



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA FABRICA DE CUPLAS DE LA EMPRESA
TENARIS TUBOCARIBE EN AREA DE FOSFATIZADO BAJO UN ENFOQUE
DE PRODUCTIVIDAD**

VANESSA DORIA COGOLLO

JUAN CAMILO PEÑA MORENO

UNIVERSIDAD DEL SINÚ

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.

2019



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA FABRICA DE CUPLAS DE LA EMPRESA
TENARIS TUBOCARIBE EN AREA DE FOSFATIZADO BAJO UN ENFOQUE
DE PRODUCTIVIDAD**

VANESSA DORIA COGOLLO

JUAN CAMILO PEÑA MORENO

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Asesor disciplinar

JAIRO BLANCO

Asesor metodológico

MARIA MERCEDES SUAREZ

UNIVERSIDAD DEL SINÚ

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.

2019

ACTA DE CALIFICACION Y APROBACION

Nota de aceptación:

Director de Escuela

Director de Investigaciones

Firma del jurado

Firma del jurado

Cartagena de Indias, 30 de octubre de 2019

Cartagena de Indias, 30 de Abril de 2019

Director

OSCAR ANDRES ANGEL ALVAREZ

Director de la Escuela de Ingenieria Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado “PROPUESTA DE MEJORA EN LA FABRICA DE CUPLAS DE LA EMPRESA TENARIS TUBOCARIBE EN AREA DE FOSFATIZADO BAJO UN ENFOQUE DE PRODUCTIVIDAD”, elaborada por los estudiantes VANESSA DORIA COGOLLO con cedula de ciudadanía 45.554.387 de Cartagena, JUAN CAMILO PEÑA MORENO con cedula de ciudadanía 1.143.340.687 de Cartagena, presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

Asesor del trabajo de grado

Director

OSCAR ANDRES ANGEL ALVAREZ

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

Por medio de la presente se hace entrega oficial del trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial titulado “PROPUESTA DE MEJORA EN LA FABRICA DE CUPLAS DE LA EMPRESA TENARIS TUBOCARIBE EN AREA DE FOSFATIZADO BAJO UN ENFOQUE DE PRODUCTIVIDAD”, elaborada por los estudiantes VANESSA DORIA COGOLLO de cedula de ciudadanía 45.554.387 de Cartagena, JUAN CAMILO PEÑA MORENO de cedula de ciudadanía 1.143.340.687 de Cartagena,

VANESSA DORIA COGOLLO

JUAN CAMILO PEÑA MORENO

AGRADECIMIENTOS

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1.Propuesta de mejora en productividad..... | 23 |
| Tabla 2. Relación de insumos, servicios de plantas y recursos humanos para el área de fosfatizado..... | 49 |
| Tabla 3. Costo de producción mensual..... | 50 |
| Tabla 4. Producción de acoples 51/2 " & 9 5/8" (P110 y L80)..... | 51 |
| Tabla 5. Check list proceso de Fosfatizado. Check list proceso de Fosfatizado. | 54 |
| Tabla 6Especificaciones técnicas de Calentador propuesto. | 61 |
| Tabla 7 .Especificaciones técnicas de Calentador propuesto | 61 |
| Tabla 8 Especificaciones técnicas Válvula propuesta. | 63 |
| Tabla 9. Especificaciones de la Válvula de Cheque propuesta | 64 |
| Tabla 10.Principios para el plan de mejora | 71 |
| Tabla 11.Análisis 5W/1H..... | 73 |
| Tabla 12.Cronograma de actividades plan de mejora. | 77 |
| Tabla 13.Tabla de inversión | 78 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Etapas del área de fosfatizado..... | 14 |
| Figura 2. Ubicación detallada de la empresa TENARIS TUBO CARIBE..... | 33 |
| Figura 3. Vista área fosfatizado en la Fábrica de cuplas..... | 38 |
| Figura 4. Layout Distribución actual del área de Fosfatizado..... | 42 |
| Figura 5. Organigrama del área de Fosfatizado..... | 44 |
| Figura 6. Diagrama de flujo área fosfatizado..... | 47 |
| Figura 7. Diagrama producción de Acoples 51/2 " & 9 5/8" (P110 y L80). | 52 |
| Figura 8. Modelo de calentador propuesto..... | 62 |
| Figura 9 .Válvula de alta temperatura propuesta. | 64 |
| Figura 10. Válvula de Cheque propuesta..... | 65 |
| Figura 11. Nuevo Layout distribución área de Fosfatizado. | 66 |
| Figura 12. Reestructuración Diagrama de Flujo..... | 67 |
| Figura 13. Proceso de aprendizaje 5w/1 H | 73 |

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 12 |
| 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 13 |
| 1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 13 |
| 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 1.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA | 18 |
| 1.3.1 De espacio..... | 18 |
| 1.3.2 De tiempo | 18 |
| 1.3.3 Población | 19 |
| 2 JUSTIFICACION..... | 20 |
| 3 OBJETIVOS..... | 21 |
| 3.1 OBJETIVO GENERAL..... | 21 |
| 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 21 |
| 4 MARCO REFERENCIAL..... | 22 |
| 4.1 ANTECEDENTES..... | 22 |
| 4.2 MARCO TEORICO | 24 |
| 4.2.1 Productividad | 24 |
| 4.2.2 Medición de la productividad | 25 |
| 4.2.3 Productividad observada | 25 |
| 4.2.4 Índice de Productividad | 26 |
| 4.2.5 Diagrama Causa-Efecto..... | 26 |
| 4.2.6 Herramienta Hombre-Maquina | 27 |
| 4.2.7 Diagrama de flujo | 28 |
| 4.2.8 Check list..... | 28 |
| 4.3 MARCO CONCEPTUAL | 28 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.1 | Eficiencia | 28 |
| 4.3.2 | Eficacia | 29 |
| 4.3.3 | Efectividad | 29 |
| 4.3.4 | Cupla..... | 29 |
| 4.3.5 | Fosfatizado..... | 30 |
| 5 | DISEÑO METODOLOGICO..... | 31 |
| 5.1 | TIPO DE INVESTIGACIÓN | 31 |
| 5.2 | POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 31 |
| 5.3 | FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN | 32 |
| 5.4 | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN A UTILIZAR | 32 |
| 6 | GENERALIDADES DE LA EMPRESA TENARIS TUBOCARIBE | 33 |
| 1.1 | UBICACIÓN DE LA EMPRESA | 33 |
| 6.1 | RESEÑA HISTÓRICA | 34 |
| 6.2 | MISION | 34 |
| 6.3 | VISION | 35 |
| 6.4 | PRODUCTOS Y SERVICIOS | 35 |
| 6.5 | CLIENTES..... | 37 |
| 6.6 | MATERIA PRIMA E INSUMOS..... | 37 |
| 7 | DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL..... | 38 |
| 7.1 | DESCRIPCIÓN DEL AREA DE FOSFATIZADO..... | 38 |
| 7.2 | LAYOUT DISTRIBUCION ACTUAL AREA FOSFATIZADO | 39 |
| 7.3 | DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS | 43 |
| 7.3.1 | Recursos humanos | 43 |
| 7.3.2 | Recursos materiales | 44 |
| 7.4 | DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS | 45 |
| 7.5 | DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | 45 |
| 7.6 | COSTO DE PRODUCCION ACTUAL..... | 49 |
| 7.7 | PRODUCCIÓN ACTUAL DE CUPLAS DEL AREA DE FOSFATIZADO | 50 |
| 7.8 | PRODUCTIVIDAD ACTUAL..... | 52 |
| | = 0.00018 Und / pesos | 53 |
| 7.9 | DIAGNÓSTICO ACTUAL..... | 53 |
| 8 | PROPUESTA DE RESTRUCTURACION PROCESO DE FOSFATIZADO | 59 |

| | | |
|-------|--|----|
| 8.1 | Aplicación del QFD | 59 |
| 8.2 | IMPLEMENTACION DE NUEVOS EQUIPOS | 61 |
| 8.2.1 | Calentador eléctrico | 61 |
| 8.2.2 | Válvula control de altas temperaturas | 63 |
| 8.2.3 | Válvula Cheque..... | 64 |
| 8.3 | PROPUESTA DEL NUEVO LAYOUT AREA DE FOSFATIZADO | 65 |
| 8.4 | RESTRUCTURACION DIAGRAMA DE FLUJO..... | 67 |
| 9 | PLAN DE MEJORA..... | 71 |
| 9.1 | PRINCIPIOS DEL PLAN DE MEJORA..... | 71 |
| 9.2 | PROYECTO DE MEJORA | 72 |
| 9.2.1 | Plan de implementación de las 5W/1H | 72 |
| 9.3 | ANALISIS COSTO BENEFICIO | 78 |
| 10 | CONCLUSIONES..... | 81 |

RESUMEN

La empresa TENARIS es una empresa del sector metalmecánico, que cuenta con una red de plantas productivas, centros de servicio y oficinas comerciales que cubre todo el mundo. En la actualidad provee tubos de revestimiento (casing) y de producción (tubing), tubos de conducción (line pipe) y diversos tubos de acero para aplicaciones mecánicas y estructurales.

El objetivo de la presente monografía es analizar el proceso productivo y diseñar una propuesta de mejora que permite lograr los niveles de productividad necesarios para satisfacer la demanda, teniendo en cuenta que en la actualidad la productividad ha disminuido notoriamente por cuellos de botellas presentados en una de las áreas del proceso (Fosfatizado). La metodología planteada propone en primera medida un diagnóstico de la situación actual de la empresa, por medio de encuestas y check list realizadas a coordinadores de operaciones; posteriormente el análisis de una reestructuración del proceso con la implantación de nuevos equipos teniendo en cuenta QFD y finalmente el plan de mejora aplicando herramientas como 5w+1h, para mejorar la productividad.

Los hallazgos encontrados evidencian que existe una estrategia como la de incorporar nuevos equipos teniendo el Lean manufacturing para lograr rentabilidad, dado que proporcionan menores costos y aumentan la productividad en comparación con las pérdidas que se está obteniendo con el incumplimiento a clientes. A partir de esto se concluye que adoptar esta estrategia permite aumentar eficientemente la producción en el área de fosfatizado y por ende en la empresa en general, logrando así beneficiar la rentabilidad de los inversionistas y la satisfacción de los clientes.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La industria metalmecánica está íntimamente ligada al desarrollo, siendo a la vez una herramienta y un motor cuando su objetivo es el de proveer productos y servicios que responden a una demanda efectiva de la comunidad. El objetivo en este sector es su funcionalidad, su magnitud radica en la relación que tiene con otras industrias, de hecho, se considera como una de las pioneras, ya que provee de material e insumos a la industria manufacturera, automotriz, agrícola y minera; por esta razón los países mejor desarrollados industrialmente tienen un excelente sector metálico.

La dinámica comercial actual, caracterizada por un ambiente de alta competitividad, demanda de procesos organizacionales eficientes y eficaces que fortalezcan la posición de mercado, mejoren la rentabilidad para los accionistas y la satisfacción de todos los interesados. Con base en este planteamiento, los mecanismos de planificación y control desempeñan un rol preponderante dentro de los procesos de la organización (Münch y Patiño, 2010).

Por esta razón, la naturaleza del sector económico en el que se desenvuelve la empresa Tenaris Tubo Caribe requiere de una gestión de inventario dinámica, eficiente y que mantenga la demanda satisfecha, sin incurrir, en lo posible, en sobrecostos o rupturas de inventario

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

TENARIS TUBOCARIBE es una multinacional metalmecánica establecida en Colombia en el año 2006, se dedica a la fabricación de tuberías y cuplas¹ en diferentes materiales aliados con acero. Tecnológicamente cuenta con maquinaria avanzada la

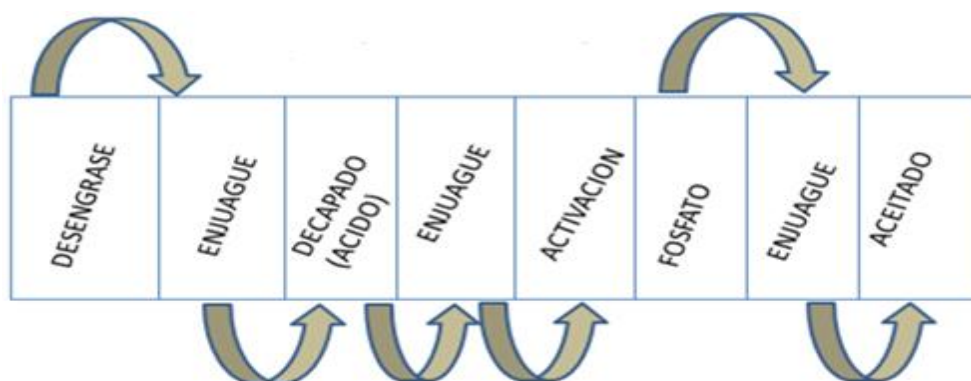
¹ Pieza empleada para la unión de dos tubos.

cual evita en un gran porcentaje la intervención del recurso humano para la fabricación de sus productos.

Durante la última década Tenaris creció hasta convertirse en una compañía global a través de una serie de inversiones estratégicas, ofrece una amplia gama de productos y servicios que promueven la confiabilidad, eficiencia y seguridad, incluso en los ambientes más desafiantes.

En los últimos tres (3) años la empresa Tenaris Tubocaribe ha venido presentando atrasos en su proceso productivo lo cual repercute notoriamente en la disminución de la productividad. Para poder obtener un diagnóstico detallado de la problemática se realizaron visitas periódicas y por medio de la observación y entrevistas realizadas a personal calificado (coordinador de operaciones y coordinador del área de terminación) se pudo evidenciar que la etapa que está afectando su proceso productivo en general en la fábrica de cuplas y por ende disminución de la productividad final es el área de Fosfatizado, la cual está compuesta a su vez por ocho (8) etapas. Ver figura 1.

Figura 1. Etapas del área de fosfatizado

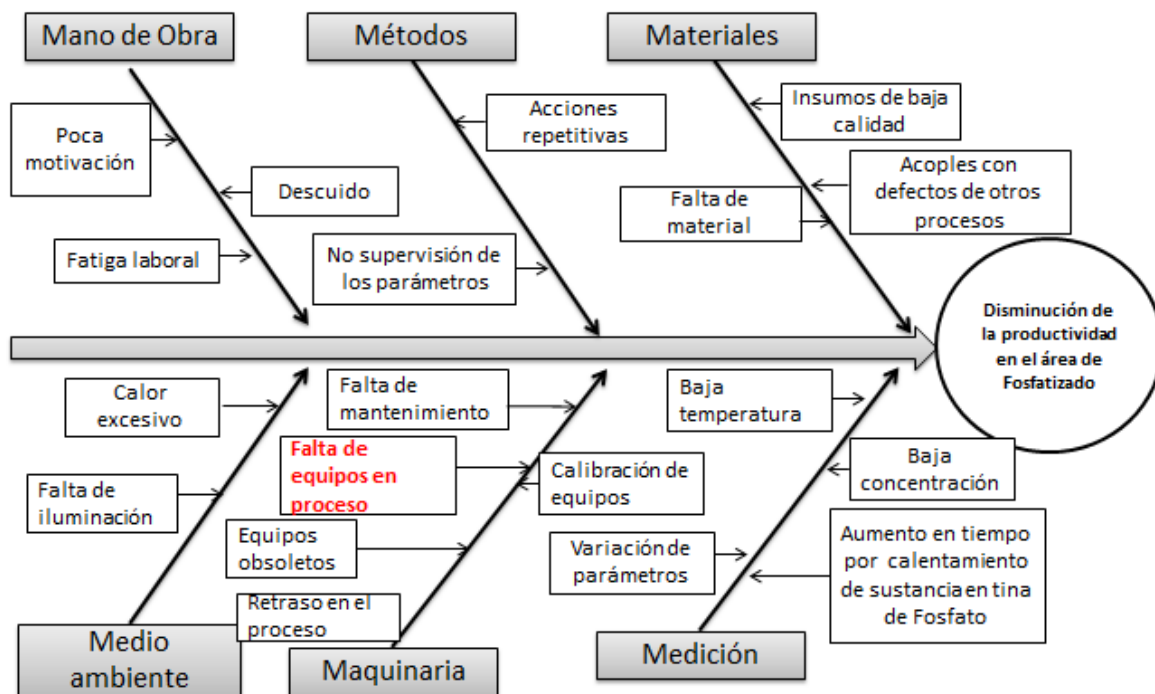


Fuente: propia

En búsqueda de analizar la información detalla de la problemática antes mencionada, se utilizó el método de causa efecto ya que éste permite crear una representación visual de la situación de tal manera que facilite el entendimiento de causas, categorías

y por último las necesidades finales, esta información se derivó entre otros mecanismos mediante recopilación de reflexiones organizacionales expuestas por las áreas involucradas. (Ver figura 2).

Figura 2. Diagrama Ishikawa para analisis del problema.



Fuente. Propia

Del análisis realizado surgen seis (6) categorías de estudio, para cada una se determinó las fuentes de generación de conflicto con mayor probabilidad de ocurrencia en cada caso. A continuación, se describen los resultados:

- Mano de obra

-Descuido por parte del operario: este se presenta cuando en ocasiones las personas seleccionadas para realizar la operación en la tina de fosfato no están completamente concentradas y pueden agregar más producto de lo requerido.

- Fatiga laboral: es una consecuencia de la actividad excesiva y del trabajo monótono, aunque en Tenaris solo se trabajan ocho (8) horas, el trabajo es muy repetitivo y ocasiona mucho desgaste físico.

- Método

- No supervisión de los parámetros: el método empleado por los operadores en ocasiones puede fallar, no cumpliendo a cabalidad con el procedimiento establecido en el que se debe hacer supervisión constante de las variables del proceso, cuando esto pasa y una variable salga de control puede generar no conformidades en el proceso, generando así demoras en reproceso.

- Materiales

- Falta de materiales: cuando la persona encargada de los suministros no realiza el pedido a tiempo, esto influye notoriamente en el proceso debido a que se pueden generar paradas por la falta de insumos o en su defecto disminución del índice de productividad por turno, debido a que el insumo existente se distribuye en los tres turnos operativos.
- Acoples con defectos de otros procesos: los acoples que llegan al área de Fosfatizado antes han pasado por el área de Rosca y SEA respectivamente, en ocasiones hay productos no conformes de esas áreas que se filtran hasta llegar al proceso de fosfatizado, generando finalmente producto no conforme al momento de la inspección final.

- Maquinaria

- Falta de equipos en proceso

Solo se tiene una tina para realizar el proceso de fosfato, y al momento en que este presente falla o haya incremento de la producción, no dará abasto.

No existe un equipo que haga un precalentamiento de las sustancias antes de ser agregadas a la tina de fosfato generando así un choque térmico y disminución de la temperatura, ocasionando de esta forma una espera para poder continuar con el proceso.

- Mediciones

- Baja temperatura: se presenta porque en el transcurso del proceso las concentraciones de las sustancias como: pueden ir perdiendo su concentración y al agregarle más producto para nivelar los parámetros, estas sustancias están a temperatura ambiente y genera un choque térmico, logrando un enfriamiento de la tina de Fosfato de Manganesio.
- Aumento de tiempo en el proceso por calentamiento de sustancias en tina de Fosfato: el tiempo en esta etapa del proceso se alarga pues es necesario esperar que la tina adquiriera la temperatura ideal (92°C - 98°C) para poder continuar con el proceso, esto tarda un tiempo promedio de parada de dos (2) horas.

Tiempo en el que se dejan de procesar aproximadamente 240 piezas. Estas interrupciones se generan 3 veces al día, se habla entonces de 720 piezas diariamente, si se hace un análisis desde el balance de producción de un mes no estarían entrando al inventario de productos terminados un total de 21.600 piezas, logrando así incumplimiento con los indicadores de productividad trazados y además incumplimiento con el cliente final.

Una vez analizadas las causas que dan origen a la disminución de la productividad, se considera que la causa que incide notoriamente a la

problemática, es la falta de equipos en el proceso, específicamente la de uno empleado para el precalentamiento de sustancias antes de la etapa de fosfato de manganeso, que permita que el agua llegue a la temperatura adecuada y con ello se estima la posibilidad de corregir el problema en un 75% (se pasaría de tener paradas de 2 horas a paradas programadas de 30 minutos por turno aproximadamente).

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué propuesta de mejora permitiría incrementar la productividad mensual de la línea de fosfatizado en un 12%?

1.3 DELIMITACION DEL PROBLEMA

La investigación está delimitada por tres aspectos fundamentales como lo son el espacio, el tiempo y la población a la que se llegara con la investigación.

1.3.1 De espacio

La investigación se realizará en el municipio de Turbaco, Bolívar, lugar donde opera la empresa TENARIS TUBOCARIBE.

1.3.2 De tiempo

El tiempo estimado para darle solución al problema planteado en esta investigación es de 75 días los cuales van desde el 03 de Febrero hasta el 03 de Mayo del presente año.

1.3.3 Población

La investigación se llevará a cabo en la empresa TENARIS TUBOCARIBE, específicamente en el área de fosfatizado, buscando así plantear soluciones o estrategias que se pueden adoptar por cualquier empresa del mismo sector.

2 JUSTIFICACION

El desarrollo de este proyecto permitirá a la empresa TENARIS TUBOCARIBE, contar con la fábrica de cuplas más productiva, optimizando sus recursos (materiales y tiempo) en el área de fosfatizado que permitirá realizar de forma efectiva este proceso para así obtener más producto terminado de calidad y en el tiempo deseado. Además permitirá que en esta área se logre armonía con el resto de las áreas del proceso productivo de la planta de cuplas para lograr los objetivos de la empresa. Se espera que en el aspecto financiero se evidencie el aumento de utilidades al lograr el aumento de la producción y poder cumplir con la demanda.

En un ámbito social el presente proyecto puede ser tomado como referente y medio de consulta para otras organizaciones del sector metalmecánico; además sirve para las empresas de este mismo sector mejoren sus procesos productivos dando así incumplimiento oportuno a sus clientes y mejorar así el nivel de competitividad.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una mejora en el área de Fosfatizado de la Fábrica de cuplas de la empresa Tenaris Tubocaribe, que permita la disminución en un 75% de los retrasos presentados en el proceso y una mejora en la productividad de un 25%, mediante la reestructuración del área y la implementación de nuevos equipos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la situación actual del proceso de fosfatizado en la fábrica de cuplas de la empresa Tenaris Tubocaribe por medio de herramientas de productividad con el fin conocer el estado del área, etapas del proceso, costo de producción y productividad actual.
- Realizar un diagnóstico en el área de fosfatizado por medio de lista de chequeo, que permita el establecimiento de estrategias necesarias y adecuadas que se deban implementar para obtener una mejora en producción.
- Proponer una reestructuración en el proceso de fosfatizado mediante la implementación de nuevos equipos y herramientas que permitan la optimización de los tiempos del proceso en un 75%.
-
- Diseñar un plan de mejora, teniendo en cuenta la reestructuración del proceso, que permita el incremento de la productividad en un 12% con el fin de lograr una mayor competitividad de la empresa en el mercado.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

Históricamente las cuestiones básicas sobre qué, cómo, dónde, y cuándo producir, siempre han estado presentes en los procesos productivos, desde los sistemas de producción antiguos, que datan del 5000 a. C. con los sacerdotes sumarios y técnicas de cálculo; los del 4000 a. C. con los egipcios y sus grandes construcciones, sin embargo, fue a consecuencia de la Revolución Industrial, donde se desarrollaron métodos y técnicas más eficientes, hasta llegar a la actualidad con los sistemas de producción modernos como los de Toyota, TOC, Lean Manufacturing.

Maurice Leblanc y el americano Eli Whitney entre el siglo XVIII y el XIX, promovieron la manufactura con partes intercambiables, que permitía la fabricación de grandes series con costes directos unitarios mucho más bajos, este sistema fue el precursor de la producción en masa de hoy en día y trajo consigo el desarrollo de la normalización.

Sin embargo, no fue hasta 1959 que Taiichi Ohno, estudió el mejoramiento de la productividad basándose en el aprovechamiento del tiempo en el abastecimiento, implementando sistemas de reposición de materiales, en medios estandarizados a los que llamo Kanban en el segundo departamento de fabricación y montaje de Toyota, además de aplicar la filosofía de Justo a Tiempo.

En la actualidad todos estos métodos de análisis, que se utilizan para examinar a una empresa manufacturera, han ido evolucionando; usando el diagnóstico y/o analizando los problemas de una empresa con Mapas de Flujo de Valor, el análisis de restricciones, para luego utilizar herramientas que resuelvan los problemas encontrados.

A continuación se mencionaran algunos de los proyectos realizados para mejorar la productividad en industrias metalmecánicas, de los cuales se podrán obtener algunos fundamentos teóricos para la realización de este proyecto (Ver tabla 1).

Propuestas de mejora en productividad.

Tabla 1. Propuesta de mejora en productividad.

| Autor-Año | Título | Problema | Herramienta de solución |
|---------------------------|--|---|--|
| Cabrera & Ramírez 2017 | Propuesta de un plan de mejoras, basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa distribuciones a & b | Incumplimiento de pedidos con el cliente final | Diagrama Causa-Efecto, diagrama de Pareto |
| Currillo 2014 | Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales facopa | Incrementación en los tiempos de fabricación de los productos, causando así mal ambiente laboral y aumento de costos. | Diagrama Causa-Efecto y Metodología de las 5M |
| Gonzales 2004 | Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica facopa | No existe planeación de la producción causando así incumplimiento con la demanda de productos requeridos. | Planeación agregada y reestructuración de procedimientos. |
| Ariza & Padilla 2014 | propuesta de mejoramiento de la productividad en una pyme del sector metalmeccánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de china | disminución de su competitividad y aumento de costos de producción | Pronósticos, reestructuración de indicadores VPN, TIR, PRI; Planeación de la producción. |

| | | | |
|---------------|--|---|---|
| Erazo 2013 | Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean manufacturing | El proceso no alcanza su producción ideal, debido a altos inventarios en proceso, desordenes en los puestos de trabajo, esperas por insumos para producir | Lean manufacturing |
| Jara, 2012 | Propuesta para mejorar los procesos productivos en la sección metalmecánica, fabrica INDUGLOB | Incumplimiento en el programa de producción, teniendo como resultado final el faltante de piezas y generación de cuellos de botella. | Reestructuración de mapa de flujo, Producción en línea, Teoría de la restricción (TOC), Lean manufacturing. |

Fuente: Propia

4.2 MARCO TEORICO

4.2.1 Productividad

Cuando se habla de productividad se hace referencia a la relación o razón matemática que existe entre los recursos que se utilizan para la fabricación de un determinado producto o servicio y los beneficios que se obtienen a partir del. Las industrias tienen de por sí una serie de gastos básicos asociados a la elaboración de su producto y al mantenimiento del lugar, que junto con otras cuestiones adicionales deben ser restadas a los ingresos para obtener el beneficio final de las ventas. (Duran, 2007)

La manera más lógica para aumentar la productividad en un ámbito industrial sería, como se imaginarán, la de tratar de minimizar la cantidad de gastos y recursos que existen en la producción de un determinado bien para aumentar así los beneficios. De todas maneras, esto no es lo único que se tiene que tener en cuenta para lograr ese objetivo, en el artículo de hoy te contamos cuales deberían ser algunos de los pasos a seguir para mejorar la productividad industrial.

4.2.2 Medición de la productividad

Es muy difícil medir la productividad del trabajo en las industrias. Prokopenko sugiere el método del tiempo de trabajo, partiendo del principio que es constante para realizar determinadas actividades básicas, y el método de muestreo, por medio de porcentajes de tiempo utilizado por cada funcionario en la realización de tareas, dividiendo el número de horas trabajadas por el número de horas disponibles para llegar a una eficacia porcentual, de tal manera que un aumento en la relación significa mejoramiento individual.

La medición del trabajo determina el tiempo que un funcionario necesita para realizar una tarea en un nivel determinado de rendimiento. Este tipo de medición permite reducir y posiblemente eliminar el tiempo ineficaz.

Sólo con una adecuada planificación se puede lograr un aumento de la productividad. (Toro, 1990)

4.2.3 Productividad observada

Es la productividad medida durante un periodo definido (día, semana, mes, año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país).

4.2.4 Índice de Productividad

Es el valor numérico de la relación entre la producción obtenida y recursos.

Producción: productos totales producidos.

Recursos: Mano de obra, materia prima, maquinaria, energía, capital.

Como puede observar el índice de productividad no es más que el valor numérico con que se designa o denomina a la productividad, resulta evidente que mejor será la situación del objeto en análisis, mientras mayor sea el índice de productividad, lo cual se logrará por cualquiera de los siguientes caminos, productos de un sencillo análisis matemático de tal relación: a) Aumentar la producción manteniendo constantes los recursos, b) Disminuir los recursos manteniendo constante la producción, c) Aumentar la producción en una proporción tal que sea mayor al coeficiente de crecimiento de los recursos.²

4.2.5 Diagrama Causa-Efecto

Es una de las herramientas más eficaces y más utilizadas en acciones de mejoramiento y control de calidad en las organizaciones, ya que permite, de una forma sencilla, agrupar y visualizar las razones que han de estar en el origen de un cualquier problema o resultando que se pretenda mejorar.

Esta herramienta se utiliza para identificar las causas potenciales de un problema específico del proceso. Se deben incluir las causas y la pregunta sobre el porqué de ellas. Estas causas se representan de más general a más particular en las “espinas del pescado” de manera de organizar y mostrar gráficamente todas las causas del

² Tomado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7302/1/UPS-CT004237.pdf>

problema en particular, hasta encontrar la causa raíz del problema que es la que se debe solucionar.³

4.2.6 Herramienta Hombre-Maquina

Esta herramienta es la representación sobre una escala de tiempo de la secuencia sincronizada de actividades realizadas por el hombre y por la máquina que el opera . Se utiliza para la detección de oportunidades de mejora en una estación de trabajo (tomando en cuenta que los tiempos allí mostrados están normalizados), ya que a partir de él se puede evidenciar el grado de utilización de cada uno de los elementos del sistema, con el fin de incrementar la productividad del proceso, y formular acciones tendientes a lograr la optimización del uso de los recursos utilizados a su máxima capacidad, y lograr efectos positivos en los indicadores de gestión, tales como: rentabilidad, y competitividad, mediante el cálculo del costo unitario de producción y de los niveles de producción alcanzados. Las oportunidades de mejora de los procesos están principalmente orientados a reducir los tiempos de inactividad, de preparación y mejorando los tiempos productivos; de manera de redistribuir cargas de trabajo, coordinando de manera sincronizada las actividades de los recursos utilizados en el proceso. Adicionalmente, a nivel ecológico, la correcta aplicación de herramientas como el Diagrama Hombre -Maquinas, reduce el desperdicio de material y optimiza el uso de las máquinas, de manera de disminuir el impacto tóxico sobre el ambiente.

Los diagramas de interrelación de hombre y maquina sirven para determinar el grado de acoplamiento de trabajo justificado, con el objeto de asegurar un “día justo de trabajo por un día justo de pago”. (Sira & Barrios, 2007).

³ Tomado de: Herramientas y Métodos de la Calidad. <http://www.aiteco.com/herramie.htm>

4.2.7 Diagrama de flujo

Es una representación gráfica que desglosa un proceso en cualquier tipo de actividad a desarrollarse tanto en empresas industriales o de servicios y en sus departamentos, secciones u áreas de su estructura organizativa.

Es una muy útil herramienta para poder entender correctamente las diferentes fases de cualquier proceso y su funcionamiento, y por tanto, permite comprenderlo y estudiarlo para tratar de mejorar sus procedimientos.

Son importantes los diagramas de flujo en toda organización y departamento, ya que permite la visualización de las actividades innecesarias y verifica si la distribución del trabajo esta equilibrada, es decir, bien distribuida en las personas, sin sobre cargo para algunas mientras otros trabajan con mucha holgura.

4.2.8 Check list

Es una herramienta de ayuda diseñada para reducir los posibles errores que pueden surgir, provocados por los potenciales límites de la memoria y de la atención en el ser humano. A través de tales herramientas se consigue asegurar la consistencia y exhaustividad en la realización de un trabajo o de alguna tarea que contenga una serie de componentes, por lo general, repetitivos.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

4.3.1 Eficiencia

Es un concepto que con frecuencia se utiliza como sinónimo de productividad; se puede reducir como la utilización óptima de los recursos. Un trabajador eficiente debe utilizar

los materiales con el mismo desperdicio; emplear el mínimo tiempo posible en la producción sin deteriorar la calidad del producto; consiste en utilizar los servicios de planta en las cantidades necesarias, sin desperdicio y utilizar los medios tecnológicos de manera en que no se deterioren con total facilidad. (Rodríguez, Caldera & Vega, 2007).

4.3.2 Eficacia

Está relacionada con el logro de los objetivos/resultados propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que alcanzamos el objetivo o resultado. (Da silva, 2002).

También ha considerado como la actuación para cumplir los objetivos previstos. Es la manifestación administrativa de la eficiencia, por lo cual también se conoce como eficiencia directiva. (Andrade, 2005).

4.3.3 Efectividad

Se define como el logro exitoso de los objetivos establecidos, es el grado en que se satisfacen las necesidades del cliente. (Rodríguez, Caldera & Vega, 2007). También se considera como la relación entre eficiencia y eficacia, denominado así la capacidad o facultad para lograr un objetivo o fin deseado, que se han definido previamente, y para el cual se han desplegado acciones estratégicas para llegar a él.

4.3.4 Cupla

Son consideradas como un sistema que se desarrolla con dos fuerzas que son paralelas y tienen el mismo módulo o intensidad, aunque sentidos opuestos. La

aplicación de la cupla a un objeto genera una torsión o rotación. (Pérez & Gardey. 2017).

4.3.5 Fosfatizado

Se define como el proceso mediante el cual algunos productos químicos reaccionan con el metal base para ofrecer una barrera química contra la corrosión y como beneficio secundario aumentan la adherencia de la pintura.

El recubrimiento de fosfato protege limitadamente al metal contra la corrosión. Por eso se recomienda para aumentar notablemente su beneficio protector, la aplicación sobre él de una película de pintura u otro acabado orgánico.

Las extraordinarias propiedades de absorción de la capa de fosfato a la pintura, se debe a la rugosidad micro cristalina que produce sobre la superficie metálica. Los grandes beneficios de la capa de fosfato, como tratamiento previo a la aplicación de pintura sobre un metal, se resumen en el aumento notable en la adherencia de la pintura y la resistencia a la corrosión del metal base, así como la resistencia al impacto y golpes, mejorando la elasticidad metal-pintura.⁴

⁴ Tomado de: <http://www.pmsalvo.com/fosfatizado.html>

5 DISEÑO METODOLOGICO

Se considera la metodología como un procedimiento general para lograr de una manera precisa los objetivos de la investigación. De lo anterior se deduce que la metodología de la investigación presenta los métodos y técnicas para realizar la investigación. A través de la metodología, se garantiza que los resultados obtenidos tengan el grado máximo de exactitud y confiabilidad⁵

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones y estudios se desarrollan para impartir o adquirir conocimientos, motivo por el cual la selección del método es de suma importancia para así conocer la realidad. En relación a esto el presente trabajo aplicara varios tipos de investigación.

- Descriptiva: por lo que se busca poner en conocimiento todo lo relacionado en cuanto a características y diagnóstico de la empresa en relación con el área de producción de la fábrica de cuplas.
- Cuantitativa: debido a los datos que serán procesados y analizados principalmente en la etapa de análisis de datos de entrada y de salida.
- Propositiva: dado que la investigación permitirá el desarrollo de la propuesta de mejora en el proceso de producción específicamente en el área de fosfatizado con visión de ser convertido en instrumento de aplicación para la organización.

5.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el desarrollo del presente, se tiene acceso a la FABRICA DE CUPLAS de la empresa TENARIS TUBOCARIBE.

^{5 5} BERNAL, Cesar A, Metodología de Investigación, pág. 159

De acuerdo a lo anterior para el presente estudio la población estará conformada por los trabajadores del área de producción de la empresa (Supervisores y operarios), específicamente el área de fosfatizado.

5.3 FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

- Fuentes primarias: En esta fuente se aplicaran entrevista al coordinador del área de fosfatizado, operadores líderes y operadores de proceso, al igual que se le aplicara un check list al proceso de fosfatizado actual.
- Fuente secundaria: En esta fuente se realizara una revisión en textos, artículos, bases de datos científicas entre otras herramientas físicas y electrónicas.

5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN A UTILIZAR

En esta investigación las técnicas empleadas consistirán en la observación y entrevistas no estructuradas, que permitirán recoger datos a fin de complementar la investigación.

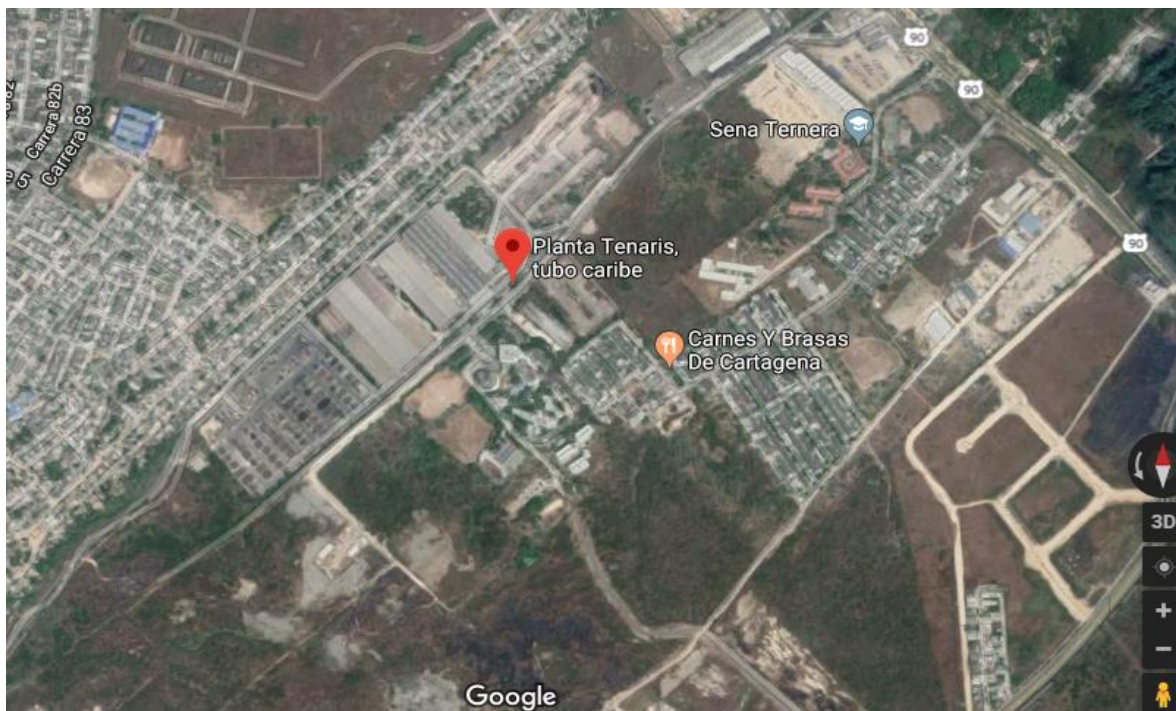
6 GENERALIDADES DE LA EMPRESA TENARIS TUBOCARIBE

En la siguiente sección se describen algunos aspectos generales sobre la empresa objeto de estudio, tales como, ubicación, historia, filosofía organizacional, productos, clientes, entre otros.

1.1 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

TENARIS TUBO CARIBE se encuentra en la ciudad de Cartagena en el Parque Industrial Carlos Vélez Pombo Km1 Vía a Turbaco. (Ver figura 2).

Figura 2. Ubicación detallada de la empresa TENARIS TUBO CARIBE.



Fuente: Google Maps, 2019

6.1 RESEÑA HISTÓRICA

Tenaris es una empresa metalúrgica multinacional subsidiaria del Grupo Argentino Techint, líder mundial en la producción de tubos de acero sin costura para la industria del petróleo. Produce además tubos de acero con costura (soldados), servicios para la industria de la energía y otras aplicaciones energéticas. Está constituida en el Gran Ducado de Luxemburgo, aunque dirigida desde Buenos Aires, Argentina.

El origen de Tenaris se remonta a los años 1950, con la construcción por parte de Techint de las plantas Dalmine S.A.F.T.A. en Campana, Argentina (hoy Siderca) y de Tamsa (Tubos de Acero de México S.A.) en Veracruz, México.

En el año 2010 lanza en Colombia la planta de Tenaris Tubo caribe en donde se posiciona a nivel latinoamerica en la provisión de tubos y servicios relacionados para la industria energética mundial, así como para ciertas aplicaciones industriales.

6.2 MISION⁶

Ofrecer valor a nuestros clientes a través del desarrollo de producto, la excelencia en la fabricación y la gestión de la cadena de abastecimiento. Procuramos minimizar el riesgo para nuestros clientes y los ayudamos a reducir costos, aumentar la flexibilidad y mejorar el tiempo de llegada al mercado. Los empleados de Tenaris de todo el mundo están comprometidos con la mejora continua, compartiendo el conocimiento a través de una única organización global.

⁶ Tomado de: <http://www.tenaris.com/es-ES/Products/PremiumConnections.aspx>

6.3 VISION⁷

Estar comprometida con la mejora continua mediante el intercambio de conocimiento a través de una organización integrada a nivel global, ofreciendo la fabricación y distribución de tubos de acero para los oleoductos.

6.4 PRODUCTOS Y SERVICIOS⁸

Tenaris desarrolla soluciones para satisfacer las necesidades de los ambientes de E&P de creciente complejidad, con una gama completa de productos de alto rendimiento respaldados por una extensa red mundial de servicios de campo y talleres de roscado licenciados.

Nuestros principales productos incluyen casing o tubería de revestimiento, tubing o tubería de producción, line pipe o tubería de conducción, así como tubos mecánicos y estructurales.

- Series Wedge 600™

Diseñada para los ambientes más críticos, la excelente capacidad de sellado y compresión de estas conexiones llevan la performance premium a nuevos niveles industriales.

- Series Blue®

Una opción ideal para las operaciones de perforación offshore y de HP/HT en todo el mundo, la Serie Blue® ofrece la mayor sellabilidad en su tipo.

⁷ ibis

⁸ ibis

- Serie Legacy

Estos productos ensayados y de rendimiento comprobado han brindado muchos años de servicio confiable en ambientes complejos de perforación en todo el mundo.

- Serie TenarisXP™

La Serie TenarisXP™ combina un rendimiento mejorado con compatibilidad API

- Conectores Soldados

Conectores soldados para casing de gran diámetro que garantizan operaciones de bajada más simples y veloces.

- Tecnología Dopeless®

Incorpora los beneficios operativos y de salud, seguridad y medio ambiente que ofrecen nuestros productos libres de grasa para su proyecto de petróleo y gas.

- Series Wedge 500™

Estas conexiones ofrecen resistencia superior al torque, compresión y flexión para aplicaciones que ponen a prueba los límites estructurales del los productos.

- Series Wedge 500™

Estas conexiones ofrecen resistencia superior al torque, compresión y flexión para aplicaciones que ponen a prueba los límites estructurales del los productos.

Además de las conexiones premium TenarisHydril, Tenaris ofrece y brinda asistencia en otras conexiones legacy usadas por sus clientes alrededor del mundo.

6.5 CLIENTES

Tenaris Tubo Caribe ofrece a sus clientes un servicio integral que agrega valor antes, durante y después de la operación en campo.

Tenaris en Colombia desarrolla oportunidades de negocio y alianzas estratégicas a largo plazo. Su servicio “Justo a Tiempo” permite que el cliente reciba la tubería en su destino en las cantidades y especificaciones requeridas, para así reducir significativamente el inventario en su almacén, costos operativos, administrativos y financieros.

Entre sus principales clientes, se encuentran las principales empresas petroleras internacionales, así como empresas de ingeniería dedicadas a la construcción de instalaciones de extracción, transporte y procesamiento de petróleo y gas.

6.6 MATERIA PRIMA E INSUMOS

Tradicionalmente, los insumos y materia prima para la fabricación del acero son el mineral de hierro y carbón que, a través de un proceso con la aplicación de fundentes, se transforman estos componentes en acero. Específicamente, el mineral de hierro está conformado por óxidos y carbonatos de hierro y con la ayuda de fundentes específicos se obtiene el llamado sinter. Por otra parte, el carbón, se utiliza para realizar el coke siderúrgico, el cual funciona como combustible para fabricar el acero (Fernández, Iglesias, Peiró y Muñoz, 2013).

7 DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL

A continuación se desarrolla una descripción situacional, en donde se describen diferentes elementos y características relacionadas con el área de Fosfatizado, los recursos, insumos y el proceso de este departamento en la fábrica de cuplas.

7.1 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE FOSFATIZADO

El área posee una gran amplitud, los espacios y la iluminación son adecuados para el funcionamiento de las actividades operativas, además, cuenta con equipos y tecnología de última generación. En la figura 3 se puede evidenciar la distribución física del área de fosfatizado en la Fábrica de cuplas de la empresa Tenaris Tubocaribe.

Figura 3. Vista área fosfatizado en la Fábrica de cuplas.



Fuente: Propia

Esta área de la empresa corresponde a 241, 92 m², dentro del cual se encuentran las dependencias de: desengrase, decapado, fosfato de magnesio, secado y sellado.

7.2 LAYOUT DISTRIBUCION ACTUAL AREA FOSFATIZADO

La distribución del espacio físico del área de Fosfatizado de la fábrica de cuplas, se ha realizado de acuerdo a las necesidades operacionales de los trabajadores, es decir de acuerdo al orden del proceso productivo que realizan. (Ver figura 4).

A continuación se detalla las áreas de trabajo dentro del proceso productivo

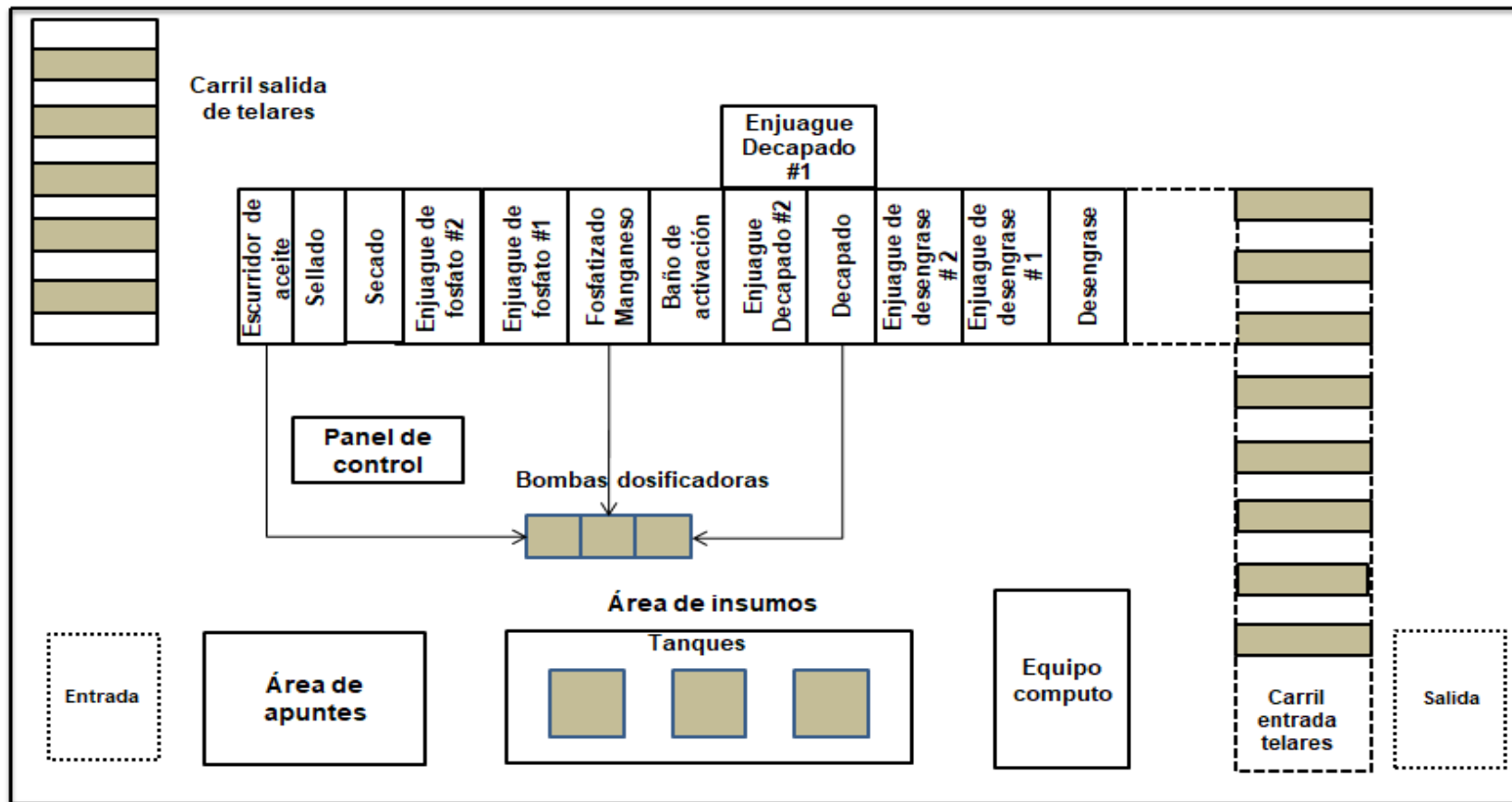
Area apuntes: lugar donde se registran las salidas (telares) según su condición y aprobación bajo los estándares de calidad. Además reposa la documentación de los parámetros del proceso.

- **Área de insumos:** lugar donde se almacenan los bienes que son objeto de consumo dentro del proceso de producción para la elaboración de otro bien, este cuenta con tres (3) tanques los cuales poseen en su orden acido, aceite y desengrasante.
- **Equipo computo:** son los dispositivos eléctricos que dispone el área para almacenar la información y que la muestra en una interfaz para su posterior disposición.
- **Bombas dosificadoras:** son aquellas tipos de bombas que dispone Fosfatizado para inyectar un químico líquido. Permitiendo hacer la inyección en mínimas cantidades, posibilitando un control preciso a la hora de la inyección.
- **Panel de control:** es un tablero que permite conocer la posición del puente grúa y telares dentro del proceso, además indica las temperaturas de cada tina.

- **Desengrase:** es el tratamiento del acabado de los acoples en el que la superficie de los mismos queda libre de suciedad como por ejemplo de aceites de corte, lubricantes u óxidos de metal que se generan durante su fabricación y mecanizado
- **Enjuague de desengrase #1:** es una limpieza que se hace para lograr la ausencia de sustancias no deseada sobre una determinada superficie, como, el polvo, restos de virutas de los mecanizados, aceites, grasas, óxidos.
- **Enjuague de desengrase #2:** es el segundo tratamiento para eliminar las sustancias contaminantes que quedaron del proceso anterior.
- **Decapado:** es el tratamiento superficial de metales que se realiza a las cuplas para eliminar impurezas, tales como manchas, contaminantes inorgánicos y oxidación.
- **Enjuague de decapado #1:** es el primer baño que se le aplica a las cuplas para eliminar las sustancias anteriormente mencionadas.
- **Enjuague de decapado #2:** es el segundo enjuague por si quedo algún resto no eliminado en el proceso anterior.
- **Baño de activación:** En esta operación se elimina sobre todo los óxidos metálicos de la superficie a recubrir. Según el tipo de óxido a eliminar se utilizan baños ácidos en frío o en caliente.
- **Fosfato de Manganeso:** es una forma de pasivación de una superficie metálica realizado para prevenir la corrosión y servir como base para recubrimientos o pintados posteriores.
- **Enjuague de Fosfato #1:** limpieza posterior al proceso de fosfato de Manganeso para evitar el ampollamiento de la pintura luego que las cuplas son sometidas a diferentes pruebas.

- **Enjuague de Fosfato #2:** una segunda limpieza para reafirmar el proceso anterior.
- **Secado:** para eliminar cualquier residuo de agua del lavado anterior.
- **Sellado:** proceso por medio del cual se logra el desplazamiento de las partículas de agua existentes y darle la propiedad de anticorrosión.
- **Escurredor de aceite:** es el proceso realizado para eliminar el exceso de aceite en los acoples.

Figura 4. Layout Distribución actual del área de Fosfatizado.



Fuente. Propia.

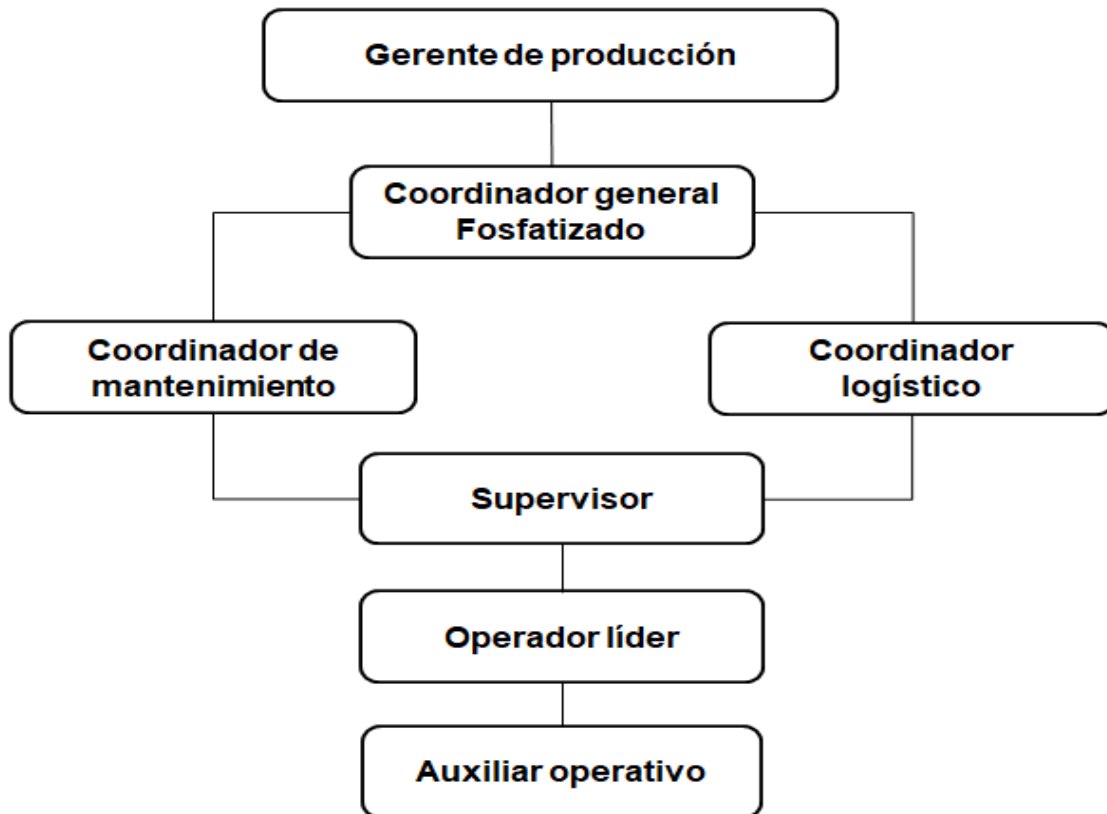
7.3 DESCRIPCIÓN DE LOS RECURSOS

7.3.1 Recursos humanos

El área de Fosfatizado como anteriormente se había mencionado es una de las áreas de la Fábrica de cuplas y se rige bajo la misma gerencia de producción, que es la que se encarga de asegurar la eficiencia de la producción, luego se encuentra el coordinador general del área que es la persona responsable de todo lo referente a todo el proceso productivo para lograr la eficiencia y productos de calidad, bajo su mando están la coordinación de mantenimiento y la coordinación logística, cuyas funciones respectivamente son, velar por el correcto funcionamiento de maquinarias y equipos y mantener las existencias de materia prima, y productos en proceso durante el desempeño de sus funciones; En este mismo orden se encuentra la supervisora(o) de turno que vigila a cada trabajador encargado del proceso productivo correspondiente durante el ejercicio de sus funciones. Finalmente se encuentra al operador líder que es que se encarga de controlar y mantener las variables bajo los rangos establecidos, además realiza las diferentes inspecciones durante el proceso, y por último se ubican los auxiliares operativos que sirven de apoyo para limpieza de los equipos y tinas del proceso.

Por ser un proceso totalmente automatizado solo consta de 1 supervisor, 1 operador líder y 2 ayudantes operativos por turno, como la planta manejan 3 turnos operativos, se habla a nivel general de 3 supervisores, 3 operadores líderes y 6 auxiliares operativos, para un total de 12 personas. (Ver figura 5).

Figura 5. Organigrama del área de Fosfatizado



Fuente. Propia

7.3.2 Recursos materiales

- Infraestructura (máquinas y equipos): El área consta de un (1) computador, un (1) panel de control digital, dos (2) panel de control manuales, nueve (9) tinas de fosfato, un (1) tanque de almacenamiento para producto residual, tres (3) bombas dosificadoras de producto, dos (2) calentadores de tinas, y dos (2) extractores de atmosfera contaminada.
- Transporte: Se dispone de un (1) montacargas con capacidad de 3.5 toneladas, un (1) rodillo y un (1) puente grúa.

7.4 DESCRIPCIÓN DE LOS INSUMOS

Los insumos para la fabricación de los productos que se comercializan en Tenaris Tubo Caribe son importados. La empresa encargada de proveer todas los insumos para el área de fosfatizado es Chemical Additives De México S.A a quienes se les compra productos tales como: fosfato de manganeso, decapado, sal a, sal b, desengrasante industrial, aceite de alta densidad, aditivo gardobon entre otros.

7.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

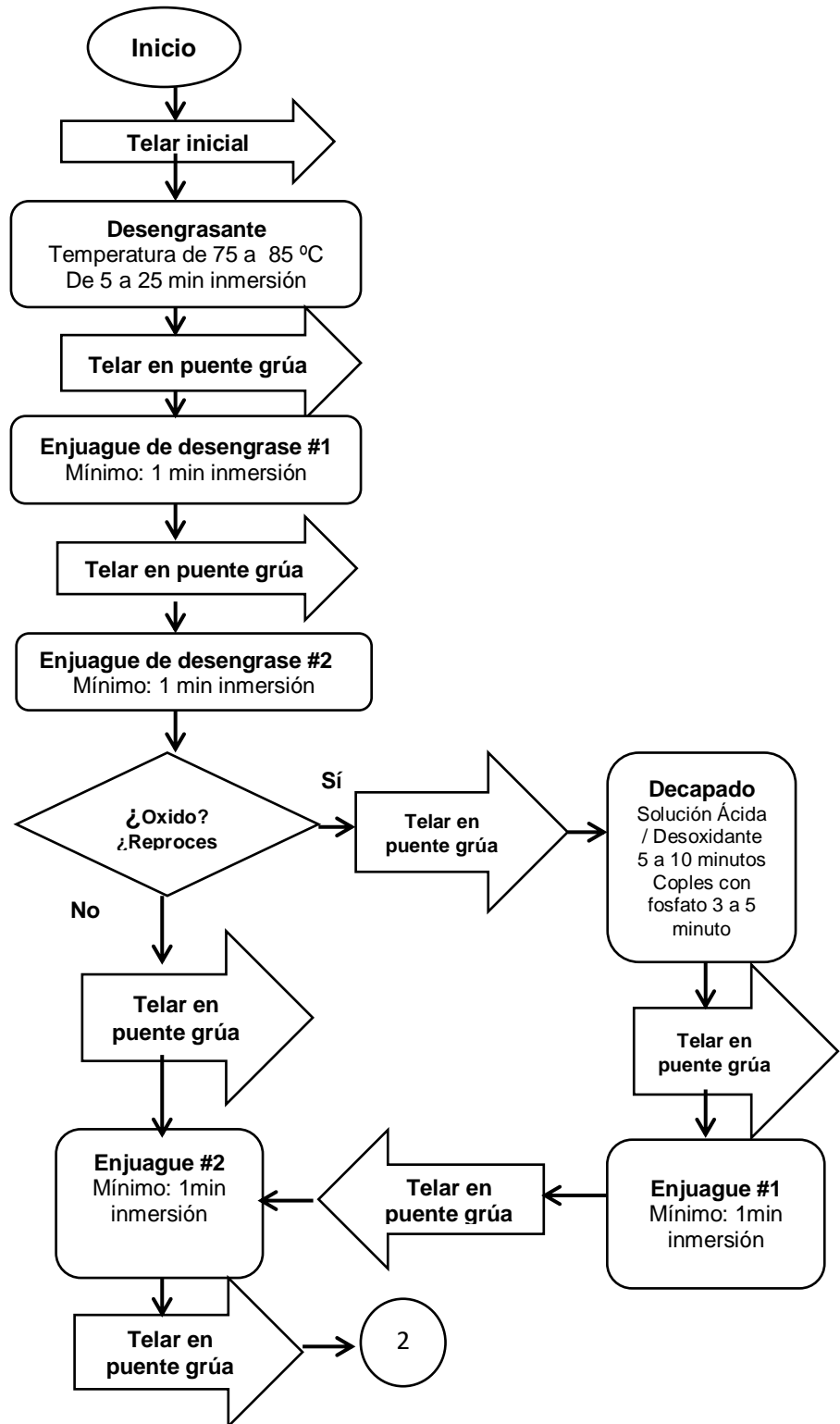
El proceso de fosfatizado inicia con todas las cuplas provenientes del área de SEA, en donde ingresan los telares con la cantidad de cuplas dependiendo del material y tamaño, que son recogidas por unos rodillos y llevadas al equipo de fosfatizado, el cual está constituido por varias etapas, en primer lugar el puente grúa ingresa el telar a la tina de desengrase, que es la etapa que elimina toda partícula de suciedad, en donde se dura un tiempo promedio de 5 a 25 minutos bajo una temperatura de 75 a 80° C, y luego pasa a dos tinas de enjuague desengrasante en donde dura 4 minutos la inmersión. Posteriormente ese telar pasa a un segundo proceso denominado Decapado que consiste en agregar ácido cuya función es quitar cualquier partícula de oxidación, esto tiene una duración de 5 a 10 minutos y es manejado bajo una temperatura ambiente, cabe resaltar que a la etapa de decapado solamente entraran telares con oxidación o que provengan de un reproceso; luego pasa a los dos enjuagues de decapado durando 1 minuto cada uno. Entra a la tina de sales, agregando partículas microscópicas las cuales le darán adherencia para el siguiente proceso, este se trabaja a una temperatura ambiente y tiene un rango de duración entre 1 y 3 minutos. Sigue el proceso en el fosfatizado de manganeso en donde hay una parada de dos horas, lapso de tiempo empleado para calentar las sustancias pues las sustancias del proceso van perdiendo concentración y hay que suministrar hasta llegar a la concentración deseada, luego de ello, se sumergen las cuplas en la tina de fosfato a una temperatura de 90 y 98 °C y durando entre 5 y 25 minutos y continua con los dos

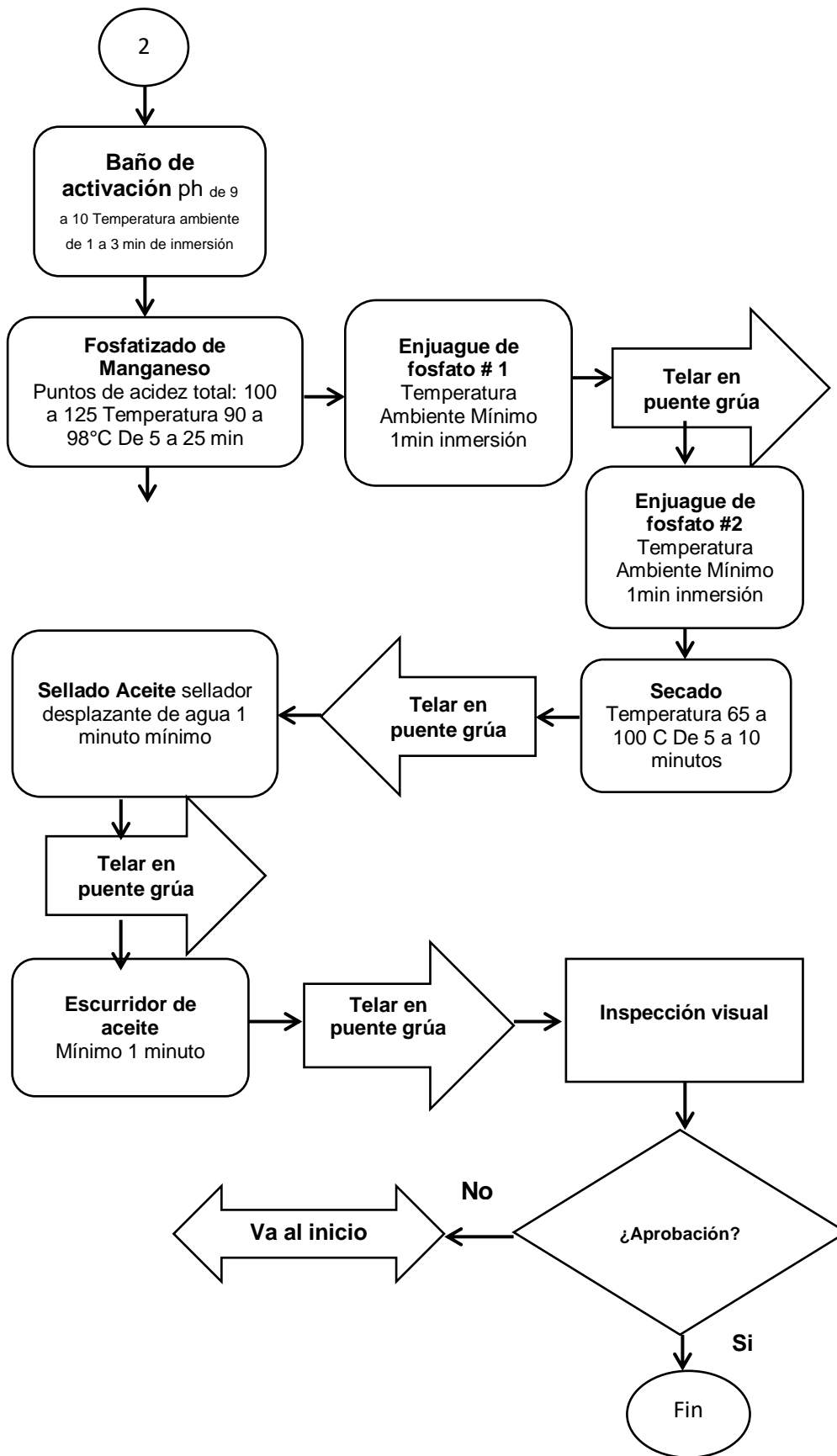
enjuagues de fosfato, posteriormente pasa la tina de secado, en donde por medio de un blower se elimina el exceso de agua. Finalmente está el proceso de sellado con el propósito de desplazar las partículas de agua que quedaron y darle la propiedad de anticorrosión, terminando en escurrido. Ver figura 6. Cabe resaltar que al finalizar todas aquellas piezas que no cumplen con las especificaciones técnicas y están fuera de parámetros entraran al inicio del proceso máximo dos veces, además los tiempos establecidos en cada etapa del proceso son bajo condición normal dentro del proceso, (que no haya desposicionamiento del puente grúa)

Cabe resaltar que el proceso está totalmente automatizado pero hay unas variables a controlar las cuales son realizadas por los operadores dentro de las cuales se encuentran:

- En la tina de fosfato: temperatura, acidez libre, acidez total e ion hierro
- En la tina de desengrase: temperatura, alcalinidad total y alcalinidad libre
- En la tina de capado: concentración de ácido e ion hierro.
- Tinas de enjuague: solo se verifica el nivel del agua y que el ph este balanceado.
- En la tina de aceite: nivel de aceite.

Figura 6. Diagrama de flujo área fosfatizado.





Fuente: Procedimiento Fosfatizado de Acoples FACU.

7.6 COSTO DE PRODUCCION ACTUAL

La empresa cuenta con análisis financiero y de costos, de tal forma que es posible establecer la participación de los costos de producción en el global de la compañía, sin embargo por ser información confidencial se elabora una relación de insumos haciendo uso de unas de las fuentes primarias de investigación aplicadas a ingenieros de la fábrica de cuplas de la empresa Tenaris Tubocaribe. (Ver tabla 2).

Posterior a ello se podrá realizar el costo de producción total teniendo en cuenta los costos por rubro contemplados (materia prima, servicios de planta y mano de obra), este costo de producción será correspondiente a un mes.

Tabla 2. Relación de insumos, servicios de plantas y recursos humanos para el área de fosfatizado.

| DESCRIPCION | PRESENTACIÓN | CONTENIDO | UNIDAD DE MEDIDA | VALOR UNITARIO GL/h/kg | VALOR |
|--------------------------|--------------|-----------|------------------|------------------------|--------------|
| Fosfato de Manganeso | Tambor | 55 | GL | \$ 43.636 | \$ 2.400.000 |
| Sales tipo 1 | Saco | 25 | KG | \$ 57.600 | \$ 1.440.000 |
| Sales tipo 2 | Saco | 25 | KG | \$ 12.000 | \$ 300.000 |
| Desengrasante industrial | Tambor | 55 | KG | \$ 54.545 | \$ 3.000.000 |
| Aceite industrial | Tambor | 55 | GL | \$ 34.091 | \$ 1.875.000 |
| Acido fosforico | Tambor | 55 | GL | \$ 45.273 | \$ 2.490.000 |
| Aditivo | Pimpina | 25 | LT | \$ 24.000 | \$ 600.000 |
| Energia | N/A | N/A | KB | \$ 200 | N/A |
| Agua | N/A | N/A | M3 | \$ 12.650 | N/A |
| Aux. operación | Salario | N/A | \$ | \$ 5.882 | \$ 900.000 |
| Operador lider | Salario | N/A | \$ | \$ 9.803 | \$ 1.300.000 |
| Supervisor | Salario | N/A | \$ | \$ 39.213 | \$ 6.000.000 |

Elaboración: Propia

Fuente: Chemetall.

Teniendo en cuenta las cantidades requeridas diariamente en cada uno de los conceptos mencionados en la tabla 2, se procede a determinar el costo de producción mensual en esta área. Ver tabla 3-

Tabla 3. Costo de producción mensual.

| Rubro | Descripción | Valor Unitario | Cantidad diaria | Dias laborales | Valor parcial |
|----------------------------|---------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| Materia Prima | Fosfato de Manganeso | \$ 43.636 | 60 | 30 | \$ 78.545.455 |
| | Sales tipo 1 | \$ 57.600 | 4 | 30 | \$ 6.912.000 |
| | Sales tipo 2 | \$ 12.000 | 4 | 30 | \$ 1.440.000 |
| | Desengrasante industrial | \$ 12.000 | 30 | 30 | \$ 10.800.000 |
| | Aceite industrial | \$ 34.091 | 55 | 30 | \$ 56.250.000 |
| | Acido fosforico | \$ 45.273 | 10 | 30 | \$ 13.581.818 |
| | Aditivo | \$ 24.000 | 25 | 30 | \$ 18.000.000 |
| Total Materia Prima | | | | | \$ 185.529.273 |
| Servicios de planta | Energia | \$ 200 | 73.920 | 30 | \$ 443.520.000 |
| | Agua | \$ 12.650 | 105 | 30 | \$ 39.847.500 |
| | Total Servicios de Planta | | | | |
| Mano de obra | Aux. operación | \$ 5.882 | 6 | 30 | \$ 8.469.900 |
| | Operador lider | \$ 9.803 | 3 | 30 | \$ 7.058.250 |
| | Supervisor | \$ 39.213 | 3 | 30 | \$ 28.233.000 |
| | Total Mano de Obra | | | | |
| Total MO +MP+SP | | | | | \$ 712.657.923 |

Elaboración: Propia

Fuente: Chemetall.

7.7 PRODUCCIÓN ACTUAL DE CUPLAS DEL AREA DE FOSFATIZADO

Para el análisis de la producción actual se ha tomado como referencia los últimos seis meses de producción es decir partiendo del mes de Julio de 2018 hasta el mes de Diciembre del mismo año, además se ha tomado como objeto de estudio los acoples con mayor rotación correspondiente a P110 de 51/2 " y 9 5/8" y los acoples L80 de 9

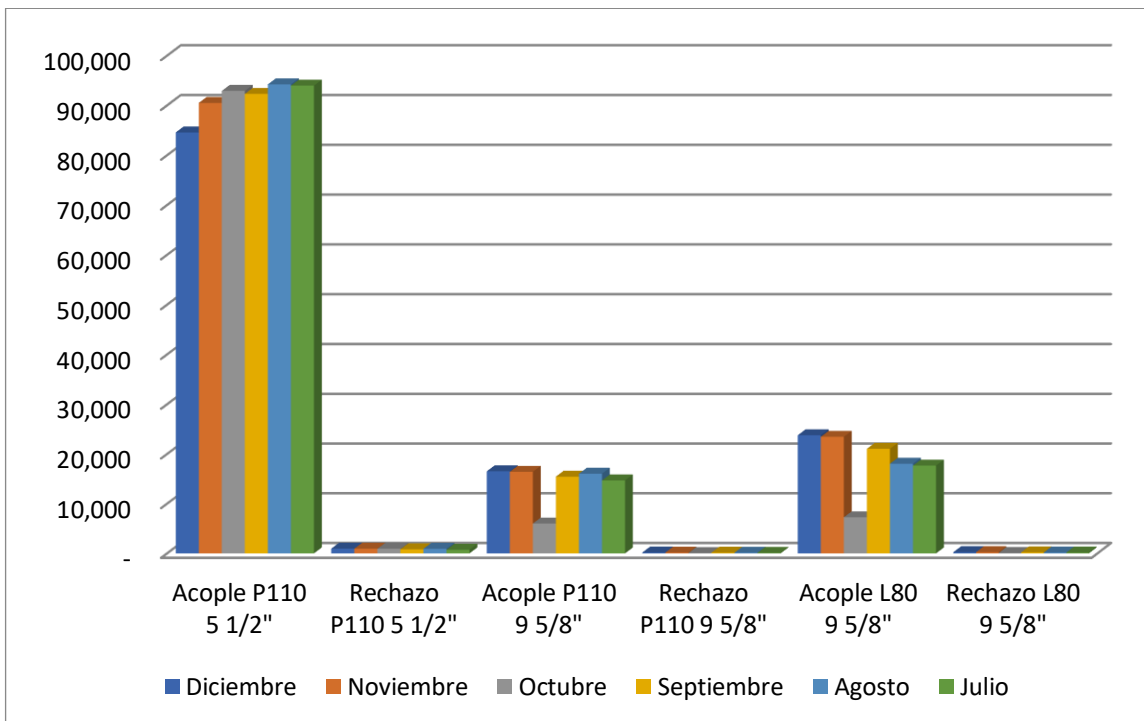
5/8" . Cabe resaltar que se evidencia una variabilidad y disminución notoria en la productividad, aspecto ya mencionado anteriormente en el planteamiento del problema. (Ver tabla 4 y figura 7)

Tabla 4. Producción de acoples 5 1/2 " & 9 5/8" (P110 y L80).

| PRODUCCION TORNOS ACOPLS 5 1/2 " & 9 5/8" (P110 Y L 80) | | | | | | | |
|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| MES | Acople P110 5 1/2" | Rechazo P110 5 1/2" | Acople P110 9 5/8" | Rechazo P110 9 5/8" | Acople L80 9 5/8" | Rechazo L80 9 5/8" | Total producido con rechazo |
| Diciembre | 84.560 | 948 | 16.516 | 164 | 23.760 | 240 | 126.188 |
| Noviembre | 90.495 | 942 | 16.400 | 158 | 23.451 | 236 | 131.682 |
| Octubre | 92.921 | 923 | 6.000 | 60 | 7.256 | 75 | 107.235 |
| Septiembre | 92.306 | 825 | 15.425 | 141 | 21.032 | 201 | 129.930 |
| Agosto | 94.230 | 920 | 16.023 | 128 | 18.024 | 172 | 129.497 |
| Julio | 93.972 | 725 | 14.676 | 106 | 17.648 | 168 | 127.295 |
| TOTALES | 548.484 | 5.283 | 85.040 | 757 | 111.171 | 1.092 | 751.827 |

Fuente. Histórico de producción Tenaris Tubocaribe

Figura 7. Diagrama producción de Acoples 5 1/2 " & 9 5/8" (P110 y L80).



Fuente. Propia

7.8 PRODUCTIVIDAD ACTUAL

Teniendo en cuenta la tabla 2 y 3, se procede a hallar la productividad total del área de Fosfatizado, teniendo en cuenta la siguiente formula. Cabe resaltar que se trabajó con el promedio de la producción mensual durante los últimos seis meses.

$$\text{Productividad total} = \frac{\text{Producción total}}{\text{Insumo total}}$$

$$\text{Productividad total Actual} = \frac{125,305 \text{ Und (Cuplas)}}{712,657,923 \text{ Pesos}}$$

= 0.00018 Und / pesos

Con este resultado se puede decir que por cada peso invertido de los insumos en general tendremos 0.00018 piezas.

7.9 DIAGNÓSTICO ACTUAL

Para el desarrollo del diagnóstico de la problemática establecida al inicio de este proyecto se realizó un check list en el área de fosfatizado en donde se analizan aspectos tales como, gestión de calidad, compromiso gerencial, planificación, trazabilidad de las mediciones, parámetros del proceso, recursos humanos, operación y control operacional y por último la comunicación con el cliente.

En este Check list se abordan temas específicos que van desde la alta administración hasta la parte operativa, y donde se puede analizar pausadamente cada una de las variables y aspectos técnicos fundamentales en el proceso. Este fue diligenciado por la supervisora del área, la ingeniera Lilibeth Orozco, quien ha sido la persona que ha brindado todo este acompañamiento para el desarrollo del presente estudio.

El uso de esta herramienta empleada para mejorar la productividad, permitirá realizar un análisis exhaustivo de este área de fosfatizado y poder establecer en que actividades se presentan las mayores falencias o deficiencias y que variables necesitan ser intervenidas para lograr una mejora. (Ver tabla 5).

Tabla 5. Check list proceso de Fosfatizado. Check list proceso de Fosfatizado.

| CHECK LIST PARA DIAGNOSTICO DE EVALUACION SEGÚN NTC ISO 9001-2015 | | | | | |
|---|--|----------------------------------|--|---|---|
| AREA: FOSFATIZADO | | FECHA: 17/03/2019 | REALIZADA POR: JUAN CAMILO PEÑA MORENO | | |
| <p>CRITERIOS DE CALIFICACION: A. Cumple completamente con el criterio enunciado (10 puntos: Se establece, se implementa y se mantiene; Corresponde a las fase de Verificar y Actuar para la Mejora del sistema); B. cumple parcialmente con el criterio enunciado (5 puntos: Se establece, se implementa, no se mantiene; Corresponde a las fase del Hacer del sistema); C. Cumple con el mínimo del criterio enunciado (3 puntos: Se establece, no se implementa, no se mantiene; Corresponde a las fase de identificación y Planeación del sistema); D. No cumple con el criterio enunciado (0 puntos: no se establece, no se implementa, no se mantiene N/S).</p> | | | | | |
| No. | NUMERALES | CRITERIO INICIAL DE CALIFICACIÓN | | | |
| | | A | B | C | D |
| 1. SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD Y SUS PROCESOS | | | | | |
| 1,1 | Se tienen identificados los procesos necesarios para el sistema de gestión del área de fosfatizado en la organización. | X | | | |
| 1,2 | Se tienen establecidos los criterios para la gestión de los procesos teniendo en cuenta las responsabilidades y procedimientos, | X | | | |
| 1,3 | Se tienen establecidos los criterios para la gestión de los procesos teniendo en cuenta las medidas de control e indicadores de desempeño necesarios que permitan la efectiva operación y control de los mismos. | | X | | |
| 1,4 | Se mantiene y conserva información documentada que permita apoyar la operación de estos procesos. | X | | | |
| 1,5 | La política de calidad con la que cuenta actualmente la organización está acorde con los propósitos establecidos. | X | | | |
| SUBTOTAL | | | 45 | | |
| 2. COMPROMISO GERENCIAL | | | | | |
| 2,1 | Se demuestra responsabilidad por parte de la alta dirección para la eficacia del proceso. | X | | | |
| 2,2 | La gerencia garantiza que los requisitos de los clientes se determinan y se cumplen. | X | | | |
| 2,3 | Se determinan y consideran los riesgos y oportunidades que puedan afectar a la conformidad de los productos y servicios y a la capacidad de aumentar la satisfacción del cliente. | X | | | |
| SUBTOTAL | | | 30 | | |

| 3. PLANIFICACION (ACCIONES PARA VALORACION DE RIESGOS) | | | | | |
|---|---|---|---|----|--|
| 3,1 | Se han establecido los riesgos y oportunidades que deben ser abordados para asegurar que el proceso de fosfatizado logre los resultados esperados. | | | X | |
| 3,2 | Los lideres de fosfatizado han previsto las acciones necesarias para abordar estos riesgos y oportunidades y los ha integrado en los procesos del sistema. | | X | | |
| 3,3 | Se toman acciones para el logro de los objetivos del area alineados con SGC | | X | | |
| 3,4 | Se manatiene documentada la informacón sobre los riesgos y objetivos del area. | X | | | |
| 3,5 | Existe un proceso definido para determinar la necesidad de cambios y posibles mejoras | | X | | |
| SUBTOTAL | | | | 28 | |
| 4. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES | | | | | |
| 4,1 | Se realizan monitoreo o mediciones de las diferentes variables (temperatura, presion, ph) para pruebas de conformidad de productos y servicios a los requisitos especificados | X | | | |
| 4,2 | Se han determinado los recursos necesarios para garantizar un seguimiento válido y fiable, así como la medición de los resultados | | X | | |
| 4,3 | Dispone de métodos eficaces para garantizar la trazabilidad durante el proceso operacional. | | X | | |
| 4,4 | La empresa determina realiza seguimiento, medición, análisis y evaluación para asegurar resultados validos. | | X | | |
| 4,5 | Determina cuando se lleva a cabo el seguimiento y la medición. | | X | | |
| 4,6 | Determina cuando analizar y evaluar los resultados del seguimiento y medición. | | X | | |
| 4,7 | Evalúa el desempeño y la eficacia del SGC. | X | | | |
| 4,8 | Conserva información documentada como evidencia de los resultados. | X | | | |
| SUBTOTAL | | | | 55 | |
| 5.PARAMETROS DE LAS ETAPAS DEL PROCESO | | | | | |
| 5,1 | DESENGRASE | | | | |
| 5,1,1 | La temperatura en la etapa inicial de desengrase cumple con la establecida en el procedimiento. | | X | | |
| 5,1,2 | El tiempo de inmersion es el estipulado | X | | | |
| 5,1,3 | El tiempo de inmersion en las dos etapas de enjuague de desengrase cumple con la establecida en el procedimiento. | X | | | |
| 5,2 | DECAPADO | | | | |
| 5,2,1 | En la etapa de decapado las soluciones añadidas a este proceso cumplen lo la concentracion estipulada. | | X | | |
| 5,2,2 | Mantiene a temperatura ambiente durante todo el proceso. | | X | | |
| 5,2,3 | El tiempo de inmersión en la etapa de decapado es el estipulado en el procedimiento. | | X | | |
| 5,2,4 | El tiempo de inmersion en las dos etapas de enjuague de decapado cumple con la establecida en el procedimiento. | | X | | |
| 5,3 | BAÑO DE ACTIVACIÓN | | | | |
| 5,3,1 | En el baño de activación el PH cumple con el rango estipulado. | | X | | |
| 5,3,2 | Se mantiene la temperatura ambiente durante todo el proceso. | | | X | |
| 5,3,3 | El tiempo de inmersion en el baño de activación es el estipulado en el procedimiento. | | X | | |

| | | | | |
|---|---|----|---|---|
| 5,4 | FOSFATIZADO DE MANGANESIO | | | |
| 5,4,1 | En la etapa fosfatizado de Manganese los puntos de acidez se mantienen en el rango establecido | | | X |
| 5,4,2 | La temperatura en la tina de fosfatizado de Manganese está entre 90 a 98 ° C | | | X |
| 5,4,3 | El tiempo de inmersión cumple con la establecida en el procedimiento. | | | X |
| 5,5 | SECADO | | | |
| 5,5,1 | La temperatura es la ideal según el procedimiento. | | X | |
| 5,5,2 | El tiempo de inmersión en el proceso de secado cumple con el rango establecido. | | X | |
| 5,6 | SELLADO | | | |
| 5,6,1 | El aceite en la etapa de sellado es el ideal para el proceso. | | X | |
| 5,6,2 | Los tiempos de inmersión cumplen con el procedimiento. | | X | |
| 5,7 | ESCURRIDOR DE ACEITE | | | |
| 5,7,1 | El tiempo de inmersión es el ideal. | | X | |
| SUBTOTAL | | 83 | | |
| 6. RECURSOS HUMANOS | | | | |
| 6,1 | La empresa consta con el personal calificado y los conocimientos necesarios para el funcionamiento de sus procesos y el logro de la conformidad de los productos y servicios. | X | | |
| 6,2 | La organización ha adoptado las medidas necesarias para asegurar que el recurso humano pueda adquirir la competencia necesaria de acuerdo a la mejora continua. | X | | |
| 6,3 | Existe una metodología definida para la evaluación de la eficacia de las acciones formativas emprendidas. | X | | |
| SUBTOTAL | | 30 | | |
| 7. OPERACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL | | | | |
| 7,1 | Se planifican, implementan y controlan los procesos necesarios para cumplir los requisitos para la provision de productos y/o servicios. | | X | |
| 7,2 | La salida de esta planificación es adecuada para las operaciones de la organización. | | X | |
| 7,3 | Se asegura que los procesos contratados externamente estén controlados. | X | | |
| 7,4 | Se revisan las consecuencias de los cambios no previstos, tomando acciones para mitigar cualquier efecto adverso. | | | X |
| SUBTOTAL | | 23 | | |
| 8. COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE | | | | |
| 8,1 | La comunicación con los clientes incluye información relativa a los productos y servicios. | X | | |
| 8,2 | Se obtiene la retroalimentación de los clientes relativa a los productos y servicios, incluyendo las quejas. | X | | |
| 8,3 | Se establecen los requisitos específicos para las acciones de contingencia, cuando sea pertinente. | X | | |
| 8,4 | La organización se asegura que tiene la capacidad de cumplir los requisitos de los productos y servicios ofrecidos. | | X | |
| 8,5 | La organización revisa los requisitos del cliente antes de comprometerse a suministrar productos y servicios a este. | X | | |
| 8,6 | Se confirma los requisitos del cliente antes de la aceptación por parte de estos, cuando no se ha proporcionado información documentada al respecto. | X | | |
| 8,7 | Se asegura que se resuelvan las diferencias existentes entre los requisitos del contrato o pedido y los expresados previamente. | X | | |
| 8,8 | Se conserva la información documentada, sobre cualquier requisito nuevo para los servicios. | X | | |
| SUBTOTAL | | 75 | | |

| RESULTADOS DE DIAGNOSTICO | | |
|---|------------------------------|---|
| NUMERAL DE LA NORMA | % OBTENIDO DE IMPLEMENTACION | ACCIONES POR REALIZAR |
| 1. SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD Y SUS PROCESOS | 90% | |
| 2. COMPROMISO GERENCIAL | 100% | |
| 3. PLANIFICACION (ACCIONES PARA VALORACION DE RIESGOS) | 56% | Analisis de riesgos y oportunidades |
| 4. TRAZABILIDAD DE LAS MEDICIONES | 69% | |
| 5. PARAMETROS DE LAS ETAPAS DEL PROCESO | 46% | Analisis de variables en la tina de fosfato de maganesio |
| 6. RECURSOS HUMANOS | 100% | |
| 7. OPERACIÓN Y CONTROL OPERACIONAL | 58% | Analisis de acciones para mitigar cualquier efecto adverso. |
| 8. COMUNICACIÓN CON EL CLIENTE | 94% | |
| TOTAL RESULTADO IMPLEMENTACION | 77% | |
| Calificación global en la Gestion de Calidad | MEDIO | |

Fuente. Propia

En la tabla 5 se pudieron obtener los siguientes hallazgos:

- a. el ítem 1, indica que el sistema de gestión de calidad y sus procesos está bien consolidado, pues tienen establecidos los criterios para la gestión de procesos teniendo en cuenta las medidas de control e indicadores de desempeño necesarios que permitan la efectiva operación y control de los mismos, además mantienen toda la información documentada, con el fin de que puedan servir como soporte para la toma decisiones según datos históricos.
- b. El ítem 2, muestra el respaldo que tiene el área de la alta gerencia, considerando los riesgos y oportunidades que se pueden presentar con el fin de brindarle un buen producto y servicio a los clientes.
- c. En el ítem 3, sobre planificación basada en las acciones para valoración de riesgo, se evidencian falencias, necesidad de cambio y posibles mejoras.
- d. Para la trazabilidad de mediciones ubicado en el ítem 4, hay seguimiento, medición, análisis y evaluación para asegurar resultados válidos. además se evalúa la eficacia del SGC.
- e. En los parámetros de las etapas del proceso, ítem 5 se evalúa cada una de las dependencias del proceso productivo, desde la etapa inicial hasta la final,

analizando variables tales como temperatura, pH, tiempo de inmersión; se puede evidenciar que hay demasiadas falencias, específicamente en la etapa de fosfatizado de manganeso, en donde todas las variables están por fuera del tiempo establecido en el procedimiento.

- f. En el ítem 6, recursos humanos, se observa que es una variable que no necesita intervención pues todos los aspectos se cumplen a plenitud, desde personal calificado hasta el acompañamiento brindado por la empresa en cuanto a capacitaciones y competencias formativas.
- g. Ítem 7, en cuanto a la operación y control operacional se implementan y controlan los procesos necesarios para cumplir los requisitos de los clientes pero no se hace nada para mitigar que cualquier efecto adverso se vuelva a repetir.
- h. En el ítem 8, hay una buena comunicación con los clientes y se evalúan toda la información y requisitos del cliente para su posterior cumplimiento.

En el check list anteriormente realizado se puede evidenciar que la parte que presenta mayores falencias es la relacionada con los parámetros de las etapas del proceso, evidenciando que la intervención debe ser directamente en la tina de fosfatizado de magnesio, aplicando mejoras relacionadas directamente con la temperatura, para lograr una estabilidad en todas las demás variables, esto se da debido a que en el transcurso del proceso las concentraciones de aditivos que intervienen pueden ir disminuyendo, y en la tina de Fosfato de Manganeso, es la etapa en la que se trata de estabilizar todas estas variables, añadiendo más producto hasta obtener la concentración indicada, pero al añadir dichas sustancias, al encontrarse a una temperatura ambiente hace que la temperatura del proceso baje completamente, razón por la cual hay una espera de una (1) hora.

La estrategia que se propone para realizar la mejora es la intervención de un equipo que pueda ayudar directamente a la temperatura del proceso, específicamente en la tina de Fosfato, puede ser un calentador que se encuentre ubicado luego de la etapa del baño de activación y antes de la tina de Fosfato con el fin de que las sustancia alcance la temperatura deseada y disminuir la espera al menor tiempo posible.

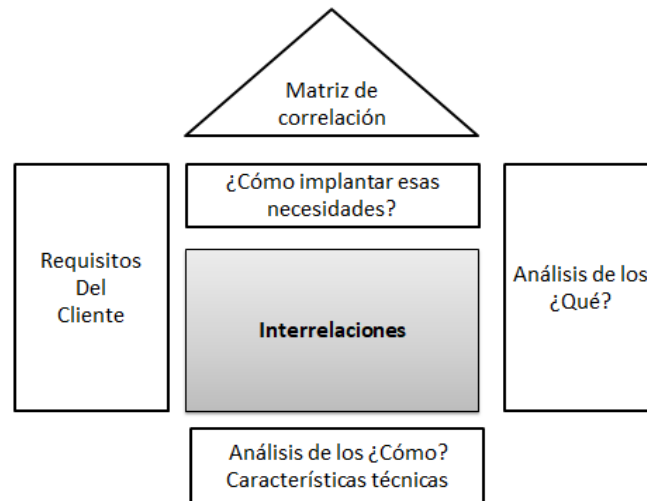
8 PROPUESTA DE RESTRUCTURACION PROCESO DE FOSFATIZADO

Luego del análisis del problema realizado por medio de la herramienta causa y efecto y posterior a ello al realizar el Check list en el área de Fosfatizado, quedo evidenciado que el retraso presentado en todo el proceso radica en el tiempo de espera empleado para que todas las sustancias agregadas en la tina de Fosfato estén a una alta temperatura como lo requiere el proceso (92 ° C- 98° C), la solución propuesta para el mejoramiento se enfocará en actividades relacionadas con la implementación de nuevos equipos que ayuden a que el proceso se realice mucho más rápido, es decir que haya un precalentador antes de la etapa de Fosfato de Manganesio, el cual reduciría la espera pues este solo tardaría 30 minutos en calentar todo el producto de la tina; teniendo en cuenta esto se proceden a enumerar todos los equipos e instrumentos necesarios para tal fin.

8.1 Aplicación del QFD

La propuesta de restructuración se hará a partir de la función QFD que aunque es una herramienta para el diseño de productos y servicios, muestra donde enfocar los esfuerzos para satisfacer las necesidades exactas de los clientes, en este caso se utilizara esta herramienta para analizar los objetivos, las características técnicas y la evaluación competitiva de los equipos a implementar e interrelacionarlos con las necesidades del cliente. (Ver figura 8).

Figura 8. Despliegue de la función QFD.



Fuente. Propia

Hoy en día el sector metalmeccánico se ha ganado un espacio de mucha importancia por su gran potencial para satisfacer la creciente demanda mundial de sus productos, por esta razón Tenaris cada vez más debe procurar una mejora en calidad, precio, tiempos de entrega que hagan que la empresa adquiera una mayor competitividad en el mercado.

Se tomó en cuenta para esta restructuración en el proceso, algunas de las funciones de despliegue de la herramienta QFD, tales como:

1. ¿Qué quiere o necesita el cliente?: Obtener un producto que cumpla con excelente calidad, precio y tiempo de entrega oportuno.
2. ¿Qué se debe hacer?: Mejorar los tiempos de entrega del producto final, para esto se debe mejorar los tiempos del proceso en el área de Fosfatizado, específicamente la demora presentada en la tina de Fosfato.
3. ¿Cómo implementar la mejora?: La mejora se implementara por medio de la instalación de nuevos equipos en la tina de Fosfato de manganesio, que consiste en un precalentador el cual permitirá que las sustancias aplicadas en esta etapa del proceso

logren tener la temperatura deseada al momento de entrar a la tina de Fosfato, evitando así una espera.

4. Análisis de ¿Cómos?: se establecerán las características técnicas más apropiadas para que los equipos que se adquieran sean los más óptimos para el proceso.

8.2 IMPLEMENTACION DE NUEVOS EQUIPOS

8.2.1 Calentador eléctrico

Este equipo permitirá optimizar de manera notoria el proceso, estará equipado con resistencias calentadoras de inmersión y con controles electrónicos de temperatura y caudalímetros, para así seleccionar la temperatura deseada. Además puede ser instalado en lugar cerrado ya que no requiere ventilación. Se selecciona este tipo de calentador por seguridad y por economía. El modelo deseado está especificado a continuación (Ver tabla 6 y figura 8).

Tabla 6 Especificaciones técnicas de Calentador propuesto.

Tabla 7 .Especificaciones técnicas de Calentador propuesto

| Condiciones de diseño | |
|---|--|
| Presión de suministro dinámico del agua | Se requiere presión de agua constante dentro del intervalo mínimo de 2 bar y máximo de 6,8 bar para un rendimiento Óptimo. |
| Presión del suministro de gas | 21 a 25 bar |
| Temperatura máxima admisible | 120 °C |
| Temperatura mínima del agua entrante | 0 °C |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Temperatura máxima eficaz de salida | 120 °C |
| Volumen | 2m ³ |
| Materiales | <p>Cartucho superior e inferior: Acero inoxidable con acabado de vidrio</p> <p>Tubería de entrada del tren de gas: Hierro maleable</p> <p>Tubería de entrada del tren de agua: Cobre con accesorios de latón/bronce</p> <p>Aro de pulverización Acero inoxidable</p> <p>Tubo de llama: Acero inoxidable</p> <p>Aros de trinquete: Acero inoxidable</p> |

Figura 8. Modelo de calentador propuesto.



Fuente. Catalogo H2OTEK

8.2.2 Válvula control de altas temperaturas

Este equipo permitirá controlar el flujo de un fluido, comportándose como un orificio de área continuamente variable, que modifica la pérdida de carga, además permitirá el control del caudal y el consiguiente control de las variables del proceso tales como ; presión, temperatura y nivel. Para la mejora deseada se requieren dos válvulas, con las especificaciones sugeridas. (Ver tabla 8 y figura 9).

Tabla 8 Especificaciones técnicas Válvula propuesta.

| Condiciones de diseño | |
|-------------------------------|--|
| Tamaño | |
| Presión máxima admisible | 25 bar r a 120°C |
| Temperatura máxima admisible | 120°C a 21 bar |
| Temperatura mínima de trabajo | 20°C |
| Materiales | Body: Bronce, Hierro fundido Pistón: Bronce Anillo cierre pistón: impregnado de carbono Espaciador: Bronce Contratuerca: Bronce Resorte retorno: Acero inoxidable Tapa: Bronce Tuercas tapa Acero Pasador Bronce fosforoso |

Fuente: Propia.

Figura 9. Válvula de alta temperatura propuesta.



**Figura 9 .Válvula de alta temperatura propuesta.
Fuente. Catalogo Directy Industry**

8.2.3 Válvula Cheque

La válvula de retención está destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra. Para la mejora propuesta se requiere una (1) válvula de cheque de 1 1/2", con las especificaciones sugeridas. (Ver tabla 9 y figura 10).

**Tabla 9. Especificaciones de la Válvula de Cheque propuesta
. Especificaciones de la Válvula de Cheque propuesta.**

| Condiciones de diseño | |
|-------------------------------|--|
| Presión máxima admisible | 1234 Kpa.r a 120°C |
| Temperatura máxima admisible | 120°C |
| Temperatura mínima de trabajo | 20°C |
| Características generales | Cuerpo metálico. Sistema de cierre con resorte. Sistema de selle metal - elastómetro. Válvula de cheque (Anti-retorno). |

| | |
|--|--|
| | Diámetro nominal en pulgadas: 1 1/2" Diámetro nominal en mm: 21 mm. Peso: 260 g Color bronce. |
|--|--|

Fuente. Propia

Figura 10. Válvula de Cheque propuesta.



Figura 10. Válvula de Cheque propuesta.

Fuente. Catalogo Valveco s.a.s

8.3 PROPUESTA DEL NUEVO LAYOUT AREA DE FOSFATIZADO

La propuesta presentada contempla los nuevos equipos a implementar, es decir la etapa de precalentamiento que se encontrara posterior a la etapa del enjuague de decapado # 2 y antes de entrar al baño de activación para que de esta forma no haya una parada por el choque térmico antes ocasionado y poder optimizar los tiempos del proceso (Ver figura 11).

Figura 11. Nuevo Layout distribución área de Fosfatizado.

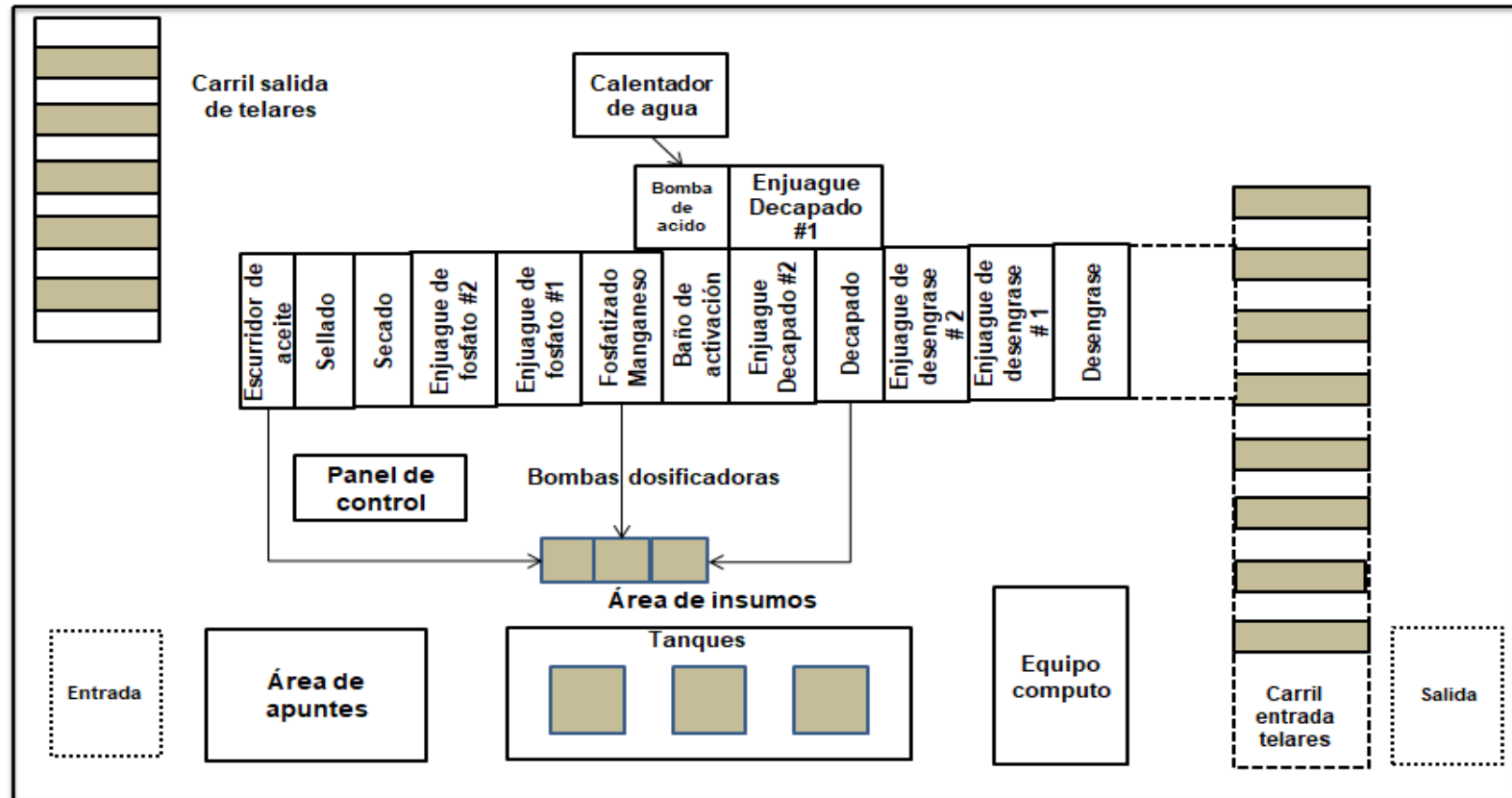


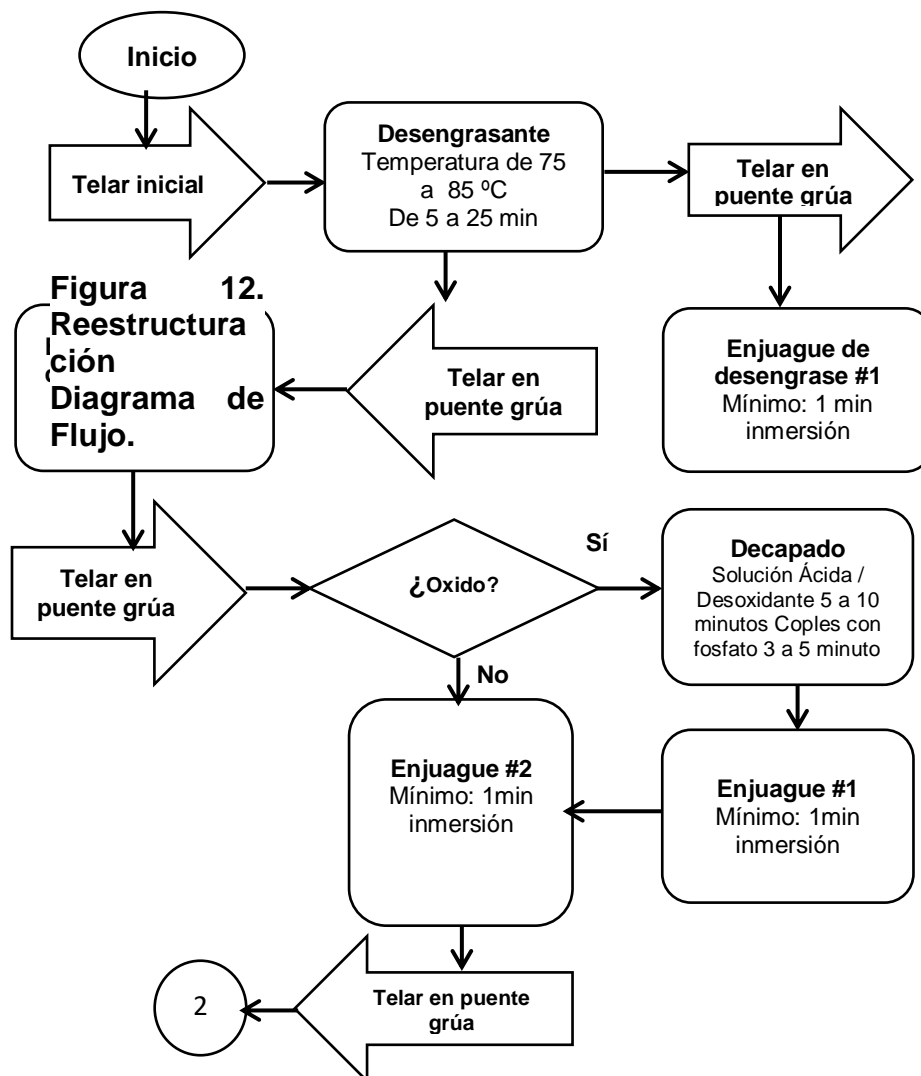
Figura 11. Nuevo Layout distribución área de Fosfatizado.

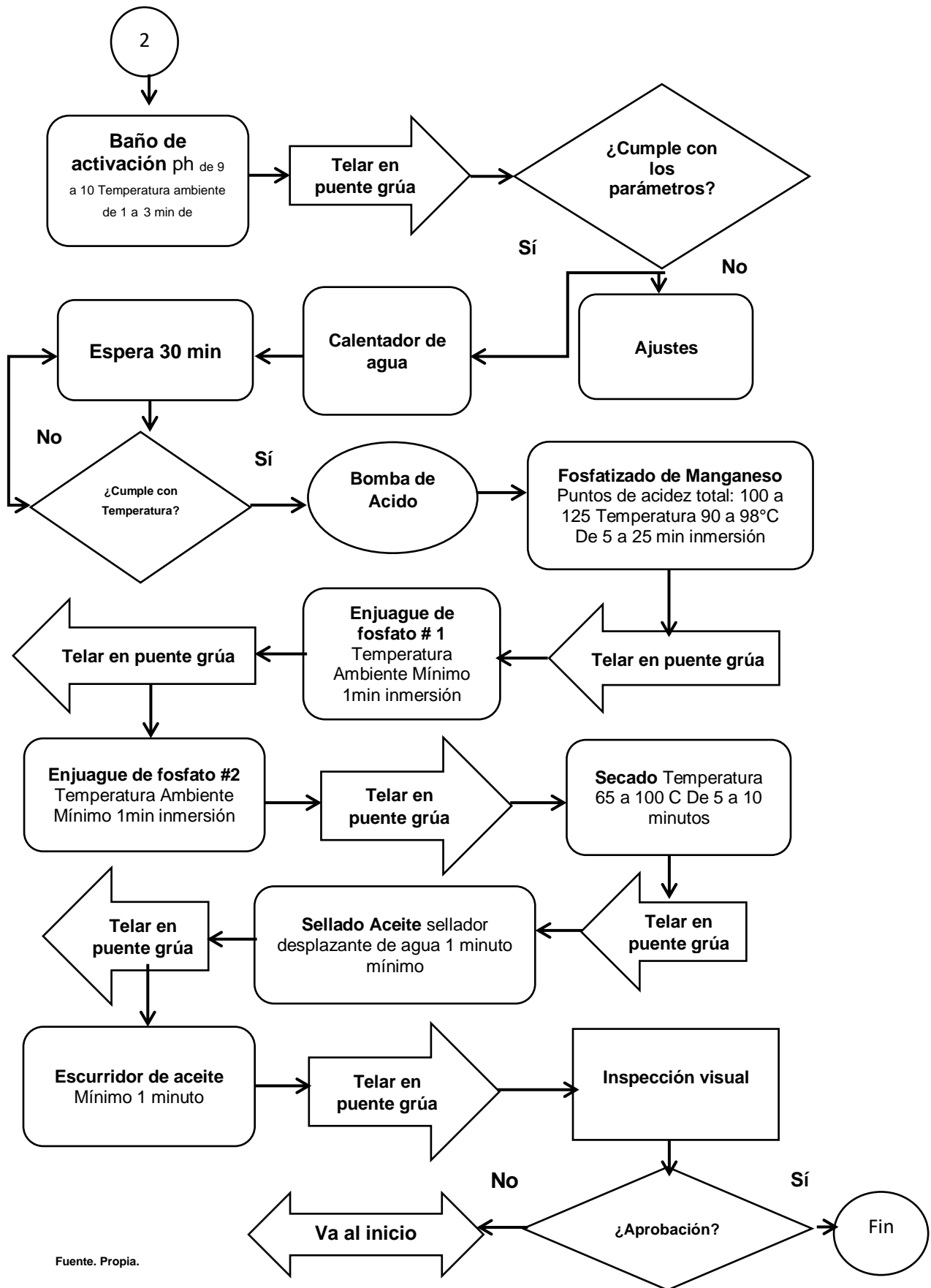
Fuente: Propia

8.4 RESTRUCTURACION DIAGRAMA DE FLUJO

Al implementar nuevos equipos en el proceso automáticamente cambia el sistema de acciones que se encuentran relacionadas entre sí para obtener el producto final, es decir las etapas del proceso también serán intervenidas por tal motivo es necesario la creación de una nueva representación de lo anteriormente mencionado, para ello se ha rediseñado el mapa de proceso. (Ver figura 12).

Figura 12. Reestructuración Diagrama de Flujo.





Fuente. Propia.

Análogamente como se describió el proceso productivo anteriormente en el ítem 7.5, se describe este, a diferencia de los cambios realizados en la implementación del calentador antes de la tina de Fosfatizado y posterior a la etapa del baño de activación, así el proceso inicia con todas las cuplas provenientes del área de SEA, en donde ingresan los telares con la cantidad de cuplas dependiendo del material y tamaño, que son recogidas por unos rodillos y llevadas al equipo de fosfatizado, el cual está constituido por varias etapas, en primer lugar el puente grúa ingresa el telar a la tina de desengrase, que es la etapa que elimina toda partícula de suciedad, en donde se dura un tiempo promedio de 5 a 25 minutos bajo una temperatura de 75 a 80° C, y luego pasa a dos tinajas de enjuague desengrasante en donde dura 4 minutos la inmersión. Posteriormente ese telar pasa a un segundo proceso denominado Decapado que consiste en agregar ácido cuya función es quitar cualquier partícula de oxidación, esto tiene una duración de 5 a 10 minutos y es manejado bajo una temperatura ambiente, cabe resaltar que a la etapa de decapado solamente entraran telares con oxidación o que provengan de un reproceso; luego pasa a los dos enjuagues de decapado durando 1 minuto cada uno. Entra a la tina de sales, agregando partículas microscópicas las cuales le darán adherencia para el siguiente proceso, este se trabaja a una temperatura ambiente y tiene un rango de duración entre 1 y 3 minutos. Es aquí donde entra a cumplir la función los nuevos equipos instalados como lo es el calentador, el cual tiene como función, hacer el intercambio térmico del agua antes de entrar a la tina de fosfatizado, en esta etapa la recepción del líquido es de 25 ° C y la convierte a una temperatura de 95 ° C, en un tiempo promedio de 30 minutos, reduciéndose a un cuarto en comparación con el proceso anterior. Luego de esto continúa el proceso en la tina de fosfatizado de manganeso en donde se sumergen las cuplas una temperatura de 90 y 98 ° C y durando entre 5 y 25 minutos, aplicando el recubrimiento a las cuplas y cambiando su aspecto físico, para evitar posterior oxidación. Posteriormente se encuentra las etapas de enjuagues de fosfato, y pasa la tina de secado, en donde por medio de un blower se elimina el exceso de agua. Finalmente está el proceso de sellado con el propósito de desplazar las partículas de agua que quedaron y darle la propiedad de anticorrosión, terminando en escurrido. Cabe resaltar que al finalizar todas aquellas piezas que no cumplen con las especificaciones técnicas y están fuera

de parámetros entraran al inicio del proceso máximo dos veces, además los tiempos establecidos en cada etapa del proceso son bajo condición normal dentro del proceso, (que no haya desposicionamiento del puente grúa)

Cabe resaltar que el proceso está totalmente automatizado pero hay unas variables a controlar las cuales son realizadas por los operadores dentro de las cuales se encuentran:

- En la tina de fosfato: temperatura, acidez libre, acidez total e ion hierro
- En la tina de desengrase: temperatura, alcalinidad total y alcalinidad libre
- En la tina de capado: concentración de ácido e ion hierro.
- Tinas de enjuague: solo se verifica el nivel del agua y que el ph este balanceado.
- En la tina de aceite: nivel de aceite.

9 PLAN DE MEJORA

9.1 PRINCIPIOS DEL PLAN DE MEJORA

Se ha considerado que el área de Fosfatizado de la fábrica de cuplas deberá utilizar los siguientes principios para dar solución al problema planteado en el presente proyecto el cual es, el retraso y disminución de la productividad, lo cual repercute notoriamente en el cumplimiento con el cliente final. Todas las recomendaciones que se darán harán parte de 3 elementos fundamentales que no solamente ayudaran a la competitividad del área de sino también de toda la empresa en general (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Principios para el plan de mejora

Tabla 10. Principios para el plan de mejora

| Fase | Actividad | Descripción |
|-------------|--|---|
| Planeación | Establecer propósitos | Son las acciones de tipo cualitativo que se perseguirán en forma permanente o semipermanente la empresa, los cuales se encuentran determinados por su misión, visión y política de calidad, etc. |
| Dirección | Dirigir los planes o propósitos planteados | Son las acciones del administrador en la realización de los planes, obteniendo una respuesta positiva de sus empleados mediante la comunicación, la supervisión y la motivación de cada uno de los colaboradores de la empresa. |

| | | |
|---------|--|--|
| Control | Evaluar y supervisar el desarrollo de los procesos de la empresa | Son las acciones para determinar lo que se está llevando a cabo, y determinar cómo se está realizando, a fin de establecer las medidas correctivas necesarias y así evitar desviaciones en la ejecución de los planes. |
|---------|--|--|

Fuente: Alzate, 2017

9.2 PROYECTO DE MEJORA

Líder general del proyecto de mejora: Supervisora de Fosfatizado

Proceso o procesos involucrados en la mejora: Proceso principal: Fosfatizado

Fecha de inicio del proyecto: 1 de agosto de 2019

Fecha de Terminación del proyecto: 1 de octubre de 2019

Objetivo: Poder eliminar los aspectos negativos ya identificados a través de la implementación de nuevos equipos y métodos de trabajo, que ayudaran a mejorar los tiempos en el proceso y darán como respuesta rápida un incremento de un 12% en la productividad de la empresa.

Alcance: Este plan de mejora aplica desde la gerencia hasta el departamento de producción, que termina con la entrega del producto final cumpliendo con todos los parámetros exigidos por el cliente.

9.2.1 Plan de implementación de las 5W/1H

Se tomara esta herramienta para proponer una mejora en los puntos específicos que lo requieran y esta herramienta se centra en un trabajo colectivo en el que incide de forma representativa en el comportamiento de los colaboradores de la organización. De manera paralela al comportamiento, el rendimiento también se encuentra

estrechamente ligado a las condiciones de trabajo, de manera tal que los objetivos organizacionales, como resultado de la sumatoria de los esfuerzos individuales, se encuentran al alcance de un entorno eficiente y productivo.
(ver figura 13).

Figura 13. Proceso de aprendizaje 5w/1 H



Figura 13. Proceso de aprendizaje 5w/1

Fuente. GH 2009

El análisis que se hace bajo esta herramienta permite conocer los puntos específicos de intervención, responder al quién, qué, cuándo, dónde, por qué y cómo) ayudaran a definir el proceso de planificación, compuesto por 5W y 1H, que son los aspectos que se deben cubrir para tener una planificación adecuada. A continuación se analizara cada una de estos interrogantes y posteriormente se darán las acciones a realizar, propias para obtener la mejora deseada. (Ver tabla 10).

Tabla 10. Análisis 5W/1H

Tabla 11. Análisis 5W/1H

| 5W – 1H | | | |
|---------|--|-----------|---|
| ¿Qué? | Implementación de nuevos equipos (precalentador de agua) | ¿Por qué? | Optimización del tiempo de la parada en el proceso, en un 75% y una mejora de la productividad mensual en 12% |

| | | | |
|---------|--|-----------|---|
| ¿Quién? | Jefe de Producción , Calidad y Mantenimiento | ¿Por qué? | Son los responsables de planear, organizar, dirigir y controlar el funcionamiento de esta área. |
| ¿Dónde? | Área de Fosfatizado específicamente tina de Fosfato. | ¿Por qué? | Lugar donde se aprecia la demora, (cuello de botella) |

Fuente. Propia.

A continuación se detalla el plan de acción de las 5S, que responde al cómo se realizara la mejora. Se resume el plan de mejora en cinco (5) acciones específicas, que se consideran necesarias para que la propuesta de mejoramiento del área de fosfatizado se pueda llevar a cabo de manera satisfactoria:

ACCIÓN 1: Comprometer a la Gerencia, para la iniciación de la implementación de la mejora por medio al adquisición de nuevos equipos y acompañamiento en todo el proceso, pues contribuirá a lograr los objetivos planeados.

ACCION 2: Realizar un plan de capacitación a todos los empleados del área con acompañamiento de la gerencia, en el cual se tratarán temas que vayan acorde a la reestructuración del proceso y al trabajo que debe realizar, potencializando así las gestiones internas y externas de esta área.

ACCION 3: Llevar a cabo las actividades de planeación, dirección y control, que aplican no solamente para la mejora del área de Fosfatizado sino también en toda la empresa.

ACCION 4: Para no generar retrasos en la producción por fallas o averías y que se reincida en el mismo problema (disminución de la productividad), se recomienda un plan de mantenimiento preventivo mensualmente.

ACCION 5: Además se propone realizar evaluaciones de desempeño periódicas no mayores a 3 meses tanto al personal operativo como al rendimiento de los nuevos equipos a implementar. Esto ayudará a disminuir el riesgo y cumplir con la demanda de forma satisfactoria.

ACCION 6: Es fundamental que las personas encargadas (Supervisores y operadores líderes) de cada turno realicen los controles correctamente durante las horas hombre, además es necesario realizar un correcto empalme con el turno siguiente para evitar errores y falencias posteriores.

Posteriormente se establece un cronograma de actividades con las fechas y actividades a realizar, y se explica cada una. (Ver tabla 11).

En el siguiente cronograma se establecen etapas que van desde la presentación de la propuesta hasta la implementación de la misma, se fijan las fechas teniendo en cuenta el año fiscal de la empresa (01 de Julio- 30 de Junio del próximo año). El tiempo promedio para llevar a cabo todas las actividades estipuladas corresponde a ciento trece días (113) días, los cuales se disponen desde el momento de la presentación de la propuesta a la supervisora directa Lilibeth , luego se presenta en su orden a Coordinación de operaciones, mantenimiento y todo el equipo de Ingeniería, quienes son los encargados de estudiar a fondo todas los aspectos técnicos y la viabilidad de la propuesta para así poder pasarla a gerencia de operaciones, este cronograma contempla un periodo para hacer los diferentes ajustes según sea considerado. Posteriormente a ello se presenta propuesta a Gerencia de operaciones quien se encarga de realizar la requisición al proceso de compras, de todo lo necesario para poder llevar a cabo el proyecto; el proceso de compras en acompañamiento con el

equipo de ingeniería, calidad y medio ambiente, se encargaran de estudiar los mejores proveedores que pueden cumplir con lo requerido en cuanto a calidad, precio y tiempo de entrega y que además los equipos no causen un gran impacto ambiental, en Tenaris por lo general este proceso dura un promedio de veinte (20) días, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos los equipos son importados, en este cronograma se ha contemplado un tiempo aproximado de treinta (30) días. Ulteriormente se realizara la instalación de los equipos, que estará a cargo del equipo de mantenimiento con apoyo de ingeniería, en este periodo se realizaran todas las pruebas y ensayos correspondiente; luego sigue toda la parte de capacitación y difusión del nuevo proyecto, inicialmente a todos los trabajadores del área de Fosfatizado quienes serán capacitados para operar correctamente los nuevos equipos y luego se presentara la reestructuración a los demás trabajadores de la Fábrica de cuplas. Finalmente se ha considerado un periodo de un mes para hacer seguimiento al funcionamiento de la reestructuración realizada, en acompañamiento con el área de calidad.

9.3 ANALISIS COSTO BENEFICIO

Para llevar a cabo los objetivos trazados en el plan de mejora es indispensable realizar una inversión en lo que respecta al entrenamiento, recursos tecnológicos y humanos que son necesarios para el perfecto desarrollo del área de Fosfatizado. Se han determinado tres (3) rubros encaminados a la parte de infraestructura, entrenamiento y gastos suplementarios. (Ver tabla 12).

Tabla 12. Tabla de inversión.

Tabla 13. Tabla de inversión

| Rubro | Cantidad requerida | Valor unitario | Costo total |
|--|--------------------|------------------|------------------|
| Infraestructura | | | |
| Calentador electrico | 1 Und | \$ 4.528.000,00 | \$ 33.000.000,00 |
| Válvula control de altas temperaturas | 2 Und | \$ 800.000,00 | \$ 1.600.000,00 |
| Válvula de Cheque | 1 Und | \$ 657.000,00 | \$ 657.000,00 |
| Bomba dosificadora | 1 Und | \$ 3.230.000,00 | \$ 3.230.000,00 |
| Tubería de acero inoxidable | 4 m | \$ 1.050.000,00 | \$ 4.200.000,00 |
| Entrenamiento | | | |
| Ingeniero especializado en el tema (hotel, tickets y alimentación) | 1 | \$ 15.000.000,00 | \$ 15.000.000,00 |
| Gastos suplementarios | | | |
| Refrigerio capacitaciones empleados | 420 und | \$ 4.000,00 | \$ 1.680.000,00 |
| Refrigerio capacitación de Proveedores | 9 Und | \$ 4.000,00 | \$ 36.000,00 |
| Resma de papel | 5 Und | \$ 10.000,00 | \$ 50.000,00 |
| Imprevistos | | | \$ 6.534.830,00 |
| Total | | | \$ 65.348.300,00 |

Fuente. Propia.

En el rubro de infraestructura se contemplan todos los equipos necesarios para disminuir la parada de dos (2) horas a veinte (20) minutos, en el rubro de entrenamiento la empresa solicitara a un ingeniero especializado en el tema por lo general para esta clase de entrenamiento el personal es traído de Tenaris Mexico, y se asume los gastos de tickets, estadía y alimentación, además se contara con el apoyo de los proveedores que suministran esta clase de equipos a la compañía. Por ultimo en los gastos suplementarios están contemplados el material y recursos para brindar las capacitaciones a los operarios de forma óptima.

Si se puede observar la inversión inicial equivale a \$65.348.300 m/cte. (sesenta y cinco millones, trescientos cuarenta y ocho mil trescientos, pesos moneda corriente), lo cual no representa un valor elevado para todos los beneficios que este traería consigo, pues se lograría una mejora en los tiempos del proceso y por tanto mejora de la productividad, permitiendo el cumplimiento en cuanto a calidad y tiempo de entrega con el cliente final, este finalmente sería el más grande beneficio pues generaría fidelización con la compañía y además la empresa Tenaris Tubocaribe podría gozar de buen reconocimiento y mejorar su nivel de competitividad; además generaría nuevos clientes lo cual representa una mayor utilidad para la empresa.

La parada actual en el área de Fosfatizado corresponde a dos horas dejando de producir en ese lapso de tiempo 240 acoples, si con la mejora el tiempo se reduce a 30 min, es decir:

120 min —————> 240 acoples

30 min —————> X

X = 240 acoples x 30min/ 120 min

X= 60 acoples

En resumidas como solamente se dejaran de producir 60 piezas, serían 180 piezas más por turno, y como son 3 turnos operativos esto equivaldría a 540 piezas más por día, por tanto la productividad futura teniendo en cuenta los datos suministrados en la tabla 3, es:

$$\begin{aligned} \text{Productividad Futura} &= \frac{\text{Producción futura}}{\text{Insumo total}} \\ \text{Productividad Futura} &= \frac{141,505 \text{ Und (Cuplas)}}{712,657,923 \text{ Pesos}} \\ &= 0,00020 \quad \text{Und (Cupla)/ Peso} \end{aligned}$$

En resumidas se puede afirmar que con implementación de los nuevos equipos se obtendrá una mejora notoria en el índice de productividad, a continuación se confrontan los dos valores obtenidos entre la productividad actual y la productividad deseada:

Productividad Actual= 0.00018 Vs. Productividad deseada = 0,00020

Este valor de productividad deseada equivale a la mejora en la productividad mensual del 12%

10 CONCLUSIONES

- La propuesta de mejora se presentó a la empresa y en éste momento se encuentra en estudio de viabilidad, pues representa disminución de tiempo muerto convirtiéndose así en una reducción de costos, además ha sido de mucha importancia ya que anteriormente no se había contemplado una posibilidad de mejora similar.
- Teniendo en cuenta las técnicas de recolección de información, tales como observación directa, entrevista y aplicación del formato de inspección de hallazgos encontrados, con el fin de determinar las condiciones actuales y problemáticas existentes en el área de Fosfatizado se concluye, que los problemas presentado en cuanto a la disminución de la productividad, se debe a fallas presentadas en la variable de temperatura en la tina de fosfato de manganeso, causando asi retrasos en el tiempo del proceso.
- Con la ayuda del análisis de las variables del modelo estructurado y tomando en cuenta los factores inmersos en medio del ciclo productivo, se pudo determinar los focos problemas en medio del área de Fosfatizado, corresponden a que en el proceso productivo específicamente en la tina de fosfato de manganeso, no hay un precalentamiento de la sustancia lo cual genera que haya un choque térmico generando una parada de dos horas mientras se alcanza una temperatura de 92°C – 98°C, causando así disminución de la productividad.
- Las condiciones locativas y estructurales tanto del área de Fosfatizado como del resto de la planta FACU, cumplen con excelentes condiciones para la conservación de los equipos, insumos y para que todos los trabajadores puedan lograr las labores asignadas.
- De otro lado, mediante la implementación de nuevos equipos al proceso productivo y realizando la inversión antes mencionada, la empresa podrá reducir el tiempo de parada en el proceso actual proceso a un 75% y por ende mejorar la productividad a un 12%.

- Lo anterior estará determinado por el coordinador de operaciones y el supervisor encargado en cada turno, quien deberá involucrarse completamente en la revisión del proceso, rendimiento de equipos y control de variables, así como con los demás requisitos.

BIBLIOGRAFIA

- Ariza & Padilla. 2014. propuesta de mejoramiento de la productividad en una pyme del sector metalmecánico de estructuras en Bogotá como estrategia para competir contra las importaciones de china.
- Cabrera & Ramirez, 2017. Propuesta de un plan de mejoras, basado en gestión por procesos, para incrementar la productividad en la empresa distribuciones a & b.
- Catalogo H2O TEK
Recuperado de:
<https://h2otek.com/tienda/boilers-calentadores-de-agua/2075-boiler-calentador-de-paso-electrico-11-kw-230-volts-monofasico-marca-h2otek-mod-bpe2g241211-agua-caliente-boilers-calentadores-d.html>
- Currillo, 2014. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos industriales facopa
- Erazo, 2013. Propuesta de mejoramiento de la productividad de la línea de camisetas interiores en una empresa de confecciones por medio de la aplicación de herramientas lean manufacturing
- Fergusson, L., Valdés, D., Parada, O. 2016. Procedimiento de diagnóstico de la Gestión logística para entidades turísticas. Anuario Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

- Fernández, J. J., Iglesias, J., Peiró, L. M., & Muñoz, S. 2013. Historia, evolución y fabricación del acero inoxidable corrugado. Armaduras de Acero Inoxidable.
- Figueredo, K. et al. 2016. Administración de inventario. Una propuesta al Perfeccionamiento empresarial. Revista Caribeña de Ciencias Sociales.
- Flórez & Mas, 2015. Aplicación de la metodología phva para la mejora de la productividad en el área de producción de la empresa kar & ma s.a.c.
- Gonzales, 2004. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica facopa.
- Toro Álvarez, 1990. Fernando. Desempeño y Productividad