.087.617,44
Flujo de Caja inicial	4.200.000,00	3.074.504,08	3.074.504,08	3.074.504,08	3.074.504,08	3.074.504,08
Diferencia Líquida	(42.300,00)	13.113,36	13.113,36	13.113,36	13.113,36	13.113,36
Depreciación (-)	-	(8.400,00)	(8.400,00)	(8.400,00)	(8.400,00)	(8.400,00)
Intereses Tributables	-	4.713,36	4.713,36	4.713,36	4.713,36	4.713,36
Impuesto a la Renta	-	(1.178,34)	(1.178,34)	(1.178,34)	(1.178,34)	(1.178,34)
Intereses Líquidos	-	3.535,02	3.535,02	3.535,02	3.535,02	3.535,02
Depreciación (+)	-	8.400,00	8.400,00	8.400,00	8.400,00	8.400,00
Flujo de Caja Incremental	(42.300,00)	11.935,02	11.935,02	11.935,02	11.935,02	11.935,02

De acuerdo al flujo de caja incremental se desprenden los siguientes resultados de la inversión:

Tabla 35. Índices Económicos

ÍNDICES ECONÓMICOS			
PERÍODO DE RECUPERACIÓN DEL CAPITAL (en años)	3,5	(en meses) =	43
VALOR ACTUAL NETO (VAN) =	\$2.943		
TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) =	12,7%		

El proyecto de inversión para la compra de un nuevo sistema de recuperación, máquinas de depósito de pintura y cámara de pintura que funcionen alternadamente en el mismo tren de pintura sólo con un color, es viable económicamente. El Valor actual Neto (VAN) es positivo y en teoría de proyectos esto es un buen índice de viabilidad; así mismo, la Tasa interna de retorno (TIR) o costo de oportunidad deseado por el inversionista es alto y resultaría más conveniente realizar la inversión en el proyecto que colocarlo en un banco con tasas pasivas menores.

La evaluación ambiental permite establecer qué sucede con la contaminación y cuánto se espera reducirla. El implementar las acciones propuestas traería resultados positivos que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 36. Resultados esperados de mejoras propuestas

RESULTADOS		Antes de la implementación	Después de la Implementación
ENTRADAS	Materias Primas (PINTURA)	21300 (kg/año)	19800 (kg/año)
	Agua	312 (m ³ /año)	216 (m ³ /año)
SALIDAS	Emisiones (CO)	96 mg/Nm ³	90 mg/Nm ³
	Efluentes (AGUA)	240 (m ³ /año)	144 (m ³ /año)
	Residuos (PINTURA)	2400 (kg/año)	900 (kg/año)

5.1.6 Disposición final de desechos

La organización ha establecido relación con gestores calificados para el manejo y disposición final de los desechos entre ellos los lodos, y la pintura. Pese a la reducción de los impactos ambientales todo proceso productivo y acción del hombre generan contaminación por lo que es necesario que entes certificados como lo son los gestores realicen la disposición final de los desechos.

CAPÍTULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El objetivo de este proyecto de titulación está centrado en la Mejora del proceso de pintura electrostática de una empresa de fabricación de tableros metálicos tomando en cuenta la seguridad del empleado la eficiencia del proceso y el cuidado del medio ambiente, estos preceptos fueron cumplidos a lo largo del desarrollo del trabajo los cuales se explican a continuación por cada una de las perspectivas planteadas Calidad, Seguridad, Cuidado del medio Ambiente.

6.1.1 Conclusiones de la perspectiva de Calidad

El resultado de la perspectiva de Calidad demostró que muchos de los conceptos allí analizados sirven para allanar el camino en una implementación de sistemas de mejora tanto de seguridad como de medio ambiente.

La aplicación de las metodologías y principios como el análisis de valor agregado de procesos, el enfoque de procesos, el DMAMC de Seis Sigma y sus innumerables herramientas de calidad, muestran la versatilidad y enfoque que la calidad alcanza en el momento de revisar conceptos distintos a los que fueron establecidos, no obstante la Calidad en esta investigación ha permitido definir los problemas del proceso de pintura electrostática en la empresa de estudio, ha ayudado a medir sus impactos sobre la calidad del producto, se ha logrado determinar las causas raíces que lo generan que en la mayoría de casos son causas cualitativas muy puntuales que no generan información numérica para respaldar y que al ser corregidas evidenciaran resultados positivos en los objetivos planteados en cada una de las fases del proyecto.

En la mejora del proceso productivo se establecieron proyectos que de ser implementados reducirán radicalmente el tiempo de las actividades que no agregan valor, lo que permitirá aumentar la productividad y eficiencia del proceso de pintura.

En el caso de la calidad del producto, las mejoras se pudieron implementar fácilmente, lo que evidencia que muchas veces los problemas de calidad se dan por pequeñas causas que no son analizadas y que se constituyen en verdaderas piedras en el zapato para los procesos productivos de las empresas.

Se han logrado cumplir con los objetivos planteados entre los cuales se tiene la caracterización del proceso de pintura electrostática su desagregación y el análisis de valor agregado de cada una de las actividades que en este proceso se realizan.

El resultado que se dio luego del análisis de valor agregado permitió establecer nuevos proyectos a implementar con el objetivo de hacer del proceso de pintura electrostática más dinámico y eficiente, seguramente se podrán implementar planes de mejora similares para procesos productivos donde se tengan problemas de calidad en el producto e ineficiencia en los procesos

Otro objetivo en calidad que fue conseguido es la reducción del defecto conocido como exceso de capa de pintura en el producto de 89 μm promedio a 75 μm promedio actualmente a través de la generación de una nueva especificación técnica con el combinado óptimo de los factores de control del proceso además de lograr una reducción considerable en la desviación estándar de la característica capa de pintura (y) de 29.7 μm a 8.4 μm lo que evidencia que la variabilidad fue controlada.

6.1.2 Conclusiones de la perspectiva de Seguridad

Al realizar el análisis de esta perspectiva se ha logrado cumplir con el objetivo planteado el cual era identificar y analizar los principales riesgos a los que está expuesto el operador de pintura electrostática en la empresa de estudio, se ha establecido que para conseguir mayor eficiencia y productividad es importante el bienestar y seguridad del ser humano, y que a menudo es el último en ser tomado en cuenta en los proyectos de mejora.

Para el estudio de este proceso se siguieron métodos recomendados y que son auditadas por el Sistema de Auditorias de Riesgos del Trabajo, encontrando que existen riesgos con niveles de intervención tipo I y II, que deben ser corregidos antes de tener afecciones en la salud de los operadores y que acarreen problemas de sanciones económicas con el IESS por responsabilidad laboral debido a la falta de gestión de seguridad en la empresa.

La investigación realizada en este trabajo garantiza que la seguridad de los operadores podrá mejorar luego de la implementación de las recomendaciones establecidas. La metodología puede ayudar a otros procesos a identificar, medir, analizar, mejorar y controlar nuevos riesgos laborales.

6.1.3 Conclusiones de la perspectiva de Medio Ambiente

El proceso de estudio evidenció que gran parte de las causas raíces encontradas en la perspectiva de calidad son generadoras de defectos de calidad y de residuos que ocasionan impactos ambientales.

La metodología utilizada se centra en establecer reducciones de los desechos a través de la aplicación de proyectos de mejora cuya inversión sea técnicamente viable y económicamente factible, por último el balance entre lo que ingresa al proceso y lo que sale de él busca lograr el principio de la

conservación de la materia tratando de que con las acciones propuestas se logre reducir el consumo de materias primas y la mejora en la productividad.

Se han recomendado acciones a seguir para lograr minimizar los impactos más críticos que son generados en el proceso de pintura electrostática, entre los cuales se puede mencionar una reducción del 8% del consumo de materia prima por concepto de optimización del consumo y recuperación de la pintura electrostática, cumpliendo con otro objetivo planteado por la investigación.

Como una conclusión general se considera que la investigación realizada en el proyecto ha entregado varias alternativas tanto en calidad, seguridad, y cuidado del medio ambiente que permiten lograr la mejora del proceso productivo de pintura electrostática.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda establecer un sistema de “Kanbanes” e implementar el sistema “Lean Production” o uno justo a tiempo en la entrega de las partes y piezas de los productos en este proceso.

Se recomienda mantener el control del valor promedio y la variabilidad de la respuesta micras (y) controlando la aplicación de las especificaciones técnicas propuestas.

Se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo completo incluyendo frecuencias y repuestos a utilizar, para evitar que las máquinas fallen. El personal de mantenimiento deberá entrar en un proceso de capacitación con los fabricantes de los equipos, para la realización de estos mantenimientos de forma adecuada.

Se recomienda establecer la construcción inmediata de un juego adicional de rieles y ganchos para el transportador de proceso de pintura, ubicar un

proveedor para el servicio de limpieza de rieles y ganchos, lo que permitirá tener siempre a disposición un juego para remplazar al contaminado.

Se recomienda establecer un plan de capacitación y entrenamiento al personal de pintura en temas relacionados con el buen uso y manejo de los equipos de pintura, calibración de equipos de acuerdo a especificaciones, técnicas de pintura, y control del desempeño del producto. Además se establezca la calificación interna del pintor, al cual se le evaluará el cumplimiento de las técnicas de pintura y el grado de cumplimiento de las características técnicas del producto pintado.

Se recomienda implementar la especificación técnica establecida en este estudio en la perspectiva de calidad y paulatinamente añadir al resto de productos.

Se recomienda analizar las características técnicas requeridas para un adecuado desempeño de la pintura e implementar un control de estas características en el momento de la recepción de la materia prima.

Se recomienda reducir el tiempo de exposición continua a los dos riesgos de seguridad presentes, a través de la variación de las horas laborables en la cámara de pintura estableciendo pausas activas de 20 minutos cada dos horas, la jornada seguirá siendo de 4 horas y se monitoreará a los operadores trimestralmente para prevenir bronconeumopatías a través de la aplicación de espirometrías, radiología de tórax, etc.

Se recomienda la búsqueda de nuevas tecnologías de recuperación de pintura además establecer el re-uso y reciclaje interno de la pintura.

Se recomienda la reutilización del agua tratada en la planta de tratamiento de agua residual en la etapa del primer enjuague por lo menos una vez más.

7 REFERENCIAS

- Asepal. Etiología y Descripción de las enfermedades respiratorias profesionales. Obtenida el 01 enero del 2013, de http://www.construmatica.com/construpedia/Etiolog%C3%ADa_y_Descripci%C3%B3n_de_las_Enfermedades_Respiratorias_Profesionales
- Banderas, S. (2010). Diseño de un modelo de producción limpia para la industria de ensamble de electrónicos. Obtenida el 09 de diciembre del 2012, de <http://docencia.colef.mx/system/files/para%20publicar.pdf>
- Cuesta, S. RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Obtenido el 09 de febrero del 2013, <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- DuPont. (2008). Eficiencia de transferencia (Powdersolutions N°7). Colombia: DuPont PowderCoatings S.A.
- Ecuador. Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito.
- Ecuador. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (1990). Reglamento del seguro General de Riesgos del Trabajo, Resolución C.D. 390. Quito.
- Ecuador. Ministerio de Relaciones Laborales. (1986). Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y Mejoramiento el Medio Ambiente de Trabajo Decreto 2393. Quito.
- Ecuador. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2005). Normas técnicas de Calidad ambiental, Ordenanza Metropolitana N°146. Quito.
- El Médico Interactivo. Enfermedades pulmonares profesionales y ambientales. Obtenida el 01 enero del 2013, de <http://www.elmedicointeractivo.com/ap1/emibold/biblio/rbcn18.htm>
- Gonzales, F. (1999). Sistemas y tecnologías de información y comunicaciones en el proceso de dirección de calidad total. Obtenida el 09 de diciembre del 2012, de <http://oa.upm.es/576/1/05199906.pdf>
- Historia de la calidad. Obtenido el 05 de enero del 2013, de http://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_calidad
- Lind, D., Marchal, W., y Mason, R. (2004). Estadística para Administración y Economía. México. Alfaomega.

- Mapfre. Corrosión y protección anticorrosiva. Obtenida el 01 enero del 2013, de <http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/cesvimap/ficheros/MPinturaEXTRACTO.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Evaluación a la exposición de agentes Químicos. Obtenido el 09 de febrero del 2013, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_587.pdf
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Sistema Simplificado de evaluación de riesgos de accidentes. Obtenido el 29 de Octubre del 2013, de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_330.pdf
- Pantoja, A. Consejos para la optimización de la pintura en polvo. Obtenida el 01 enero del 2013, de http://www.metalactual.com/revista/26/recubrimientos_polvo.pdf
- Peter, S., Neuman, R. (2004). Las claves prácticas de Seis Sigma. México. McGraw Hill.
- Pinturas Nervion. Tipos de Recubrimientos. Obtenida el 26 de diciembre del 2012, de http://www.nervion.com.mx/web/conocimientos/tipos_rec.php
- Protección anticorrosiva. Obtenida el 26 de diciembre del 2012, de <http://www.estrellaylugar.com/doc/es-manual-de-pinturas-2.pdf>
- Qualiplus. (Ed). (2004-2006). Certificación Seis Sigma Green Belt. Brasil. Excelencia Empresarial.
- Qualiplus. (Ed). (2004-2008). Certificación Seis Sigma Black Belt. Brasil. Excelencia Empresarial.
- Render, B., Heizer, J., (1996). Principios de Administración de Operaciones. México. Prentice-Hall Hispanoamericana.
- Rivas, J. (2012). Tipos de Justificación en la investigación. Obtenida el 09 de diciembre del 2012, de <http://elaboratumonografiapasoapaso.com/blog/tipos-de-justificacion-en-la-investigacion/>

- Romo, C. Calle, W. (2007). Estructura del Modelo Ecuador, su impacto en la productividad para la empresa Halliburton Latín América S.A., sucursal Ecuador y sistema de auditoría. Obtenida el 09 de diciembre del 2012, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/204/1/86740.pdf>
- Rubio, J.C. (2000). Gestión de la Prevención y Evaluación de Riesgos Laborales. España. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga.
- Slack, N., Chambers, S. (1999). Administración de Operaciones. México. Editorial Continental.
- Trischler, W. (1998) *Mejora del Valor Añadido en los Procesos*. México. McGraw Hill.

8 ANEXOS

ANEXO 1. Tabla de factores para construir Diagramas de Control

ANEXO 2. Tabla de Mediciones de tiempos de actividades “B” y “F”

ANEXO 3. Mediciones de variable (micras 1) estado actual

ANEXO 4. Tabla de factores de control y respuesta micras (y)

ANEXO 5. Método RULA (RapidUpperlimbAssessment)

ANEXO 6. Tablas de puntuación de método RULA

ANEXO 7. Flujo de caja actual P+L

ANEXO 8. Flujo de caja esperado P+L

ANEXO 9. NTP-330: Sistema Simplificado de evaluación de riesgos de accidentes.

ANEXO 10. Certificado de calibración de instrumento de medición de polvo

ANEXO 11. Registro de profesionales en seguridad y salud.

ANEXO 1. Tabla de factores para construir Diagramas de Control

Observaciones en la muestra, n.	Diagrama para medias			Diagrama para desviaciones estándares						Diagrama para amplitudes						
	Factores para límites de control			Factores para línea central		Factores para límites de control				Factores para línea central		Factores para límites de control				
	A	A ₂	A ₃	c ₄	1/c ₄	B ₃	B ₄	B ₅	B ₆	d ₂	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
2	2.121	1.880	2.659	0.7979	1.2533	0	3.267	0	2.606	1.128	0.8865	0.853	0	3.696	0	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.8962	1.1284	0	2.568	0	2.276	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.574
4	1.500	0.729	1.628	0.9213	1.0654	0	2.266	0	2.098	2.059	0.4857	0.880	0	4.698	0	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.9400	1.0638	0	2.089	0	1.964	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.9515	1.0510	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.9594	1.04230	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.3698	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.9650	1.0363	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.3512	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.9693	1.0317	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.3367	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.9727	1.0281	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.9754	1.0252	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.3152	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.9776	1.0229	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.3069	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.9794	1.0210	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.2998	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.9810	1.0194	0.406	1.594	0.399	1.563	3.407	0.2935	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.9823	1.0180	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.2880	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.9835	1.0168	0.448	1.552	0.440	1.526	3.532	0.2831	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.9845	1.0157	0.466	1.534	0.458	1.511	3.588	0.2787	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.9854	1.0148	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.2747	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608
19	0.688	0.187	0.698	0.9862	1.0140	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.2711	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597
20	0.671	0.180	0.680	0.9869	1.0133	0.510	1.490	0.504	1.470	3.735	0.2677	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.9876	1.0126	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.2647	0.724	1.605	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.9882	1.0119	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566
23	0.626	0.162	0.633	0.9887	1.0114	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.9892	1.0109	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.451	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.9896	1.0105	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.2544	0.708	1.806	6.056	0.459	1.541

Para $n > 25$

$$A = \frac{3}{\sqrt{n}} \cdot A_3 = \frac{3}{c_4 \sqrt{n}} \cdot c_4 = \frac{4(n-1)}{4n-3}$$

$$B_3 = 1 - \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}} \cdot B_4 = 1 + \frac{3}{c_4 \sqrt{2(n-1)}}$$

$$B_5 = c_4 - \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}} \cdot B_6 = c_4 + \frac{3}{\sqrt{2(n-1)}}$$

Fuente: Estadística para Administración y Economía Elaborado: Lind, Marchal

ANEXO 2. Tabla de Mediciones de tiempos de actividades "B" y "F"

MEDICIÓN DE TIEMPO ACTIVIDADES B (ACT-B)							
día	1	2	3	4	5	media	amplitud
1	13,5	41,6	39,8	12,4	21,2	25,7	29,2
2	18,8	30,9	32,1	21,3	42,3	29,1	23,5
3	24,8	19,9	22,1	26,5	26,9	24,0	7,0
4	29,3	11,2	43,2	32,9	42,5	31,8	32,0
5	26,8	22,1	23,0	24,1	33,8	26,0	11,7
6	16,3	8,5	27,5	33,4	22,6	21,7	24,9
7	16,3	27,2	38,4	39,2	36,4	31,5	23,0
						27,1	21,6

MEDICIÓN DE TIEMPO ACTIVIDADES F (ACT-F)							
día	1	2	3	4	5	media	amplitud
1	30,8	21,5	24,4	23,9	12,0	22,5	18,8
2	15,5	16,0	14,5	7,3	20,0	14,7	12,7
3	28,1	9,2	10,8	28,2	24,8	20,2	19,0
4	6,6	24,8	16,9	33,1	1,7	16,6	31,4
5	24,6	5,2	12,5	21,9	13,8	15,6	19,4
6	6,3	17,5	1,7	19,7	23,5	13,7	21,8
7	16,3	16,9	33,0	22,4	16,9	21,1	16,7
						17,8	20,0

Fuente: Proceso productivo Elaborado: R. Polanco

ANEXO 3. Mediciones de variable (micras 1) estado actual

MEDICIONES DE VARIABLE (MICRAS 1) ESTADO ACTUAL							
lotes	1	2	3	4	5	media	amplitud
1	90,20	62,73	99,95	120,00	77,62	90,10	57,27
2	93,97	71,50	110,00	81,10	80,45	87,40	38,50
3	55,00	79,57	125,00	84,10	60,00	80,73	70,00
4	64,71	55,00	114,29	102,48	69,00	81,09	59,29
5	58,50	64,43	49,57	94,77	80,13	69,48	45,20
6	83,58	111,12	112,41	105,37	100,55	102,61	28,83
7	89,80	88,75	125,00	79,93	67,37	90,17	57,63
8	102,42	126,98	88,41	110,02	79,27	101,42	47,71
9	71,37	109,87	89,50	46,69	80,12	79,51	63,17
10	62,26	79,06	133,00	149,28	55,70	95,86	93,58
11	146,13	64,48	113,96	128,90	79,38	106,57	81,65
12	133,27	96,40	21,65	78,58	110,57	88,09	111,62
13	113,07	99,31	121,40	113,81	98,73	109,26	22,67
14	33,15	68,08	52,29	48,81	79,66	56,40	46,51
15	87,15	93,92	54,35	62,12	114,70	82,45	60,35
16	199,84	104,86	100,69	83,10	125,82	122,86	116,74
17	56,07	63,97	54,65	91,76	126,47	78,58	71,82
18	59,39	112,96	101,88	53,71	59,73	77,53	59,25
19	73,14	60,91	63,45	128,08	97,80	84,67	67,17
20	102,85	120,62	114,84	74,80	47,96	92,21	72,66
21	55,87	107,79	101,35	76,03	79,04	84,01	51,92
22	69,30	72,67	93,49	54,51	135,90	85,17	81,40
23	83,52	78,84	143,19	150,57	98,27	110,88	71,73
24	97,13	82,90	122,72	127,85	117,63	109,65	44,95
25	73,21	66,25	45,26	60,05	82,35	65,42	37,08
26	74,32	123,23	51,75	81,46	147,90	95,73	96,15
27	119,03	68,90	133,86	69,73	47,81	87,87	86,05
28	1,06	111,89	78,17	119,34	109,60	84,01	118,28
29	32,34	14,46	65,61	88,93	80,03	56,27	74,47
30	68,45	117,78	68,00	64,66	73,42	78,46	53,12
31	76,88	83,63	140,35	40,17	81,01	84,41	100,17
32	105,80	128,59	112,37	149,74	87,51	116,80	62,24
33	84,72	106,97	59,47	104,83	82,86	87,77	47,49
34	103,93	58,11	117,81	51,97	117,47	89,86	65,83
35	63,10	55,97	97,90	87,45	142,33	89,35	86,36
36	132,10	107,66	107,95	92,08	57,30	99,42	74,79
37	109,97	98,46	38,72	129,40	108,69	97,05	90,67
38	104,00	101,64	54,03	158,62	67,61	97,18	104,59
39	112,61	123,95	132,64	84,16	40,00	98,67	92,64
40	64,49	60,00	84,31	117,63	113,53	87,99	57,63
						89,57	69,23

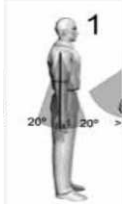
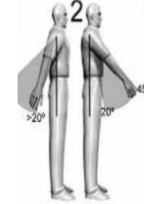
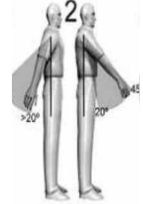
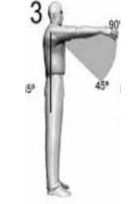

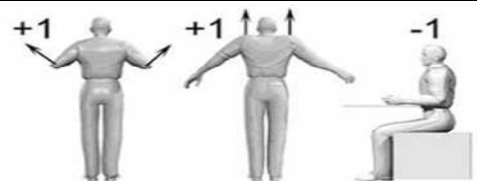
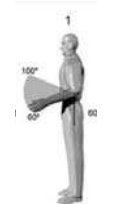
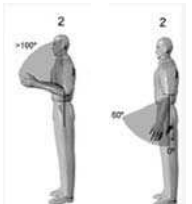
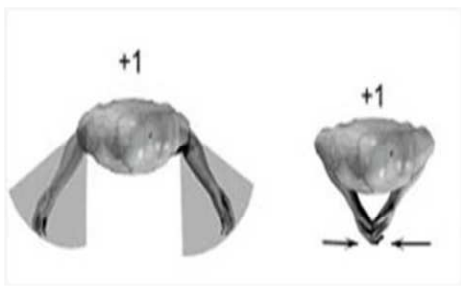
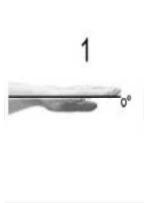
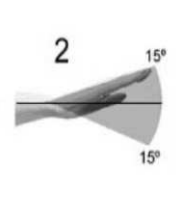
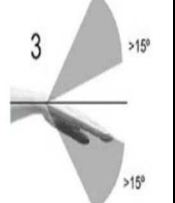
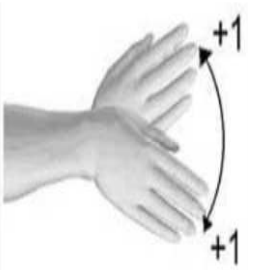
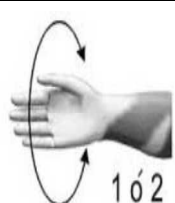
Fuente: Proceso productivo Elaborado: R. Polanco





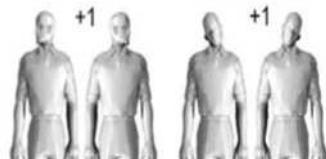





ANEXO 4. Tabla de factores de control y respuesta micras (y)

07/02/2013					
TABLA DE COMBINADO DE FACTORES DE CONTROL Y RESPUESTA (y) comprobatorio					
N°	presión de aire	capa de ganchos	flujo de aire	velocidad	y(micras)
1	10	B	10	0,9	107
2	10	B	10	1	102
3	10	B	10	1,2	96
4	10	B	20	0,9	113
5	10	B	20	1	108
6	10	B	20	1,2	100
7	10	B	30	0,9	120
8	10	B	30	1	113
9	10	B	30	1,2	103
10	10	A	10	0,9	60
11	10	A	10	1	54
12	10	A	10	1,2	43
13	10	A	20	0,9	68
14	10	A	20	1	57
15	10	A	20	1,2	49
16	10	A	30	0,9	74
17	10	A	30	1	66
18	10	A	30	1,2	45
19	30	B	10	0,9	130
20	30	B	10	1	72
21	30	B	10	1,2	67
22	30	B	20	0,9	142
23	30	B	20	1	83
24	30	B	20	1,2	76
25	30	B	30	0,9	155
26	30	B	30	1	104
27	30	B	30	1,2	94
28	30	A	10	0,9	113
29	30	A	10	1	50
30	30	A	10	1,2	44
31	30	A	20	0,9	124
32	30	A	20	1	68
33	30	A	20	1,2	53
34	30	A	30	0,9	136
35	30	A	30	1	73
36	30	A	30	1,2	67

Fuente: Proceso productivo Elaborado: R. Polanco

ANEXO 5. Método RULA (RapidUpperlimbAssessment)

GRUPO A					
POSTURA DE BRAZO					
1	2	2	3	4	CORRECCION
					Sumar 1 si hombro elevado Sumar 1 si brazo en abducción
-20° a +20°	más de 20° en extensión	20° a +45°	45° a +90°	más de 90°	Restar 1 si el brazo está apoyado
					
POSTURA DE ANTEBRAZO					
1	2	CORRECCION			
		Sumar 1 si el brazo cruza la línea media del cuerpo o se desvía hacia los lados			
60° a 100°	0° - 60° o más de 100°				
POSTURA DE MUÑECA					
1	2	3	CORRECCION		
			Sumar 1 si la muñeca está desviada lateralmente		
0°	-15° a + 15°	más de 15° en flexion o extensión			
TORSIÓN DE MUÑECA					
TORSIÓN	1	2			
	Postura neutra o muñeca en rango medio de giro	La muñeca está en o casi el final de su rango de giro			

GRUPO B				
POSTURA DE CUELLO				
1	2	3	4	CORRECCION
				Sumar 1 si cuello girado Sumar 1 si cuello inclinado hacia los lados
0° a 10°	10° a 20°	más de 20°	más de 0° en extensión	
				
POSTURA DE TRONCO				
1	2	3	4	CORRECCION
Sentado y con la espalda bien apoyada con un ángulo muslo-tronco de 90° o más				Sumar 1 si tronco girado Sumar 1 si tronco inclinado lateralmente
0° a 10°	0° 0° a 20°	20° a 60°	más de 60°	
				
POSTURA DE PIERNAS				
PIERNAS	1	1	2	
	Sentado con piernas y pies apoyados con el peso uniformemente distribuidos	De pie con peso del cuerpo uniformemente distribuido sobre los dos pies y con espacio para facilitar los cambios posturales	Si piernas o pies no están correctamente apoyados o en una postura equilibrada	

USO DE LA MUSCULATURA

AÑADIR UNA PUNTUACIÓN DE 1 SI:

La postura es principalmente estática, es decir, se mantiene durante más de un minuto

La actividad muscular es repetitiva, es decir, la acción se repite más de cuatro veces por minuto

FUERZA O CARGA			
0	1	2	3
Carga o fuerza inferior o igual a 2 Kg que se mantiene de forma intermitente	Fuerza o carga entre 2 y 10 Kg de forma intermitente	Fuerza o carga entre 2 y 10 Kg de forma estética o repetitiva Fuerza o carga superior a 10 Kg de forma intermitente	Fuerza o carga superior a 10 Kg de forma estética o repetida Fuerza de impacto o que aumentan rápidamente (de cualquier intensidad)

Fuente: pagina, <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Elaborado: Cuesta, S.

ANEXO 6. Tablas de puntuación de método RULA

		TABLA A							
		POSTURA MUÑECA							
		1		2		3		4	
		TORCION MUÑECA		TORCION MUÑECA		TORCION MUÑECA		TORCION MUÑECA	
BRAZO	ANTEBRAZO	1	2	1	2	1	2	1	2
		1	2	2	2	2	2	2	3
		2	2	2	2	2	2	3	3
		3	2	3	3	3	3	3	4
		1	2	3	3	3	3	4	4
		2	3	3	3	3	3	4	4
1		3	4	4	4	4	4	5	5
		1	3	4	4	4	4	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	5
		1	4	4	4	4	4	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5
2		3	4	4	4	4	4	5	5
		1	3	4	4	4	4	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	5
		1	4	4	4	4	4	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5
3		1	4	4	4	4	4	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	5
		1	4	4	4	4	4	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	5
4		1	4	4	4	4	4	5	5
		2	4	4	4	4	4	5	5
		3	4	4	4	4	4	5	6
		1	5	5	5	5	5	6	7
		2	6	6	6	6	6	7	7
		3	6	6	6	6	6	7	7
5		1	7	7	7	7	7	8	9
		2	8	8	8	8	8	9	9
		3	9	9	9	9	9	9	9
		1	7	7	7	7	7	8	9
		2	8	8	8	8	8	9	9
		3	9	9	9	9	9	9	9
6		1	7	7	7	7	7	8	9
		2	8	8	8	8	8	9	9
		3	9	9	9	9	9	9	9
		1	7	7	7	7	7	8	9
		2	8	8	8	8	8	9	9
		3	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 4.1. Tabla A para el cálculo de la puntuación postura A.

TABLA B												
POSTURAS DE TRONCO												
	1		2		3		4		5		6	
	PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS		PIERNAS	
CUELLO	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	8	8	8
5	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9

Tabla 4.2. Tabla B para el cálculo de la puntuación postura B.

PUNTAJACION D (CUELLO, TRONCO Y PIERNAS)											
	1	2	3	4	5	6	7+				
1	1	2	3	4	5	6	7+				
2	2	2	3	4	4	5	5				
3	3	3	3	4	5	6	6				
4	3	3	3	4	5	6	6				
5	4	4	4	5	6	7	7				
6	4	4	5	6	6	7	7				
7	5	5	6	6	7	7	7				
8+	5	5	6	7	7	7	7				

PUNTAJACION C
(EXTREMIDAD SUPERIOR)

Tabla 4.3. Tabla C para el cálculo de la puntuación final

PUNTUACION FINAL	NIVEL DE ACCIÓN	CORRECCION
1 ó 2	1	Corresponde a aquellas posturas de trabajo donde, en conjunto, las partes del cuerpo A y B adoptan posiciones aceptables, y variables uso de musculatura y fuerza tienen también valores bajos. Indica que la postura es aceptable si no se mantiene o no se repite durante un gran periodo de tiempo.
3 ó 4	2	Corresponde a posturas donde la posición de los distintos segmentos corporales pueden estar fuera de los rangos de movimientos aceptables, o bien, posturas de trabajo donde las posiciones no son tan extremas pero existen repetitividad, carga estática o aplicación de fuerza. Indica la necesidad de una evaluación más detallada y la posibilidad de que se requiera cambios.
5 ó 6	3	Corresponde a aquellas posturas de trabajo que no están dentro de los rangos de movimientos aceptables, se requieren movimientos repetidos o un trabajo muscular estático, y podría ser necesaria la aplicación de fuerza. Indica la necesidad de realizar un estudio en profundidad y corregir esa postura lo antes posible.
7	4	Corresponde a posturas en o casi el final del rango de movimiento, donde se requiere un esfuerzo estático o repetitivo. Cualquier postura en la que la fuerza o carga sea excesiva estaría también incluida en este grupo. Indica la necesidad de realizar un estudio en profundidad y corregir esa postura de forma inmediata.

Tabla 4.1. Interpretación de los niveles de riesgo del método RULA.

Fuente: página, <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php> Elaborado: Cuesta, S.

ANEXO 7. Flujo de caja actual P+L

FLUJO DE CAJA ACTUAL

Detalle	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Ingresos	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00
Ingresos por ventas	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00
Valor de Venta Residuo (pintura electrostática)	-	-	-	-	-	-
Costos Operacionales	-	(1.125.495,92)	(1.125.495,92)	(1.125.495,92)	(1.125.495,92)	(1.125.495,92)
Materia Prima (tool+ otros)		(984.000,00)	(984.000,00)	(984.000,00)	(984.000,00)	(984.000,00)
Materia Prima (pintura electrostática)		(108.630,00)	(108.630,00)	(108.630,00)	(108.630,00)	(108.630,00)
Generación de Residuo (pintura electrostática)		(4.800,00)	(4.800,00)	(4.800,00)	(4.800,00)	(4.800,00)
Consumo de Energía		(17.360,00)	(17.360,00)	(17.360,00)	(17.360,00)	(17.360,00)
Consumo de Agua		(205,92)	(205,92)	(205,92)	(205,92)	(205,92)
Generación de Efluente		(6.000,00)	(6.000,00)	(6.000,00)	(6.000,00)	(6.000,00)
Gastos de Mantenimiento		(2.500,00)	(2.500,00)	(2.500,00)	(2.500,00)	(2.500,00)
Gastos de Mano de Obra		(2.000,00)	(2.000,00)	(2.000,00)	(2.000,00)	(2.000,00)
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-
Flujo de Caja Líquido	4.200.000,00	3.074.504,08	3.074.504,08	3.074.504,08	3.074.504,08	3.074.504,08

* valores negativos

Tomado deProceso de estudio Elaborado: R. Polanco

ANEXO 8. Flujo de caja esperado P+L

FLUJO DE CAJA ESPERADO

Detalle	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
* Inversiones	0	1	2	3	4	5
Inversión 1 = NUEVO SISTEMA DE RECUPERACIÓN Y CAMARA DE PINTURA	(42.300,00)	-	-	-	-	-
Inversión 2 = SISTEMA PARA REUTILIZACIÓN DE AGUA	(300,00)	-	-	-	-	-
Ingresos	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00
Ingresos de ventas	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00	4.200.000,00
Valor de Venta Residuo (pintura electrostática)	-	-	-	-	-	-
* Gastos Operacionales	-	(1.112.382,56)	(1.112.382,56)	(1.112.382,56)	(1.112.382,56)	(1.112.382,56)
Materia Prima (cool+ otros)	-	(984.000,00)	(984.000,00)	(984.000,00)	(984.000,00)	(984.000,00)
Materia Prima (pintura electrostática)	-	(100.980,00)	(100.980,00)	(100.980,00)	(100.980,00)	(100.980,00)
Generación de Residuo (pintura electrostática)	-	(1.800,00)	(1.800,00)	(1.800,00)	(1.800,00)	(1.800,00)
Consumo de Energía	-	(17.360,00)	(17.360,00)	(17.360,00)	(17.360,00)	(17.360,00)
Consumo de Agua	-	(142,56)	(142,56)	(142,56)	(142,56)	(142,56)
Generación de Efluente	-	(3.600,00)	(3.600,00)	(3.600,00)	(3.600,00)	(3.600,00)
Gastos de Mantenimiento	-	(2.500,00)	(2.500,00)	(2.500,00)	(2.500,00)	(2.500,00)
Gastos de Mano de Obra	-	(2.000,00)	(2.000,00)	(2.000,00)	(2.000,00)	(2.000,00)
Gastos de otros insumos	-	-	-	-	-	-
Flujo de Caja Líquido	4.157.700,00	3.087.617,44	3.087.617,44	3.087.617,44	3.087.617,44	3.087.617,44

Fuente: Proceso de estudio Elaborado: R. Polanco

ANEXO 9. NTP-330: Sistema Simplificado de evaluación de riesgos de accidentes

Cuadro determinación del nivel de Deficiencia

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

Determinación del nivel de exposición

Nivel de exposición	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Determinación del nivel de probabilidad

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Significado de los niveles de probabilidad

Nivel de probabilidad	NP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Determinar el nivel de consecuencia

Nivel de consecuencias	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Dstrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Dstrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (I.L.T.)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

Determinación del nivel de riesgo e intervención

		HR = NP x NC			
		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Significado del nivel de intervención

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.

**ANEXO 10. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN DE POLVO**

Certificate of Calibration

Certificate Number: EDCQP200-4-115

Environmental Devices Corporation certifies the Haze-Dust Particulate Monitors are calibrated gravimetrically against the specifications and protocols set forth in NIOSH method 0600 & 0500 and are NIST traceable and conforms to original specifications of $\pm 10\%$.

Calibration Dust Specifications using NIST traceable Coulter Multisizer II, ISO12103-1 A2 Fine Test Dust.

NIST primary Flow Standard: LFE774300

Quality system standard to meet the requirements of ANSI/ASQC standard Q9000-1994 (ISO 9001), MIL-STD 45662A, and customer's specification if required.

Particulate Cumulative Volume Numeric Data

Micron Size	% Less Than
1	2.4
2	11.0
3	19.6
4	27.7
5	34.6
7	43.4
10	52.1
20	70.7
40	89.2
80	99.8
120	100.0

Temperature = 22°C

Relative Humidity = 30%

Atmospheric Pressure = 760 mmHg

Measurement Uncertainty Estimated @ 95% Confidence Level (k=2)

Technician	Model	Serial Number	Date
<i>M.D.</i>	<i>HS 10A</i>	<i>10082328</i>	<i>1/15/00</i>

Checked By *MS* Next Calibration Due Date *1/15/01*

Calibration Span Accuracy Model:

Environmental Devices Corporation
4 White Drive Building #17
Plattsburgh, NY 12156
ISO 9001 Certified

ANEXO 11. REGISTRO DE PROFESIONALES EN SEGURIDAD Y SALUD.



REGISTRO DE PROFESIONALES EN SEGURIDAD Y SALUD

Acuerdo Ministerial No. 029
Registro Oficial 0883 del 17 de agosto de 2009

Verificada la documentación presentada y procediendo conforme a los criterios expresados en el Acuerdo Ministerial sobre Registro de Profesionales en Seguridad y Salud se determina que:

RICHARDSON ALFREDO POLANCO CARRILLO, Ingeniero en Administración de Procesos, acredita el código B1.

En virtud de lo expresado y conforme a la tabla de competencias y cualificaciones, el Ing. **RICHARDSON ALFREDO POLANCO CARRILLO**, está acreditado para asistir técnicamente a MICROEMPRESA, con actividades de RIESGO LEVE.

Tabla de competencias y cualificaciones

	No. TRABAJAD.	RIESGO LEVE	RIESGO MODERADO	RIESGO ALTO
Microempresa	1-9	Código B1	Código B2	Código A1
Pequeña empresa	10-49	Código A2	Código A3, C1	Códigos A4, B3, C2
Mediana empresa	50-99	Código A5, B4, C3	Código B5; C4, C5	Código D1, D2
Gran empresa	100 o más	Código D3, D4, D6, E1, E2	Código E3, E4, F1, F2	Código E5; F3, F4, F5 G*

NOTA: La ubicación del código en la tabla indica que el profesional está acreditado técnicamente para ese código y los códigos inferiores. * acreditado para todos los niveles o más de las competencias específicas de la formación.

Quito, Mayo 30 de 2011

Ing. Juan Francisco Romero
Director de Seguridad y Salud en el Trabajo





Ministerio
de Trabajo y Seguridad
Social

Quito - Ecuador
- Telefonos 1700 y 1701
- 02 254 2250 - 02 254 2251
- Central de Fianza 02 254 2252 y
Reserva
- 02 254 2253 - 02 254 2254

UNIDAD TECNICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

REGISTRO DE PROFESIONALES EN SEGURIDAD Y SALUD

Acuerdo Ministerial No. 218
Regencia Oficial 063 del 17 de agosto de 2007

Verificada la documentación presentada y procediendo conforme a los criterios expresados en el Acuerdo Ministerial sobre Registro de Profesionales en Seguridad y Salud se determina que:

FAUSTO MARCELO ROVALINO TELLO, Licenciado en Ciencias Geográficas, Magister en Seguridad, Salud y Ambiente, acredita el código F4.

En virtud de lo expresado y conforme a la tabla de competencias y calificaciones, el **Licdo. Fausto Marcelo Rovalino Tello**, está acreditado para asistir técnicamente a **GRAN EMPRESA** con actividades de **RIESGO ALTO**.

Tabla de competencias y calificaciones

	RIESGO LEVE	RIESGO MODERADO	RIESGO ALTO
Microempresa	Código B1	Código B2	Código A1
Pequeña empresa	Código A1	Código A2 C1	Código A4 B3 B2
Mediana empresa	Código A5 B4 C1	Código B5 C2 C3	Código D1 D2
Gran empresa	Código D3, D4, D5 E1, E2	Código E3, E4 F1, F2	Código E5 F3, F4, F5 G*

NOTA: La ubicación del código en la tabla indica que el profesional que es evaluado técnicamente para su ingreso a las compañías informes:

G* acreditado para asistir las compañías a más de las empresas representadas en la presente.

Quito, Septiembre 28, de 2009


Ing. Segundo Marcello
COORDINADOR (E)

