

**PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO EN LA EMPRESA OXY  
ANDINA**

**Caso de estudio: Bodega de materiales La Cira Infantas**

**ROLANDO SIERRA RAMÍREZ COD. 73678**

**JOHAN STEWAR CAMPOS AREVALO COD. 10764**

**UNIVERSIDAD ECCI**

**ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL**

**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

**BOGOTÁ D.C.**

**2019**

**PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE INVENTARIO EN LA EMPRESA OXY  
ANDINA**

**Caso de estudio: Bodega de materiales La Cira Infantas**

**ROLANDO SIERRA RAMÍREZ COD.73678**

**JOHAN STEWAR CAMPOS AREVALO COD. 10764**

**Proyecto de Investigación**

**Presentado a:**

**Ing. Miguel Angel Urián Tinoco**

**Esp. En Ingeniería de Producción**

**UNIVERSIDAD ECCI**

**DIRECCIÓN DE POSGRADOS**

**ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL**

**BOGOTÁ D.C.**

**2019**

## TABLA DE CONTENIDO

1	Título de la Investigación .....	12
2	Problema de investigación.....	12
2.1	Descripción del problema.....	12
2.2	Planteamiento del problema.....	13
2.3	Sistematización del problema.....	13
3	Objetivos de la Investigación .....	14
3.1	Objetivo general .....	14
3.2	Objetivos específicos.....	14
4	Justificación y delimitación.....	15
4.1	Justificación.....	15
4.2	Delimitación.....	16
4.3	Limitaciones.....	16
5	Marco conceptual .....	18
5.1	Estado del arte .....	18
5.1.1	Estado del arte Internacional.....	18
5.1.2	Estado del arte Nacional .....	22
5.2	Marco Teórico.....	26
5.2.1	Inventarios.....	27
5.2.2	Inventario de Seguridad .....	27
5.2.3	Rotación de Inventario.....	27
5.2.4	Optimización de inventarios .....	28
5.2.5	Obsolescencia .....	28
5.2.6	Actividades que agregan valor al producto y/o proceso .....	28
5.2.7	Actividades que no agregan valor al producto y/o proceso y que no se pueden eliminar	28
5.2.8	Actividades que no agregan valor al producto.....	29
5.2.9	Rotación de inventario ABC.....	32
5.2.10	Valorización de inventario ABC.....	32
5.2.11	Análisis de Pareto .....	33
5.2.12	Análisis y cálculo de EOQ (costo de mantener inventario).....	33
5.2.13	Lean Manufacturing.....	34

5.2.14	Costo de Mantenimiento .....	35
5.2.15	Costo de material .....	35
5.2.16	Costo de Pedido .....	35
5.2.17	Costo de faltantes.....	35
5.2.18	Materiales pequeños.....	36
5.2.19	Materiales medianos .....	36
5.2.20	Materiales grandes .....	36
5.2.21	Materiales Voluminosos .....	37
5.3	Marco normativo/legal .....	37
5.4	Marco Histórico.....	41
6	Marco metodológico.....	42
6.1	Recolección de la información.....	42
6.1.1	Tipo de investigación.....	42
6.1.2	Fuentes de obtención de la información .....	42
6.1.3	Herramientas .....	43
6.1.4	Metodología .....	43
6.1.5	Recopilación de la información .....	44
6.2	Análisis de la información.....	52
	Rotación de Inventario ABC.....	52
6.3	Propuesta de solución.....	64
6.3.1	Propuesta “Reducción de Nivel inventario” .....	65
6.3.2	Propuesta “Redistribución de Personal en los diferentes patios” .....	66
6.3.3	Propuesta “Planificación de la demanda” .....	68
7	Impactos esperados.....	69
8	Análisis financiero.....	72
8.1	Recurso Humano .....	72
8.2	Recursos para clasificación y limpieza .....	73
9	Conclusiones y recomendaciones.....	76
9.1	Conclusiones .....	76
9.2	Recomendaciones.....	77
10	Bibliografía .....	79

## TABLAS

Tabla 1. Normatividad (Autores).....	37
Tabla 2. Tipo de Investigación (Guía metodológica Universidad ECCI).....	42
Tabla 3. Organización de materiales La Cira Infantas (Autores) .....	44
Tabla 4. Tiempos por Procesos en las Bodegas Oxy (Autores).....	45
Tabla 5. Colorimetría de la clasificación de las actividades por Valor Agregado (Autores) .....	46
Tabla 6. Actividades que No Agregan Valor (Autores) .....	47
Tabla 7. Valoración y Rotación Inventario Oxy (Autores).....	52
Tabla 8. Valoración de inventario Oxy (Autores) .....	54
Tabla 9. Costo de Almacenamiento por patio (Autores) .....	61
Tabla 10. Distribución de nómina Bodegas Oxy Andina Octubre 2018 (Autores) .....	62
Tabla 11. AMEF Gestión de inventarios La Cira Infantas. (Autores) .....	64
Tabla 12. Cronograma de propuesta campo La Cira Infantas (Autores) .....	66
Tabla 13. Cargos consolidados Actuales/Propuesta. (Autores) .....	69
Tabla 14. Costos Recurso Humano (Autores) .....	72
Tabla 15. Costo de transporte material (Autores).....	73
Tabla 16. Ahorro dimensionamiento de personal propuesto (Autores) .....	74

## ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Resumen de Rotación ABC, Inventario Oxy (Autores) .....	53
Ilustración 2. Distribución monetaria y por materiales de Rotación ABC, Inventario Oxy (Autores) .....	53
Ilustración 3. Mapa técnico de Patio Comisariato 01 (Autores).....	55
Ilustración 4. Mapa técnico de Patio Comisariato 02 (Autores).....	55
Ilustración 5. Mapa técnico de Patio C (Autores).....	56
Ilustración 6. Mapa técnico de Patio Piara (Autores) .....	57
Ilustración 7. Mapa técnico de Patio Piara Hangar (Autores) .....	58
Ilustración 8. Mapa técnico de Patio A (Autores).....	58
Ilustración 9. Mapa técnico de Patio F (Autores) .....	59
Ilustración 10. Mapa técnico de Patio Satélite (Autores) .....	60
Ilustración 11. Mapa técnico de Patio G (Autores).....	60
Ilustración 12. Estructura Organizativa Oxy Andina - Octubre 2018 (Autores) .....	62
Ilustración 13. Estructura Matricial por Procesos Oxy Andina (Abril 2019)(Autores).....	70

## GRÁFICAS

Gráfica 1. Tiempos totales por Procesos (horas/mes) (Autores) .....	46
Gráfica 2. Clasificación de actividades por Valor Agregado (Autores) .....	47
Gráfica 3. Histórico de Transacciones por líneas (Autores) .....	49
Gráfica 4. Histórico de Transacciones por Unidades (Autores) .....	49
Gráfica 5. Transacciones por líneas (Autores).....	50
Gráfica 6. Transacciones por Unidades (Autores).....	50
Gráfica 7. Entradas y Salidas de Material por líneas (Autores).....	51
Gráfica 8. Entradas y Salidas de Material por Unidades (Autores).....	51
Gráfica 9. Valoración de inventario tipo ABC. (Autores) .....	54

## Introducción

Una empresa, ya sea productora de bienes o prestadora de servicios, requiere de herramientas que hacen posible su operación. Dentro de estas herramientas se encuentran los materiales, tales como acumulaciones de materias primas, provisiones, componentes, productos en proceso y/o productos terminados (Ballou, 2004, pág. 326), los cuales, dependiendo de sus características y de la actividad de la empresa, requieren de inventario. Por lo tanto, se hace necesaria la Gestión de inventarios, con el fin de administrar adecuadamente el registro, compra y salida de inventarios, además de conocer el costo total de operación de almacén.

La empresa Oxy Andina dedicada a la industria petrolífera, se encuentra en Colombia como una sucursal de Occidental Petroleum Corporation, compañía de petróleo y gas de Estados Unidos; tiene operación actualmente en el departamento de Arauca con el campo Caño Limón, un descubrimiento que permitió a Colombia recuperar su estatus como exportador neto de petróleo. Adicionalmente, operan en la Cuenca del Magdalena Medio en el departamento de Santander, con el campo La Cira Infantas, donde ha coordinado un proyecto de recuperación de petróleo mejorado (EOR) en colaboración con Ecopetrol (Oxy, 2019).

Debido a la magnitud de la actividad en el campo La Cira Infantas, se toma como caso de estudio, con el fin de establecer la situación actual de la gestión de inventarios y almacén que se lleva a cabo, posteriormente establecer una propuesta de optimización del proceso, para lo cual, se realiza un diagnóstico considerando los tiempos y movimientos, y el personal con el que cuenta La Cira Infantas para su actividad de almacén. Luego en la etapa de medición de las actividades se utilizará la técnica de cronometrado por observación visual y directa; seguidamente del análisis estadístico de los tiempos para proporcionar confiabilidad de los datos.

Una vez analizada la situación actual, se instaura la propuesta de mejora que busque la eliminación de materiales obsoletos y de nula rotación.

## **Resumen**

Con la realización del presente proyecto se pretende establecer una propuesta de optimización en el proceso de la gestión de inventarios en el campo La Cira Infantas operado por la empresa Oxy Andina para la explotación petrolera. Para tal fin, se debe realizar un diagnóstico con el cual determinar el estado actual de los procesos y a su vez, llegar a la identificación de los materiales que se encuentran bajo las características de obsolescencia y la nula rotación y, posteriormente, definir la propuesta que permita la rotación del inventario que se maneja en cada uno de los patios de La Cira Infantas.

Cabe mencionar que se define la metodología Lean Manufacturing, puesto que es una herramienta de mejoramiento continuo basada en la eliminación de desperdicios (transporte, inventarios innecesarios, tiempos de espera, movimientos innecesarios, defectos, procesos inapropiados, talento humano); y actividades que no agregan valor al proceso.

**Palabras Clave:** Inventario, Rotación de Inventario, Optimización de Inventario, Obsolescencia.

### **Abstract**

With the realization of this project, we intend to establish a proposal for optimization in the process of inventory management in the La Cira Infantas field operated by the Oxy Andina Company for oil exploitation. To this end, a diagnosis must be made, thus determine the current status of the processes and in turn, reach the identification of materials that are under the characteristics of obsolescence and the null rotation and, later, define the proposal that allows the rotation of the inventory that is handled in each of the courtyards of La Cira Infantas.

It is worth mentioning that the Lean Manufacturing methodology is defined, since it is a tool for continuous improvement based on the elimination of waste (transport, unnecessary inventories, waiting times, unnecessary movements, defects, inappropriate processes, human talent); and activities that do not add value to the process.

**Keywords:** Inventory, Inventory Rotation, Inventory Optimization, Obsolescence.

## **1 Título de la Investigación**

Propuesta para la optimización de inventario en la empresa Oxy Andina, Caso de estudio: Bodega de materiales La Cira Infantas.

## **2 Problema de investigación**

### **2.1 Descripción del problema**

Teniendo en cuenta que la empresa Oxy Andina, perteneciente a Occidental Petroleum Corporation, procedente de Estados Unidos, establece su operación con la industria petrolífera en distintos puntos del país (departamentos de Arauca y Santander), se pretende centrar la investigación en uno de los campos de mayor operación: La Cira Infantas, el cual se encuentra ubicado en la Cuenca del Magdalena Medio; este se compone de la Bodega Principal, almacén 02 o también llamado Comisariato y en los patios de OXY (Patio C, Patio A, Patio Piara, Patio G y Patio F, Bodega Satélite y Químicos), donde se manejan diferentes materiales, clasificados de acuerdo a su tipo.

Aunque actualmente la empresa Oxy Andina cuenta con un procedimiento para la gestión de inventarios de los materiales requeridos por su operación, el problema radica en la presencia de fallas o debilidades en su proceso, pues este se realiza sin tener en cuenta la planeación de la demanda de cada material, además el flujo de información entre el área de compras y las generadoras de la demanda es insuficiente, razón por la cual se generan rupturas en el inventario, ya sea con el desabastecimiento de determinados ítems o por el contrario, elevados niveles de inventario de baja rotación, que a su vez desemboca en altos costos de mantenimiento y obsolescencia.

## **2.2 Planteamiento del problema**

¿Cómo optimizar los inventarios del campo petrolero La Cira Infantas?

## **2.3 Sistematización del problema**

- ¿Cuáles son los factores que afectan la gestión de los inventarios en Oxy Andina?
- ¿De qué forma se puede realizar la optimización de inventarios sin perjudicar la operación de la empresa?
- ¿Cuál es la metodología adecuada para gestionar la optimización de los inventarios en el campo petrolero La Cira Infantas?

### **3 Objetivos de la Investigación**

#### **3.1 Objetivo general**

Elaborar una propuesta para la optimización de inventario en la empresa Oxy Andina que identifique los materiales obsoletos y de nula rotación a través de estrategias de gestión de almacenamiento e inventario, técnicas y herramientas de mejoramiento continuo que permitan mayor eficiencia y tiempos óptimos de respuesta en los procesos.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Identificar la situación actual mediante un diagnóstico, de rotación y valorización de inventario.
- Establecer las oportunidades de mejora en cada uno de los procesos medidos durante el diagnóstico.
- Proponer la estrategia a usar para alcanzar la optimización de los inventarios.

## **4 Justificación y delimitación**

### **4.1 Justificación**

La operación de una empresa comprende diferentes factores que se encuentran relacionados entre sí, razón por la cual, el fallo o incorrecto funcionamiento de uno de estos perjudica de una manera u otra a la empresa en general, por lo tanto, es necesario tener en cuenta la logística que se desarrolla de acuerdo a la actividad de la misma, considerando que el ámbito empresarial puede ser cambiante.

Ahora bien, la logística comprende la planeación, implementación y control del flujo y almacenamiento eficiente y a un costo efectivo de las materias primas, inventarios en proceso, de producto terminado e información relacionada, desde los puntos de origen hasta los de consumo, según la definición promulgada por el CLM (Council of Logistics Management) (FESC). Con base en lo anterior, se define que para que la empresa Oxy Andina alcance un almacenamiento eficiente se debe llegar a la eliminación de la obsolescencia y la nula rotación de los inventarios que maneja, lo cual se traduce en los altos costos actuales para la empresa, que se consideran innecesarios, además, es importante tener en cuenta que el costo de los inventarios en muchas empresas está representado por un alto porcentaje del capital de inversión (por lo general entre un 20% y 40%), por lo que una reducción de inventarios es una estrategia inmediata para reducir los costos en la empresa (Muñoz, 2009, pág. 145).

Debido a lo anterior, el desarrollo de la propuesta de optimización debe estar centrada en la gestión de inventarios, mediante el mejoramiento continuo del proceso en La Cira Infantas, teniendo en cuenta que para llevar a cabo la actividad de explotación petrolífera se requieren distintas clases de materiales (pequeños, medianos, grandes y voluminosos), que garantizan la

adecuada operación de la empresa, razón por la cual, es necesario contar con un inventario adecuado.

Por su parte, se tiene en cuenta el Lean Manufacturing, pues es una metodología basada en la eliminación de desperdicios, ya que estos perjudican la operación de las empresas, y para este caso en particular, eliminar transporte, inventarios innecesarios, tiempos de espera, movimientos innecesarios, defectos, procesos inapropiados y talento humano.

## **4.2 Delimitación**

Para llevar a cabo elaboración de la propuesta de optimización, se toma como objetivo el campo La Cira Infantas, situado en la Cuenca del Magdalena Medio en el departamento de Santander, ciudad de Barrancabermeja, corregimiento El Centro, donde se realiza explotación petrolífera por parte de la empresa Oxy Andina como filial de la compañía estadounidense Occidental Petroleum Corporation. La Cira Infantas comprende la Bodega Principal, almacén 02 o también llamado Comisariato y en los patios de OXY (Patio C, Patio A, Patio Piara, Patio G y Patio F, Bodega Satélite y Químicos).

Para la construcción de la propuesta se lleva a cabo un diagnóstico, un estudio de tiempo y movimientos, con el fin de hacer la medición de los procesos de la gestión de inventarios, para lo cual se cuenta con datos de 8 meses, que se obtienen mediante observación directa.

## **4.3 Limitaciones**

Para de llevar a cabo el proyecto, se encuentran algunos aspectos que se pueden considerar como limitantes para el mismo.

- El acceso a alguna información es restringido debido a que hace parte de la confidencialidad de la empresa, especialmente lo referente a la base de datos de SAP y ORACLE.
- Los resultados obtenidos pueden ser susceptibles de cambios, puesto que para el presente estudio no se están analizando dentro del estudio de tiempo y movimientos las tareas correspondientes a los inventarios cíclicos, inventarios selectivos, preinventarios y algunos procesos de preservación de materiales.
- Es importante tener en cuenta que para este estudio no se están analizando dentro del estudio de tiempo y movimientos las tareas correspondientes a los inventarios cíclicos, inventarios selectivos, pre-inventarios y algunos procesos de preservación de materiales.

## 5 Marco conceptual

### 5.1 Estado del arte

Con el fin de establecer una base de la metodología que se usa para el desarrollo de la presente propuesta, se realiza una revisión de diferentes autores, de carácter nacional e internacional, que han recurrido a Lean Manufacturing para la optimización de inventario y el aumento de la productividad en diferentes organizaciones, obteniendo resultados satisfactorios.

#### 5.1.1 Estado del arte Internacional

El profesor Grzegorz Michalski, en la Universidad de Economía de Wroclaw, en Polonia, en su artículo publicado por la revista SSRN, relaciona la importancia de la optimización de la gestión de inventarios como parte de la gestión de riesgos operativos, manifestando que la maximización del valor de una empresa se lleva a cabo con un enfoque en el riesgo y la incertidumbre, por lo tanto, utiliza la teoría de la gestión de cartera para la elección de proveedores y optimizar la gestión de inventarios calculando la cantidad económica de pedido, EOQ. (Michalski, 2010). Esto, debe ser tenido en cuenta debido a que la compañía puede estar expuesta a iliquidez debido al nivel de inventario con el que cuenta.

Por otro lado, Anne Sophie Tejada, en su artículo titulado *Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos*, publicado por la Revista “Ciencia y Sociedad” en República Dominicana, expone la favorabilidad de la metodología Lean Manufacturing en las empresas, pues hace una revisión de la evolución de esta, demostrando los beneficios de dicha metodología con el

transcurrir del tiempo y su aporte a la competitividad de las empresas. Además, manifiesta que el éxito de Lean Manufacturing involucra a todas las áreas de la empresa y al cliente, buscando que este requiera el producto y no que la empresa se lo ofrezca para evitar inventarios. Finalmente, concluye que siendo la eliminación de desperdicios el eje central de Lean Manufacturing, se ve reflejada en la reducción de costos. (Tejada, 2011). Así, el aporte es apropiado puesto que relaciona el Lean Manufacturing con el cliente, que para este caso en particular, se toma cada una de las áreas demandantes de la empresa Oxy Andina, puesto que son actores importantes en la gestión del inventario, además presenta resultados en la reducción de costos, factor crítico en la gestión de inventarios que lleva a cabo la organización, en el cual se pretende establecer mejora para Oxy.

Así mismo, Carlos André Baluis Flores en el desarrollo de su tesis con la Pontificia Universidad Católica de Perú, argumenta la optimización de los procesos utilizando herramientas de Lean Manufacturing, pues se identificaron problemas de desbalance de carga de trabajos para la línea de producción, exceso de inventarios entre los procesos y problemas con tiempos de alistamiento de maquinaria, que desembocan en altos tiempos de ciclo. Por tanto, se propone la implementación de un sistema Kanban para controlar el nivel de inventario, y la reorganización de las actividades del proceso de fabricación a fin de lograr un flujo continuo, cambios con los cuales se alcanza una rentabilidad mayor a la esperada por la empresa. (Baluis Flores, 2013). De este modo, se encuentra el aporte en el éxito de la implementación de las técnicas Lean para solución de problemas similares al objeto de este estudio.

En Valencia (España), Víctor Gisbert Soler, sustenta la esencia de Lean Manufacturing, sus herramientas y aplicaciones mediante un artículo publicado en la revista “3C Tecnología”, en el cual se establece los errores más comunes con relación a esta metodología, ya que su

implementación está cobrando gran protagonismo en las organizaciones. Uno de ellos, es que la aplicación de Lean Manufacturing se realiza sin contar con los operarios, lo cual agiliza el proceso, pero no se lleva a cabo de manera exitosa, puesto que son estos los directos implicados en los procesos. También, a menudo las organizaciones caen en la falsa creencia de que la metodología se aplica únicamente para la eliminación de inventario. Así, llega a concluir que Lean Manufacturing procura el mejoramiento de la productividad de las empresas apoyada en un conjunto de herramientas. (Gisbert Soler, 2015). Por lo tanto, este artículo reafirma la importancia de realizar el estudio de tiempos y movimientos, además de entrevistas, con el recurso humano de bodegas y patios de La Cira Infantas, puesto que ellos tienen relación directa con el proceso y las tareas.

Por su parte, en México, Abigail Castrejón Gallegos en su tesis para obtener el título de Magíster en Administración del Instituto Politécnico Nacional, recurre al diseño de una estrategia de mejora para la eficiencia de los procesos, identificando las principales áreas de oportunidad, puesto que la Eficiencia Total de los Equipos (OEE), uno de los principales indicadores, estaba siendo afectada drásticamente por la disponibilidad de los mismos. Por lo anterior, realizó una revisión de históricos de tiempos (ajustes, limpieza, documentación, producción), y porcentaje de rendimiento, para la posterior realización de la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing, Kaizen y 5'S, para la simplificación de la documentación y el orden durante el proceso de empaque respectivamente. Esto llevo a un aumento del OEE del 10,27%, logrando la disminución de los tiempos de preparación (set up). (Castrejón Gallegos, 2016). Así, la mención de este trabajo es de utilidad para evidenciar la importancia de la optimización mediante Lean Manufacturing, puesto que permite establecer un diagnóstico y proponer soluciones; de ahí la pertinencia de su uso para el desarrollo del presente estudio.

A su vez, en Perú, Marco Antonio Aranibar Gamarra desarrolló su tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero Industrial, estableciendo como eje central la mejora de la productividad de una empresa involucrando la aplicación de la metodología Lean Manufacturing. Así, determinaron que la demanda superaba la capacidad productiva de la empresa y, por lo tanto, se incurría en incumplimiento. Con la implementación de Kanban, se aseguró una producción continua y sin sobrecargas en los equipos de producción, evitando los sobrantes innecesarios de stock (inversión innecesaria de tiempo), se logró duplicar el flujo de producción, aumentando la productividad en un 100%. (Aranibar Gamarra, 2016). La tesis citada aporta al desarrollo de la presente investigación el uso de la metodología Lean Manufacturing para la disminución del nivel de inventario, pues aunque en este caso, es inventario de producto en proceso, se procura evitar el exceso de este.

De otro lado, en la ciudad de Sevilla, se llevó a cabo un ejemplo de implementación de Lean Manufacturing como trabajo de grado para la obtención del título profesional de Ingeniería de Tecnologías Industriales por parte de Miguel Valpuesta Lucena, con el objetivo de eliminar el inventario innecesario, esperas por parte del cliente, movimientos innecesarios, transporte ineficiente, problemas que fueron identificados en el diagnóstico del proceso de fabricación. Con la aplicación de Lean Manufacturing, las 5'S contribuyen a la disminución de movimientos innecesarios durante el proceso productivo traducidos en tiempo, en un 2,1%, además de lograr una mayor eficiencia del personal. (Valpuesta Lucena, 2016). Resultados que se pueden tomar como referencia para el desarrollo del presente proyecto debido a que uno de los problemas que se encontraron, fue la existencia de actividades que no agregan valor, es decir, innecesarias, por lo cual se debe buscar la eliminación de las mismas.

### 5.1.2 Estado del arte Nacional

Respecto al estado nacional, en la Pontificia Universidad Javeriana, los autores David González Torrado y Germán Sánchez Barajas diseñaron un modelo de gestión de inventarios, como trabajo de grado para optar por el título de Ingeniería Industrial. Esto, debido a la necesidad de optimizar el stock, puesto que se presentan altos niveles de inventario de baja rotación, desabastecimiento y roturas de inventario, y por consiguiente se encontraron problemas de liquidez. Por lo tanto, se diseñó un modelo de gestión de inventarios involucrando la política de inventarios, el tiempo de entrega y el stock de Seguridad, y argumenta su viabilidad mediante la reducción de la demanda insatisfecha en un 82% y el aumento de los ingresos para la empresa (González Torrado & Sánchez Barajas, 2010). El aporte de lo anterior, se concentra en que considera como problemas centrales la presencia de un alto nivel de inventario de baja rotación y problemas de liquidez, comunes con la empresa Oxy Andina, puesto que presenta grandes volúmenes de ítems almacenados.

También, María Fernanda Valdés Cruz, en su trabajo de grado con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, desarrolla una propuesta de mejora para los procesos logísticos, tomando como clave Lean Manufacturing, empezando con un estudio de tiempos y movimientos para la posterior identificación de los posibles cambios que procuren la eficiencia de los procesos logísticos y lograr el mejoramiento del flujo de la operación. Sin embargo, encontró que algunos movimientos no se pueden modificar por ser propios del proceso o por política de la empresa. Así, se llegó a la identificación de tareas ineficientes o innecesarias. Con base en el diagnóstico establecido, plantea la implementación de las 5'S en todas las áreas de la organización, además de diferentes estrategias para las distintas etapas del proceso. Finalmente, se obtiene como resultado la reducción de tiempos en un 34,61% y el aumento de la capacidad, además, se tiene

un mayor control del proceso y se minimiza la posibilidad de error (Valdés Cruz, 2012); con este trabajo se apoya el beneficio de establecer las tareas ineficientes en los procesos, lo cual se busca en La Cira Infantas con el estudio de tiempos y movimientos, para su posterior eliminación.

Del mismo modo, los autores Jhonatan Arrieta González y Fabio Alirio Guerrero Portillo, de la Universidad de Cartagena, en su trabajo de grado para obtener el título de Administrador Industrial elaboran una propuesta de mejora en el proceso de gestión de inventario y gestión de almacén con base en la realización de un diagnóstico inicial y, posteriormente, involucrando la metodología ABC para la clasificación de inventario teniendo en cuenta el índice de rotación de los artículos y la demanda anual de los mismos. (Arrieta González & Guerrero Portillo, 2013), trabajo que puede tomarse como referencia puesto que apoya una de las principales herramientas que se pretenden utilizar en el proyecto en cuestión, como lo es el análisis ABC, y la pertinencia de su uso, pues se espera hallar información de gran valor.

También, Roberto José Angulo Puello, en su momento perteneciente a la Pontificia Universidad Javeriana, en su trabajo de grado para la obtención del título de Administrador de empresas, establece que el exceso de inventario y la obsolescencia del mismo, encuentra su disminución mediante las técnicas aplicadas (modificación de producto, reducción de niveles mediante discontinuación y el uso de inventarios de producto flexible), para la optimización del proceso del manejo de inventarios en general, obedeciendo a la programación de la empresa y no a la demanda directamente. (Angulo Puello, 2013). Sin embargo, aunque en este caso no se trata de inventario de producto, aporta posibles técnicas para el propósito en común que consiste en la disminución de los niveles de inventario con los que cuenta Oxy Andina actualmente, considerando el factor de la programación propia, el cual se tiene como falencia en el proceso existente de gestión de inventarios y que puede tomarse como oportunidad de mejora.

Por su parte, Viviana Paola Gacharná Sánchez y Diana Carolina González Negrete, de la Pontificia Universidad Javeriana, basaron el trabajo de grado de su autoría, en la generación de propuestas de mejoramiento empresarial a través de las herramientas de Lean Manufacturing debido a los constantes retrasos en los que incurría la empresa para las entregas de los pedidos a los clientes, provocando una disminución en el nivel de satisfacción de los mismos. Para la elaboración de la propuesta, realizaron un diagnóstico, en el cual se halló alto nivel de inventario de producto en proceso, exceso de operarios en algunas estaciones y paros en el proceso productivo debido a fallas de maquinaria. Así, determinaron las 5'S, Kanban, TPM y Células de trabajo como herramientas para la mejora, para finalmente, realizar una comparación de la situación inicial de la empresa contra la situación propuesta a través de las herramientas de dicha metodología, llegando así a una reducción del tiempo de ciclo (12%), lo cual solo se considera posible con la participación activa de todos los miembros de la organización. (Gacharná Sánchez & González Negrete, 2013). De esta manera, se establece el aporte en el tratamiento dado a problemas similares como los retrasos e interrupción del proceso productivo mediante Lean Manufacturing, que también es protagonista en el estudio en cuestión debido a las falencias de la gestión de inventario actual.

En la Universidad Nacional de Colombia, la autora Yenny Alejandra Aguirre Álvarez, en el desarrollo de su tesis abordó la mejora de la productividad en las Pymes gracias a la eliminación de desperdicios relacionados con tiempos de espera, defectos y eficiencia de la mano de obra, por medio de la aplicación de Lean Manufacturing. Para tal fin, realizó un diseño experimental de carácter factorial  $2^k$ , tomando como factores tres herramientas de la metodología mencionada (TOC, TPM y Andon), y como niveles se asumió la aplicación o no de la herramienta, obteniendo así indicadores de tiempo de espera, proporción de defectos y porcentaje de

rendimiento de la mano de obra. De esta manera, llegó a la conclusión que a través de Lean Manufacturing, los indicadores sustentan el aumento de la productividad, medida a través de las unidades producidas. (Aguirre Álvarez, 2014), por lo tanto, con esta tesis se evidencia la importancia de abordar los desperdicios manifestados en movimientos y esperas innecesarios, pues aunque son abordados con un método diferente, su tratamiento arroja resultados favorables.

Igualmente, en el trabajo de grado desarrollado por Eladio Enrique Peralta y Adriana Marcela Rocha Lora, pertenecientes a la Universidad de Cartagena en su momento, se buscó la generación de una propuesta de mejora de acuerdo a los problemas que manifestó la empresa objeto de estudio, pues contaba con niveles de eficiencia entre el 60 y 80%, sobrecostos en la producción y retrasos frente a los clientes. Para tal fin, realizaron la recolección de la información mediante encuestas al personal para entender la situación inicial de la empresa y la percepción que se tendría frente al desarrollo de Lean Manufacturing, y analizaron los resultados frente a 5 principios. Luego, mediante Lean Manufacturing se desarrolló una serie de estrategias para lograr el incremento de la eficiencia de la empresa, evitando como enfoque la disminución de los costos fijos que pueden conducir a la sobreproducción. (Peralta Ubarnes & Rocha Lora , 2015). En este trabajo se establece la importancia de evitar sobrecostos, problema con el que cuenta La Cira Infantas, además de la favorabilidad de usar Lean Manufacturing en cualquier proceso de las empresas.

Para finalizar, los autores Nelson Ricardo Umba Rodríguez y Jesús David Duarte Cordón de la Universidad de la Salle, en su trabajo de grado, realizado con el fin de conseguir el título de Ingeniero Industrial, desarrollaron una propuesta de implementación de herramientas Lean Manufacturing (5'S, células de trabajo y SMED), para reducir el tiempo de ciclo en los procesos de producción y por consiguiente aumentar la productividad y los ingresos de la organización.

Para tal fin, se utilizaron las células de trabajo para la eliminación de desperdicios, SMED como medio de reducción de tiempos muertos y las 5'S para lograr la estandarización, la limpieza y el orden de los procesos. Posteriormente, la propuesta arrojó una mejora en la productividad del 7,14% con respecto al año anterior. (Umba Rodríguez & Duarte Cordón, 2017). Así, se considera que el estudio brinda fuerza al uso de la metodología Lean Manufacturing para la búsqueda de la optimización de procesos, como lo es la gestión de inventarios.

## **5.2 Marco Teórico**

Día a día las empresas se ven envueltas en la necesidad del mejoramiento continuo, recurriendo así a distintas metodologías que lleven a la optimización de aquello que perjudique, altere o interrumpa la adecuada operación de cada organización.

Un aspecto que ha sido objeto de investigación a través del tiempo es el mantenimiento del inventario, pues antes las empresas mantenían niveles de stock sin considerar la razón del mismo, por lo tanto se presentaban sobrecostos o ruptura del inventario. Ahora bien, se debe tener en cuenta la conveniencia a nivel logístico y financiero de la tenencia de inventario, aquellos artículos que requieran de stock con el fin de evitar la obsolescencia de este teniendo en cuenta su rotación. Lo anterior está sujeto a cambios con el transcurrir del tiempo, por lo cual las condiciones pueden modificarse y nace la necesidad de implementar una metodología que permite el mejoramiento continuo frente a este aspecto y a todos los aspectos que comprende la organización.

Así mismo, es necesario conocer algunos conceptos claves para llevar a cabo el presente proyecto y permitir una correcta interpretación del mismo.

### **5.2.1 Inventarios**

“Inventarios son aquellos bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios. Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados para la venta o en la prestación de servicios; empaques y envases y los inventarios en tránsito.” (Goicochea Rojas, 2009)

### **5.2.2 Inventario de Seguridad**

“El inventario de seguridad es aquel que se mantiene para satisfacer la demanda que excede la cantidad pronosticada para un periodo dado. El inventario de seguridad se mantiene debido a que la demanda es incierta y el producto puede escasear si la demanda real excede a la pronosticada”. (Ballou, 2004)

### **5.2.3 Rotación de Inventario**

“Es uno de los más importantes y que mayor trascendencia financiera tiene para la empresa. También expresa la permanencia de los materiales en el almacén y en consecuencia la renovación de estos. Su valor no es necesariamente bueno o malo pues depende el tipo de negocio, aunque es muy importante que siempre presente un valor elevado, pues ello es indicativo de una buena marcha financiero.

El parámetro tiene una gran importancia en las finanzas de la empresa y está ligado al fondo de maniobra. Sin mayor profundidad diremos que un aumento de la rotación, mejorará la dependencia de la empresa del crédito a corto plazo; en otras palabras, que antes se vende el producto y, por tanto, que antes recuperamos el dinero de nuestra “inversión” en el producto”. (Martín Andino, 2006)

#### **5.2.4 Optimización de inventarios**

Establece el nivel adecuado de inventario, ya sea de materia prima, producto en proceso, producto terminado, materiales, que se requiere sin incurrir en sobrecostos de mantenimiento por exceso, pero a la vez no permite faltantes puesto que aparece el costo de escasez.

#### **5.2.5 Obsolescencia**

“Inventarios cuyo uso es menor que una vez en dos o tres años, se catalogan según Jaya Subramanian (2008), como “*non-moving*” y son los que afectan directamente el working capital de la compañía al no contribuir a la generación de flujo financiero para la organización y, por el contrario, agregan costos de mantenimiento elevados y costos ocultos a los que se debe estar muy atentos. Dentro de las dos categorías anteriores se encuentran los silos moving y son materiales que presentan una probabilidad creciente de ser catalogados en un futuro como N- non moving”. (Sierra Samacá)

#### **5.2.6 Actividades que agregan valor al producto y/o proceso**

Son todas aquellas actividades que transforman el producto (registro de transacciones en el sistema, conteos, alistamiento del material, ubicación del material, recepción de documentos, gestión y solución a las solicitudes realizadas por los usuarios, proceso de inventarios cíclicos, selectivos, logística y todos los procesos inmersos en la cadena de suministro como; recibo, despacho, devoluciones, almacenamiento, preservación de materiales, etc.

#### **5.2.7 Actividades que no agregan valor al producto y/o proceso y que no se pueden eliminar**

Son todas aquellas actividades adicionales a lo mínimo necesario de recursos y que no se pueden eliminar, pero si se pueden optimizar (búsquedas de documentos, archivar, sellar documentos, reorganizar materiales, inspeccionar, recorridos, traslados en montacargas y/o equipos, revisar la

información, movimientos de stock de materiales aumentan la posibilidad de daños, por ende se deben reducir al mínimo necesario, etc.).

### **5.2.8 Actividades que no agregan valor al producto**

Son todas aquellas operaciones donde el producto no sufre alguna transformación y representan un desperdicio para el proceso (repetición o corrección de procesos y/o documentos, esperar instrucciones, trabajos, recorridos innecesarios, clientes esperando por documentos y/o información, tiempos muertos en la operación, esperas por equipos para movilización, esperas por disponibilidad de personal, esperas para inspeccionar un material que llegó a la bodega, demoras, defectos, mover materiales innecesariamente, la sobrecompra de materiales que ocupan un lugar en el almacén y que generan costos de almacenamiento innecesarios. Se deberán eliminar desperdicios causados por inventarios obsoletos y/o materiales de nula rotación, ya que exceso inventario de materiales es sinónimo de tiempos de respuesta lentos y un porcentaje alto de labor reactiva, desperdicio de creatividad del personal por no tomar en cuenta las ideas del personal y/o falta de capacitaciones y entrenamientos para la utilización al 100% de las habilidades y competencias de los colaboradores que incentiva la motivación y el aprendizaje.

#### *5.2.8.1 Movimiento innecesario*

“Todo movimiento humano o material que no sea necesario para agregar valor al proceso es un desperdicio. Es muy importante garantizar que los componentes necesarios para efectuar el trabajo de la persona se encuentran lo más cerca posible de la operación, la búsqueda de material al inventario, la búsqueda de documentos, el desplazamiento de productos, etc. Todo esto son muestras de desperdicio que debemos evitar. Una buena observación de la operación nos puede servir para disminuir los movimientos innecesarios.

Las causas más comunes de movimiento innecesario son:

- Eficiencia baja de los trabajadores.
- Malos métodos de trabajo: flujo de trabajo poco eficiente, métodos de trabajo inconsistente o mal documentados.
- Mala distribución de la planta: layout incorrecto”. (Valpuesta Lucena, 2016)

#### 5.2.8.2 *Transporte*

“Se refiere al movimiento de material o información de un almacén a un proceso, de un proceso a otro o dentro del mismo proceso. El transporte como tal no añade ningún valor al producto. En cambio, requiere de unos recursos tales como: personal, material para facilitar el transporte, equipos de mantenimiento y una superficie de almacenaje temporal. Además, hay que considerar que cada vez que se mueve un material puede ser dañado.

El transporte ineficiente de material puede ser causado por:

- Una mala distribución en la planta. El producto no fluye continuamente.
- Grandes lotes de producción, largos tiempos de suministro y grandes áreas de almacenamiento. Falta de orden, limpieza y organización”. (Valpuesta Lucena, 2016)

#### 5.2.8.3 *Reproceso*

“Se presenta cuando se realizan procesos que no son realmente necesarios para la satisfacción de las necesidades de nuestros clientes. Esto lleva a una pérdida de tiempo y a la utilización de más recursos de los necesarios. Es uno de los desperdicios más difíciles de detectar, ya que en muchas ocasiones el responsable del reproceso no sabe que lo está cometiendo. Debemos preguntarnos el porqué de la necesidad de un proceso y por qué un producto es producido, así,

vez respondido estas preguntas se procederá a eliminar todos los procesos innecesarios.”  
(Valpuesta Lucena, 2016)

#### 5.2.8.4 *Tiempo de espera*

“Este tipo de desperdicio se puede apreciar cuando los operadores esperan observando las máquinas trabajar o esperan por algún otro motivo externo a la producción como esperar por herramientas, piezas para continuar un procesamiento; otros ejemplos de esperas son el tiempo de cola para un procesamiento, pérdida de tiempo por labores de reparaciones o mantenimientos, tiempos de espera de órdenes, tiempos de espera de materia primas o insumos. Todos estos tiempos dan lugar a un bajo nivel de productividad”. (Baluis Flores, 2013)

#### 5.2.8.5 *Exceso de inventario*

“El almacenamiento de productos representa la forma de despilfarro más clara porque esconde ineficiencias y problemas crónicos hasta el punto que los expertos han denominado al stock “la raíz de todos los males”. Desde la perspectiva Lean /JIT, los inventarios se contemplan con los síntomas de una fábrica ineficiente porque:

- Encubren productos muertos que generalmente se detectan una vez al año cuando se realizan los inventarios físicos. Se trata de productos y materiales obsoletos, defectuosos, caducados, rotos, etc., pero que no se han dado de baja.
- Necesitan de cuidados, mantenimiento, vigilancia, contabilidad, gestión, etc.
- Desvirtúan las partidas de los activos de los balances. La expresión “inversión en stock” es un error, porque no ofrecen retribución sobre las inversiones y, por tanto, no pueden ser considerados como tales en ningún momento.” (Hernández Matías & Vizán Idolpe, 2013)

#### 5.2.8.6 *Talento humano*

“Se refiere a no utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios. Cuando los empleados no se han capacitado en los 7 desperdicios se pierde su aporte en ideas, oportunidades de mejoramiento, etc.” (Gacharná Sánchez & González Negrete, 2013)

#### 5.2.8.7 *Defectos*

“Los rechazos de calidad interrumpen el proceso productivo, generan acumulación de material y costosos procesos de reparación que en ocasiones puede generar que algunos productos defectuosos lleguen a las manos de los clientes. Todo esto genera incrementos de costo así como inconformidad por parte de los clientes. Es importante que nuestros procesos tengan previstos métodos para detener la producción cuando la misma está generando producto no conforme, especialmente en grandes y costosos equipos automáticos que producen cientos de piezas por minutos. Es preferible, por tanto, prevenir los defectos en vez de buscarlos y eliminarlos”. (Valpuesta Lucena, 2016)

### **5.2.9 Rotación de inventario ABC**

“Clasificación de inventario mediante datos históricos de la utilización o consumo de cada uno de los artículos con su correspondiente costo. Para esta clasificación se define el inventario Clase A, será aquel que represente la mayor rotación, mientras que la Clase B comprenderá el inventario que contemple una rotación media, y en la Clase C se encontrará el inventario con el nivel más bajo de rotación”. (Guerrero Salas, 2009)

### **5.2.10 Valorización de inventario ABC**

“Toma el valor del inventario como criterio de clasificación de los materiales, donde los artículos de clase A suelen representar cerca del 20% de los artículos pero les corresponde el 80% de su

uso monetario, los artículos de clase B representan otro 30% del total pero les corresponde el 15% del uso monetario y los de clase C poseen el 50% de artículos pero les corresponde el 5% del uso monetario”. (Castañeda Ramírez & Silva Vargas, 2013)

### **5.2.11 Análisis de Pareto**

“El análisis de Pareto se aplica a la administración del inventario bajo el encabezado de análisis ABC. Ese análisis ABC todavía es el punto de partida estándar para los consultores de control de producción cuando examinan los problemas de administración del inventario.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

### **5.2.12 Análisis y cálculo de EOQ (costo de mantener inventario)**

“El modelo EOQ se puede considerar como el más sencillo y fundamental de todos los modelos de inventario, pues este describe el importante compromiso entre los costos fijos y los costos de mantener el inventario, y es la base para la implementación de sistemas mucho más complejos.

En este modelo se deben considerar los siguientes supuestos:

- La demanda del producto (D), en unidades, es conocida, constante e independiente.
- El Lead Time (tiempo de abastecimiento del proveedor) es conocido y constante. El inventario se reabastece instantáneamente cuando llega a cero, o con la llegada del lote de pedido. No existen descuentos por volumen de pedido.
- Los costos totales incluyen:
  - a. Costo de ordenar, costo de realizar un pedido  $S * D/Q$  por demanda, sobre cantidad de pedido colocado, en unidades.
  - b. Costo de compra del artículo, costo unitario de compra  $C * D$  por demanda, en valor monetario.

c. Costo unitario de mantener el inventario H, en valor monetario. Que sería igual a costo de manejo de inventario como porcentaje del valor del producto  $i \cdot C$  costo unitario de compra, en valor monetario.

- Donde  $Q^*$  es el tamaño óptimo del pedido, el cual representa la ecuación del modelo de cantidad económica de pedido a continuación:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

También, es muy importante tener en cuenta todos los costos relacionados con los inventarios; aquí se debe conocer el costo de ordenar, el costo de comprar, el costo de y el costo de mantener el inventario”. (Causado Rodríguez, 2015)

### **5.2.13 Lean Manufacturing**

“Es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como aquellos procesos que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no se debería estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro.” (Hernández Matías & Vizán Idolpe, 2013)

#### **5.2.14 Costo de Mantenimiento**

“Incluye los costos de las instalaciones de almacenamiento, manejo, seguros, desperdicios y daños, obsolescencia, depreciación, impuestos y el costo de oportunidad del capital. Como es obvio, los costos de mantenimiento suelen favorecer los niveles de inventario bajos y la reposición frecuente.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

#### **5.2.15 Costo de material**

“Es un costo clave en la decisión del tamaño del lote. El comprador puede incrementar el tamaño del lote si esta acción resulta en una reducción en el precio pagado por unidad comprada. El costo de material se denota con  $C$ . Se mide en \$/unidad. En muchas situaciones prácticas, el costo de material muestra economías de escala y un tamaño de lote mayor disminuye el costo de material”. (Chopra & Meindl, 2008)

#### **5.2.16 Costo de Pedido**

“Estos costos se refieren a los costos administrativos y de oficina por preparar la orden de compra o producción. Los costos de pedidos incluyen todos los detalles, como el conteo de piezas y el cálculo de las cantidades a pedir. Los costos asociados con el mantenimiento del sistema necesario para rastrear los pedidos también se incluyen en esta categoría.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

#### **5.2.17 Costo de faltantes**

“Cuando las existencias de una pieza se agotan, el pedido debe esperar hasta que las existencias se vuelvan a surtir o bien es necesario cancelarlo. Se establecen soluciones de compromiso entre manejar existencias para cubrir la demanda y cubrir los costos que resultan por faltantes. En ocasiones, es muy difícil lograr un equilibrio, porque quizá no sea posible estimar las ganancias perdidas, los efectos de los clientes perdidos o los castigos por cubrir pedidos en una fecha

tardía. Con frecuencia, el costo asumido por un faltante es ligeramente más alto, aunque casi siempre es posible especificar un rango de costos.” (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

#### **5.2.18 Materiales pequeños**

Se pueden manipular con las manos, hasta 10 Kg. También, incluye materiales sobre paletas que pesan menos de 4 mil Kg., generalmente se maneja por grandes cantidades, son trasladadas con ayudas mecánicas; como montacargas, transpaletas y/o carretillas. Estos materiales se encuentran en la Bodega Comisariato 1 y 2 y en su mayoría en Patio C. Algunos ejemplos son: Connector, Terminal/ Valve, Ball: 2"/ Unión, Conduit: 3"/ Rope, Wire: 5/16"/ Crossover: 2-7/8"/ Sleeve/ Reducer, Conduit, entre otros.

#### **5.2.19 Materiales medianos**

Son aquellos materiales que pesan más de 4 toneladas y/o que son apilables como las tuberías que están en Patio Piara, los transmisores de nivel que están ubicados en Comisariato y algunos materiales del Patio Satélite. Algunos ejemplos son: Tubing, Octg/ Casing, Octg/ Tubing, Metallic Transmitter/ Pup Joint: 2-3/8/ Oil, Gear/ Flag: Joint Casing/ Landing Joint/ Line Pipe: 3"-18"/ Inhibitor: Corrosion/ Cemento/ Oil, Industrial: Lubricating, Etc.

#### **5.2.20 Materiales grandes**

Son materiales con dimensiones especiales que necesitan ser manipuladas con camión brazo grúa y/o cargador. Algunos de estos materiales son; Wire/Cable, Electrical: 4/0 Awg/ Flange, Pipe: Blind; Rf; 6"/ Hanger, Tubing/ Post: Concrete Centrifuged/ Rotator: Tubing/ Pumping Unit: Ampscot/ Valve, Solenoid: 3" Pipe/ Head, Tubing: 7-1/16"/ Cap, Pipe: 14"/ Elbow, Pipe: 8" y se ubican en el Patio Piara, Patio A y G.

### 5.2.21 Materiales Voluminosos

Medidas excesivamente grandes que precisan de algún medio de transporte especial (puente grúa y/o cargador) y/o movimiento especial (verticalización) y que son transportadas con permisos y normas de señalización especiales. Tal como sucede con las tuberías de diámetro mayor de 18” ubicadas en el Patio F, también incluye Transformer/ Line Pipe:3 1/2" Non – Fiberglass/ Skid:Sut Container/ Skid:Main Container/ Wireline:1.125 X 386 In Lg With Loops;Mfg: Weatherford/ Tundras/ Rod,Sucker:1" Od;Ft Lg;4320;Gr Swr6;Continuos Rod Round y se ubican en el Patio A, G, F, Piara y los transformadores en el Patio C respectivamente

### 5.3 Marco normativo/legal

Debido a las características de la operación de la empresa Oxy Andina, se requiere tener conocimiento de normatividad que garantice la seguridad y la adecuada realización de la investigación. Así, a continuación, se muestra la legislación mínima que rige la explotación de petróleo y los aspectos relacionados a esta actividad, mediante leyes emitidas a partir de los distintos ministerios de Colombia.

*Tabla 1. Normatividad (Autores)*

NORMA	NUMERAL	OBSERVACIÓN
Decreto 1496 de 2018 Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos.	Artículo 2. Ámbito de aplicación	Aplica en todo el territorio nacional a todas las actividades económicas en las que se desarrollen la extracción, producción, importación, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y los diferentes usos de los productos químicos, que tengan al

(Ministerio de Trabajo Colombia, 2018)		menos una de las características de peligro.
	Artículo 6. Comunicación de peligros	Etiquetas y Fichas de Datos de Seguridad definidas como elementos de comunicación definidas en el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos.
Decreto 321 de 1999 Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible)	Artículo 1. Adóptese el PNC.	Adóptese el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres, aprobado mediante Acta número 009 del 5 de junio de 1998.
	Artículo 5. Principios fundamentales	Principios fundamentales que guían al Plan y a las entidades del sector público y privado en relación con la implementación, ejecución y actualización del PNC.
Ley 55 de 1993 Aprobación Convenio 170 (Conferencia Internacional del Trabajo)	Artículo 1. Campo de aplicación	El presente convenio se aplica a todas las ramas de actividad económica en las que se utilizan productos químicos.
	Artículo 7. Etiquetado y marcado	Todos los productos deberán llevar una marca que permita su identificación.
	Artículo 10.	Los empleadores deberán asegurarse de que

	Identificación	todos los productos químicos utilizados en el trabajo están marcados o etiquetados.
	Artículo 12. Exposición	Los empleadores deberán asegurarse de que sus trabajadores no se hallen expuestos a productos químicos por encima de los límites de exposición.
Resolución 1223 de 2014 Curso básico obligatorio de capacitación para los conductores de vehículos de carga que transportan mercancías peligrosas. (Ministerio de Transporte Colombia)	Artículo 3. Curso básico obligatorio de capacitación para los conductores de vehículos que transportan mercancías peligrosas en vehículos automotores de carga.	El conductor de un vehículo automotor de carga público o privado que transporte mercancías peligrosas, debe realizar el curso básico obligatorio de capacitación para conductores que transportan mercancías peligrosas y portar el certificado de asistencia al mismo.
Resolución 02400 de 1979 Normas sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de	Artículo 218	Los locales de trabajo, los pasillos y patios alrededor de las edificaciones, los patios de almacenamiento y lugares similares, deberán mantenerse libres de basuras, desperdicios y otros elementos susceptibles de encenderse

trabajo. (Ministerio de Trabajo)		con facilidad.
Ley 9 de 1979 (Ministerio de Salud)	Artículo 91	Los establecimientos industriales deberán tener una adecuada distribución de sus dependencias, con zonas específicas para los distintos usos y actividades, claramente separadas, delimitadas o demarcadas y, cuando la actividad así lo exija tendrán espacios independientes para depósitos de materias primas, elaboración, procesos especiales, depósitos de productos terminados y demás secciones requeridas para una operación higiénica y segura.
	Artículo 120.	Los vehículos, equipos de izar, bandas transportadoras y demás elementos para transporte de materiales, se deberán mantener y operar de forma segura.
	Artículo 121.	El almacenamiento de materiales u objetos de cualquier naturaleza, deberá hacerse sin que se creen riesgos para la salud o el bienestar de los trabajadores o de la comunidad.
Resolución 2400 de 1979	Artículo 388.	Los trabajadores que tengan que manejar (levantar), y transportar materiales (carga), se

(Ministerio de Trabajo)		instruirá al personal sobre métodos seguros para el manejo de materiales.
	Artículo 392.	El volumen de la carga y el trayecto a recorrer. La carga máxima que un trabajador, de acuerdo a su aptitud física, los conocimientos y experiencia, que podrá levantar será de 25 Kg para los hombres y 12,5 Kg para mujeres.

#### 5.4 Marco Histórico

Oxy Andina como filial de la empresa estadounidense Occidental Petroleum Corporation, ha venido operando en Colombia con la explotación de petróleo y gas desde 1969, en distintos puntos del país. En el año 1983, Oxy Andina realizó el descubrimiento del campo Caño Limón ubicado en el departamento de Arauca, en el cual se han explotado alrededor de 1,42 mil millones de barriles hasta el día de hoy. A su vez, ha incurrido en la innovación en el Campo Chiprón para la producción de petróleo de forma segura y preservando el medio ambiente.

Actualmente, en la Cuenca del Magdalena Medio ubicada en el departamento de Santander, se desarrolla explotación en el campo La Cira Infantas gracias a un proyecto en conjunto con la compañía Ecopetrol con el propósito de recuperación de petróleo mejorado. (Oxy, 2019)

## 6 Marco metodológico

### 6.1 Recolección de la información

#### 6.1.1 Tipo de investigación

Tabla 2. Tipo de Investigación (Guía metodológica Universidad ECCI)

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histórica</li> </ul>	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documental</li> </ul>	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptiva</li> </ul>	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlacional</li> </ul>	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicativa</li> </ul>	Da razones del porqué de los fenómenos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de caso</li> </ul>	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seccional</li> </ul>	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longitudinal</li> </ul>	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> </ul>	Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.

#### 6.1.2 Fuentes de obtención de la información

##### 6.1.2.1 Fuentes primarias

Como fuente de información primaria se tomó la técnica de cronometrado por observación directa para el estudio de tiempos y movimientos, a los trabajadores relacionados con las bodegas del campo La Cira Infantas, conocedores de la operación y las actividades en el día a día, con el fin de hacer seguimiento a cada uno de los procesos de gestión de inventarios.

Por su parte, se recurrió a la información de las bases de datos de WAREHOUSE de ORACLE en transacciones, por líneas y unidades de materiales, contando con histórico hasta el 31 de enero de 2018.

#### *6.1.2.2 Fuentes secundarias*

Se indagó en tesis, trabajos de grados, artículos y libros relacionados con el manejo y la optimización de inventarios, así como su relación e incidencia con otras áreas de las organizaciones, desarrolladas por universidades a nivel nacional, e internacional. Adicionalmente, se buscó la recolección de información acerca de los beneficios y ventajas de la correcta gestión de inventarios en empresas de diferentes sectores y con distintos objetivos, además de las herramientas que permiten la realización de diagnóstico, como es el caso del estudio en cuestión.

### **6.1.3 Herramientas**

Para el desarrollo de los objetivos propuestos se usaran las siguientes herramientas.

- Rotación de inventario ABC
- Valorización de inventario ABC
- Análisis de Pareto
- Análisis y cálculo de EOQ (costo de mantener inventario)

### **6.1.4 Metodología**

- Para el desarrollo del primer objetivo enunciado, el cual consiste en “Identificar la situación actual mediante un diagnóstico, de rotación y valorización de inventario, con el fin de determinar la clase de rotación para cada uno de los materiales en stock.

- Para el desarrollo del segundo objetivo indicado, el cual consiste en “Establecer las oportunidades de mejora en cada uno de los procesos medidos durante el diagnóstico.” Se identifica a través de un análisis de Pareto por valoración las categorías C y Nula Rotación, con el fin de destacar aquellos materiales que pertenecientes a dicha categoría que representa un 80% de valor total.
- Finalmente, con el fin de llevar a cabo el tercer objetivo, correspondiente a “Desarrollar estrategias de optimización en la gestión del inventario”, se analizan los datos obtenidos en los estudios realizados para el planteamiento de las estrategias.

### 6.1.5 Recopilación de la información

Para efectos de la realización de la investigación, se establece la distribución y organización de los materiales necesarios para la actividad de la empresa Oxy en el campo La Cira Infantas, los cuales se encuentran almacenados en los diferentes patios, de acuerdo a sus características. Esta información se describe en la Tabla 3.

*Tabla 3. Organización de materiales La Cira Infantas (Autores)*

PATIO	MATERIAL
Comisariato	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales mecánicos y en stock que pesan generalmente menos de 4 mil Kilogramos.</li> <li>• Materiales de dimensiones pequeñas y medianas como tornillos, codos, válvulas, etc.</li> </ul>
Patio C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales eléctricos, herrajería, cableado y tuberías galvanizadas.</li> <li>• Otros materiales pequeños que pesan más de 4 mil kilogramos, medianos y voluminosos (transformadores) que se trasladan con ayudas mecánicas.</li> </ul>
Patio Satélite	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales químicos</li> </ul>
Patio Piara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales mecánicos y generalmente grandes y voluminosos (varilla continua, tundras, tuberías casing y de línea, entre otros) que requieren traslados con cargadores, PH, etc.</li> </ul>
Patio A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales de perforación de petróleo (varilla de</li> </ul>

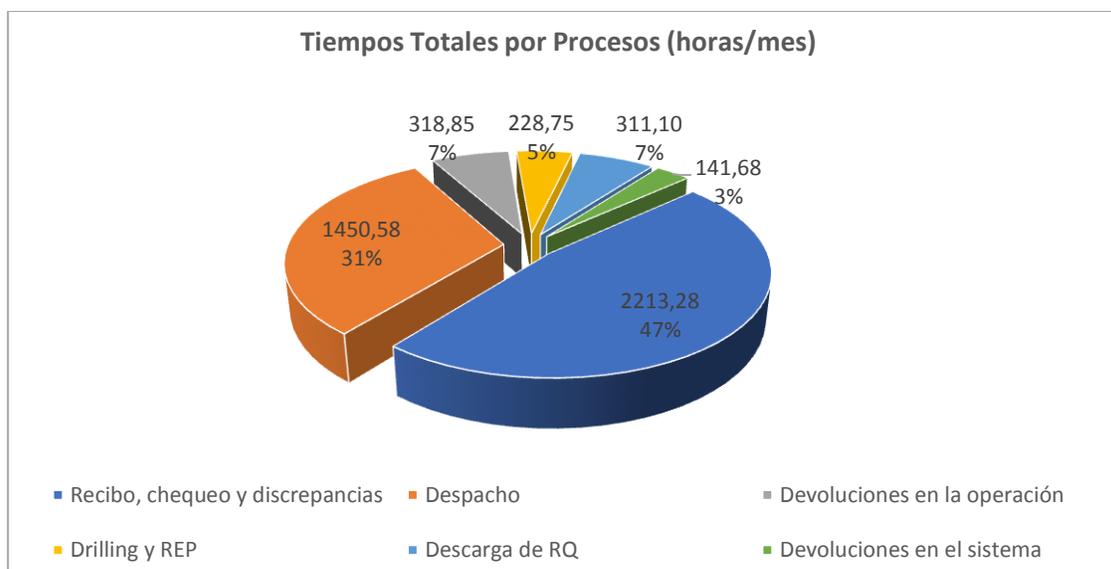
	producción, variadores, entre otros).
Patio G	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Complementos de materiales de perforación.</li> </ul>
Patio F	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubería de línea.</li> </ul>

Por su parte, de acuerdo con el análisis de tiempos por proceso, se obtuvieron los tiempos por Proceso en las Bodegas Oxy y Tiempos Totales por Proceso en horas por mes, de los cuales se pudo establecer que el proceso que requiere mayor inversión de tiempo en la operación es recibo, chequeo e identificación de discrepancias de materiales con 2.213 horas/mes equivalente al 47% de contribución. Luego, el proceso de alistamiento y expedición de pedidos de materiales con 1.451 horas/mes correspondientes a 31% del total de horas (4.747 horas/mes).

*Tabla 4. Tiempos por Procesos en las Bodegas Oxy (Autores)*

<b>PROCESOS</b>	<b>Tiempos Totales TPS (horas/mes)</b>	<b>Porcentaje de Contribución (%)</b>
Recibo, chequeo y discrepancias	2.213,28	47%
Despacho	1.450,58	31%
Devoluciones en la operación	318,85	7%
Descarga de RQ	311,10	7%
Drilling y REP	228,75	5%
Devoluciones en el Sistema	141,68	3%
Registro de recibo en sistema	82,66	2%
<b>TOTAL (horas/mes)</b>	<b>4.746,90</b>	<b>100%</b>

Los tiempos totales se visualizan en la Gráfica 7. Tiempos Totales Tiempos Totales por Procesos en horas al mes:

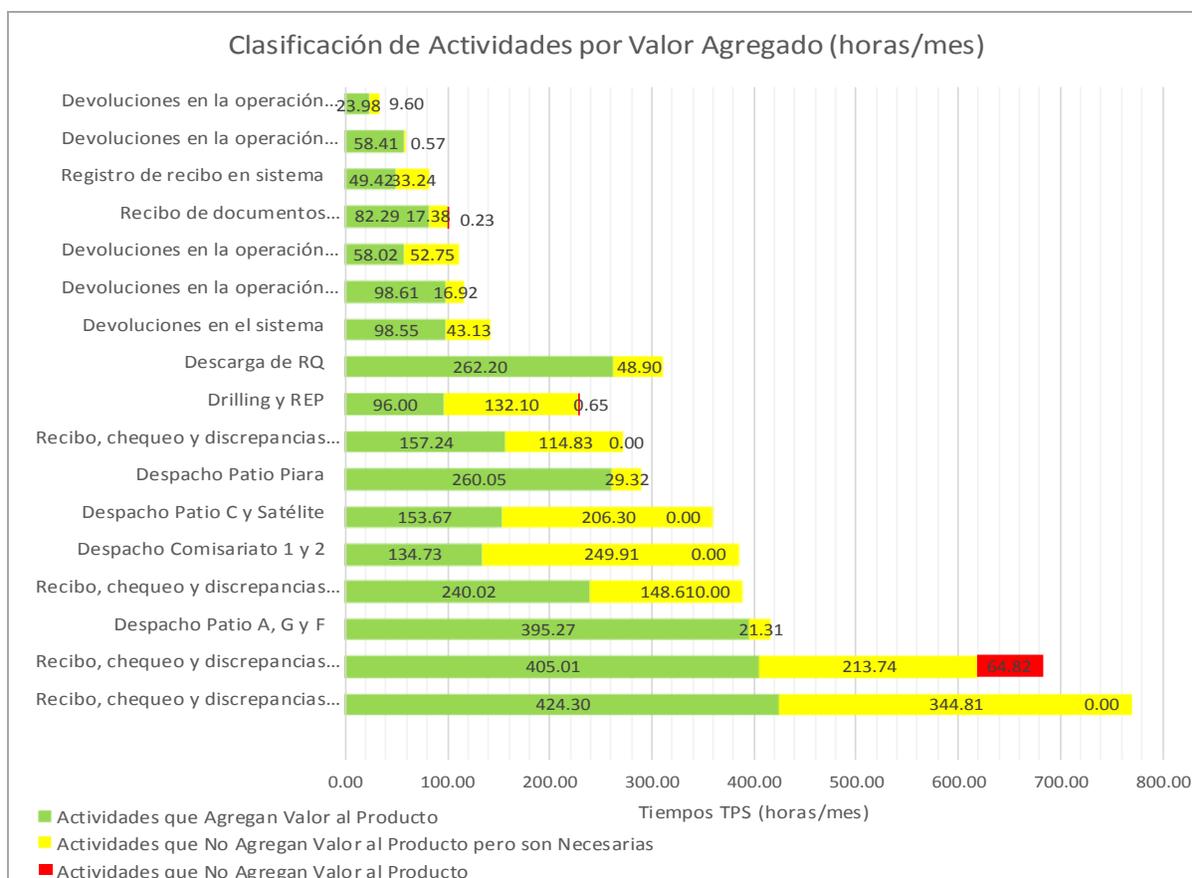


*Gráfica 1. Tiempos totales por Procesos (horas/mes) (Autores)*

Así mismo, se analizaron las actividades por valor agregado, identificando cuales eran los desperdicios (reprocesos, retrabajos, recorridos innecesarios, tiempo de espera, transporte, defectos, exceso de inventario, talento humano, etc.) presentes en los procesos. Para tal fin, se consideró la colorimetría para la clasificación de las actividades por valor agregado.

*Tabla 5. Colorimetría de la clasificación de las actividades por Valor Agregado (Autores)*

<b>Clasificación de actividades</b>	Actividades que Agregan Valor al Producto	Actividades que No Agregan Valor al Producto, pero son Necesarias	Actividades que No Agregan Valor al Producto
-------------------------------------	---	---	--



*Gráfica 2. Clasificación de actividades por Valor Agregado (Autores)*

Al identificar los procesos que comprenden las actividades que no agregan valor al producto y que se deben validar con la Gerencia para eliminación en el proceso se describen a continuación y suman un total de 64.98 horas al mes, se visualizan en Tabla 5. Actividades que No Agregan Valor.

*Tabla 6. Actividades que No Agregan Valor (Autores)*

No.	ACTIVIDADES PROCESOS RECEPCIÓN	FREC	VOL	TPS	PATIO
21	Cortar las etiquetas con la tijera (sólo comisariato)	Mensual	95	0.12	Comisariato y Almacén Auxiliar
22	Limpiar la pieza y colocar la etiqueta	Mensual	9873	43.90	Comisariato y Almacén Auxiliar

24	Colocar cinta plástica con la etiqueta	Mensual	6582	16.20	Comisariato y Almacén Auxiliar
29	Esperar por un operador para que opere el montacargas	Semanal	1	0.52	Comisariato y Almacén Auxiliar
36	Esperar para solicitar ingresar clave para el acceso al PC	Diaria	1	2.04	Comisariato y Almacén Auxiliar
37	Esperar por PC	Diaria	1	0.96	Comisariato y Almacén Auxiliar
41	Ajustar la impresora en cada cambio de rollo de etiqueta (tiempos de espera por ajuste)	Mensual	1	1.07	Comisariato y Almacén Auxiliar
68	Esperar por carro para ir al patio Piara	Mensual	1	0.17	Drilling/ REP

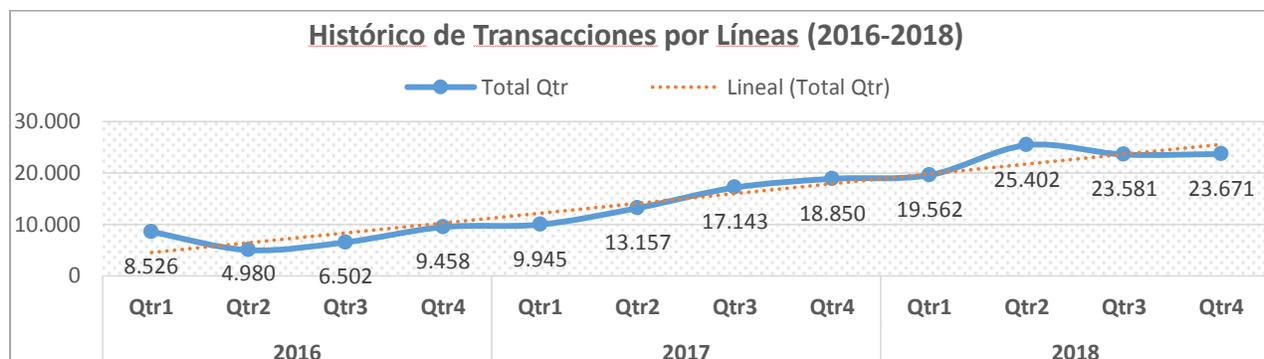
Respecto al estudio de volúmenes, contempló el histórico de transacciones y volúmenes 2016-2018 en líneas y cantidades de materiales. Se evidencia que el tamaño del equipo de trabajo ha aumentado debido al incremento de las transacciones de recibo, despacho y devoluciones.

Se evidencia en la Gráfica 1. Histórico de Transacciones por Líneas, que el promedio trimestral de transacciones en el año 2016 aumento de 7.367 a 14.774 líneas lo que corresponde a un aumento del 201%.

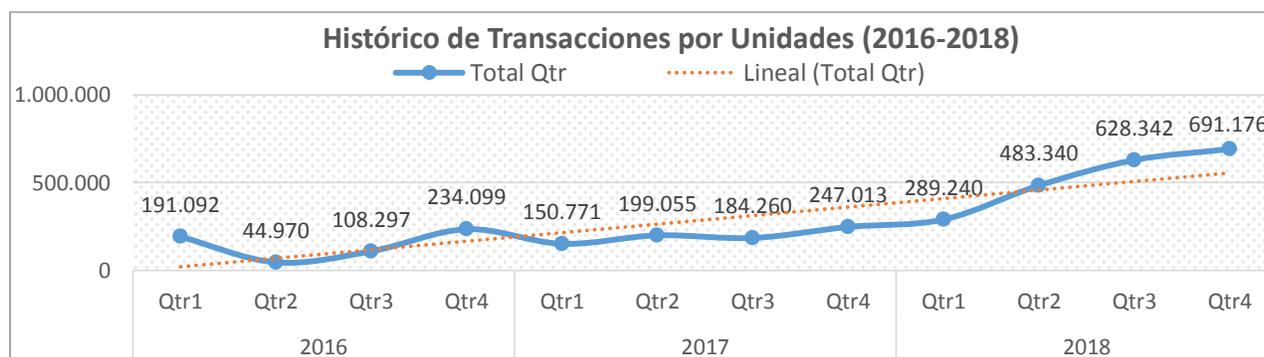
Así mismo, este incremento es representado en un aumento en la cantidad de materiales recibidos, despachados y devueltos; pasando de un promedio trimestral de 144.614 unidades de material en el año 2016 a 195.275 unidades en el 2017. Es importante mencionar que se excluyen las cantidades inmersas en el proceso de catalogación. Para mayor detalle ver Gráfica 2. Histórico de Transacciones por Unidades.

En la Gráfica 3. Histórico de Transacciones por Líneas, se observa el aumento de las líneas de materiales recibidos, despachados y devueltos en el año 2018 aproximadamente en 156% lo que

corresponde al promedio trimestral de 23.054 líneas, lo cual impacta las unidades desde 195.275 a 523.025 materiales respectivamente, ver Gráfica 4. Histórico de Transacciones por Unidades.

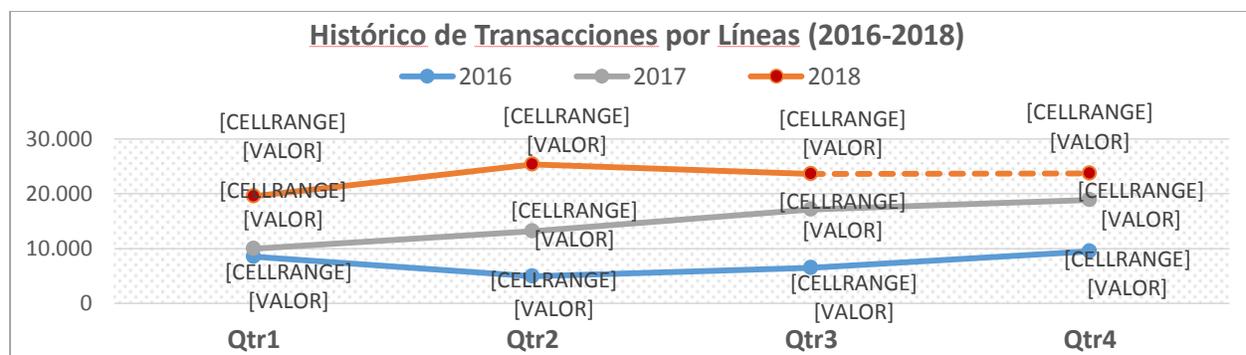


Gráfica 3. Histórico de Transacciones por líneas (Autores)

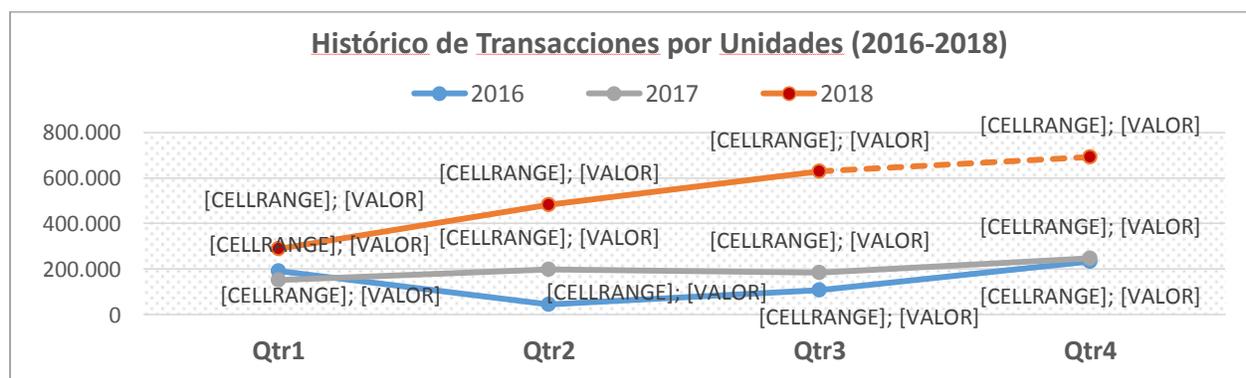


Gráfica 4. Histórico de Transacciones por Unidades (Autores)

En la Gráfica 5. Histórico de Transacciones por Líneas y en la Gráfica 6. Histórico de Transacciones por Unidades; se observan la cantidad de veces que aumentaron las transacciones de recibo, despacho y devoluciones en líneas y unidades de materiales, es decir en el año 2016 se evidencia el cuarto trimestre 9.458 líneas de recibos, despachos y devoluciones, lo cual aumentó el doble en el 2017 en el cuarto trimestre con 18.850 líneas.



*Gráfica 5. Transacciones por líneas (Autores)*



*Gráfica 6. Transacciones por Unidades (Autores)*

Con respecto a los procesos de despacho y recibo, se observa un incremento en el año 2018 del 140% de líneas despachadas de material en comparación con el año 2017 y que se visualiza en la Gráfica 7. Entradas y Salidas de Material por líneas. Además, se evidencia que los recibos de materiales en el año 2018 aumentaron 145% con respecto al año 2017. Así mismo, se encontró un aumento del 125% de líneas recibidas en el año 2017 con respecto al año 2016.

Respecto a las líneas de despachos, se comparan las cantidades del 2018 con respecto al 2017 y se evidencia el aumento del 140%, así mismo se observa el aumento del 232% del 2017 con relación al 2016, lo cual se muestra en la Gráfica 7. Entradas y Salidas de Material por líneas.



*Gráfica 7. Entradas y Salidas de Material por líneas (Autores)*

Las unidades recibidas de materiales en el 2018 aumentaron 200% con respecto al año anterior. Así mismo, en el 2017 aumento 128% con relación al 2016 y se evidencia en la Gráfica 8. Entradas y Salidas de Material por Unidades. Además, las unidades despachadas de materiales aumentaron 195% en el 2018 el con respecto al 2017, y en este año aumento el 143% en proporción con el 2016.



*Gráfica 8. Entradas y Salidas de Material por Unidades (Autores)*

Adicionalmente, en el Anexo 1. Planilla de Volúmenes por Transacciones se presentan los volúmenes segregados por bodegas, tipos de materiales, dimensiones y manejo de equipos en el proceso de chequeo de materiales tomando en cuenta la transacción PO RECEIPT. Se analizó con la cantidad de unidades que se inspeccionan al cierre de agosto, detalle de promedios ponderados que generalmente se toma los datos desde enero – agosto 2018.

## 6.2 Análisis de la información

### Rotación de Inventario ABC

Se realizó el estudio de rotación de material con una ventana de tiempo de 3 años (2016, 2017, 2018), con el fin de determinar la clase de rotación para cada uno de los materiales, cabe resaltar que el estudio se desarrolló teniendo en cuenta la segmentación de materiales sin condición, estos son los resultados. *(El detalle de cada uno de los materiales se puede observar en el anexo 1. “Análisis De Rotación Oxy”).*

Se debe considerar que la valoración se realizó con los históricos anteriormente mencionados, existen materiales que no presentan registro por lo que el valor asignado es de 0\$, se recomienda definir una estrategia conjunta para definir el valor a manejar y así contar con la información necesaria para realizar análisis de mayor exactitud.

La rotación se encuentra separada para materiales con stock y para materiales sin stock. Esta última para que se tome como base de consulta en el momento del ingreso de materiales que a la fecha no tienen existencias, se destacan las siguientes cuatro categorías: Clase Alta rotación: A; Clase Media rotación: B; Clase Baja rotación: C; Clase Nula rotación: NR.

*Tabla 7. Valoración y Rotación Inventario Oxy (Autores)*

RESUMEN DE ROTACIÓN OXY				
Rotación	Líneas	% Líneas	Valor (COP)	Participación
A	536	7%	\$ 31,734,842,152	23%
B	1172	16%	\$ 46,020,664,977	34%
C	1253	17%	\$ 35,650,758,419	26%
NR	4454	60%	\$ 21,724,814,112	16%
<b>Total</b>	<b>7415</b>	<b>100%</b>	<b>\$ 135,131,079,660</b>	<b>100%</b>

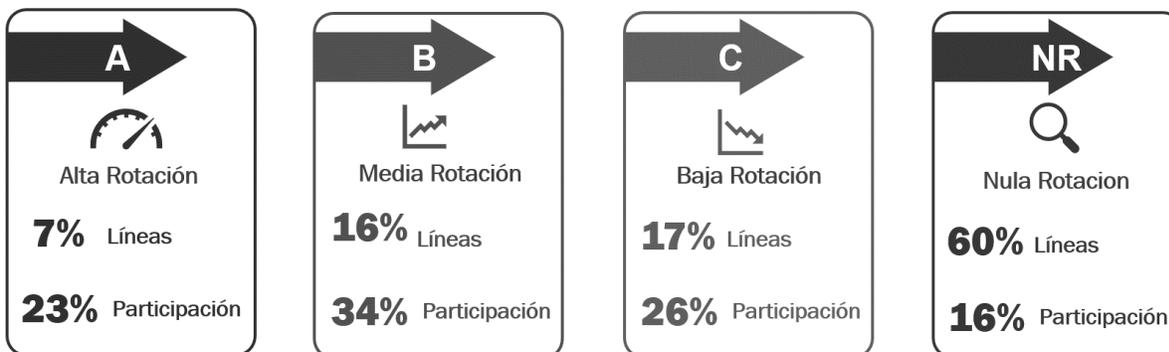


Ilustración 1. Resumen de Rotación ABC, Inventario Oxy (Autores)

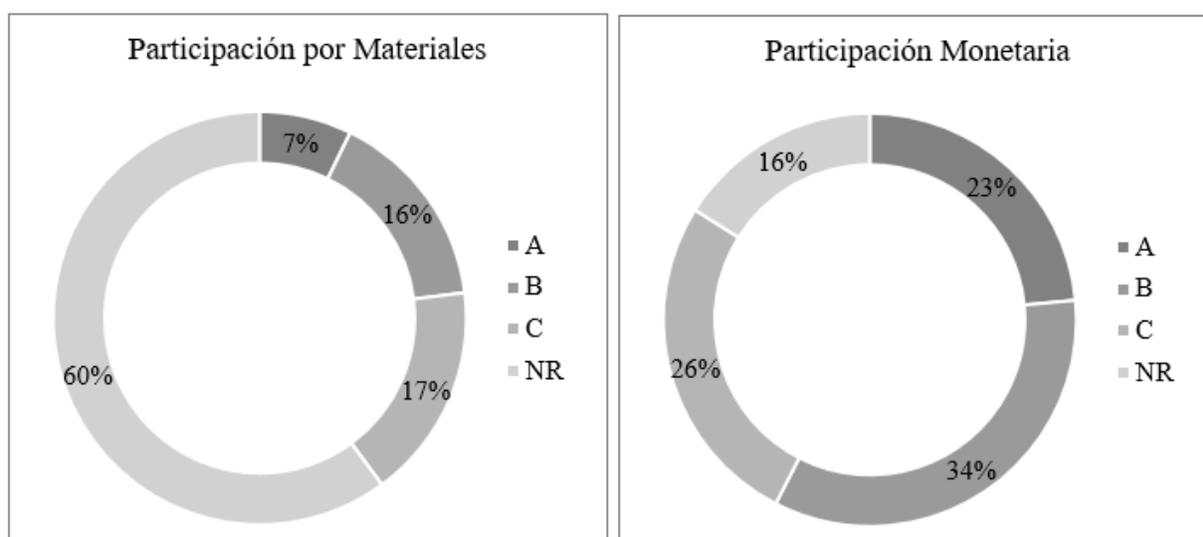


Ilustración 2. Distribución monetaria y por materiales de Rotación ABC, Inventario Oxy (Autores)

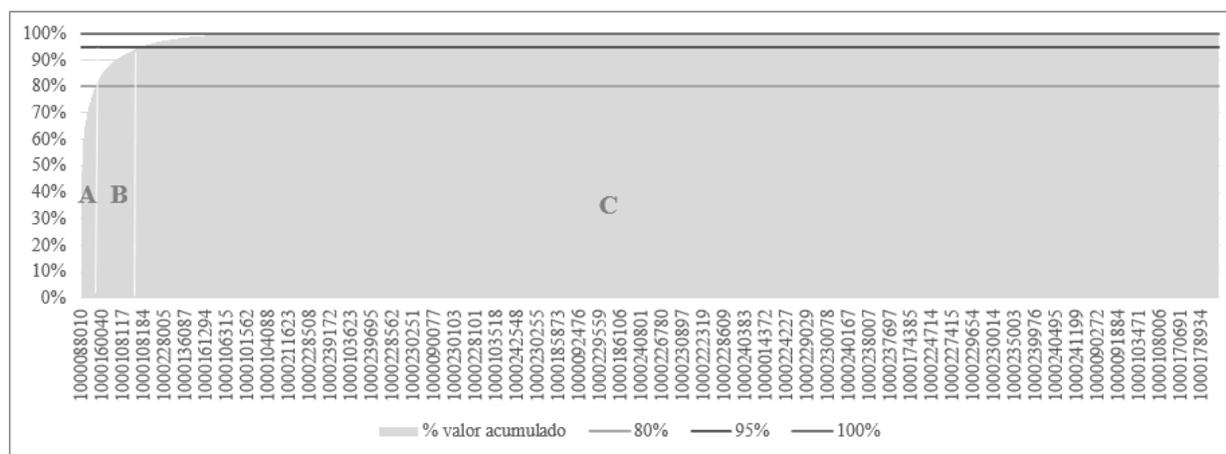
### Análisis de valoración ABC

Para los materiales tipo A, aquellos que representan el 80% en valor del total de los materiales, en observación (materiales Rotación tipo C y Nula rotación) están representado en 72 ítems, aproximadamente un 1.4% de los materiales.

El restante 20 % del valor de la bodega se distribuyen entre la categoría B y C de valoración con 15% y 5% respectivamente, con un total de 229 ítems.

Tabla 8. Valoración de inventario Oxy (Autores)

A/B/C	Items	% Items	Valores	% Valores
<b>A</b>	72	1.4%	\$45,883,454,738.81	80.0%
<b>B</b>	229	4.5%	\$8,616,765,347.81	15.0%
<b>C</b>	4741	94.0%	\$2,875,352,444.01	5.0%
Grand Total	5,042	100%	\$57,375,572,530.63	100%

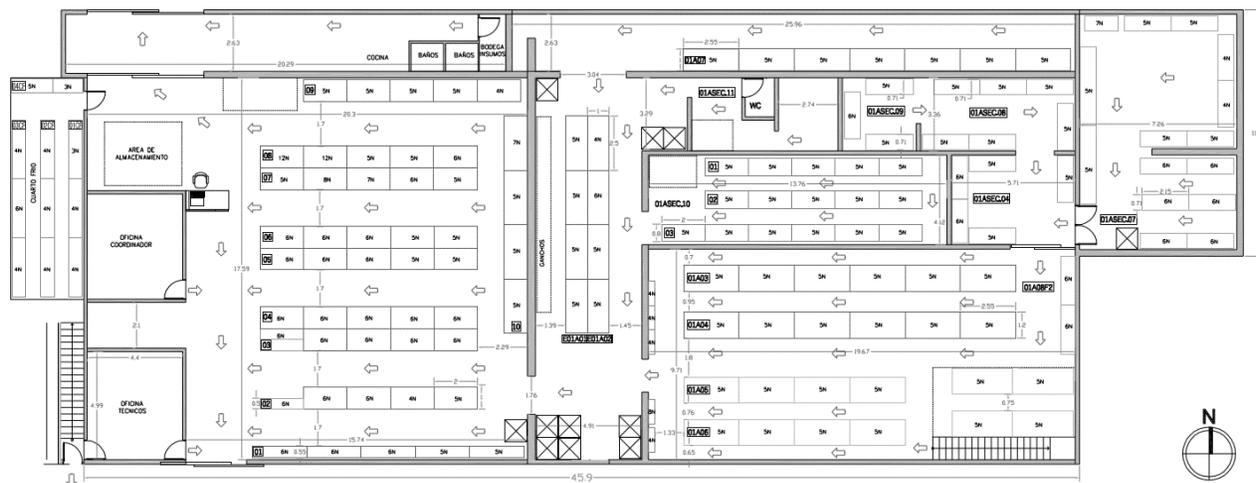


Gráfica 9. Valoración de inventario tipo ABC. (Autores)

En el ANEXO 2. “Ítems de estudio”, se relacionan los 72 ítems caso de estudio pertenecientes a categorías de rotación C y nula rotación que hacen parte del 80% (\$45.883.454.738,8) de valor total de ambas categorías.

Adicionalmente, a continuación se presenta la distribución geográfica y el área total de los patios involucrados en la administración de bodegas La Cira Infantas.

• **Comisariato 01**



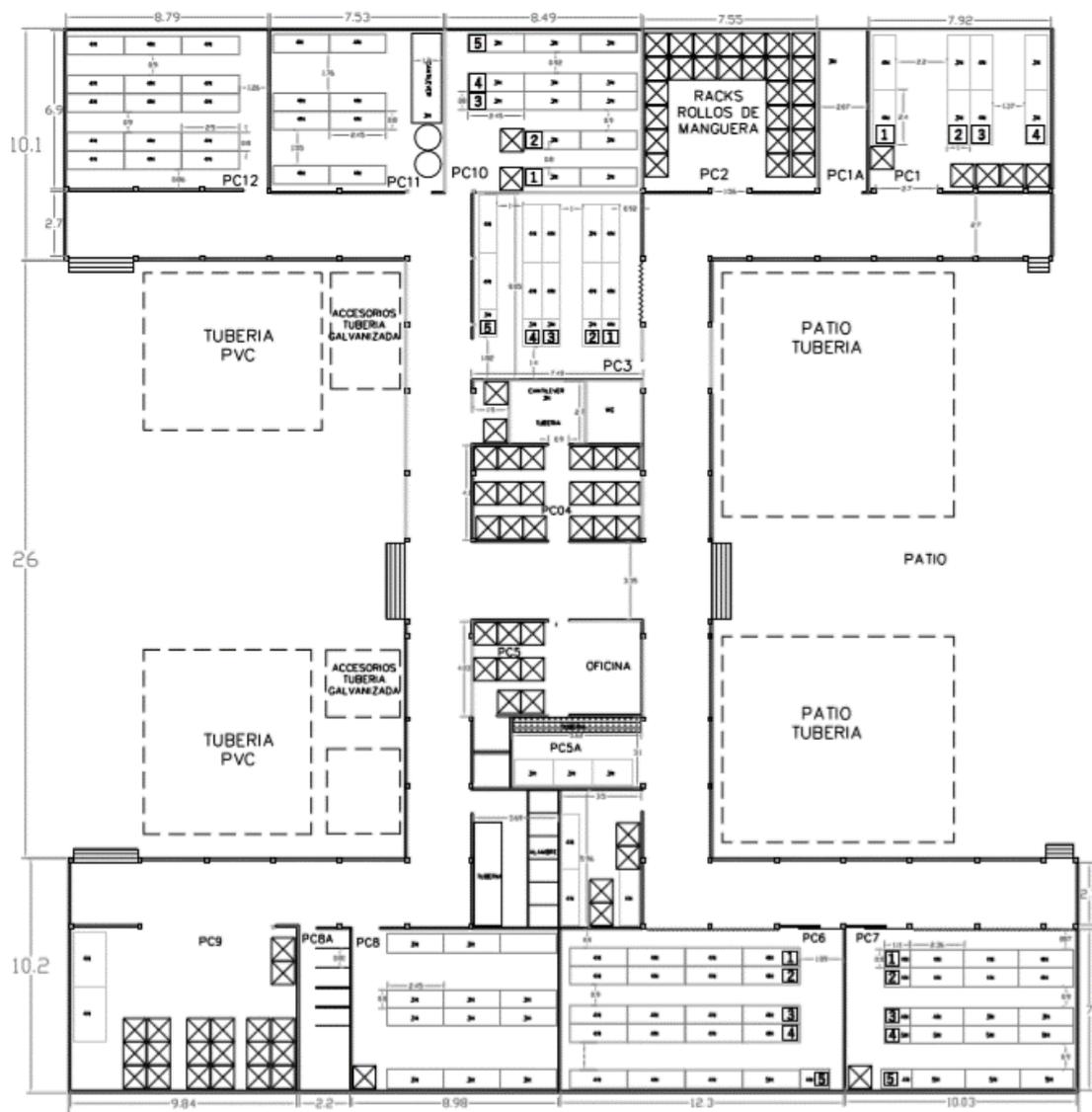
*Ilustración 3. Mapa técnico de Patio Comisariato 01 (Autores)*

• **Comisariato 02**



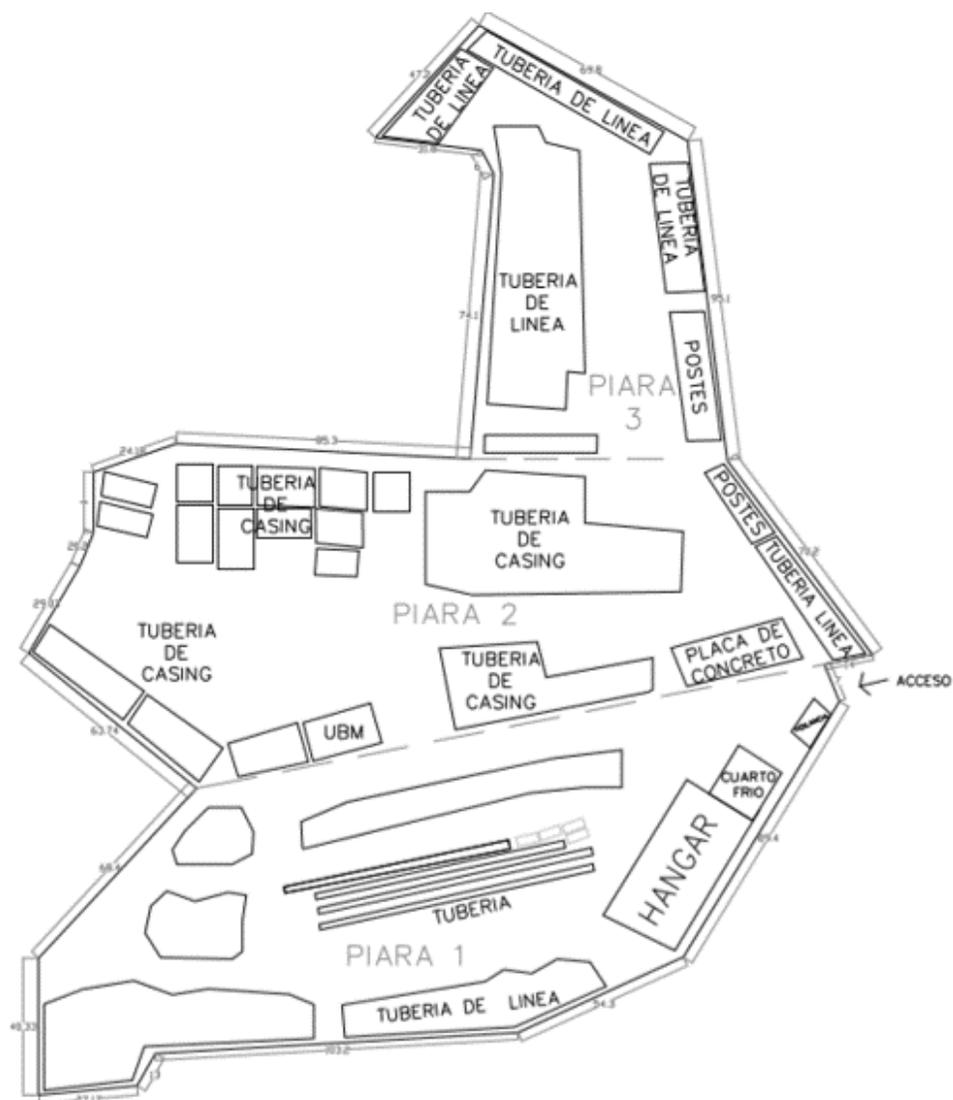
*Ilustración 4. Mapa técnico de Patio Comisariato 02 (Autores)*

- **Patio C.**



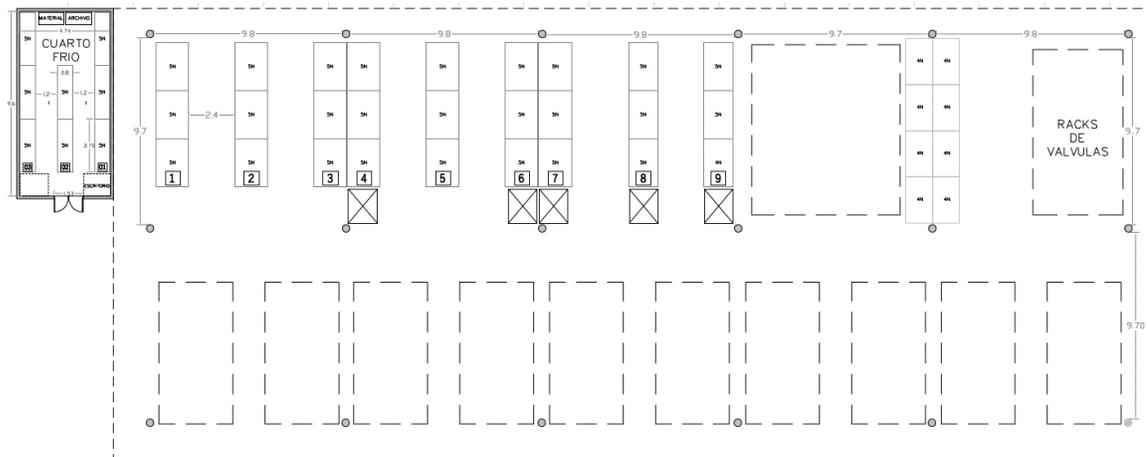
*Ilustración 5. Mapa técnico de Patio C (Autores)*

- **Patio Piara**



*Ilustración 6. Mapa técnico de Patio Piara (Autores)*

- **Patio Piara (Hangar)**



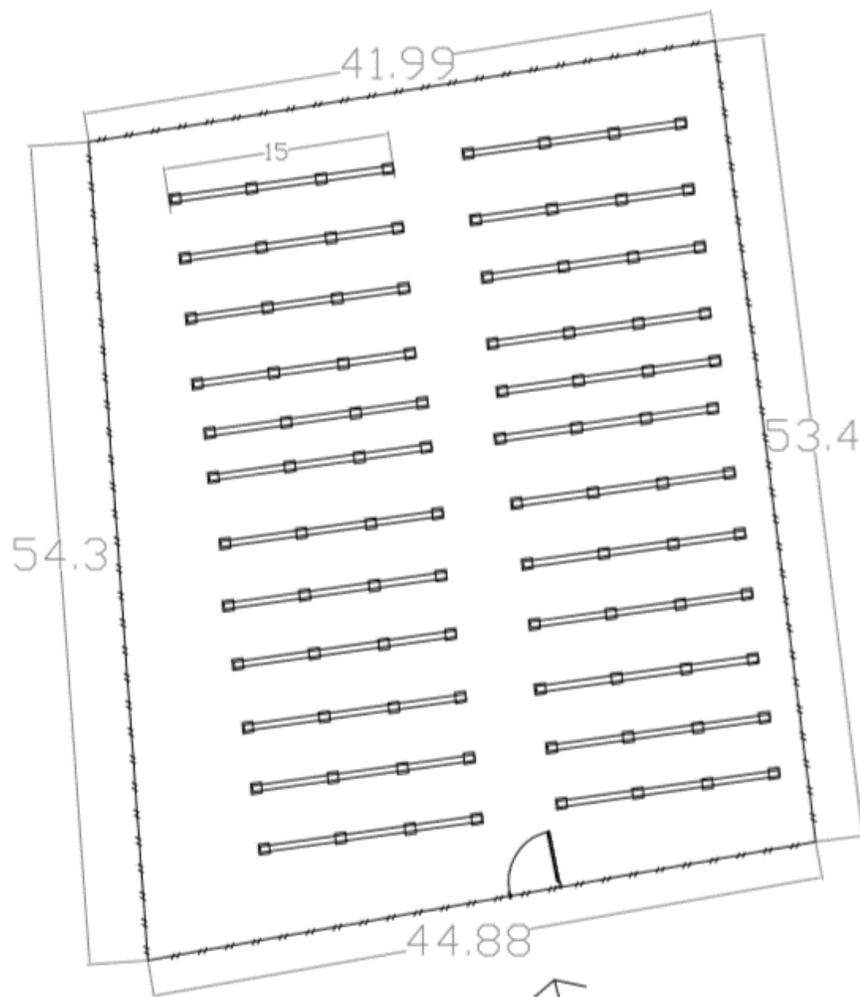
*Ilustración 7. Mapa técnico de Patio Piara Hangar (Autores)*

- **Patio A**



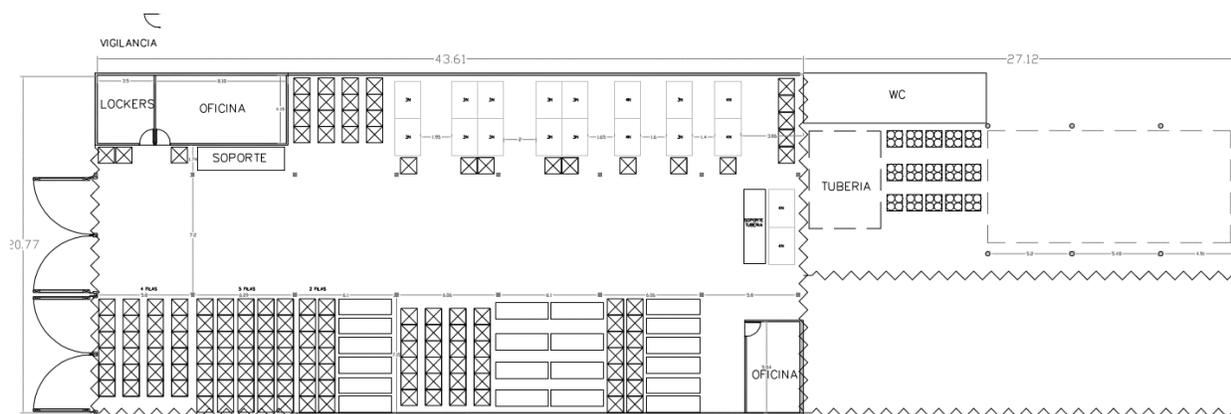
*Ilustración 8. Mapa técnico de Patio A (Autores)*

- **Patio F**



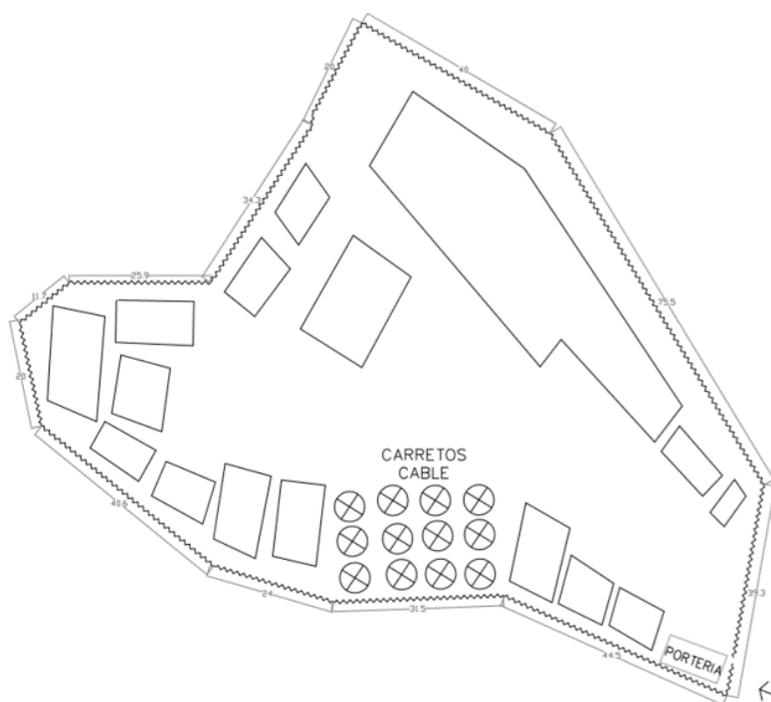
*Ilustración 9. Mapa técnico de Patio F (Autores)*

- **Patio Satélite**



*Ilustración 10. Mapa técnico de Patio Satélite (Autores)*

- **Patio G**



*Ilustración 11. Mapa técnico de Patio G (Autores)*

También, se cuenta con las tarifas a facturar por la empresa contratista para poder cumplir con las especificaciones técnicas incluidas en el Anexo “D” del presente Contrato son las siguientes:

*Tabla 9. Costo de Almacenamiento por patio (Autores)*

Etiquetas de Fila	Cuenta de Material	Suma de Valor Total	Área Total (m2)	Área Comprometida (m2)	Costo de Almacenamiento	Costo de Almacenamiento Ítems de Estudio
Bodega Satélite	2	\$ 370.918.912,5	1.469,06	153	\$ 14.877.135	\$ 1.549.425,08
Comisariato 01	15	\$ 2.862.429.753	1.010,43	218	\$ 10.343.405	\$ 2.231.577,52
Comisariato 02	2	\$ 638.086.753	442,894	26	\$ 4.533.730	\$ 266.151,45
Patio A	17	\$ 3.048.046.446	8.696,47	383	\$ 14.877.135	\$ 655.201,79
Patio C	8	\$ 1.237.345.496	1.966,82	624	\$ 14.877.135	\$ 4.719.960,83
Patio F	2	\$15.143.132.464	2.276,61	1972	\$ 14.877.135	\$ 12.886.577,07
Patio G	7	\$ 8.812.250.358	8.761,14	482	\$ 14.877.135	\$ 818.475,57
Patio Piara	11	\$11.852.057.310	41.918,3	678	\$ 14.532.472	\$ 235.052,97
Patio Piara Hangar	8	\$ 1.919.187.246	994,164	27	\$ 344.663	\$ 9.360,52
<b>Total General</b>	<b>72</b>	<b>\$ 45.883.454.739</b>	<b>67.535,9</b>	<b>4.563</b>	<b>\$ 104.139.945</b>	<b>\$ 23.371.782,80</b>

En la medida de veta o eliminación del inventario sin rotación y de baja rotación de los 72 ítems de estudio que en su total están ocupando 4.563 metros cuadrados de los diferentes patios, se obtiene un ahorro de \$23.371.782 millones aproximadamente por concepto de administración de Bodegas y Patios.

Se muestra la estructura organizativa funcional actual de la operación en las Bodegas y Patios de Oxy Andina ubicados en El Campo La Cira Infantas, al cierre de octubre 2018:

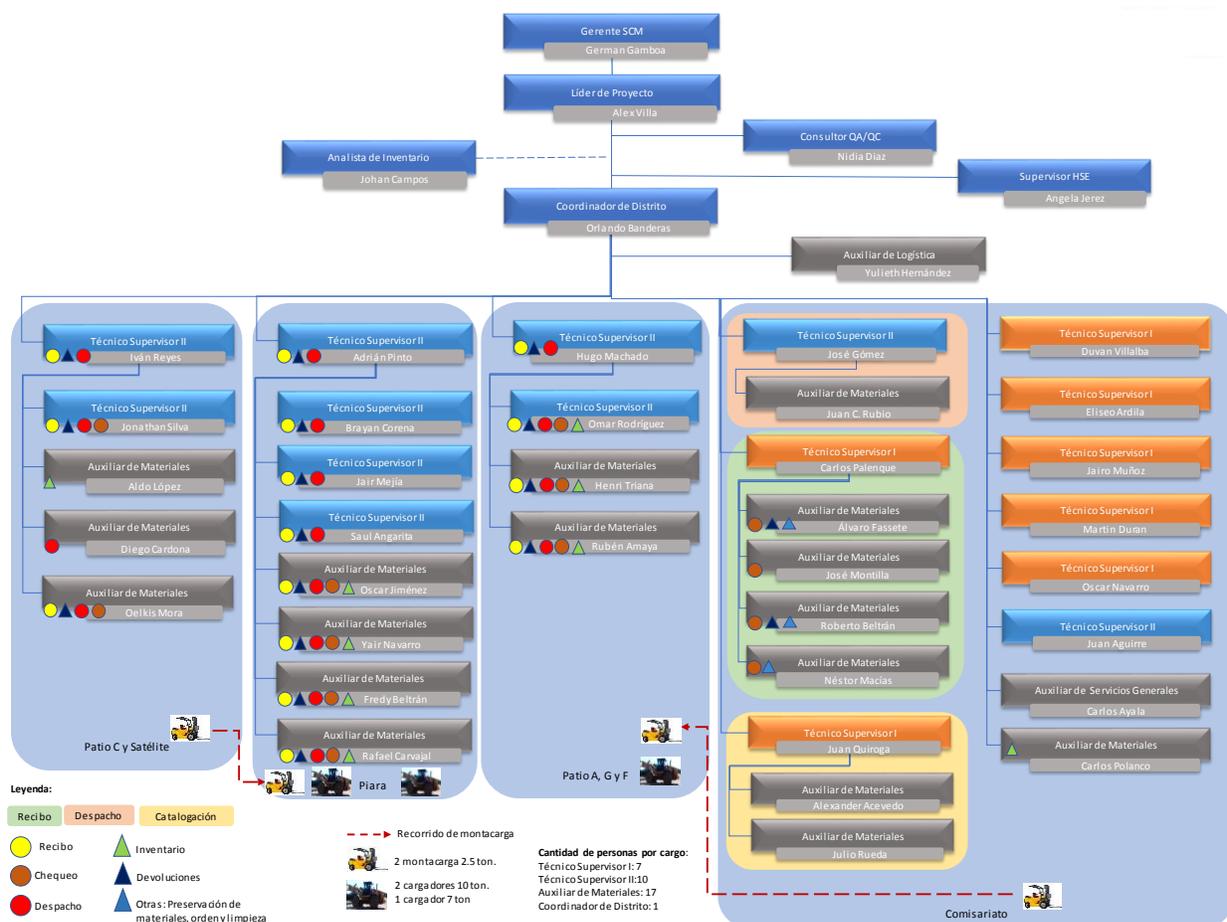


Ilustración 12. Estructura Organizativa Oxy Andina - Octubre 2018 (Autores)

Tabla 10. Distribución de nómina Bodegas Oxy Andina Octubre 2018 (Autores)

CARGOS DE OPERACIÓN	SALARIO	ACTUAL	COSTO ACTUAL
Técnicos Supervisor I	\$ 4.394.791	7	\$ 30.763.537
Técnicos Supervisor II	\$ 3.789.961	10	\$ 37.899.610
Auxiliar de Materiales	\$ 3.341.131	17	\$ 56.799.227
Auxiliar de Servicios Generales	\$ 1.200.000	1	\$ 1.200.000
<b>Total</b>	<b>\$ 12.725.883</b>	<b>35</b>	<b>\$ 126.662.374</b>

Con la información obtenida, se establecen indicadores de la situación actual de la gestión de inventarios en La Cira Infantas, campo operado por Oxy Andina, para ello se aplican las siguientes fórmulas:

**Tasa de Inventario C (Baja Rotación)**

$$\text{Inv C} = \frac{\text{Valor Inventario C}}{\text{Valor Inventario Total}}$$

$$\text{Inv C} = \frac{\$45.883.454.739}{\$135.131.079.660}$$

$$\text{Inv C} = 33,95\%$$

Actualmente, la tasa de inventario de baja rotación corresponde a un 33,95% de la inversión total del mismo, el cual comprende artículos que no han presentado movimiento alguno en un periodo mayor a 6 meses, siendo este un 34,65%. Sin embargo, el costo de mantener el mismo es permanente. Ahora bien, se asume que este corresponde a un 27%, por lo cual el costo actual de mantener corresponde a \$36.485.391.508.

- **Utilización del espacio**

$$\text{Utilización Inv C} = \frac{\text{Área Utilizada por Inventario C}}{\text{Área Total}}$$

$$\text{Utilización Inv C} = \frac{4.563 \text{ m}^2}{67.535,9 \text{ m}^2}$$

$$\text{Utilización Inv C} = 6,75\%$$

Con la información recolectada se determinó que a los 72 ítems de estudio que se encuentran en la clasificación C, les está siendo destinada un área de 4.563 m<sup>2</sup>.

También, se realizó el Análisis de Modo de Efectos o Fallas (AMEF), determinando así los problemas principales que se presentan en la gestión del inventario de La Cira Infantas, así como sus efectos en dicho proceso, dando una calificación para establecer aquellos que requieren intervención con mayor prioridad, tal como se muestra a continuación.

Tabla 11. AMEF Gestión de inventarios La Cira Infantas. (Autores)

AMEF: ANÁLISIS DE MODO DE EFECTOS O FALLAS							
PROCESO GESTIÓN DE INVENTARIOS OXYANDINA - LA CIRA INFANTAS							
MODO DE FALLO	EFECTO	CONTROLES ACTUALES	S	O	D	NPR	ACCIÓN CORRECTIVA
Falta de planeación de demanda de ítems	Exceso o ruptura de inventario	Ninguno	8	10	6	480	Planeación de requerimientos de materiales mensualmente
Falta flujo de información de área de compras con otras áreas	Desconocimiento de demanda de ítems	Ninguno	8	10	6	480	Comunicación de requerimientos de todas las áreas hacia el área de compras
Ausencia de seguimiento a inventario	Aumento de inventario de baja y/o nula rotación	Ninguno	7	9	5	315	Seguimiento bimestral de inventario para identificar ítems de baja y nula rotación
	Presencia de obsolescencia en inventario	Ninguno	9	7	8	504	Hacer control de inventario existente
Sobreinventario	Aumento en costos de mantener	Ninguno	8	6	8	384	Identificación de ítems de nula rotación para eliminación
	Desperdicio de espacio	Ninguno	5	8	5	200	Remover inventario innecesario de bodegas y patios
Falta de estandarización en proceso	Esperas innecesarias	Ninguno	6	9	9	486	Estandarización de procesos de recepción y registro
	Exceso de personal	Ninguno	5	9	9	405	Eliminar cargos adicionales no requeridos
	Aumento de costos	Ninguno	7	7	7	343	

De este modo se establece que la ausencia de seguimiento al inventario, la falta de planeación de la demanda, la inexistencia del flujo de información con el área de compras, y la falta estandarización en el proceso, son los problemas que se deben intervenir con mayor urgencia puesto que generan graves consecuencias a la empresa. Por lo tanto, las estrategias deben ir orientadas a la mitigación de estos modos de fallo.

### 6.3 Propuesta de solución

Una vez realizado el análisis de la información obtenida referente a los problemas encontrados en el campo La Cira Infantas operado por la empresa Oxy Andina, se elaboran las estrategias a seguir para la optimización del inventario y la disminución de los costos relacionados con la operación de este último.

Cabe mencionar que la propuesta está dirigida haciendo énfasis a dos problemas; por un lado, se busca la eliminación de las actividades que no agregan valor, por otro lado, la eliminación del inventario de nula rotación que se encuentra actualmente además de evitar que se siga generando a futuro.

### **6.3.1 Propuesta “Reducción de Nivel inventario”**

Ahora bien, en lo que respecta a la optimización del inventario que se encuentra bajo la característica de obsolescencia, es decir, aquel que en el estudio realizado, se encuentra con la clasificación “NR” (artículos que no han presentado movimiento alguno en un periodo de tiempo mayor a 3 años ), se propone la eliminación física del mismo en las bodegas y patios que se encuentran en el campo La Cira Infantas, luego de ser identificado, por lo tanto, es necesario retirar estos artículos a un punto de concentración designado previamente para tal fin y, posteriormente, establecer una disposición final.

Frente al inventario de clasificación “C”, es decir, de baja rotación, se propone la revisión bimestral de los movimientos de los artículos comprendidos en esta categoría para evitar la acumulación de ítems con nula rotación, con el fin de disminuir costos de mantener inventario y de obsolescencia.

Por lo anterior, la demanda de cada uno de los artículos se debe realizar en base a los requerimientos de la planeación elaborada por cada una de las áreas demandantes, con el fin de pedir los artículos necesarios únicamente en las cantidades requeridas, y así evitar incurrir en sobre inventarios, pues actualmente la gestión de los inventarios está desconectada de la planeación de la demanda y del flujo de información con el área de compras.

De este modo, se plantea el suministro mensual de la información al área de compras por parte de las áreas que demanden los ítems, donde se especifique la cantidad, el tiempo de requisición, y en caso de ser necesario, declarar la nulidad de alguno de ellos, con el fin de ser eliminado en el sistema y físicamente en el almacenamiento, de manera que el inventario de baja y nula rotación evidencie una disminución notable.

Para llevar a cabo lo planteado anteriormente, se determina un periodo de tiempo de aproximadamente 3 meses, segmentado en semanas.

*Tabla 12. Cronograma de propuesta campo La Cira Infantas (Autores)*

ACTIVIDAD	SEMANAS																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Clasificación ABC de inventario																					
Identificación de inventario de baja y nula rotación																					
Identificación física de ítems de baja y nula rotación en cada patio																					
Concentración de inventario de nula rotación en un área específica																					
Retiro de inventario para eliminación de campo La Cira Infantas																					
Propuesta de instalación de cortinas para estantería a Oxy																					
Comunicado de petición de protección para inventario a contratista																					
Instalación de protección para inventario en patios que lo requieran																					
Revisión de material de baja rotación en sistema																					
Planeación de requerimientos en cada área																					
Información al área de compras con requerimientos																					

Por su parte, los costos en los que se incurre llevando a cabo la propuesta realizada son bajos, puesto que radican en la movilización del material obsoleto, las nuevas etiquetas para la clasificación de cada uno de los ítems del inventario y la protección para los mismos en cada uno de los patios y bodegas.

### **6.3.2 Propuesta “Redistribución de Personal en los diferentes patios”**

Teniendo en cuenta los resultados encontrados a partir del estudio de tiempos y movimientos, se plantea la implementación de las 5’S en su totalidad, con el objetivo de eliminar las actividades

que no agregan valor a la gestión de inventarios, pues teniendo en cuenta que en el campo La Cira Infantas se encuentran cinco (5) patios y dos (2) bodegas para el almacenamiento de 5.042 ítems, se deja en evidencia la magnitud del proceso de la gestión de inventarios, razón por la cual se deben evitar al máximo los desperdicios.

La implementación de la técnica mencionada anteriormente hace énfasis en determinadas fases, puesto que el método llevado a cabo actualmente cumple con algunas de estas.

- Seiri (Clasificar): En esta primera fase de la técnica propuesta, se establece la clasificación del inventario que se encuentra actualmente organizado por patios y bodegas de acuerdo a sus características, no obstante se debe hacer la clasificación a los resultados obtenidos con el análisis ABC, estableciendo de esta manera los ítems de baja rotación, mediante etiquetas autoadhesivas.
- Seiton (Organizar): Cada uno de los ítems que permanecen en el inventario de La Cira Infantas, distribuidos en los patios y bodegas mencionados anteriormente, corresponderán a un área específica de los mismos, según su clasificación.
- Seiso (Limpieza): Con el objetivo de minimizar los tiempos de limpieza, se propone la instalación de protección en el lugar de almacenamiento de los ítems que eviten la suciedad en estos. Estos elementos son cortinas para las estanterías.
- Seiketsu (Estandarizar): Establecer horario para llevar a cabo los procesos de registro, chequeo y discrepancias, de manera que se encuentre el personal disponible (registro, transporte y operación de montacargas), evitando esperas innecesarias. EL horario será acordado entre el área de compras y la empresa contratista encargada de la administración de almacén e inventario.

- Shitsuke (Disciplina): La adopción de la técnica dentro del proceso de gestión de inventarios debe estar garantizada por los técnicos supervisores de cada una de las áreas, mediante la capacitación a sus trabajadores a cargo sobre la importancia y ventajas de mantener la técnica implementada.

De esta manera, se obtendrá un aumento en los niveles de eficiencia del personal involucrado en este proceso, y por consiguiente, se genera un mayor cubrimiento de las tareas a realizar, de modo que será posible la disminución del recurso humano requerido para la operación del almacén en La Cira Infantas, lo cual se traduce en una disminución de costos, pasando así de 35 personas a un total de 29.

### **6.3.3 Propuesta “Planificación de la demanda”**

Frente al inventario de clasificación “C”, es decir, de baja rotación, se propone la revisión bimestral de los movimientos de los artículos comprendidos en esta categoría para evitar la acumulación de ítems con nula rotación, con el fin de disminuir costos de mantener inventario y de obsolescencia.

Por lo anterior, la demanda de cada uno de los artículos se debe realizar en base a los requerimientos de la planeación elaborada por cada una de las áreas demandantes, con el fin de pedir los artículos necesarios únicamente en las cantidades requeridas, y así evitar incurrir en sobre inventarios, pues actualmente la gestión de los inventarios está desconectada de la planeación de la demanda y del flujo de información con el área de compras.

De este modo, se plantea el suministro mensual de la información al área de compras por parte de las áreas que demanden los ítems, donde se especifique la cantidad, el tiempo de requisición, y en caso de ser necesario, declarar la nulidad de alguno de ellos, con el fin de ser eliminado en

el sistema y físicamente en el almacenamiento, de manera que el inventario de baja y nula rotación evidencie una disminución notable.

## 7 Impactos esperados

Es importante mencionar que con las propuestas anteriores, el impacto mayor se localiza en los costos de operación y mantenimiento del inventario, los cuales se describen a continuación.

Considerando que con la eliminación de los desperdicios se establece una disminución de tiempos, el requerimiento de personal será menor además de que se obtendrá una mayor eficiencia por parte de este, razón por la cual se podrán cubrir otras tareas, como se muestra a continuación.

Así, se presenta el dimensionamiento en el organigrama matricial por procesos de personal en las bodegas y patios que laboran en El Campo La Cira Infantas de Oxy Andina. El proceso requiere, según el listado de actividades por procesos, frecuencia de ejecución de la actividad y los volúmenes del promedio ponderado de los últimos 6 y/o 8 meses al cierre de agosto 2018, un total de 29 personas en la operación incluyendo al Auxiliar de Servicios Generales, sin embargo, se está considerando una persona adicional en el cargo Técnico de Materiales I por la puesta en marcha del sistema SAP, debido a la curva de aprendizaje del sistema.

*Tabla 13. Cargos consolidados Actuales/Propuesta. (Autores)*

<b>CARGOS DE OPERACIÓN</b>	<b>SALARIO</b>	<b>ACTUAL</b>	<b>COSTO ACTUAL</b>	<b>PROPUESTA</b>	<b>COSTO PROPUESTA</b>	<b>AHORRO</b>
Técnicos Supervisor I	\$ 4.394.791	7	\$ 30.763.537	6	\$ 26.368.746	\$ 4.394.791
Técnicos Supervisor II	\$ 3.789.961	10	\$ 37.899.610	8	\$ 30.319.688	\$ 7.579.922
Auxiliar de	\$ 3.341.131	17	\$ 56.799.227	14	\$ 46.775.834	\$ 10.023.393

Materiales						
Auxiliar de Servicios Generales	\$ 1.200.000	1	\$ 1.200.000	1	\$ 1.200.000	\$ 0
<b>Total</b>	<b>\$12.725.883</b>	<b>35</b>	<b>\$126.662.374</b>	<b>29</b>	<b>\$ 104.664.268</b>	<b>\$ 21.998.106</b>

De la misma manera, se muestra el Estructura Matricial por Procesos propuesto según el estudio de tiempo y movimiento con los volúmenes de las transacciones descargadas del sistema ERP ORACLE al cierre de agosto 2018.

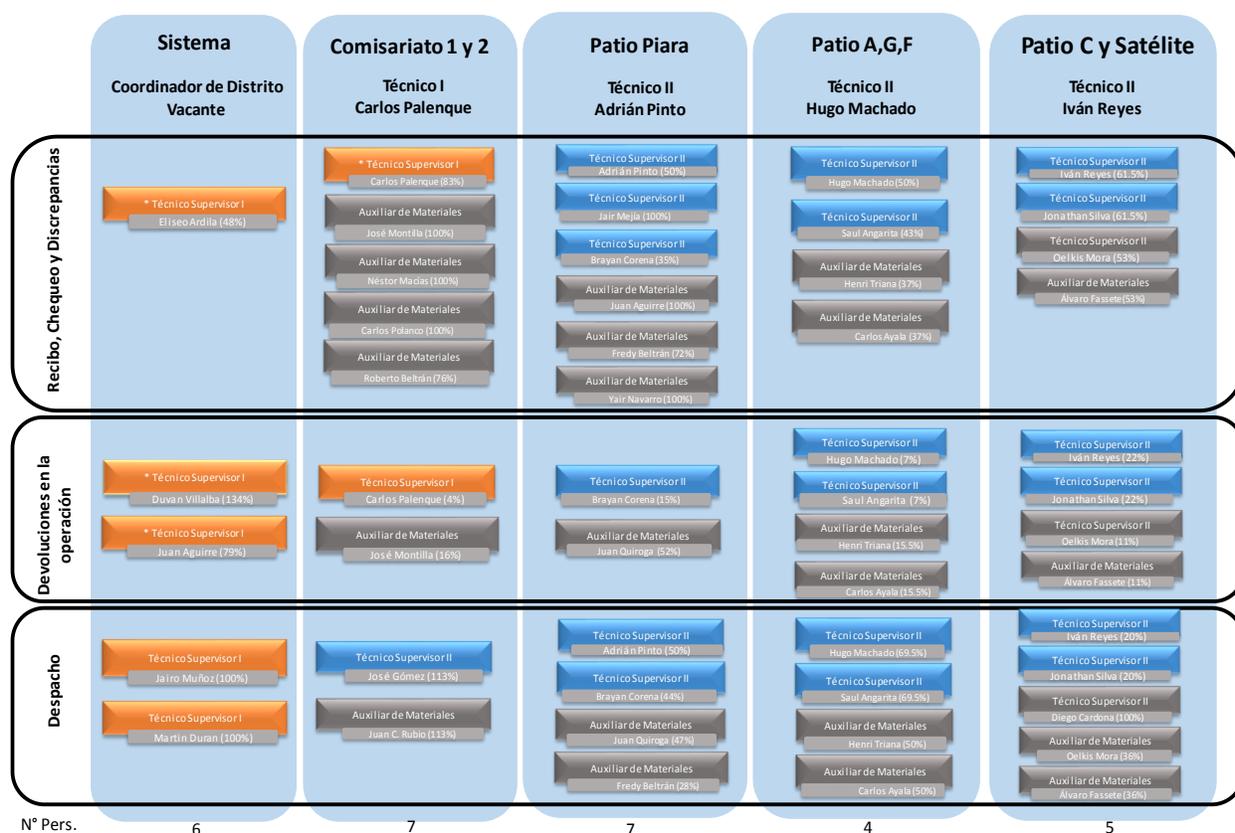


Ilustración 13. Estructura Matricial por Procesos Oxy Andina (Abril 2019)(Autores)

Se muestra el número de funcionarios por bodegas, procesos y porcentaje de carga laboral, por ejemplo, en Comisariato 1 y 2 (Bodega Principal) suma un total de 7 funcionarios y se encuentra bajo la responsabilidad de un Técnico Supervisor I (Carlos Palenque) que tiene a cargo un

equipo de Auxiliares de Materiales (José Montilla, Roberto Beltrán, Carlos Polanco y Néstor Macías), quienes participan en los Procesos de Recepción, Chequeo, identificación de discrepancias de Materiales y un Técnico Supervisor II (José Gómez) que, en conjunto con un Auxiliar de Materiales (Juan Rubio), realizan el proceso de Despacho de Materiales.

En el cargo Técnico Supervisor I, el funcionario que ejecuta el registro en el ERP ORACLE de los recibos, evidencia una carga laboral de 48%, por lo tanto, para aprovechar esta disponibilidad se completará este porcentaje con actividades de inventarios cíclicos y selectivos hasta completar el 100% de su carga.

Respecto al cargo de Técnico Supervisor I, los dos (2) funcionarios que realizan la gestión de Drilling y Cuentas de Reparación de estos materiales en las transacciones realizadas en el ERP ORACLE, se establece una carga laboral de 67% cada uno respectivamente sumando un total de 134%.

Así mismo, se observa que el Técnico Supervisor I, que procesa las devoluciones manuales por medio de Wif, devoluciones en el sistema ERP Oracle y algunas funciones de Cargo Directo tiene un porcentaje de ocupación laboral del 83%. Es importante mencionar que las actividades de Cargo Directo son esporádicas cuando se realiza catalogación en la Bodega, es decir que cuando no se ejecutan estas actividades su carga laboral disminuye a un 79%.

Por su parte la eliminación del inventario de nula rotación representaría una disminución de la inversión por concepto de inventario que este representa para la empresa Oxy Andina, además de un 22,44% menos en los costos de mantener.

De otro lado, la planeación de la demanda de los ítems pertinentes por cada una de las áreas y la revisión periódica del inventario existente, así como el flujo constante de información con el área

de compras logra minimizar los índices de inventario de baja y nula rotación y contribuye al nivel de inventario adecuado, y por consiguiente, facilita el proceso de eliminación de ítems obsoletos en caso de que se presenten, y los costos relacionados con la gestión del inventario seguirán siendo optimizados.

## 8 Análisis financiero

Para la implementación de la estrategia propuesta, se establece la necesidad de algunos recursos, los cuales involucran personal, etiquetas y transporte de material dentro del campo La Cira Infantas.

### 8.1 Recurso Humano

Para la implementación de las 5'S en las zonas de almacenamiento (patios y bodegas) se requiere de los supervisores técnicos, por lo que se incurre en el costo de horas extras para dicho personal, valor que se presenta a continuación, calculado a partir de la información brindada por la empresa Oxy.

*Tabla 14. Costos Recurso Humano (Autores)*

<b>PATIO</b>	<b>RESPONSABLE</b>		<b>HORAS EXTRAS (\$)</b>
Comisariato 1 y 2	Técnico Supervisor I	Carlos Palenque	\$ 355.059
Patio Piara	Técnico Supervisor II	Adrián Pinto	\$ 306.194
Patio A, F, G	Técnico Supervisor II	Hugo Machado	\$ 216.136
Patio C y Satélite	Técnico Supervisor II	Iván Reyes	\$ 217.852
Total			\$ 1.095.241

El costo en el que incurre la empresa Oxy Andina es de \$ 1.095.241 para la implementación de las 5'S en cada una de las bodegas y patios del campo La Cira Infantas, correspondiente al personal que se requiere para tal fin.

## 8.2 Recursos para clasificación y limpieza

Debido a que la administración de almacenes y patios, así como el control de los inventarios es un proceso que se lleva a cabo bajo outsourcing, los costos relacionados con materiales para la conservación del inventario, así como la clasificación del inventario en cada uno de los correspondientes lugares de almacenamiento, serán asumidos por el contratista, sin que esto represente un costo adicional para la empresa Oxy Andina. No obstante, se establecen de acuerdo, a los precios determinados en el contrato con la empresa Oxy Andina.

Como fue mencionado anteriormente, se plantea la eliminación del inventario de nula rotación de forma física y en sistema, por lo que se requiere el transporte de los respectivos ítems hacia el punto de concentración. El retiro de los artículos del campo La Cira Infantas se realiza por parte del contratista, puesto que está incluido dentro de sus funciones.

Debido a las características de los ítems que se encuentran dentro de la clasificación mencionada (artículos de diferentes dimensiones y en ocasiones, con peso superior a las 4 Toneladas), razón por la cual se opta por el suministro de un cargador con capacidad para 10 Toneladas, el cual tiene un costo de \$23.862.155 por mes.

Tabla 15. Costo de transporte material (Autores)

ÍTEM	SERVICIO	UNIDAD DE PAGO	VALOR (COL\$)
2.1	Servicio de manipulación de materiales con cargador certificado – Capacidad 10 ton – 938 F. Marca Caterpillar o similar. Long. uñas 2.20 m, motor 3116 o equivalente, - Incluye combustible.	MES	23.862.155
2.2	Servicio de manipulación de materiales con cargador certificado – Capacidad 5 ton - Incluye combustible.	MES	14.879.683
2.3	Servicio de manipulación de materiales con montacargas certificado – Cap. 2.5 ton o equivalente– Incluye combustible.	MES	5.109.042

De esta manera se establece que la inversión requerida corresponde a \$ 24.957.396, por concepto del transporte para la eliminación del inventario bajo la condición de nula rotación y el personal requerido para la implementación de la técnica de las 5'S.

Por otro lado, con la reducción de personal requerido para la operación y control de los inventarios, se genera una disminución de costos de mano de obra en un 17,53% de acuerdo a la propuesta planteada, proporción traducida en \$ 21.998.106.

*Tabla 16. Ahorro dimensionamiento de personal propuesto (Autores)*

<b>CARGO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SALARIO</b>	<b>AHORRO</b>
Técnico I	1	\$ 4.394.791	\$ 4.394.791
Técnico Supervisor II	2	\$ 3.789.961	\$ 7.579.922
Auxiliar de materiales	3	\$ 3.341.131	\$ 10.023.393
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>		<b>\$ 21.998.106</b>

Por otro lado, la eliminación del inventario de baja o nula rotación que se encuentra en las bodegas de La Cira Infantas, representa una disminución de \$45.883.454.739 en el capital invertido en inventario además de una reducción de \$23.371.782 en el costo que representa la administración de las bodegas y patios pertenecientes a La Cira Infantas, como se muestra en la Tabla 9. Costo de almacenamiento por Patio.

Así, se determina el beneficio de las propuestas mencionadas anteriormente, con un valor total de \$ 45.369.888 por cada mes de operación.

Ahora bien, para establecer el valor del beneficio al llevar a cabo las propuestas, se usa el ROI (Retorno Sobre la Inversión), el cual está dado por los beneficios netos (beneficios menos costos) sobre los costos totales expresados como porcentaje, tal como se manifiesta en el libro “El proyecto de inversión como estrategia gerencial”, (Pacheco Coello & Pérez Brito, 2018), como se muestra a continuación, se aplica la fórmula mencionada anteriormente:

$$\text{ROI} = \frac{\text{Beneficios netos}}{\text{Inversión}}$$

$$\text{ROI} = \frac{\$ 20.412.492}{\$ 24.957.492}$$

$$\text{ROI} = 81,79\%$$

Con este resultado se concluye que por cada peso que se involucre en la inversión para el desarrollo de las propuestas expuestas anteriormente, se obtiene una recuperación de \$0,817 por concepto de disminución de costos relacionados con la gestión del inventario.

## 9 Conclusiones y recomendaciones

### 9.1 Conclusiones

Una vez realizado el diagnóstico, los estudios pertinentes y la elaboración de la propuesta de mejora, se llega a las siguientes conclusiones:

Con la realización del estudio de tiempo y movimientos, se da como resultado los siguientes puntos:

- El reconocimiento general de los procesos previo a la realización del estudio es necesario con el fin de seleccionar la operación, la actividad y el trabajador muestra, para la obtención de resultados confiables.
- El mayor porcentaje de ejecución está en las actividades que agregan valor al producto en un 63%, luego las actividades que no agregan valor al producto pero que no se pueden eliminar en un 35% y actividades que no agregan valor al producto en 1,38% y se deben eliminar.
- Es importante mencionar que según los promedios ponderados de las estadísticas de los volúmenes en el patio A, en el cierre de agosto 2018, arroja 4.51 personas, sin embargo, evidenciamos en la práctica actual que el patio se maneja de manera fluida con cuatro (4) personas, ya que en la realidad no se encuentran cuellos de botella en los recibos, despachos, devoluciones y chequeos de materiales.

- De acuerdo con las entradas y salidas de material por unidades, se observa que el 93% en promedio de unidades de materiales en los dos últimos años (2017-2018) ha rotado en la bodega comparando las salidas contra las entradas.

Por su parte, respecto a la rotación del inventario que involucra la operación en La Cira Infantas, se concluye que

- La desconexión entre el proceso de gestión del inventario y la demanda, provoca altos niveles de inventario de baja y nula rotación, tal como se establece en el análisis ABC, pues del total del inventario, el 33,95% corresponde a esta clasificación.
- Los resultados obtenidos demuestran confiabilidad teniendo en cuenta que el análisis de rotación del inventario se realizó con una ventana de tiempo de tres años, es decir, involucra desde el inicio de la operación de Oxy Andina en La Cira Infantas.
- Con base en el análisis se pudo establecer que el inventario está conformado por 1,4 % de clasificación A correspondiente al 80% del valor del inventario, 4,5% de clasificación B que contribuye el 15% al valor total y, 94% clasificación C, con el 5% restante del valor del inventario que maneja Oxy.
- Las propuestas elaboradas permiten una reducción en los costos, además de la optimización del proceso de gestión de inventarios, mediante la eliminación de recurso humano requerido y los ítems de nula rotación, estableciendo la importancia de la ejecución adecuada del proceso.

## **9.2 Recomendaciones**

- Con el fin de optimizar los tiempos de respuesta según el proceso que se está llevando actualmente en El Campo La Cira Infantas de Oxy Andina, el estudio de tiempos y

movimientos relacionado con las actividades del sistema se vieron afectadas con la migración del ERP ORACLE a SAP, como consecuencia se deberán medir y analizar nuevamente, cuando el proceso este estabilizado.

- En los resultados del estudio de tiempos y movimientos no se encuentra incluido los procesos de Inventarios cíclicos, inventarios selectivos y pre inventarios; por lo tanto, una de las oportunidades de mejora para el proceso, es darle importancia a esta actividad para garantizar la menor diferencia de inventario en la Bodega.
- Es importante analizar los requerimientos de la maquinaria suministrada bajo la modalidad de outsourcing para Oxy, puesto que puede estar subutilizada y aumenta el costo de uso para dicha empresa.

## 10 Bibliografía

- Aguirre Álvarez, Y. A. (2014). Análisis de las herramientas de Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las Pymes. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Angulo Puello, R. J. (2013). Optimización en el Manejo de Inventario por Medio de Técnicas Aplicadas. Bogotá D.C., Colombia.
- Aranibar Gamarra, M. (2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera. Lima, Perú.
- Arrieta González, J., & Guerrero Portillo, F. A. (2013). Propuesta de mejora del proceso de gestión de inventario y gestión de almacén para la empresa FB SOLUCIONES Y SERVICIOS S.A.S. Cartagena, Bolívar, Colombia.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística. Administración de la Cadena de Suministro*. Pearson.
- Baluis Flores, C. A. (2013). *Optimización de procesos en la fabricación de Termas eléctricas utilizando herramientas de Lean Manufacturing*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Canedo Flórez, A., & Leal Acosta, M. (2014). *Diseño de un plan de mejoramiento para la gestión y control de inventarios de la empresa Distribuidora Ferretera Internacional*. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Castañeda Ramírez, Y. A., & Silva Vargas, D. A. (2013). Implementación de un sistema de gestión de inventarios en Melexa. Bogotá D.C.: Universidad Libre.
- Castrejón Gallegos, A. (2016). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un Laboratorio Farmacéutico*. México D.F.
- Causado Rodríguez, E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista Ingenierías*, 163-177.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros*. Mc Graw Hill.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, planeación y operación. 3era Edición*. Pearson.

- Dpto. Organización de empresas y marketing. (s.f.). *Gestión de la Calidad, la seguridad y el medio ambiente (4° Organización Industrial)*. Universidad de Vigo.
- FESC. (s.f.). *Gestión Logística Integral*. ECOE.
- Gacharná Sánchez, V. P., & González Negrete, D. C. (2013). Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la Empresa de Confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing. Bogotá D.C., Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Gisbert Soler, V. (2015). Lean Manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales. *3C Tecnología*, 42-52.
- Goicochea Rojas, M. A. (2009). Sistema de control de inventarios del almacén de productos terminados en una empresa metal mecánica. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- González Torrado, D., & Sánchez Barajas, G. (2010). Diseño de un modelo de gestión de inventarios para la empresa importadora de vinos y licores GLOBAL WINE AND SPIRITS LTDA. Bogotá D.C., Colombia.
- Guerrero Salas, H. (2009). *Inventarios. Manejo y Control*. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idolpe, A. (2013). *Lean Manufacturing. Conceptos técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Martín Andino, R. (2006). Gestión de Inventarios y compras. *EOI Escuela de Negocios*.
- Michalski, G. (2010). Optimización de la gestión de inventario como parte de la gestión del riesgo operacional. *SSRN*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Decreto 321 de 1999. Colombia.
- Ministerio de Salud. (s.f.). Ley 9 de 1979. Colombia.
- Ministerio de Trabajo Colombia. (2018). Decreto 1496 de 2018.
- Ministerio de Trabajo. (s.f.). Resolución 2400 de 1979. Colombia.
- Ministerio de Transporte Colombia. (s.f.). Resolución 1223 de 2014. Colombis.
- Ministerio del Interior Colombia. (1999). Decreto 321 de 1999. Colombia.
- Muñoz, D. F. (2009). *Administración de Operaciones. Enfoque de Admnsitración de procesos de negocios*. Cengage Learning.
- Oxy. (2019). *Oxy América Latina Colombia*. Obtenido de <https://www.oxy.com/OurBusinesses/OilandGas/Colombia/Pages/default.aspx>
- Pacheco Coello, C. E., & Pérez Brito, G. J. (2018). *El proyecto de inversión como estrategia gerencial*. Ciudad de México: Instituto Mexicano de Contadores Públicos.

- Peralta Ubarnes, E. E., & Rocha Lora, A. M. (2015). Propuesta de implementación del Modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa AJOVER S.A. Cartagena, Colombia: Universidad de Cartagena.
- Rojas, N. D. (2011). *Apuntes de clase de mantenimiento*. Bogotá: ECCL.
- Sierra Samacá, M. A. (s.f.). Administración y Control de materias primas de baja rotación y obsolescencia. *Universidad Agraria de Colombia*.
- Tejada Díaz, N. L., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. I. (2017). Metodología de Estudio de Tiempo y Movimiento; Introducción al GSD. *3C Empresa*.
- Tejada, A. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. *Ciencia y Sociedad*, 276-310.
- Umba Rodríguez, N., & Duarte Cerdón, J. (2017). *Propuesta para implementar herramientas Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de almojábanas EL GOLOSO*. Bogotá D.C.
- Valdés Cruz, M. F. (2012). Propuesta de implementación de Lean Manufacturing para la optimización de los Sistemas Logísticos en la empresa Servientrega Internacional. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Valpuesta Lucena, M. (2016). Ejemplo de aplicación de herramientas Lean en una fábrica del sector automoción. Sevilla, España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería.