

REDISEÑO, ESTANDARIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO
DE CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS MÓVILES O FIJOS, PLANTAS PTAR
Y PTAP EN LA EMPRESA ETO INGENIERÍA S.A.S

JORGE OMAR CARDENAS CABALLERO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2015

REDISEÑO, ESTANDARIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO
DE CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS MÓVILES O FIJOS, PLANTAS PTAR
Y PTAP EN LA EMPRESA ETO INGENIERÍA S.A.S

JORGE OMAR CARDENAS CABALLERO

Trabajo De Grado Modalidad Práctica Empresarial, Para Optar Por El Título De
Ingeniero Industrial

Director:
WILLIAM HOYOS TORRES
Ingeniero Industrial

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA
2015

DEDICATORIA

A DIOS, quien fue mi guía durante este camino y me llena de fortaleza y sabiduría para seguir adelante en cada una de las etapas de mi vida.

A mi Madre, Rosalba Caballero Meza.

Gracias por ser mi amiga, mi confidente y mi apoyo.

Ella es el ejemplo de aquella mujer pujante y trabajadora que nunca descansa, que se priva de beneficios o de lujos por el bienestar de sus hijos y que siempre esta hay para apoyarte aunque no la veas.

Ella me ha educado bien, me enseñó el valor de la perseverancia y a ser fuerte. Siempre que he necesitado de un abrazo de felicidad o para aliviar mi tristeza ella ha estado hay sin importar la situación, por eso y mil cosas más... Nuevamente Gracias Mamá.

A mi novia, Laura Marcela Pérez.

Porque desde el día que llego a mi vida ha iluminado mi camino y me ha dado las fuerzas que necesito a veces para dar todo de mí, le ha devuelto la vida a mi corazón y lo ha cuidado dulcemente junto al suyo, me ha ayudado a ser mejor persona y sobre todo me ha acompañado en los buenos y en las malos momentos incondicionalmente, de la misma forma que yo quiero acompañarla.

A mis hermanos, Daniel y Carlos. Compartimos un lazo de sangre que nunca se va a romper, además de muchos recuerdos de infancia, una infancia buena: con muchos amigos y aventuras, los llevo en el corazón siempre, aunque ahora las obligaciones de ya no ser niños nos hayan distanciado un poco, aun así seremos mosqueteros hasta que se nos acabe la vida.

A mis suegros que me han apoyado en algunos de mis proyectos, con ellos siempre he podido confiar y me he sentido un miembro más de su familia, son parte importante de lo que ahora soy y deseo que siempre estén hay para gozar de mis victorias y compartir mis derrotas.

A mis amigos de infancia que siempre serán un pilar en mi vida, una sonrisa en un momento de vacío y carcajadas en aquellas reuniones de diciembre, los quiero y los admiro y espero que siempre estén conmigo porque yo siempre estoy con ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores, compañeros y amigos de la Universidad Industrial de Santander los cuales fueron parte de mis derrotas y de mis victorias a lo largo de todo mi camino con estudiante universitario.

A mi profesores de matemáticas en el colegio: Luis Carlos Galán Sarmiento del corregimiento de Vado Real (Jerónimo Jiménez Sarmiento, Lilia Lucero Camacho), quienes me inculcaron desde mis primeros pasos en secundaria el amor por esta materia y encaminaron mi vida alrededor de esta gloriosa disciplina, la cual ame aún más durante mi pregrado.

A los dueños de la empresa ETO INGENIERÍA S.A.S quienes confiaron en mis capacidades y pusieron todo su empeño en apoyar mi proyecto de grado e inculcarme conocimientos que me servirán el resto de mi vida como profesional, en especial al Ing. Eusebio Sarmiento, quien me instruyo en muchos de los procesos que no entendía y los problemas que afrontaba .

A mis compañeros de trabajo en la empresa ETO INGENIERÍA S.A.S quienes me hicieron sentir parte de su familia y me acogieron como aprendiz en algunas de sus disciplinas. En especial al Ing. Mario Mendoza quien apoyo mi camino entorno a las plantas de tratamiento de agua.

A mi profesor William Hoyos Torres por acompañar mi proceso de certificación del proyecto de grado.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	16
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	17
JUSTIFICACIÓN.....	18
1. OBJETIVOS	19
1.1 GENERAL	19
1.2 ESPECÍFICOS.....	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 DATOS DEL SECTOR.....	20
2.1.1 Competidores.	21
2.2 ESTADO IDEAL DE LA EMPRESA	22
2.2.1 Definición de Proceso.	22
2.3 METODOLOGÍA SEGÚN PEPPARD Y ROWLAND PARA EL REDISEÑO DE PROCESOS	22
2.4 METODOLOGÍA DE APOYO.....	23
2.4.1 Diagrama de Gantt.....	23
2.5 TÉCNICAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS	24
2.5.1 Diagrama de Procesos.....	24
2.5.2 Diagrama de Flujo del proceso.	24
2.5.3 Estudio de métodos y tiempos.	24
2.6 CONTROL DE LA CALIDAD.....	25
2.6.1 Histogramas.....	26
2.6.2 Análisis de Pareto.	27
2.7 ALGORITMO FFD –CUT-2D _{RG} (FIRST FIT DECREASING-CUTTING-2D _{ROTATION} GUILLOTINE)	27
2.8 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA.....	32
2.8.1 Definición de las plantas de tratamiento de agua.	32
2.8.2 Composición.	32
2.8.3 Descripción del proceso de purificación.	33
2.8.4 Capacidad.....	33

3. METODOLOGÍA	34
3.1 DIAGNÓSTICO.....	35
3.1.1 Planificación del diagnóstico.....	35
3.1.2 Ejecución del Diagnóstico.....	36
3.1.3 Resultados del Diagnóstico.....	37
3.2 ANÁLISIS DE DATOS	54
3.3 PROPUESTAS DE MEJORA.....	55
3.3.1 Generar un manual de procedimientos para los soldadores.....	55
3.3.2 Creación de un cuarto caliente.....	55
3.3.3 Utilizar un modelador en 3D.....	55
3.3.4 Adaptar un algoritmo para el proceso de corte.....	55
3.3.5 Incursionar en el mercado con nuevos productos.....	55
3.3.6 Construcción de nuevos Hangares.....	56
3.4 DISEÑO DE MEJORAS.....	56
3.4.1 Regla de ESIA.....	56
3.4.2 Nuevo portafolio de productos.....	57
3.4.3 Construcción de nuevos hangares.....	57
3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA	58
3.4.1 Creación del Manual de Operaciones.....	58
3.4.2 Caracterización de los Procesos Productivos.....	58
3.4.3 Elección del Modelador en 3D.....	58
3.4.4 Algoritmo para la minimización de Cortes.....	59
3.4.5 Cuarto Caliente.....	59
3.4.6 Construcción del primer hangar.....	60
3.5 CONTROL Y RETROALIMENTACIÓN.....	61
4. NUEVOS PROYECTOS	66
4.1 PTAR Y PTAP	66
4.1.1 Modificación de PTAR y PTAP Compradas.....	66
4.1.2 Creación de PTAR y PTAP Heliportables.....	66
4.1.3 Capacitación y Puesta en Marcha de la PTAR y PTAP Heliportables.....	67
4.1.4 Creación de nuevo Prototipo.....	67
4.2 NUEVO PORTAFOLIO DE CAMPAMENTOS PETROLEROS (UNIDADES).....	68

4.2.1 Unidades heliportables.	68
4.2.2 Unidades residenciales.	68
4.2.3 Unidades Por Niveles.	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	73
BIBLIOGRAFÍA.....	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Competidores Directos de ETO INGENIERÍA S.A.S	21
Tabla 2. Preguntas y Respuestas 4W1H	35
Tabla 3. Escala de Hammer Diseño.....	39
Tabla 4. Escala Hammer Corte y Doblado	42
Tabla 5. Organización de Soldadores	42
Tabla 6. Codificación Posición de Electrodo	43
Tabla 7. Uso de Electrodos.....	44
Tabla 8. Escala de Hammer Soldadura	46
Tabla 9. Escala de Hammer Pintura	48
Tabla 10. Escala de Hammer Plomería	49
Tabla 11. Escala de Hammer Eléctrico	50
Tabla 12. Escala de Hammer Forrado	51
Tabla 13. Escala de Hammer Carpintería	53
Tabla 14. Escala Hammer Cargue y Descargue de Unidades	54
Tabla 15. Proceso de Diseño, Después de implementación	61
Tabla 16. Proceso de Corte y Doblado, Después de implementación.....	61
Tabla 17. Proceso de Soldadura, Después de implementación	62
Tabla 18. Proceso de Pintura, Después de implementación	62
Tabla 19. Proceso de Plomería, Después de implementación	63
Tabla 20. Proceso de Eléctrico, Después de implementación.....	63
Tabla 21. Proceso de Forrado, Después de implementación.....	63
Tabla 22. Proceso de Carpintería, Después de implementación.....	64
Tabla 23. Proceso de Cargue y Descargue, Después de implementación.....	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Pozos Petroleros en Colombia	20
Figura 2. Rediseño de Procesos.....	23
Figura 3. Mejor encaje de nuevo ítem.....	28
Figura 4. Coordenadas de los ítems	28
Figura 5. Ejecución del algoritmo FFD-CUT-2DRG, donde ® denota rotación del ítem ...	31
Figura 6. Metodología a Utilizar	34
Figura 7. Ampliación 4W1H (1).....	36
Figura 8. Ampliación 4W1H (2).....	36
Figura 9. Ampliación 4W1H (3).....	37
Figura 10. Ampliación 4W1H (4).....	37
Figura 11. Grafica de Diferencias Significativas.....	38
Figura 12. Clasificación AWS.....	43
Figura 15. Temperaturas de almacenamiento de Electrodo Revestidos.....	60

GLOSARIO

PTAR: Planta de Tratamiento de Agua Residual

PTAP: Planta de Tratamiento de Agua Potable

OXICORTE: El soplete de corte utiliza parte de O₂ para mezclarlo con el gas combustible (Propano o Acetileno) y crear una llama, también conocida como de precalentamiento, la cual puede alcanzar temperaturas entre 2.425 °C y 3.320 °C, dependiendo del tipo de gas empleado y la pureza del O₂ (87 %).

TRONZADORA¹: Herramienta diseñada para cortar mampostería y materiales férreos con el disco de corte abrasivo apropiado.

ETERBOARD: ² Son placas planas de fibrocemento fabricada con la más avanzada tecnología a base de cemento sílice, fibras naturales y aditivos que mediante un proceso de auto-clavado se someten a altas presiones y temperaturas para obtener un producto con un alto nivel de estabilidad dimensional, resistente y durable.

HUESO DURO³: El hueso duro es una masilla de gran poder de relleno y más rendimiento dejando superficies bien terminadas. No deja poros, no se asienta, posee excelente adhesión, fácil lijado, flexibilidad y consistencia. Se usa principalmente en el repintado automotriz, para la restauración de contornos suaves del cuerpo del vehículo.

ROSETA O PORTALÁMPARAS: Pieza metálica en la que encaja el casquillo de una bombilla para conectarla a la electricidad.

MEDIA LUNA: Parte de las Unidades (Casetas) que se ubica en la parte superior de las paredes más pequeñas que adopta la forma de luna creciente girada a la izquierda.

¹ Makita International Europe LTD. Manual de Instrucciones Tronzadora. Inglaterra, 2003
Disponible en internet: <http://www.makita.com.co/sites/default/files/884733-027.pdf>

² Eternit. Cielos rasos Eterboard. Disponible en internet:
http://www.eternit.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=28:cielos-rasos-eterboard&catid=7:sistema-constructivo-en-seco&Itemid=30

³ Diseñarte el Pardo. Modelando Hueso duro y masilla. 2012. Disponible en internet:
<http://disenartelpardo.blogspot.com/2012/11/hueso-duro-masilla-o-estuco.html>

CONDUFLEX: Es un sistema de tubos corrugados de PVC (Cloruro de Polivinilo) rígido, que permite alojar y proteger conductores aislados y cableado telefónico.

BOCEL: Moldura convexa lisa, de sección semicircular y a veces elíptica.

MOLDURA: Parte saliente de perfil uniforme, que sirve para adornar o reforzar obras de arquitectura, carpintería y otras artes.

RESUMEN

TITULO:

REDISEÑO, ESTANDARIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE CAMPAMENTOS MÓVILES O FIJOS, PLANTAS PTAR Y PTAP EN LA EMPRESA ETO INGENIERÍA S.A.S.*

AUTOR:

CARDENAS Caballero Jorge Omar**

PALABRAS CLAVE:

PTAR, PTAP, Mejora de Procesos, Distribución, Despilfarro, Reprocesos.

DESCRIPCIÓN:

La empresa ETO INGENIERIA S.A.S, ha sobresalido por su carácter expansionista tanto en infraestructura y portafolio, como en participación en el mercado y siguiendo con su política de ofrecer excelencia y calidad en sus productos: actualmente campamentos móviles o fijos, y próximamente la oferta de plantas de tratamiento de agua potable/residual , emprende la labor de mejorar los procesos productivos pertenecientes tanto a los antiguos como a los nuevos productos para generar soluciones efectivas a cada uno de los requerimientos de sus clientes.

Para apoyar esa expansión y captura de nuevo mercado se emprende la labor de generar un proyecto que cumpla con estas metas, tal y como se describe en el primer capítulo. Pero, para mejorar algo, primero hay que conocerlo, y es por esta razón que el segundo capítulo, permite al lector tener una mirada amplia de cómo es la estructura de la empresa y cómo se encontró después de hacer un diagnóstico preliminar de la misma.

Así mismo, el tercer capítulo muestra toda la documentación necesaria para poder desarrollar el proyecto junto con la descripción de las plantas de tratamiento procesadas en la empresa y del algoritmo utilizado para minimizar desperdicios, los cuales son temas importantes para alcanzar las metas de la gerencia.

El cuarto capítulo, expone a fondo la metodología utilizada para la estandarización de sus procesos que consta de 4 fases:

- Un Diagnostico
- La generación de propuestas de mejora
- La implementación de dichas propuestas
- El control y retroalimentación de los avances.

Además, también se describen los resultados obtenidos y las propuestas de mejora del proyecto.

Y en el capítulo final se evidencian los nuevos proyectos que se generaron a partir de las mejoras y las herramientas desarrolladas e implementadas durante esta práctica empresarial.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.
Director: Ing. HOYOS Torres William

ABSTRACT

TITLE:

REDESIGN, STANDARDIZATION AND QUALITY CONTROL OF THE PROCESS OF CONSTRUCTION OF MOBILE OR FIXED CAMPS, PTAR AND PTAP PLANTS IN THE COMPANY ETO INGENIERÍA S.A.S.*

AUTHOR:

CARDENAS Caballero Jorge Omar**

KEYWORDS:

PTAR, PTAP, process improvement, Distribution, Waste, Reprocesses.

DESCRIPTION:

The company ETO ingeniera S.A.S, has stood by its expansionist character in both infrastructure and portfolio, as in participation in the market and continuing with its policy of providing excellence and quality in their products, currently mobile or fixed camps, and soon the supply of treatment plants for drinking water and waste water, it undertakes the task of improving the productive processes belonging to both the old and the new products to generate effective solutions to each of the requirements of its customers.

To support that expansion and capture of new markets, there is generated a project that expires with these goals, as it is described in the first chapter. But, to improve something, first it is necessary to know it, and is for this reason that the second chapter allows to the reader to have a wide look about how it's the structure of the company and how it was found after doing a preliminary diagnosis of the same one.

Likewise, the third chapter, shows the whole documentation necessary to be able to develop the project together with the description of the treatment plants processed in the company and of the algorithm used to minimize wastes, which are important topics to reach the goals of the management.

The fourth chapter, exposes thoroughly the methodology used for the standardization of its processes that consists of 4 phases:

- A diagnosis
- The generation of proposal of improvement
- The implementation of the above mentioned proposals
- Control and feedback of the advances.

In addition, in this chapter are described the obtained results and the offers of improvement of the project.

Finally, in the last chapter, it is demonstrated the new projects that were generated from improvements, tools developed and implemented during the managerial practice.

* Graduate paper

** Faculty of Physicomechanical Engineering's. Industrial consultants and business Department.
Director: Ing. HOYOS Torres William

INTRODUCCIÓN

El sector energético en Colombia presenta diferencias significativas respecto a otras actividades económicas debido al lugar donde se desarrolla, principalmente en regiones donde la geografía es bastante accidentada o lugares de difícil acceso, y la infraestructura vial y estructural no está acorde a las necesidades de su personal. Para garantizar el estado óptimo de su fuerza laboral y la disponibilidad del mismo es vital proporcionar un espacio adecuado y de calidad en aquellos lugares.

En el país se encuentran diferentes empresas nacionales y extranjeras dedicadas al diseño, fabricación y comercialización de estos campamentos, entre ellas, ETO INGENIERÍA S.A.S la cual cuenta con un amplio portafolio de productos elaborados con altos estándares de calidad. Debido a la exigencia y dinamismo propio de este mercado, las empresas interesadas en suplir estas necesidades necesitan estar constantemente mejorando sus procesos productivos, elevando la versatilidad de sus empleados mediante capacitaciones en nuevos métodos, uso de nuevas herramientas y maquinarias e innovar con mejores materiales, para obtener un producto final que no solo garanticen la satisfacción de sus clientes, sino que a su vez supere sus expectativas.

Una base fundamental para el mejoramiento de cualquier proceso, es la implementación de un estudio de métodos y tiempos, el cual si se implementa de manera rigurosa permite encontrar los despilfarros (tiempo, mano de obra, maquinaria, infraestructura) presentes en cada una de sus actividades, para después generar e implementar propuestas que permitan corregir estos problemas.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para entender de una manera clara el problema primero se tiene que describir el producto: La empresa se dedica a la construcción de unidades residenciales o de servicios (cocinas, comedores, enfermerías, batería de baños... etc.) móviles o fijas, las cuales por su tamaño y complejidad se fabrican mediante una configuración de posición fija, es decir, las partes se trasladan a un punto determinado para ensamblar allí el producto. En segundo lugar es necesario conocer la forma de contratación y por ende de organización del trabajo dentro de la planta, la cual se hace mediante la modalidad de contratistas, los cuales tienen la facultad de escoger a criterio propio su equipo de trabajo (Claro esta cada nuevo empleado pasa por un proceso de autorización de acuerdo a su perfil) .

ETO INGENIERÍA S.A.S últimamente ha tenido que afrontar diferentes tipos de cambios: la ubicación, la creación de nuevos puestos de trabajo y la incursión de nuevos materiales y procesos, pero el modelo existente para su fabricación no asegura el mejor aprovechamiento de los recursos (Infraestructura, materiales y maquinaria) con los que se cuenta actualmente, igualmente el control de calidad tiene que pasar por un proceso de actualización con miras a una próxima re-acreditación.

Debido a la modalidad de contratación se han presentado algunas diferencias en el producto final, las cuales se potencian debido a la organización de los hangares donde se construyen las unidades, los cuales se encuentran diseminados en el interior de la empresa ocasionando que los empleados no unifiquen los criterios de construcción.

Y para el caso de las PTAR y PTAP se han generado diferentes propuestas en diseño, materiales y procesos para su construcción pero aún no se ha llegado a construir una unidad propia de la empresa.

JUSTIFICACIÓN

El estado actual de los procesos nuevos y antiguos demanda la ejecución de un minucioso estudio de la empresa en su área de producción, verificando que todos y cada uno de ellos cumplan con altos estándares de calidad y seguridad y asegurándose que los materiales, la maquinaria, las herramientas, documentación y la infraestructura sean los idóneos para cada actividad, permitiendo así dictaminar las medidas necesarias para el rediseño o mejoramiento, estandarización y posterior implementación de los mismos.

La anormal independencia que disfrutaban los contratistas en cuanto a cómo construyen los campamentos puede terminarse por medio de dos opciones:

- Primero: Se hace necesario hacer un estudio de distribución de planta que permita disminuir los desplazamientos, y que a su vez agrupe todas las cuadrillas de soldadores y así puedan integrar conocimientos al momento de elaborar cada uno de los productos de la empresa.
- Segundo: Se puede eliminar la probabilidad de que se generen diferencias procedimentales generando manuales de operaciones que estipulen específicamente, como, en qué secuencia, con qué materiales y cuánto tiempo se requiere para fabricar un campamento móvil o fijo.

Aplicando los conocimientos adquiridos en algunas de las materias de pregrado con respecto al diseño de plantas y de componentes se le entregara a la empresa todos los planos de las piezas que conforman los campamentos, las PTAR y PTAP, además de los planos de los edificios que actualmente conforman la infraestructura de la empresa.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Rediseñar y estandarizar el proceso de construcción de casetas para campamentos petroleros, y generar un diseño eficiente y de calidad para la fabricación de plantas PTAR y PTAP.

1.2 ESPECÍFICOS

1. Definir las características estructurales y de producción de los campamentos móviles y las PTAR y PTAP.
2. Estandarizar el proceso productivo mediante el análisis minucioso de despilfarros, para posteriormente diseñar, implementar y evaluar diferentes propuestas de mejora.
3. Organizar los talleres de trabajo y apoyar a los empleados en el proceso de adaptación a los cambios generados por la implementación del proyecto.
4. Adaptar diferentes métodos de control de calidad del proceso productivo en cada taller y capacitar a los jefes de cuadrilla para que sean ellos quienes lleven a cabo los controles de calidad pertinentes.
5. Definir y documentar el proceso de construcción de PTAP y PTAR y asegurar que su producción sea una realidad.
6. Hacer una evaluación económica de las mejoras propuestas.
7. Calcular el impacto de dichas mejoras.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 DATOS DEL SECTOR

Figura 1. Mapa de Pozos Petroleros en Colombia⁴



En la siguiente imagen se muestra como están distribuidos algunos de los campos petroleros presentes en Colombia, en los varios de ellos se encuentran actualmente varios de los productos producidos por ETO INGENIERÍA S.A.S.

⁴ Ecopetrol. Mapa de Infraestructura de los pozos petroleros. Colombia, Informe anual 2006. Disponible en internet: <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/informeannual2006/mapainfraestructura.pdf>

Para apreciar de una manera más amplia la magnitud y cantidad de las los pozos petroleros también se puede consultar el -Listado de pozos, campos y contratos vigentes en explotación-⁵ suministrado por el ministerio de minas y energía.

2.1.1 Competidores. A continuación se mencionan en orden alfabético algunos competidores⁶ de ETO INGENIERÍA S.A.S, mencionados, porque son líderes en el sector de abastecimiento de bienes y servicios a las empresas energéticas en Colombia.

Tabla 1. Competidores Directos de ETO INGENIERÍA S.A.S

Nombre	Total ventas 2012 (Cop)	Empleados directos
Alimso Catering Services S.A	\$ 14.167'311.822	240
Confurca Sucursal Colombia	\$ 358.598'606.702	15
Gessa S.A	\$ 8.888'122.455	33
Hoteles y Campamentos Transportables S.A	8.853'281.280	40
Ingeniería, Construcciones y Equipos- Conequipos ing Ltda.	\$357.493'941.111	
Preoambiental Industrial S.A Sucursal Colombia	\$2.452'304.550	5
Petrotiger Services Colombia Ltda.	\$172.247'950.756	1068
Técnicos en combustión y Tratamiento de aguas S.A.S	\$32.962'540.635	177

⁵ Ministerio de minas y energía - dirección de hidrocarburos. Listado de pozos campos y contratos vigentes en explotación. 2008. Disponible en internet: <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Consolidado+%20puntos%20fiscalizacion-Pozos%20por%20contrato+MME-40.pdf>

⁶ CAMPETROL, Cámara colombiana de bienes y servicios petroleros. Directorio 2014

2.2 ESTADO IDEAL DE LA EMPRESA

2.2.1 Definición de Proceso. Un proceso productivo es un conjunto de fases sucesivas que transforman una o varias materias primas en un producto determinado, el cual se diseña con base en las necesidades de su cliente inmediato y se procesa mediante la interacción de diferentes parámetros (Mano de obra, capital, maquinaria e infraestructura).

Según la escala⁷ de Michael Hammer (Véase Anexo D) para los procesos, las empresas deben estar en un nivel P-4 para poder considerarlas “maduras”, y existen 3 calificaciones que explica el autor de la siguiente manera:

Rojo: En gran medida NO cierta

Amarillo: Cierta en algún grado

Verde: En gran medida Cierta

P-1	P-2	P-3	P-4
Verde	Amarillo	Rojo	Rojo

La madurez se puede calificar como en el cuadro de la izquierda, comenzando siempre con los niveles Ciertos en gran medida, pasando con los niveles Ciertos en algún grado y culminando la tarea con aquellos que en gran medida NO son ciertos.

2.3 METODOLOGÍA SEGÚN PEPPARD Y ROWLAND PARA EL REDISEÑO DE PROCESOS⁸

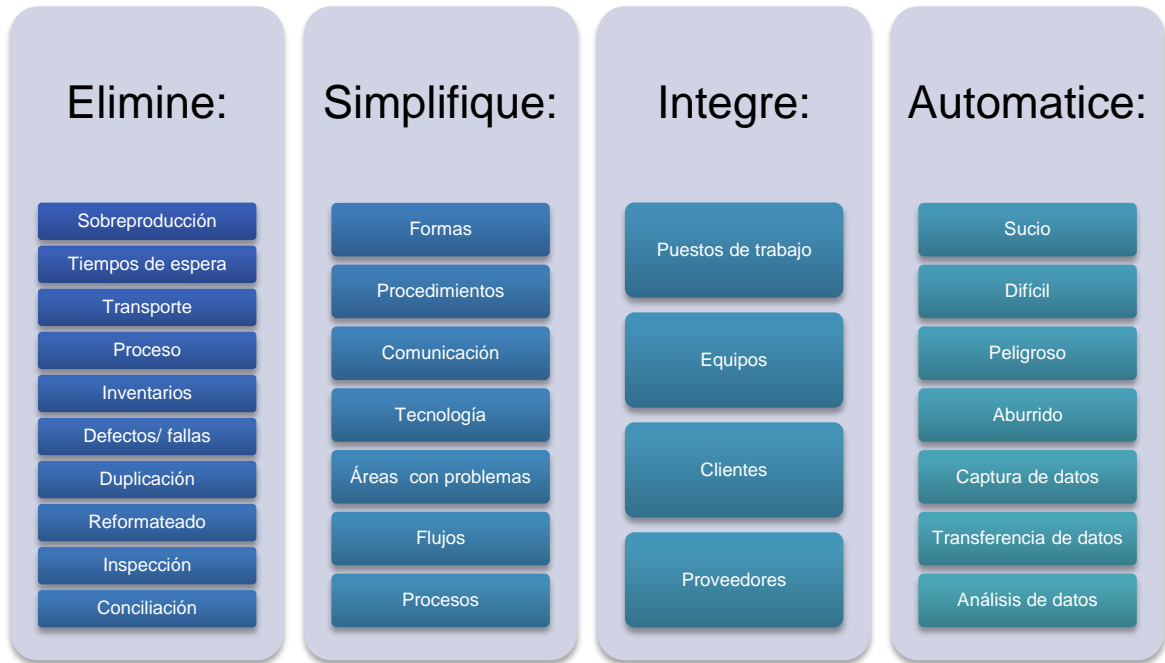
Para el rediseño de los procesos de la empresa se empleó la metodología expuesta en 1995 por Joe Peppard y Philip Rowland , para eliminar aquellas actividades que no aportan valor al producto.

⁷ Hammer Michael .La auditoría del proceso, , Harvard Business Review, 2007, Pag. 118.
Disponible en internet:

<http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Articulo/La%20auditor%C3%ADa%20de%20proceso.pdf>

⁸ ANDERSEN, Bjorn. Business Process Improvement ToolBox, Segunda Edición, American Society for Quality. Pág. 212

Figura 2. Rediseño de Procesos



2.4 METODOLOGÍA DE APOYO

Según Benjamín Niebel⁹ los siguientes procedimientos son necesarios para recopilar y analizar datos de cada uno de los procesos de la empresa como: La cantidad de producción, programas de entrega, tiempos de operación, instalaciones, capacidad de las máquinas, materiales especiales y herramientas especiales.

2.4.1 Diagrama de Gantt. Una gráfica de Gantt muestra sencillamente el tiempo de terminación planeado para las distintas actividades del proyecto como barras graficadas contra el tiempo en un eje horizontal. Los tiempos de terminación reales se muestran sombreados en las barras. Con esta técnica se puede visualizar que actividad está atrasada o adelantada con respecto a su tiempo planeado de terminación. Se utilizó principalmente para controlar el cronograma de actividades.

⁹ Nieble, Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. 11° Edición. Alfaomega Grupo Editor

2.5 TÉCNICAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS

2.5.1 Diagrama de Procesos. Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, holguras y materiales que se usan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. La gráfica describe la entrada de todos los componentes y sub-ensambles al ensamble principal. Esta técnica:

1. Identifica todas la operaciones, materiales, movimientos, almacenamientos y retrasos al hacer una parte o completar un proceso.
2. Muestra todos los eventos en la secuencia correcta.
3. Muestra con claridad la relación entre las partes y la complejidad de su fabricación.
4. Distingue entre partes compradas y fabricadas.
5. Proporciona información sobre el número de empleados utilizados y el tiempo requerido para realizar cada operación e inspección.

2.5.2 Diagrama de Flujo del proceso. Contiene mucho más detalle que el diagrama de procesos dado que no solo expone las operaciones, inspecciones y entradas de materiales, sino que también refleja las demoras y transportes, utilizando para esto los símbolos estipulados en la ASME de 1972¹⁰. Para el análisis de la empresa ETO INGENIERÍA S.A.S se utilizó este diagrama en todas las operaciones por taller y el diagrama de procesos únicamente para el proceso general.

2.5.3 Estudio de métodos y tiempos. Para el análisis de tiempos de operación por puesto de trabajo, fundamental a la hora de generar propuestas de mejora y los diferentes diagramas expuestos anteriormente se utilizó la forma expuesta por Benjamín Niebel en su libro, la cual se descompone de la siguiente manera.

¹⁰ American Society of Mechanical Engineers

C: Calificación, Representa el ritmo de trabajo al cual se desempeña el trabajador, siendo 100% el ritmo normal, puede ser mayor o menor a este y se determina a criterio del observador.

TC: Tiempo por Cronometro, registro de la información suministrada por el cronometro utilizado, sea análogo o digital.

TO: Tiempo con suplementos y contingencias.

2.6 CONTROL DE LA CALIDAD

A lo largo de la historia de la humanidad las civilizaciones, las empresas y las personas han sobresalido de sus contemporáneos gracias a que desarrollaron distintas herramientas que les permitieron obtener mejores procesos y por ende mejores productos.

Después de la segunda guerra mundial, con la necesidad de detectar y eliminar los problemas que afectan los procesos y la calidad, se desarrollaron 7 herramientas que se adaptan a cualquier clase de actividad económica, ya sea de manufactura o de servicios.

- a. Histogramas
- b. Diagrama causa-efecto
- c. Diagrama de flujo
- d. Diagrama de flujo de proceso
- e. Diagrama de dispersión
- f. Diagrama de Pareto
- g. Diagrama de tendencias

Por las condiciones de los procesos presentes en la empresa y siendo un producto fabricado mediante un proceso de producción fija, solo se utilizaran las siguientes herramientas:

2.6.1 Histogramas. Un histograma es un resumen grafico de la variación de un conjunto de datos. La naturaleza gráfica del histograma permite ver pautas que son difíciles de observar en una simple tabla numérica.

2.6.1.1 Construcción de un histograma

- a. Determinar el valor máximo, mínimo y el rango $R = (V_{\max} - V_{\min})$
- b. Establecer un numero de intervalos ($6 < k < 15$)
- c. Calcular la amplitud de clase aproximada de los intervalos $A = R/k$
- d. Redondear la amplitud de los intervalos a un número conveniente $A = A_1$
- e. Construir los intervalos anotando sus límites
- f. Totalizar los datos que se encuentran en cada uno de los intervalos.

2.6.1.2 Clases de intervalos

Es importante analizar 3 aspectos importantes en el histograma para determinar si está en condiciones adecuadas o necesita de alguna clase de intervención.

➤ Normal

- a. Curvas en forma de campana
- b. La mayoría de las medidas aparecen en el centro
- c. Indica que el proceso está en condiciones normales.

➤ Bi-Modal

- a. La distribución presenta dos picos
- b. Puede indicar que se entran mezclando grupos de datos diferentes.
- c. Puede indicar que se están combinando materiales procedentes de proveedores distintos.
- d. Puede indicar que se están combinando muestras de distintas máquinas.

➤ Sesgado

- a. Aparece una curva desigual corrida hacia un lado
- b. Expone un problema presente en el proceso, puede ser por calibración de las herramientas.

- Forma de acantilado o precipicio
- a. Aparece afilado hacia un extremo.
- b. Puede indicar deterioro de las herramientas.

2.6.2 Análisis de Pareto. Según el economista Pareto lo más común en las empresas es que el 20% de los artículos clasificados represente el 80% o más de la actividad total, por ejemplo, en el 20% de los puestos de trabajo ocurren el 80% de los despilfarros. Con el fin de señalar cuáles son los focos en los que se debe concentrar la mayor atención y fuerza de trabajo, se debe iniciar el análisis de la empresa con esta técnica Ver Anexo A.9.

2.7 ALGORITMO FFD –CUT-2D_{RG} (FIRST FIT DECREASING-CUTTING-2D_{ROTATION} GUILLOTINE)

Mauricio D. y Delgadillo R¹¹, presentan un concepto goloso para la solución del problema de empaquetado o corte en dos dimensiones, este es:

- Se selecciona primero los ítems que utilizan mayor capacidad de la caja o láminas, por tanto la ordenación de los ítems es no creciente por su área.
- Supone que los ítems admiten rotación; entonces los ítems pueden ser colocados en forma vertical u horizontal, la elección de sí el ítem es colocado en forma horizontal o vertical depende del mayor número de ítems del mismo tamaño que encajarían en la lámina en la posición que se evalúa, esto es:

$$Max \left\{ \left| \frac{L}{l_k} \right| \left| \frac{A}{a_k} \right|, \left| \frac{L}{a_k} \right| \left| \frac{A}{l_k} \right| \right\}$$

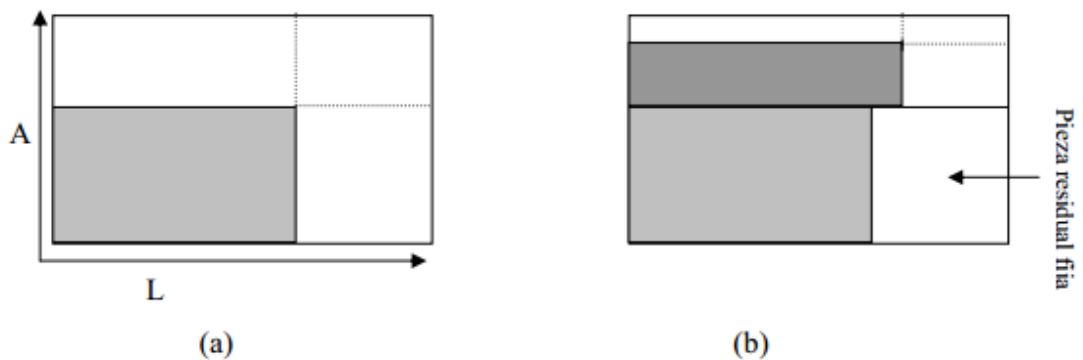
Debido a que el tipo de corte es por guillotina, cuando se coloca un ítem en la lámina se genera dos láminas residuales potenciales, horizontal o vertical la selección del corte se hace evaluando si el siguiente ítem encaja mejor (aprovecha mas) la lámina horizontal o vertical; una vez efectuado el corte, se obtiene una

¹¹ Mauricio D. y Delgadillo R., (2002) “Algoritmos FFD y BFD para el problema de cortes de Guillotina en 2D” Reporte técnico FISI, UNMSM.

lámina residual fija; esta lámina es considerada como una nueva lámina de tamaño diferente pero con prioridad para ser utilizada en los subsiguientes ítems a encajar.

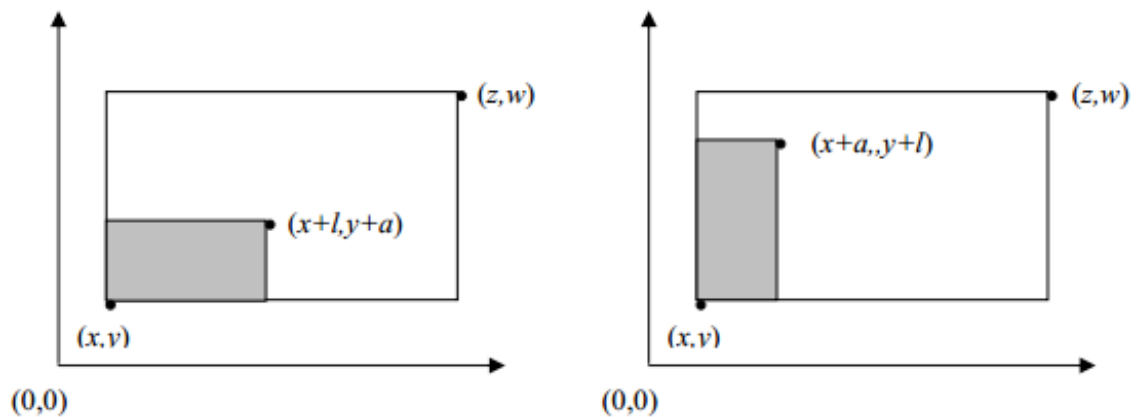
El algoritmo es de tipo recursivo; esto es en cada iteración se selecciona cual es la mejor lámina en la que encaja el ítem siguiente, en la lámina horizontal potencial o vertical potencial o en lámina residual fija.

Figura 3. Mejor encaje de nuevo ítem



Un concepto, necesario que se debe especificar es que una lámina cualquiera puede ser identificada por las coordenadas de sus vértices inferior izquierdo y superior derecho, como se indica en la figura

Figura 4. Coordenadas de los ítems



A continuación se presenta la estructura del algoritmo que se ha utilizado para el mejoramiento del corte de las piezas en la planta.

Inicio

Leer la instancia $(m, l_1, a_1, \dots, l_m, a_m, L, A)$

Ordenar los ítems por sus áreas, en forma no creciente, esto es, $l_1 a_1 \geq l_2 a_2 \geq \dots \geq l_m a_m$

Sea la primera lámina horizontal $H^1 := \emptyset$; la primera lámina vertical $V^1 := \emptyset$; Sea la primera lámina fija, $F^1 := \{(0,0), (H, W)\}$; la lámina a cortar $n := 0$;

Proceso

Para $k := 1, \dots, m$ **hacer**

$B_k := (l_k, a_k)$; *el ítem k*

$i := \text{Min}\{j \in \{1, 2, \dots, n+1\} : H^j \cup V^j \cup F^j \supseteq B_k\}$,

Si $i = n+1$ **entonces**

$n := n+1$; $F^{n+1} := \{(0,0), (L, A)\}$;

Corte-Lámina-Nueva (B_k, n) ;

Caso Contrario

Corte_Lámina_Usada (B_k, n) ;

Fin-Si

Corte-Lámina-Nueva (B_k, n) ;

Rotación (rotar, si ítem k colocado en la forma horizontal entra en la lámina un número mayor de veces que si colocado en la forma vertical)

Si $\text{Max} \left\{ \left\lfloor \frac{L}{l_k} \right\rfloor \left\lfloor \frac{A}{a_k} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{L}{a_k} \right\rfloor \left\lfloor \frac{A}{l_k} \right\rfloor \right\} = \left\lfloor \frac{L}{a_k} \right\rfloor \left\lfloor \frac{A}{l_k} \right\rfloor$ *entonces* $(l_k, a_k) := (a_k, l_k)$;

Proceso de Corte (determina cortes horizontales y verticales)

$B_k := ((0,0), (l_k, a_k))$; $B^i := \{B_k\}$; B^i denota el conjunto de ítems atendidos desde la lámina "i".

Si $(a_k < A)$ *entonces* $H_k^i := ((0, a_k), (L, A))$, $H^i := \{H_k^i\}$;

Si $(l_k < L)$ *entonces* $V_k^i := ((l_k, 0), (L, A))$, $V^i := \{V_k^i\}$;

$F^1 := \emptyset$

Corte_Lámina_Usada(B_k, n);

Estrategia de selección (Selecciona una lámina de las láminas residuales, horizontales, verticales y fijas en la que mejor encaje el ítem k, según fórmula anterior.

Seleccione una lámina $P = (\bar{l}, \bar{a})$ de $H^j \cup V^j \cup F^j$, tal que verifique:

$$\text{Max} \left\{ \left| \frac{\bar{l}}{l_k} \right| \left| \frac{\bar{a}}{a_k} \right|, \left| \frac{\bar{l}}{a_k} \right| \left| \frac{\bar{a}}{l_k} \right| \right\} = \text{Max}_{\bar{B}=(\bar{l}, \bar{a}) \in H^j \cup V^j \cup F^j} \left\{ \text{Max} \left\{ \left| \frac{\tilde{l}}{l_k} \right| \left| \frac{\tilde{a}}{a_k} \right|, \left| \frac{\tilde{l}}{a_k} \right| \left| \frac{\tilde{a}}{l_k} \right| \right\} \right\}$$

Sea $P = ((p_1, p_2), (p_3, p_4))$;

Rotación: Hacer la rotación del ítem, dentro de la lámina seleccionada, si mejor se aprovecha según fórmula:

Si: $\text{Max} \left\{ \left| \frac{\bar{l}}{l_k} \right| \left| \frac{\bar{a}}{a_k} \right|, \left| \frac{\bar{l}}{a_k} \right| \left| \frac{\bar{a}}{l_k} \right| \right\} = \left| \frac{\bar{l}}{a_k} \right| \left| \frac{\bar{a}}{l_k} \right|$ entonces $B_k := (l_k, a_k) := (a_k, l_k)$;

Corte sobre lámina residual horizontal,

Si $P \in H^i$, entonces

Sea $H_j^i = P$ para algún $j \in \{1, \dots, k-1\}$
 $H^i := H^i - \{H_j^i\}$;
Si $\exists V_j^i$, entonces sea $V_j^i = ((v_1, v_2), (v_3, v_4))$,
→ $F_k^i := ((v_1, v_2), (p_3, p_2))$; $F^i = F_j^i \cup \{F_k^i\}$; $V^i := V^i - \{V_j^i\}$;

* Corte sobre lámina residual vertical

Si $P \in V^i$, entonces

sea $V_j^i = P$, para algún $j \in \{1, \dots, k-1\}$
 $V^i := V^i - \{V_j^i\}$;
Si $\exists H_j^i$, entonces sea $H_j^i = ((h_1, h_2), (h_3, h_4))$,
→ $F_k^i := ((h_1, h_2), (p_1, p_4))$; $F^i = F_j^i \cup \{F_k^i\}$; $H^i := H^i - \{H_j^i\}$;

*** Corte sobre lámina residual fija**

Sí $P \in F^i$, entonces

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{sea } F_j^i = P, \text{ para algún } j \in \{1, \dots, k-1\} \\ \rightarrow F^i = F^i - \{F_j^i\}; \end{array} \right.$$

*** Cortes y actualización: lámina horizontal y vertical.**

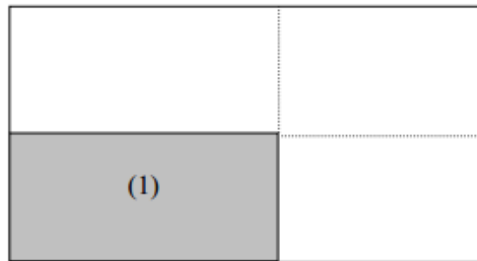
$$B_k^i := ((p_1, p_2), (p_1 + l_k, p_2 + a_k)); B^i := B^i \cup \{B_k^i\};$$

$$\text{Sí } (p_2 + a_k < p_4) \text{ entonces } H_k^i := ((p_1, p_2 + a_k), (p_3, p_4)), H^i := H^i \cup \{H_k^i\};$$

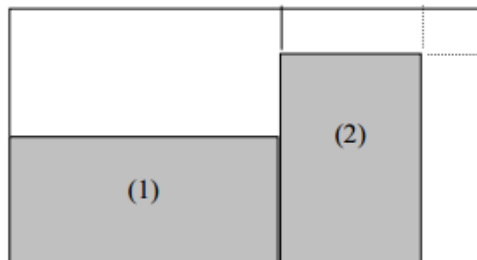
$$\text{Sí } (p_1 + l_k < p_3) \text{ entonces } V_k^i := ((p_1 + l_k, p_2), (p_3, p_4)), V^i := V^i \cup \{V_k^i\};$$

Un ejemplo del funcionamiento de este algoritmo se muestra en las figuras 3.8 para la instancia $L = 74$, $A = 40$, y los ítems ya ordenados con los siguientes tamaños $(l_1, a_1) = (42, 20)$; $(l_2, a_2) = (33, 22)$; $(l_3, a_3) = (30, 13)$; $(l_4, a_4) = (14, 10)$; $(l_5, a_5) = (14, 10)$; $(l_6, a_6) = (17, 7)$; $(l_7, a_7) = (17, 7)$; $(l_8, a_8) = (17, 7)$. Los ítems son enumerados del 1 al 8 respectivamente.

Figura 5. Ejecución del algoritmo FFD-CUT-2DRG, donde ® denota rotación del ítem



$$\text{Max} \left\{ \left\lfloor \frac{74}{42} \right\rfloor \left\lfloor \frac{40}{20} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{74}{20} \right\rfloor \left\lfloor \frac{40}{42} \right\rfloor \right\} = 2$$



$$\text{Max} \left\{ \left\lfloor \frac{74}{33} \right\rfloor \left\lfloor \frac{20}{22} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{74}{22} \right\rfloor \left\lfloor \frac{20}{33} \right\rfloor \right\} = 0$$

$$\text{Max} \left\{ \left\lfloor \frac{32}{33} \right\rfloor \left\lfloor \frac{40}{22} \right\rfloor, \left\lfloor \frac{32}{22} \right\rfloor \left\lfloor \frac{40}{33} \right\rfloor \right\} = 1 \text{ ®}$$



$$\text{Max}\left\{\left[\frac{42}{30} \parallel \frac{20}{13}\right], \left[\frac{42}{13} \parallel \frac{20}{30}\right]\right\} = 1$$

$$\text{Max}\left\{\left[\frac{32}{30} \parallel \frac{7}{13}\right], \left[\frac{32}{13} \parallel \frac{7}{30}\right]\right\} = 0$$

$$\text{Max}\left\{\left[\frac{10}{30} \parallel \frac{40}{13}\right], \left[\frac{10}{13} \parallel \frac{40}{30}\right]\right\} = 0$$



$$\text{Max}\left\{\left[\frac{25}{17} \parallel \frac{7}{7}\right], \left[\frac{25}{7} \parallel \frac{7}{17}\right]\right\} = 1$$

$$\text{Max}\left\{\left[\frac{12}{17} \parallel \frac{13}{7}\right], \left[\frac{12}{7} \parallel \frac{13}{17}\right]\right\} = 0$$

$$\text{Max}\left\{\left[\frac{15}{17} \parallel \frac{7}{7}\right], \left[\frac{15}{7} \parallel \frac{7}{17}\right]\right\} = 0$$

$$\text{Max}\left\{\left[\frac{10}{17} \parallel \frac{5}{7}\right], \left[\frac{10}{7} \parallel \frac{5}{17}\right]\right\} = 0$$

2.8 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

2.8.1 Definición de las plantas de tratamiento de agua. Las Plantas Compacta de Tratamiento de Agua potable y Residual, Automáticas – Portátiles, de lodos activados son un eficiente sistema de tratamiento de agua completamente autónomo y automatizado, para el perfecto funcionamiento de la Planta, solo se requiere de una preparación previa de químicos y revisiones de control.

Las Plantas vienen sobre una plataforma, la cual facilita su traslado y transporte en camiones o vehículos de carga, ideal para cambios de posición e instalación, facilidad de mantenimientos para atención de contingencias y es fácil empalmar con otras plantas compactas.

2.8.2 Composición. La PTAR compacta realiza todas las operaciones de tratamiento y depuración del agua cruda dentro de un tanque de acero que contiene celdas de separación por etapas, con el fin de generar procesos unitarios con características específicas, para el caso de la PTAP, puede

construirse de la misma manera que la PTAR o cambiar a una configuración de pequeños tanques (Celdas) interconectados con tubería de PVC o galvanizada. Cada una de las celdas van acompañadas de dispositivos y/o equipos que operan automatizados para producir la reducción de sustancias contaminantes del agua (sólidos, materia orgánica, grasas, aceites, sales inorgánicas, metales, tóxicos y microorganismos entre otros).

2.8.3 Descripción del proceso de purificación. Cada planta permite una operación Biológica o Química de lodos activados. Biológicamente las plantas trabajan con aireación permanente y recirculación de lodos, produciendo la floculación y clarificación del agua mediante la formación de lodos activados, es decir lodos de bacterias aerobias las cuales se agrupan en flóculos pesados que a su vez son fáciles de decantar mediante los paneles de sedimentación rápida incorporados al interior del decantador de la PTAR (La PTAP no necesita de estos paneles).

Biológicamente los lodos bacterianos se pueden ayudar a formar mediante el aporte de nutrientes tales como Fósforo y Nitrógeno, así como el carbono aportado por la materia orgánica. Químicamente los lodos se pueden ayudar a producir mediante la aplicación un floculante polimérico o del sulfato de aluminio. Esta floculación es rápida pero requiere de neutralización con soda cáustica, ya que el sulfato de aluminio baja el pH.

2.8.4 Capacidad. Estas plantas de tratamiento tienen una capacidad de operar a caudal máximo de 1,0 L/s, suficiente para tratar hasta 160 m³ en 24 horas, o 53.3 m³ en 8 horas, es decir, puede abastecer más de 100 personas en horas laborales, considerando un consumo promedio de 120 Litros/persona. Día.

El trabajo de diseño de las plantas de tratamiento de agua potable y residual (PTAP y PTAR respectivamente) no se había comenzado, al momento de hacer el diagnóstico inicial.

3. METODOLOGÍA

Para poder caracterizar los nuevos procesos pertenecientes a la construcción de plantas de tratamiento de agua potable y residual se generó un formato, que está acorde al Sistema de Gestión de Calidad de ETO INGENIERÍA S.A.S. (Ver Anexo E). Para generar uniformidad en la documentación, los procesos que ya estaban caracterizados y aquellos nuevos o sin caracterizar pertenecientes a la construcción de los campamentos petroleros, se migraron a este nuevo formato (Ver Anexos F y G).

Por medio de un análisis literario y tomando en cuenta las características del sector y la actividad a la cual se dedica la empresa, se determinó cual fue la metodología a seguir durante el desarrollo de esta práctica empresarial en ETO INGENIERIA S.A.S. Aprovechando al máximo la objetividad de la nueva fuerza de trabajo y con la colaboración de los diferentes niveles de la organización se pueden generar las mejoras necesarias de los procesos existentes, dicha metodología está sustentada en los pasos expresados en la siguiente imagen:

Figura 6. Metodología a Utilizar



3.1 DIAGNÓSTICO

El diagnóstico es la fase inicial del proyecto por medio del cual se pretende exponer las características del estado actual de la empresa y compararlas con respecto a su estado ideal (Numeral 3.2). Además gracias a este, se pueden identificar los despilfarros en cada uno de los procesos necesarios para la fabricación de campamentos petroleros y evaluar las posibilidades de adaptar estos procesos e integrar nuevos para la construcción de las PTAR y PTAP. Esta fase consto de 3 etapas:

3.1.1 Planificación del diagnóstico. Durante la etapa de planificación del diagnóstico se estructuró un cronograma de actividades con la ayuda de la herramienta ideada por Gantt que también lleva su nombre, para analizar los procesos bien sea por cuadrillas o por flujo de proceso. Y los recursos necesarios para su ejecución: Metodología y herramientas (EPP'S y formatos) (Ver Anexo H).

Para hacer más ordenada y sistemática la recolección de datos se identificaron diferentes parámetros a documentar siguiendo y adaptando la metodología de mejora de procesos llamada 4 W's y 1 H¹², siendo éstos:

Tabla 2. Preguntas y Respuestas 4W1H

Questions	Answers	
4W1H	A part of speech	Kinds
Who (people)	Noun (Fixed)	Proper noun (skills/roles)
What (items)	Noun (Fixed)	Inputs, tools, manuals, criteria, (invisible) knowledge & memories
Where (Place)	Noun (Fixed)	Place, system environment, conference
When (time)	Noun	Date, time, period
How (method)	Adverb	Method, procedure, attitude

La metodología mencionada anteriormente está en su forma más básica debido a que así es adaptable a todo tipo de empresa y actividad económica como se verá en el siguiente ítem.

¹² 5th World Congress for Software Quality – Shanghai, China – November 2011.
www.juse.or.jp/software/390/attachs/paper07.pdf&cd=5&ved=0CCYQFjAE&usg=AFQjCNGX6db_s_y2hBUW02foDK7TOwGYYSQ

3.1.2 Ejecución del Diagnóstico. Durante el desarrollo del diagnóstico se mide el estado actual de la empresa representada en sus procesos en cuanto a estandarización y manejo apropiado de recursos (tiempo, mano de obra, infraestructura y materiales), incluyendo la verificación de la documentación de dichos procesos y el estado actual de seguridad e idoneidad de los espacios de trabajo. Esta tarea se ajustó al cronograma de actividades propuesto en la fase de planeación, siguiendo el protocolo de visitas a puestos de trabajo, estudios a realizar, personas entrevistadas y el análisis posterior de la información recolectada, con miras a generar diagramas e ilustraciones que permitieran visualizar amplia y claramente la empresa y sus procesos.

Además durante esta fase se amplió y diligenció el método escogido para la recolección de datos, dando como resultado:

Figura 7. Ampliación 4W1H (1)

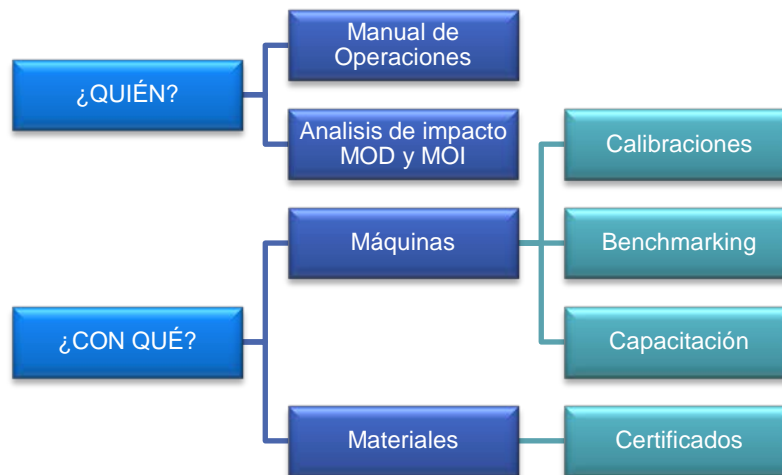


Figura 8. Ampliación 4W1H (2)



Figura 9. Ampliación 4W1H (3)



Figura 10. Ampliación 4W1H (4)



3.1.3 Resultados del Diagnóstico. No hubo necesidad de generar un análisis del impacto de mano de obra directa o indirecta debido a:

- ❖ El modelo de contratación empleado por la empresa de tener únicamente en nómina a aquellos empleados administrativos es la más eficiente en cuanto a costos debido a que no se incurre en gastos de parafiscales.
- ❖ Debido a la fluctuación del trabajo en la planta no es pertinente tener a todos los operarios como empleados directos dado que se incurriría en gastos innecesarios en temporada de baja producción.

En cuanto a las máquinas dado que son propiedad de los contratistas no se hace pertinente la inspección porque son ellos quienes realizan el mantenimiento de sus herramientas y se aseguran de que estén en perfecto estado, además, las compran según su criterio. Eventualmente la empresa gestiona capacitaciones en torno al correcto manejo de los equipos y herramientas.

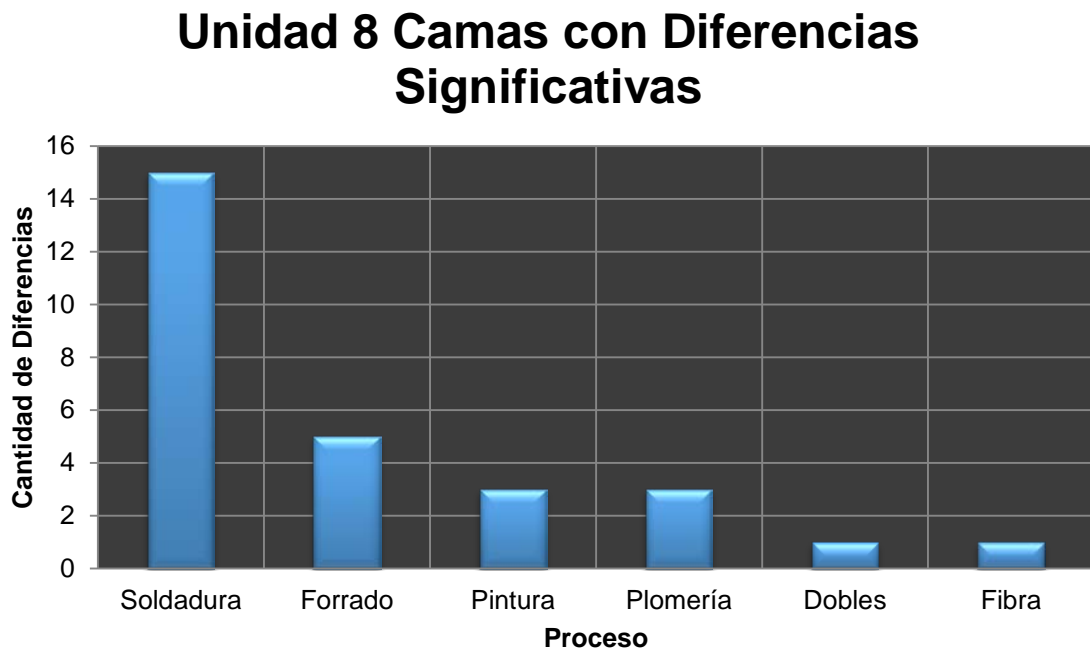
En cuanto a maquinaria o vehículos propios de la empresa, cada uno de ellos tiene asignado un operario el cual es el encargado de su mantenimiento y su uso.

Uno de los aspectos que resaltó en el estudio de la planta, fue el target de la empresa, el cual es única y exclusivamente el sector petrolero y de energía, lo cual lo hace peligrosamente susceptible a cambios en esos sectores.

Se observó que debido al sistema de contratación, el cual fomenta la diversidad de criterios al momento de tomar decisiones, y la falta de un método de control eficiente, las unidades producidas presentaban en su gran mayoría ligeras diferencias en cuanto a: Procesos de construcción, materiales y acabados, e inclusive en algunos casos se llegaron a identificar alteraciones en el diseño como en el Anexo L que merecían ser tratadas en la mayor brevedad posible.

Durante la inspección se encontraron las siguientes diferencias entre las unidades, para este estudio se analizaron aquellas denominadas 8 camas, las cuales son el producto más comercializado por la empresa, a continuación se ilustra el resultado de esta inspección. Para ver este estudio más detallado se debe inspeccionar en el Anexo A.9.

Figura 11. Grafica de Diferencias Significativas



A continuación se van a exponer los resultados del primer diagnóstico realizado a cada uno de los procesos productivos que intervienen en la fabricación de campamentos petroleros en la empresa durante el desarrollo del proyecto:

3.1.3.1 Diseño. En todos los procesos de manufactura la fase principal es la planeación, en la cual se evalúan y definen criterios clave como: Diseño, materiales, presupuesto, maquinaria, mano de obra y la infraestructura. De estos criterios el más importante es el “Diseño” debido a que a raíz de este se pueden definir los demás.

En ETO INGENIERÍA S.A.S, se encontraron dos tipos de ilustraciones de las unidades producidas en la empresa generadas en su mayoría por personal ajeno a la empresa:

- ❖ Las primeras eran planos detallados elaborados en programas como AutoCAD y Visio además de algunos que no pudieron ser identificados.
- ❖ Las demás solo eran bocetos sin medidas y en ocasiones de productos que solo se construyeron en una oportunidad.

Para la construcción de nuevos productos o modificaciones rápidas de los ya existentes se confía plenamente en la pericia y el criterio de los contratistas, por ende solo se necesitan unas cuantas indicaciones y un boceto rápido con métodos más convencionales como: el Papel y lápiz, la tiza o el tablero acrílico.

Tabla 3. Escala de Hammer Diseño

Diseño		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Green	Red	Red	Red
	Contexto	Green	Green	Green	Green
	Documentación	Red	Red	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Green	Green
	Destrezas	Green	Green	Yellow	Yellow
	Conducta	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Responsable	Identidad	Green	Green	Green	Red
	Actividades	Green	Green	Green	Red
	Autoridad	Green	Yellow	Red	Red

Infraestructura	Sistemas de información				
	Sistemas de recursos humanos				
Indicadores	Definición				
	Usos				

4.1.3.2 Corte y Doblado de aleaciones metálicas. La empresa cuenta con diversos métodos de corte según el material que se quiere procesar, además, cada una de estas herramientas o máquinas cuenta con una ficha técnica que dictamina las condiciones óptimas de seguridad en pro de salvaguardar la integridad tanto del operario como de la máquina.

Se encuentran en inventario de máquinas, según el tipo de proceso:

- Corte en Caliente:
 - Equipo de Oxicorte, utilizado principalmente para cortar laminas metálicas de alto calibre.
 - Pulidora de corte, Existen distintitos tipos de discos, los cuales cumplen funciones que van desde el corte de tuberías, hasta el pulido de superficies.
 - Sierra móvil o Tronzadora, En las instalaciones se cuenta con dos tipos de sierras muy similares en estructura pero con usos muy diferentes dependiendo principalmente del material que van a cortar: Metales o madera.
- Corte en frio
 - Guillotina o cizalla Manual: Utilizado principalmente para cortar láminas galvanizadas o aceros inoxidable de un espesor menor o igual a 1,6 milímetros.

Se emplean estos tipos de corte debido a las características del material: Para aquellos de mayor calibre o dureza se emplean cortes en caliente (Generan calor mediante combustión o fricción), y en su defecto se utilizan cortes en frio (Corte mediante un proceso mecánico).

Los materiales utilizados en este proceso por áreas de trabajo son:

- Láminas CR (Cold Rolled)
- Láminas HR (Hot Rolled)
- Tubos estructurales CR 1 ½ * 1 ½ o 3 pulgadas.
- Lámina Galvanizada
- Tubo de perforación de 4 ½ pulgadas diámetro interior
- Vigas IPE
- Vigas U
- Tubo CR
- Lámina de acero inox

El proceso de doblado únicamente tiene lugar en el área de metalmecánicas y son pocas las partes que necesitan ser dobladas, entre ellas:

- Todas las partes elaboradas a base de lámina galvanizada.
- Los arcos del techo.
- Y algunos acabados o Boceleria.

Existen dos tipos de procesos de doblado:

- Uno por medio de una dobladora industrial operada únicamente por personal capacitado
- Y el otro a través de una herramienta fabricada dentro de las instalaciones de la empresa adaptada a las necesidades del material a doblar operada por cada soldador que necesite un arco para fabricar los techos de las casetas.

Se observó que la cantidad de piezas a cortar, los cortes que se hacen tanto en láminas como en tubos, y el método que se utiliza para estas labores son criterios netamente del operario de corte y dobles, aunque la experiencia del personal permite que se genere un desperdicio moderado, se necesita de un programa

computacional que pueda ayudarle en la decisiones disminuyendo los tiempos de planeación de corte y los desperdicios de material.

Tabla 4. Escala Hammer Corte y Doblado

Corte y Doblado		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Green	Yellow	Yellow	Yellow
	Contexto	Green	Green	Green	Green
	Documentación	Yellow	Yellow	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Green	Red
	Destrezas	Green	Green	Yellow	Yellow
	Conducta	Green	Green	Green	Yellow
Responsable	Identidad	Green	Green	Green	Yellow
	Actividades	Green	Green	Green	Red
	Autoridad	Green	Green	Yellow	Yellow
Infraestructura	Sistemas de información	Red	Red	Red	Red
	Sistemas de recursos humanos	Green	Yellow	Yellow	Yellow
Indicadores	Definición	Red	Red	Red	Red
	Usos	Red	Red	Red	Red

4.1.3.3 Soldadura. Después de someter los materiales a procesos de corte y doblado se inicia la fase de armado de estructuras metálicas, tanto exteriores como interiores según especificaciones de los planos y diseños elaborados con anterioridad o de la pericia y criterio del soldador según indicaciones de los jefes de patio. En la empresa existen dos sectores de soldadura que a su vez están compuestos por diferentes cuadrillas o grupos, los cuales pueden evidenciarse en la siguiente tabla.

Tabla 5. Organización de Soldadores

	Hangar1		Hangar 2		Hangar 3	
Cantidad Cuadrillas	4		2		1	
Núm. Empleados por Cuadrilla	4	2	2	4	2	2

Los equipos de soldadura son propiedad de cada grupo de trabajo y comparten características muy similares, en las instalaciones de la empresa se han instalado

tomacorrientes de voltajes determinados (220 y 110 voltios), para el correcto uso de los instrumentos.

El Instituto Americano de Soldadura (American Welding Society, AWS) utiliza un sistema de codificación para los electrodos de consumo con el objeto de designar el esfuerzo de fluencia y la combinación de sus recubrimientos.

Figura 12. Clasificación AWS

Clasificación AWS para los metales de aporte de la especificación A5.1

Electrodo cubierto de acero "dulce"

E - X X X X

(1) (2) (3) (4) (5)

(1) Lo identifica como electrodo.
 (2) y (3) Dos primeros dígitos indican su resistencia a la tensión x 1000 psi.
 (4) Indica posición que se debe usar para optimizar la operación del electrodo.
 (5) Indica la usabilidad del electrodo, E; tipo de corriente y tipo de fundente, en algunos casos, tercer y cuarto dígito son muy significativos.

Tabla 1. Clasificación AWS A5.1

Tabla 6. Codificación Posición de Electrodo

Clasf.	Posición
EXX1X	Cualquier posición (de piso, horizontal, sobrecabeza y vertical)
EXX2X	Horizontal y de piso solamente
EXX3X	De piso solamente
EXX4X	De piso, sobrecabeza, horizontal y vertical hacia abajo

Tabla 7. Uso de Electroodos

Clasf.	Corriente	Arco	Penetración	Fundente y Escoria
EXX10	DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso - Sodio (0-10% de polvo de hierro)
EXXX1	AC o DCEP	Penetrante	Profunda	Celuloso - Potasio (0-10% de polvo de hierro)
EXXX2	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Titanio - Sodio (0-10% de polvo de hierro)
EXXX3	AC o DCEP o DCEN	Suave		Titanio - Potasio (0-10% de polvo de hierro)
EXXX4	AC o DCEP o DCEN	Suave		Titanio - Polvo de hierro (25-40% de polvo de hierro)
EXXX5	DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno - Sodio (0% de polvo de hierro)
EXXX6	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno - Potasio (0% de polvo de hierro)
EXXX8	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno - Polvo de hierro (25-40% de polvo de hierro)
EXX20	AC o DCEN	Mediano	Mediana	Óxido de hierro - Sodio (0% de polvo de hierro)
EXX22	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Óxido de hierro - Sodio (0% de polvo de hierro)
EXX24	AC o DCEN o DCEP	Suave	Ligera	Titanio - Polvo de hierro (50% de polvo de hierro)
EXX27	AC o DCEN o DCEP	Mediano	Mediana	Óxido de hierro - Polvo de hierro (50% de polvo de hierro)
EXX28	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno - Polvo de hierro (50% de polvo de hierro)
EXX48	AC o DCEP	Mediano	Mediana	Bajo Hidrógeno - Polvo de hierro (25-40% de polvo de hierro)

DCEP - Corriente Directa Electrodo Positivo. DCEN - Corriente Directa Electrodo Negativo.
 Nota: El porcentaje del polvo de hierro esta calculado en base al peso del fundente.

Se utilizan diferentes tipos de barras de soldado (electrodos revestidos) dependiendo del tipo de material y necesidades de esfuerzo al cual será sometida la estructura, en orden de mayor resistencia según West Arco¹³ el cual es un productor nacional y uno de los proveedores de la empresa:

- 7018
 - Se utiliza para soldaduras de acero al carbono de hasta 70.000 lbs/pulg² de resistencia a la tensión, en aplicaciones en estructuras tuberías y tanques a presión especialmente cuando se requiere alta resistencia al impacto a bajas temperaturas.
- 6011
 - Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes a presión, etc., especialmente en pases de penetración cuando no se utiliza platina de respaldo y en filetes en donde no se dispone de equipos rectificadores. También se usa con corriente directa cuando se requiere obtener la

¹³ West Arco. Electroodos para soldar aceros al carbono, Capitulo 1, Disponible en internet: <http://www.westarco.com/westarco/sp/productos/consumibles/electrodos/upload/1-Electrodos-para-soldar-Aceros-al-Carbono.pdf>

mayor suavidad y el mínimo de chisporroteo característicos del electrodo. Adecuado para soldar lámina galvanizada, puede ser utilizada en reemplazo de la 70.18 debido a las características similares que posee.

- 6013
 - Recomendado para: Construcciones de hierro en general, carpinterías metálicas con lámina delgada, fabricación de puertas, ventanas, rejas, ductos, ensamblaje de carrocerías y ornamentación en general.

Solo el personal calificado puede desarrollar esta labor debido a:

- El peligro que representa para la integridad del operario.
- La técnica influye directamente en características como: resistencia y acabado final.

El electrodo utilizado para cada tipo de unión entre componentes metálicos se determinó por los soldadores al momento del diseño de las piezas, pero se encontraron algunas diferencias entre cuadrillas debido a la libertad que posee cada grupo y además también alterado por la disponibilidad.

La cantidad de puntos o de cordones también se dictamina por el soldador encargado de procesar la pieza, he inclusive la técnica de soldado varía según las costumbres del personal y las condiciones del área de operaciones.

Se observó que se pierde mucho tiempo mientras se busca y espera a que un eléctrico y/o un plomero señalen donde y qué tan grandes son los agujeros para los diferentes tubos o cables utilizados en cada uno de sus procesos, además de donde se deben soldar los soportes: Eléctricos y de bocelería.

Una de las diferencias significativas evidenciadas en la inspección de la planta fue el proceso de construcción del marco del techo, ver anexo L:

- En el Hangar 2 se presenta una estructura del techo compuesta de 8 tubos de unión entre arcos.

- En los demás Hangares la estructura del techo está compuesta por 10 tubos de unión entre los arcos.

Otra de las diferencias que destaco, fue la forma de asegurar la media luna, dado que algunos soldadores remachaban esta pieza a la unidad y otros aplicaban soldadura.

En ocasiones los operarios presionados por el tiempo de entrega no procesaban de la manera correcta la dobladora de tubos provocando exceso de quiebres.

Al momento de inspeccionar fue exagerada la cantidad de electrodos desperdiciados que se encontraron en el piso, problema que los soldadores desvían al almacenaje de los mismos, lo cual ocasiona que su calidad se deteriore y no se puedan utilizar en su totalidad.

Tabla 8. Escala de Hammer Soldadura

Soldadura		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Green	Yellow	Yellow	Yellow
	Contexto	Green	Green	Green	Green
	Documentación	Yellow	Yellow	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Green	Red
	Destrezas	Green	Green	Yellow	Yellow
	Conducta	Green	Green	Green	Yellow
Responsable	Identidad	Green	Green	Green	Red
	Actividades	Green	Green	Green	Red
	Autoridad	Green	Green	Red	Red
Infraestructura	Sistemas de información	Red	Red	Red	Red
	Sistemas de recursos humanos	Green	Yellow	Yellow	Red
Indicadores	Definición	Red	Red	Red	Red
	Usos	Red	Red	Red	Red

4.1.3.4 Pintura. Este proceso se lleva a cabo según la disponibilidad del personal y el elemento que se desea pintar, ya sea caseta o muebles de la misma:

- El exterior de las casetas generalmente se pinta después de la soldadura de los espacios interiores, debido a que ese proceso eleva la temperatura del

material, lo cual puede alterar el acabado final del proceso de pintura generando grumos o soplos y por ende reprocesos

- El pintado de los muebles se puede llevar a cabo en cualquier momento del proceso productivo, dado que ningún otro proceso interviene en esta actividad.

Los materiales a utilizar son los siguientes, y dependen de la superficie a procesar:

- Masilla
- Thinner
- Sellador Elástico
- Lija N° 80 y 150
- Hueso duro
- Pintura Epóxica
- Pintura Galvanizada
- Pintura Anticorrosiva
- Entre Otras.

Para esta labor se utilizan diferentes equipos:

- Pistola de sellador elástico
- Compresor.
- Pistola de pintura.
- En algunos casos brocha.

Solo personal calificado puede desempeñar esta labor. Usualmente se aplican dos capas de pintura por cada componente que se desea pintar y cada tipo de pintura utilizada.

Se observó que el proceso de pintura de las unidades, es particular de cada uno de los pintores, aunque comparten algunas similitudes. Se pueden observar diferencias de cantidad y tipo de lija utilizada, técnica para aplicar sellador elástico y orden en el que se pintan los diferentes componentes.

Dado que no existen diagramas de funciones y que se trabajan diferentes proyectos al mismo tiempo existen ocasiones en las cuales no se sigue la secuencia lógica de los procesos y se provocan reprocesos o pérdidas de material (Ver Anexo L).

Tabla 9. Escala de Hammer Pintura

Pintura		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Green	Green	Yellow	Yellow
	Contexto	Green	Green	Green	Green
	Documentación	Green	Yellow	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Yellow	Red
	Destrezas	Green	Green	Yellow	Yellow
	Conducta	Green	Yellow	Yellow	Red
Responsable	Identidad	Green	Green	Green	Yellow
	Actividades	Yellow	Yellow	Yellow	Red
	Autoridad	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
Infraestructura	Sistemas de información	Red	Red	Red	Red
	Sistemas de recursos humanos	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Indicadores	Definición	Red	Red	Red	Red
	Usos	Red	Red	Red	Red

4.1.3.5 Plomería. El proceso de plomería consta de 2 fases que están divididas por el forrado interno de la unidad, lo cual se convierte en una demora dado que no siempre están disponibles los operarios designados para esta labor, las dos fases se exponen a continuación:

- a) Se realiza la instalación de la tubería de PVC en el exterior de la unidad, la cual se encarga del transporte del agua potable, agua gris y aguas negras, además de algunas terminales al interior de la misma antes del proceso de forrado.
- b) Una vez acabado el proceso de forrado se procede perforar paredes y pisos para a instalar los inodoros, lavamanos y duchas.

Para las tareas de Plomería se utilizan las siguientes herramientas:

- Taladro
- Pulidora
- Segueta

Y los materiales utilizados para esta actividad son:

- Tubería en PVC
- Pegante industrial especial para plomería (Soldadura de PVC)
- Limpiador de tubería
- Accesorios

En ocasiones se pierde tiempo porque los soldadores ya se han ocupado en otras labores y no han abierto los agujeros necesarios para la instalación de la tubería lo cual genera un retraso en el plazo de entrega de la unidad.

Tabla 10. Escala de Hammer Plomería

Plomería		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	Contexto	Green	Yellow	Green	Green
	Documentación	Red	Red	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Yellow	Red
	Destrezas	Green	Green	Yellow	Red
	Conducta	Green	Yellow	Yellow	Red
Responsable	Identidad	Green	Yellow	Yellow	Red
	Actividades	Yellow	Red	Red	Red
	Autoridad	Yellow	Red	Red	Red
Infraestructura	Sistemas de información	Red	Red	Red	Red
	Sistemas de recursos humanos	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Indicadores	Definición	Yellow	Red	Red	Red
	Usos	Red	Red	Red	Red

4.1.3.6 Eléctrico. Al igual que el proceso de plomería consta de 2 fases separadas por el forrado interno de la unidad, ocasionando el mismo problema de retraso en la entrega del producto terminado derivado de la disponibilidad del personal encargado de forrar.

a) La primera fase comprende la instalación de todas las redes eléctricas dentro de la unidad, incluyendo las cajas cuadradas o rectangulares que sirven para las tomas y los plafones (Rosetas o Portalámparas), incluyendo el tablero de control eléctrico.

b) La segunda fase se encarga de instalar y los tomas eléctricos, los plafones, las lámparas, las alarmas y los Plug macho de la unidad, además de probarlos para que existan cortos ni elementos desconectados.

Se observó que los eléctricos no aseguran todas las mangueras de conduflex a la estructura al momento de instalarlas, ocasionando pérdidas de tiempo en el proceso de forrado el cual es el cuello de botella.

Tabla 11. Escala de Hammer Eléctrico

Eléctrico		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Green	Yellow	Yellow	Yellow
	Contexto	Green	Green	Green	Green
	Documentación	Green	Green	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Yellow	Red
	Destrezas	Green	Green	Yellow	Red
	Conducta	Green	Green	Yellow	Red
Responsable	Identidad	Green	Green	Yellow	Red
	Actividades	Yellow	Yellow	Red	Red
	Autoridad	Yellow	Red	Red	Red
Infraestructura	Sistemas de información	Red	Red	Red	Red
	Sistemas de recursos humanos	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Indicadores	Definición	Yellow	Red	Red	Red
	Usos	Red	Red	Red	Red

4.1.3.7 Forrado. Para darle una presentación estética al interior de las casetas se procede a:

- Instalar un material termo-acústico que aísla al personal de los fenómenos presentes en el exterior de la unidad que no permiten el correcto desarrollo de sus labores (Temperatura y Sonido).
- Recubrir los armazones y el cableado interno con láminas de Madecor.

- Se forra el piso con un material antideslizante y se instala toda la grifería y los electrodomésticos propios de la actividad final de la unidad.
- Se dota de todos los accesorios necesarios para minimizar el desgaste de los materiales utilizados en los anteriores procesos de manufactura.
- Se fijan todos los muebles a la estructura de la unidad.
- Se atornilla un techo a la unidad.

Materiales necesarios:

- Material termo-acústico
- Láminas de Madecor
- Láminas galvanizadas previamente dobladas según el lugar en el cual se instalaran.
- Pegantes (Para la boceleria)

Las herramientas utilizadas.

- Taladros
- Espátulas
- Pulidoras

Este es el cuello de botella de la producción debido a que no se puede terminar la segunda parte de Plomería y eléctrico sin haber terminado el interior de la unidad.

Existen retrasos en el proceso debido a que no se soldaron algunos tubos en lugares estratégicos o algunos soportes que son fundamentales para asegurar los materiales a las paredes y el techo, además se presentan problemas del cableado que se no se asegura al techo con firmeza y acaba obstruyendo el desarrollo normal de las actividades.

Tabla 12. Escala de Hammer Forrado

Forrado		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito				

	Contexto				
	Documentación				
Ejecutores	Conocimiento				
	Destrezas				
	Conducta				
Responsable	Identidad				
	Actividades				
	Autoridad				
Infraestructura	Sistemas de información				
	Sistemas de recursos humanos				
Indicadores	Definición				
	Usos				

4.1.3.8 Carpintería. Al momento de comenzar la construcción de una unidad, también se inicia la fabricación de los muebles que irán en su interior, aunque por lo general se cuenta con un inventario de seguridad para aquellos pedidos grandes que demandan gran cantidad de elementos.

Las herramientas utilizadas en esta actividad son:

- Sierra de mano: Utilizada en para cortar todos los paneles de Madecor empleados en el proceso de acabado.
- Pistola de clavos.
- Taladro
- Sierra de mesa: Utilizada para el corte de láminas grandes.
- Sierra móvil: Utilizada para el corte de elementos de longitudes significativas.

Los materiales utilizados son:

- Madera (Tablas)
- Madecor de 9 y 15mm
- Láminas de MDF
- Láminas de Triplex

Aquí se elaboran todos los muebles de las unidades a criterio de los carpinteros, se procesan los armazones o accesorios en madera y las láminas utilizadas en las paredes. Es el área con mayor libertad dado que los carpinteros son quienes deciden como van a ser los muebles, únicamente toman medidas de las necesidades y empiezan su labor.

Como es un proceso que no influye directamente con los demás y como se mencionó anteriormente la mayoría de veces ya se produjeron los muebles incluso ante de saber que unidad se iba a construir, no se tomó en cuenta para el estudio.

Tabla 13. Escala de Hammer Carpintería

Carpintería		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Green	Green	Yellow	Yellow
	Contexto	Green	Green	Green	Green
	Documentación	Green	Yellow	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Yellow	Red
	Destrezas	Green	Green	Yellow	Yellow
	Conducta	Green	Yellow	Yellow	Red
Responsable	Identidad	Green	Red	Red	Yellow
	Actividades	Yellow	Red	Red	Red
	Autoridad	Yellow	Yellow	Red	Red
Infraestructura	Sistemas de información	Red	Red	Red	Red
	Sistemas de recursos humanos	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Indicadores	Definición	Red	Red	Red	Red
	Usos	Red	Red	Red	Red

4.1.3.9 Cargue y Descargue. Debido al riesgo que representa para el personal de la empresa y para la integridad del producto el hecho de elevar las casetas para ubicarlas sobre los vehículos destinados para su transporte, esta labor solo puede ser desempeñada por el empleado con más experiencia en manejo de maquinaria pesada presente en la empresa.

Maquinaria:

- ❖ Montacargas capacidad de 17 ton.

La presencia de un único operario de la maquinaria pesada en la empresa se convierte en un peligro para el despacho de las unidades y también su ausencia afecta los procesos construcción en los cuales se necesita mover materiales pesados.

Tabla 14. Escala Hammer Cargue y Descargue de Unidades

Cargue y Descargue Unidades		P-1	P-2	P-3	P-4
Diseño	Propósito	Green	Yellow	Yellow	Yellow
	Contexto	Green	Green	Green	Green
	Documentación	Red	Red	Red	Red
Ejecutores	Conocimiento	Green	Green	Yellow	Red
	Destrezas	Green	Green	Red	Red
	Conducta	Green	Yellow	Yellow	Red
Responsable	Identidad	Green	Yellow	Yellow	Red
	Actividades	Yellow	Yellow	Yellow	Red
	Autoridad	Yellow	Red	Red	Red
Infraestructura	Sistemas de información	Red	Red	Red	Red
	Sistemas de recursos humanos	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Indicadores	Definición	Red	Red	Red	Red
	Usos	Red	Red	Red	Red

3.2 ANÁLISIS DE DATOS

En las visitas a los puestos de trabajo, se pudo registrar y analizar: ¿Cómo?, ¿Con qué?, ¿Quiénes?, ¿Dónde?, ¿Cuánto tiempo? y ¿Cuánto material? se necesitó para elaborar los diferentes pedidos de casetas para las fechas relacionadas en el cronograma de actividades.

Con la ayuda del formato adaptado al método 4W1H (Ver Anexo I), además de los diagramas de flujo de procesos (Ver Anexo J) (Ver Numeral 3.5) y el análisis de Pareto (Anexo A.9) elaborados durante el proceso de diagnóstico, se pudieron evidenciar y plasmar los errores procedimentales que estaban alterando el

correcto desempeño de las actividades, además se identificaron las herramientas “Artesanales” que diseña, produce y utiliza cada cuadrilla para los trabajos relacionados con el diseño, armado y acabado de las unidades móviles o fijos, para ver dichos formatos diligenciados se debe consultar el Anexo K.

Se entregaron los planos, tablas y diagramas del producto terminado y de los productos en proceso tanto de campamentos petroleros como de PTAR y PTAP.

3.3 PROPUESTAS DE MEJORA

3.3.1 Generar un manual de procedimientos para los soldadores. En este manual se deben estipular los agujeros y los soportes necesarios para los tubos de PVC, las instalaciones eléctricas y el forrado de la unidad.

3.3.2 Creación de un cuarto caliente. Dado que la calidad de los electrodos revestidos depende en gran medida de la humedad a la cual están expuestos es recomendable que se cree con urgencia un cuarto que asegure que este material este sometido a una temperatura que garantice su efectividad.

3.3.3 Utilizar un modelador en 3D. Teniendo una herramienta de modelado tridimensional se pueden visualizar los errores antes de que sean irreversibles o generen gastos para la empresa en su reparación o desecho.

3.3.4 Adaptar un algoritmo para el proceso de corte. Las láminas y la tubería se cortan bajo el criterio del operario encargado de este proceso, si bien es cierto que la experiencia y la pericia de esta persona son idóneas para tomar tales decisiones, dejarle esta labor a un programa computacional no solo ahorraría tiempo de producción del operario, sino que además disminuiría costos de material por exceso de cortes.

3.3.5 Incursionar en el mercado con nuevos productos. Durante el diagnóstico de la empresa se determinó la poca diversidad de clientes con los que cuenta la

empresa, por ende se necesita crear nuevos mercados que aseguren la permanencia y crecimiento de la empresa en los próximos años, además de reducir el peligro de pérdidas o falta de demanda por alguna fluctuación en el precio de los combustibles.

3.3.6 Construcción de nuevos Hangares. Para poder integrar todas las cuadrillas de soldadores es necesario que estén ubicadas en el mismo lugar no diseminadas en la empresa como hasta ahora, dado que así se incrementa la comunicación y se pueden aclarar dudas con respecto a la construcción de las unidades con una mayor efectividad (Dado el caso que se presenten).

3.4 DISEÑO DE MEJORAS

3.4.1 Regla de ESIA. Para poder diseñar las propuestas de mejora se empleó la herramienta expuesta por Peppard y Rowland (1995) (Ver Numeral 3.3.1), con la cual se podrían llegar a generar las siguientes mejoras:

- Se elimina la búsqueda y la espera de los soldadores para definir agujeros y soportes por parte de los plomeros, eléctricos y forradores.
- Se eliminan defectos, fallas y reprocesos, debido gracias a la estandarización y revisión de secuencia y procesos.
- Se elimina la inspección por parte de plomeros y eléctricos de la unidad antes de comenzar a trabajar.
- Se elimina el tiempo de decisión y desperdicio del corte de láminas y tubería.

- ✓ Se simplifican formas y procedimientos: dado que no se necesitan los plomeros y eléctricos para definir agujeros y soportes, por ende, al momento de fabricar los armazones (Techo, paredes y divisiones) se pueden procesar estos parámetros.

- ✓ Se simplifica la comunicación: Con la ayuda de los planos y diagramas se eliminan las diferentes interpretaciones y mejora la comunicación de instrucciones.
- ✓ Se simplifica el diseño de las piezas por medio del modelador en 3D.
 - Se integran diferentes puestos de trabajo: Con la ayuda de la tecnología en 3D se pueden visualizar los errores antes de ser cometidos y concretar aspectos importantes de cada armazón o pieza, los cuales se transmiten a través de manuales y planos a los demás procesos.
 - Mediante reuniones entre proveedores y clientes de cada proceso de construcción, se logró crear el manual de procedimientos integrando todas las necesidades y sugerencias en cada uno de los procesos.
- ✚ Se automatizó el análisis de datos de corte por medio de FFD y BFD.
- ✚ Se automatizó el diseño de las piezas y las unidades mediante el modelador en 3D.

3.4.2 Nuevo portafolio de productos. Con la ayuda del jefe de marketing de la empresa y la autorización del gerente se logró dar vía libre al diseño de nuevos productos que se puedan producir con el conocimiento adquirido en la construcción de campamentos petroleros y/o la ayuda de personal ajeno a la empresa que capacite a los empleados en las mejores formas de fabricar esta línea de productos.

Para la labor de diseño y posterior construcción del nuevo portafolio fue indispensable el programa de modelado en 3D dado que no se tenía registro fotográfico del mismo.

3.4.3 Construcción de nuevos hangares. Los otros hangares donde se fabrican las unidades tienen en total un área de 608,529 m² y el área cercana al hangar 1 que esta inutilizada tiene un área de 795,1 m² con lo cual es totalmente factible

que se trasladen las cuadrillas aisladas a esta nueva localización una vez se terminen las adecuaciones.

3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA

Para la implementación de las propuestas se siguió el cronograma preestablecido con el fin de llevar a cabo todas las metas aprobadas por la gerencia, incluyendo capacitaciones a los empleados en el conocimiento y posterior adaptación a los cambios establecidos en sus puestos de trabajo.

3.4.1 Creación del Manual de Operaciones. Por motivos de propiedad intelectual no se permitió la divulgación de este manual debido a que en él se estipulan todas las características propias de la construcción de las unidades móviles o campamentos petroleros, como prueba de ello se tiene el Anexo A.10. En la sustentación del proyecto si se podrá mostrar estos documentos dado que no serán transferidos.

3.4.2 Caracterización de los Procesos Productivos. Como se puede observar en los Anexo E, F y G los procesos involucrados en la construcción de los campamentos petroleros fueron actualizados al nuevo formato al igual que los procesos de mantenimiento de los mismos (Ver Anexo R), los cuales no se habían definido en ningún momento.

Sumado a esto también aquellos procesos que están relacionados con la fabricación de plantas de tratamiento de agua potable y residual, fueron diligenciados con el mismo formato.

3.4.3 Elección del Modelador en 3D. Para ésta tarea se escogió el programa llamado Sketch Up en su versión 2013 por varias razones expuestas a continuación:

- Presenta una vista del producto en 3D, lo cual la hace una herramienta muy útil al momento de generar un plano de una nueva pieza o de una ya existente.
- Es susceptible a posteriores modificaciones.
- Se pueden ensamblar todos los productos para obtener un producto final.
- Tiene un grado de precisión en el orden de las micras.
- El personal a cargo del manejo de éste programa recibió una capacitación inicial en las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander, la cual se complementó con instrucciones de otros colegas e investigación propia durante el desarrollo del proyecto de grado.

Para apreciar los modelos que se generaron con esta herramienta se debe ver el Anexo O, A.2, A.4, A.6, A.7, A.8, M, N, S, T, U, V.

3.4.4 Algoritmo para la minimización de Cortes. Mediante macros de Excel se llevó a cabo un programa que pudiera modelar el algoritmo FFD-CUT-2D (Véase Numeral 3.7), para minimizar los costos derivados del corte de las láminas galvanizadas y los demás metales que se utilizan en la elaboración de las unidades (Ver Anexo P y Q).

3.4.5 Cuarto Caliente. Según WestArco las medidas de almacenamiento para los diferentes tipos de electrodos que fabrican son las siguientes¹⁴, aunque por ahora no se ha construido el cuarto caliente, está en proceso de construcción:

- ❖ Para el almacenamiento en cajas cerradas de electrodos revestidos y alambres (tal como se recibe del distribuidor), se sugiere que la temperatura de almacenamiento permanezca por encima de la temperatura ambiente, aproximadamente 15°C o que la humedad relativa no supere el 50%.

¹⁴ West Arco. Recomendaciones para el almacenamiento de los consumibles cfm. Disponible en internet:
http://www.westarco.com/westarco/sp/soporte/recomendaciones_almacenamiento_consumibles.cfm

- ❖ Se aconseja consumir toda la soldadura una vez abierta la caja; no obstante de ser indispensable guardar soldadura por fuera del empaque original se recomienda hacerlo en las siguientes condiciones:

Figura 13. Temperaturas de almacenamiento de Electrodo Revestidos

TIPO DE ELECTRODO	ELECTRODOS DESEMPACADOS	REACONDICIONAMIENTO DE ELECTRODOS HÚMEDOS
XL 610, ZIP 10T, SW 11, ZIP 710 A1, ACP 611SS	Cuarto seco a temperatura no mayor a 40°C.	NO
SW 613 M, SUPER SW 613, FP 612, ZIP 12, 14, 24, 27, DUROWELD 250, 350, 450, 550 Y 650, SOLDOMANG	40 - 60°C	120 - 140°C 1 Hr
WIZ 18, WIZ18 S, WIZ 16, WIZ 818, C3 y demás electrodos de bajo hidrógeno	120 - 200°C	260 - 340°C 2-3 Hrs.
CROMARCOS 308L, 309, 310, 312, 316L, 318, 347, 410, WEST INOX 308L-16, 309L-16	120 - 150°C	180 - 230°C 2-3 Hrs.

3.4.6 Construcción del primer hangar. Como se puede observar en el Anexo A.8 se puede aprovechar el espacio cercano al hangar número 1 para construir nuevos hangares y trasladar todas las cuadrillas de soldadura a esta locación, dado que el espacio ya mencionado tiene una extensión mayor a la requerida.

Durante el desarrollo del proyecto (Año 2014) se construyó uno de los hangares y se planea que en el transcurso del primer semestre del año 2015 se terminen las adecuaciones de los nuevos edificios y se puedan construir todos los campamentos petroleros en el mismo lugar.

Los hangares desocupados se emplearan para la construcción de las plantas de tratamiento de agua potable y residual, las cuales se han construido o modificado en el área de depósito 3 o el hangar 2 siempre y cuando estuviera desocupado.

3.5 CONTROL Y RETROALIMENTACIÓN

Como una forma de evaluar el desempeño de las mejoras y elaborar contrapropuestas de las mismas se diligenció nuevamente el modelo de madurez expuesto por Hammer (Ver numeral 3.2.1), dando como resultado¹⁵:

Tabla 15. Proceso de Diseño, Después de implementación

Diseño		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P1
	Contexto					-
	Documentación					N/E
Ejecutores	Conocimiento					-
	Destrezas					-
	Conducta					-
Responsable	Identidad					-
	Actividades					-
	Autoridad					P1
Infraestructura	Sistemas de información					N/E
	Sistemas de recursos humanos					N/E
Indicadores	Definición					N/E
	Usos					N/E

Tabla 16. Proceso de Corte y Doblado, Después de implementación

Corte y Doblado		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P1
	Contexto					-
	Documentación					P1
Ejecutores	Conocimiento					-
	Destrezas					-
	Conducta					P-3
Responsable	Identidad					-
	Actividades					-
	Autoridad					-
Infraestructura	Sistemas de información					N/E

¹⁵ Se utilizó una nueva columna para designar en qué nivel (Verde) se encontraba el proceso antes de la implementación de las mejoras. Para aquellos procesos que mejoraron se estipula el nivel anterior en el que se encontraba y se colorea con verde claro (Si No Existía ninguno se designa como N/E), para aquellos que no mejoraron se interpreta con el signo menos (-).

	Sistemas de recursos humanos					P-1
Indicadores	Definición					N/E
	Usos					N/E

Tabla 17. Proceso de Soldadura, Después de implementación

Soldadura		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P-1
	Contexto					-
	Documentación					P-1
Ejecutores	Conocimiento					-
	Destrezas					-
	Conducta					P-3
Responsable	Identidad					-
	Actividades					-
	Autoridad					-
Infraestructura	Sistemas de información					N/E
	Sistemas de recursos humanos					-
Indicadores	Definición					N/E
	Usos					N/E

Tabla 18. Proceso de Pintura, Después de implementación

Pintura		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P-2
	Contexto					-
	Documentación					P-1
Ejecutores	Conocimiento					-
	Destrezas					-
	Conducta					P-1
Responsable	Identidad					-
	Actividades					P-1
	Autoridad					-
Infraestructura	Sistemas de información					N/E
	Sistemas de recursos humanos					-
Indicadores	Definición					-
	Usos					-

Tabla 19. Proceso de Plomería, Después de implementación

Plomería		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P-1
	Contexto					
	Documentación					N/E
Ejecutores	Conocimiento					-
	Destrezas					-
	Conducta					P-1
Responsable	Identidad					-
	Actividades					P-1
	Autoridad					
Infraestructura	Sistemas de información					N/E
	Sistemas de recursos humanos					-
Indicadores	Definición					-
	Usos					-

Tabla 20. Proceso de Eléctrico, Después de implementación

Eléctrico		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P-1
	Contexto					-
	Documentación					P-2
Ejecutores	Conocimiento					-
	Destrezas					-
	Conducta					-
Responsable	Identidad					-
	Actividades					-
	Autoridad					-
Infraestructura	Sistemas de información					N/E
	Sistemas de recursos humanos					-
Indicadores	Definición					-
	Usos					-

Tabla 21. Proceso de Forrado, Después de implementación

Forrado		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P-2
	Contexto					-
	Documentación					P-1

Ejecutores	Conocimiento					-
	Destrezas					-
	Conducta					-
Responsable	Identidad					-
	Actividades					-
	Autoridad					-
Infraestructura	Sistemas de información					N/E
	Sistemas de recursos humanos					-
Indicadores	Definición					-
	Usos					-

Tabla 22. Proceso de Carpintería, Después de implementación

Carpintería		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P-2
	Contexto					-
	Documentación					P-1
Ejecutores	Conocimiento					P-2
	Destrezas					P-2
	Conducta					P-1
Responsable	Identidad					P-1
	Actividades					-
	Autoridad					P-1
Infraestructura	Sistemas de información					N/E
	Sistemas de recursos humanos					-
Indicadores	Definición					-
	Usos					-

Tabla 23. Proceso de Cargue y Descargue, Después de implementación

Cargue y Descargue Unidades		P-1	P-2	P-3	P-4	Antes
Diseño	Propósito					P-1
	Contexto					-
	Documentación					N/E
Ejecutores	Conocimiento					P-2
	Destrezas					-
	Conducta					P-1
Responsable	Identidad					-
	Actividades					-
	Autoridad					-

Infraestructura	Sistemas de información	■	■	■	■	-
	Sistemas de recursos humanos	■	■	■	■	-
Indicadores	Definición	■	■	■	■	-
	Usos	■	■	■	■	-

Como se pudo observar en el anterior análisis se pudo alcanzar un mejor nivel de madurez en todos los procesos de la empresa. El cambio más significativo se vio reflejado en el diseño y los ejecutores, los cuales fueron desencadenados de la serie de mejoras que se lograron implementar en la empresa y la nueva documentación que es un requisito legal y también una excelente herramienta para la estandarización de los procesos productivos de la empresa en cuando a procesos misionales.

La incursión de los programas computacionales como ayuda en la toma de decisiones es también una pieza clave del aumento de nivel que sufrió la empresa.

Como consecuencia del trabajo de estandarización muchos de los empleados se interesaron por aportar nuevas ideas o comentarios al proceso para hacerlo más agradable y eficiente, generando beneficios tanto para ellos como para la empresa. Este fenómeno no solo se afectó el proceso como tal y sus desperdicios, también mejoro el nivel del ambiente laborar y junto con ello la participación de los empleados en la toma de decisiones referentes al área de producción.

4. NUEVOS PROYECTOS

Los nuevos trabajos desarrollados dentro y fuera de las instalaciones de ETO INGENIERÍA S.A.S, en los cuales se intervino directamente fueron:

4.1 PTAR Y PTAP

4.1.1 Modificación de PTAR y PTAP Compradas. El ingeniero químico a cargo del área de tratamiento de aguas ya había modificado 3 de estas plantas de tratamiento al mismo tiempo que el practicante estandarizaba los procesos de construcción de campamentos petroleros. Poco después se creó un grupo de trabajo que integró a estos dos profesionales y así se logró la modificación de 2 plantas de tratamiento: una PTAR y una PTAP (Ver Anexos S y T). Para esta tarea:

- Primero, se generaron los diseños en 3D
- Segundo, con base en los diseños se pudieron definir los cortes, perforaciones y modificaciones que posteriormente se trasladaron a la cuadrilla de soldadura por medio de planos
- El diseñador (Practicante) acompañó todo el proceso de modificación convirtiéndose en aprendiz del ingeniero químico y segundo al mando en el área de Plantas de tratamiento.

4.1.2 Creación de PTAR y PTAP Heliportables. El departamento de aguas de ETO INGENIERÍA emprendió un proyecto piloto para generar dos prototipos que pudieran ser transportados en helicóptero debido a las condiciones del terreno al cual serian enviadas, las cuales no podían tener un peso mayor a 2,8 toneladas cada una.

Respondiendo a ese requerimiento se generaron en 3D los planos de la PTAR y PTAP heliportables, Anexos U y V respectivamente, las cuáles se construyeron en

las instalaciones de la empresa y se enviaron a su destino final en el tiempo estipulado.

4.1.3 Capacitación y Puesta en Marcha de la PTAR y PTAP Heliportables. Uno de los nuevos servicios post-venta de la empresa consta de: la instalación, puesta en marcha y capacitación de los empleados encargados de la operación de las plantas de tratamiento de agua potable y/o residual. Es por este motivo que se capacitó al practicante para que también él pudiera desempeñar estas tareas en el momento que fuera pertinente, para evidenciar él avance de las capacitaciones se puede consultar el Anexo W.

El día 12 de Noviembre la empresa contratante de las plantas de tratamiento hizo el pedido de la capacitación y puesta en marcha de dichas plantas. En los días posteriores se prepararon los equipos y el papeleo necesario para poder ingresar la siguiente semana al pozo petrolero en el cual se encontraba el producto.

Para poder evidenciar el trabajo realizado por el practicante y su acompañante en el pozo petrolero denominado Moqueta 7, se debe consultar el informe del viaje (Anexo X), así mismo la conformidad con el trabajo se encuentra en el Anexo Y, y los videos en los Anexos Z y A.1.

4.1.4 Creación de nuevo Prototipo. Después de instalar las plantas de tratamiento heliportables, y gracias a la experiencia en campo generada del viaje el practicante se dio a la tarea de crear un prototipo que mejorara las capacidades de las plantas enviadas al Putumayo. Para ello se utilizó el programa de modelamiento en 3D, los resultado de este prototipo se evidenciar en el Anexo A.2.

Cabe resaltar que este prototipo recopila la información derivada de las anteriores instalaciones de las plantas de tratamiento, tanto residuales como potables, realizadas durante desarrollo del proyecto de grado. El motivo por el cual se generó únicamente un modelo de PTAR, es básicamente, la demanda que esta

clase de planta presenta. Las PTAP en algunas oportunidades no son pedidas debido a las condiciones del agua de la zona que por lo general proviene de manantiales o afluentes no contaminados.

4.2 NUEVO PORTAFOLIO DE CAMPAMENTOS PETROLEROS (UNIDADES)

4.2.1 Unidades heliportables. En el mismo pedido de las plantas de tratamiento de agua potable y residual, también se estipularon diferentes tipos de unidades, las cuales también debían pesar menos de 2,8 toneladas, además en las especificaciones se expresó que tenían que ser 20 cm más angostas que los modelos ofrecidos normalmente por ETO INGENIERÍA S.A.S.

Para esta labor se necesitó el cambio de varios materiales con los cuales se fabrican las unidades para ajustar el peso a un valor por debajo del límite, como se pudo observar en el anexo A.3¹⁶, de igual forma solo se tuvieron que modificar las paredes de las unidades para ajustarlas a las especificaciones y posterior a eso hacer una prueba de resistencia de los anclajes para asegurar su correcta fabricación (Ver Anexo A.4).

4.2.2 Unidades residenciales. En muchos países incluyendo a Colombia se han hecho famosas las casas prefabricadas, las cuales aportan comodidad y versatilidad a la hora de instalarlas o trasladarlas. Es por eso que se creó un modelo de vivienda con base en los parámetros de construcción de los campamentos petroleros, el cual cuenta con todas las comodidades de una casa ordinaria, con la ventaja de ser transportable y de fácil armado e instalación, además se construye con materiales metálicos protegidos contra el inclemente clima por diferentes capas de pintura que aseguran la calidad y durabilidad de este

¹⁶ Solo se realizó este estudio a la unidad 8 camas debido a que su configuración interna hace que sea la más pesada, evitando nuevos estudios

producto, para poder observar más detalladamente el resultado del proceso de diseño se puede visualizar el prototipo en el Anexo A.6.

4.2.3 Unidades Por Niveles. Para aprovechar el creciente auge de la construcción en el área metropolitana de Bucaramanga se creó un modelo de oficinas que se amolda a las necesidades de espacio de las constructoras, las cuales cuenta con todas las comodidades que ofrece ETO INGENIERÍA S.A.S en sus productos, incluyendo un programa de diseño personalizado asistido que asegura el mejor aprovechamiento de la estructura, este prototipo se puede encontrar en el Anexo A.7.

CONCLUSIONES

- Con la ayuda del programa de corte (ver Numeral 3.7) (Anexos P y Q) se pudo minimizar el tiempo de operación y los desperdicios en el proceso de corte. También el programa de construcción dinámico (Anexo M y N) es una herramienta que facilita la experimentación con nuevas configuraciones en próximos proyectos.
- Los indicadores son en su gran mayoría difíciles de documentar debido a que presentan relaciones de tiempo y trabajo, dado que los operarios son contratistas, y que ellos manejan su horario y su ritmo para desempeñar sus labores dentro de la empresa, esta clase de indicadores pierden validez, ver Anexo A.5.
- El uso de un programa de modelado en 3D durante el desarrollo del proyecto, le dio a la empresa una poderosa herramienta, para generar mejores ingresos por medio de las cotizaciones personalizadas, sumado a esto, con la ayuda de esta clase de programas se puede minimizar o eliminar los despilfarros mediante pequeñas simulaciones.
- La estandarización de los procesos de fabricación de campamentos móviles o fijos, era una necesidad urgente dada su complejidad y constantes demoras por falta de información entre estos procesos, lo cual aumentaba significativamente el tiempo de entrega de una unidad. Esta acción también provoco uniformidad en el producto terminado, haciendo que éste sea susceptible a estudios y comparaciones en busca de errores procedimentales que se puede corregir.

- Caracterizar además los procesos de mantenimiento minimiza el tiempo de preparación de documentación para el ingreso de personal a los pozos petroleros, dado que allí se piden los permisos de trabajo derivados de esa caracterización.
- La construcción de Plantas de tratamiento de agua se convirtió en un excelente catalizador de las ventas de campamentos petroleros ya que por lo general las zonas donde se explota este material presenta difíciles condiciones de abastecimiento de agua potable y muy seguramente no tiene un sistema de alcantarillado o es deficiente por lo cual se necesita un planta de tratamiento de aguas residuales.
- Los empleados trabajan de una mejor manera cuando están sometidos a la presión de los tiempos de entrega, claro está que es un fenómeno derivado del pago por el trabajo terminado y la existencia de un pedido lo bastante grande para durar algunos meses.
- Muchos de los empleados no están abiertos al cambio, por lo tanto se les dificultó la transición al momento de implementar las propuestas de mejora.
- Se debe trabajar con materiales y equipos de la más alta calidad para asegurar que no se tengan requerimientos de mantenimientos, dado que las unidades que se alquilan muchas veces están a más de 10 horas de distancia, en lugares de difícil acceso o en zonas de alto riesgo.

- Diversificar los clientes de la empresa generó un alto impacto en las utilidades de la misma, permitiéndole generar nuevos proyectos de mejora y desarrollo de productos.

RECOMENDACIONES

- Dados los resultados obtenidos con el uso de programas especializados en diseño, se recomienda crear un departamento de diseño que este encargado de la actualización de los manuales y planos de las unidades. Esta labor se debe llevar a cabo por el grupo encargado de turno de ese departamento, la revisión y aprobación de la gerencia y la colaboración de algunos empleados involucrados en el proceso de manufactura de la parte o partes próximas a ser diseñadas.
- Se deben enfatizar las capacitaciones al sentido de pertenencia por la empresa y al ahorro y cuidado de los materiales para evitar tanto desperdicio y pérdidas por mal almacenamiento.
- Capacitar a otros operarios para que puedan operar el montacargas y la grúa PH, para evitar pérdidas de tiempo e inclusive contratos por la ausencia del único operario calificado.
- Se deben indagar nuevos procesos de tratamiento de agua potable y residual con el fin de mejorar los procesos de eliminación de agentes contaminantes.
- Se debe crear el laboratorio de análisis de agua en las instalaciones de la empresa para probar las diferentes concentraciones de químicos y los nuevos

procesos de purificación del agua, además que se convierte en una forma de ampliar el portafolio de servicios que ofrece la compañía.

- Se deben crear nuevos mercados en los que se pueda incursionar debido al reciente cambio del valor del crudo el cual puede repercutir en falta de pedidos por parte de las petroleras.

BIBLIOGRAFÍA

- 5th World Congress for Software Quality – Shanghai, China – November 2011.
www.juse.or.jp/software/390/attachs/paper07.pdf&cd=5&ved=0CCYQFjAE&usg=AFQjCN GX6db_s_y2hBUW02foDK7TOwGYYSQ
- ANDERSEN, Bjorn. Business Process Improvement ToolBox, Segunda Edición, American Society for Quality. Pág. 212
- CAMPETROL, Cámara colombiana de bienes y servicios petroleros. Directorio 2014
- DANE. Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas Revisión 4 Adaptada a Colombia. Colombia, 2012. Disponible en internet: https://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIU_Rev4ac.pdf
- Ecopetrol. Mapa de Infraestructura de los pozos petroleros. Colombia, Informe anual 2006. Disponible en internet: <http://www.ecopetrol.com.co/especiales/informeanual2006/mapainfraestructura.pdf>
- Gestión de Procesos en le UCA, Guia para identificación y análisis de procesos. 2007. Disponible en internet: http://servicio.uca.es/personal/guia_procesos
- Hammer Michael .La auditoría del proceso, , Harvard Business Review, 2007, Pag. 118. Disponible en internet: <http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Articulo/La%20auditor%C3%ADa%20de%20proceso.pdf>
- Manual sistema integrado de gestión código: GC-MA-1, versión 2, 2 de febrero 2013, Pág. 2
- Mauricio D. y Delgadillo R., (2002) “Algoritmos FFD y BFD para el problema de cortes de Guillotina en 2D” Reporte técnico FISI, UNMSM.
- Ministerio de minas y energía - dirección de hidrocarburos. Listado de pozos campos y contratos vigentes en explotación. 2008. Disponible en internet:

<http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UserFiles/File/Consolidado+%20puntos%20fiscalizacion-Pozos%20por%20contrato+MME-40.pdf>

Nieble, Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo. 11ª Edición. Alfaomega Grupo Editor

VAUGHN, Richard. Introducción a la INGENIERÍA INDUSTRIAL. 2ª Edición. Editorial Reverté s.a. Pag 105, párrafo 2.

West Arco. Electrodo para soldar aceros al carbono, Capítulo 1. Disponible en internet: <http://www.westarco.com/westarco/sp/productos/consumibles/electrodos/upload/1-Electrodos-para-soldar-Aceros-al-Carbono.pdf>