

**Mejoramiento de Procesos del taller de bombas de subsuelo del departamento  
de perforación y Workover en PetroSantander (Colombia) inc.**

**Gloria Marcela Barrera Rodríguez**

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Industrial**

**Director**

**Piedad Arenas Díaz**

**M.Sc. Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología**

**Tutor**

**Fernando Tovar Beltrán**

**Ingeniero de Petróleos**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas**

**Escuela de Estudios Industriales y Empresariales**

**Bucaramanga**

**2018**

## **DEDICATORIA**

*A Dios primero que ha sido mi guía y me ha levantado en todo momento, a él le debo todos mis logros y por el veo hacer realidad este sueño, en sus manos este y todos mis proyectos, a mis padres, hermano y sobrina por su apoyo, amor y comprensión desde que decidí emprender este sueño lejos de casa, pero principalmente a mi madre que ha sido mi fortaleza, mi voz de aliento, mi amiga incondicional y mi ejemplo, a los amigos y compañeros que hicieron parte de esta esta maravillosa etapa.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por hacer este sueño realidad y darme la fortaleza para alcanzarlo.*

*A mi madre ella mi pilar y fortaleza, con sus oraciones, amor y apoyo me trajo hasta aquí, tu que siempre creíste en mí, este logro es para ti.*

*A mi padre por su apoyo y cariño aun estando lejos de casa.*

*A mi hermano también por su apoyo y complicidad.*

*A mi Sofi mi sobrina que con una sonrisa trajo calma aun en los momentos más difíciles.*

*A mis amigos de carrera por juntos escalar este peldaño.*

*A mis docentes por sus enseñanzas durante este proceso, principalmente a mi directora de proyecto por su gran ayuda en el desarrollo del mismo.*

*A PetroSantander Colombia Inc., por abrirme las puertas para desarrollar este proyecto y a todo el personal por su apoyo y cariño.*

## Tabla de Contenido

<b>Introducción</b> .....	16
<b>1. Generalidades de la empresa</b> .....	19
1.1 Reseña histórica y descripción general de la empresa .....	19
1.2 Identificación de la empresa.....	21
1.3 Localización de la empresa .....	21
1.4 Misión .....	22
1.5 Visión .....	23
1.6 Política de calidad .....	23
1.7 Objetivos de calidad.....	24
1.8 Mapa de procesos .....	25
1.9 Estructura organizacional.....	26
<b>2 Descripción del proyecto</b> .....	26
2.1 Planteamiento del problema .....	26
2.2 Objetivo general .....	27
2.3 Objetivos específicos .....	28
2.4 Desarrollo metodológico .....	28
<b>3 Marco de referencia</b> .....	32
3.1 Marco de Antecedentes .....	32
3.2 Marco Teórico .....	33
3.2.1 Inventarios.....	34

3.2.2	Gestión de inventarios.....	36
3.2.3	Abastecimiento o aprovisionamiento.....	38
3.2.4	Conceptos básicos de logística. ....	40
3.3	Marco metodológico .....	41
3.3.1	5p de la producción eficienteas .....	42
3.3.2	Herramienta 5's. ....	43
3.3.3	Ishikawa. ....	45
3.3.4	Análisis ABC para gestión de inventarios. ....	45
<b>4</b>	<b>Diagnóstico .....</b>	<b>48</b>
4.1	Desarrollo del diagnóstico.....	49
4.1.1	Etapa I. ....	49
4.1.1.1	Planta de producción. ....	49
4.1.2	Etapa II. ....	70
4.1.3	Etapa III. ....	70
<b>5</b>	<b>Plan de mejoramiento .....</b>	<b>73</b>
5.1	Mejorar las condiciones del espacio físicas .....	74
5.2	Actualizar manual de funciones y procedimientos .....	77
5.3	Mejorar el flujo de la información.....	78
5.4	Definir políticas y replicar análisis con información actualizada .....	81
5.5	Implementar programa de mantenimiento preventivo a pozos.....	83
5.6	Sistema de indicadores para el proceso de planeación de requerimientos del material y gestión de inventarios para el taller de bombas .....	85
<b>6</b>	<b>Implementación de las propuestas de mejora .....</b>	<b>92</b>

6.1	Mejorar las condiciones del espacio físicas .....	92
6.1.1	Implementación de la cultura 5's al taller de bombas .....	92
6.1.2	Propuesta de fabricación e implementación de una mesa para lavado de partes .....	99
6.1.3	Propuesta de almacenamiento de partes mediante compra de estantería para tubería y partes pequeñas. Se sugirió la implementación de un estante para la tubería que se encuentra en el piso sobre las paredes, y organizadores o canastas para las partes más pequeñas. ....	100
6.1.4	Aprovechamiento de espacio para un mejor almacenamiento y distribución Propuesta terminación del techo parte posterior taller de bombas .....	103
6.2	Actualizar manual de funciones y procedimientos.....	105
6.3	Mejorar el flujo de información.....	105
6.4	Definir políticas y replicar análisis con información actualizada.....	107
6.5	Mantenimiento preventivo a pozos en base a fallas .....	112
<b>7</b>	<b>Sistema de indicadores para el plan de mejora del taller de bombas .....</b>	<b>112</b>
<b>8</b>	<b>Resultados y análisis de la implementación de la propuesta de mejora .....</b>	<b>114</b>
8.1	Mejoras en las condiciones del espacio físicas.....	114
8.2	Actualización de manual de funciones y procedimientos. ....	115
8.3	Mejoras en el flujo de la información .....	115
8.4	Definición de políticas y replica de análisis con información actualizada .....	116
8.5	Implementación de programa de mantenimiento preventivo .....	117
9	Resultados de los Indicadores seleccionados.....	118
9.1	Indicador Porcentaje de paradas por bomba .....	118
9.2	Confiableidad de inventario .....	119
9.3	Frecuencia de uso de partes de bombas.....	120

9.4 Implementación de la Herramienta 5's..... 121

**10. Conclusiones..... 121**

**11. Recomendaciones ..... 123**

Referencias Bibliográficas.....125

### Tabla de figuras

Figura 1 Localización Geográfica Área “Las Monas” (A). .....	22
Figura 2 Mapa de procesos PetroSantander Colombia Inc. ....	25
Figura 3 Elaboración propia a partir del organigrama PetroSantander. ....	26
Figura 4 Diagrama de radar para el cumplimiento de la herramienta .....	50
Figura 5 Evidencia fotográfica taller de bombas .....	51
Figura 6 Evidencia fotográfica taller de bombas .....	52
Figura 7 Evidencia fotográfica taller de bombas .....	53
Figura 8 Evidencia fotográfica taller de bombas .....	54
Figura 9 Evidencia fotográfica taller de bombas PetroSantander Colombia inc. ....	55
Figura 10 Plano. Adaptado del taller de bombas. Facilitado por el departamento de Ingeniería civil. ....	56
Figura 11 Comportamiento de fallas en pozo por bombas 2015. Nota: Adaptada a partir de los datos del archivo Wellfrequency.....	61
Figura 12 Comportamiento de fallas en pozo por bombas 2016. Nota: Adaptada a partir de los datos del archivo Wellfrequency.....	61
Figura 13 Comportamiento fallas en pozo por bombas 2017. Nota: Adaptada a partir de los datos del archivo Wellfrequency .....	62
Figura 14 Gráfica de fallas presentadas en bombas adapta de la información histórica de reportes fallas en bomba .....	63

Figura 15 Clasificación ABC partes de bombas se subsuelo bombeo mecánico.....	64
Figura 16 Diagrama proceso de ensamble bomba subsuelo. ....	67
Figura 17 Diagrama de Ishikawa. Adaptado a partir de la información recogida. ....	68
Figura 18 Diagrama de relaciones.....	69
Figura 19 Diagrama de Pareto Problemas identificados.....	73
Figura 20 Fotografías carteles 5s taller de bomba.....	98
Figura 21 Diseño realizado a partir de bosquejo de idea del encargado de taller de bombas. ....	99
Figura 22 Evidencia fotográfica taller de bombas .....	100
Figura 23 Estantería para tubería propuesta a comprar .....	101
Figura 24 Mueble adaptado para almacenamiento de partes .....	103
Figura 25 Evidencia fotográfica área posterior taller .....	104
Figura 26 Comportamiento del indicador (% de paradas).....	119
Figura 27 Comportamiento del indicador (% confiabilidad inventario) .....	120
Figura 28 Comportamiento del indicador (Frecuencia de uso).....	120

**Lista de tablas**

Tabla 1 Cumplimiento de objetivos .....	18
Tabla 2 Resultados de lista de chequeo 5's .....	50
Tabla 3. Generalidades entrevistas personales.....	57
Tabla 4. Número de fallas por mes del año 2015 a 2017. ....	59
Tabla5 Situaciones con mayor influencia.....	71
Tabla 6. Plan de implementación para mejorar las condiciones del espacio físicas .....	76
Tabla 7. Plan de implementación Actualizar manual de funciones y procedimientos.....	78
Tabla 8. Plan de implementación para mejorar el flujo de la información.....	80
Tabla 9 Plan de implementación para definir políticas y replicar análisis con información actualizada.....	82
Tabla 10. Plan de implementación para programa de mantenimiento preventivo a pozos. ....	84
Tabla 11. Descripción de la propuesta sistema de indicadores .....	86
Tabla 12. Detalles indicador confiabilidad de inventarios .....	87
Tabla 13. Descripción del indicador de planificación de inventarios .....	88
Tabla 14. Descripción del indicador porcentaje de paradas por bomba .....	89
Tabla 15. Descripción del indicador Herramientas 5's .....	90
Tabla 16. Descripción del indicador Frecuencia de uso .....	91
Tabla 17 Plan de implementación de indicadores .....	92
Tabla 18. Lista de verificación.....	93
Tabla 19. Resultados análisis ABC .....	108

Tabla 20. Porcentaje de participación según ABC ..... 109

Tabla 21 Relación partes ABC y frecuencia de daños ..... 110

Tabla 22. Tiempo máximo de entrega de partes de proveedores ..... 111

## RESUMEN

**TITULO:** MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DEL TALLER DE BOMBAS DE SUBSUELO.\*

**AUTOR:** BARRERA RODRÍGUEZ, Gloria Marcela\*\*<sup>1</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Mejoramiento, abastecimiento, gestión de inventarios, procesos.

### DESCRIPCIÓN

El presente proyecto de grado se realiza bajo la modalidad de práctica empresarial, cuyo propósito es principalmente analizar los procesos de planeación, organización, gestión de inventario y abastecimiento del taller de bombas de subsuelo de la empresa, esto con el fin de aumentar la eficiencia de sus procesos, ayudando a reducir tiempos, evitar posibles sobrecostos y dar un mejor aspecto y organización al área de taller.

Para iniciar se realiza un diagnóstico mediante el cual se recoge información cualitativa y cuantitativa, lo cual permite tener una apreciación del estado del taller, identificando los principales problemas y causas.

Posteriormente se formulan propuestas de mejora, con las cuales se logra contribuir en el orden y aseo del área del taller mediante el programa 5's, la gestión para actualización de partes en inventario, la implementación de un análisis ABC para un segmento de partes como muestra para dar prioridad al momento de compra de partes, propuestas de mejora para el aprovechamiento del área y almacenamiento, se realizan también propuestas que serán tomadas en cuenta a futuro quedando sujetas a la implementación de la empresa. Se realizan indicadores de gestión que permiten evaluar los resultados del plan de mejora y finalmente se elaboran conclusiones y recomendaciones para la empresa.

---

\* Proyecto de grado. Modalidad práctica empresarial.

\*\* Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa Ingeniería Industrial. Directora: Piedad Arenas Díaz.

**ABSTRAC**

**TITLE:** IMPROVEMENT OF THE PROCESSES OF THE WORKSHOP OF SUBSUELO PUMPS.\*

**AUTHOR:** BARRERA RODRÍGUEZ, Gloria Marcela\*\*2

**KEY WORDS:** Improvement, supply, inventory management, processes.

**DESCRIPTION**

The present project of degree is made under the modality of business practice, whose purpose is mainly to analyze the processes of planning, organization, inventory management and supply of the subsoil pump workshop of the company, this in order to increase the efficiency of its processes, helping to reduce times, avoid possible cost overruns and give a better appearance and organization to the workshop area.

To start, a diagnosis is made through which qualitative and quantitative information is collected, which allows an appreciation of the state of the workshop, identifying the main problems and causes.

Subsequently, proposals for improvement are formulated, with which it is possible to contribute to the order and cleanliness of the workshop area through the 5's program, the management to update parts in inventory, the implementation of an ABC analysis for a segment of parts as a sample for give priority to the moment of purchase of parts, proposals for improvement for the use of the area and storage, are also made proposals that will be taken into account in the future being subject to the implementation of the company.

Management indicators are made to evaluate the results of the improvement plan and finally conclusions and recommendations for the company are drawn up.

---

\* Bachelor thesis

\*\* Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Programa Ingeniería Industrial. Directora: Jessica Gissella Maradey Lázaro.

## **Introducción**

El bombeo mecánico es un sistema para el procedimiento de succión de petróleo, el cual consta principalmente de una bomba de subsuelo. Este sistema es el más utilizado en los campos de producción de hidrocarburos, debido a su confiabilidad y fácil aplicación.

Este sistema también es el más utilizado por PetroSantander (Colombia) Inc. quienes cuentan con 121 pozos activos de los cuales 73 funcionan con bombeo mecánico, también cuentan con su propio taller de bombas en el cual las fabrican o ensamblan y a su vez las reparan, el taller de bombas juega un papel fundamental en la empresa ya que como se mencionó anteriormente para la extracción del petróleo con bombeo mecánico la bomba es el principal componente. No obstante, se presentan algunas fallas a lo largo de la cadena de abastecimiento de las mismas, por lo cual se genera retraso en la producción en algunas ocasiones.

El presente proyecto consiste en la presentación de una propuesta de mejora y su implementación para el taller de bombas, la cual se enfoca en organización, abastecimiento y almacenamiento de inventarios, con el fin de mejorar la planificación, control y confiabilidad de inventarios, el cual pretende contribuir en la eficiencia de los procesos, evitar posibles sobrecostos y ofrecer un mejor aspecto al área del taller.

Inicialmente, se realizó un diagnóstico del taller de bombas en general que permitió identificar las situaciones críticas o posibles problemas para plantear las propuestas de mejora, en base a estas se diseñó el plan de mejoramiento y se realizó selección de indicadores de gestión.

Finalmente, se implementaron algunas de las mejoras planteadas y un sistema de indicadores que permitirá evaluar los resultados del plan de mejora propuesto.

### Cumplimiento de objetivos

Tabla 1

*Cumplimiento de objetivos*

Objetivo	Cumplimiento
<p>Realizar un diagnóstico de la situación actual del taller de bombas respecto a los procesos de reparación y ensamble de las bombas de subsuelo e inventario y almacenamiento de sus partes, con el fin de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.</p>	<p>Capítulo 4. Página 37.</p>
<p>Formular un plan de mejoramiento con base en los problemas identificados en el diagnóstico realizado al taller de bombas de la empresa.</p>	<p>Capítulo 5. Página 57.</p>
<p>Poner en funcionamiento las mejoras en los procesos de ensamble, reparación y almacenamiento aprobadas por el gerente de producción y Workover.</p>	<p>Capítulo 6. Página 72.</p>
<p>Crear y poner en marcha un sistema de indicadores que permita evaluar el plan de mejoramiento en el taller de bombas.</p>	<p>Capítulo 7. Página 89.</p>

## **1. Generalidades de la empresa**

### **1.1 Reseña histórica y descripción general de la empresa**

Desde 1995 un grupo de inversionistas decidió a través de Petrosantander Colombia Inc, recibir la operación en los campos Payoa, Salinas y Corazones, situados sobre el costado oriental de la cuenca del Valle Medio del Magdalena, en el Departamento de Santander, aproximadamente a 60 kilómetros al oeste de la ciudad de Bucaramanga, en jurisdicción del Municipio de Sabana de Torres sobre la parte norte del Río Sogamoso. En estos campos la compañía ha adelantado proyectos de exploración y explotación de crudo, gas y sus derivados como propano, butano y gasolina, convirtiéndose en una de las principales fuentes generadoras de empleo y desarrollo en la región.

Petrosantander Colombia Inc, es una sucursal del grupo PetroSantander Inc. que tiene sus oficinas principales en Houston (Texas) en donde se cuenta con personal directivo y equipos de profesionales que soportan las decisiones de las operaciones en Colombia. Es una compañía con amplia experiencia en la explotación y producción de campos petroleros maduros, la empresa es reconocida por el manejo de campos marginales, para su operación cuenta con dos sistemas de levantamiento artificial, bombeo mecánico y sistemas de cavidades progresivas (PCP).

PetroSantander (Colombia) Inc. cuenta con 171 empleados directos y 79 indirectos, mediante una estructura organizacional de 10 áreas (Figura 3) y un mapa de procesos establecido (Figura 2).

Dentro de la organización existen diferentes departamentos que operan de la siguiente forma: en la casa matriz ubicada en Houston Texas se encuentra el personal directivo, acompañado por un excelente grupo de ingenieros y geólogos que son soporte importante en las decisiones de Colombia.

En el país la compañía tiene sedes en Bogotá donde se ubican las vicepresidencias financiera y operativa, los Departamentos de Finanzas, compras, Administración Campo y Operaciones. En Bucaramanga está situada la Gerencia de Talento Humano. En Barrancabermeja se localiza la estación Terminal Galán, en la cual se reciben por oleoducto, poliducto y gasoducto, productos como: gas, productos licuados del petróleo y se hace control de presiones y volúmenes de crudo bombeado desde los campos provincia y Payoa, para posterior entrega a refinería. En campo Payoa se Supervisan todas las operaciones directas, se toman las decisiones para solucionar situaciones técnicas y administrativas, y se implementan nuevas estrategias para el desarrollo del campo. Bajo su intervención se controla que los procedimientos se ejecuten dentro de las normas de Seguridad Industrial, salud ocupacional y medio ambiente establecidas para mantener una operación segura y sostenible.

Dentro de las operaciones que se encuentran en campo Payoa está el taller de bombas encargado del ensamble, inspección y reparación de las bombas de subsuelo que se utilizan para la extracción de hidrocarburos dentro de los dos sistemas utilizados por la empresa PCP y bombeo mecánico, para esto se encuentra un único encargado del taller Edgar Espinosa quien acompaña a la empresa hace 20 años y es quien cumple las funciones anteriormente nombradas, todo esto después de ser solicitado por ingeniería.

(Manual de inducción de PetroSantander Colombia Inc.)

## **1.2 Identificación de la empresa**

RAZÓN SOCIAL: Petrosantander. Colombia Inc.

NIT: 800000750-8

OBJETO SOCIAL: Exploración, Explotación, perforación, workover, producción y mercadeo de hidrocarburos.

REPRESENTANTE LEGAL: Lissa Marcela Barreto

TELÉFONO: 7-646 89613

(PetroSantander Colombia Inc, s.f.)

## **1.3 Localización de la empresa**

El Campo Payoa o bloque “Las Monas” está compuesto por cuatro campos productores: “Payoa”, “La Salina”, “Aguas Claras” y “Corazón”, está localizado sobre el costado oriental de la cuenca del Valle Medio del Magdalena, en el Departamento de Santander, aproximadamente a 60 kilómetros al oeste de la ciudad de Bucaramanga, en jurisdicción del Municipio de Sabana de Torres sobre la parte norte del Río Sogamoso.

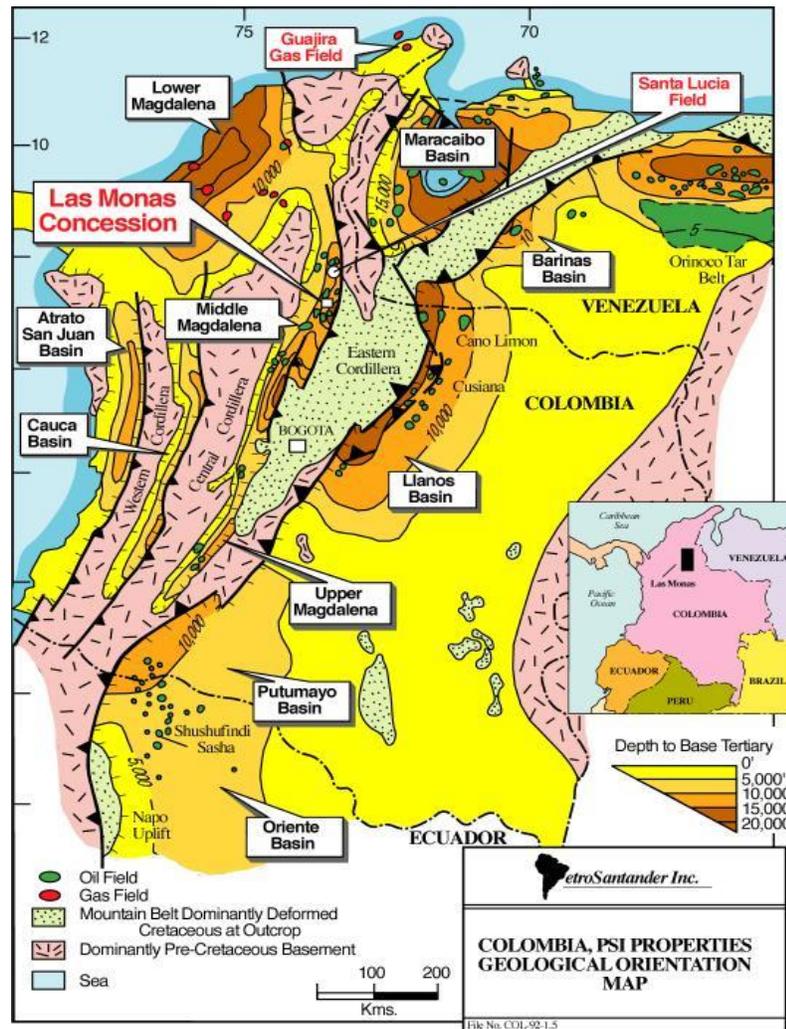


Figura 1. Localización Geográfica Área “Las Monas” Campo Payoa. Adaptado de (PetroSantander Colombia Inc, s.f.)

## 1.4 Misión

Petrosantander (Colombia) Inc. es una compañía con amplia experiencia en la explotación de campos petroleros maduros, orgullosos de la excelente reputación técnica y de su capacidad para optimizar los costos operativos.

Está enfocada en maximizar la producción de hidrocarburos, buscando la mayor rentabilidad para sus asociados mediante una operación eficiente, responsable y sostenible; protegiendo el medio ambiente, la salud y bienestar de sus colaboradores.

(PetroSantander Colombia Inc, s.f.)

### **1.5 Visión**

La visión de Petrosantander (Colombia) Inc., es consolidarse como la empresa independiente de mayor reconocimiento en Colombia, por la eficiente explotación de campos petroleros maduros de forma responsable con el medio ambiente, con la salud y el bienestar de sus colaboradores.

Para alcanzar esta meta se propone:

- Buscar empresas conjuntas, alianzas y acuerdos de mejoramiento de producción con empresas del sector de hidrocarburos.
- Crear oportunidades de negocio a través de nuevas estrategias e implementación de tecnologías exitosas.
- Incrementar la producción y las reservas de hidrocarburos a un costo razonable, aumentando la rentabilidad.
- Implementar, certificar y mejorar continuamente su Sistema de Gestión de Calidad.

(PetroSantander Colombia Inc, s.f.)

### **1.6 Política de calidad**

La Dirección de Petrosantander (Colombia) Inc., empresa dedicada a la eficiente explotación de campos petroleros maduros ha determinado como Política de Calidad:

- Velar por el cumplimiento de los requisitos del cliente y partes interesadas.
- Contar con la participación de personal competente y asignar los recursos necesarios para la operación.
- Establecer el seguimiento, control y análisis del desempeño de sus procesos.
- Implementar acciones tendientes al mejoramiento de su Sistema de Gestión de Calidad.

(PetroSantander Colombia Inc, s.f.)

### **1.7 Objetivos de calidad**

- Mantener y aumentar la satisfacción del cliente respecto al cumplimiento de sus requisitos
- Mantener la competencia del talento humano.
- Proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la óptima explotación de campos petroleros maduros.
- Controlar los procesos del Sistema de Gestión de Calidad.
- Cumplir con los presupuestos asignados

(PetroSantander Colombia Inc, s.f.)

1.8 Mapa de procesos

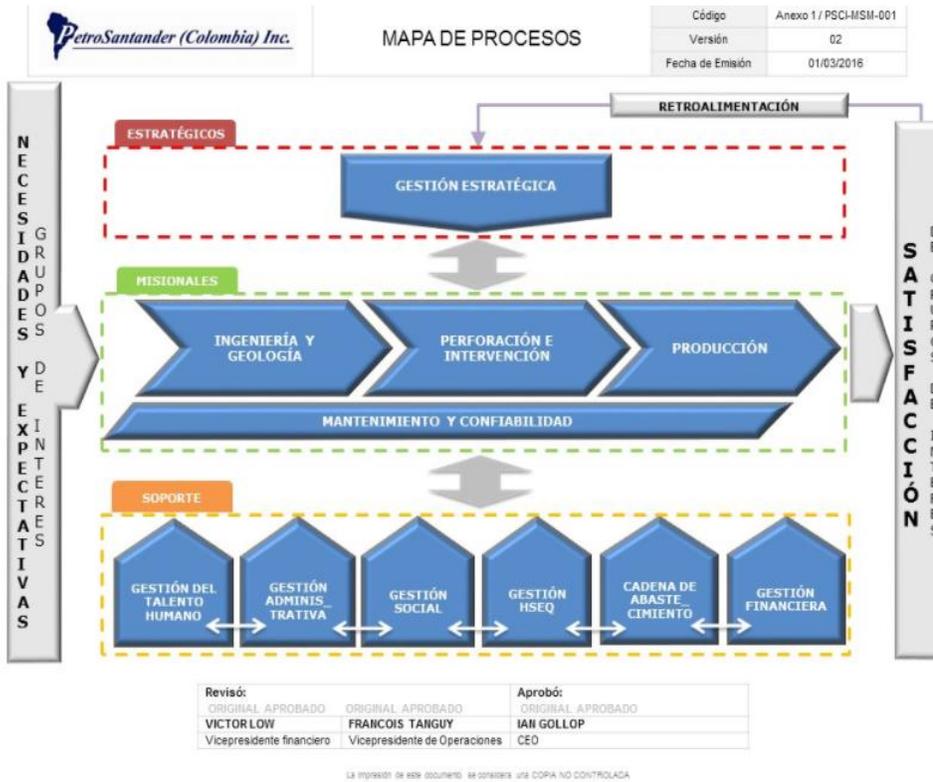


Figura 2. Mapa de procesos. Adaptado de (PetroSantander Colombia Inc, s.f.)

## 1.9 Estructura organizacional

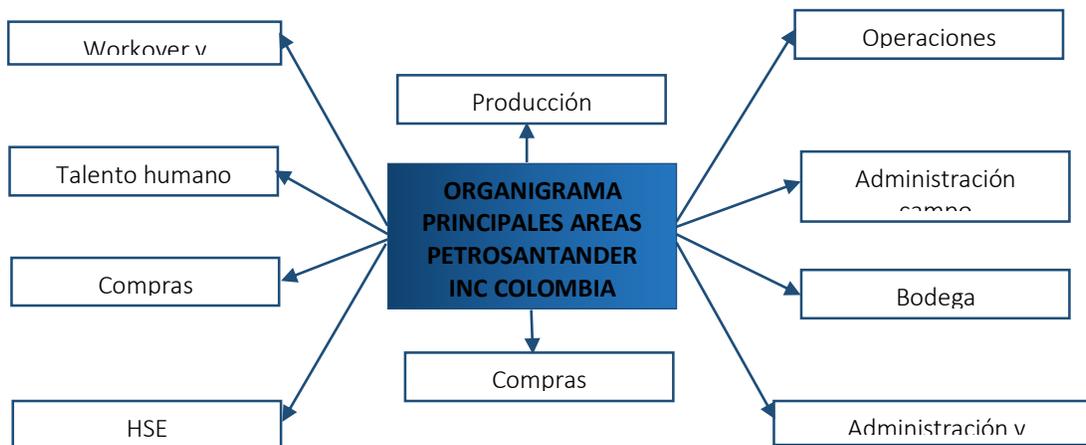


Figura 3. Estructura organizacional PetroSantander.

## 2 Descripción del proyecto

### 2.1 Planteamiento del problema

El taller de bombas de PetroSantander Colombia Inc. ubicado en el campo Payoa via Sabana de torres, se ha caracterizado por ser uno de los componentes fundamentales en el proceso de la empresa, contribuyendo en la operación y a su vez en la disminución de costos e idealmente tiempo, al tener un taller dentro de la empresa donde se reparan y ensamblan las bombas que se requieren en los diferentes pozos.

A pesar de la gran ayuda que representa tener el taller dentro de la empresa, este no cuenta con la organización adecuada, ni tampoco con un modelo de gestión de planeación de abastecimiento,

en el cual se ven involucrados los departamentos de compras y en el caso de inventarios bodega, por esta razón se presentan problemas como ausencia de materiales requeridos, lo cual genera un retraso en las operaciones dependientes y por ende pérdidas o según el caso sobrecostos.

Lo anterior afecta la eficiencia de la empresa y por ende genera la necesidad de plantear una reorganización en la parte de inventarios y abastecimiento para mejorar las condiciones de los procesos involucrados y la razón social de la empresa en general.

Este proyecto de grado está enfocado en contribuir con una posible solución para la problemática planteada, diseñando e implementando un plan de mejoramiento para el taller de bombas, el cual tendrá un soporte mediante indicadores de gestión que permitan tomar decisiones y logren un impacto positivo sobre los recursos y resultados del taller.

## **2.2 Objetivo general**

Diseñar e implementar un plan de mejoramiento de procesos para el Taller de Bombas de subsuelo del departamento de perforación y workover en PetroSantander (Colombia) Inc. con el fin de aumentar la eficiencia de procesos.

### **2.3 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del taller de bombas respecto a los procesos de reparación y ensamble de las bombas de subsuelo e inventario y almacenamiento de sus partes, con el fin de identificar deficiencias y oportunidades de mejora.
- Formular un plan de mejoramiento con base en los problemas identificados en el diagnóstico realizado al taller de bombas de la empresa.
- Poner en funcionamiento las mejoras en los procesos de ensamble, reparación y almacenamiento aprobadas por el gerente de producción y Workover.
- Crear y poner en marcha un sistema de indicadores que permita evaluar el plan de mejoramiento en el taller de bombas.

### **2.4 Desarrollo metodológico**

Para la planeación e implementación del mejoramiento del taller de bombas de PetroSantander se llevaron a cabo las siguientes fases:

#### **FASE 1. Observación y documentación de los procesos**

Se visitó el área de taller en diversas oportunidades, con el fin de conocer a profundidad los procesos realizados allí, su funcionamiento, importancia y áreas involucradas, para así determinar los puntos críticos. También se realizó una búsqueda de documentación en físico y en sistema de información relevante relacionada con el taller.

## **FASE 2. Diagnóstico del taller**

Con base en la información obtenida en la fase anterior mediante visitas, entrevistas y documentación, se procedió a realizar el diagnóstico del taller el cual tuvo un desarrollo metodológico de tres etapas, todo esto se realiza con el fin de analizar los puntos críticos priorizarlos y continuar con el plan de mejoramiento para los mismos.

### **Etapas realizadas en el diagnóstico:**

#### **Etapas realizadas en el diagnóstico:**

Se utilizaron las 5p para identificar las características:

- **Planta de producción:** Se evaluó con la ayuda de la herramienta 5s para identificar orden y aseo en el área de taller de bombas, se realizó un registro fotográfico para tener una mejor apreciación de los espacios y las etapas mencionadas, también se adecuó un plano de la empresa en el programa AutoCad para obtener el área del taller y poder dimensionar si los espacios si son o no adecuados según la operación.

- **Personas:** Se evaluó con la herramienta de entrevistas para saber quiénes son los encargados del área, sus respectivas funciones en el proceso y sus perspectivas de la situación actual.
- **Partes:** Se evaluó mediante un análisis gráfico el comportamiento de fallas en pozos por bombas en los últimos 3 años, se realiza también un análisis ABC de las partes correspondientes a bombas.
- **Procesos de producción:** Se evaluó con diagramas de flujo de procesos correspondiente al proceso de pedido de partes a bodega y finalmente el ensamble de una bomba.
- **Planeación y control:** Se evaluó con la ayuda de dos diagramas de relaciones, uno que permite identificar la cadena de procesos dependientes de una distribución por procesos a partir del taller y otro que muestra los problemas identificados en esta área.

### **Etapa II: Se recopiló la información**

Teniendo en cuenta la etapa I se realizó una recopilación de la información encontrada, con el fin de visualizar lo que se consiguió, darle un orden y poder seguir con la siguiente etapa.

### **Etapa III: Análisis de la información**

Para esta etapa se analizó la información hallada en las dos etapas anteriores, se identificaron los problemas destacados en cada p del diagnóstico con el fin de decidir cuál es el principal problema, se utilizó la herramienta del diagrama de Pareto en base a los problemas hallados en el diagrama de relaciones, con el fin de organizar los datos obtenidos de forma que se pueda asignar un orden de prioridades.

### **FASE 3. Plan de mejoramiento e implementación**

Basado en las fases anteriores se realiza un plan de mejoramiento para el taller de bombas, para esto se realizaron reuniones con gerencia donde se escucharon las necesidades y se expusieron los puntos críticos encontrados, se llega a un acuerdo y se procede a implementar las propuestas aprobadas. Para la implementación del plan de mejoramiento se tuvieron en cuenta datos obtenidos de las fases anteriores y se buscaron otros necesarios para lograr mejorar los procesos de abastecimiento e inventario y organización en el taller.

### **FASE 4. Implementación del sistema de indicadores y capacitación.**

Finalmente se construyó un sistema de indicadores de gestión que permiten dar seguimiento a las mejoras y sugerencias implementadas, ayudando a la empresa a tener un mejor control sobre los procesos de inventarios y organización. Se realiza también la capacitación de la persona encargada del taller de bombas sobre las mejoras realizadas y sobre el uso de los indicadores.

### 3 Marco de referencia

#### 3.1 Marco de Antecedentes

A continuación, se citan algunos de los proyectos revisados con los que se encontró similitud en los casos de mejoramientos aplicados a empresas, estos proyectos sirvieron de guía y ayuda en el proceso de mejoramiento para la empresa PetroSantander Colombia Inc.

(Cristancho Banco, 2017) realiza un plan de mejoramiento del proceso de reparación de colisiones de CENTRAL MOTOR, donde se basa en la mejora para los procesos del taller de la empresa, este proyecto fue de gran ayuda al tratar algunos puntos similares, sirvió de gran apoyo y guía en literatura y estructura.

(Pico Gutiérrez, 2017) en su proyecto mejoramiento del proceso productivo y logístico de la compañía HEG, realiza e implementa un plan de mejora para los procesos de aprovisionamiento, almacenamiento, gestión de inventarios y tiempo de aprovisionamiento, teniendo en cuenta la similitud en los temas a tratar, su proyecto ayudo en el estudio de estos temas y la observación de diferentes métodos y resultados.

(León Córdoba, 2017) realizó un plan de mejora en la empresa Industrial de Accesorios LTDA. donde cuenta que la misma ha encontrado problemas en sus procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y despacho a partir del seguimiento interno que se le hace a cada uno de ellos al momento de planificar la compra y despachos de productos, así como la eficiencia en los tiempos

de alistamientos de los pedidos, dado que este proyecto cuenta con una temática similar a la que se quiere abordar, el proyecto sirvió como guía principalmente en los temas de gestión de proveedores, gestión de compras y recepción de mercancías.

(Zapata Mora, 2011) en su proyecto “Mejoramiento de la gestión aprovisionamiento, almacenamiento e inventario para la empresa Naturnet Colombia Ltda.”, habla sobre la importancia de las compras, menciona que cada organización, ya sea un fabricante, mayorista o minorista, compra de materiales, servicios y suministros para apoyar sus operaciones. Históricamente la compra se ha percibido como una actividad administrativa de oficina o de bajo nivel que tienen a su cargo la responsabilidad de ejecutar y procesar los pedidos iniciados en otro lugar de la organización. La función de las compras era obtener de un proveedor el recurso deseado al precio de compra más bajo posible. Este punto de vista tradicional de las compras, ha cambiado sustancialmente en las últimas décadas. El enfoque moderno está en el gasto total y el desarrollo de relaciones entre los compradores y los vendedores. Como resultado, el aprovisionamiento se ha elevado a una actividad estratégica. La lectura de párrafos como el anterior de este proyecto sirvió para aterrizar la importancia del área de compras en una empresa y dar un mayor enfoque en este proyecto a la misma.

### **3.2 Marco Teórico**

El siguiente marco teórico tiene como objetivo mostrar las bases conceptuales en las cuales se ha enfocado el proyecto, se divide en los siguientes componentes principales: gestión de inventarios,

aprovisionamiento y abastecimiento y finalmente los conceptos básicos de logística.

**3.2.1 Inventarios.** Son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización. Un sistema de inventario es el conjunto de políticas y controles con los cuales se vigilan los niveles del inventario y determinan los que se van a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y las dimensiones de los pedidos.

### **Propósitos del inventario**

- **Para mantener la independencia entre las operaciones.** El suministro de materiales en el centro de trabajo permite flexibilidad en las operaciones. Por ejemplo, debido a que hay costos por crear una nueva configuración para la producción, este inventario permite a la gerencia reducir el número de configuraciones.

La independencia de las estaciones de trabajo también es deseable en las líneas de ensamblaje. El tiempo necesario para realizar operaciones idénticas varía de una unidad a otra. Por lo tanto, lo mejor es tener un colchón de varias partes en la estación de trabajo de modo que los tiempos de desempeño más breves compensen los tiempos de desempeño más largos. De esta manera, la producción promedio puede ser muy estable.

- **Para cubrir la variación en la demanda.** Si la demanda del producto se conoce con precisión, quizá sea posible (aunque no necesariamente económico) producirlo en la cantidad exacta para cubrir la demanda. Sin embargo, por lo regular, la demanda no se conoce por completo, y es preciso tener inventarios de seguridad o de amortización para

absorber la variación.

- **Para permitir flexibilidad en la programación de la producción.** La existencia de un inventario alivia la presión sobre el sistema de producción para tener listos los bienes. Esto provoca tiempos de entrega más alejados, lo que permite una planeación de la producción para tener un flujo más tranquilo y una operación a más bajo costo a través de una producción de lotes más grandes. Por ejemplo, los altos costos de configuración favorecen la producción de mayor cantidad de unidades una vez que se realiza la configuración.
- **Protegerse contra la variación en el tiempo de entrega de la materia prima.** Al pedir material a un proveedor, pueden ocurrir demoras por distintas razones: una variación normal en el tiempo de envío, un faltante del material en la planta del proveedor que da lugar a pedidos acumulados, una huelga inesperada en la planta del proveedor o en una de las compañías que realizan el envío, un pedido perdido o un embarque de material incorrecto o defectuoso.
- **Aprovechar los descuentos basados en el tamaño del pedido.** Hay costos relacionados con los pedidos: mano de obra, llamadas telefónicas, captura, envío postal, etc. Por lo tanto, mientras más grande sea el pedido, la necesidad de otros pedidos se reduce. Asimismo, los costos de envío favorecen los pedidos más grandes; mientras más grande sea el envío, menor será el costo unitario. (Richard B. Chase, 2010)

**3.2.2 Gestión de inventarios.** El inventario de un almacén incluye todos los bienes y materiales que son usados en el proceso de producción, mantenimiento, distribución y en general, en la logística de servicios.

Su función es servir de amortiguador entre la demanda de bienes por parte de unos clientes (cuya naturaleza puede ser muy variada) y la capacidad de producción de bienes y servicios de la empresa.

Su objetivo es conseguir un equilibrio entre la calidad de servicio ofrecido a los clientes o usuarios y la inversión económica necesaria para ello, y que se traduce en un inmovilizado que, en muchos casos, supone unos recursos financieros de dimensiones espectaculares.

Además de esta inmovilización de capital presenta otros inconvenientes como lo son:

- Se requiere espacio, mano de obra y tecnología para su manipulación
- Se deteriora o queda en desuso
- En ocasiones se pierde o es robado

No obstante, con una gestión adecuada, las ventas de todo tipo y los beneficios económicos que de su uso pueden derivarse superan a los inconvenientes y costes asociados.

La gestión de inventarios tiene gran importancia ya que confirma o verifica el tipo de existencias que dispone la empresa, mediante un recurso físico de los materiales existentes.

Es necesario realizar inventarios para confrontar los datos registrados en las base de datos con las existencias reales disponibles en el almacén.

La importancia de hacer un inventario en condiciones reside en que nos va a proporcionar una serie de factores de valoración pormenorizada de las mercancías de las que disponemos al día. Tener inventariado un almacén es importante por razones como:

- Se tendrá localizadas las existencias en todo momento
- Permitirá conocer la aproximación del valor total de las existencias. Se podrá saber que beneficio o pérdidas en el cierre contable de año tiene la empresa
- Ayudará a saber qué tipos de productos tienen más rotación
- Se podrán tomar decisiones sobre cómo organizar la distribución del almacén o bodega, según las estadísticas de los inventarios
- Se tendrá siempre información sobre el stock del que se dispone en el almacén

(Coalla, 2017)

### **Técnicas de gestión de inventarios**

Las técnicas de gestión del inventario o las maneras en que lo gestionemos, impactan directamente sobre la cadena de suministro, hasta el punto de poder hacer fracasar al negocio. En su base, la gestión del inventario se refiere al control del flujo de productos y servicios dentro de una organización.

Si el nivel de inventario no es correctamente gestionado, puede ser un gran peso para el cash flow (Diferencia entre los cobros y pagos de una empresa en un período determinado), a la vez que incrementa los costes de mantener esos stocks, pérdida de tiempo, así como una ineficiencia en la cadena de suministro y en el ciclo de venta, incluso con falta de servicio a los clientes y pérdida de ventas.

La gestión y optimización del inventario es una parte intrínseca del negocio, en la cual nadie quiere tener un problema, pero que en muchas ocasiones sí los hay, aunque se desconozcan. Estas son algunas de las técnicas de gestión del inventario que son empleadas por diferentes organizaciones, y que muchas veces la solución óptima está en el uso de varias de ellas dentro de nuestras organizaciones: Just in Time, Análisis ABC, Dropshipping, Cross-docking, Back ordering, VMI o consigna. Cada negocio o empresa es diferente por lo cual puede mirar cual técnica le conviene más.

(Barinaga, 2018)

**3.2.3 Abastecimiento o aprovisionamiento.** Es el conjunto de operaciones que realiza la empresa para abastecerse de los materiales necesarios cuando tiene que realizar las actividades de fabricación o comercialización de sus productos. Comprende la planificación y gestión de las compras, el almacenaje de los productos necesarios y la aplicación de técnicas que permitan mantener unas existencias mínimas de cada material, procurando que todo ello se realice en las mejores condiciones y al menor coste posible.

Una buena política de aprovisionamiento contribuye con los objetivos generales de la empresa a través de una buena gestión del stock, en las mejores condiciones de abastecimiento y calidad.

Para ello, se establecen líneas de coordinación entre los distintos departamentos o secciones y se definen las necesidades y los presupuestos.

Las principales funciones de la gestión de aprovisionamiento son:

- Adquirir los materiales necesarios para la elaboración o comercialización de los productos.
- Gestionar el almacenaje de los productos, aplicando las técnicas que permitan mantener los stocks mínimos de cada material.
- Controlar los inventarios y los costes asociados a los mismos, utilizando las técnicas de manipulación y conservación más adecuadas.

El stock almacenado representa una inversión de capital inmovilizado; por eso, desde el punto de vista económico, conviene tener un nivel de existencias que guarde equilibrio con el ritmo de ventas o las cantidades que de cada producto necesita la empresa. Un stock excesivo resulta caro de mantener (coste de espacio, almacenaje, mantenimiento y manipulación, etc.) y disminuye la competitividad de la empresa; por el contrario, un stock insuficiente puede suponer perder ventas, insatisfacción de los clientes o la pérdida de éstos.

Para que la empresa consiga una gestión óptima de aprovisionamiento debe alcanzar, entre otros, los siguientes objetivos:

- Calcular las necesidades de la empresa logrando un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas y otros suministros.

- Minimizar la inversión en inventarios: partiendo de una buena gestión de stocks se pueden reducir al máximo los costes de almacenamiento por pérdidas o daños en el producto, por obsolescencia o baja de artículos perecederos, etc.
- Establecer un sistema de información eficiente; se debe proporcionar a las secciones implicadas el estado del inventario y pasar a contabilidad informes sobre el valor monetario de las existencias.
- Cooperar con el departamento de compras, para que se puedan lograr adquisiciones económicas manteniendo un transporte eficiente que incluye las actividades de despacho y recibo de mercancías.

Como es obvio, estos objetivos no se pueden cumplir al mismo tiempo, pueden surgir conflictos o acontecimientos inesperados. Por eso, es necesario buscar un equilibrio para lograr minimizar los costes asociados a cada uno de ellos, procurando al mismo tiempo maximizar el servicio al cliente.

(Serrano, 2011)

**3.2.4 Conceptos básicos de logística.** Logística es el proceso de planeación, instrumentación y control eficiente y efectivo en costo de flujo y almacenamiento de materias primas, de los inventarios de productos en proceso y terminados, así como del flujo de información respectiva desde el punto de origen hasta el punto de consumo (incluyendo los movimientos internos y externos, y las operaciones de exportación e importación), con el propósito de cumplir con los requerimientos de los clientes.

La misión de los logísticos es proveer bienes y servicios a los clientes de acuerdo a sus necesidades y requerimientos en la forma más eficiente posible:

La misión de la logística es llevar los bienes o servicios correctos al lugar correcto, en el tiempo correcto y en las condiciones deseadas, mientras se hace la mejor contribución a la empresa.

Algunas tecnologías de información para logística y el servicio al cliente se pueden agrupar en tres grupos:

- Sistema de gestión automatizada de pedidos y despachos, que permiten reducir los plazos de proceso de pedidos y las entregas a clientes; aplicar condiciones comerciales complejas acordadas con los canales de distribución; optimizar la asignación de existencias y bodegas de servicio a los pedidos.
- Sistemas de control del servicio, normalmente basados en indicadores generados a partir de la información recogida por los sistemas de gestión de pedidos y despachos.
- Sistemas de pronóstico de la demanda y planeación logística, que permiten asegurar el servicio al cliente, ofreciendo la posibilidad de anticiparse a la demanda con existencias y costos mínimos.

(Ballou, 1998)

### **3.3 Marco metodológico**

A continuación, se mencionan y especifican las herramientas contempladas en el proyecto.

**3.3.1 5p de la producción eficiente.** Los expertos mencionan que la elección de un proceso u operación eficiente es pieza fundamental a la hora de alcanzar un objetivo personal o profesional. El vertiginoso ritmo de vida y competencia imperante en la actualidad, obliga algunas veces a “comprometer” etapas de los procesos, dando como resultado errores que perfectamente pudieron ser corregidos.

- **Planta de producción:** Es el lugar en donde se lleva a cabo la producción de los bienes o servicios de la organización. En el caso de un restaurante, por ejemplo, la planta de producción es precisamente el restaurante, es decir, el lugar en donde se lleva a cabo la producción del servicio que se ofrece a los clientes.
- **Personas:** Este caso se refiere a todo el personal que trabaja en la empresa, es decir, los obreros o ingenieros en el caso de una fábrica, las estilistas en un salón de belleza, los vendedores en una tienda, o los meseros y cocineros en el caso de un restaurante.
- **Partes:** Hace referencia a la materia prima, agua, luz, teléfono que es necesaria para fabricar un producto o para proporcionar un servicio. Por ejemplo, el cuero, el pegamento, las suelas que se requieren para fabricar zapatos, o bien los alimentos, platos, agua, luz, gas, en el caso de un restaurante.

- **Procesos de producción:** Se refieren al conjunto de actividades o pasos para fabricar los bienes y/o servicios.
- **Planeación y control:** Es el control de los sistemas de la producción. (Ministerio de Producción, Tecnología e Innovación de Mendoza, Argentina, 2011)

**3.3.2 Herramienta 5's.** Las 5s son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Estos nombres son:

1. Seiri: organizar y seleccionar. Se trata de organizar todo separar lo que sirve de lo que no sirve y clasificar esto último. Por otro lado, aprovechamos la organización para establecer normas que nos permitan trabajar en los equipos/maquinas sin sobresaltos. Nuestra meta será mantener el progreso alcanzado y elaborar planes de acción que garanticen la estabilidad y nos ayuden a mejorar.
3. Seiton: ordenar. Tiramos lo que no sirve y establecemos normas de orden para cada cosa. Además, vamos a colocar normas a la vista para que sean conocidas por todos y en el futuro nos permitan practicar la mejora de forma permanente. Así pues, situamos los objetos/herramientas de trabajo en orden, de tal forma que sean fácilmente accesibles para su uso, bajo el eslogan de “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

4. Seiso: limpiar. Realizar la limpieza inicial con el fin de que el operador/administrativo se identifique con su puesto de trabajo y maquinas/equipos que tenga asignados. No se trata de hacer brillar las máquinas y equipos, sino de enseñar al operario/administrativo cómo son sus máquinas/equipos por dentro e indicarle, en una operación conjunta con el responsable, donde están los focos de suciedad de su máquina/puesto. Así pues, hemos de lograr limpiar completamente el lugar de trabajo, de tal forma que no haya polvo, salpicaduras, virutas, etc., en el piso, ni en las máquinas y equipos.
  
5. Seiketsu: mantener la limpieza. A través de gamas y controles, iniciar el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarles y mantener el nivel de referencia alcanzado. Así pues, esta S consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos, así como mediante controles visuales de todo tipo.
  
6. Shitsuke: Rigor en la aplicación de consignas y tareas. Realizar la auto inspección de manera cotidiana. Cualquier momento es bueno para revisar y ver cómo estamos, establecer las hojas de control y comenzar su aplicación, mejorar los estándares de las actividades realizadas con el fin de aumentar la fiabilidad de los medios y el buen funcionamiento de los equipos de oficinas. En definitiva, ser rigurosos y responsables para mantener el nivel de referencia alcanzado, entrenando a todos para continuar la acción con disciplina y autonomía.

Las tres primeras fases, organización, orden y limpieza, son operativas. La cuarta, a través del control visual y las gamas, ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores mediante la aplicación de estándares incorporados en las gamas. La quinta fase permite adquirir el hábito de las prácticas y aplicar la mejora continua en el trabajo diario. (Rey Sacristán Francisco.)

**3.3.3 Ishikawa.** El diagrama de Ishikawa es una herramienta gráfica utilizada en empresas que ofrece una visión global de las causas que han generado un problema y de los efectos que este ha provocado. Como las causas están jerarquizadas es posible identificar de manera concreta las fuentes del problema.

El diagrama de Ishikawa, identifica las causas y los efectos de un problema de forma sintética, También se puede utilizar como herramienta de análisis en la gestión de proyectos (particularmente en la gestión de riesgos) y en la búsqueda de la calidad.

Esta herramienta permite no omitir ciertas causas de un problema y proporcionar los elementos necesarios para el estudio de las posibles soluciones del mismo. Se considera que este diagrama es una herramienta de gestión de calidad.

(Saeger)

**3.3.4 Análisis ABC para gestión de inventarios.** La optimización del inventario en la cadena de suministro, un análisis ABC es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C: Los artículos pertenecientes a la categoría A

son los más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos. Este método tiene como objetivo llamar la atención de los gerentes hacia los pocos artículos de importancia crucial (artículos A) en lugar de hacia los muchos artículos triviales (artículos C).

### **Priorización de la atención de los gerentes**

La optimización del inventario es crítica para poder mantener los costes bajo control dentro de la cadena de suministro. No obstante, para poder aprovechar al máximo los esfuerzos de los gerentes, resulta eficaz concentrarse en los artículos que cuestan más al comercio.

El principio de Pareto establece que el 80 % del valor de consumo total se basa solo sobre el 20 % de los artículos totales. En otras palabras, la demanda no está distribuida uniformemente entre los artículos: los que más se venden superan ampliamente a los demás.

El método ABC establece que, al revisar el inventario, una empresa debería \*clasificar los artículos de la A a la C\*, basando su clasificación en las siguientes reglas:

Los artículos A son bienes cuyo valor de consumo anual es \*el más elevado\*. El principal 70-80 % del valor de consumo anual de la empresa generalmente representa solo entre el 10 y el 20 % de los artículos de inventario totales.

Los artículos C son, al contrario, artículos con el menor valor de consumo. El 5 % más bajo del valor de consumo anual generalmente representa el 50 % de los artículos de inventario totales.

Los artículos B son artículos de una clase intermedia, con un valor de consumo medio. Ese 15-25 % de valor de consumo anual generalmente representa el 30 % de los artículos de inventario totales.

A través de esta categorización, el gerente de suministro puede identificar puntos claves de inventario y separarlos del resto de los artículos, especialmente a aquellos que son numerosos, pero no rentables.

### **Políticas de gestión de inventario análisis ABC**

Las políticas basadas en el análisis ABC aprovechan el desequilibrio de las ventas delineado por el principio de Pareto. Esto implica que cada artículo debería recibir un tratamiento ponderado que corresponda a su clase:

Los artículos A deberían ser sometidos a un estricto control de inventario, contar con áreas de almacenamiento mejor aseguradas y mejores pronósticos de ventas. Las reórdenes deberían ser frecuentes (reórdenes semanales o incluso diarias). En los artículos A, evitar las situaciones de faltas de existencias es una prioridad.

La reorden de los artículos C se realiza con menos frecuencia. Una política típica para el

inventario de los artículos C consiste en tener solo una unidad disponible, y realizar una reorden solo cuando se ha verificado la venta real. Este método lleva a una situación de falta de existencias después de cada compra, lo que puede ser una situación aceptable, ya que los artículos C presentan tanto una baja demanda con un mayor riesgo de costes de inventario excesivos. Para los artículos C, la pregunta no es tanto ¿cuántas unidades almacenamos?, sino ¿debemos siquiera almacenar este artículo?

Los artículos B gozan del beneficio de una condición intermedia entre A y B. Un aspecto importante de esta clase es la monitorización de una potencial evolución hacia la clase A o, por el contrario, hacia la clase C.

Repartir los artículos en las clases A, B y C es relativamente arbitrario. Esta agrupación solo representa una interpretación bastante directa del principio de Pareto. En la práctica, el volumen de ventas no es la única métrica que mide la importancia de un artículo. El margen, así como el impacto de las situaciones de faltas de existencias en la actividad del cliente, también deberían influenciar la estrategia de inventario.

(Joffrey Collignon, 2012)

#### **4 Diagnóstico**

A continuación, se presenta el diagnóstico correspondiente al taller de bombas de la empresa PetroSantander Colombia Inc.

## 4.1 Desarrollo del diagnóstico

**4.1.1.1 Etapa I.** Se inició la etapa proceso con la caracterización de acuerdo a la clasificación de las 5p:

**Planta de producción.** En el taller de bombas que es el lugar donde se ensamblan y reparan las bombas de subsuelo se observó y mediante registros fotográficos se muestra evidencia del orden y aseo con lo referente a la herramienta 5's. También se llevó a cabo el diligenciamiento de la lista de chequeo 5's (Apéndice E) con el fin de realizar un análisis y evaluación del cumplimiento de la misma, basado en sus etapas Seiso, Seiketsu, Seiri, Shitsuke y Seiton con un criterio de valoración de 0 a 30 para identificar la S más crítica.

Se realizó el diagrama de radar mediante el análisis de la lista de chequeo 5's que muestra en porcentajes el cumplimiento de cada una de las 5 etapas en el taller de bombas de subsuelo de la empresa Petrosantander Colombia Inc. Luego de esto se realizó la búsqueda y adaptación del plano correspondiente al taller con el fin de tener claridad de su tamaño y dimensionar el área.

A continuación, se puede observar el diagrama de red obtenido mediante la inspección de las 5's.



*Figura 4 . Diagrama de radar para el cumplimiento de la herramienta.*

Se muestran también los resultados del porcentaje de implementación de las etapas correspondientes a la herramienta 5's a partir del cociente del puntaje obtenido con respecto al puntaje posible.

Tabla 2

*Resultados de lista de chequeo 5's*

<i><b>Etapas</b></i>	<i><b>Puntaje Posible</b></i>	<i><b>Puntaje Obtenido</b></i>	<i><b>% Implementación</b></i>
<i>Selección (SEIRI)</i>	<i>270</i>	<i>200</i>	<i>74,07%</i>
<i>Organización (SEITON)</i>	<i>210</i>	<i>110</i>	<i>52,38%</i>
<i>Limpieza (SEISO)</i>	<i>210</i>	<i>140</i>	<i>66,67%</i>
<i>Estandarización (SEIKETSU)</i>	<i>240</i>	<i>140</i>	<i>58,33%</i>
<i>Disciplina (SHITSUKE)</i>	<i>210</i>	<i>150</i>	<i>71,43%</i>
<i>Total</i>	<i>1.140</i>	<i>740</i>	<i>64,91%</i>

---

Nota: Adaptado de: Lista de chequeo 5's.

Mediante el porcentaje de cumplimiento en cada etapa de las 5's se puede observar que SEITON es la más crítica con un porcentaje de 52,38% seguida de SEIKETSU con un porcentaje de 58,33% y en tercer lugar SEISO con un porcentaje de 66,67%.

#### 4.1.1.1.1 Análisis por etapa.

**SEISO (Limpieza):** Esta etapa obtuvo un porcentaje de implementación de 66,67%.

La empresa cuenta con personas encargadas del aseo a pisos para esta y todas las áreas de la empresa. Sin embargo, no se observan tan limpios algunos de los muebles. En ocasiones también se encuentran algunos retos o artículos en el suelo del taller.



Figura 5. Evidencia fotográfica taller de bombas

**SEIKETSU (Estandarización):** Esta etapa obtuvo un porcentaje de implementación de 71,43%. La empresa no cuenta con un sistema de etiquetado para almacenamiento transitorio de

elementos que no son del área, pero normalmente no hay presencia de estos. La empresa manifiesta que no existen archivos o documentos obsoletos en el área sin importar su antigüedad ya que mediante estos se pueden determinar comportamientos, pese a que se encuentra información en digital, los archivos físicos se revisan con más comodidad. En el proceso de inducción no se tiene en cuenta la metodología de orden y aseo. Se encuentran listas de chequeo para verificar estado y ubicación de los elementos de seguridad, protección y atención ante emergencias, pero se informa que actualmente no se están aplicando.



Figura 6. Evidencia fotográfica taller de bombas

**SHITSUKE (Disciplina):** Esta etapa obtuvo un porcentaje de implementación de 71,43%.

La empresa realiza una reunión mensual de HSE donde se resaltan las personas por su desempeño en el orden y aseo, pero no específicamente con la herramienta de las 5s si no en general. La empresa está implementando desde hace poco la herramienta de las 5s por lo tanto aun no cuentan con los controles visuales para su verificación.



Figura 7. Evidencia fotográfica taller de bombas

**SEITON (Organización):** Esta etapa obtuvo un porcentaje de implementación de 52,38%.

Algunas herramientas cuentan con un orden específico pero este lo sabe solamente el encargado del taller, quien sabe dónde coloca o guarda cada cosa, pero no se encuentra en el área un sistema de clasificación como etiquetado, código de colores que permitan la fácil comprensión y visualización de las herramientas y/o documentos para que una persona cualquiera pueda encontrarlos fácilmente. Los archivos físicos no tienen una rotación, se encuentran siempre en el mismo lugar y la información es compartida en digital.

Figura 8. Evidencia fotográfica taller de bombas



**SEIRI (Selección):** Esta etapa obtuvo un porcentaje de implementación de 74,07%.

Los artículos que se encuentran en el taller tienen un uso definido y también cuentan con un puesto para ser guardados, sin embargo, no se encuentran etiquetas de colores en el área para tener una mejor visualización. También se encuentran algunos objetos que no son necesarios para las actividades. La empresa ha implementado algún tipo de metodología para disminuir el número de artículos en el sitio de trabajo esto es en cuanto a que en bodega se encuentran algunas de las partes más grandes. La documentación se encuentra en una oficina compartida para el área de taller de bombas y machines, se encuentran desde registros rutinarios hasta archivos históricos que se llevan desde cierto tiempo. El área cuenta con la respectiva señalización de implementos de seguridad (epp), cuenta con botiquín, camilla y extintor. Sin embargo se observa que el taller cuenta con un área que no se está aprovechando, donde se podrían almacenar algunas herramientas o reorganizar para una mejor selección.



Figura 9. Evidencia fotográfica taller de bombas PetroSantander Colombia inc.

4.1.1.1.2 *Plano área taller de bombas.* Se realiza la adaptación del plano del taller de bombas con el fin de tener una dimensión real de los espacios con los que se cuenta a los cuales se les realizo el análisis anterior 5's y cuáles de estos se están desaprovechando.

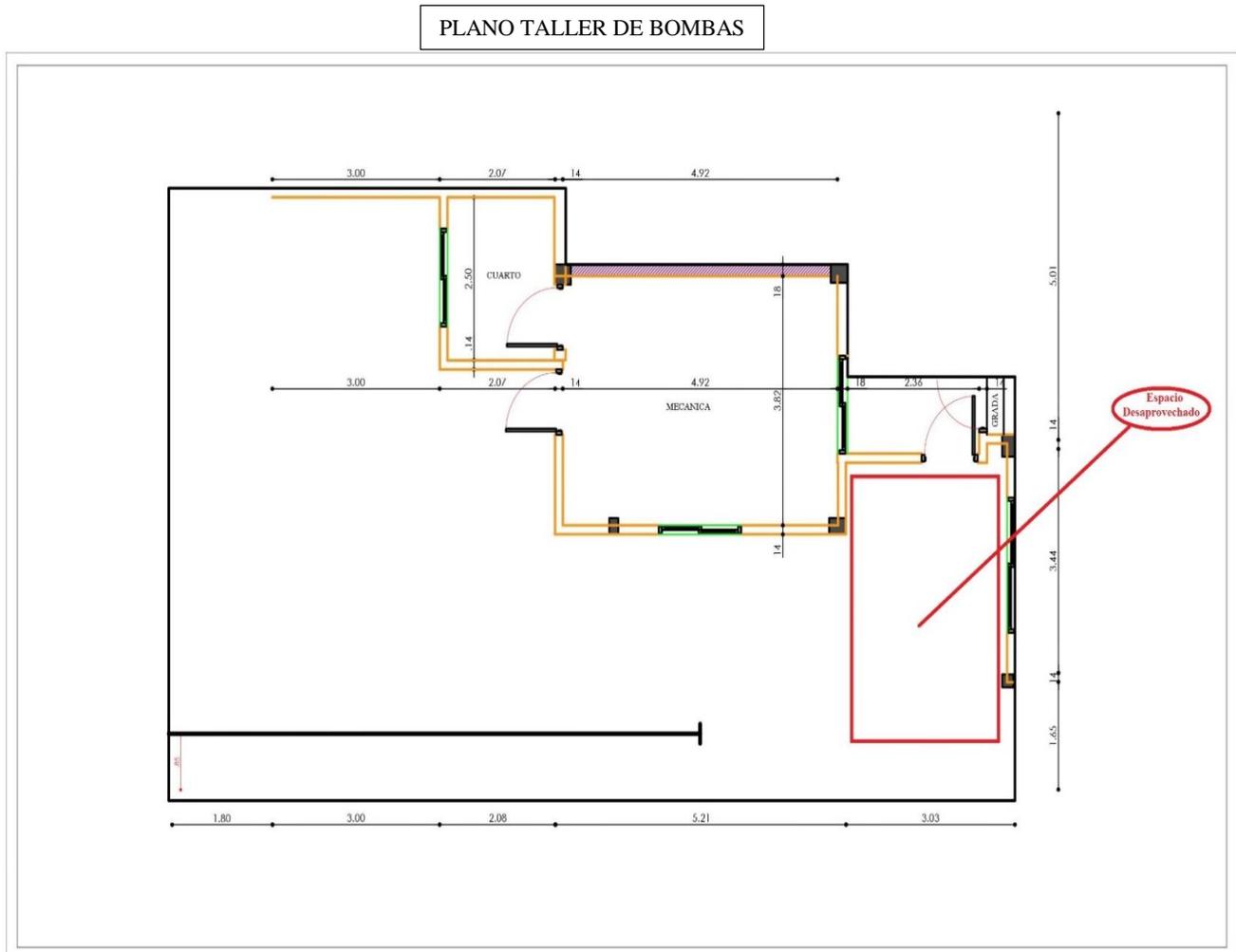


Figura 10. Plano taller de bombas.

Se realiza un plano del taller con el fin de tener una dimensión real de los espacios, se concluye que, pese a que el área del taller es pequeña, la persona encargada se encuentra adaptada y logra aprovechar los espacios asignados.

**4.1.1.2 Personas.** Se realizan visitas a las áreas de taller de bombas y bodega, con el fin de obtener entrevistas con los encargados y conocer las diferentes perspectivas.

Tabla 3.

*Generalidades entrevistas personales.*

<b>OPERACIONES</b>		<b>BODEGA</b>		<b>TALLER DE BOMBAS</b>	
<b>Entrevistado:</b>	<b>Fernando</b>	<b>Entrevistada:</b>	<b>Angélica</b>	<b>Entrevistado:</b>	<b>Edgar</b>
<b>Tovar</b>		<b>Salas</b>		<b>Espinoza</b>	
<b>Gerente Operaciones</b>		<b>Gerente</b>	<b>Bodega</b>	<b>Encargado taller de bombas.</b>	
INTRODUCCIÓN		INTRODUCCIÓN		INTRODUCCIÓN	
¿Cuál es la función que desempeña operaciones en la necesidad de ensamble de una bomba de subsuelo?		¿Cuál es la función que desempeña bodega en la necesidad de ensamble de una bomba de subsuelo?		¿Cuál es la función en el taller de bombas?	
R: Operaciones e Ingeniería determinan las características		R: Bodega recibe la orden de los materiales o partes		R: Soy la persona encargada de realizar el ensamble y/o	

con las que taller de bombas requeridas por taller de reparación de las bombas de debe ensamblar la bomba bombas y hace entrega de subsuelo que se solicitan.

requerida. ellos al encargado en el área de bodega.

**RESUMEN**

**Síntomas del problema identificados:**

Evidentemente el parámetro que se ve afectado es la operación, si no se cuenta con la bomba necesaria en el momento requerido la operación se retrasa, lo cual genera pérdidas para la empresa, sobrecostos e improductividad.

**RESUMEN**

**Síntomas del problema identificados:**

El departamento de Operaciones no lleva un control correcto para establecer los min y máx. de las partes de bombas. Existen algunas partes que no especifican si requieren ficha técnica, certificados, Cumplimiento de norma API, etc. Existe diferente codificación en sistema para partes que se pueden clasificar en un mismo código. Operaciones no comunica con anticipación a bodega lo que requiere.

**RESUMEN**

**Síntomas del problema identificados:**

En algunas ocasiones al realizar la solicitud a bodega de algunas de las partes necesarias no se encuentra inventario de estas, lo cual no permite que pueda realizar el ensamble o reparación solicitada en el momento que se espera.

Mediante las entrevistas con los empleados de cada área, se realizó un resumen de las observaciones puntuales de cada uno de los entrevistados; gracias a esto se pueden tener tres perspectivas diferentes para abordar con mayor claridad el problema y emitir un diagnóstico.

Según lo mencionado, desde las diferentes áreas se identificó la problemática de falta de abastecimiento de inventarios para algunas de las partes requeridas, se encuentran diversos síntomas del problema en cada área que permiten ver algunas de las causas del mismo.

**4.1.1.3 Partes.** Se realizan los gráficos de las fallas en pozos a causa de las bombas de subsuelo de los años 2015, 2016 y 2017 con el fin de analizar el comportamiento que se presenta. Se debe tener en cuenta que las fallas en bombas pueden ser de diferentes tipos, se adjunta tabla de posibles fallas y su mayor frecuencia.

Tabla 4.

*Número de fallas por mes del año 2015 a 2017.*

<b>Mes</b>	<b>Número de fallas 2015</b>	<b>Número de fallas 2016</b>	<b>Número de fallas 2017</b>
<b>Enero</b>	3	4	6
<b>Febrero</b>	1	4	1
<b>Marzo</b>	1	2	3
<b>Abril</b>	0	1	5

<b>Mayo</b>	3	2	5
<b>Junio</b>	1	2	5
<b>Julio</b>	1	5	4
<b>Agosto</b>	5	4	3
<b>Septiembre</b>	0	2	0
<b>Octubre</b>	3	0	3
<b>Noviembre</b>	1	2	0
<b>Diciembre</b>	2	2	6

Nota: Adaptadas de archivo Wellfrequency de las fallas generales de pozos.



Figura 11. Comportamiento de fallas en pozo por bombas 2015.



Figura 12. Comportamiento de fallas en pozo por bombas 2016.

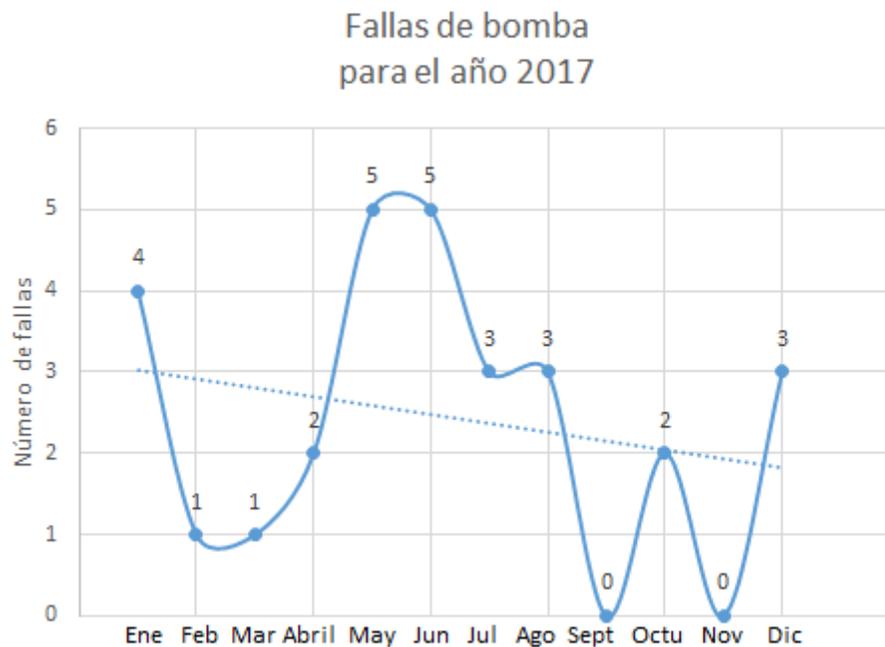


Figura 13. Comportamiento fallas en pozo por bombas 2017.

La gráfica correspondiente al año 2015, muestra un comportamiento alcista con un ángulo de inclinación mínimo lo cual no es muy confiable; sin embargo, representa una tendencia de aumento en las fallas de los pozos a causa de las bombas de subsuelo. En el 2016 y 2017 se presenta una tendencia con comportamiento a la baja y con un ángulo representativo lo cual indica confiabilidad en el análisis donde refleja un balance armónico con el tiempo mostrando la disminución de las fallas en los pozos a causa de bombas de subsuelo. Se puede observar las causas de daños con mayor frecuencia.

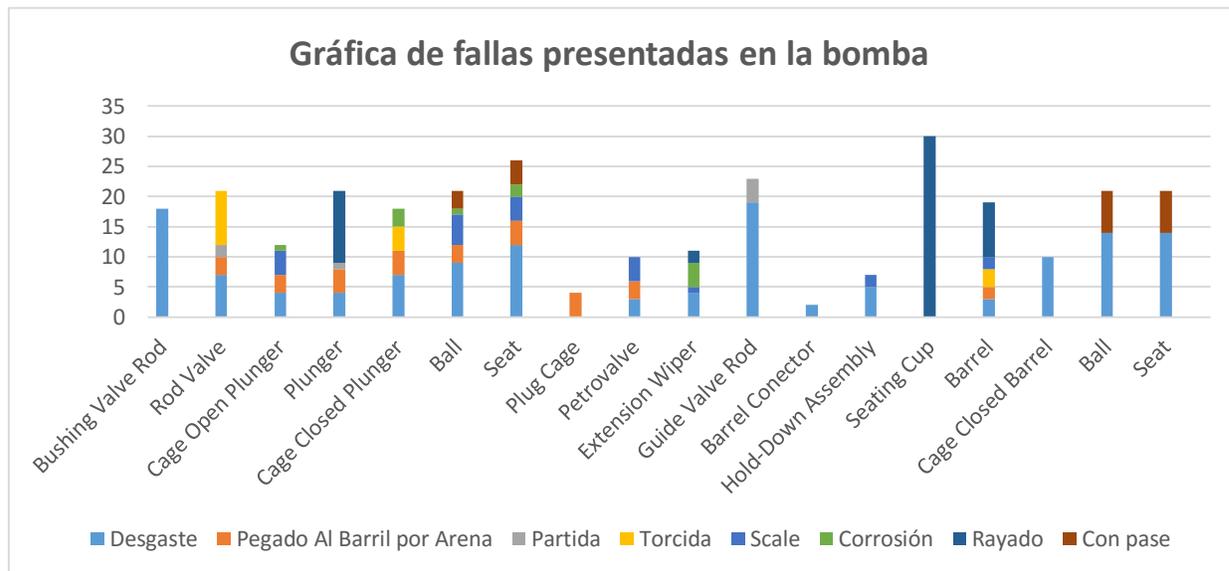


Figura 14. Gráfica de fallas presentadas en bombas.

Mediante la recolección de datos de la tabla (Apéndice F). Se logró graficar algunos de los errores más frecuentes observados en un periodo de tiempo de los años 2015,2016 y 2017 presentados en las partes específicas de una bomba de subsuelo, se observa que el desgaste tiene un comportamiento repetitivo en diversas partes de la bomba, el desgaste es un deterioro progresivo de una materia como consecuencia del uso o del roce, en este caso puede ser producido por fricción, por arena o por golpe, lo cual depende de las condiciones del pozo y no se puede tener un control de ello, adicional a esto se observa que no se presentan fallas a causa de ensamble o de partes defectuosas por error de fábrica.

En las gráficas anteriores se logró realizar el estudio de la información del número de fallas en pozos a causa de bombas, posteriormente las posibles causas de falla en las partes de las mismas, luego se realizó el análisis de cuáles son las partes con mayor rotación y a su

vez las de mayor costo; este estudio se llevó a cabo mediante un análisis ABC.

*4.1.1.3.1 Análisis ABC.* Este análisis parte del principio de Pareto y le permite a la empresa conocer el dinero invertido en inventarios correspondientes a partes de bombas; el principio busca darle prioridad a los materiales con un costo más elevado, se realiza una recopilación de datos correspondientes a compras del año 2014 a 2017. Hay que tener en cuenta que muchas de las partes si se encuentran en buen estado después de la intervención al pozo se reutilizan en el ensamble de la nueva bomba, por ende algunas no tienen tanta rotación. Se realiza una tabla de la clasificación ABC con las partes de bomba, costo y participación. (Apéndice G). Se obtiene el siguiente diagrama ABC en el cual se muestra la clasificación.

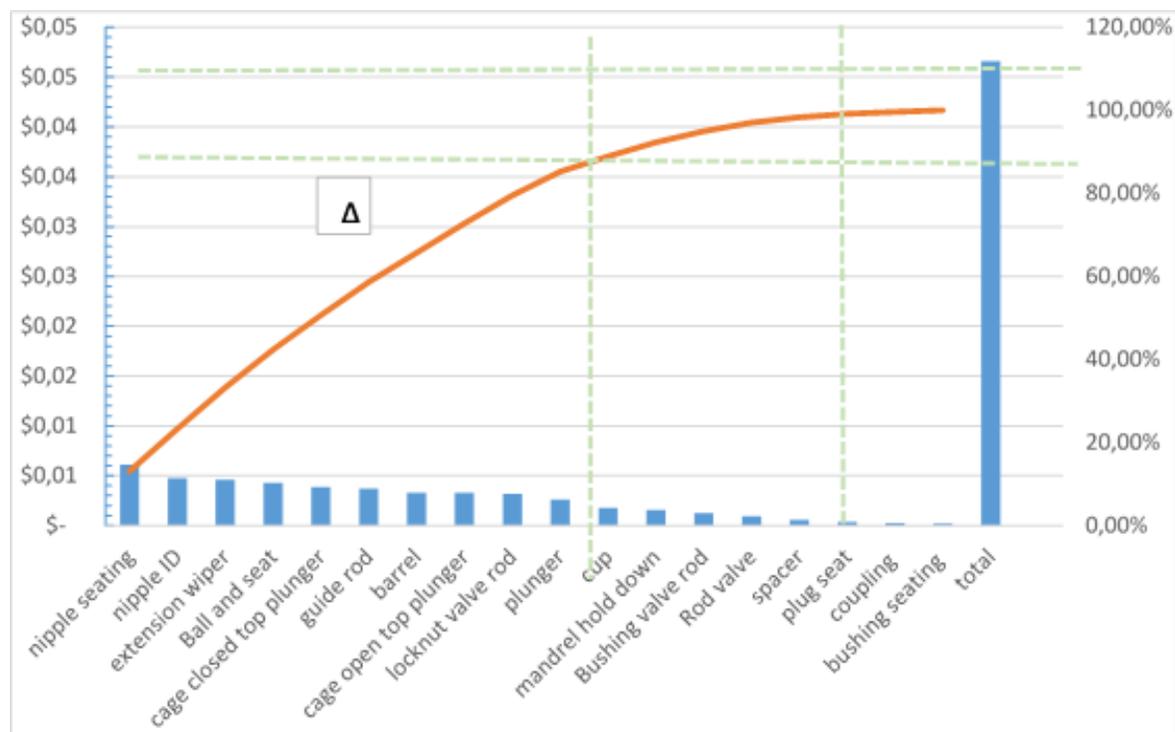


Figura 15. Clasificación ABC partes de bombas se subsuelo bombeo mecánico.

La anterior gráfica se realizó a partir de la recolección de costos (en dólares) y compras de partes de bomba a partir del año 2014 a sus proveedores Dover International Operations Inc., Se realiza la clasificación ABC donde el 50% de las compras corresponden al 80% de los inventarios que es el nivel A, el 22% de las compras corresponde al siguiente 15% de los inventarios que es el nivel B y finalmente el ultimo 28% corresponde al 5% de los inventarios que es el nivel C. Lo cual refleja la mayor importancia en las partes clasificadas en el grupo A ya que son las que tienen una mayor rotación.

**Partes de la clasificación tipo A:** Representan los mínimos pocos vitales y corresponde a: nipple seating, nipple ID, extension wiper, Ball and seat, cage closed top plunger, guide rod, barrel, cage open top plunger Y locknut valve.

**Partes de la clasificación tipo B:** Corresponde a: plunger, cup, mandrel hold down y Bushing valve rod.

**Partes de la clasificación tipo c:** Corresponde a: Rod valve, spacer, plug seat, coupling y bushing seating.

Teniendo el comportamiento de fallas de bombas y una priorización de partes es importante conocer también el proceso de producción correspondiente al ensamble o fabricación de las bombas de subsuelo en el taller, para así entender todo el funcionamiento del proceso y analizar cada posible mejora.

**4.1.1.4 Procesos de producción.** El proceso de producción se evaluó a partir de un diagrama de flujo de procesos, que muestra el recorrido correspondiente al proceso que conlleva o no al ensamble de la bomba de subsuelo.

Diagrama de flujo proceso de ensamble bombas de subsuelo		
Nº1	17-08-17	PetroSantander Colombia Inc.
G. Marcela Barrera R.		

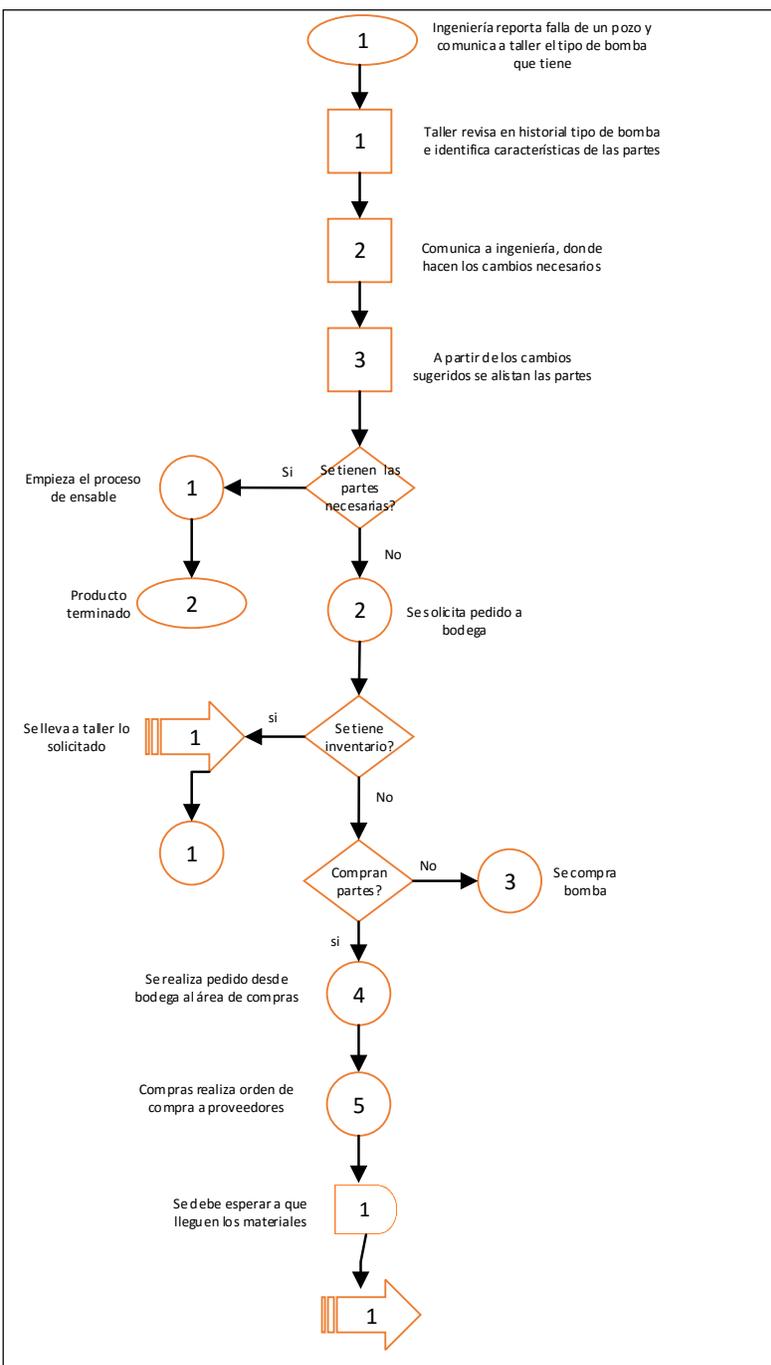


Figura 16. Diagrama proceso de ensamble bomba subsuelo.

El diagrama de flujo permite tener una mejor visión de la secuencia de las operaciones que se realizan para llegar a la producción de la bomba.

Se puede observar que el proceso se empieza a ver afectado en el momento en el que no se cuentan con las partes solicitadas.

**4.1.1.5 Planeación y control.** Se evaluó con la ayuda de un análisis de espina de pescado o ishikawa, que permite identificar las causas y los porqué del problema.

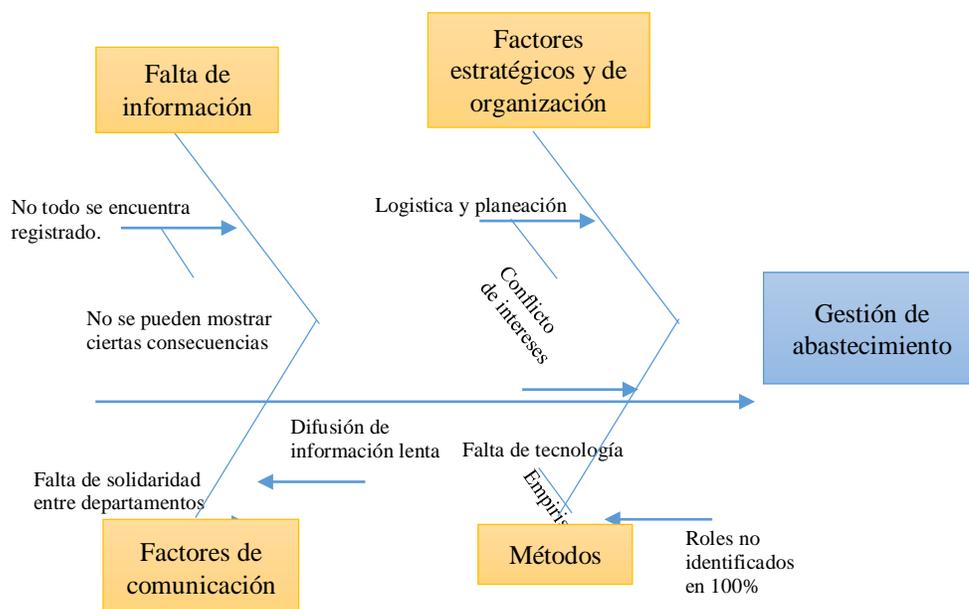


Figura 17. Diagrama de Ishikawa.

Se logran ubicar en el diagrama de espina de pescado algunas causas relevantes para el problema y algunos porqué, que permiten representar gráficamente el conjunto de causas que dan lugar a una consecuencia o un conjunto de factores que contribuyen a generar un efecto común; esto ayuda también a tener una visualización más fácil de la situación. Nuevamente le se le da un enfoque al estudio.

Se realizó un diagrama de relaciones, que permitió identificar las situaciones o síntomas del problema con mayor influencia en el área, esto con el fin de complementar el análisis anterior del diagrama de Ishikawa.

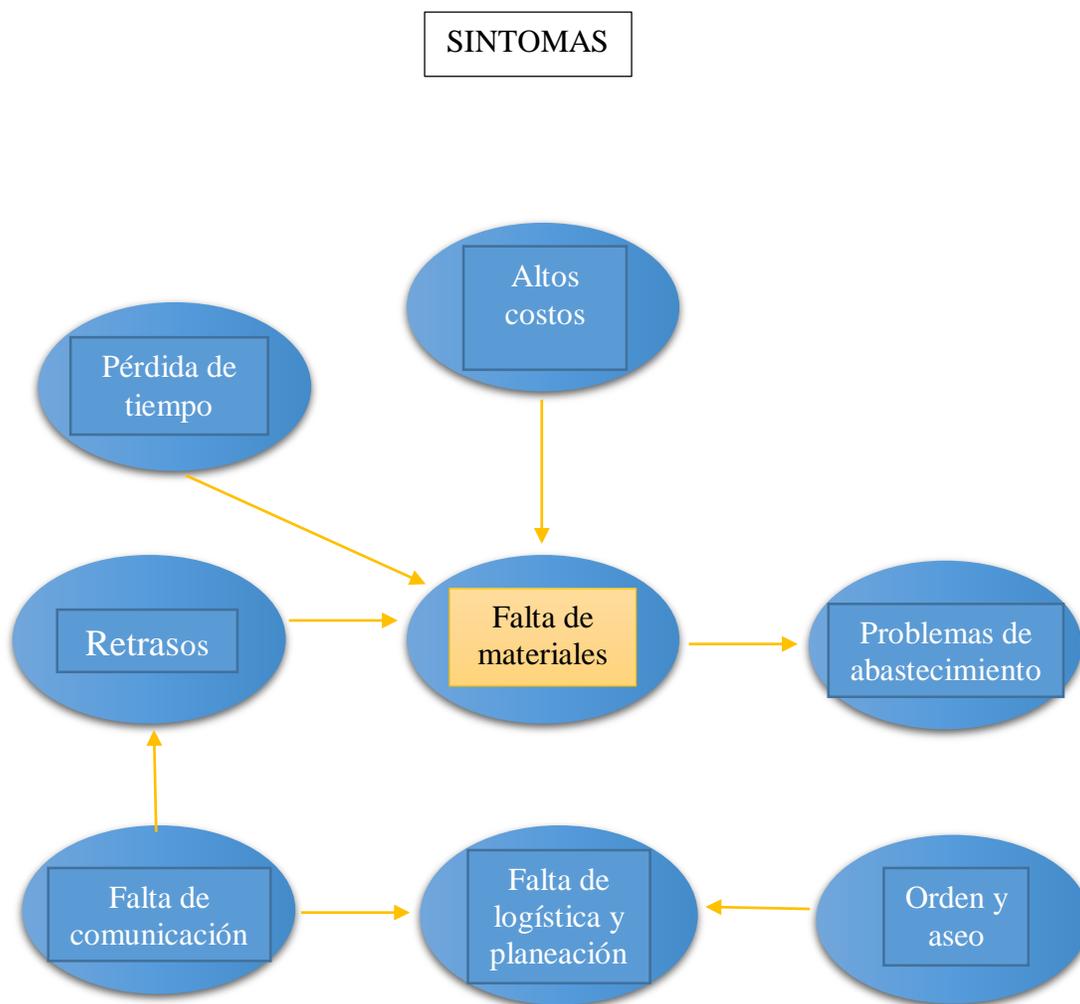


Figura 18. Diagrama de relaciones.

Se graficaron los principales síntomas que se observaron en el proceso de ensamble y reparación de las bombas de subsuelo en el taller mediante el diagrama de relaciones, junto

con las causas relevantes para el problema y algunos porque con el diagrama de Ishikawa se logran identificar las causas con mayor influencia en el problema.

**4.1.2 Etapa II: Se recopila la información.** De acuerdo a la revisión y estudio realizado en la etapa I, se identificaron diferentes situaciones que llevan al planteamiento del diagnóstico, se encontraron problemas de orden y aseo en el área de planta, en las etapas de selección y disciplina, opiniones divididas entre las diferentes áreas involucradas en el proceso mediante una evidente falta de comunicación y planeación. Los diagramas de fallas en pozos a partir de bombas nos muestran la importancia de estas fallas en el tiempo su repetición y comportamiento, mediante los diagramas de flujo de proceso podemos obtener una apreciación de la cadena de proceso, con el fin de entender con mayor facilidad su funcionamiento e identificar los cuellos de botella. La parte de planeación se enfocó finalmente en determinar la causa raíz de los diferentes problemas identificados en el transcurso de la clasificación 5p.

**4.1.3 Etapa III: Análisis de la información.** En esta etapa se analizó la información recopilada en las etapas anteriores, determinando cuales fueron los problemas encontrados en cada una de las 5p.

De la clasificación 5p se resumió el hallazgo de los siguientes problemas:

Planta: Problemas de orden y aseo. Principalmente Selección y disciplina.

Personas: Problemas de logística y planeación.

Partes: Problemas de abastecimiento y priorización.

Procesos: Problemas de comunicación y organización.

Planeación: Problemas de gestión de abastecimiento.

Mediante los problemas mencionados e identificados anteriormente para cada p, se presenta que el taller de bombas de subsuelo de la empresa PetroSantandar Colombia Inc. junto a la parte correspondiente a bodega, presenta un problema base de inadecuada gestión de abastecimiento, lo cual está afectando a la empresa de diversas maneras hablando de pérdidas de tiempo, sobrecostos, y en general ineficiencia para la empresa.

Se utilizó la herramienta diagrama de Pareto con el fin de organizar los datos obtenidos en la última p la cual habla de los síntomas del problema y muestra el problema de abastecimiento, esto se realiza con el fin de asignar un orden de prioridades.

Tabla 5

*Situaciones con mayor influencia.*

<b>Situaciones/Síntomas</b>	<b># de situaciones Influenciadas</b>
-Falta de materiales	3
-Pérdida de tiempo	-
-Retrasos	1
-Altos Costos	-
-Falta de logística y planeación	2
-Orden y aseo /Selección y disciplina/	-
-Problemas de abastecimiento	1
-Falta de comunicación	-

*Tabla Adaptada del Diagrama de relaciones*

Con base en los resultados obtenidos se elaboró un diagrama de Pareto donde se visualiza que el 71% de los problemas están concentrados en las 2 primeras causas o situación (Falta de materiales, falta de logística y planeación). Esta distribución ayudo a dirigir los esfuerzos en dar solución a estos inconvenientes y así poder disminuir la problemática identificada.

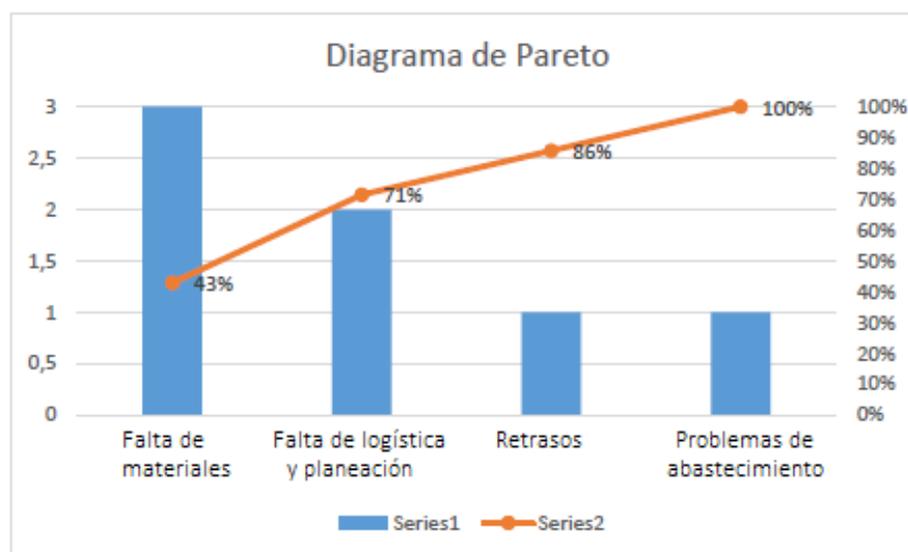


Figura 19. Diagrama de Pareto Problemas identificados.

Del diagnóstico se concluyó el enfoque en los problemas de gestión de abastecimiento, donde muchas veces el taller de bombas no logra continuar su proceso con normalidad por falta de materiales, en base a esto se realizó un plan de mejoramiento para contribuir con la mejora de esta situación y con algunos de los otros problemas identificados que contribuyen a este.

## 5 Plan de mejoramiento

El plan de mejoramiento presentado en este proyecto, es el resultado en conjunto con la fase de diagnóstico y los análisis realizados en el transcurso de la práctica empresarial. El objetivo de este plan es brindar una orientación a la empresa sobre las acciones necesarias para disminuir o eliminar las debilidades detectadas en el taller. (Apéndice k).

## **5.1 Mejorar las condiciones del espacio físicas**

### **Problemática identificada:**

- El taller de bombas cuenta con un espacio donde se almacenan ciertas partes y documentación, la cual no se encuentra rotulada por nombres y/o colores para una mejor identificación.
- El área de taller no es visualmente muy ordenada, se requieren adecuaciones para una mejor presentación.
- Se debe verificar que cada una de las partes allí almacenadas estén en buen estado para su reutilización, de lo contrario podrían estar ocupando un espacio necesario para otras partes.
- Existen espacios desaprovechados en el área del taller.

### **Objetivos de la propuesta**

- Incrementar el aprovechamiento del área del taller de bombas.
- Reducir los tiempos de búsqueda de los materiales y alistamiento.
- Implementar el programa de las 5's en el taller para crear una cultura de orden y limpieza.
- Generar una mejor imagen del taller.

### **Descripción de la propuesta**

La propuesta de mejora para las condiciones de espacio parte de la implementación de las siguientes propuestas formuladas:

- Implementación de la cultura 5's al taller de bombas, para generar cultura de orden y aseo.
- Fabricación e implementación de una mesa para lavado de partes con varsol, para generar orden, mejor aspecto y evitar contaminación y desperdicio.
- Compra de estantería para tubería y partes pequeñas, para un correcto almacenamiento y orden.
- Terminación de techo parte posterior taller de bombas, para el aprovechamiento de espacio y reorganización del taller y sus partes.

### **Plan de implementación**

En la tabla 6, se pueden observar las actividades, responsables, tiempo estimado y recursos que fueron necesarios para la implementación del plan.

Tabla 6.

*Plan de implementación para mejorar las condiciones del espacio físicas*

<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos necesarios</b>
Reunión con el tutor para presentar las propuestas de mejora.	-Practicante -Tutor	2-3 Horas	Computador
Cotización para las propuestas aceptadas.	Practicante	1 Semana	Computador y teléfono
Clasificación de partes en las estanterías antiguas y nuevas.	-Practicante -Encargado taller de bombas	1 Semana	Encargado taller de bombas
Carteles cultura 5's en el taller.	Practicante	1 día	Papelería
Capacitación al encargado del taller.	Practicante	1 día	Practicante
Seguimiento y control	Practicante	1 vez por semana	Practicante
Fabricación mesa de lavado de partes	Encargado taller de bombas.		Partes solicitadas por el encargado del taller.
Terminación del techo parte posterior del taller.	-Gerente perf. y wk.		Personal necesario.

## **5.2 Actualizar manual de funciones y procedimientos**

### **Problemática identificada:**

- Se encuentran falencias en la identificación de responsabilidades y/o funciones específicas.

### **Objetivos de la propuesta**

- Actualizar el manual de funciones y procedimientos para clarificar roles y responsabilidades.
- Mejorar la gestión de tareas inconclusas.

### **Descripción de la propuesta**

La propuesta de mejora parte de la delegación y actualización de tareas que no cuentan con un responsable específico, y que son identificadas como necesarias para el funcionamiento óptimo de áreas como el taller de bombas de subsuelo.

Contratación de una persona por contrato de obra o labor para la actualización de información de bodega.

### **Plan de implementación**

En la tabla 7, se pueden observar las actividades, responsables, tiempo estimado y recursos necesarios para la implementación del plan.

Tabla 7.

*Plan de implementación Actualizar manual de funciones y procedimientos*

<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos necesarios</b>
Reunión con el tutor para presentar las propuestas de mejora.	-Practicante -Tutor	1 Horas	Computador
Modificación del manual de funciones y procedimientos para encargado de taller de bombas y comprador.	-Jefes de cada área -Jefe talento humano		
Contratación de obra o labor de una persona para actualización de información en bodega.	-Jefe talento humano -Líder de bodega		

### 5.3 Mejorar el flujo de la información

**Problemática identificada:**

Al momento de realizar la solicitud de algunas partes a bodega, se encuentran falencias en la exactitud de información:

- Partes que registran inventario no cuentan realmente con éste
- Cantidades registradas que no son las reales en stock
- Codificación repetida o inexistente
- Pruebas de banco sin registro
- Confusión y/o demora en pedido de partes por diferentes catálogos para cada proveedor.

#### **Objetivos de la propuesta**

- Actualizar la información de bodega correspondiente a partes de bombas
- Eliminar códigos innecesarios o sin existencias
- Estandarizar la codificación de las partes en bodega
- Facilitar la solicitud de partes mediante un archivo de fichas estándar con información de los diferentes proveedores para cada tipo de bomba.

#### **Descripción de la propuesta**

Para la actualización y verificación de la información se llevaron a cabo las siguientes actividades.

- Visita a bodega donde con ayuda de personal del área y el encargado de taller de bombas, se revisó con qué partes cuenta realmente bodega y se realizó el inicio de registro.
- Se realizó la gestión de archivo para pruebas de banco para las partes de bombas que los proveedores entregan, las cuales cuentan con las especificaciones necesarias para su control y diferenciación, como lo son pruebas de capacidad y presión.
- Se revisó la codificación con el fin de eliminar aquellos que se encuentran repetidos o sin rotación y existencias y si es necesario realizar reasignación de códigos.
- Actualizar en el sistema que utiliza la compañía, la nueva información.

### Plan de implementación

Tabla 8.

*Plan de implementación para mejorar el flujo de la información*

<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos necesarios</b>
Reunión con el tutor para presentar las propuestas de mejora	-Practicante -Tutor	2-3 Horas	Computador
Registrar el inventario real en bodega de las partes de bombas	-Practicante -Bodeguero	4 Semanas	Computador Papelería

Gestión de inicio de archivo de pruebas de banco.	-Practicante -Encargado taller de bombas	1 Semana	Computador Papelería
Revisar códigos actuales y gestionar según sea el caso	-Practicante -Bodeguero	1 Semana	Computador Sistema
Actualizar en el sistema la información	Personal (tecnología de información)	TI 2 Semanas	Computador Sistema
Elaboración de ficha estándar con diferentes proveedores.	Practicante	3 Días	-Catálogos de proveedores -Computador

#### 5.4 Definir políticas y replicar análisis con información actualizada

##### Problemática identificada

En varias ocasiones las partes requeridas para el ensamble o reparación de una bomba de subsuelo, no se encuentran disponibles en bodega, lo cual llevo a la identificación de un problema de gestión de abastecimiento.

##### Objetivos de la propuesta

- Sugerir mediante los análisis realizados una metodología para realizar el pedido de partes para bombas.
- Tener un inventario más acertado para cumplir con lo solicitado por el taller.
- Realizar los requerimientos de materiales con el tiempo adecuado

### **Descripción de la propuesta**

- Se propone a la empresa la realización del análisis ABC con todas las partes de bombas teniendo en cuenta que este es un trabajo que requiere un largo tiempo y conocimiento de las personas encargadas.
- Se mostró desde diferentes ángulos la importancia de la elección de partes, por medio del análisis ABC, búsqueda de información de las partes que se dañan o piden con mayor frecuencia y el tiempo máximo que se puede tardar un proveedor en entregarlas, para tener estas en cuenta y hacer su pedido a tiempo.

### **Plan de implementación**

Tabla 9

*Plan de implementación para definir políticas y replicar análisis con información actualizada*

<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos necesarios</b>
--------------------	---------------------	------------------------	----------------------------

Reunión con el tutor para presentar las propuestas de mejora	-Practicante -Tutor	1-2 Horas	Computador
Exposición del análisis realizado a algunas partes de bombas.	-Practicante -Gerente (Tutor) -Persona encargada de compras y taller.	4 Horas	Computador Video Beam
Relación resultados ABC y partes que se dañan con más frecuencia.	-Practicante -Encargado de taller	1 hora	Computador
Realización de tabla con tiempo estimado de entrega de partes.	-Practicante -Personal encargado de compras	2 horas	Computador

### 5.5 Implementar programa de mantenimiento preventivo a pozos

#### Problemática identificada

La empresa no cuenta con un mantenimiento preventivo a pozos, esperan a que el pozo falle para intervenirlo, lo cual genera pérdidas de tiempo y sobrecostos.

### Objetivos de la propuesta

- Lograr que la empresa empiece a realizar un mantenimiento preventivo para los pozos.
- Disminuir la cantidad de fallas en pozo a causa de bombas.

### Descripción de la propuesta

Se propone a la empresa la realización de un mantenimiento preventivo, con ayuda de los dinagramas que ingeniería ya maneja, se propone que realicen un análisis más profundo a estos para poder determinar el estado de la bomba y programar los mantenimientos en el momento que lo consideren oportuno.

### Plan de implementación

Tabla 10.

*Plan de implementación para programa de mantenimiento preventivo a pozos.*

<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos necesarios</b>
Reunión con el tutor para presentar la	-Practicante -Tutor	1 Horas	Computador

propuesta y graficas

de fallas.

Realizar                      -Personal                      Mensual

mantenimiento              producción

preventivo a pozos.      ingeniería

-Personal

mantenimiento

## **5.6 Sistema de indicadores para el proceso de planeación de requerimientos del material y gestión de inventarios para el taller de bombas**

### **Problemática identificada**

El taller de bombas no cuenta con herramientas de gestión que le ayuden a tener un control y seguimiento en el proceso de planeación de requerimientos de material y gestión de inventarios, lo cual tampoco permite un mejoramiento ya que no existe información para tener un correcto control de las actividades del proceso.

### **Objetivos de la propuesta**

Diseñar un sistema de indicadores de gestión que permitan evaluar los resultados del plan de mejora propuesto y realizar seguimiento a los procesos involucrados.

### Descripción de la propuesta

Los indicadores que se implementarán para el control de los procesos tratados en el presente proyecto se mostrarán a continuación, para la realización de estos se consultaron proyectos de grado similares y la literatura, teniendo en cuenta las necesidades de la empresa.

*Tabla 11.*

Descripción de la propuesta sistema de indicadores

Proceso	Indicadores de gestión
Gestión de inventarios	-Confiabledad de inventarios
Compras	-Planificación de inventario
Paradas de bombas por fallas, confiabilidad de equipos y causas comunes de averías.	Porcentaje de paradas por bomba
Gestión de almacenamiento, orden y aseo taller.	Implementación Herramienta 5's
Compras	Frecuencia de uso de partes

Se propuso la implementación un sistema de indicadores que permita medir y controlar los procesos abordados. A continuación, se muestra la información necesaria para el conocimiento del indicador y su proceso de gestión.

#### 5.4.1 Confiabilidad de inventarios

Tabla 12.

*Detalles indicador confiabilidad de inventarios*

<b>Descripción</b>	Contrasta las cantidades reportadas de los materiales en el inventario con las cantidades reales en bodega.
<b>Objetivo</b>	Determinar el nivel de confiabilidad del manejo del inventario con el fin de verificar, proponer opciones de mejora y mantener un mayor control.
<b>Cálculo</b>	$\left( \frac{\text{REPORTE EN BODEGA} - \text{INVENTARIO}}{\text{REPORTE EN BODEGA}} \right) * 100$
<b>Responsable</b>	Encargado taller de bombas o auxiliar.
<b>Información necesaria</b>	-Archivo toma física de inventario -Archivo actual digital ideas
<b>Meta</b>	Parámetro %<=75 Malo, 75<%<95 Regular, %>=95 Bueno.

**5.4.2 Planificación de inventarios.** Este indicador se propuso para que la empresa lo implemente, con el fin de que planifiquen las partes por mes requeridas de una manera correcta, actualmente la empresa no cuenta con este control, tampoco cuenta con un archivo de partes solicitadas que son las que finalmente se piden, se puede descargar un

archivo general de todas las requisiciones de la empresa para determinar cuáles son las partes, sin embargo se deben realizar varios filtros y la tarea sería más tediosa por lo cual se sugiere llevar un archivo mensual de las partes de bombas que se solicitan, para poder hacer la relación y así poder evaluar la confiabilidad de la lista de requerimientos con lo que se planifica.

Tabla 13.

*Descripción del indicador de planificación de inventarios*

<b>Descripción</b>	Compara las unidades de material requerido con los consumos reales de las órdenes de producción.
<b>Objetivo</b>	Evaluar la confiabilidad de la lista de requerimiento de materiales planificada mensualmente.
<b>Cálculo</b>	$(1 - ((\text{CANTIDAD PLANIFICADA MES} - \text{PARTES SOLICITADAS}) / \text{PARTES SOLICITADAS})) * 100$
<b>Responsable</b>	Compras.
<b>Información necesaria</b>	- Archivo de requisiciones o partes solicitadas al mes.
<b>Meta</b>	% = < 90 Bueno, 75 < % < 90 Regular, % = > 75 Malo.

### 5.4.3 Porcentaje de paradas por bomba

Tabla 14.

*Descripción del indicador porcentaje de paradas por bomba*

<b>Descripción</b>	Compara la cantidad de paradas causadas por fallos en bombas con las paradas cuya causa tiene su origen de otro factor, el indicador se alimenta conforme a las paradas dadas y arroja su valor actualizado en la base de datos.
<b>Objetivo</b>	Almacenar una base de datos que permita obtener un perfil de confiabilidad de equipos y causa común de averías, permitiendo también determinar un porcentaje de daños por bomba para destacar la importancia de contar las partes necesarias para estas.
<b>Cálculo</b>	# De paradas por falla de bombas/ # de fallas totales.
<b>Unidad</b>	Unidades
<b>Responsable</b>	Ingeniero de producción.
<b>Información necesaria</b>	- Informes de paradas de pozo.

**Meta** 60>% Bueno, 60<%<80 Regular, 80<%  
Malo

#### 5.4.4 Porcentaje de implementación Herramienta 5's

Tabla 15.

*Descripción del indicador Herramientas 5's*

<b>Descripción</b>	Evaluar las condiciones de orden y limpieza de las zonas de almacenamiento a través de la lista de chequeo 5s.
<b>Objetivo</b>	Verificar el alcance de la implementación del programa de las 5S,
<b>Cálculo</b>	$\left( \frac{\text{Calificación obtenida en cada s}}{\text{Calificación máxima por cada s}} \right) * 100.$
<b>Responsable</b>	Gerente workover
<b>Información necesaria</b>	- Lista de chequeo 5s

#### 5.4.5 Frecuencia de uso de las partes o piezas de bombas de subsuelo

Tabla 16.

*Descripción del indicador Frecuencia de uso*

<b>Descripción</b>	Predecir el comportamiento de las piezas con el fin de mantener una base de datos que permita la planificación de inventarios.
<b>Objetivo</b>	Identificar y clasificar las piezas por su frecuencia de uso.
<b>Cálculo</b>	$\left( \frac{\text{PARTES SOLICITADAS}}{\text{PARTES TOTALES}} \right) * 100$
<b>Unidad</b>	% Periodicidad trimestral
<b>Responsable</b>	Encargado taller de bombas o auxiliar.
<b>Información necesaria</b>	-Archivo de partes solicitadas
<b>Meta</b>	Parámetro % => 15 Importante, , 10 < % < 15 Medianamente importante, % =< 5 No importante.

#### Plan de implementación del sistema de indicadores

Tabla 17 Plan de implementación de indicadores

<b>Actividades</b>	<b>Responsables</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Recursos necesarios</b>
Presentación de los indicadores	-Practicante -Tutor	1 Horas	Computador
Elaboración de la macro en Excel.	-Practicante	1 Semana	Computador
Capacitación, cálculo y análisis de los indicadores.	-Practicante	2 Meses	-Información de la empresa. -Computador

## 6 Implementación de las propuestas de mejora

### 6.1 Mejorar las condiciones del espacio físicas

**6.1.1 Implementación de la cultura 5's al taller de bombas.** A continuación se presentan las actividades desarrolladas para la implementación del programa 5's.

Seiri: en esta etapa encargada de organizar y seleccionar, se realizó un sondeo de las partes, herramientas y demás cosas que se encuentran almacenadas en el taller, se realizó una clasificación con el fin de realizar una selección de aquellas necesarias e innecesarias y

eliminables, para esto se propuso llenar la lista de verificación (figura 4), a partir de esto se llegó a una decisión en la organización de las partes dando una mayor prioridad a las de mayor rotación.

Tabla 18.

*Lista de verificación*

**Lista de verificación**

Material	Necesario	Innecesario		Observaciones
		Eliminable	No eliminable	
Barrel		X		Se almacenan los que están en buen estado y son extraídas de bombas, pero se encuentran algunos para chatarra.
Ball and seat	X			Se almacenan las que están en buen estado y son extraídas de bombas.
Bushing valve rod	X			Se almacenan las que están en buen estado y son extraídas de bombas.
Rod valve	X			Se almacenan las que están en buen estado y son extraídas de bombas.
Mandrel	X			Se almacenan las que aún están en buen estado y son extraídas de bombas.

Spacer	X		Se almacenan las que aún están en buen estado y son extraídas de bombas.
Plunger		X	Se almacenan las que aún están en buen estado y son extraídas de bombas, pero se encuentran algunos para chatarra.
Cup	X		Se almacenan los que están en buen estado y son extraídas de bombas, pero se encuentran algunos para chatarra.
Cage closed plunger	X		Se almacenan las que aún están en buen estado y son extraídas de bombas.
Cage open plunger	X		Se almacenan las que aún están en buen estado y son extraídas de bombas.
Guide rod		X	Se almacenan las que están en buen estado extraídas de bombas, pero se encuentran algunos para chatarra.
Baldes			X Se encuentran baldes que no tienen uso pero están en buen estado.

Guantes caucho	X	Algunas veces no se desechan de inmediato los guantes que ya no sirven.
Guantes cuero	X	Necesarios para algunas operaciones.
Varsol	X	Necesarios para algunas operaciones.
Llaves	X	Necesarios para algunas operaciones.
Láminas	X	Se encuentran desechos de láminas en la parte posterior del taller.
Mueble	X	Se encuentra un mueble sin uso en la parte posterior del taller.

Seiton: luego de hacer la clasificación de las partes según su necesidad, se continuó con la organización de las mismas, donde se demarcaron los nombres de las partes que se encuentran en cada lugar, cumpliendo con el eslogan: “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.

Seiso: La limpieza no es menos importante que ninguna de las etapas, por el contrario, ayuda a mantener en condiciones óptimas el lugar y generar una buena imagen, es por esto que se recordó a la persona encargada del taller la limpieza de mesas y estantes por lo menos tres veces por semana, teniendo en cuenta que existe personal encargado para el aseo de

pisos, también se recomendó dar retoque de pintura a las estanterías con el fin de dar vida al área.

**Seikutse:** Con el fin de lograr una estandarización es importante que la empresa en general promueva la cultura de orden y aseo en cada una de sus áreas, para esto se propuso también que desde el proceso de inducción para los nuevos empleados se tenga en cuenta esta información y se sugirió que las listas de chequeo para verificar estado y ubicación de elementos de seguridad, producción y atención ante emergencias se mantengan renovadas y se cumpla con su aplicación. Por otro lado, se sugirió que la gerencia de workover se involucre en la revisión por lo menos mensual del área del taller de bombas con el fin de verificar que el lugar se mantiene en condiciones óptimas, con las partes necesarias y rotación adecuada.

**Shitsuke:** La vitalidad de una empresa depende en gran manera de sus empleados, es por esto que el cambio debe iniciar en la mentalidad de los mismos, esto se puede realizar con un corto mensaje de tipo motivacional sobre el orden y aseo en las reuniones mensuales que se realizan de HSE, opcional se sugirió un lema colocado en un cartel para el área, es importante que cada trabajador pueda notar los beneficios propios en su área a partir de la implementación de las 5s. Esta etapa final consta también de generar disciplina y autonomía en la persona encargada del taller, comprender que esta es su área y no se trata de nuevas imposiciones, sino que toda mejora será para su propio beneficio, consiguiendo facilidad por ejemplo a la hora de alistar materiales y tener mayor disponibilidad de los mismos.

**Clasificación de materias primas:** partiendo de la lista de verificación para las áreas de almacenamiento, se encontraron algunos baldes, laminas y en la parte posterior del taller un mueble viejo sin uso, el cual esta hace rato en este lugar; se pretende adaptarlo para almacenamiento de algunas herramientas en taller sin embargo esto no es a corto plazo. Para lo mencionado se procede a realizar un levantamiento de todo lo que no corresponde a este lugar y que no tiene un fin, se habla con el área de ambiental, para gestionar la ubicación que se le debe dar a cada cosa. Las partes que corresponden a chatarra se llevan a ese lugar, el resto de partes y herramientas que son necesarias se reorganizan.

**Determinación del lugar de almacenamiento:** luego de la clasificación de los materiales se determinó el lugar adecuado para su almacenamiento, teniendo en cuenta su prioridad y también tamaño, en la bodega de la empresa se encuentran todas las partes de bombas que son nuevas que son el stock y algunas partes que se extraen de bombas ya utilizadas que están en buen estado que son non stock, como lo son las cuñas, empaques, anclas, elevadores entre otras; estas se almacenan en bodega por su tamaño y porque muchas no son de uso frecuente, por otro lado en el taller se guardan las partes que se encuentran en buen estado al extraerlas de la bomba, que son pequeñas, de uso frecuente y se pueden almacenar fácilmente, también existe ya el manejo de partes que salen dañadas y son llevadas a chatarra, el taller establece que no almacena partes sino que tiene algunas pocas por si en algún momento se necesitan con urgencia, esta distribución es adecuada pero se sugirió tener en cuenta los espacios del taller para almacenar algunas partes que se puedan requerir en algún momento, teniendo un acceso más rápido y fácil a ellas, ya que se cuenta con el espacio disponible.

**Elaboración de rótulos y letreros en pro de la cultura 5's:** Se colocaron algunos carteles de concientización de acuerdo con la cultura 5s que permiten que la persona encargada de taller pueda recordar a diario la cultura de orden y aseo, también se realizó uno para la identificación de documentos de historial de pozos para su fácil identificación de aquellos que requieran de estos y pertenezcan a otra área.



Figura 20. Fotografías carteles 5s taller de bomba.

**Capacitación a la persona encargada del taller acerca de la cultura 5's:** Se le explico al encargado del taller la propuesta de implementación de la cultura 5's, indicándole cada una de ellas su significado, uso y la importancia y ayuda que estas pueden representar en su

área de trabajo.

### 6.1.2 Propuesta de fabricación e implementación de una mesa para lavado de partes.

Se recomendó la fabricación de una mesa para la limpieza de partes con varsol, se cuenta con el personal para su fabricación y con las partes necesarias, siempre el encargado debe limpiar las partes en cualquier área del taller, teniendo una postura incorrecta, dejando zonas húmedas y desperdiciando el varsol en cada limpieza.

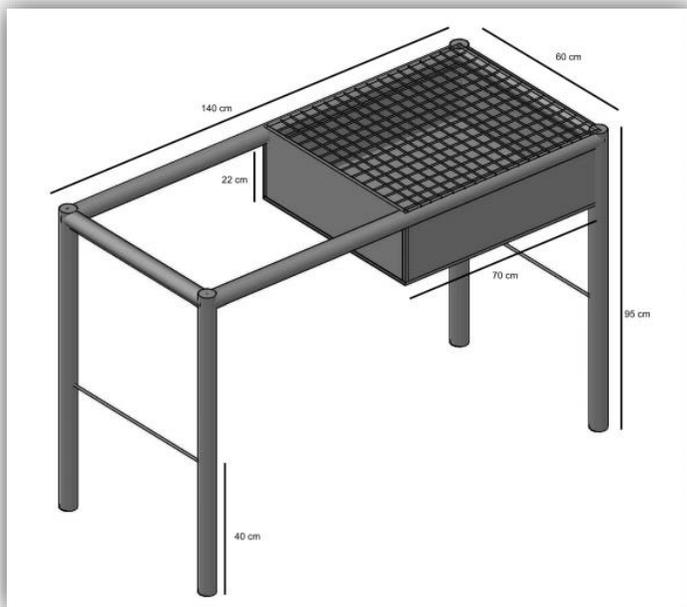
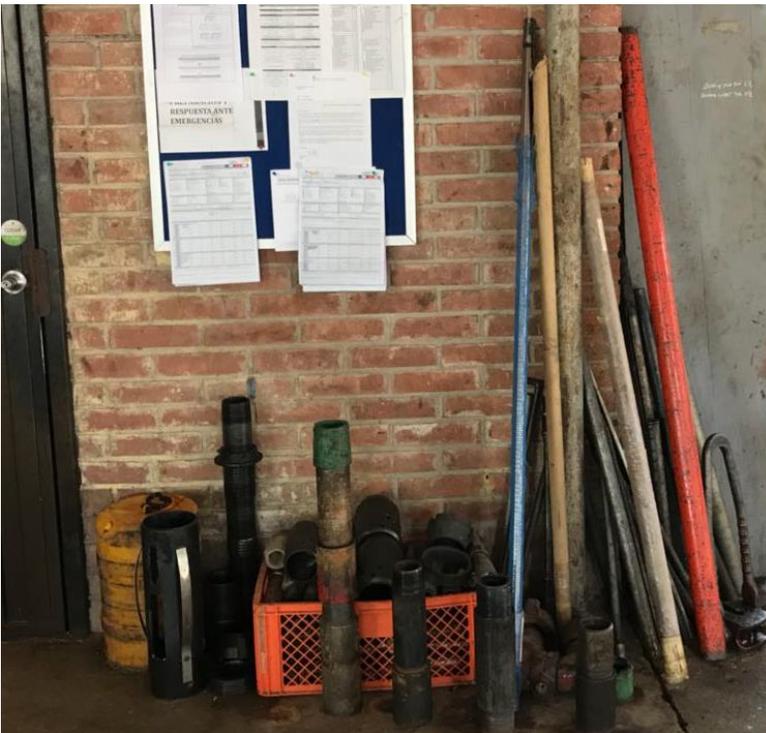


Figura 21. Diseño realizado a partir de bosquejo de idea del encargado de taller de bombas.

**Socialización de la propuesta con el gerente de Workover/Tutor:** Se mostró y explicó el diseño su fin y funcionalidad, el cual es aprobado y queda sujeto a la disponibilidad de tiempo para su fabricación por el encargado de taller de bombas.

**6.1.3 Propuesta de almacenamiento de partes mediante compra de estantería para tubería y partes pequeñas.** Se sugirió la implementación de un estante para la tubería que se encuentra en el piso sobre las paredes, y organizadores o canastas para las partes más pequeñas.



*Figura 22.* Evidencia fotográfica taller de bombas



Figura 23. Estantería para tubería propuesta a comprar

**Socialización de la propuesta con el gerente de Workover/Tutor**

La propuesta se presentó, junto con las siguientes cotizaciones:

**INDUSTRIAS CRUZ:**

Estantería de 2.00 mts de alto x 92 cm de ancho x 30cm de fondo = \$195.000

Estantería de 2.00 mts de alto x 92 cm de ancho x 40cm de fondo = \$245.000

**Mercadolibre**

Opción 1: Estantería Pesada, estante industrial 4 Paredes 2 H, 264cm largo x150cm alto,  
112cm de ancho (ajustable) 2 H= \$300.000

Opción 2: Canecas Metálicas de segunda, 91 de alto, 58 diámetro= \$50.000

**SIMMA LTDA**

Estantería 1,50cm alto x 1,50cm de ancho = \$270.000

**CJSCANECAS**

Caneca tambor grande semi industrial nueva, Diámetro superior: 63 cm, Diámetro Inferior:  
50 cm, Altura: 86 cm = \$140.000

Luego de exponer lo anterior, el gerente manifestó que se puede tener en cuenta para un futuro, pero en el momento no, ya que existen otros gastos de mayor prioridad, sin embargo se encuentra la opción de un mueble que estaba en abandono, se pinta y adecua para almacenar algunas partes en él.



*Figura 24.* Mueble adaptado para almacenamiento de partes

#### **6.1.4 Aprovechamiento de espacio para un mejor almacenamiento y distribución**

**Propuesta terminación del techo parte posterior taller de bombas.** En el área posterior del taller se encuentra un espacio que no tiene techo, este espacio no se utiliza ya que está a la intemperie, ahí se pueden ubicar estantes y utilizar este espacio como almacenamiento para despejar el área principal y reorganizar.



Figura 25. Evidencia fotográfica área posterior taller.

**Socialización de la propuesta con el gerente de Workover/Tutor:** Se dio a conocer la propuesta y las posibles ventajas y usos que se le podría dar a este espacio, la propuesta fue aceptada por la primera instancia en este caso el gerente y tutor, pero para la implementación de esta se debe pasar una propuesta a la empresa dentro del presupuesto que se realiza anualmente para presentarlo como proyecto especial, esto se tendrá en cuenta para pasarlo el próximo año.

## 6.2 Actualizar manual de funciones y procedimientos

Se sugirió la actualización de responsabilidades para los cargos de comprador, encargado de bodega y encargado de taller de bombas, se realizó una propuesta sujeta a la implementación de los encargados (Jefe talento humano y jefes de cada área).

Como propuesta se planteó la contratación de un auxiliar mediante un contrato de obra o labor para la gestión de actualización de información de bodega.

## 6.3 Mejorar el flujo de información

**Socialización de la propuesta con el gerente de Workover/Tutor:** Se presentaron las propuestas de mejora, junto con el problema base, el tutor aceptó y se procedió a hablar con la líder de bodega.

**Visita a bodega:** Se realizaron varias visitas a bodega, donde se realizó una socialización de las propuestas con la líder de bodega, la cual aceptó la revisión de partes en inventario, en medio de la visita se pudo observar que la cantidad de partes con las que cuenta el taller de bombas en bodega es muy grande y en general las partes almacenadas para las diferentes áreas, menciono la encargada que aproximadamente 10700 códigos de partes se encuentran en bodega.

**Registro del inventario real y revisión de códigos actuales:** La encargada de bodega

acepto la propuesta, pero se interesa por realizar una actualización de códigos no solo para las partes correspondientes al taller de bombas sino para todo lo que almacena la empresa en general, por lo cual a partir de la propuesta se planteó la realización de una toma física en bodega con ayuda de personal del área con conocimiento de las partes, la líder de bodega decidió realizar la contratación de una persona para que se encargue de la actualización de los códigos en un archivo en Excel para ser subido al programa P2 IDEAS que es el que la empresa maneja y así actualizarlo de forma masiva, esto se realizara luego de la toma física. Sin embargo se gestiona parte de esta toma correspondiente a partes de bombas junto con un encargado, se recopilo información en una planilla, con el código, descripción, condición, cantidad y unidad de la parte existente en bodega, luego se procedió a realizar un archivo de Excel, esto se realizó a modo de avance, teniendo en cuenta que las partes de bombas en inventario oscilan alrededor de 800, se realizó también la Gestión de inicio de archivo de pruebas de banco, esto se maneja para las veces que se compran bombas completas lo cual no es tan frecuente, los proveedores entregan a la empresa las pruebas, pero no se llevaba un control de estas y cuando fallaban estas bombas se requería ir a la prueba de banco, se encontraron dificultades para encontrar sus especificaciones, por esto se inició guardando en carpetas y escaneando esta información para también tenerla en la red y que pueda estar al alcance en cualquier momento.

Por otro lado se gestionaron fichas estándar para algunas partes de bomba con la referencia o parte número de los 4 diferentes proveedores que se tienen actualmente, con el fin de agilizar el acceso a la información y obtener las diferentes referencias para realizar las órdenes a bodega o de compra, esta idea se deja plasmada con el fin de que ellos puedan

hacer este trabajo con todas las partes que consideren necesarias por su frecuencia de pedido y demás.

#### **6.4 Definir políticas y replicar análisis con información actualizada.**

**Socialización de la propuesta con gerencia de Workover/tutor:** Se plantó el problema encontrado, seguido de las propuestas de mejora, se entregó un borrador de un análisis ABC con un segmento de partes con el fin de ejemplificar el modelo, teniendo en cuenta que el proceso de actualización de partes está en camino y no se pueden tener datos exactos por ahora.

**Entrega de la información mediante análisis ABC:** Se realizó el análisis ABC teniendo en cuenta información de las tarifas de partes de bombas escogidas aleatoriamente con sus respectivas compras realizadas a partir del año 2014, para lo cual se obtuvo la siguiente información. (Apéndice G)

Tabla 19.

*Resultados análisis ABC*

PARTES	CLASIFICACIÓN
Nipple seating	A
Nipple ID	A
Extension wiper	A
Ball and seat	A
Cage closed top plunger	A
Guide rod	A
Barrel	A
Cage open top plunger	A
Locknut valve rod	A
Plunger	B
Cup	B
Mandrel hold down	B
Bushing valve rod	B
Rod valve	C
Spacer	C
Plug seat	C
Coupling	C
Bushing seating	C

Tabla 20.

*Porcentaje de participación según ABC*

<b>Participación estimada</b>	<b>Clasificació n de n</b>	<b>N</b>	<b>Participació n de n</b>	<b>Compras</b>	<b>Participación de compras</b>
0%-80%	A	9	50%	\$ 37.058,52	80%
81%-95%	B	4	22%	\$ 7.197,72	15%
96%-100%	C	5	28%	\$ 2.339,33	5%

El análisis ABC permite identificar las partes que tienen un impacto importante en cuanto a inventario y costos, permite también crear categorías de productos que necesitarán niveles y modos de control y pedido distintos.

Se recomienda utilizar la política de gestión de inventario del análisis ABC la cual establece que en el caso de las partes clasificadas en el grupo A deberían ser sometidas a un riguroso control de inventario, contar con mejores pronósticos de compras. Las órdenes deberían ser frecuentes. En los artículos A, evitar las situaciones de faltas de existencias es una prioridad. Para las partes clasificadas en el grupo B se cuenta con una condición intermedia entre A y C. Un aspecto importante de esta clase es la monitorización de una potencial evolución hacia la clase A o, por el contrario, hacia la clase C, por lo tanto el grupo B debe ser monitoreado constantemente observando sus posibles cambios. Finalmente las órdenes para el grupo C se realiza con menos frecuencia. Una política típica para el inventario de los artículos C consiste en tener solo una unidad disponible, y realizar una orden solo cuando se ha verificado la necesidad real.

El anterior análisis, se realizó de manera expositiva, con el fin de mostrar este método que puede ser aplicado para todas las partes, después de contar con el historial completo y correcto.

### **Relación resultados ABC y partes que se dañan con más frecuencia**

Los resultados del análisis ABC arrojan la lista de partes con la prioridad que se deben adquirir, teniendo en cuenta las tarifas de cada una de ellas; sin embargo se realiza una recopilación de información con el historial de las partes que se dañan con más frecuencia para tener estas también en cuenta y por supuesto que las que se encuentren en común en las dos columnas deberán ser prioridad.

En color amarillo se encuentran aquellas partes que perteneces a el grupo A en el análisis ABC y que también se encuentran en el grupo de partes dañadas con mayor frecuencia.

*Tabla 21 Relación partes ABC y frecuencia de daños*

<b>Partes clasificadas en el grupo A del análisis ABC (Mayor prioridad)</b>	<b>Partes dañadas con mayor frecuencia</b>
Nipple seating	Cup seating
Nipple ID	Plunger
Extension wiper	Cage, closed plunger
Ball and seat	Cage, closed barrel
Cage, closed plunger	Ball and seat

Guide rod	Bushing rod guide
Barrel	Rod valve
Cage open top plunger	Guide rod
Locknut valve rod	

**Realización de tabla con tiempo estimado de entrega de partes por proveedores:** La empresa cuenta con un indicador que permite evaluar el cumplimiento de todos sus proveedores respecto al tiempo de entrega, sin embargo teniendo en cuenta el enfoque al taller y las dificultades con la disponibilidad de partes en inventario, se realiza una tabla con los proveedores de partes de bombas y el tiempo máximo que históricamente han tardado en suministrar una pieza requerida.

Tabla 22.

*Tiempo máximo de entrega de partes de proveedores*

Proveedores	Tiempo Máximo de entrega
Dover international	17 meses
Parko services	18 meses
Tda	17 meses
Weatherford	18 meses

La anterior información se recopiló mediante una reunión con la persona encargada del área de compras, quien establece que estos son los tiempos máximos que han tardado los proveedores en entregar una parte solicitada. Estos tiempos no se dan frecuentemente y

ocurren cuando el proveedor no cuenta con lo requerido en el stock, para lo cual la empresa no puede tender un control, pero puede evitar esta probabilidad realizando los pedidos con un mayor tiempo de solicitud.

### **6.5 Mantenimiento preventivo a pozos en base a fallas**

Se realizó una toma de datos de las fallas en pozo que sucedieron en el año 2017, con el fin de mirar cuantas de estas son por bomba es decir por alguna de sus partes y cuantas veces en total fallo al año, se realizó una gráfica de esto y se presentó una exposición al tutor y gerente con el fin de proponer a la empresa que se realice un mantenimiento preventivo.

Se hace entrega de graficas de comportamiento de las fallas a causa de bombas de los años 2015 a 2017 con el fin de tener una base para analizar la importancia de la implementación del mantenimiento y también para poder ver con graficas futuras las mejoras en disminución de fallas.

## **7 Sistema de indicadores para el plan de mejora del taller de bombas**

Se realizó un sistema de indicadores mediante las siguientes etapas:

**Etapa 1. Identificación y selección de indicadores:** mediante el diagnóstico realizado y en base a las propuestas de mejoramiento se identifican y analizan los posibles indicadores que permitirán el control de los procesos de interés, para esto se consulta también la literatura sobre indicadores de gestión de procesos de producción y logísticos aplicables a la

planeación de requerimientos de materia prima, gestión de inventarios y almacenamiento, con el fin de darlos a conocer a la gerencia y realizar su aplicación.

De esta manera los indicadores seleccionados fueron:

- Paradas por bomba
- Planificación de inventarios
- Confiabilidad de inventario
- Frecuencia de uso de partes de bombas
- Implementación Herramienta 5s

**Etapa 2. Socialización de indicadores:** los indicadores fueron presentados al tutor para su aprobación.

**Etapa 3. Creación de la macro de indicadores y recolección de la información** Se desarrolló una Macro en una hoja de cálculo de Excel permitiendo la toma de datos de una forma sencilla y organizada, los recopila históricamente y los representa en gráficos que permiten analizar y controlar los procesos. Ver apéndice I.

La recopilación de datos se hizo con base en la información suministrada por diversas áreas como el taller de bombas, compras, bodega e ingeniería.

**Etapa 4. Capacitación, seguimiento y control:** con la información reunida se alimentó la Macro y se realizó la respectiva capacitación al personal encargado de buscar y calcular

los indicadores.

## **8 Resultados y análisis de la implementación de la propuesta de mejora**

### **8.1 Mejoras en las condiciones del espacio físicas**

Gracias a la implementación de la metodología 5's se logró incluir en el área del taller de bombas y específicamente en el encargado del mismo, la cultura de orden y aseo, con la cual se facilita y mejora la búsqueda de materiales, aspecto del área, agilidad del proceso y concientización de los beneficios que esta conlleva, se dejan algunos carteles con el fin de recordar la cultura 5's a diario, luego de la capacitación al encargado.

Por otro lado, algunas de las propuestas presentadas, como adquisición de enseres para almacenamiento de partes y terminación del techo de la parte posterior del taller para ampliación y aprovechamiento del área no se pudieron implementar en un 100%, pero se logró gestionar la implementación de un mueble para almacenamiento de herramientas con el fin de reorganizar, en cuanto a la propuesta del techo fue aceptada pero requiere de una inversión así que se tendrá en cuenta para incluirla dentro del presupuesto de proyectos a realizar para el 2019 por ahora son aceptadas y tomadas en cuenta para su futura implementación.

## **8.2 Actualización de manual de funciones y procedimientos.**

Se llevó a cabo la actualización de responsabilidades para los cargos de comprador y encargado de taller de bombas, ya que se encontraron actividades o tareas sin un responsable puntual, en el caso de la implementación del instrumento de gestión de inventarios ABC el encargado de compras deberá realizar esta labor, así como el manejo y gestión de fichas estándar, el manejo del indicador de planificación de inventarios, así como el encargado del taller deberá realizar la gestión de archivo de pruebas de banco, seguimiento y control del programa 5's y uso del respectivo indicador, todo esto se consigna en el manual de funciones y procedimientos sujeto a la actualización del gerente de talento humano y los encargados de cada área. (Apéndice J).

Se realizó también la identificación de la necesidad de una persona que se encargara de tiempo completo a la actualización de datos en bodega, se realizó la contratación de la misma luego de la aceptación de la líder de bodega y el personal encargado.

## **8.3 Mejoras en el flujo de la información**

Se realizó la recopilación de información con la revisión de inventarios y códigos actuales en el área de bodega para partes de bomba, donde se logra sacar un avance con ayuda de un colaborador de bodega y se gestiona un archivo de Excel, cuando la empresa termine la toma de información y actualización en sistema, esto les permitirá tener una mayor precisión en la información que favorecerá la gestión de compras, teniendo un pedido más acertado, con esta

idea no solamente se verá una mejora en el taller de bombas si no en la empresa en general ya que la idea fue aceptada y tomada para la actualización de todo el inventario en bodega.

Con la creación de las fichas estándar para las partes se facilita la realización de los pedidos, se gestiona un archivo físico en carpeta y un archivo digital para que cualquier persona que lo requiera pueda tener acceso a ellas fácilmente y así tener claridad cuando se solicita alguna parte a bodega o a compras, esta ficha permite tener la información de cómo realizar pedidos a los diferentes proveedores según su parte-numero, agilizando los procesos de compra y evitando confusiones en las especificaciones requeridas. (Apéndice I)

Mediante la gestión de archivo de pruebas de banco en digital y físico se asegura contar con información importante como lo son pruebas de capacidad y presión de bombas, al momento de requerirla en el caso de fallas.

#### **8.4 Definición de políticas y replica de análisis con información actualizada**

Mediante la exposición del análisis ABC se da a conocer los beneficios que conlleva su aplicación, siendo principalmente que permite identificar las partes que tienen un impacto importante en cuanto a inventario y costos, permite también crear categorías de productos que necesitaran niveles y modos de control y pedido distintos, lo cual a su vez conlleva a una mejor planeación o gestión de inventarios, el análisis se realiza con algunas de las partes elegidas aleatoriamente con estas se puede determinar cuáles deberían tener un mayor control

de inventario, contar con mejor pronóstico de compra, cuales tienen condición intermedia y cuales no requieren de un pedido con tanta frecuencia, todo esto se realiza como entrega de un primer momento con el fin de que la empresa realice la implementación del instrumento de análisis para todas sus partes luego de que estas se encuentren actualizadas.

Se realizó una tabla donde se relacionan las partes del grupo A del análisis ABC y las partes con daños históricamente más frecuentes para que la empresa pueda filtrar más las partes de importancia tanto por costo como por frecuencia de daño, esta relación permite tener ciertas partes en alerta de inventario sabiendo que su stock nunca puede estar en ceros, por su constante necesidad y costo.

Se realizó también una tabla de los proveedores de partes de bombas, consultando cual es el mayor tiempo que pueden durar en entregar una parte, para lo cual se obtuvo que los cuatro proveedores pueden tardar en caso de no tener la pieza en stock entre 17 y 18 meses, se sugiere a la empresa no dejar ningún stock en cero para que cuando un caso de estos se presente tengan como solventar la necesidad inmediata, también se sugiere realizar los pedidos de las partes importantes con cierta anticipación y no cuando el stock llegue a cero.

### **8.5 Implementación de programa de mantenimiento preventivo**

Se realizó la propuesta de implementación de un programa de mantenimiento preventivo en base a la necesidad de mitigar las fallas a causa de bombas en pozos y todo el proceso que

esto implica, planteándole a la empresa un ahorro en tiempo y costos, la empresa cuenta con los recursos y el personal para realizar el mantenimiento a pozos, se hace entrega de gráficos que demuestran el comportamiento de fallas a causa de bombas para los años 2015 a 2017, junto con un indicador que permitirá mostrar con el tiempo la disminución de estas fallas.

## **9 Resultados de los Indicadores seleccionados**

### **9.1 Indicador Porcentaje de paradas por bomba**

Este indicador fue evaluado de manera mensual, teniendo en cuenta los registros del año 2017, se registran las paradas de pozo relacionadas con bombas y por otros motivos, el tiempo de servicio o tiempo que la producción del pozo se detiene mientras se soluciona el problema ya sea cambio de bomba u otro, este indicador ayudara a almacenar una base de datos que permita obtener un perfil de confiabilidad de equipos y causa común de averías, permitiendo determinar un porcentaje de daños por bomba para destacar también la importancia de contar con las partes para reparación o ensamble de bomba, dado que si se cuenta con la disponibilidad de estas la bomba regresara a pozo más rápido.

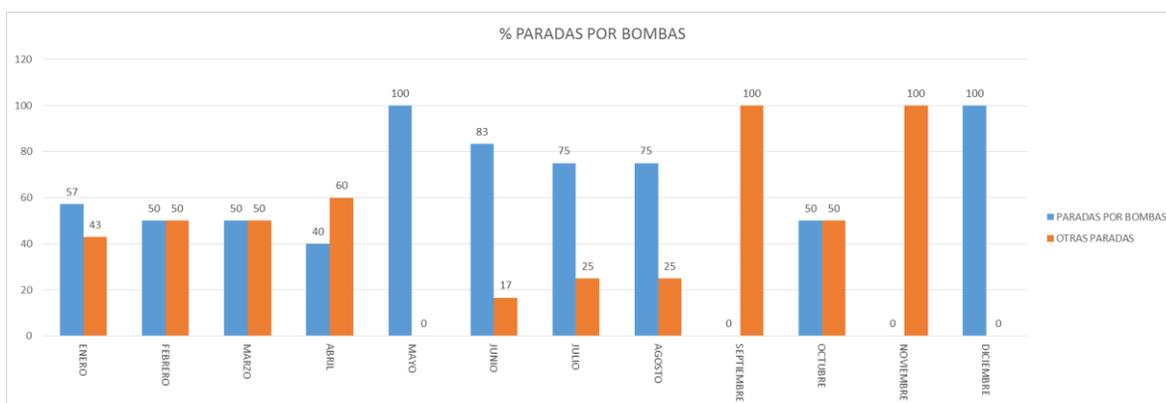


Figura 26. Comportamiento del indicador (% de paradas).

## 9.2 Confiabilidad de inventario

Este indicador fue evaluado con los reportes actuales en el sistema de inventario vs el archivo que se empezó a realizar en el mes de noviembre para algunas de las partes de bombas con toma física en bodega, teniendo en cuenta los registros se busca determinar el nivel de confianza del manejo del inventario con el fin de verificar la información allí suministrada y proponer mejoras, en este caso la propuesta de actualización del sistema y posteriormente un control periódico de esta información.



Figura 27. Comportamiento del indicador (% confiabilidad inventario).

### 9.3 Frecuencia de uso de partes de bombas

Este indicador fue evaluado para el trimestre de junio a agosto del 2017, la información se recolecto a partir del archivo de requisiciones descargado del programa ideas, en el cual se tuvieron que hacer varios filtros para finalmente obtener la información, este indicador ayuda a identificar y clasificar las partes por su frecuencia de uso, lo cual puede ayudar también en la planificación de materiales.

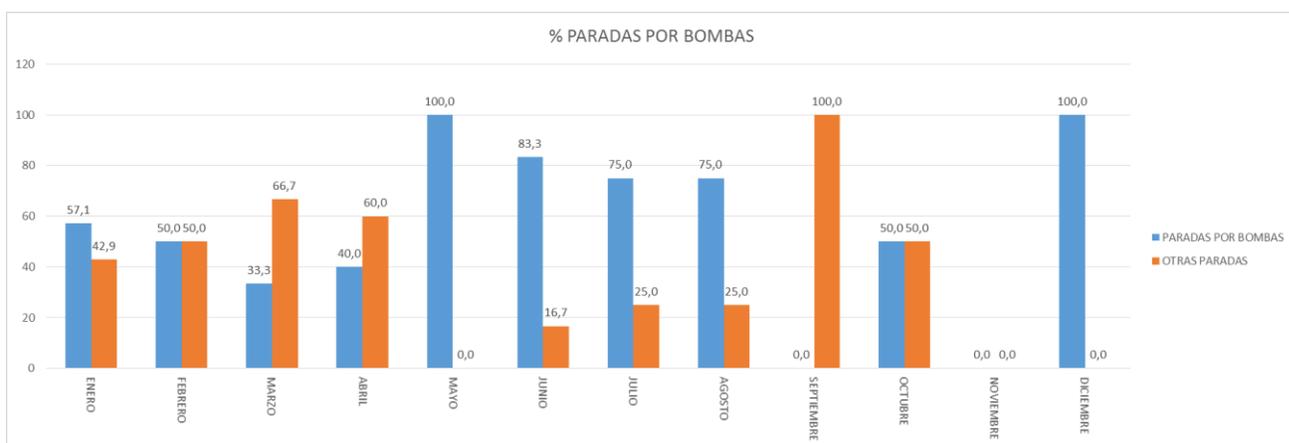


Figura 28. Comportamiento del indicador (Frecuencia de uso).

#### **9.4 Implementación de la Herramienta 5's**

Para este indicador se evaluó el cumplimiento de la herramienta 5s el cual se muestra en el capítulo 4, como parte del diagnóstico. Este indicador obtuvo un porcentaje de 64,91%.

### **10. Conclusiones**

Se desarrolló un diagnóstico mediante la herramienta 5p, gracias a este se identificaron los puntos críticos u oportunidades de mejora, donde se encontraron problemas principalmente en la gestión de inventarios o aprovisionamiento, partiendo de que en repetidas ocasiones no se dispone de las partes requeridas para las bombas de subsuelo, esto y otras observaciones dieron lugar al planteamiento de propuestas de mejora y posteriormente su implementación.

Se formuló un plan de mejoramiento en base a los problemas identificados en el diagnóstico, donde se plasmaron propuestas con el fin de contribuir en la gestión de abastecimiento, almacenamiento y orden del taller.

De las propuestas de mejora algunas quedaron planteadas para su implementación futura, como la terminación del techo del taller, la adquisición de estantería, la implementación de alguna técnica de gestión de inventarios como ABC y el mantenimiento preventivo a pozos.

La propuesta de actualización de inventario para bombas se extendió de manera global para toda la bodega, generando así no solo una mejora para el taller de bombas sino para la empresa en general.

Después de actualizar el sistema de inventarios con las existencias reales del área de bodega, se podrá conocer la cantidad real de partes para proceder a un proceso de compras correcto.

Los indicadores planteados ayudan tanto a llevar un control sobre las mejoras como a obtener un estado del comportamiento, permitiendo con esto la identificación de causas de problemas frecuentes reduciendo los mismos y generando la posibilidad de plantear nuevas posibles soluciones.

Mediante el indicador de paradas de pozo se logró mostrar que las paradas a causa de partes de bomba en el 2017 tuvieron un porcentaje de 56,6%, la empresa lograra disminuir las fallas de pozo con el mantenimiento preventivo propuesto ya que este disminuye los tiempos de parada y posibles costos de fallas.

Con el indicador de confiabilidad de inventarios se logró mostrar la problemática actual de bodega, donde muchas de las partes reportadas no concuerdan con el inventario, mediante esta problemática se inició la toma de información para la actualización del mismo.

El indicador de frecuencia de uso de partes de bomba mostro y ayudo a identificar y clasificar un segmento de partes por su frecuencia de uso, lo cual podrá ayudar a la planificación de materiales.

Se planteó un indicador de planificación de inventarios con el cual se pretende evaluar la confiabilidad de la lista de requerimiento de materiales planificada mensualmente, este indicador se deja propuesto ya que actualmente no se cuenta con información para iniciarlo.

Con el indicador de implementación del programa 5's se logró mostrar el avance de su implementación y estado actual del taller el cual fue de 64,9%.

## **11. Recomendaciones**

La implementación de una herramienta para la gestión de inventarios como el análisis ABC es importante pero no es lo único que la empresa debe tener en cuenta para tener una gestión efectiva y acertada, es importante que la empresa mantenga alineados los inventarios físicos con los registros informáticos, para así tener veracidad en la planeación.

Las personas encargadas de compras, bodega y taller deben velar porque cada responsable mantenga la información necesaria actualizada, para no recaer en los problemas presentados anteriormente, dada su importancia en la planificación de requerimientos y la operación como tal.

Se sugiere que entre el gerente de workover y la líder de bodega se llegue a un acuerdo donde se realice de manera formal la asignación de una persona que se encargue del análisis ABC, verificación de la actualización constante de inventario, códigos y necesidades, y todos los datos que requieren seguimiento.

Se recomienda la terminación del techo del taller de bombas ya que hay un espacio significativo que se está desaprovechando y esto ayudaría en el orden y posible accesibilidad de una mayor cantidad de partes.

Averiguar nuevas técnicas de recubrimiento anti desgaste y anticorrosión, como las que se están realizando en la escuela de mecánica, para las partes con desgaste constante.

### Referencias Bibliográficas

Alvarez, B., Espinosa, P. (2004). Tesis Ingeniería Industrial Universidad Javeriana.

Recuperado de: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis60.pdf>

Ballou, R. (1998). Business logistics Management . Prentice hall.

Barinaga, A. (2018). Meet Logistics. Recuperado de: [https://meetlogistics.com/inventario-](https://meetlogistics.com/inventario-almacen/tecnicas-de-gestion-del-inventario/)

[almacen/tecnicas-de-gestion-del-inventario/](https://meetlogistics.com/inventario-almacen/tecnicas-de-gestion-del-inventario/)

Coalla, P.P. (Paraninfo). (2017). Gestión de inventarios . España: Ediciones Paraninfo, S.A.

Joffrey, C. (2012). Análisis abc (inventario). Recuperado de:

[https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-\(inventario\)](https://www.lokad.com/es/definicion-analisis-abc-(inventario))

(S.F.). Manual de inducción de Petrosantander Colombia inc. Campo payoa sabana de torres.

Petrosantander colombia inc. (s.f.). Intranet Petrosantander.

Richard, B., Chase, F. (2010).Administración de operaciones. Recuperado de:

[https://www.ucursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi\\_blog/r/Administracion\\_de\\_Operaciones\\_-\\_Completo.pdf](https://www.ucursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf)

Serrano, J. (2011). Gestión de aprovisionamiento. Madrid, España.: Ediciones Paraninfo,

S.A.

Angel, S. (Ortega). (1996). La investigación operativa. Alcobendas, Madrid: Ediciones Ortega.

Batiste, E., Perez, A. Propuesta de mejoramiento del centro de distribución hewlett packard colombia ltda. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Pontifica Universidad Javeriana. Bogotá 2014.

León, C. Plan de mejora de los procesos de gestión de inventarios, almacenamiento y despacho de la empresa industrial de accesorios ltda. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios industriales y empresariales.

Quintero, S. Mejoramiento de los procesos de abastecimiento y gestión de inventarios en la línea de tubería metálica con costura de la empresa Corpacero S.A. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios industriales y empresariales.

Zapata, M. Mejoramiento de la gestión aprovisionamiento, almacenamiento e inventario para la empresa Naturnet Colombia Ltda. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad industrial de Santander. Escuela de estudios industriales y empresariales.

Perea, S. Mejoramiento de los procesos calzado inca, trabajo de grado (Ingeniería Industrial).

Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios industriales y empresariales.

Cristancho, B. Mejoramiento del proceso de reparación de colisiones de Central Motors

América S.A.S. Trabajo de grado (Ingeniería Industrial). Universidad Industrial de

Santander. Escuela de estudios industriales y empresariales.