



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# ESCUELA DE POSTGRADO Y ESTUDIOS CONTINUOS

Implementación de la gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven Material Requirements Planning para reducir los costos de almacenamiento en la empresa Postes del Norte S.A. 2018-2019, Trujillo.

Tesis para optar el grado **MAESTRO** en:

**Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento**

**Autor:**

Br. Torres Velasquez, Julio Winston

**Asesor:**

Mg. Ana Teresa La Rosa González Otoya

Trujillo – Perú

2019

## Resumen

La presente investigación se desarrolla en una empresa de fabricación y comercialización de Postes de Concreto Armado Centrifugado. Dicha investigación tiene como objetivo determinar en qué medida la gestión de inventarios basado en la metodología “*Demand Driven Material Requirements Planning*” reduce los costos de almacenamiento en la empresa Postes del Norte de la ciudad de Trujillo durante el periodo 2018-2019.

El diseño de la investigación es pre-experimental de pre-prueba y post-prueba, en el cual se realiza la medición de los costos de almacenamiento antes de la implementación de la metodología, y después de la implementación. Respecto a las técnicas utilizadas en la presente investigación se detalla el análisis documental de los registros contables, así como costos. Además, los instrumentos utilizados en la presente investigación son las fichas de registro de datos.

Por otro lado, para desarrollar la implementación de mejora se inició con el diagnóstico de la gestión de inventarios y el diagnóstico de los costos de almacenamiento. Posterior a ello, se implementó la metodología anteriormente mencionada.

Respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación, se pudo demostrar a través de la prueba t de *Student* que la implementación de la metodología DDMRP redujo los costos de almacenamiento.

**Palabras claves:** Demand Driven Material Requirements Planning, Costos de almacenamiento, Planificación, Pronósticos.

## **Abstract**

The present investigation is carried out in a manufacturing and development company of Centrifuged Reinforced Concrete Posts. This research aims to determine to what extent the management of inventories based on the methodology "Planning of demand-driven materials requirements" reduces storage costs in the company Postes del Norte of the city of Trujillo during the 2018-2019 period.

The research design is pre-experimental pre-test and post-test, in which the measurement of storage costs is performed before the implementation of the methodology, and after the implementation. Regarding the techniques used in the present investigation, the documentary analysis of the accounting records is detailed, as well as costs. In addition, the instruments used in the present investigation are the data record sheets.

On the other hand, to develop the implementation of the improvement was made with the diagnosis of inventory management and the diagnosis of storage costs. Subsequently, the aforementioned methodology was implemented.

Regarding the results obtained in the present investigation, it was possible to demonstrate through the Student's t-test that the implementation of the DDMRP methodology reduced storage costs.

Keywords: Demand Driven Material Requirements Planning, Storage Costs, Planning, Forecasting.

## Dedicatoria

*A Dios, por encontrarse presente en cada paso que doy y por permitirme tener las facultades necesarias para culminar el presente trabajo de investigación.*

*A mi abuelo Julio Torres, que me guía desde el cielo, y por ser el mejor ejemplo de ser siempre una mejor persona, idealista, con grandes retos, trabajador y sobre todo, mantener la humildad en todo momento.*

*A mi abuela Rosa Cabrera, quien gracias a su apoyo, fue una de las razones por las cuales llegué a culminar ésta etapa de crecimiento profesional en mi vida y por enseñarme que nunca debo darme por vencido.*

*A mis abuelos Ceferino Velásquez y Corina Díaz, por enseñarme con el ejemplo el cariño y la dedicación de hacer lo que más nos gusta con pasión.*

*A mis padres Andrés Torres y Maribel Velásquez, por enseñarme a nunca darme por vencido, y a ser perseverante en el logro de mis objetivos, a luchar en mi día a día y mostrar mi mejor sonrisa en los momentos más difíciles de la vida.*

*A mis hermanos Andrés Torres y Nancy Torres, por ser un apoyo constante a lo largo de toda mi vida.*

## Agradecimientos

*A Dios, por permitirme ser feliz y acompañarme en todo momento; por permitirme culminar una etapa más en mi formación profesional; por brindarme la fortaleza necesaria en los momentos difíciles, y las ganas de seguir superándome en mi día a día.*

*A mis padres y hermanos, por ser mi mayor felicidad y motivación para salir adelante en mi día a día.*

*A mi abuela Rosa Cabrera, por el apoyo constante y el impulso por continuar con mi desarrollo profesional y personal a lo largo de toda mi vida; por apostar por mi educación y mi superación personal.*

*A mis padres y hermanos, por ser mi mayor felicidad y motivación para salir adelante en mi día a día.*

*A mi abuelo Ceferino Velásquez y Corina Díaz, por enseñarme con el ejemplo la felicidad y la perseverancia; y sobre todo, por haber formado a un ángel que me acompaña en mi día a día: mi madre.*

*A mi asesora Ana La Rosa, por brindarme su apoyo y comprensión a lo largo del desarrollo de la presente investigación y por enseñarme con el ejemplo a siempre ser perseverante con mis objetivos.*

*Al señor Felipe Díaz y a todo el equipo Postes del Norte, por apostar por mí y permitirme iniciar mi etapa profesional y ser parte de esta gran familia; además de colaborar con el desarrollo del presente trabajo.*

*A todas las personas más importantes en mi vida, que estuvieron a mi lado en todo momento para brindarme su apoyo y comprensión a lo largo del desarrollo de toda esta investigación.*

## Tabla de contenidos

Carátula.....	i
RESUMEN .....	ii
ABSTRACT .....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos .....	v
Tabla de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
I.1. Realidad problemática .....	1
I.2. Preguntas de investigación.....	11
I.3. Objetivos de investigación .....	11
I.4. Justificación de la investigación.....	11
I.5. Alcance de la investigación.....	12
II. MARCO TEÓRICO .....	13
II.1. Antecedentes .....	13
II.2. Bases teóricas .....	16
II.3. Marco conceptual.....	31
III. HIPÓTESIS .....	32
III.1. Declaración de hipótesis.....	32
III.2. Operacionalización de las variables .....	32
IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS .....	34
IV.1. Tipo de investigación .....	34
IV.2. Diseño de investigación.....	34
IV.3. Población y muestra .....	35
IV.4. Técnicas e instrumentos .....	35
V. RESULTADOS.....	36
VI. DISCUSIÓN .....	96
VII. CONCLUSIONES .....	97
VIII. RECOMENDACIONES .....	98
IX. LISTA DE REFERENCIAS.....	99

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Países con menor porcentaje de acceso al servicio de electricidad al año 2017. (Primera parte) .....	2
<b>Tabla 2.</b> Países con menor porcentaje de acceso al servicio de electricidad al año 2017. (Segunda parte).....	3
<b>Tabla 3.</b> Fábricas de postes de CAC .....	5
<b>Tabla 4.</b> Lista de postes de alta tensión .....	7
<b>Tabla 5.</b> Lista de postes de media tensión .....	7
<b>Tabla 6.</b> Lista de postes de baja tensión .....	8
<b>Tabla 7.</b> Indicadores de la gestión de inventarios .....	19
<b>Tabla 8.</b> Factores de agrupamiento en un perfil de búfer.....	26
<b>Tabla 9.</b> Tipos de ajustes dinámicos .....	28
<b>Tabla 10.</b> Componentes de ecuación de flujo neto .....	28
<b>Tabla 11.</b> Operacionalización de las variables .....	33
<b>Tabla 12.</b> Índice de rotación de materia prima acumulado (2016-2018).....	36
<b>Tabla 13.</b> Índice de obsolescencia de materia prima acumulado (2016-2018).....	37
<b>Tabla 14.</b> Índice de exactitud de inventario acumulado (2016-2018).....	38
<b>Tabla 15.</b> Espacios utilizados como almacenamiento de materia prima.....	39
<b>Tabla 16.</b> Costo por metro cuadrado de almacenamiento .....	40
<b>Tabla 17.</b> Actividades de almacenero.....	40
<b>Tabla 18.</b> Costos de seguridad del almacén .....	40
<b>Tabla 19.</b> Costos de limpieza del almacén .....	41
<b>Tabla 20.</b> Costos de equipo de almacenamiento .....	41
<b>Tabla 21.</b> Costos de mantenimiento de stock.....	42
<b>Tabla 22.</b> Costos de mano de obra dependiente.....	43
<b>Tabla 23.</b> Costos de mano de obra independiente.....	43
<b>Tabla 24.</b> Costos mensuales de almacenamiento promedio (2016-2018).....	44
<b>Tabla 25.</b> Tiempo de tolerancia del cliente interno .....	45
<b>Tabla 26.</b> Lead time potencial de compra.....	46
<b>Tabla 27.</b> Variabilidad de venta y suministro .....	47
<b>Tabla 28.</b> Perfil del buffer .....	49
<b>Tabla 29.</b> ADU, MOQ y DLT por material .....	50
<b>Tabla 30.</b> Pantalla de planificación según Demand Driven Planning .....	77
<b>Tabla 31.</b> Espacios utilizados como almacenamiento de materia prima.....	78
<b>Tabla 32.</b> Costo por metro cuadrado de almacenamiento-I .....	79
<b>Tabla 33.</b> Costo por metro cuadrado de almacenamiento-II .....	79
<b>Tabla 34.</b> Actividades de almacenero.....	80
<b>Tabla 35.</b> % de participación de dicha actividad en el mes.....	80
<b>Tabla 36.</b> Costos de seguridad del almacén .....	81

<b>Tabla 37.</b> Costos de limpieza del almacén .....	82
<b>Tabla 38.</b> Costos de equipos de almacenamiento.....	83
<b>Tabla 39.</b> Costos de mantenimiento de stock.....	83
<b>Tabla 40.</b> Costos de mano de obra dependiente.....	84
<b>Tabla 41.</b> Costos de mano de obra independiente.....	85
<b>Tabla 42.</b> Costos mensuales de almacenamiento promedio (2018-2019) .....	86
<b>Tabla 43.</b> Flujo de caja de implementación en el área de producción .....	90
<b>Tabla 44.</b> Indicador beneficio-costo .....	91
<b>Tabla 45.</b> Indicador VAN y TIR .....	91
<b>Tabla 46.</b> Costos mensuales de almacenamiento.....	92
<b>Tabla 47.</b> Datos estadísticos de las muestras .....	92
<b>Tabla 48.</b> Prueba de normalidad de las muestras .....	93
<b>Tabla 49.</b> Procedimiento de validación de Normalidad de los datos.....	93
<b>Tabla 50.</b> Prueba de Levene de igualdad de varianzas .....	93
<b>Tabla 51.</b> Procedimiento de validación de igualdad de varianzas.....	94
<b>Tabla 52.</b> Prueba t de Student para igualdad de medias .....	94
<b>Tabla 53.</b> Procedimiento de contrastación de hipótesis .....	95
<b>Tabla A1.</b> Presupuesto de investigación .....	101
<b>Tabla A2.</b> Descripción de actividades .....	102
<b>Tabla A3.</b> Costo resumido de recursos de investigación .....	102
<b>Tabla A4.</b> Resumen de beneficio económico de implementación.....	103



## Índice de figuras

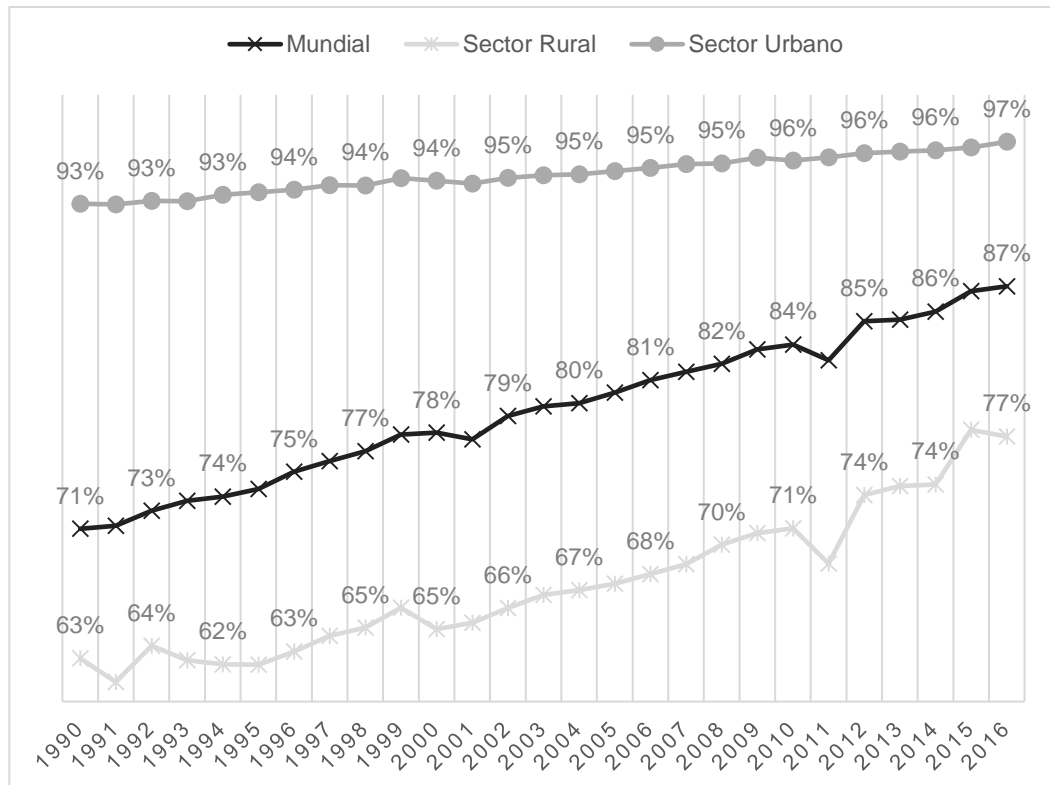
<b>Figura 1.</b> Porcentaje de participación de electrificación en el sector rural, urbano y de manera mundial durante el periodo 1990-2017 .....	1
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de población que tiene acceso al servicio de electricidad según su tipo ..	4
<b>Figura 3.</b> Índice de volumen físico de la producción manufacturera de la división 26, 2017. (Índice base: 2012 = 100) .....	5
<b>Figura 4.</b> Porcentaje de participación en la categoría de costos de almacenamiento como costos de ocupación.....	9
<b>Figura 5.</b> Diagrama de Ishikawa de la gestión logística .....	10
<b>Figura 6.</b> Objetivos de la gestión de inventarios .....	17
<b>Figura 7.</b> Tipos de inventarios según recopilación de datos .....	17
<b>Figura 8.</b> Modelo de gestión de inventarios .....	18
<b>Figura 9.</b> Comparación entre MRP y Lean .....	21
<b>Figura 10.</b> Pilares del <i>Demand Driven Material Requirements Planning</i> (DDMRP) .....	22
<b>Figura 11.</b> Metodología <i>Demand Driven Material Requirements Planning</i> (DDMRP) .....	23
<b>Figura 12.</b> Factores claves .....	24
<b>Figura 13.</b> Estratificación de búfer .....	25
<b>Figura 14.</b> Perfiles básicos de búfer .....	27
<b>Figura 15.</b> Alertas básicas de ejecución del DDMRP .....	29
<b>Figura 16.</b> Clasificación de los costos de almacenamiento .....	30
<b>Figura 17.</b> Clasificación de materiales según su uso en el proceso productivo .....	48
<b>Figura 18.</b> Diagrama de bloques del proceso de fabricación de postes .....	49
<b>Figura 19.</b> Determinación de buffer del alambre N°08 .....	51
<b>Figura 20.</b> Determinación de buffer del alambre N°16 .....	52
<b>Figura 21.</b> Determinación de buffer del alambraón 1/4" .....	53
<b>Figura 22.</b> Determinación de buffer de la arena .....	54
<b>Figura 23.</b> Determinación de buffer del cemento .....	55
<b>Figura 24.</b> Determinación de buffer de Fierro 06mm .....	56
<b>Figura 25.</b> Determinación de buffer de Fierro 12mm .....	57
<b>Figura 26.</b> Determinación de buffer de Fierro 3/8" .....	58
<b>Figura 27.</b> Determinación de buffer de Fierro 5/8" .....	59
<b>Figura 28.</b> Determinación de buffer de Gravilla.....	60
<b>Figura 29.</b> Determinación de buffer de Carbón .....	61
<b>Figura 30.</b> Determinación de buffer de Petroleo .....	62
<b>Figura 31.</b> Ajuste dinámico de Alambre N°08 según ADU.....	64
<b>Figura 32.</b> Ajuste dinámico de Alambre N°16 según ADU.....	65
<b>Figura 33.</b> Ajuste dinámico de Alambraón 1/4" según ADU.....	66
<b>Figura 34.</b> Ajuste dinámico de Arena según ADU.....	67
<b>Figura 35.</b> Ajuste dinámico de Cemento según ADU.....	68

<b>Figura 36.</b> Ajuste dinámico de Fierro 06mm según ADU .....	69
<b>Figura 37.</b> Ajuste dinámico de Fierro 12mm según ADU .....	70
<b>Figura 38.</b> Ajuste dinámico de Fierro 3/8" según ADU .....	71
<b>Figura 39.</b> Ajuste dinámico de Fierro 5/8" según ADU .....	72
<b>Figura 40.</b> Ajuste dinámico de Gravilla según ADU .....	73
<b>Figura 41.</b> Ajuste dinámico de Carbón de piedra según ADU .....	74
<b>Figura 42.</b> Ajuste dinámico de Petróleo según ADU .....	75

## I. INTRODUCCIÓN

### I.1. Realidad problemática

En un marco global e internacional, según el World Bank Group (2017), el sector de la electrificación al año 2016 aún tenía una gran brecha entre la electrificación urbana y rural de un 20%. (Ver Figura 1)



**Figura 1.** Porcentaje de participación de electrificación en el sector rural, urbano y de manera mundial durante el periodo 1990-2017. Recuperado del World Bank Group (2017).

Respecto a la electrificación por países, según el World Bank Group (2017), los países que cuentan con el menor porcentaje de acceso a la electrificación por su población son Burundi, Chad, Malawi, con 9%,11% y 13% respectivamente

Por otro lado, respecto a los 20 países que tienen menor acceso a la electrificación por parte de su población tienen en el mejor de los casos hasta un 40% de cobertura hasta el año 2017; siendo preocupante, dado que ello representa una necesidad básica que todo ser humano debería tener.

Del mismo modo, se puede identificar en la Tabla N°01 que el nivel de electrificación rural es mucho menor que la electrificación urbana, teniendo una diferencia de más del 50%; teniendo acceso a la electrificación un 24% de la población rural en el mejor de los casos, y un 85% de la población urbana, siendo datos muy por debajo del promedio de países.

Respecto a la lista total de países, se puede identificar que Perú ocupa el puesto 127 de un total de 202 países en acceso a la electrificación, con un porcentaje de 96.4 de acceso del total de la población del país.

A continuación se detallan los países con menor porcentaje de acceso al servicio de electricidad al año 2017. (Ver Tabla 1 y 2).

**Tabla 1**

*Países con menor porcentaje de acceso al servicio de electricidad al año 2017.*

*(Primera parte)*

N°	País	Población Total	Población Urbana	Población Rural
1	Burundí	9%	62%	2%
2	Chad	11%	39%	3%
3	Malawi	13%	58%	4%
4	Congo	19%	49%	0%
5	Níger	20%	67%	11%
6	Liberia	22%	36%	7%
7	Uganda	22%	57%	11%
8	Sierra Leona	23%	49%	5%
9	Madagascar	24%	69%	0%
10	Sudán del Sur	25%	42%	21%
11	Burkina Faso	26%	65%	10%
12	Guinea-Bissau	26%	48%	9%
13	Mozambique	27%	73%	2%
14	República Centroafricana	30%	52%	15%
15	Tanzania	33%	65%	17%
16	Somalia	33%	63%	9%
17	Lesoto	34%	70%	20%
18	Ruanda	34%	85%	24%
19	Guinea	35%	83%	9%
20	Zambia	40%	75%	14%
21	Zimbabwe	40%	86%	19%
22	Angola	42%	73%	0%
23	Mauritania	43%	83%	0%
24	Benin	43%	73%	17%
25	Mali	43%	87%	12%

**Nota:** Se detalla la lista de los primeros 25 países con menor porcentaje de acceso al servicio de electricidad al año 2017, siendo el primer lugar ocupado por Burundi con un porcentaje de acceso al servicio de electricidad del 9% del total de su población. Recuperado del World Bank Group (2017).

**Tabla 2**
*Países con menor porcentaje de acceso al servicio de electricidad al año 2017.*
*(Segunda parte)*

N°	País	Población Total	Población Urbana	Población Rural
26	Haiti	44%	78%	3%
27	Korea	44%	39%	52%
28	Ethiopia	44%	97%	31%
29	Togo	48%	89%	20%
30	Eritrea	48%	77%	30%
31	Namibia	53%	77%	29%
32	Nigeria	54%	87%	23%
33	Papua New Guinea	54%	81%	50%
34	Gambia, The	56%	79%	21%
35	Sudan	57%	83%	43%
36	Djibouti	60%	70%	26%
37	Camerún	61%	93%	21%
38	Senegal	62%	92%	35%
39	Vanuatu	63%	93%	53%
40	Botswana	63%	80%	24%
41	Solomon Islands	63%	74%	60%

**Nota:** Se detalla la lista del puesto 26-41 con menor porcentaje de acceso al servicio de electricidad al año 2017. Recuperado del World Bank Group (2017).

En un marco nacional, el nivel de electrificación en el Perú, según la Figura 2 se puede identificar que aún existe cerca del 20% de la población rural sin acceso a la electricidad, frente a esta necesidad de electrificación, se fundamenta la selección de una empresa de fabricación de postes de concreto armado y centrifugado como unidad de estudio para la presente investigación.

Por otro lado, el porcentaje de electrificación a nivel nacional ha incrementado a lo largo de los años, pasando de 80% en el año 2004 a 94% diez años después; teniendo como proyección el cumplimiento del 100% de la población para el año 2022; teniendo una brecha por completar y una gran oportunidad de negocio para las empresas que se dediquen a la fabricación de diferentes accesorios que se contemplen dentro del proceso de electrificación como la fabricación de postes de concreto armado y centrifugado.

Además, la brecha entre la electrificación rural y urbana se ha reducido de manera dimensional, pasando de una diferencia de 43 puntos porcentuales en el año 2007 a 13 puntos porcentuales en el año 2017.

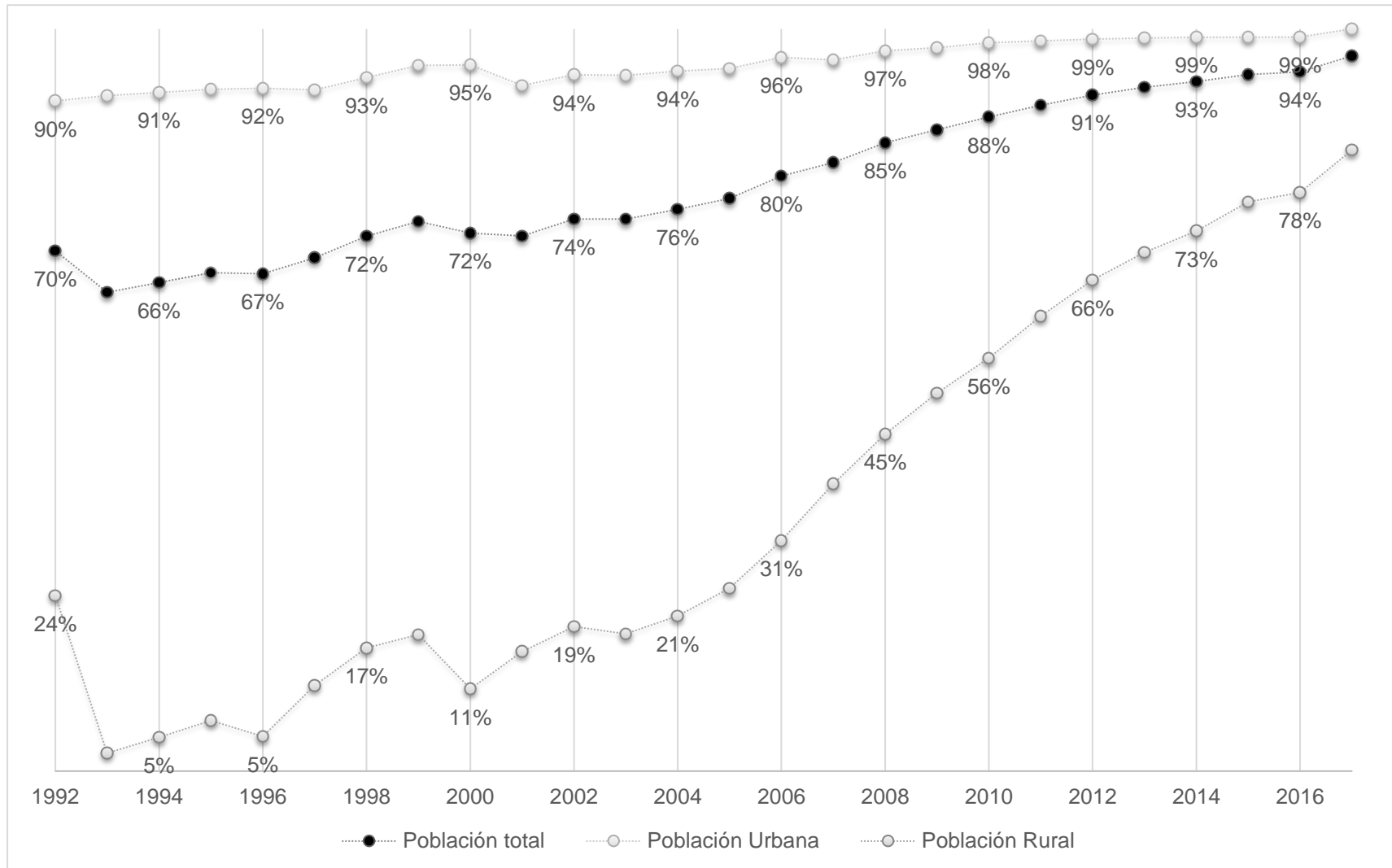
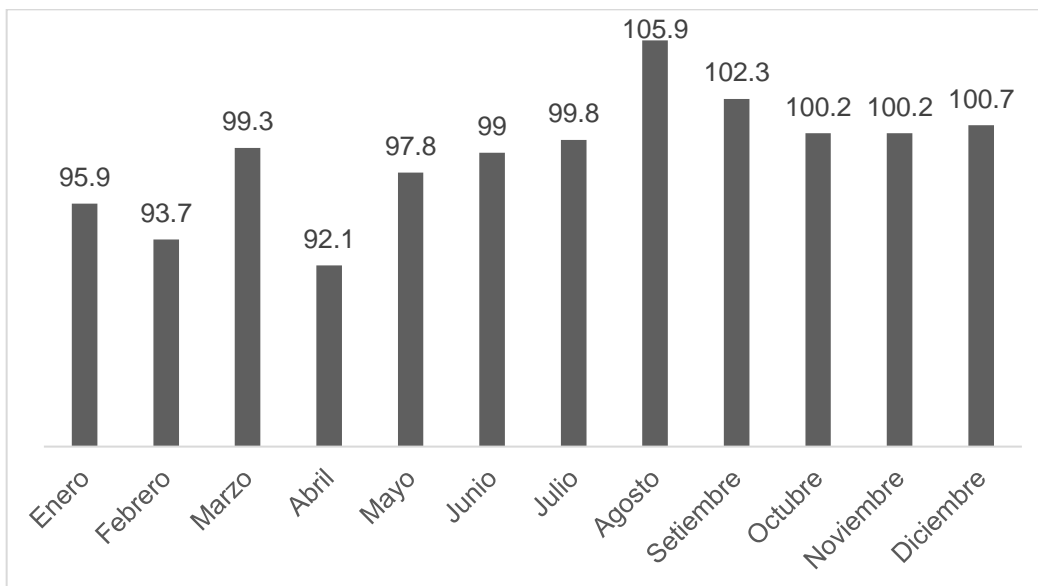


Figura 2. Porcentaje de población que tiene acceso al servicio de electricidad según su tipo. Recuperado del World Bank Group (2017)

Cabe resaltar que el sector en el que se encuentra la fabricación de postes de concreto armado y centrifugado tiene como CIU el 26957, el cual se llama Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso, el cual se encuentra dentro de la división 26 Fabricación de otros productos minerales no metálicos.

Según el índice de volumen físico de la producción manufacturera de la división 26 se ubica en promedio por debajo de lo establecido a comparación del volumen físico que se tenía hace 5 años atrás, por debajo de 1.5 puntos porcentuales, teniendo una leve disminución de la misma. (Ver Figura 3).



**Figura 3.** Índice de volumen físico de la producción manufacturera de la división 26, 2017. (Índice base: 2012 = 100). Recuperado del Ministerio de la Producción (2017)

A nivel local, las principales empresas que se encuentran dentro del rubro de fabricación de postes de concreto armado y centrifugado se detallan en la siguiente gráfica.

**Tabla 3.**

*Fábricas de postes de CAC*

Acróstico	Razón Social de la empresa
PNSA	Postes del Norte S.A.
PSA	Postes S.A.C.
FABINCO	Fabinco S.A.
PPP	Planta de Postes Piura SCRL

**Nota:** Se detallan las principales empresas dedicadas al rubro de fabricación de postes de concreto armado centrifugado Recuperado del Plan Estratégico de la empresa.

La empresa Postes del Norte S.A. es una empresa trujillana, la cual inició operaciones en el año 2003, dedicada a la fabricación de Postes de Concreto armado centrifugado para líneas aéreas y subterráneas de uso eléctrico, telefonía y tendido de fibra óptica, así como accesorios de concreto armado vibrado para proyectos de electrificación.

En un inicio contaban con una fábrica ubicada en el Parque Industrial de la ciudad de Trujillo, luego de 3 años, se procedió a inaugurar una planta industrial en la ciudad de Cajamarca. Posterior a ello, en el año 2009 y 2010 iniciaron operaciones en la planta industrial de El Milagro 01 y El Milagro 02. Finalmente, en el año 2010 inauguraron la última planta en la ciudad de Piura.

Inicialmente se contaban con 11 integrantes dentro del equipo de trabajo, en los cuales se realizaron trabajos a grandes empresas como la Municipalidad de Guadalupito, Telefónica del Perú, Claro, entre otros; en el cual siempre se tuvo como pilar el compromiso con el cliente y buscar nuevas oportunidades de desarrollo para la sociedad.

Actualmente cuenta con tres plantas de producción en la ciudad de Trujillo, Piura y Cajamarca, contando con cerca de 200 trabajadores teniendo como pilares el trabajo de calidad y el foco en la satisfacción del cliente; su local principal se encuentra ubicado en la Av. España N°240 – Centro Histórico de Trujillo ,La Libertad.

Actualmente, la empresa Postes del Norte, en su planta de la ciudad de Trujillo cuenta con dos procesos de centrifugado, en uno de ellos, ubicado en la planta Milagro 02, se pueden producir postes de baja tensión, mientras que en el proceso de centrifugación de la planta Milagro 01 se llegan a producir postes de baja, media y alta tensión, con longitudes que oscilan entre los 05 y 18 metros. (Ver Tabla N°01,02 y 03)

Dentro de los productos que se presentan como más representativos entre los postes de baja tensión son los Postes de CAC de 09/200/120, 09/300/120 y 08/200/120, los cuales representan el 47% de las ventas totales de la ciudad de Trujillo.

Mientras que el poste de CAC de 13/400/180/375 es el más representativo entre los postes de media tensión y el poste de CAC de 15/400/225/440 es el más representativo entre los postes de alta tensión con 9% y 2% de las ventas totales de la ciudad de Trujillo respectivamente.

A continuación, se detallan los diferentes tipos de postes que se llegan a producir dentro de dicha empresa dentro de la planta de producción de la ciudad de Trujillo, es decir, la planta de Milagro 01. Así mismo, se detallan la clasificación de dichos productos según su nivel de rotación pudiendo tener una clasificación del tipo A, la cual tendría el nivel de rotación más alto, mientras que la clasificación del tipo B, tendría un nivel de rotación medianamente alto. Finalmente, la clasificación del tipo C, serían los productos que tienen nulo nivel de rotación dentro de la empresa.



**Tabla 4**

*Lista de postes de alta tensión*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN ABC
04001100	POSTE DE CAC DE 15/300/180/405	C
04001104	POSTE DE CAC DE 15/400/180/405	C
04001106	POSTE DE CAC DE 15/400/210/435	C
04001107	POSTE DE CAC DE 15/400/225/450	B
04001110	POSTE DE CAC DE 15/500/180/405	C
04001111	POSTE DE CAC DE 15/500/210/435	C
04001112	POSTE DE CAC DE 15/500/225/450	B
04001113	POSTE DE CAC DE 15/600/180/405	C
04001115	POSTE DE CAC DE 15/600/225/450	C
04001118	POSTE DE CAC DE 15/800/225/450	C

**Nota:** CAC = Concreto Armado y Centrifugado. Recuperado del área de planeamiento

**Tabla 5**

*Lista de postes de media tensión*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN ABC
04001044	POSTE DE CAC DE 11/200/165/330	C
04001046	POSTE DE CAC DE 11/300/165/330	C
04001053	POSTE DE CAC DE 12/200/165/345	C
04001057	POSTE DE CAC DE 12/300/165/345	B
04001060	POSTE DE CAC DE 12/400/165/345	B
04001062	POSTE DE CAC DE 12/400/180/360	C
04001065	POSTE DE CAC DE 13/300/165/360	B
04001067	POSTE DE CAC DE 13/300/180/375	B
04001069	POSTE DE CAC DE 13/400/165/360	B
04001071	POSTE DE CAC DE 13/400/180/375	A
04001074	POSTE DE CAC DE 13/400/210/405	B
04001078	POSTE DE CAC DE 13/500/180/375	C
04001079	POSTE DE CAC DE 13/500/210/405	B
04001080	POSTE DE CAC DE 13/600/165/360	C
04001081	POSTE DE CAC DE 13/600/180/375	C
04001082	POSTE DE CAC DE 13/600/210/405	C
04001083	POSTE DE CAC DE 13/600/225/420	C
04001084	POSTE DE CAC DE 13/800/180/375	C

**Nota:** CAC = Concreto Armado y Centrifugado. Recuperado del área de planeamiento.

**Tabla 6**

*Lista de postes de baja tensión*

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN ABC
04001004	POSTE DE CAC DE 05/400/180/255	C
04001005	POSTE DE CAC DE 05/600/180/255	C
04001006	POSTE DE CAC DE 06/100/120/210	C
04001008	POSTE DE CAC DE 06/200/120/210	C
04001014	POSTE DE CAC DE 08/200/120/240	A
04001017	POSTE DE CAC DE 08/200/150/270	A
04001018	POSTE DE CAC DE 08/300/120/240	A
04001020	POSTE DE CAC DE 08/300/150/270	A
04001025	POSTE DE CAC DE 09/200/120/255	A+
04001028	POSTE DE CAC DE 09/200/150/285	B
04001031	POSTE DE CAC DE 09/300/120/255	A+
04001032	POSTE DE CAC DE 09/300/150/285	B
04001035	POSTE DE CAC DE 09/400/150/285	C
04001037	POSTE DE CAC DE 09/500/150/285	C

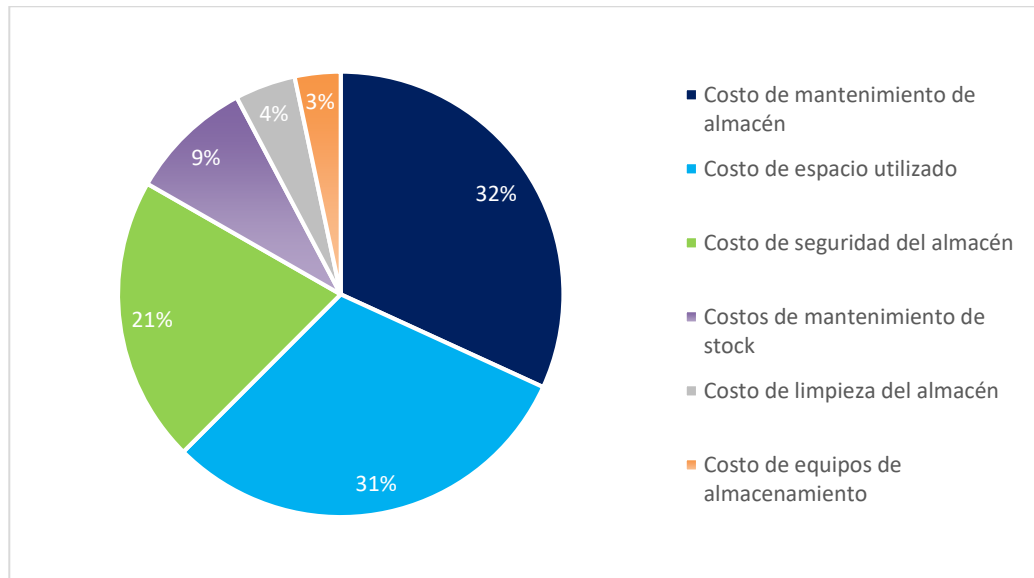
**Nota:** CAC = Concreto Armado y Centrifugado. Recuperado del área de planeamiento.

Respecto al área productiva de la empresa, actualmente la empresa Postes del Norte S.A. cuenta con cerca de 50 empleados en las plantas de la ciudad de Trujillo, los cuales se dividen en 2 diferentes plantas y 2 turnos respectivamente los cuales pueden llegar a producir hasta 70 unidades diarias en promedio.

Respecto al análisis de los costos de almacenamiento, en promedio, los costos de almacenamiento de la materia prima representan S/ 6510.00 nuevos soles, representando el 25% del costo de almacén de manera global. De los cuales, el 84% de los costos de almacenamiento son representados por los costos de ocupación, mientras que el 16% de los mismos, se encuentran dentro de los costos de manipulación de los inventarios.

Comparando el porcentaje de representación de los costos de manipulación respecto al costo total de almacenamiento de 84%, se encuentra muy por encima del 25% propuesto en los antecedentes de Richards (2014).

Respecto a los costos de almacenamiento por ocupación, los tres principales costos asociados a esta categoría son los costos asociados al mantenimiento del espacio físico o almacenes, al espacio utilizado dentro de la empresa, así como los costos de seguridad dentro del almacén, teniendo una representación del 32%, 31% y 21% del total de costos por ocupación respectivamente. Es decir, los tres costos detallados anteriormente representan el 83% de los costos de almacenamiento. (Ver figura 4)



**Figura 4.** Porcentaje de participación en la categoría de costos de almacenamiento como costos de ocupación.

En ese sentido, se puede identificar que existe un sobrecosto generado por un excesivo uso de los espacios de almacenamiento, ocasionando pérdidas por el mal aprovechamiento de los espacios, así como los altos costos operativos que se generan al tener una gran cantidad de inventarios, los cuales son justificables al no presentar una adecuada gestión de inventarios dentro de la empresa. Mencionando ello, uno de los principales problemas que afecta a la empresa Postes del Norte S.A. es la inadecuada gestión de inventarios, los cuales repercuten en los costos de almacenamiento dentro de la empresa.

Razón por la cual, el problema de la presente investigación surge como parte de la identificación de un alto costo de almacenamiento dentro de la empresa, así mismo, la gestión de inventarios dentro de la empresa se muestra de manera deficiente, por lo cual, queda definido como el problema principal a investigar.

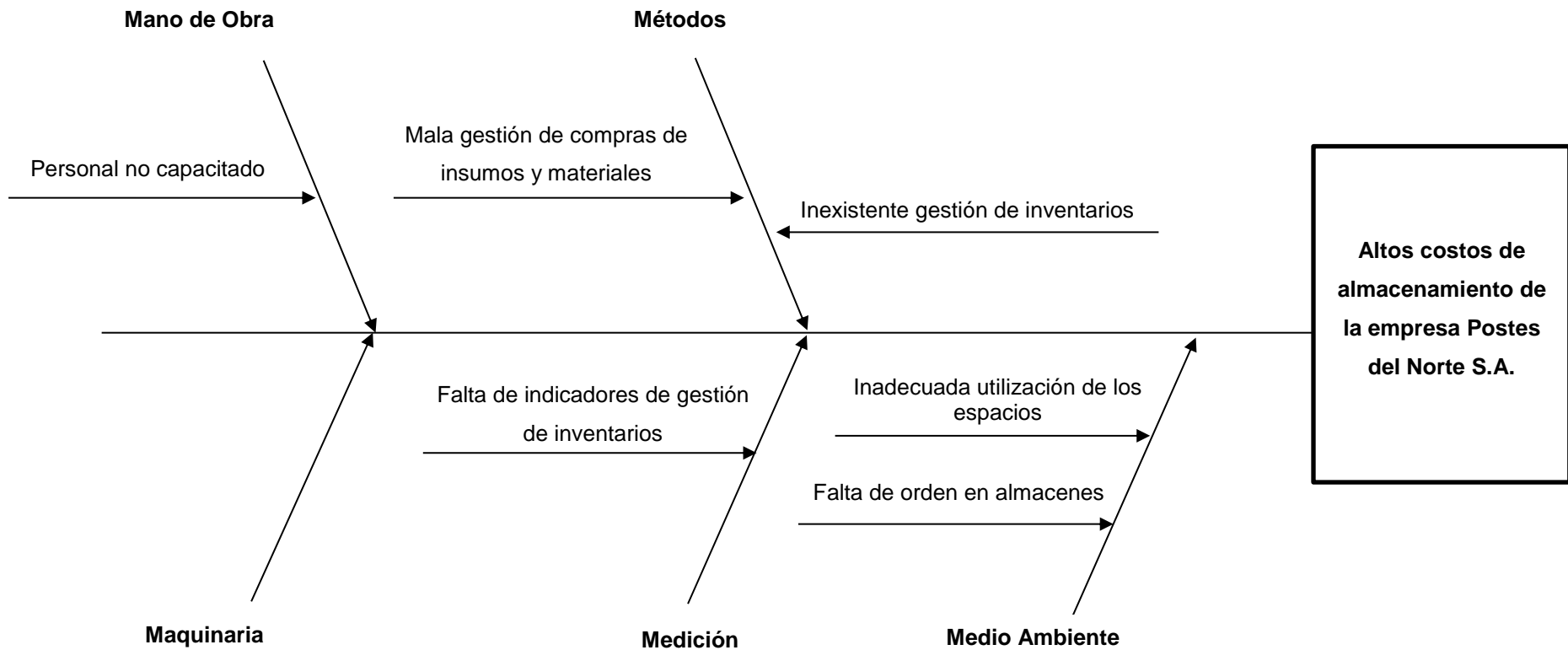


Figura 5. Diagrama de Ishikawa de la gestión de inventarios

## I.2. Pregunta de investigación

¿En qué medida la implementación de la gestión de inventarios basado en la metodología *Demand Driven Material Requirement Planning* reduce los costos de almacenamiento en la empresa Postes del Norte durante el año 2018-2019 en la ciudad de Trujillo?

## I.3. Objetivo de investigación

### A. Objetivo general

Determinar en qué medida la gestión de inventarios basado en la metodología *Demand Driven Material Requirement Planning* reduce los costos de almacenamiento en la empresa Postes del Norte durante el periodo 2018-2019 en la ciudad de Trujillo.

### B. Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual de la gestión de inventarios
2. Diagnosticar la situación actual de los costos de almacenamiento
3. Implementar metodología DDMRP en la gestión de inventarios
4. Medir los costos de almacenamiento después de la implementación
5. Analizar económicamente la implementación

## I.4. Justificación de la investigación

Según el aspecto teórico, la presente investigación permite a la empresa Postes del Norte S.A. tener una adecuada gestión de inventarios, así como identificar oportunidades de mejora dentro del nivel de satisfacción del cliente a través de un diagnóstico inicial, el cual permite a su vez priorizar los diferentes problemas que presenta la empresa. Así mismo, dicha investigación se puede tener como referencia al consultar el desarrollo del proyecto, así como un texto de consulta para futuros proyectos de mejora que se pretendan hacer dentro de la compañía o para futuras investigaciones que se deseen hacer en el rubro de la manufactura.

Según el aspecto económico, se justifica en la finalidad de la presente investigación, en la cual se planea reducir los costos de almacenamiento a través de una adecuada gestión de inventarios dentro de la empresa utilizando una técnica de optimización de recursos *Demand Driven Material Requirements Planning*, de ésta manera, poder tener un mayor incremento en el margen de ganancia dentro de las operaciones de almacenamiento dentro de la compañía, optimizando los recursos a utilizar, tales como el recurso humano, así como la utilización de recursos en el mantenimiento del inventario.

Según el aspecto valorativo, la presente investigación sirve como guía documental para poder hacer consultas de los diferentes procedimientos que se llevan a cabo dentro de la empresa Postes del Norte S.A., así como las evidencias de los resultados que se obtienen con ello, a través de una adecuada gestión del stock, permitiendo de esta manera, tener un mejor aprovechamiento de los insumos utilizados dentro del proceso productivo e incrementando el nivel de satisfacción dentro del equipo humano de trabajo del área al verse involucrados dentro del desarrollo de la mejora.

Según el aspecto académico, la presente investigación utiliza diferentes herramientas de la Ingeniería industrial dentro de una empresa de manufactura, siendo una de las pocas investigaciones a nivel nacional que utiliza la metodología “*Demand Driven Material Requirement Planning*” en la gestión de inventarios para reducir costos de almacenamiento. En tal sentido, permite a futuros investigadores utilizarla como una fuente de consulta e investigación.

### **I.5. Alcance de la investigación**

La presente investigación tiene como alcance el área logística de la empresa de manufactura Postes del Norte S.A. en la planta productiva Milagro 01 de la ciudad de Trujillo, La Libertad.

Cabe mencionar que para el desarrollo de la propuesta se utiliza información relacionada a: Calidad del inventario, nivel de rotación del inventario, exactitud del inventario, costos relacionados a la mano de obra, costo de equipos, costo de espacio utilizado y costos de mantenimiento de stock.

El presente trabajo de investigación no busca desarrollar temas como: gestión de inventarios basado en la metodología DDMRP para otras unidades de negocio que no contemplen un nivel de periodicidad o de vencimiento de productos dentro de sus almacenes, así mismo, no toma en cuenta los costos por sobreproducción, desastres naturales, u otras variables que no se hayan contemplado como parte del contexto de la investigación, la cual se detalla dentro de la realidad problemática de la presente investigación.

## II. MARCO TEÓRICO

### II.1. Antecedentes

Kortabarria, Apaolaza y Lizarralde (2018) desarrollaron dentro de su investigación una gestión de materiales con la metodología *Demand Driven Material Requirements Planning* en una empresa internacional que desarrolla componentes para electrodomésticos, obteniendo como resultados de su implementación real la reducción del efecto *bullwhip* y la solicitud de pedidos urgentes. Del mismo modo, como parte de su investigación aplicada, demostraron de manera general, la reducción de su stock físico en un 24.34%, también el nivel de cobertura que mantiene la empresa; es decir, el número de días que un producto permanece en el almacén se redujo en 33.47%. Por otro lado, los resultados obtenidos para los productos que presentan lead time largos, es decir, lead time mayores a 30 días, redujo su cobertura de stocks en 51.85%, debido al incremento de su consumo en 25.85% y el stock físico se redujo en 38.16%. Además, los productos que presentan lead time medios, tuvo un incremento en su consumo en 31.2%, mientras que su nivel de rotación se incrementó de 30 a 20 días de stock. Finalmente, los productos con lead time cortos incrementaron su consumo en 11.78%, además, su stock físico se redujo en 22.97%, por lo tanto, la cobertura de stock se redujo en 30.93%.

Pérez (2018) desarrolló dentro de su investigación una propuesta de implementación de la metodología *Demand Driven Material Requirements Planning* en el proceso de compras de materias primas de una empresa de insumos relacionados directamente con la alimentación. Dentro de la investigación que desarrolló como propuesta de implementación, se detallan los diferentes pasos de la metodología del DDMRP con un enfoque gerencial y administrativo, colocando énfasis en los tipos de buffer a usar, así como los lugares de desacoplamiento dónde se deben colocar dichos buffers, así como los resultados de la simulación realizada con la propuesta de implementación, obteniendo un incremento de 46% en el nivel de rotación de las materias primas dentro de la empresa, generando así un menor tiempo de duración de dichos productos dentro de los almacenes, teniendo un efecto de disminución del índice de vencimiento de los mismos.

Román (2017) en su texto de investigación, hizo un estudio del *Demand Driven Material Requirements Planning*, en el cual detalló los pilares en los cuales está fundamentado, así como el detalle de cada uno de sus componentes para poder entender su correcto funcionamiento. Por otro lado, realizó una explicación detallada de la aplicación y el uso de buffers dentro de la metodología. También, explicó los tipos de alertas o señales que tienen la metodología para identificar necesidades de compra, teniendo como finalidad el saber cuándo y dónde comprar. Finalmente, realizó ejemplos de buffer y de la aplicación de DDMRP.

Shofa y Widyarto (2017) dentro de su investigación, desarrollaron una gestión de materiales basado en la metodología DDMRP y MRP, haciendo una comparación bajo simulación en una empresa automotriz de Indonesia, teniendo como análisis fundamental de la investigación el nivel de inventario que éstos tenían. Respecto a los resultados que tuvo la simulación de la implementación de la metodología DDMRP, ocurrió una reducción del lead time en un 94%, reduciéndose el tiempo de lead time de 52 a solo 3 días; respecto al nivel de inventario, éste se redujo a su tercera parte de lo que se tenía como stock efectivo.

Nail (2016) desarrolló dentro de su investigación una propuesta de mejora en la gestión de inventarios de Sociedad Repuestos España Limitada. Dentro de la cual, utiliza una clasificación de sus inventarios, mediante la herramienta ABC, finalmente, establece pronósticos de venta para poder simular la propuesta de mejora, además de ello, según el tipo de demanda; es decir, si la demanda es dependiente, se deberá utilizar la metodología MRP, mientras que si la demanda fuese independiente, se utilizaría la metodología LEP. Como resultado de la aplicación de dicha gestión de inventarios, se obtuvo la reducción de 0.53% de sus costos de inventario, teniendo una cuantificación en \$3'245.428 anuales.

Vilela (2018) en su investigación, realizó una propuesta de mejora en la gestión de inventarios a través de la aplicación de la metodología *Demand Driven Material Requirements Planning* para reducir los vencimientos de sus productos en una empresa de consumo masivo, obteniendo como resultado de la propuesta de mejora una reducción en los costos de inventarios en 1.4 millones de soles; obteniendo una reducción de 68% de los costos totales respecto a la anterior propuesta; además, el nivel de servicio que presentan los diferentes productos incrementó en la categoría A en 6%, mientras que para la categoría B y C se redujo en 3%. Finalmente, respecto a la viabilidad financiera de la propuesta es respaldada por un valor de S/. 333'005 nuevos soles en VAN, así como una Tasa Interna de Retorno de 911% dado que para la propuesta de implementación se consideró un pequeño monto de inversión, y se planea tener un alto nivel de rendimiento de las utilidades de la empresa, mientras que la razón costo beneficio es de 103.9, por lo cual, se concluyó que es altamente recomendable y viable la implementación de la metodología DDMRP dentro de dicha empresa.

Ihme y Stratton (2015) establece en su investigación "*Evaluating Demand Driven MRP: a case based simulated*" un caso de estudio de la propuesta de implementación de la metodología DDMRP a través de la simulación en los pronósticos de las ventas de 28 productos de los almacenes, del mismo modo, se ha realizado una colocación estratégica de los búfer en la segregación de los materiales, así como el estudio de los lead time de entrega para cada uno de éstos componentes, obteniendo como resultados una reducción del 2% del inventario promedio dentro de los almacenes, así como 95% de cumplimiento de la demanda dentro de la compañía.



Miclo, Fontalini, Lauras, Lamothe y Milian (2016) establece en su tesis *“An empirical comparison of MRPII and Demand Driven MRP”* que la metodología DDMRP brinda mayor precisión en la planificación de los materiales en altos niveles de incertidumbre a comparación de la metodología MRP. Por otro lado, también consigna que el flujo de la información fluye de manera mucho más efectiva al momento de realizar la implementación de dicha metodología. Cabe resaltar que la simulación se realizó a través del *“Discrete-Event Simulation (DES)”*. Posterior a la simulación, se obtuvo como resultado la reducción del stock en un 33% de lo obtenido inicialmente; por otro lado, se obtuvo que dicha reducción fomentaba del mismo modo la reducción de los costos de almacenamiento, y que dicha metodología tenía mejores resultados que la metodología MRP.

## II.2. Bases teóricas

### A. Gestión de inventarios

#### Historia de la gestión de inventarios

La gestión de inventarios desde una perspectiva histórica, según Maleón (2008) inició desde los años 40, 50, 60 del pasado siglo en el cual se compraba todo lo que era posible, dada la situación de escasez en la que se encontraba. Posterior a ello, durante los años 1970 y 1980, ocurrió un periodo de gran inflación, razón por la cual, se inició a generar una gran cantidad de aprovisionamiento, dado que éstos productos en el paso del tiempo tendrían un mayor valor comercial, teniendo de ésta manera, una mayor ganancia. Sin embargo, en el año 1990 se establece una nueva gestión del stock con un enfoque empresarial, en el cual se empieza a tomar en cuenta el tiempo de vida de un producto, se empieza a conocer el dinero detenido que se tenía en los altos niveles de stock de los productos, así como una nueva tendencia de variabilidad de la oferta de productos; entrando a un nuevo siglo con nuevos conceptos como el de costo financiero del stock, costo de almacenamiento, FIFO, trazabilidad entre otros. (p. 2-4).

#### Definición de inventarios

El concepto de inventario fue iniciado desde que se contempló la idea de un aprovisionamiento futuro cuando se considere necesario y actualmente se define como una cuantía de mercancías que tienen un espacio físico y tiene como fin ser vendida, distribuida o usada. (Bureau, 2011, p. 142).

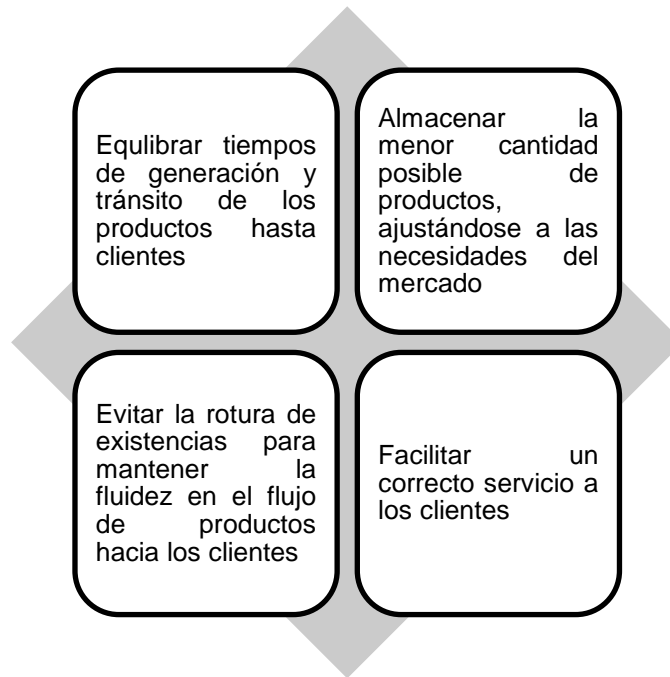
#### Definición de gestión de stock

Cuando se habla de la gestión del stock o inventario mismo, según Maleón (2008) tiene como objetivo “ofrecer el producto cuando el cliente lo solicita, en la cantidad deseada y en las condiciones adecuadas” (p. 4-5).

Es decir, la gestión del stock, no solo contempla la idea de tener a una mercancía dentro de un almacén, sino, de tener un alto nivel de servicio respecto a éste, para que pueda encontrarse disponible cuando un cliente lo solicite en el momento que él lo crea más conveniente, sin mantener altos niveles de stock, aprovechando de ésta manera los espacios físicos, cuidando siempre el aprovisionamiento...

#### Objetivos de la gestión de inventarios

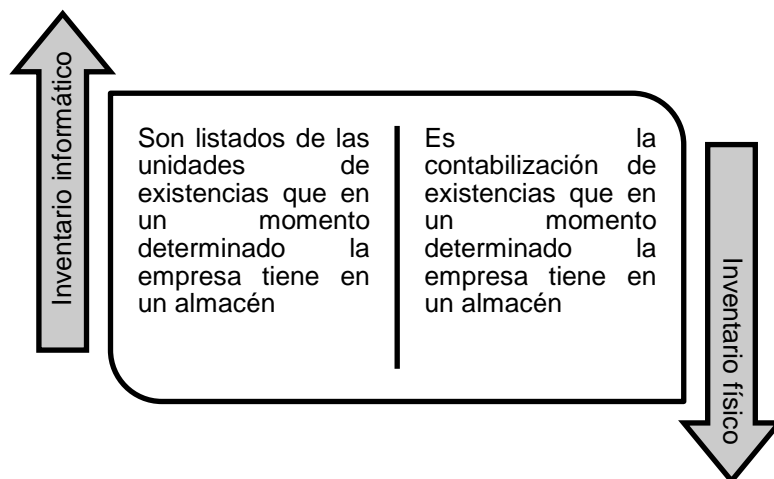
A continuación se detallan los objetivos de la gestión de inventarios. (Ver Figura 5)



**Figura 6.** Objetivos de la gestión de inventarios. Recuperado de Flamarique (2018)

**Tipos de inventarios**

A continuación, se detalla un cuadro comparativo entre los diferentes tipos de inventarios según su recopilación de datos. (Ver Figura 6)

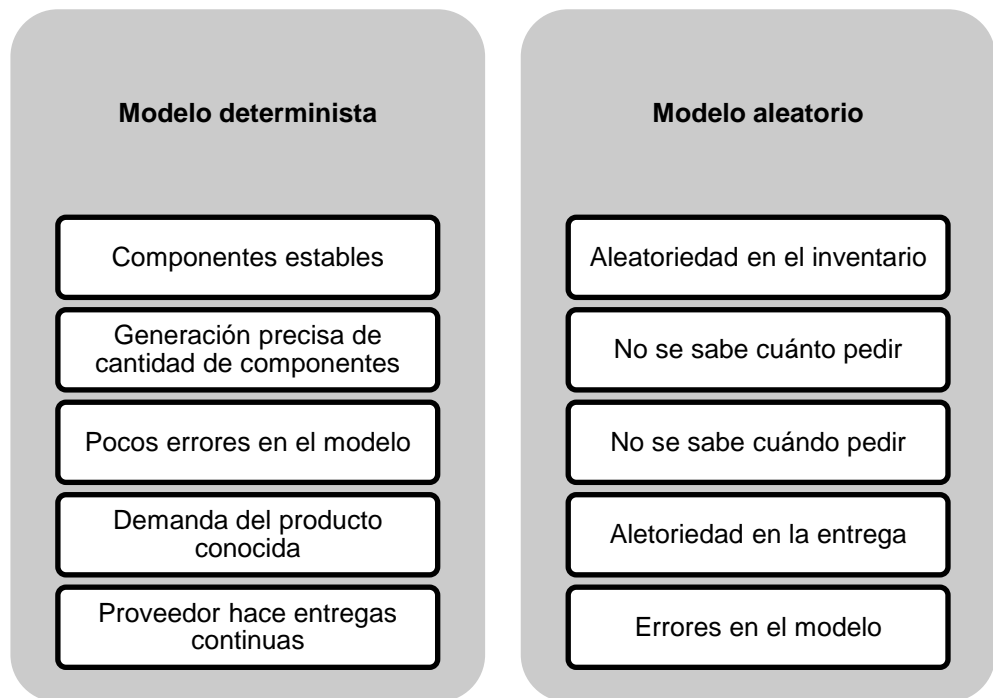


**Figura 7.** Tipos de inventarios según recopilación de datos. Recuperado de Flamarique (2018)

**Modelo de gestión de inventarios**

A continuación, se detalla un cuadro comparativo entre los modelos de gestión de inventarios más utilizados (Ver Figura 7):

- a) Modelo determinista
- b) Modelo aleatorio



**Figura 8.** Modelo de gestión de inventarios. Recuperado de Cruz (2017)

### Desafíos de la gestión de inventarios

Un gran desafío para las empresas es el generar un balance entre las necesidades y requerimientos de los clientes a través de un periodo establecido por un sistema productivo, y éste último a través de las necesidades de producción, tomando en cuenta como restricciones la capacidad de suministrar los materiales según los proveedores. (Bureau, 2011, p. 63).

### Indicadores de la gestión de inventarios

A continuación se detalla los indicadores de la gestión de inventarios. (Ver Tabla 7)

**Tabla 7.**

*Indicadores de la gestión de inventarios*

Nombre	Definición	Objetivo	Fórmula	Valores
<b>Índice de rotación de mercancías</b>	Número de veces que las existencias se han renovado en el almacén durante un periodo determinado.	Permite evaluar la calidad de la gestión de compras.	$\frac{\text{Aprovisionamientos}}{\text{Existencias promedio}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrias: 4 y 5</li> <li>• Grandes comercios: 8</li> <li>• Supermercados: 25</li> </ul>
<b>Índice de cobertura</b>	Para cuánto tiempo la empresa dispone de las existencias	Evaluar periodo de empresa dispone para consumir materiales sin necesidad de realizar pedidos	$\frac{\text{Volumen de stock}}{\text{Consumo medio}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor indicador, mayor cobertura</li> </ul>
<b>Índice de obsolescencia</b>	División entre el número de veces que entra un producto por su índice de rotación	Identificar nivel de obsolescencia de los materiales	$\frac{\text{N}^\circ \text{ veces entrada almacén}}{\text{Índice de rotación}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceptable: 0.5 – 1.5</li> <li>• Mala: +1.5</li> </ul>
<b>Índice de rotura</b>	División entre pedidos satisfechos por sus pedidos totales	Medir la disponibilidad de materiales	$\frac{\text{Pedidos satisfechos}}{\text{Pedidos totales}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor indicador, menor posibilidad de rotura de stock.</li> </ul>
<b>Índice de exactitud de inventario</b>	Diferencia entre el costo de inventario teórico y el físico	Medir el nivel de confiabilidad de la gestión de inventarios	Teórico - Físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador debe ser el menor posible</li> </ul>

**Nota:** Recuperado de Cruz (2017)

## B. Demand Driven MRP

### **Evolución de los sistemas de gestión**

En la actualidad, la gran mayoría de las empresas a lo largo del mundo, utilizan una herramienta de planificación de requerimientos, según APICS dictionary (2013), define al MRP como una técnica, la cual utiliza tres elementos, los cuales son la lista de materiales, datos de inventario y el programa maestro de producción, para de ésta manera calcular las necesidades de los materiales. (p. 103)

Según Smithh y Ptak (2016) conciben la existencia del MRP desde el año 1965. Posterior a ello, en el año 1972 se introdujo la capacidad de producción como componente de dicha técnica, generando un nuevo modelo de MRP, llamado un MRP de bucle cerrado. (p. s/p)

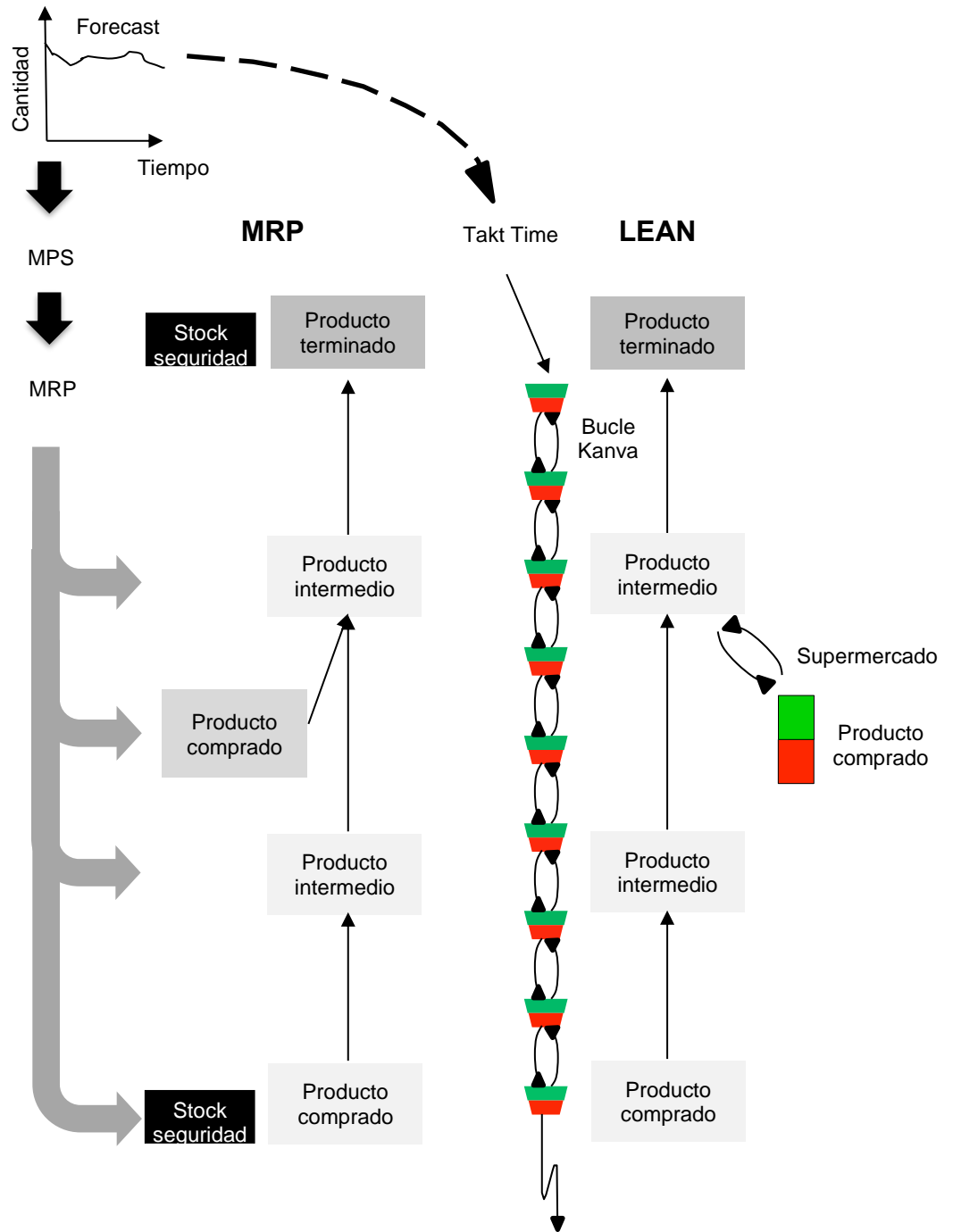
Según Smithh y Ptak (2016) detallan como parte de la evolución de los sistemas de gestión la introducción del término de contabilidad de costos en la producción en el año 1980, convirtiéndose en un sistema conocido como Manufacturing Resources Planning (MRP II). Finalmente, en el año 1990, se involucró la arquitectura del servicio al cliente, convirtiendo al MRP en un Enterprise Resource Planning (ERP).

### **Diferencias entre MRP y el enfoque lean**

Respecto al MRP, en la figura 8 se puede identificar que inicia en un proceso de forecasting, lo cual genera un MPS o también llamado un Plan Maestro de Producción, el cual establece lo que se debe producir y en qué fecha se debe hacer. Posterior a ello, el MRP desagrega los diferentes componentes o insumos requeridos para él, generando una lista de materiales, convirtiéndose posteriormente en órdenes de producción con fechas y cantidades, creadas por las diferentes estructuras de los productos. Por otro lado, el MRP también incluye

Por otro lado, respecto al enfoque lean, éste establece posiciones Kanvan, los cuales son posiciones de inventarios independientes. Del mismo modo, las posiciones Kanvan son dimensionadas de acuerdo al takt time del recurso; los cuales son obtenidos a través del forecast o compras anteriores. Cabe resaltar, que los Kanvan están relacionados a través de un bucle, generando una señalización fácil de entender para los diferentes productos que se tengan dentro del proceso productivo, definiendo si se debe producir.

Además, dentro del enfoque lean, también se puede incluir el componente de supermercado, el cual se encuentra al nivel de parte o componente, mientras que las posiciones Kanvan se encuentran al nivel de recursos.



**Figura 9.** Comparación entre MRP y Lean. Recuperado de Smith y Ptak (2016).

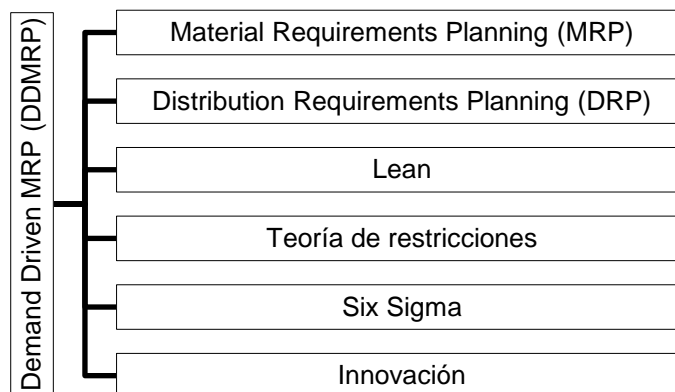
### Historia del Demand Driven

Según Smith y Ptak (2016) establecen que el término Demand Driven apareció por primera vez en el año 2002 en la empresa PeopleSoft. Luego no volvió a aparecer hasta el año 2007 por la empresa AMR; finalmente, el borrador respecto al *Demand Driven Material Requirements Planning* fue introducido en el año 2011 en la tercera edición del libro Orlicky's Material Requirements Planning.

Respecto a la definición del *Demand Driven Material Requirements Planning*, Smith y Ptak (2016) lo establecen como una metodología de planificación y ejecución de información y materiales relevantes a través del establecimiento y gestión de puntos de disgregamiento estratégicamente colocados, con el fin de proteger y promover el flujo de materiales.

### Pilares del DDMRP

A continuación se detallan los pilares en los cuales se fundamenta la metodología *Demand Driven Material Requirements Planning* (DDMRP) teniendo 6 puntos clave.



**Figura 10.** Pilares del *Demand Driven Material Requirements Planning* (DDMRP). Recuperado de Smith y Ptak (2016)

Respecto a los pilares o componentes del DDMRP, Smith y Ptak (2016) consideran que ésta metodología usa algunos aspectos que resultan relevantes del MRP y DRP, tomando foco en la atracción y visibilidad que se pueden identificar dentro de una metodología Lean y a través de la aplicación de la teoría de restricciones.

Del mismo modo, Smith y Ptak (2016) consideran que además, debido a la necesidad de la reducción de la variabilidad de los procesos, se involucra al pilar Six Sigma. Finalmente, como desarrollo final de la actual metodología, se requieren tomar innovaciones claves que son exclusivas de DDMRP.



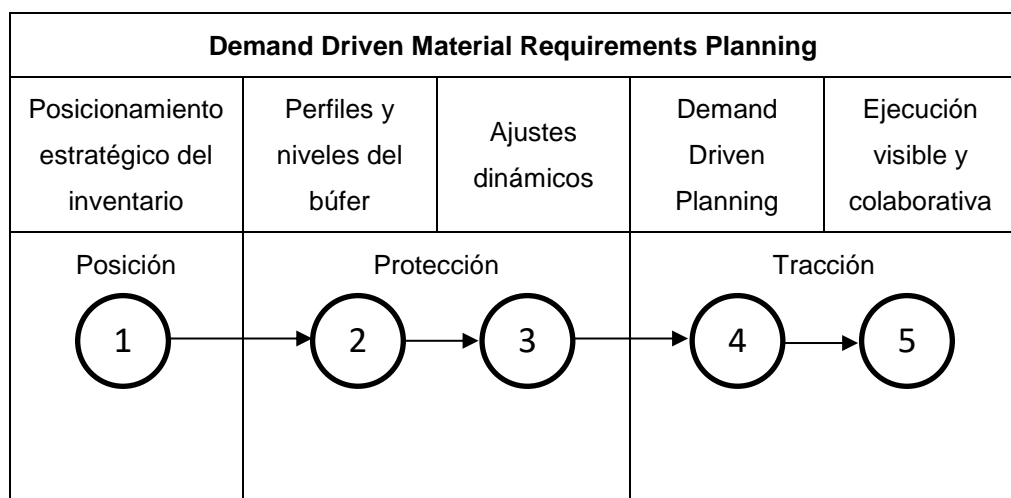
**Metodología Demand Driven MRP**

Según Smith y Ptak (2016), la metodología *Demand Driven Material Requirements Planning* tiene presente cinco componentes secuenciales, cuya secuencia guarda una relación con el objetivo principal de la metodología, que se resumen en “posicionar, proteger y empujar”. (p. 79)

Inicialmente, según Smith y Ptak (2016) consideran que los tres primeros componentes se desarrollan como una fase inicial y de una configuración evolutiva del modelo de *Demand Driven Material Requirements Planning*; en el cual, a través del primer paso; posicionamiento estratégico del inventario; se permitirá identificar dónde se debe disgregar los diferentes productos dentro del proceso productivo. El segundo paso, perfiles y niveles del búfer; permitirá identificar la cantidad de stock de seguridad o cantidad de protección para cada uno de los puntos de desacoplamiento vistos en el punto anterior. Por otro lado, el tercer paso o también llamado “ajustes dinámicos”, le permitirán tener la suficiente flexibilidad al modelo para ajustarse en parámetros operacionales, o eventos conocidos en el futuro. (p. 79).

Smith y Ptak (2016) comentan respecto a los elementos cuatro y cinco, que se desarrollan como una definición del actual sistema de DDMRP: Planificar y ejecutar. Respecto al cuarto paso; *Demand Driven Planning*; es el proceso por el cual se generan las órdenes de suministro, Finalmente, respecto al quinto paso o también llamado la ejecución visible y colaborativa del proceso, se hace mención al proceso de mantener órdenes de suministro abiertas para poder generar una reposición automática de los stocks según el nivel de búfer establecido en el paso 2, como parte de la protección del inventario dentro del sistema DDMRP. (p. 79).

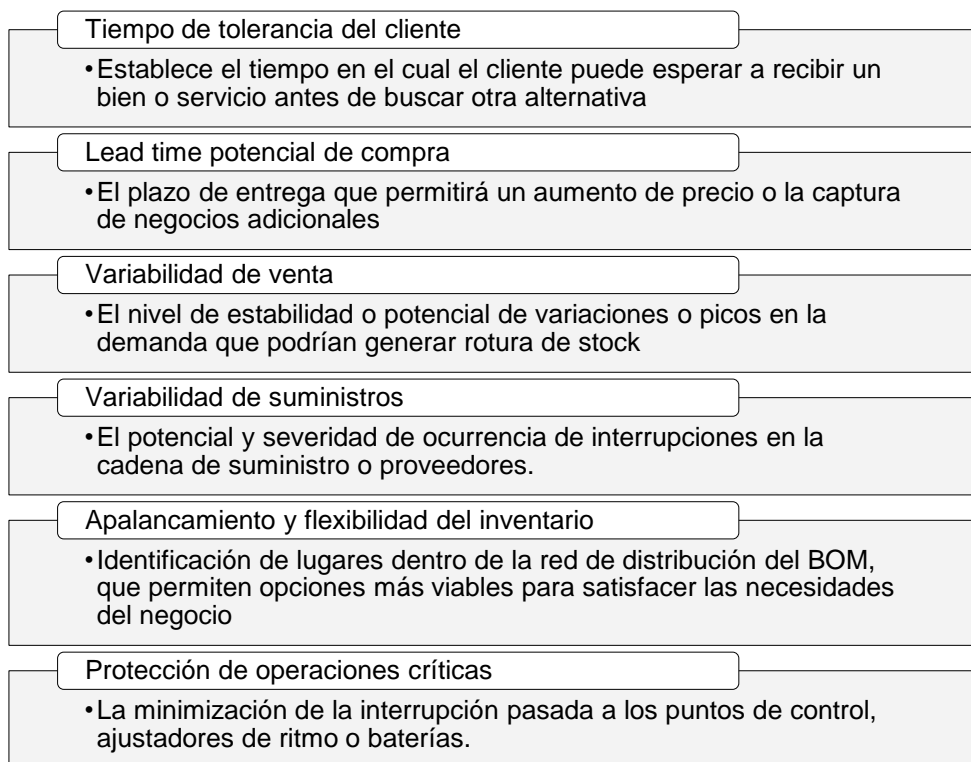
A continuación se detalla el desarrollo de la metodología Demand Driven Material Requirements Planning. (Ver Figura 10).



**Figura 11.** Metodología *Demand Driven Material Requirements Planning* (DDMRP). Recuperado de Smith y Ptak (2016).

## 1. Posicionamiento estratégico del inventario

Respecto al posicionamiento estratégico del inventario Smith y Ptak (2016) consideran seis factores claves para decidir dónde se debe hacer la disgregación. (Ver Figura 11)



**Figura 11.** Factores claves. Recuperado de Smith y Ptak (2016).

## 2. Perfiles y niveles del búfer

La finalidad de tener un búfer, según Smith y Ptak (2016) refiere a que éstos permiten tener desagregado a los componentes que inicialmente fueron desagregados en el primer paso.

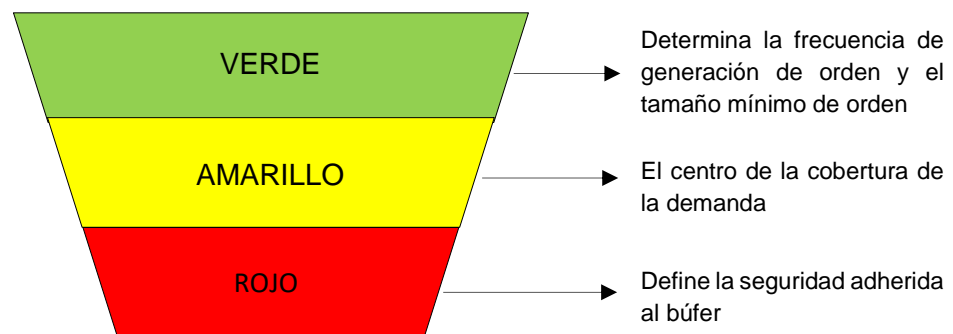
Según Smith y Ptak (2016), los búfer tienen 3 propósitos principales: Absorción de impacto a través de la disminución de la variabilidad de la oferta y demanda, Compresión del lead time a través del desacoplamiento de los plazos de entrega y generación de pedidos, a través de la unificación de la información en un solo búfer.

Así mismo, Smith y Ptak (2016) establecen que existen tres modelos diferentes de amortiguación del stock:

- Reposición de repuestos: Éste tipo de productos usa puntos de desacoplamiento estratégicos y dinámicos. Los búfer tienen 3 zonas dinámicas con diferentes colores para la planificación y ejecución.

- b) Reposición de piezas de repuestos: Éste tipo de productos usa puntos de desacoplamiento estáticos. Los búfer tienen 3 zonas estáticas con diferentes colores para la planificación y ejecución.
- c) Parte mínimo-máximo: La designación mínimo máximo se da para piezas almacenada de una manera no estratégica y fácilmente disponible. Los búfer para éste producto solo usa 2 zonas, los cuales pueden ser dinámicamente alterados o ajustados como el búfer de reposición de repuestos.

A continuación, se detallan las estratificaciones de los búfer, que tienen propósitos específicos y cálculos únicos. (Ver Figura 12)



**Figura 13.** Estratificación de búfer. Recuperado de Smith y Ptak (2016)

Smith y Ptak (2016) consideran que el perfil del búfer es un conjunto de piezas que tienen características similares para las que tiene sentido diseñar un conjunto de reglas, pautas y procedimientos que se puedan aplicar de la misma manera a un perfil de búfer terminado. De éste modo, los perfiles de un búfer permiten tener un manejo global práctico y efectivo de cantidades masivas estratégicamente desacopladas.

Para permitir el agrupamiento de los productos en un perfil de búfer, se toman en cuenta tres factores específicos, los cuales se detallan en la siguiente tabla. (Ver Tabla 8).

**Tabla 8**  
*Factores de agrupamiento en un perfil de búfer*

Factores	Clasificación	Rangos
<b>Tipo de producto</b>	Producto Fabricado (F)	Producto que ha sido generado dentro del proceso de manufactura
	Producto Comprado (C)	Producto que ha sido provisto por una compra directa de una empresa principal
	Producto Distribuido (D)	Producto que ha sido provisto por un proveedor del tipo distribuidor o intermediario
	Producto Intermedio (I)	Producto que ha sido generado dentro del proceso de manufactura pero aún no se considera producto final
<b>Lead Time</b>	Lead time largo	20-40%
	Lead time medio	41-60%
	Lead time corto	61-100%
<b>Variabilidad</b>	Variabilidad alta	61-100%
	Variabilidad media	41-60%
	Variabilidad baja	0-40%

**Nota:** Recuperado de Smith y Ptak (2016).

Basado en los tres factores de agrupamiento de los perfiles de búfer (Lead time, tipo de producto y variabilidad) existen 36 perfiles básicos del búfer. (Ver Figura 14)

		Clasificación según tipo de producto					
		Comprado	Fabricado	Distribuido	Intermedio		
Clasificación según Lead Time	Corto	CCB	FCB	DCB	ICB	Bajo	Clasificación según Variabilidad
		CCM	FCM	DCM	ICM	Medio	
		CCA	FCA	DCA	ICA	Alto	
	Medio	CMB	FMB	DMB	IMB	Bajo	
		CMM	FMM	DMM	IMM	Medio	
		CMA	FMA	DMA	IMA	Alto	
	Largo	CLB	FLB	DLB	ILB	Bajo	
		CLM	FLM	DLM	ILM	Medio	
		CLA	FLA	DLA	ILA	Alto	

Figura 14. Perfiles básicos de búfer. Recuperado de Smith y Ptak (2016)

### 3. Ajustes dinámicos

Respecto a los ajustes dinámicos, pueden suceder cuatro diferentes tipos de ajustes, relacionados a cambios por sus atributos o por el perfil del buffer.

A continuación se detallan los dos diferentes tipos de ajustes. (Ver Tabla 9)

**Tabla 9**

*Tipo de ajustes dinámicos*

Tipos de ajustes	Descripción
<b>Ajustes recalculados</b>	Se realizan cuando se modifica el Consumo Diario Promedio; razón por la cual se recalcula periódicamente.
<b>Ajustes planeados</b>	Se realizan en base a factores estratégicos, históricos, así como de inteligencia de negocio.

**Nota:** Recuperado de Smith y Ptak (2016)

### 4. Demand Driven Planning

Según Smith y Ptak (2016) consideran que el Demand Driven Planning es un método probado e intuitivo de generación de órdenes de compra. Para ello, se debe generar un cambio a la demanda real.

Por lo cual, la generación de órdenes de reposición se logra mediante la ecuación de flujo neto, el cual presenta una serie de componentes, los cuales se muestran a continuación. (Ver Tabla 10)

**Tabla 10**

*Componentes de ecuación de flujo neto*

Componentes	Descripción
<b>Inventario físico</b>	Es el inventario almacenado
<b>Inventario en tránsito</b>	Es la cantidad de inventario que se ha solicitado pero que no se ha recibido
<b>Demanda calificada</b>	Son los pedidos de venta vencidos, los que se deben entregar hoy, o los futuros picos calificados.

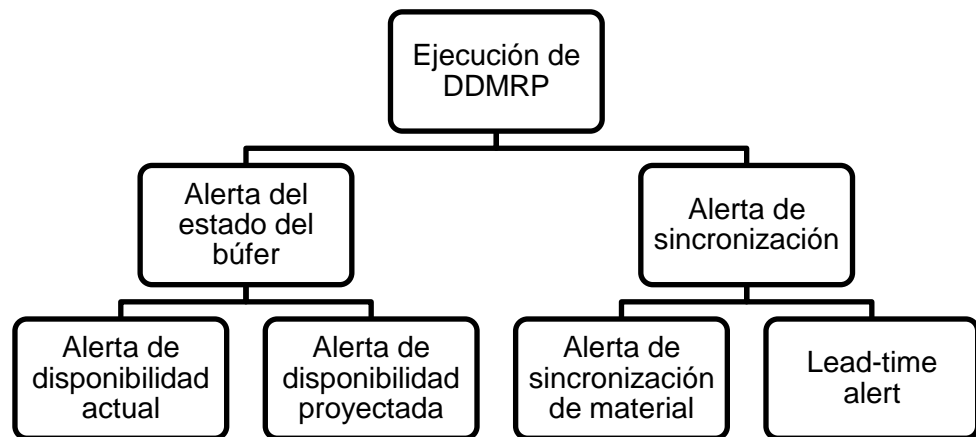
**Nota:** Recuperado de Smith y Ptak (2016)

Finalmente, la fórmula de Ecuación de Flujo Neto (EFN) es la siguiente:

$$EFN = \text{Inventario en tránsito} + \text{Inventario físico} - \text{Demanda calificada}$$

### 5. Ejecución visible y colaborativa

El manejo de las órdenes de compra realizadas se considera como “Ejecución” dentro de la metodología DDMRP a través de algunos criterios; los cuales están definidos en dos categorías necesarias para proteger y promover el flujo: Estado del búfer y su sincronización; los cuales, en resumen, se detalla a continuación.



**Figura 13.** Alertas básicas de ejecución DDMRP. Recuperado de Smith y Ptak (2016)

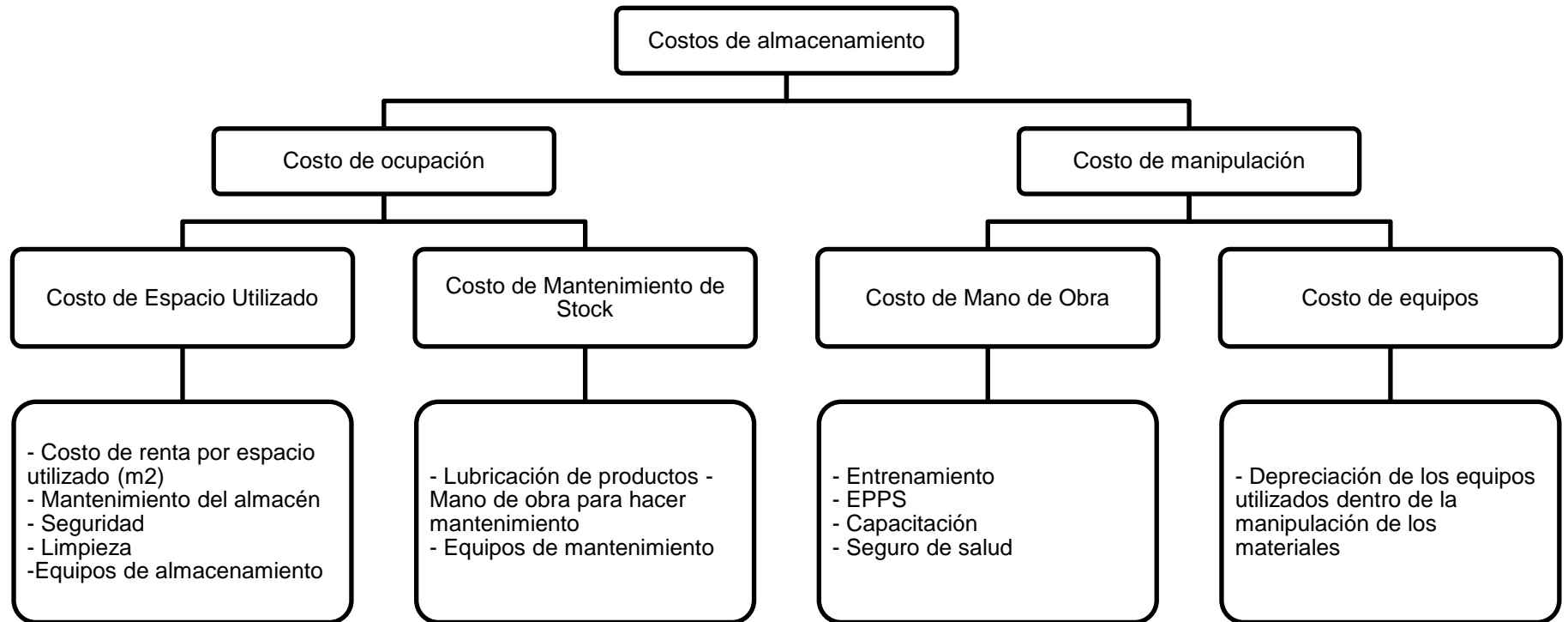
#### C. Costos de almacenamiento

Según Richards (2014), los costos de almacenamiento se dividen en dos grupos, establecidos como Costos de manipulación, y costos de ocupación.

Respecto a los costos de ocupación, según Richards (2014) establece respecto a los costos de ocupación que se dividen en los costos relacionados con el espacio utilizado y sus costos asociados como los costos de electricidad, agua, limpieza, seguridad y la depreciación de otros equipos. (p. 279)

Por otro lado, respecto a los costos de manipulación, según Richards (2014) establece que los costos de manipulación se dividen en costos laborales directos y costos de equipos. (p. 279)

A continuación, detallaré la división de los costos de almacenamiento, así como los componentes que se encuentren dentro de cada una de estas divisiones, tanto de los costos relacionados a la manipulación de los materiales, así como el espacio físico que éstos utilicen.



**Figura 16.** Costos de almacenamiento Recuperado de Richards (2014)



## **II.3. Marco conceptual**

### **Existencias**

Las existencias forman el stock de la empresa y pueden clasificarse según varios criterios, dentro de los cuales el más común en las empresas es el criterio contable

### **Indicador**

Según Cruz (2017) define al indicador como “Es la relación existente entre las variables cuantitativas o cualitativas y que van a permitir analizar y estudiar las tendencias de un determinado fenómeno respecto de unos objetivos marcados.” (p. 145)

### **Inventario**

Según Flamarique (2018) define al inventario como una relación detallada, ordenada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una organización.

### **Obsolescencia**

Según Cruz (2017) define a Obsolescencia como “Cualidad por la que determinados elementos se vuelven antiguos, arcaicos y que, por lo tanto, o bien no se usan o no pueden usarse por encontrarse deteriorados.

### **Stock**

Son los bienes o productos de la empresa que necesitan ser almacenados para su posterior venta o incorporación al proceso de la fabricación son los que se conoce como stock en la empresa.

### **III. HIPÓTESIS**

#### **III.1. Declaración de hipótesis**

La implementación de gestión de inventarios basado en la metodología *Demand Driven Material Requirement Planning* reduce los costos de almacenamiento siendo su relación Beneficio/Costo mayor a 2.00 en la empresa Postes del Norte durante el año 2018-2019 en la ciudad de Trujillo.

#### **III.2. Operacionalización de las variables**

A continuación se detalla la operacionalización de las variables.

**Tabla 11**

Operacionalización de las variables

Variable	Tipo de Variable (Según su naturaleza)	Operacionalización		Dimensiones (sub-variables)	Definición conceptual	Indicador	Índice	Nivel de medición
		Definición Conceptual	Definición Operacional					
Gestión de inventarios basado en la metodología DDMRP	Variable cuantitativa	Según Mora (2008) considera que la gestión de inventarios son la representación y el comportamiento del inventario dentro del almacén, precisando su cantidad numérica, así como la calidad de la misma. (p.357).	La gestión de inventarios se medirá a través del análisis documental de los Kardex de materia prima; así como el reporte contable de la empresa.	Planificación y gestión de inventarios	Según Mora (2008) respecto a la planificación y gestión de inventarios establece que "los movimientos de materiales y productos a lo largo de la cadena de suministro son un aspecto clave en la gestión logística, ya que de ello depende el reabastecimiento óptimo de productos en función de los niveles de servicio y costos asociados a la operación comercial y logística de la empresa" (p. 357)	Índice de obsolescencia	<b>Fórmula:</b> $\frac{\text{N}^\circ \text{ veces entrada almacén}}{\text{Índice de rotación}}$	Variable continua de razón
						Índice de rotación de mercancías	<b>Fórmula:</b> $\frac{\text{Aprovisionamientos}}{\text{Existencias promedio}}$	Variable continua de razón
						Índice de exactitud de inventario	<b>Fórmula:</b> Teórico - Físico	Variable continua ordinal
Costos de almacenamiento	Variable cuantitativa	Según Richards (2014), considera que los costos de almacenamiento se dividen en dos categorías o dimensiones: Los costos operacionales y los de ocupación. Los primeros hacen referencia a los costos de operación logística, manipulación, adecuación, sostenibilidad y control dentro del almacén. Mientras que los segundos, hacen referencia al costo de ubicación dentro de un espacio físico a través de las dimensiones características de cada producto. (p. 278).	Los costos de almacenamiento se medirán a través del análisis documental de los reportes de costos de almacenamiento de la empresa.	Costos de manipulación	Según Richards (2014) establece que los costos de manipulación se dividen en costos laborales directos y costos de equipos. (p. 279)	Costos de mano de obra	<b>Fórmula:</b> $\sum \text{Costo MO} \times \text{HH}$ <b>Donde:</b> HH: Horas-hombre	Variable continua de razón
						Costos de equipo	<b>Fórmula:</b> $\sum \text{Costo de depreciación de equipo} \times \text{HH}$ <b>Donde:</b> HH: Horas-hombre	Variable continua de razón
				Costos de ocupación	Según Richards (2014) establece respecto a los costos de ocupación que se dividen en los costos relacionados con el espacio utilizado y sus costos asociados como los costos de electricidad, agua, limpieza, seguridad y la depreciación de otros equipos. (p. 279)	Costos de espacio utilizado	<b>Fórmula:</b> $AO_{SKU} \times IC_A$ <b>Dónde:</b> $AO_{SKU}$ : Área ocupada por SKU $IC_i$ : Índice de costo por área ocupada	Variable continua de razón
						Costo de mantenimiento de stock	<b>Fórmula:</b> $\text{INS} \times \text{CU} + \text{TM} \times \text{CMO}$ <b>Dónde:</b> <b>INS<sub>i</sub></b> : Cantidad de insumo i <b>CU</b> : Costo unitario <b>TM</b> : HH requeridos para el mantenimiento <b>CMO</b> : Costo de mano de obra	Variable continua de razón

**Nota:** Elaboración Propia

## IV. DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS

### IV.1. Tipo de investigación

Según su finalidad, fue una investigación del tipo aplicada, ya que ésta presentó un problema, el cual fue desarrollado para obtener una solución, teniendo en cuenta las teorías ya existentes de las variables gestión de inventarios y costos de almacenamiento.

Según el enfoque, fue una investigación con enfoque cuantitativo, ya que se hizo una recolección de datos para poder probar una hipótesis con base en la medición numérica con el fin de probar una teoría.

### IV.2. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación fue un diseño pre-experimental: de pre-prueba y post-prueba de un solo grupo ya que no existió comparación de grupos.

Según Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010) establecen el siguiente diseño:

$$G: O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Donde:

G = Grupo: Reportes Contables de la Empresa Postes del Norte S.A.

O<sub>1</sub>= Medición al grupo: Indicadores de costos de almacenamiento antes de la implementación de la metodología DDMRP en la gestión de inventarios.

X = Estímulo: Implementación de la metodología DDMRP en la gestión de inventarios.

O<sub>2</sub>= Medición al grupo: Indicadores de costos de almacenamiento después de la implementación de la metodología DDMRP en la gestión de inventarios.

### IV.3. Método de investigación

Según lo establecido en el diseño de investigación, se procedió a utilizar la técnica de análisis documental para recolectar la información respecto a los costos de almacenamiento antes de la implementación. Luego de realizar la implementación dentro de la empresa, se realizó la medición de los costos de almacenamiento usando la técnica de análisis documental nuevamente. Posterior a ello, como parte de la contrastación de la hipótesis, se utilizó la técnica t de *Student* para poder realizar la comparación de las dos muestras obtenidas anteriormente.

Finalmente, dentro de la utilización de la técnica t de *Student* se tuvo que comprobar si los datos correspondían a una distribución normal, para finalmente comprobar si la hipótesis planteada era verdadera, para lo cual, el nivel de significancia t de Student debía ser menor que el error que se tuvo en un inicio.

#### IV.4. Población y muestra

**Población:** Todos los reportes emitidos por la Empresa Postes del Norte S.A. 2018-2019, Trujillo.

**Muestra:** Todos los reportes de costos de almacenamiento de la Empresa Postes del Norte S.A 2018-2019, Trujillo.

#### IV.5. Técnicas e instrumentos

**Técnica de recopilación de datos.** La técnica que se utilizó en la presente investigación fue el Análisis Documental de los archivos que se detallan a continuación: Estructura de gastos del área logística, Cierre contable de la empresa, Kárdex de los SKU's, Registro de boletas y facturas de pago, Tareo del personal, Registro de utilización de equipos.

**Técnica de procesamiento y análisis de datos.** La técnica que se utilizó como parte del procesamiento de los datos fue la tabulación de la información según el grupo de estudio, y la técnica utilizada para el análisis de datos fue la inferencia estadística, del tipo Pruebas Paramétricas; ya que la distribución de las muestras a analizar tuvieron una tendencia normal; finalizando con la utilización de la Prueba t de *Student*

**Instrumentos.** Los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación fueron las fichas de registro de datos y matriz de resumen, como se detallan a continuación.

- Registro de compras anuales por materia prima (Ver Tabla 12)
- Registro de existencias promedio por materia prima (Ver Tabla 12)
- Registro del número de ingresos de materia prima (Ver Tabla 13)
- Registro del inventario físico (Ver Tabla 14)
- Registro del inventario digital (Ver Tabla 15).
- Registro de horas-hombre para manipulación de materiales (Ver Tabla 23).
- Registro de espacio utilizado (Ver Tabla 15).

## V. RESULTADOS

### V.1. Diagnóstico de la gestión de inventarios

Para realizar el diagnóstico de la actual gestión de inventarios, se ha establecido como punto de referencia, lo contemplado en las bases teóricas, dentro del punto II.2.A.

A continuación se describe la actual gestión de inventarios dentro de la empresa Postes del Norte S.A. a través de los indicadores de calidad del inventario, rotación de mercancías y exactitud del inventario.

#### A. Rotación de mercancías

Respecto a la rotación de mercancías, a continuación se detalla el índice de rotación de mercancías de las principales materias primas dentro del almacén. Del mismo modo, se analiza su estado respecto a las bases teóricas, en las cuales se informa que se considera un valor aceptable dentro de una empresa de manufactura cuando este índice tiene un valor superior a 10; mientras que un valor superior a 25 se considera excelente, y un valor menor a 10, se considera un valor malo o inadecuado.

**Tabla 12**

*Índice de rotación de materia prima acumulado (2016-2018)*

Descripción de materia prima	UM	Compras anuales	Existencias promedio	Índice de rotación
<b>Alambre N°08</b>	Kilogramo	47'555.71	4'615.63	10.30
<b>Alambre N°16</b>	Kilogramo	29'050.65	3'669.45	7.92
<b>Alambrón 1/4"</b>	Kilogramo	41'626.00	5'766.73	7.21
<b>Arena</b>	Lata	109'538.40	2'197.43	49.84
<b>Cemento</b>	Bolsa	39'925.40	1'438.56	27.75
<b>Fierro 06 mm</b>	Unidad	4'596.00	2'867.24	1.60
<b>Fierro 12 mm</b>	Unidad	61'561.00	6'241.99	9.86
<b>Fierro 3/8"</b>	Unidad	64'602.00	15'210.87	4.25
<b>Fierro 5/8"</b>	Unidad	668.00	60.07	11.12
<b>Gravilla</b>	Lata	191'092	3'394.07	56.30
<b>Carbón de piedra</b>	Kilogramo	93'636.00	9'384.97	9.97
<b>Petróleo</b>	Galón	2'160.00	74.57	28.97

**Nota.** Según el índice de rotación de mercancías, el 50% tiene un índice malo, mientras que un 17% presenta un índice aceptable, y el 33% restante tiene un índice excelente. Recuperado de los reportes de Kardex de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

## B. Índice de obsolescencia

Respecto al índice de obsolescencia de las materias primas, a continuación se detalla dicho indicador para cada uno de éstos productos que están contemplado en la lista de productos críticos. Así mismo, se contempla su estado según las bases teóricas; en las cuales se considera un estado aceptable, cuando el valor se encuentra entre 0.5-1.5, mientras que se considera malo si el valor del índice de obsolescencia es superior a 1.5. Por otro lado, un índice menor a 0.50 se considera como bueno.

**Tabla 13**

*Índice de obsolescencia de materia prima acumulado (2016-2018)*

Descripción	Índice de rotación	Nº veces ingreso	Índice de obsolescencia	Estado
<b>Alambre N°08</b>	10.30	11	1.07	Aceptable
<b>Alambre N°16</b>	7.92	7	0.88	Aceptable
<b>Alambrón 1/4"</b>	7.21	3	0.42	Buena
<b>Arena</b>	49.84	143	2.87	Mala
<b>Cemento</b>	27.75	67	2.41	Mala
<b>Fierro 06 mm</b>	1.60	3	1.88	Mala
<b>Fierro 12 mm</b>	9.86	18	1.83	Mala
<b>Fierro 3/8"</b>	4.25	10	2.35	Mala
<b>Fierro 5/8"</b>	11.12	6	0.54	Aceptable
<b>Gravilla</b>	56.30	208	3.69	Mala
<b>Carbón de piedra</b>	9.97	21	2.11	Mala
<b>Petróleo</b>	28.97	18	0.62	Aceptable

**Nota:** Según el índice de obsolescencia de materia prima, el 33.33% tiene un índice aceptable, mientras que un 8.33% tiene un índice bueno. Finalmente un 58.33% del total de índice de obsolescencia de materia prima tiene un índice malo. En promedio, el índice de obsolescencia de materia prima es de 1.72, teniendo un estado del indicador por debajo del rendimiento permitido. Recuperado de los reportes de Kardex y los registros de compras anuales de materia prima de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

## C. Índice de exactitud de inventario

Respecto al índice de exactitud de inventario, se da como la división entre la diferencia absoluta de los inventarios digitales y físicos, y los inventarios físicos encontrados.

Por otro lado, dicho porcentaje de diferencia se encuentra delimitado por las bases teóricas, las cuales establecen un valor aceptable entre 3-5%, mientras que un valor que se encuentra por encima del 5% se considera como malo. Por otro lado, un valor que se encuentra por debajo del 3% es bueno como índice de exactitud del inventario.

A continuación se detalla el índice de exactitud de inventario de la empresa que se dio en el mes de julio del año 2019.

**Tabla 14**  
*Índice de exactitud de inventario acumulado (2016-2018)*

Descripción	Inventario digital (UM)	Inventario físico (UM)	Diferencia (Kg.)	Porcentaje de diferencia (%)	Estado
<b>Alambre N°08</b>	7123	7500	377	5.03%	Aceptable
<b>Alambre N°16</b>	8015	8600	585	6.80%	Malo
<b>Alambrón 1/4"</b>	8400	8013	387	4.83%	Aceptable
<b>Arena</b>	4275	4350	75	1.72%	Bueno
<b>Cemento</b>	1230	1339	109	8.14%	Malo
<b>Fierro 06 mm</b>	2387	2300	87	3.78%	Aceptable
<b>Fierro 12 mm</b>	12063	11304	759	6.71%	Malo
<b>Fierro 3/8"</b>	13488	12159	1329	10.93%	Malo
<b>Fierro 5/8"</b>	344	344	0	0.00%	Bueno
<b>Gravilla</b>	3864	3800	64	1.68%	Bueno
<b>Carbón de piedra</b>	5492	5490	2	0.04%	Bueno
<b>Petróleo</b>	65.65	65	0.65	1.00%	Bueno

**Nota:** Según el índice de exactitud de inventario de materia prima, el 17% de los ítems tiene un índice aceptable, mientras que un 42% presenta un índice malo, y el mismo porcentaje se da para el índice de obsolescencia bueno, teniendo como promedio del índice de obsolescencia un valor de 4.22%, estando por encima del rendimiento permitido por la empresa. Recuperado de los registros del inventario físico y digital de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.



## V.2. Diagnóstico de los costos de almacenamiento

Para realizar el diagnóstico de los costos de almacenamiento, se ha establecido como referencia, lo contemplado en las bases teóricas.

En el punto II.2.C. de la presente investigación se desarrolla la división de éstos costos en dos grupos: costos de ocupación y costos de manipulación.

### A. Costo de ocupación

#### Costo de espacio utilizado

Como punto inicial, se detallan los costos de renta por espacio utilizado (m<sup>2</sup>), por lo cual se establece el siguiente análisis de los espacios utilizados, obteniendo un total de 247.31 metros cuadrados de almacenes de materia prima e insumos, lo cual representa un total de S/. 1'684.97 soles. (Ver Tabla 15).

**Tabla 15**

*Espacios utilizados como almacenamiento de materia prima*

<b>Espacio de almacenamiento</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Área ocupada (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Almacén de repuestos</b>	10.70	5.70	60.99
<b>Almacén de cemento</b>	7.80	6.50	50.70
<b>Almacén de rondanas I</b>	6.30	1.50	9.45
<b>Almacén de rondanas II</b>	6.30	1.50	9.45
<b>Almacén de fierro I</b>	10.50	3.30	34.65
<b>Almacén de fierro II</b>	10.60	3.30	34.65
<b>Almacén de alambre</b>	6.50	5.15	33.47
<b>Almacén de insumos</b>	2.40	1.50	3.60
<b>Almacén de carbón</b>	6.90	1.50	10.35

**Nota:** Detalle de los espacios que se utilizan como almacenamiento de materias primas e insumos dentro de la empresa, así como sus dimensiones físicas según el largo y ancho que le corresponda, teniendo como multiplicación de las mismas el área ocupada para cada uno de los espacios detallados. Recuperado de los registros del espacio físico de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

**Tabla 16**
*Costo por metro cuadrado de almacenamiento*

Área total del local (m <sup>2</sup> )	Costo de alquiler (Sole)	Costo por metro cuadrado (Soles/m <sup>2</sup> )
2'275	15'500	6.81

**Nota:** División entre el costo de alquiler mensual y el área total del local, teniendo un factor de costo por metro cuadrado (soles/m<sup>2</sup>). Recuperado del cierre contable y registro de funcionamiento de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

**Mantenimiento de almacenes**

Dentro de la empresa, se cuenta con un almacenero que se encarga de realizar el mantenimiento y ordenamiento de los almacenes, en los cuales, se detallan las siguientes actividades.

**Tabla 17**
*Actividades de almacenero*

Numeración	Descripción de la actividad
01.001	Limpieza de los almacenes de manera superficial
01.002	Recepción y cuantificación de materiales
01.003	Requerimiento de necesidades en almacén

**Nota:** Detalle de actividades de un almacenero relacionados al mantenimiento del almacén dentro de la empresa. Recuperado del Manual de Organizaciones y Funciones de la empresa Postes del Norte S.A.

El costo del mantenimiento del almacén se traduce en pago de planilla de dicho colaborador, el cual tiene un costo mensual de 1'750 nuevos soles.

**Seguridad del almacén**

Respecto a la seguridad del almacén, se consideran a continuación un detalle del costo que éstos representan.

**Tabla 18**
*Costos de seguridad del almacén*

Descripción	Costo mensual (S/)
Depreciación de control biométrico de acceso	440.45
Planilla de vigilancia ponderada	371.60
Cámaras de videovigilancia	330.05

**Nota:** Detalle de costos de seguridad dentro del almacén. Recuperado del cierre contable de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

El costo total de la seguridad del almacén, según los datos expuestos en la Tabla 23, se traducen en S/. 1'142.10 nuevos soles.

### **Limpieza del almacén**

Los costes relacionados a la limpieza del almacén, se segregan a un plan de limpieza anual, en el cual se detallan los siguientes costos.

**Tabla 19**  
*Costos de limpieza del almacén*

<b>Descripción</b>	<b>N° veces al año</b>	<b>Costo por vez (S/)</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>
<b>Servicio de desratización</b>	6	120	60.00
<b>Servicio de eliminación de desmonte</b>	11	85	77.91
<b>Servicio de eliminación de bolsas de cemento</b>	5	250	104.17

**Nota:** Detalle de costos de limpieza del almacén. Recuperado del cierre contable de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

El costo total de la limpieza del almacén, según los datos expuestos en la Tabla 24, se totalizan en S/ 242.08 nuevos soles.

### **Equipos de almacenamiento**

Los costes relacionados a los equipos de almacenamiento, se identifican como la depreciación de los mismos

**Tabla 20**  
*Costos de equipos de almacenamiento*

<b>Descripción</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>
<b>Depreciación de carretilla hidráulica</b>	58.00
<b>Depreciación de software de almacén</b>	78.05
<b>Depreciación de equipos electrónicos</b>	47.50

**Nota:** Detalle de costos de depreciación de equipos de almacenamiento. Recuperado del cierre contable de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

El costo total de equipos de almacenamiento, según los datos expuestos en la Tabla 25, se totalizan en S/ 183.05 nuevos soles.

### Costo de mantenimiento de stock

Los costos de mantenimiento de stock se definen como los costos que están relacionados con la estandarización o adecuación de los mismos para evitar el vencimiento u obsolescencia de los mismos.

A continuación se detallan diferentes costos de adecuación de diferentes materiales. (Ver Tabla 21)

**Tabla 21**

*Costos de mantenimiento de stock*

Descripción	Costo mensual (S/)
Renovación de parihuelas	216.00
Renovación de listones de madera	153.00
Lijado de barras de construcción oxidados	73.50
Recuperación de cemento segregado	52.05

**Nota:** Detalle de costos de adecuación de materia prima. Recuperado del Registro de boletas y facturas de pago de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

El costo total del mantenimiento de stock, según los datos expuestos en la Tabla 26, se totalizan en S/ 494.55 nuevos soles.

### B. Costo de manipulación

#### Costo de mano de obra

Para dicho análisis, se debe proveer un costo de mano de obra dependiente o estable, y uno independiente; el primero hace mención al que corresponde por parte de la estructura organizacional del proceso de almacenamiento. Mientras que la mano de obra independiente hace mención al personal que corresponde por parte de la estructura organizacional de un proceso diferente, sin embargo, de manera intermitente realiza funciones dentro del proceso de almacenamiento, tomando en cuenta el tiempo que éste demora en realizar la manipulación de los materiales a su proceso, razón por la cual, corresponden a los costos de manipulación de los materiales.

El desglose del costo de mano de obra por manipulación de mano de obra se desagrega por los tres productos que tienen mayor nivel de manipulación dentro de los almacenes, los cuales son: Fierro, Alambre, Cemento y Rondanas.

Sin embargo, los costos de mano de obra dependiente se diferenciarán por los costos de capacitación que éstos poseen así como los costos de EPP's que éstos usan.

**Tabla 22**
*Costos de mano de obra dependiente*

<b>Descripción</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>
<b>Costo de capacitaciones</b>	60.00
<b>Costo de EPP's</b>	83.50

**Nota:** Detalle de costos de mano de obra dependiente. Recuperado del cierre contable de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

**Tabla 23**
*Costos de mano de obra independiente*

<b>Descripción</b>	<b>Tiempo mensual (horas)</b>	<b>Costo mensual (S/)</b>
<b>Manipulación de Fierro</b>	50.50	195.69
<b>Manipulación de Alambre</b>	2.25	8.72
<b>Manipulación de Cemento</b>	40.25	155.97
<b>Manipulación de Rondanas</b>	15.40	59.68

**Nota:** Detalle de los costos relacionados al uso de mano de obra para manipular los materiales para poder abastecer al proceso productivo. Recuperado del registro de horas-hombre de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

El costo mensual de mano de obra independiente se totaliza en 420.05, mientras que el costo mensual de mano de obra dependiente se totaliza en 143.50 nuevos soles, teniendo como total. S/ 563.55 nuevos soles.

### **Costo de equipos de manipulación**

Por otro lado, los costos de equipo, o también considerados como la depreciación de los mismos para la manipulación de los mismos, se desglosa por el uso de la carretilla hidráulica, y el costo mensual del uso de servicio de camión grúa. Sin embargo, el costo de depreciación de la carretilla hidráulica ya se encuentra dentro de los costos de equipos de almacenamiento, mientras que los costos mensuales de servicio de camión grúa se traducen a S/ 450.00 nuevos soles, lo cual representaría el costo de equipos de la manipulación de los mismos.

**C. Costo mensual de almacenamiento**

A continuación, se detalla un resumen de los costos mensuales de almacenamiento de la empresa. (Ver Tabla 24)

**Tabla 24**
*Costos mensuales de almacenamiento promedio (2016-2018)*

<b>Categoría de costo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo mensual (\$/)</b>
	Costo de espacio utilizado	1'684.97
<b>Costo de ocupación</b>	Costo de mantenimiento de almacén	1'750.00
	Costo de seguridad del almacén	1'142.10
	Costo de limpieza del almacén	242.08
	Costo de equipos de almacenamiento	183.05
	Costo de mantenimiento de stock	494.55
<b>Costo de manipulación</b>	Costo de mano de obra	563.55
	Costo de equipos de manipulación	450.00

**Nota:** Detalle de costos mensuales de almacenamiento. Recuperado del reporte de costos de almacenamiento de la empresa Postes del Norte S.A. durante Octubre de 2018 – Marzo de 2019.

### V.3. Implementación de metodología

Para realizar la propuesta de implementación, se ha establecido como referencia, lo contemplado en las bases teóricas y los antecedentes.

En el punto II.2.B de la presente investigación se detalla la metodología Demand Driven Material Requirement Planning la cual será utilizada en éste apartado. Del mismo modo, Román (2017) quien fue citado en el punto II.1. de la presente investigación brinda un detalle de su aplicación para mejor entendimiento. Del mismo modo, para la implementación de la metodología se ha establecido considerar el análisis de las materias primas.

#### A. Posicionamiento estratégico del inventario

##### A.1. Tiempo de tolerancia del cliente

A continuación se procederá a determinar el tiempo de espera o tiempo de tolerancia que presenta el cliente interno de la empresa; para este caso es producción para cada uno de los materiales.

**Tabla 25**

*Tiempo de tolerancia del cliente interno*

Descripción del material	Tiempo de tolerancia (horas)	Comentario
<b>Alambre N°08</b>	24	Stock intermedio
<b>Alambre N°16</b>	24	Stock intermedio
<b>Alambrón 1/4"</b>	0	Stock intermedio
<b>Arena</b>	0	Crítico
<b>Cemento</b>	0	Crítico
<b>Fierro 06 mm</b>	24	Stock intermedio
<b>Fierro 12 mm</b>	24	Stock intermedio
<b>Fierro 3/8"</b>	24	Stock intermedio
<b>Fierro 5/8"</b>	24	Stock intermedio
<b>Gravilla</b>	0	Crítico
<b>Carbón de piedra</b>	16	Crítico
<b>Petróleo</b>	16	Crítico

**Nota:** Se puede identificar que el tiempo máximo lo presentan los materiales que se encuentran como stock intermedio con un tiempo de 24 horas de esperas, mientras que los productos críticos oscilan entre las 0 y 16 horas. Elaboración propia.

### A.2. Lead time potencial de compra

A continuación se procederá a determinar el lead time potencial de compra que presentan los proveedores.

**Tabla 26**

*Lead time potencial de compra*

Descripción del material	Lead time promedio 2016	Lead time promedio 2017	Lead time promedio 2018	Lead time promedio anual
<b>Alambre N°08</b>	2.57	3.22	1.34	2.38
<b>Alambre N°16</b>	1.40	6.18	2.62	3.40
<b>Alambrón 1/4"</b>	5.55	4.19	1.69	3.81
<b>Arena</b>	1.84	1.84	1.37	1.68
<b>Cemento</b>	4.63	3.10	3.63	3.78
<b>Fierro 06 mm</b>	7.02	2.51	5.58	5.04
<b>Fierro 12 mm</b>	7.07	3.05	6.30	5.47
<b>Fierro 3/8"</b>	2.19	2.35	6.10	3.55
<b>Fierro 5/8"</b>	3.64	4.79	3.19	3.87
<b>Gravilla</b>	1.84	1.84	1.37	1.68
<b>Carbón de piedra</b>	6.00	5.54	3.31	4.95
<b>Petróleo</b>	4.89	6.44	1.99	4.44

**Nota:** Según el lead time potencial de compra se puede identificar que los valores más altos se encuentran en el cemento con 7.11 días, así el fierro de 12mm con 5.47 días. Por otro lado, los valores más bajos se encuentran en Arena y Gravilla con 1.68 días en promedio; cabe resaltar que ambos productos son del mismo proveedor, y se compra por partes iguales. Elaboración propia.

### A.3. Variabilidad de venta y suministros

Respecto a la variabilidad de venta o demanda del producto, en la empresa Postes del Norte S.A. se encuentra ligado a la venta de los productos; los cuales serán definidos en tres criterios: Bajo, mediano o alto según aplique.

En éste caso, hay ítems que son consumibles para todos los productos, mientras que hay otros, que presentan variabilidad en su consumo.

A continuación detallo el nivel de variabilidad de venta y suministros.



**Tabla 27**
*Variabilidad de venta y suministro*

<b>Descripción del material</b>	<b>Variabilidad de venta</b>	<b>Variabilidad de suministro</b>
<b>Alambre N°08</b>	Producto de mediana variabilidad	Baja variabilidad de la oferta
<b>Alambre N°16</b>	Producto de mediana variabilidad	Baja variabilidad de la oferta
<b>Alambrón 1/4"</b>	Producto de alta variabilidad	Media variabilidad de la oferta
<b>Arena</b>	Producto de baja variabilidad	Media variabilidad de la oferta
<b>Cemento</b>	Producto de baja variabilidad	Baja variabilidad de la oferta
<b>Fierro 06 mm</b>	Producto de alta variabilidad	Media variabilidad de la oferta
<b>Fierro 12 mm</b>	Producto de mediana variabilidad	Baja variabilidad de la oferta
<b>Fierro 3/8"</b>	Producto de mediana variabilidad	Baja variabilidad de la oferta
<b>Fierro 5/8"</b>	Producto de alta variabilidad	Alta variabilidad de la oferta
<b>Gravilla</b>	Producto de baja variabilidad	Media variabilidad de la oferta
<b>Carbón de piedra</b>	Producto de baja variabilidad	Media variabilidad de la oferta
<b>Petróleo</b>	Producto de baja variabilidad	Baja variabilidad de la oferta

**Nota:** Según la variabilidad de venta, se puede identificar que los materiales que presentan alta variabilidad son el Alambrón ¼", Fierro 06mm y Fierro 5/8"; mientras que los materiales con baja variabilidad son los que se utilizan para todo tipo de proceso de fabricación como el cemento, arena, gravilla, carbón de piedra y petróleo. Además, según la variabilidad del suministro se encuentra que el que tiene un mayor valor es el Fierro 5/8". Elaboración propia

#### A.4. Apalancamiento y flexibilidad del inventario

Respecto al apalancamiento y flexibilidad del inventario, para el caso que se presenta el día de hoy, se ha podido definir que cada uno de los componentes a analizar se detalla como materia prima, más no como producto en proceso, razón por la cual, se podría considerar que la explotación del BOM entre estos productos no aplicaría, ya que cada uno de sus componentes se obtiene de manera directa bajo una opción de compra y venta.

A.5. Protección de operaciones críticas

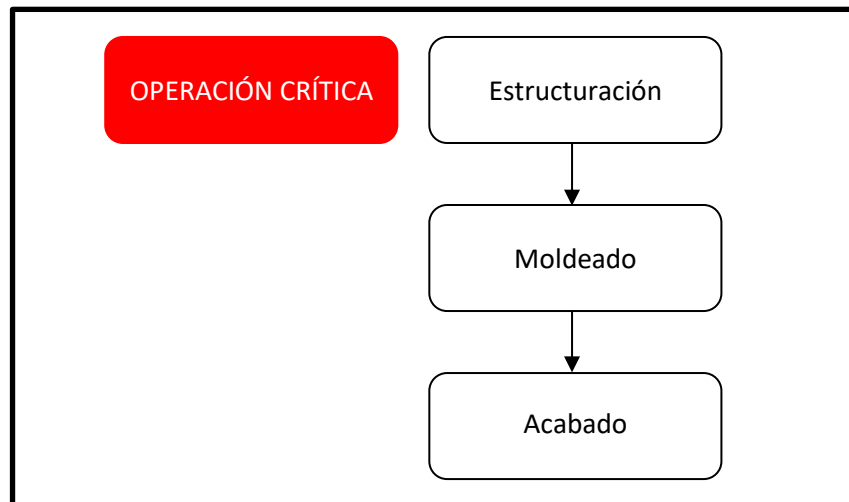
Respecto a la protección de operaciones críticas, inicialmente se establece un cuadro de doble entrada respecto a los materiales que se involucran dentro de los procesos de fabricación (Ver figura 17).

Descripción del material	Estructuración	Moldeado	Acabado
<b>Alambre N°08</b>	X		
<b>Alambre N°16</b>	X		
<b>Alambrón 1/4"</b>	X		
<b>Arena</b>		X	X
<b>Cemento</b>		X	X
<b>Fierro 06 mm</b>	X		
<b>Fierro 12 mm</b>	X		
<b>Fierro 3/8"</b>	X		
<b>Fierro 5/8"</b>	X		
<b>Gravilla</b>		X	
<b>Carbón de piedra</b>		X	
<b>Petróleo</b>		X	

**Figura 15.** Clasificación de materiales según su uso en el proceso productivo. Elaboración propia.

Se puede identificar que la línea metalúrgica se requiere dentro del proceso de estructuración del producto; mientras que la arena, cemento y gravilla se encuentra relacionado directamente con el proceso de moldeado del producto.

Por otro lado, se muestra el diagrama de bloques de producción, y se puede evidenciar el proceso inicial de fabricación como operación crítica. (Ver figura 16)



**Figura 16.** Diagrama de bloques del proceso de fabricación de postes. Elaboración propia.

B. Buffer

B.1. Perfil del Buffer

Para poder determinar el perfil del buffer, se tomará en cuenta los factores de agrupamiento en un perfil de búfer, mostrados en la Tabla 8. (Ver Tabla 28).

**Tabla 28**

*Perfil del buffer*

Material	Tipo	Lead time	Variabilidad	Perfil
<b>Alambre N°08</b>	Comprado	Bajo	Mediana	CBM
<b>Alambre N°16</b>	Comprado	Medio	Mediana	CMM
<b>Alambrón 1/4"</b>	Comprado	Medio	Alta	CMA
<b>Arena</b>	Comprado	Bajo	Baja	CBB
<b>Cemento</b>	Comprado	Alto	Baja	CAB
<b>Fierro 06 mm</b>	Comprado	Alto	Alta	CAA
<b>Fierro 12 mm</b>	Comprado	Alto	Mediana	CAM
<b>Fierro 3/8"</b>	Comprado	Medio	Mediana	CMM
<b>Fierro 5/8"</b>	Comprado	Medio	Alta	CMA
<b>Gravilla</b>	Comprado	Bajo	Baja	CBB
<b>Carbón</b>	Comprado	Medio	Baja	CMB
<b>Petróleo</b>	Comprado	Medio	Baja	CMB

**Nota:** Definición del perfil de buffer de cada uno de los materiales. Elaboración propia

## B.2. Determinación del nivel

Para determinar los niveles de los buffer para cada material, se tendrá que obtener el Promedio de uso diario (ADU), Cantidad mínima de Pedido (MOQ) y el Tiempo de entrega desacoplado (DLT). (Ver Tabla 29)

**Tabla 29**  
*ADU, MOQ y DLT por material*

<b>Material</b>	<b>ADU</b>	<b>MOQ</b>	<b>DLT</b>	<b>Perfil</b>
<b>Alambre N°08</b>	147.91	100	2.38	CBM
<b>Alambre N°16</b>	82.88	100	3.40	CMM
<b>Alambrón 1/4"</b>	165.73	1024	3.81	CMA
<b>Arena</b>	351.38	885	1.68	CBB
<b>Cemento</b>	125.96	250	3.78	CAB
<b>Fierro 06 mm</b>	39.27	1032	5.04	CAA
<b>Fierro 12 mm</b>	195.36	260	5.47	CAM
<b>Fierro 3/8"</b>	243.11	416	3.55	CMM
<b>Fierro 5/8"</b>	26.50	40	3.87	CMA
<b>Gravilla</b>	606.60	960	1.68	CBB
<b>Carbón</b>	347.87	50	4.95	CMB
<b>Petróleo</b>	8.37	50	4.44	CMB

**Nota:** Definición del perfil de buffer de cada uno de los materiales. Elaboración propia

Teniendo estos datos, se procede a realizar el buffer para cada uno de los materiales. (Ver figura 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30)

<b>Código SAP:</b> 01001001 <b>Descripción del producto:</b> ALAMBRE N° 08 <b>Criticidad:</b> Alta				
Unidad de medida	Kilogramo	Zona verde	100	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(70), Cantidad mínima(100), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	147.8		70	<b>Factor Lead time</b> = $(DLT(2.3) \times ADU(147.9) \times LT(0.2))$
Valor de Lead time (LT)	0.20		100	<b>Cantidad mínima</b> = 100
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.50	Zona amarilla	352	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(2.38) \times ADU(147.9)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	100	Zona roja	105	<b>Zona roja</b> = Rojo base(70) + Rojo de seguridad(35)
Lead time promedio (DLT)	2.38		70	<b>Rojo base</b> = $DLT(2.3) \times ADU(147.9) \times LT(0.2)$
Tipo de buffer	C,B,M		35	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(70) \times V(0.5)$

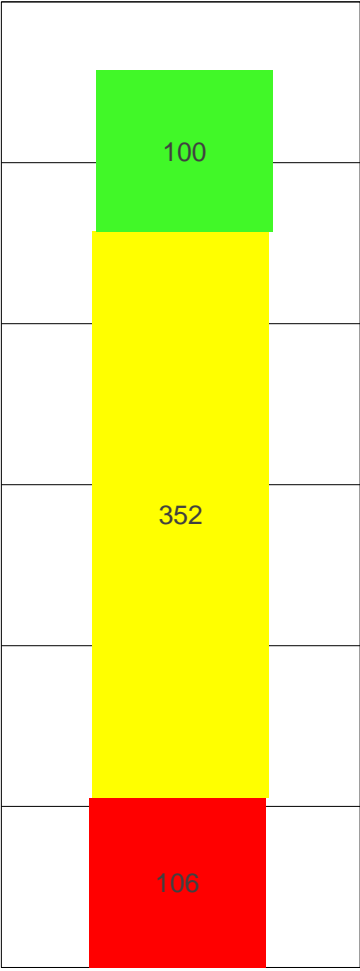
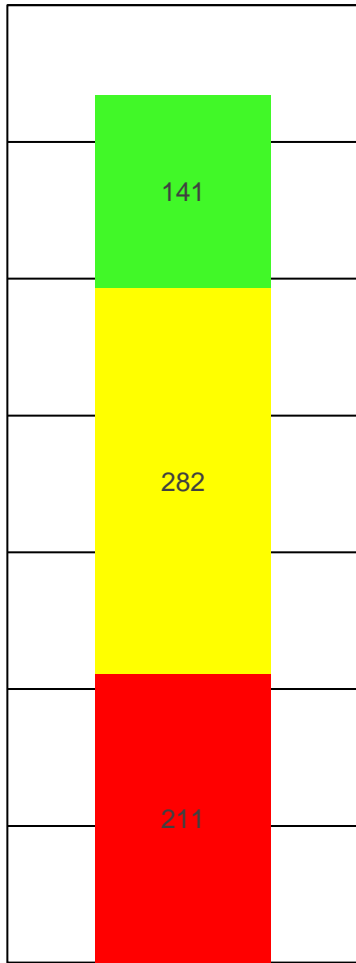


Figura 19. Determinación de buffer del alambre N°08. Elaboración propia.

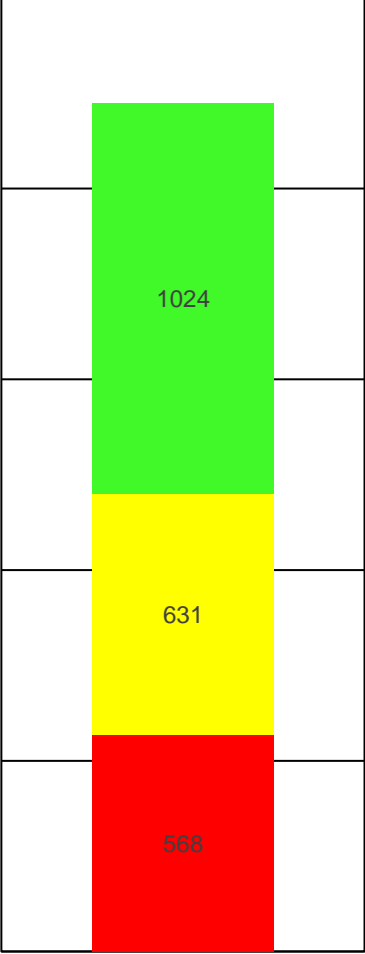
<b>Código SAP:</b> 01001002 <b>Descripción del producto:</b> ALAMBRE N° 16 <b>Criticidad:</b> Alta				
Unidad de medida	Kilogramo	Zona verde	141	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(141), Cantidad mínima(100), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	82.88		141	<b>Factor Lead time</b> = $(DLT(3.40) \times ADU(87.88) \times LT(0.5))$
Valor de Lead time (LT)	0.50		100	<b>Cantidad mínima</b> = 100
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.50	Zona amarilla	282	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(3.40) \times ADU(87.88)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	100	Zona roja	211	<b>Zona roja</b> = Rojo base(70) + Rojo de seguridad(35)
Lead time promedio (DLT)	3.40		141	<b>Rojo base</b> = $DLT(3.4) \times ADU(87.88) \times LT(0.5)$
Tipo de buffer	C,M,M		70	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(141) \times V(0.5)$



211
282
141

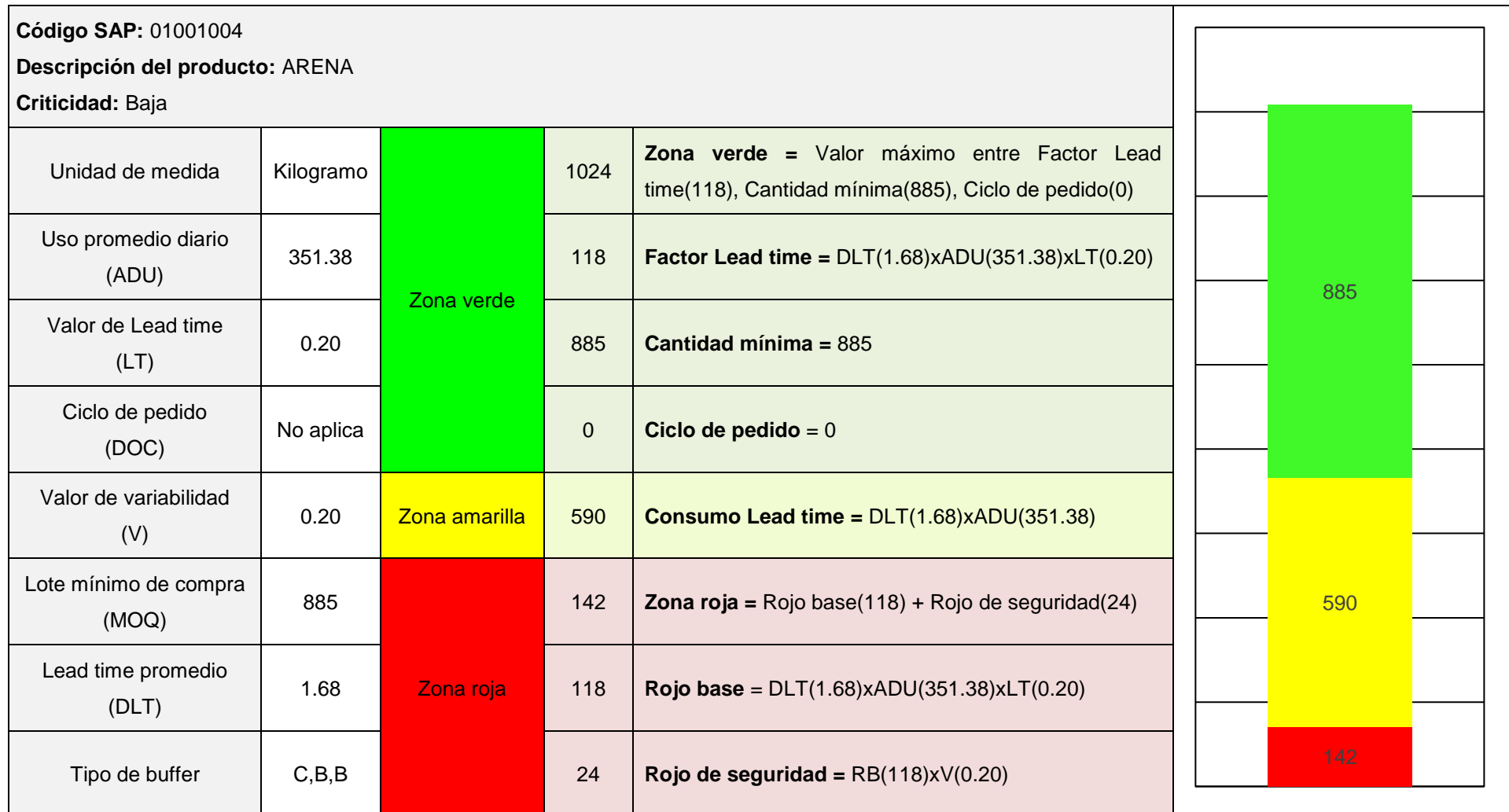
**Figura 20.** Determinación de buffer del alambre N°16. Elaboración propia.

<b>Código SAP:</b> 01001003				
<b>Descripción del producto:</b> ALAMBRÓN 1/4"				
<b>Criticidad:</b> Alta				
Unidad de medida	Kilogramo	Zona verde	1024	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(316), Cantidad mínima(1024), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	165.73		316	<b>Factor Lead time</b> = $(DLT(3.81) \times ADU(165.7) \times LT(0.5))$
Valor de Lead time (LT)	0.50		1024	<b>Cantidad mínima</b> = 1024
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.80	Zona amarilla	631	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(3.81) \times ADU(165.73)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	1024	Zona roja	568	<b>Zona roja</b> = Rojo base(316) + Rojo de seguridad(253)
Lead time promedio (DLT)	3.81		316	<b>Rojo base</b> = $DLT(3.81) \times ADU(165.73) \times LT(0.5)$
Tipo de buffer	C,M,A		253	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(316) \times V(0.8)$



1024
631
568

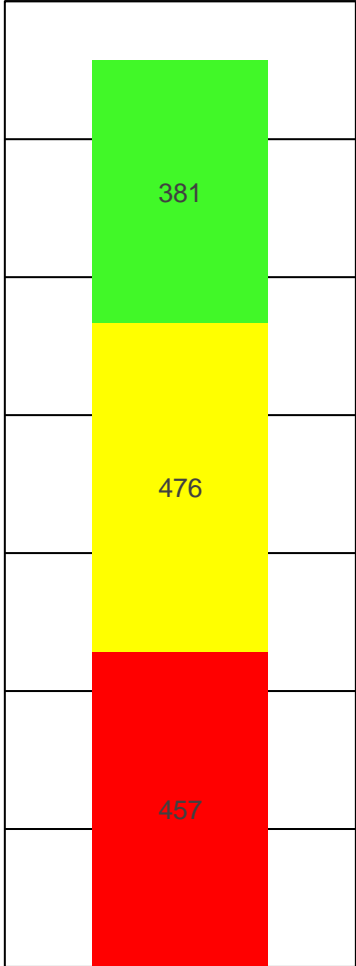
**Figura 21.** Determinación de buffer del alambraón 1/4". Elaboración propia.



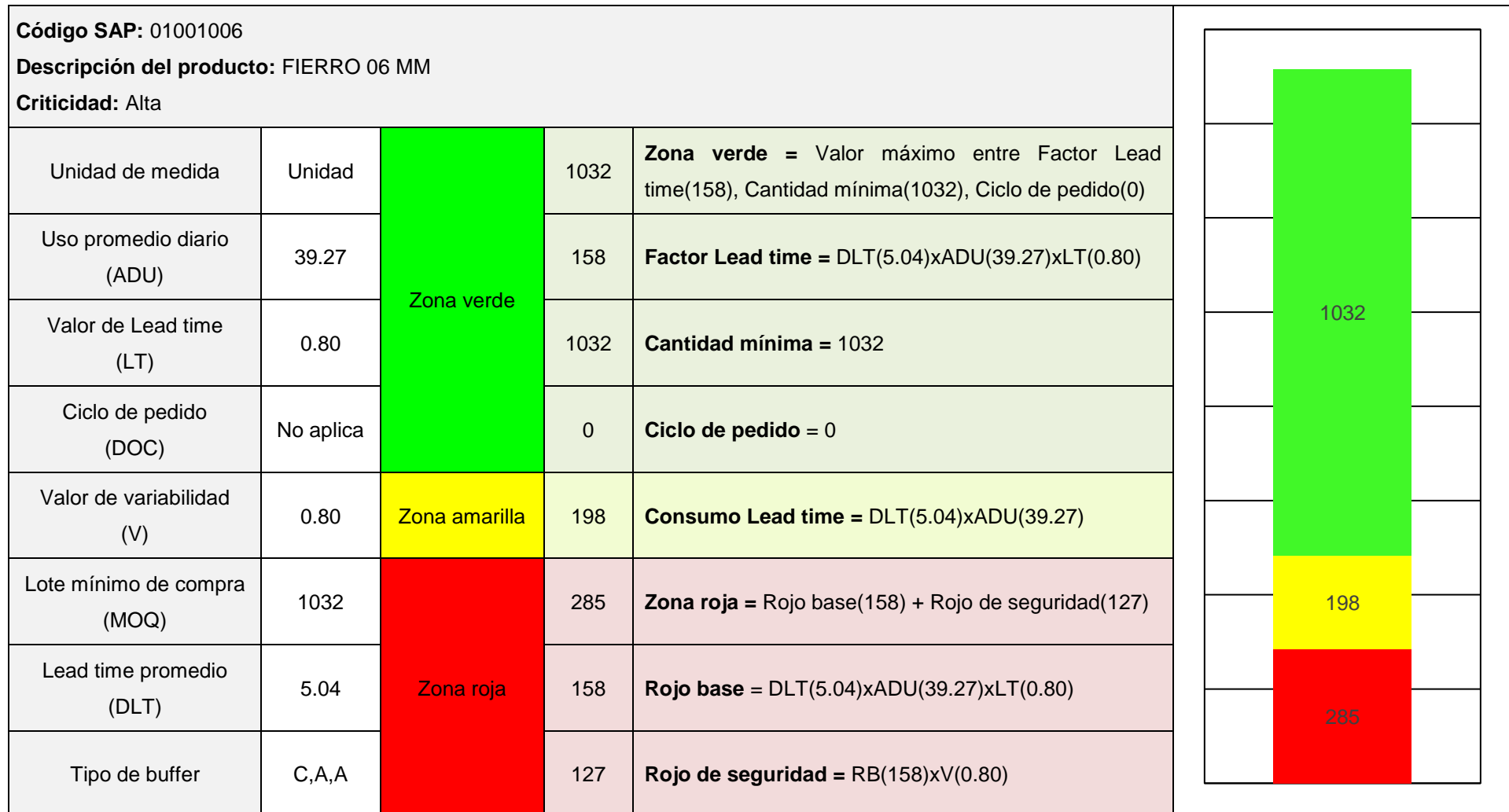
**Figura 22.** Determinación de buffer de la arena. Elaboración propia.



<b>Código SAP:</b> 01001005 <b>Descripción del producto:</b> CEMENTO <b>Criticidad:</b> Baja				
Unidad de medida	Unidad	Zona verde	1024	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(118), Cantidad mínima(885), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	125.96		381	<b>Factor Lead time</b> = $DLT(3.78) \times ADU(125.96) \times LT(0.80)$
Valor de Lead time (LT)	0.80		250	<b>Cantidad mínima</b> = 250
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.20	Zona amarilla	476	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(3.78) \times ADU(125.96)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	250	Zona roja	457	<b>Zona roja</b> = Rojo base(381) + Rojo de seguridad(76)
Lead time promedio (DLT)	3.78		381	<b>Rojo base</b> = $DLT(3.78) \times ADU(125.96) \times LT(0.80)$
Tipo de buffer	C,A,B		76	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(381) \times V(0.20)$

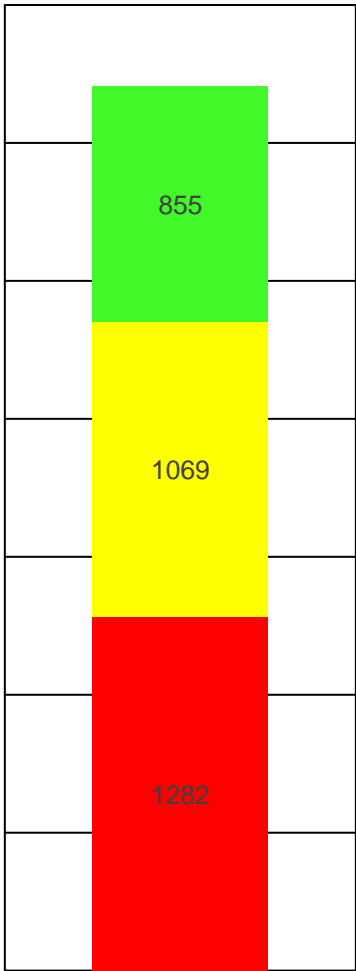


**Figura 23.** Determinación de buffer del cemento. Elaboración propia.



**Figura 24.** Determinación de buffer de Fierro 06mm. Elaboración propia.

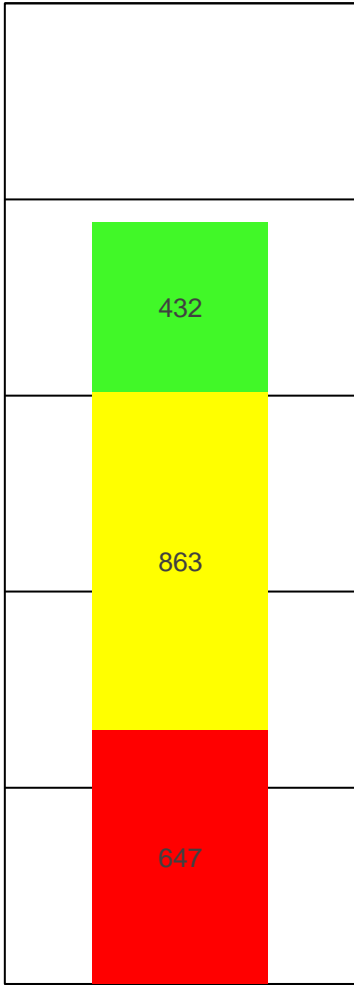
<b>Código SAP:</b> 01001009 <b>Descripción del producto:</b> FIERRO 12 MM <b>Criticidad:</b> Alta				
Unidad de medida	Unidad	Zona verde	855	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(855), Cantidad mínima(260), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	195.36		158	<b>Factor Lead time</b> = $DLT(5.47) \times ADU(195.36) \times LT(0.80)$
Valor de Lead time (LT)	0.80		260	<b>Cantidad mínima</b> = 260
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.50	Zona amarilla	1069	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(5.47) \times ADU(195.36)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	260	Zona roja	1282	<b>Zona roja</b> = Rojo base(855) + Rojo de seguridad(427)
Lead time promedio (DLT)	5.47		855	<b>Rojo base</b> = $DLT(5.47) \times ADU(195.36) \times LT(0.80)$
Tipo de buffer	C,A,M		427	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(855) \times V(0.5)$



The bar chart on the right illustrates the inventory buffer zones for Fierro 12 MM. It is a stacked bar with three segments: a red base segment of 1282 units (representing the red zone), a yellow middle segment of 1069 units (representing the yellow zone), and a green top segment of 855 units (representing the green zone). The total height of the bar is 2341 units.

**Figura 25.** Determinación de buffer de Fierro 12 MM. Elaboración propia.

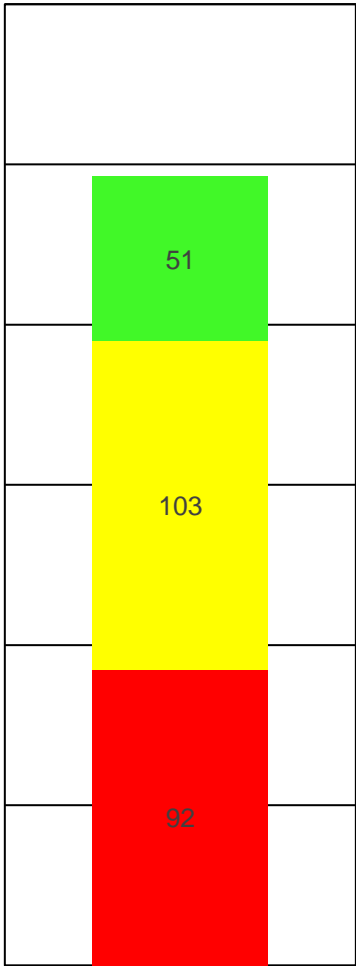
<b>Código SAP:</b> 01001011 <b>Descripción del producto:</b> FIERRO 3/8" <b>Criticidad:</b> Alta				
Unidad de medida	Unidad	Zona verde	432	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(432), Cantidad mínima(416), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	243.11		432	<b>Factor Lead time</b> = $DLT(3.55) \times ADU(243.11) \times LT(0.50)$
Valor de Lead time (LT)	0.50		416	<b>Cantidad mínima</b> = 416
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.50	Zona amarilla	863	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(3.55) \times ADU(243.11)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	416	Zona roja	647	<b>Zona roja</b> = Rojo base(432) + Rojo de seguridad(216)
Lead time promedio (DLT)	3.55		432	<b>Rojo base</b> = $DLT(3.55) \times ADU(243.11) \times LT(0.50)$
Tipo de buffer	C,M,M		216	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(432) \times V(0.5)$



432
863
647

**Figura 22.** Determinación de buffer de Fierro 3/8". Elaboración propia.

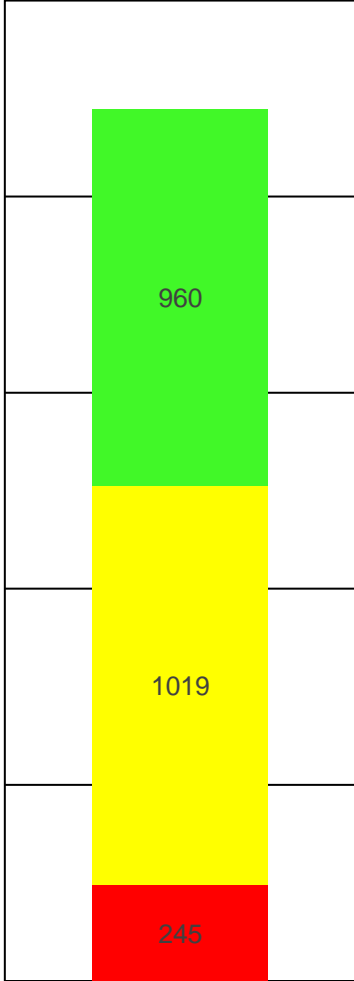
<b>Código SAP:</b> 01001012 <b>Descripción del producto:</b> FIERRO 5/8" <b>Criticidad:</b> Alta				
Unidad de medida	Unidad	Zona verde	51	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(51), Cantidad mínima(40), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	26.5		51	<b>Factor Lead time</b> = $DLT(3.87) \times ADU(26.5) \times LT(0.50)$
Valor de Lead time (LT)	0.50		40	<b>Cantidad mínima</b> = 40
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.80	Zona amarilla	103	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(3.87) \times ADU(26.5)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	40	Zona roja	92	<b>Zona roja</b> = Rojo base(51) + Rojo de seguridad(41)
Lead time promedio (DLT)	3.87		51	<b>Rojo base</b> = $DLT(3.87) \times ADU(26.5) \times LT(0.50)$
Tipo de buffer	C,M,A		41	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(432) \times V(0.5)$



The bar chart on the right illustrates the inventory buffer zones. It is a vertical bar divided into three colored segments: a green segment at the top with a value of 51, a yellow segment in the middle with a value of 103, and a red segment at the bottom with a value of 92. The total height of the bar represents the total inventory level.

**Figura 27.** Determinación de buffer de Fierro 5/8". Elaboración propia.

<b>Código SAP:</b> 01001013 <b>Descripción del producto:</b> GRAVILLA <b>Criticidad:</b> Baja				
Unidad de medida	Kilogramo	Zona verde	960	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(204), Cantidad mínima(960), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	606.60		204	<b>Factor Lead time</b> = $DLT(1.68) \times ADU(606.60) \times LT(0.20)$
Valor de Lead time (LT)	0.20		960	<b>Cantidad mínima</b> = 40
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.20	Zona amarilla	1019	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(1.68) \times ADU(606.60)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	960	Zona roja	245	<b>Zona roja</b> = Rojo base(204) + Rojo de seguridad(41)
Lead time promedio (DLT)	1.68		204	<b>Rojo base</b> = $DLT(1.68) \times ADU(606.60) \times LT(0.20)$
Tipo de buffer	C,B,B		41	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(432) \times V(0.5)$



960
1019
245

**Figura 28.** Determinación de buffer de Gravilla. Elaboración propia.

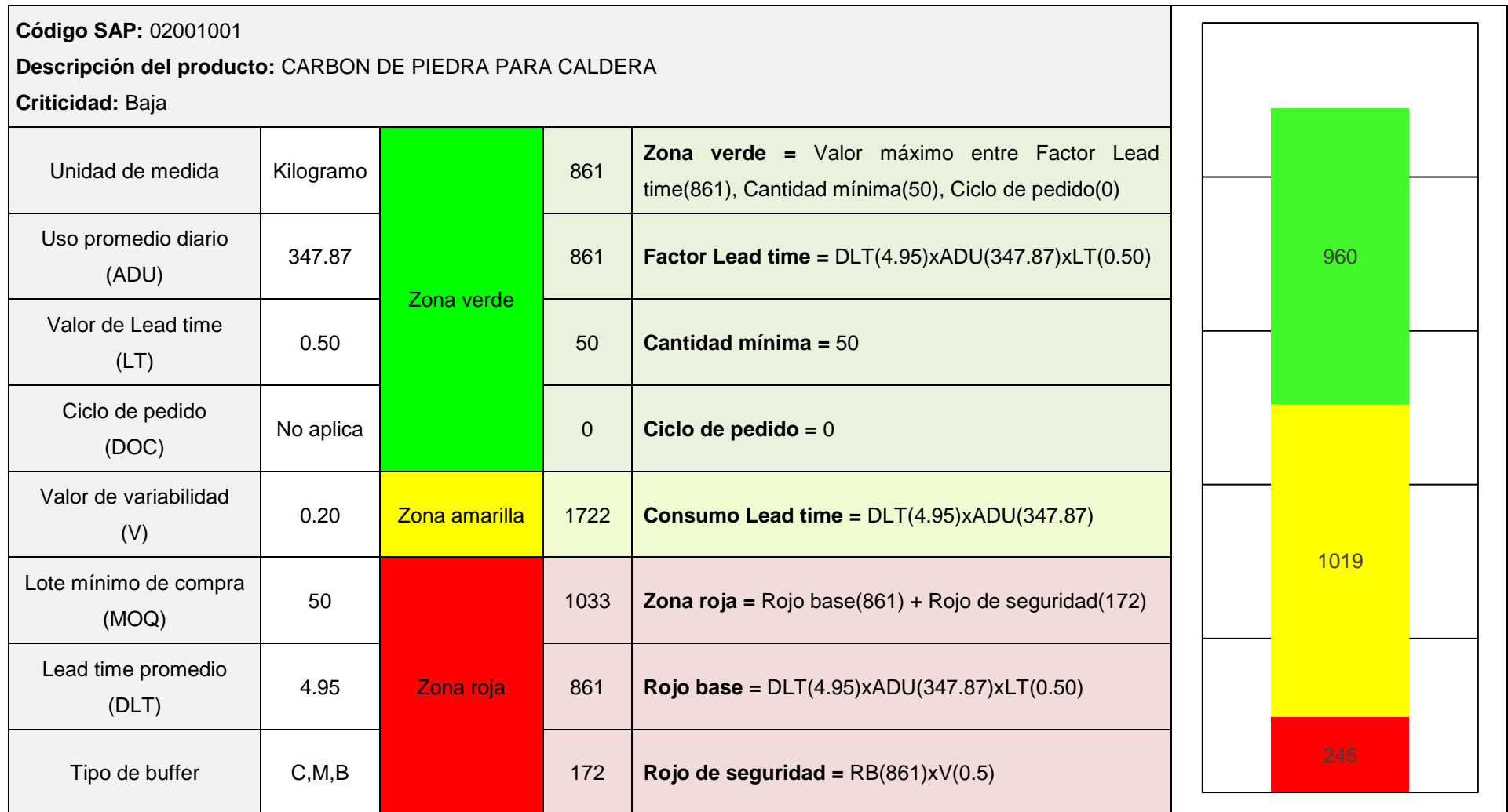
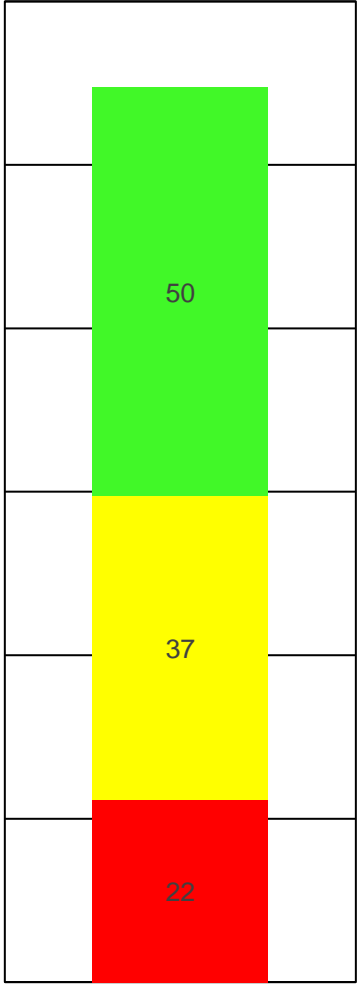


Figura 29. Determinación de buffer de Carbón. Elaboración propia.

<b>Código SAP:</b> 02001002 <b>Descripción del producto:</b> PETROLEO <b>Criticidad:</b> Baja				
Unidad de medida	Galón	Zona verde	50	<b>Zona verde</b> = Valor máximo entre Factor Lead time(19), Cantidad mínima(50), Ciclo de pedido(0)
Uso promedio diario (ADU)	8.37		19	<b>Factor Lead time</b> = $DLT(4.44) \times ADU(8.37) \times LT(0.50)$
Valor de Lead time (LT)	0.50		50	<b>Cantidad mínima</b> = 50
Ciclo de pedido (DOC)	No aplica		0	<b>Ciclo de pedido</b> = 0
Valor de variabilidad (V)	0.20	Zona amarilla	37	<b>Consumo Lead time</b> = $DLT(4.44) \times ADU(8.37)$
Lote mínimo de compra (MOQ)	50	Zona roja	22	<b>Zona roja</b> = Rojo base(19) + Rojo de seguridad(4)
Lead time promedio (DLT)	4.44		19	<b>Rojo base</b> = $DLT(4.44) \times ADU(8.37) \times LT(0.50)$
Tipo de buffer	C,M,B		4	<b>Rojo de seguridad</b> = $RB(861) \times V(0.5)$



The bar chart on the right illustrates the inventory buffer zones for Petróleo. It is a vertical bar divided into three segments: a red segment at the bottom with a value of 22, a yellow segment in the middle with a value of 37, and a green segment at the top with a value of 50. The total height of the bar represents the maximum inventory level.

**Figura 30.** Determinación de buffer de Petróleo. Elaboración propia.



C. Ajustes dinámicos

Respecto al ajuste dinámico, según lo establecido por Ptak y Smith (2016) establecen que existen tres tipos de ajustes: Ajustes recalculados, previstos y manuales, tal y como se detalla en el marco teórico de la presente investigación. Para nuestro presente proyecto de investigación, realizaremos el ajuste recalculado a través del ADU (Uso promedio diario) ya que para nuestra investigación es la variable que tiene mayor dinamismo a lo largo del tiempo.

Por otro lado, según lo mencionado por Román (2017) establece que la frecuencia serán definidos por el usuario; razón por la cual, nosotros consideraremos una frecuencia de 3 días; ya que en la empresa en la cual se desarrolla la investigación, se tiene una programación semanal, además que el Lead-time promedio oscila como máximo 7 días también. Además, Román (2017) establece que existe la posibilidad de poder utilizar como mínimo un horizonte de 3 meses; en nuestro caso, realizaremos la investigación y análisis de los resultados después de 4 meses de implementado.

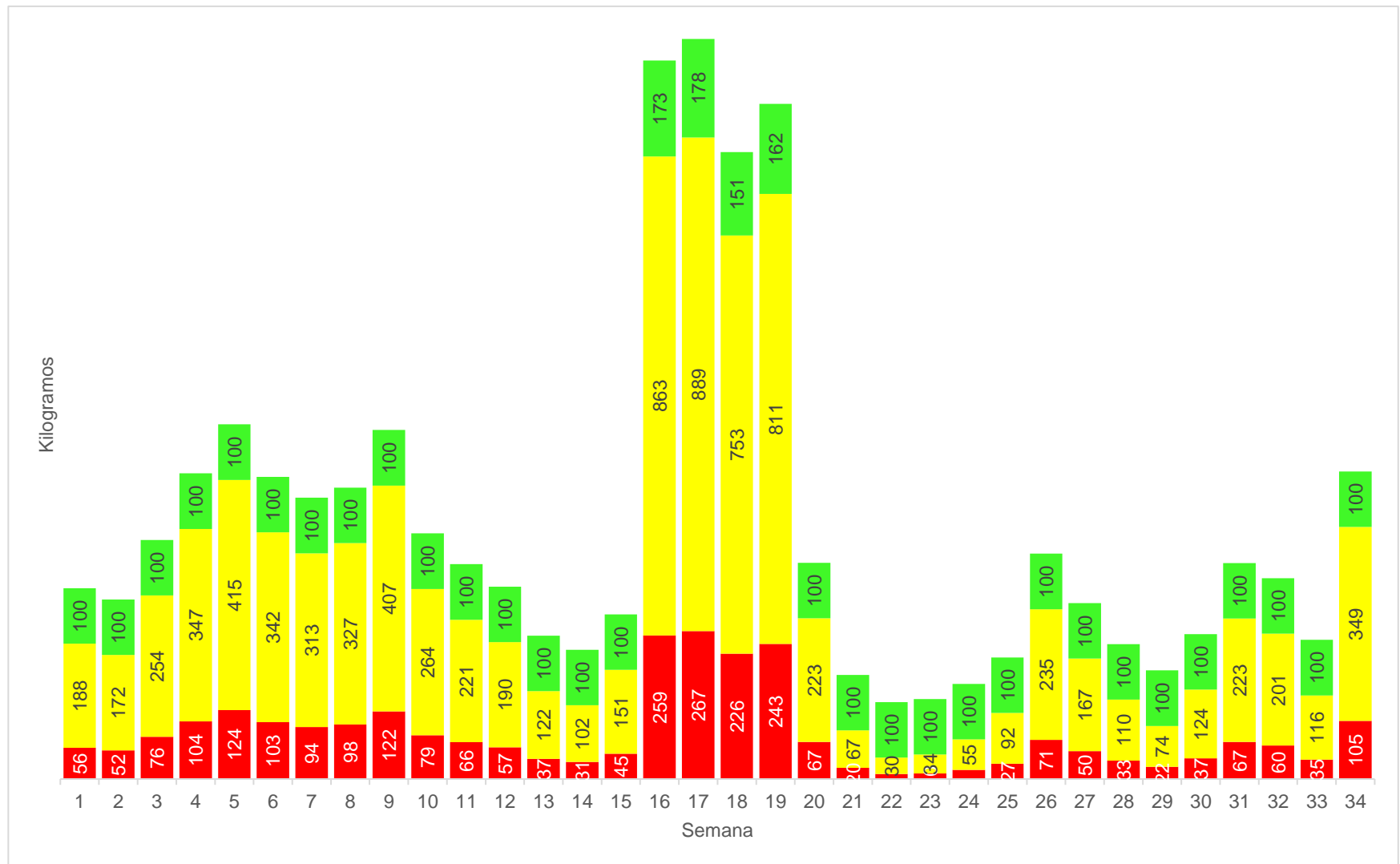


Figura 31. Ajuste dinámico de Alambre N°08 según ADU. Elaboración propia.

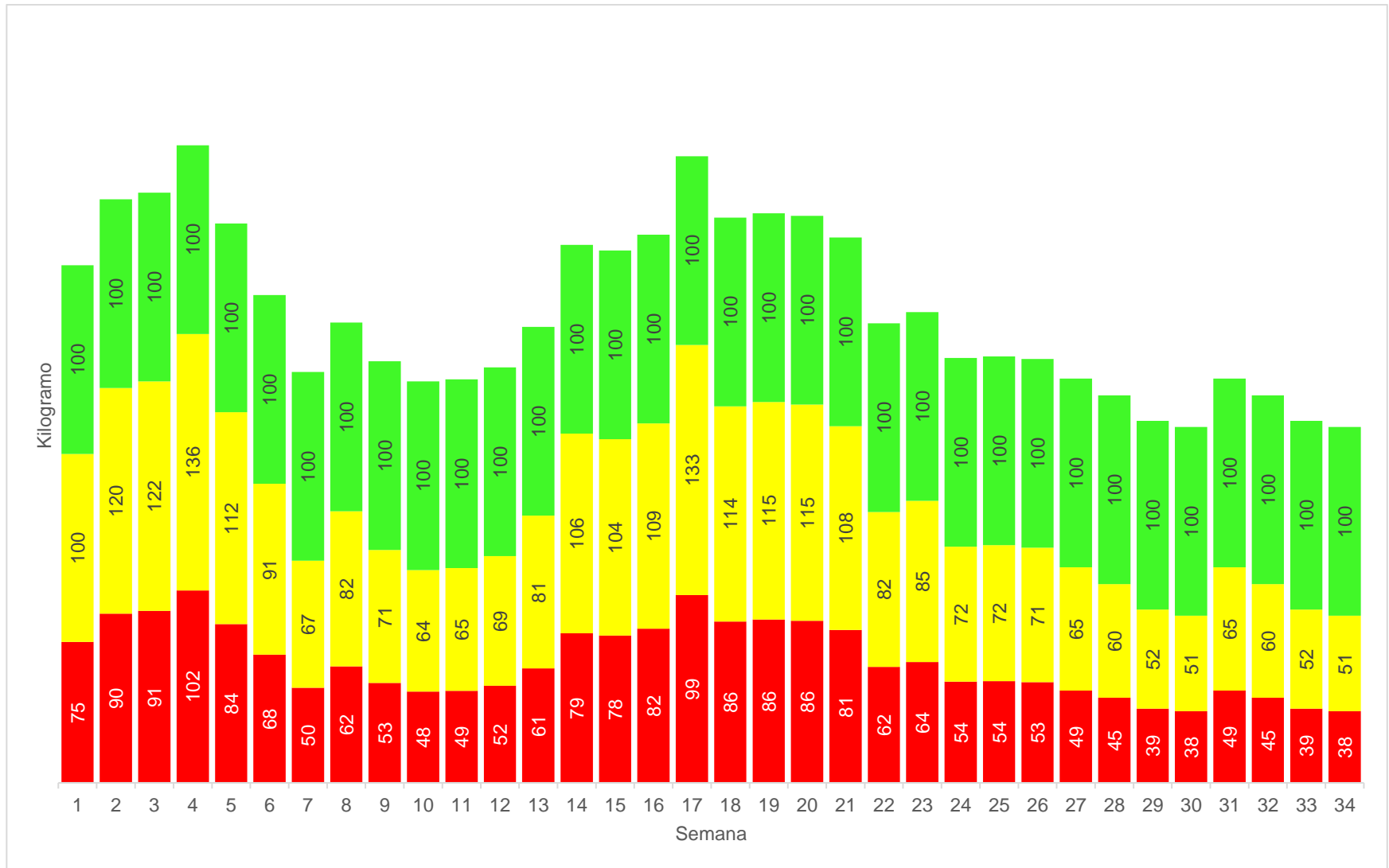
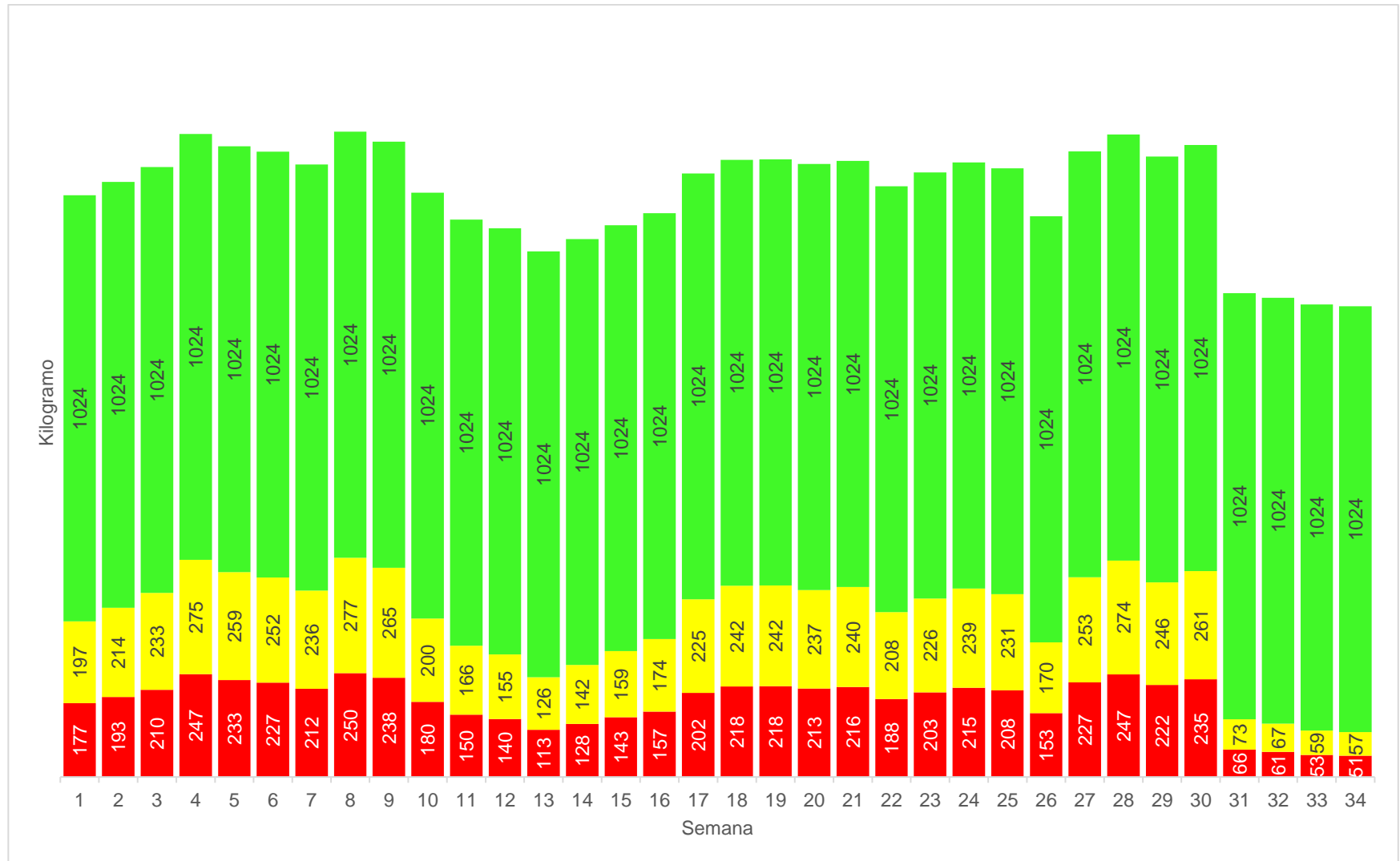


Figura 32. Ajuste dinámico de Alambre N°16 según ADU. Elaboración propia.



**Figura 33.** Ajuste dinámico de AlambIÓN 1/4" según ADU. Elaboración propia.

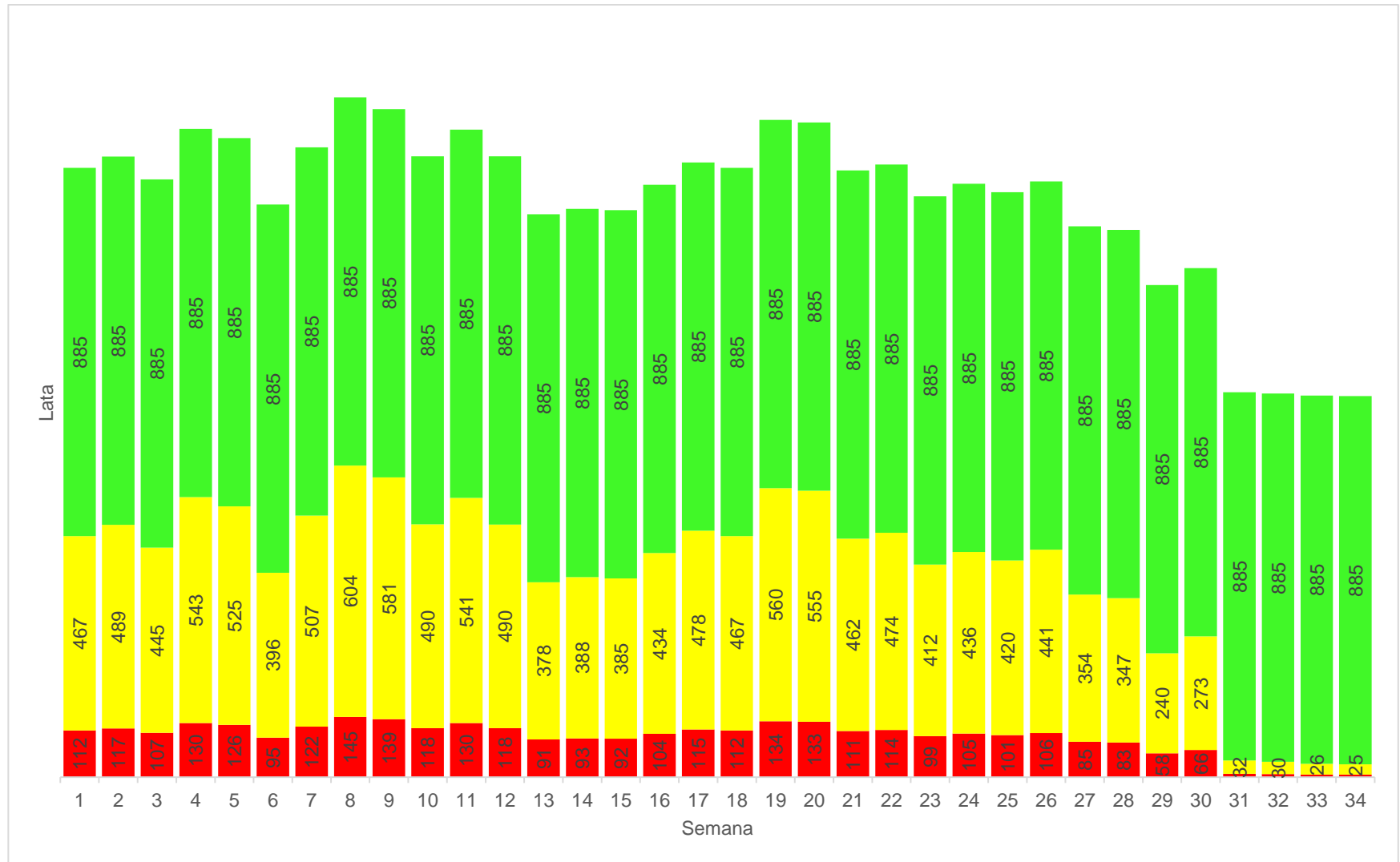


Figura 34. Ajuste dinámico de Arena según ADU. Elaboración propia.

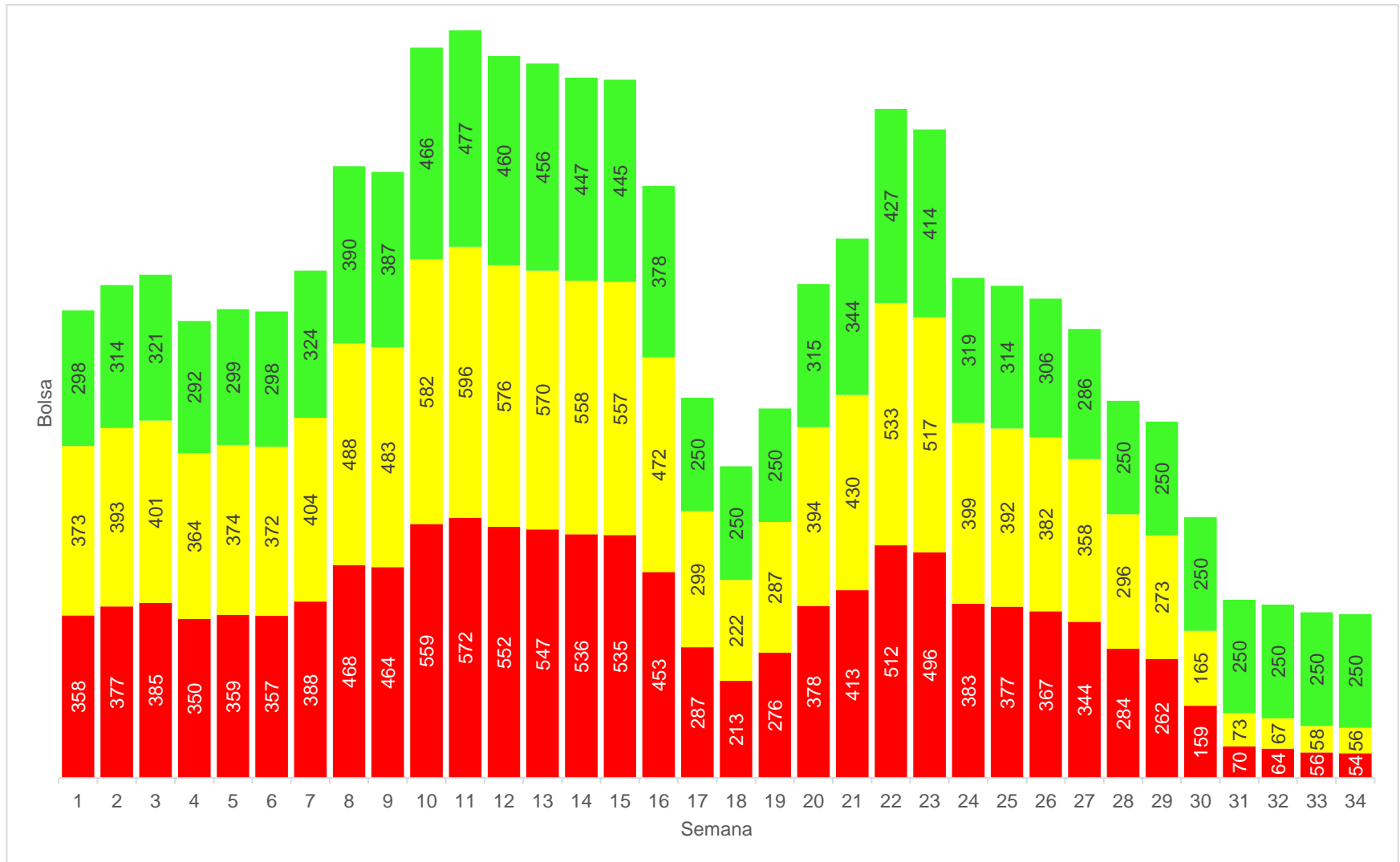


Figura 35. Ajuste dinámico de Cemento según ADU. Elaboración propia.

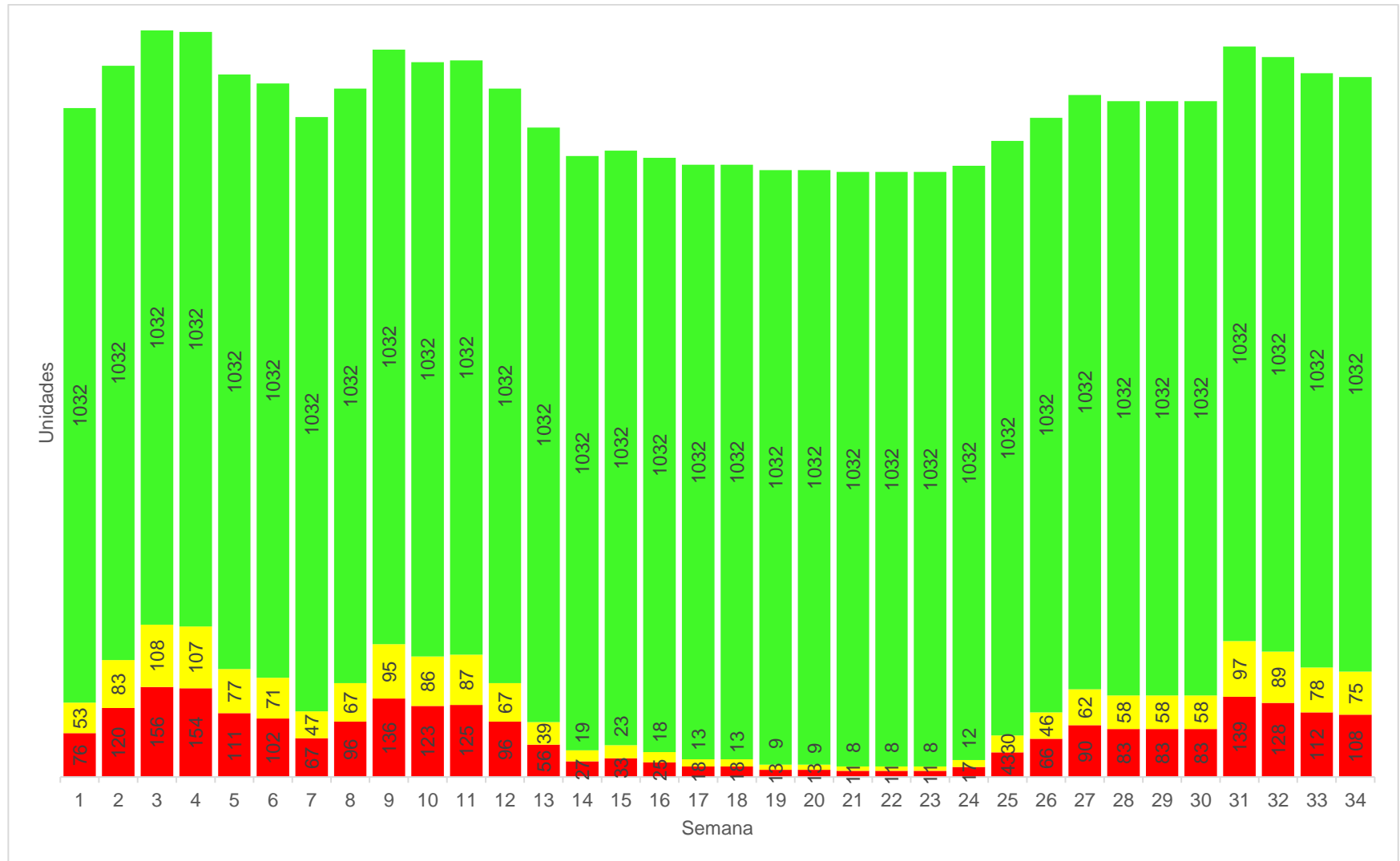


Figura 36. Ajuste dinámico de Hierro 06mm según ADU. Elaboración propia.

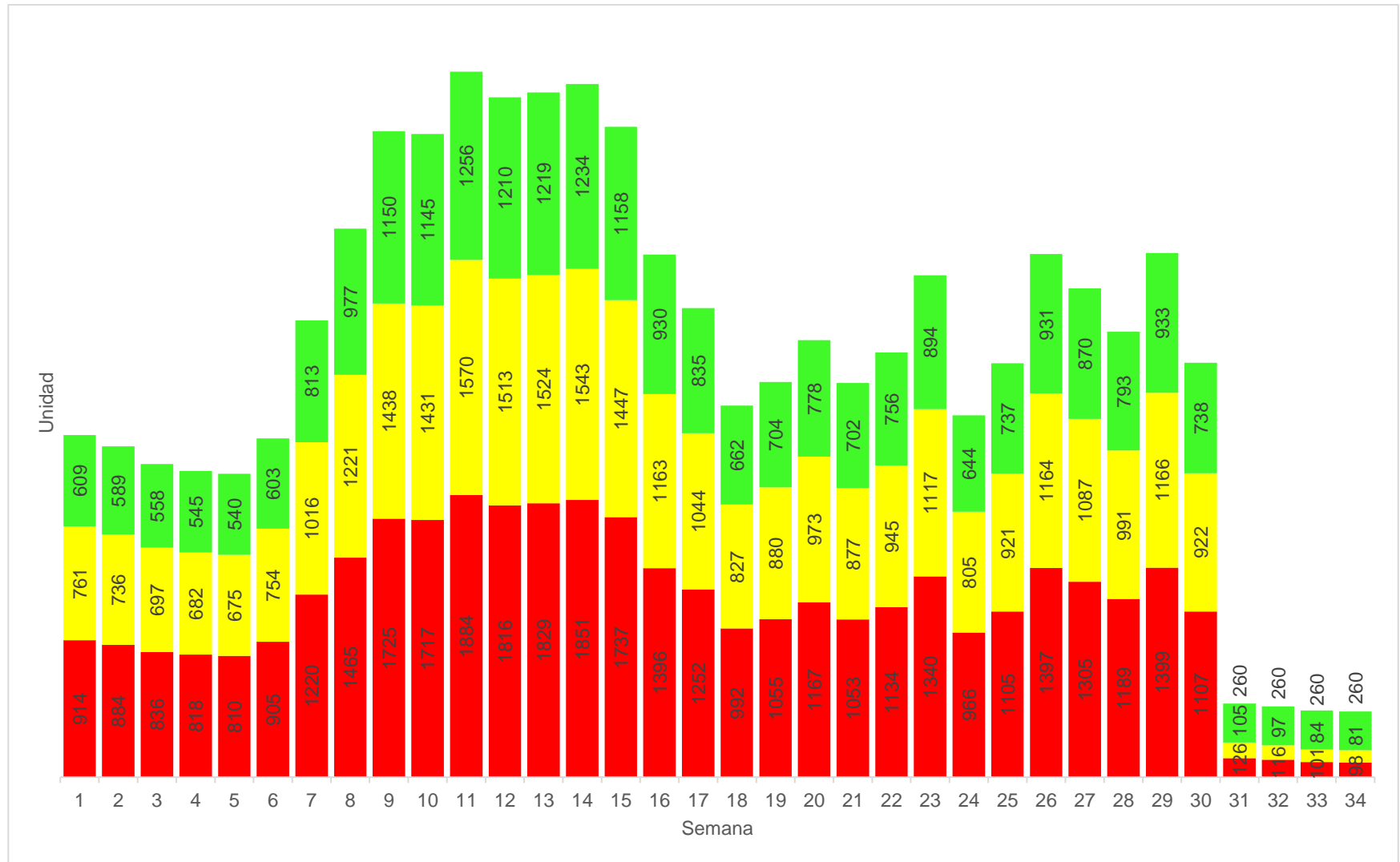


Figura 37. Ajuste dinámico de Hierro 12mm según ADU. Elaboración propia.



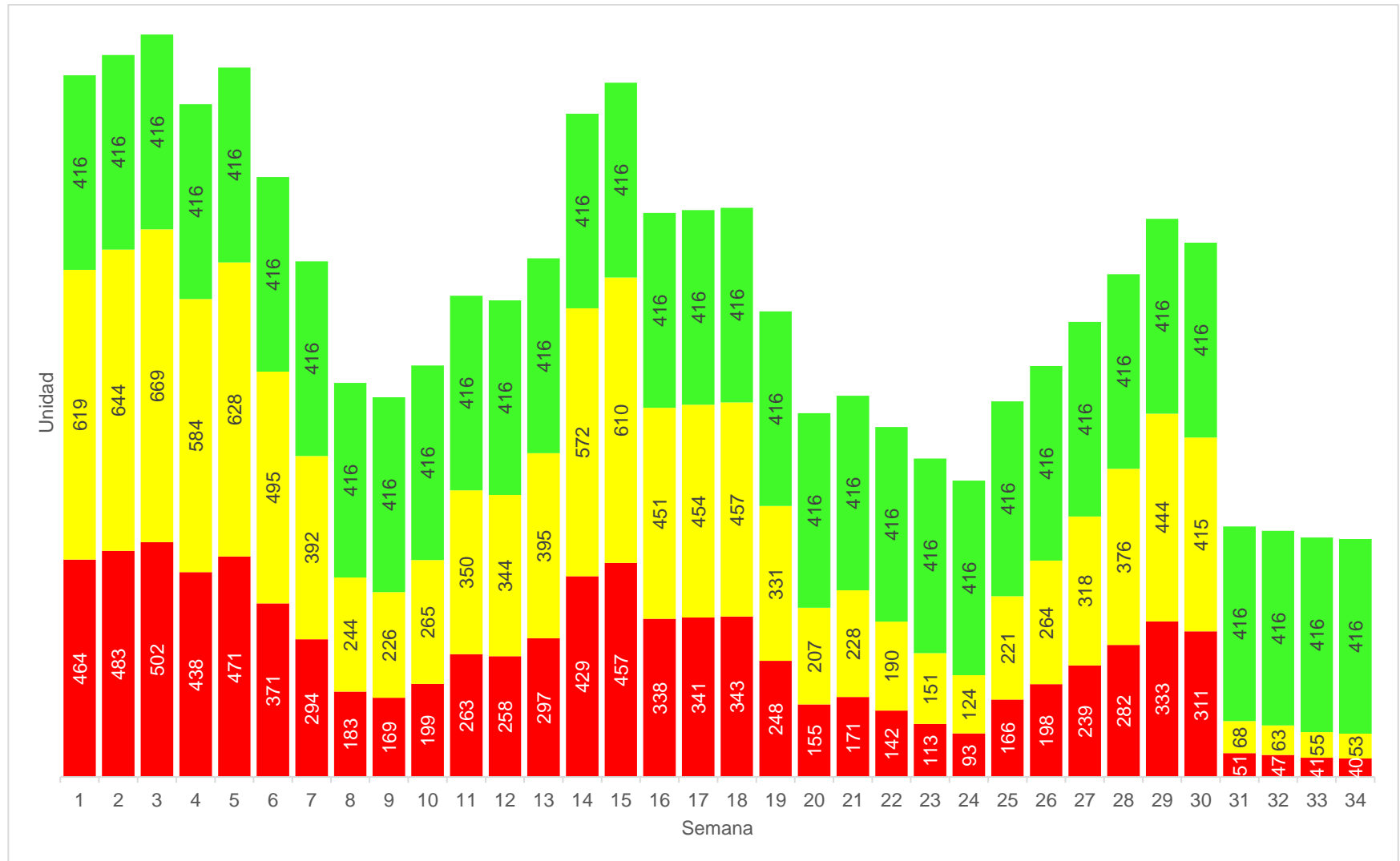


Figura 38. Ajuste dinámico de Hierro 3/8" según ADU. Elaboración propia.

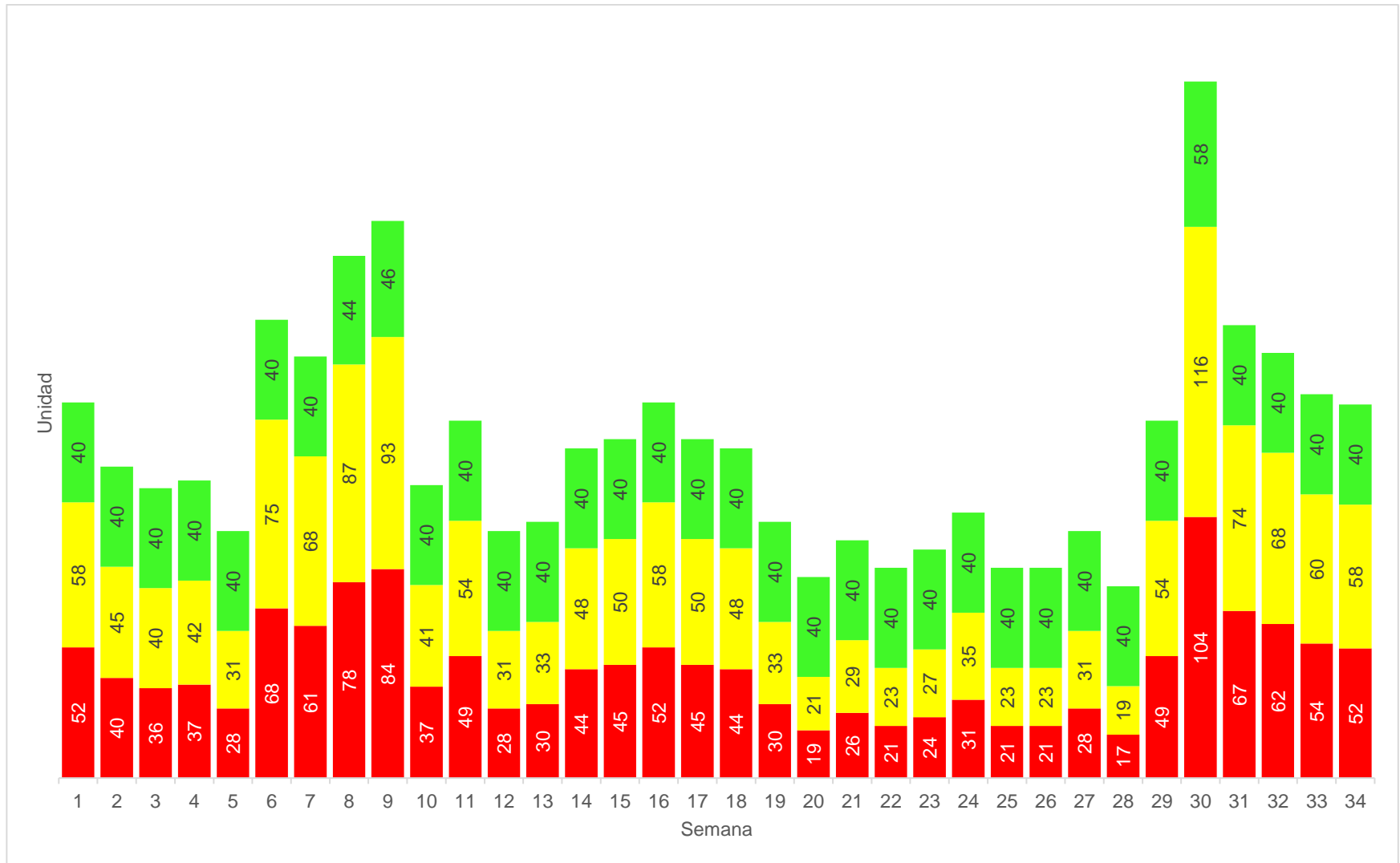


Figura 39. Ajuste dinámico de Hierro 5/8” según ADU. Elaboración propia.

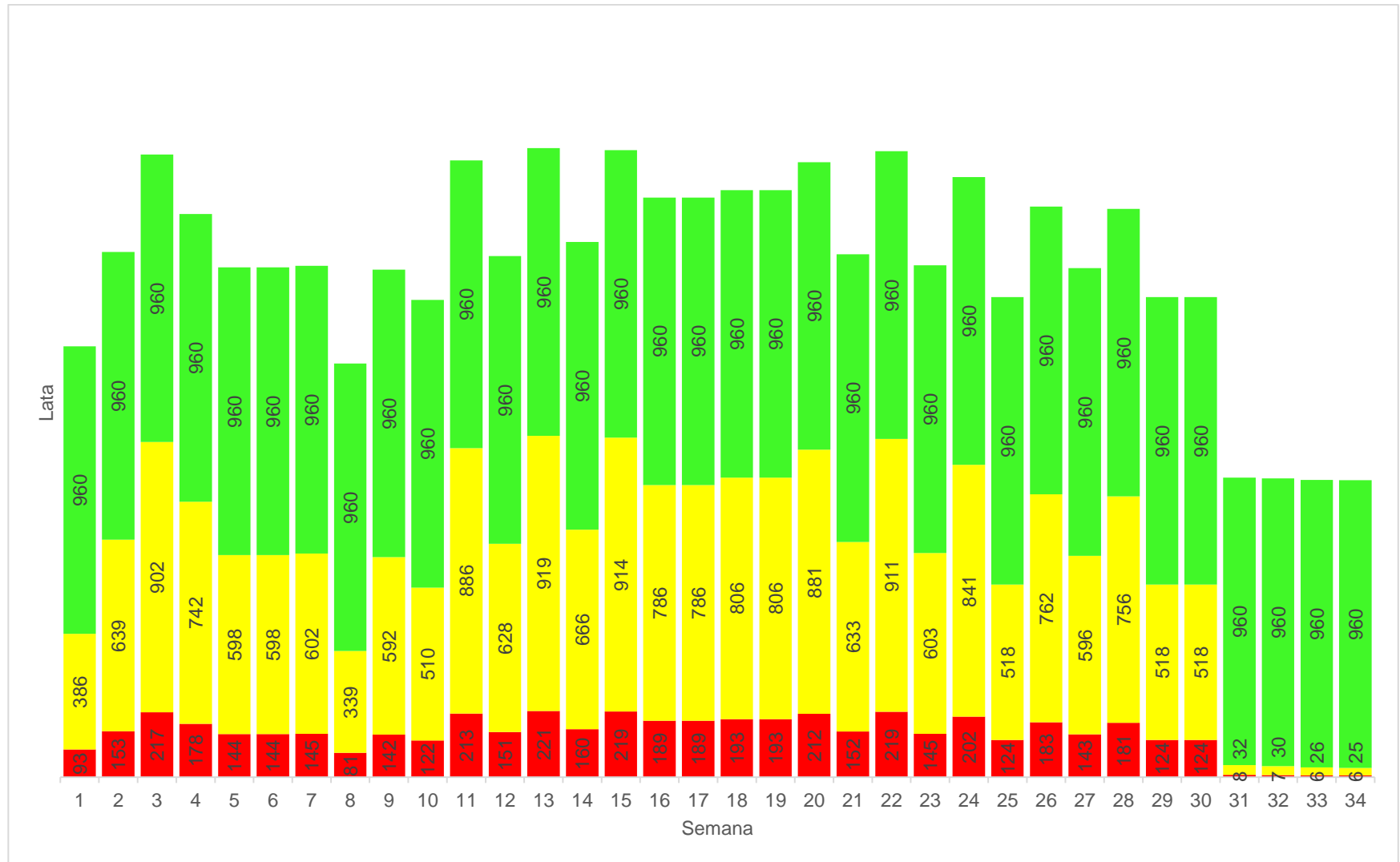


Figura 40. Ajuste dinámico de Gravilla según ADU. Elaboración propia.

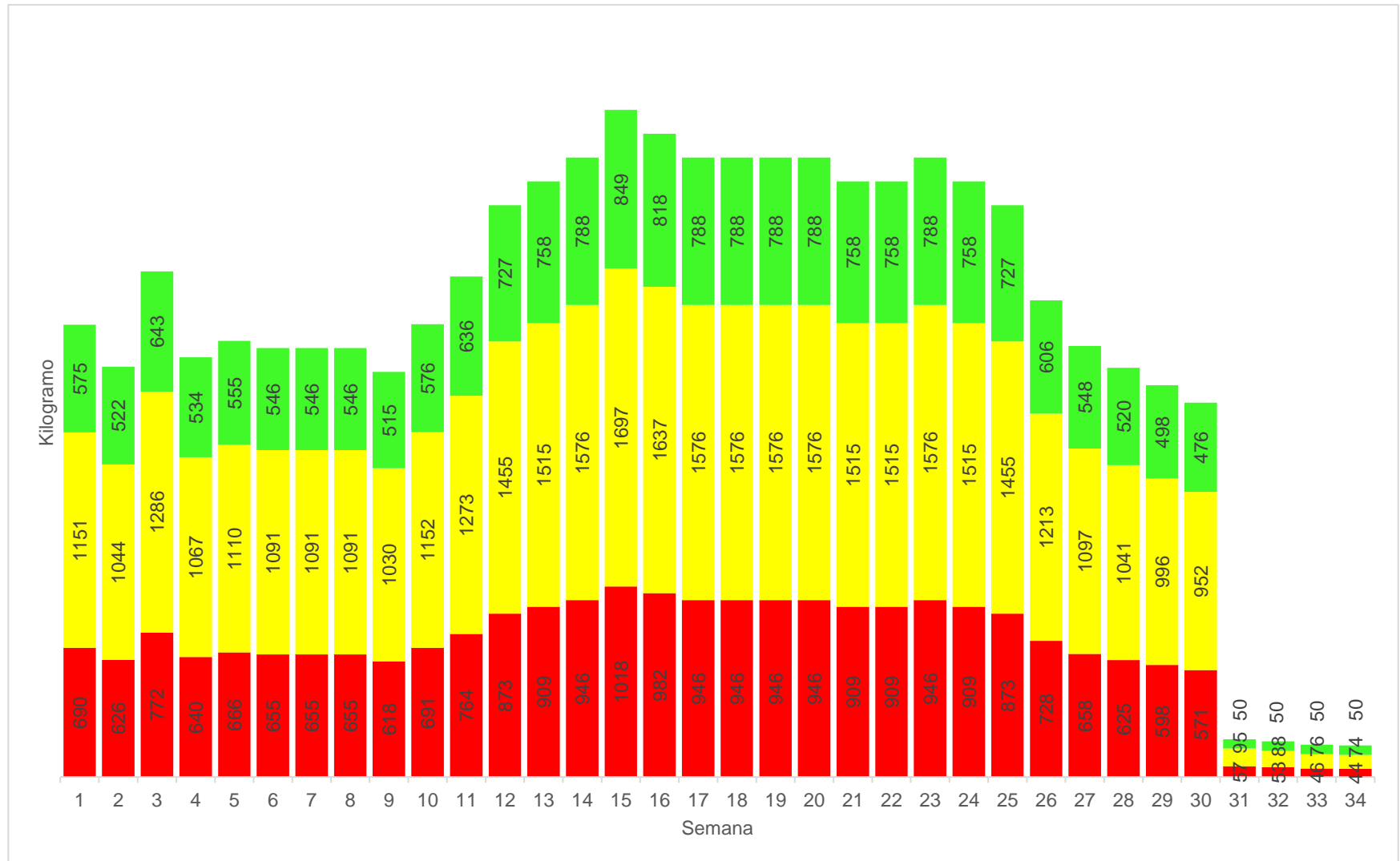


Figura 41. Ajuste dinámico de Carbón de piedra según ADU. Elaboración propia.

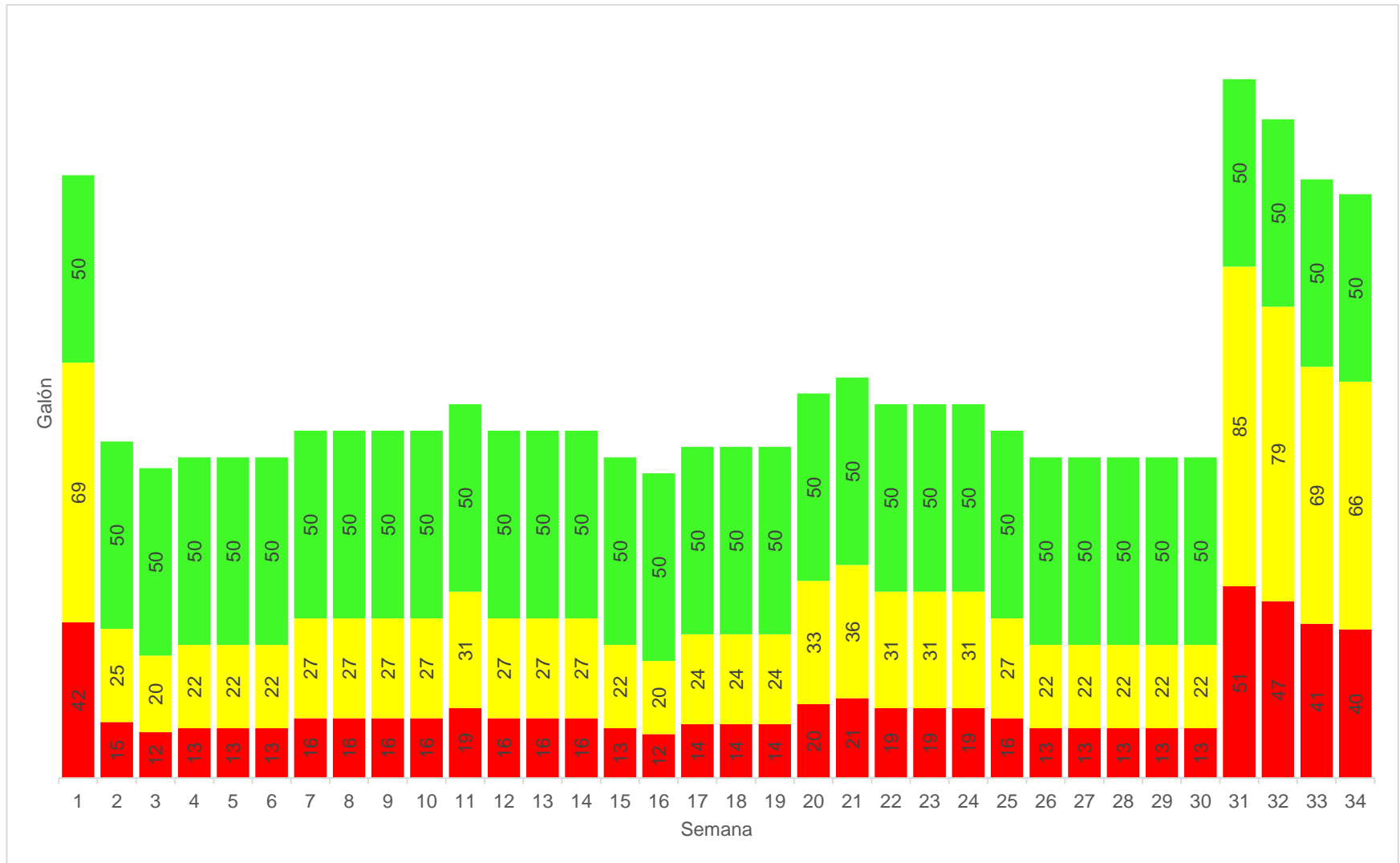


Figura 42. Ajuste dinámico de Petróleo según ADU. Elaboración propia.

D. Demand Driven Planing

Respecto al demand driven Planing, según Ptak y Smith (2011) consideran que el estado actual del inventario se evalúa posibles repercusiones negativas. Razón por la cual, los indicadores quedan definidos por las alertas que cumplen con los criterios específicos de pico, contra las órdenes de suministro abiertas o también denominadas orden de compra y las asignaciones de demanda que incluyen las órdenes de venta futuras.

Dentro de éste paso, se designará una característica a cada componente, los cuales pueden ser:

a) Piezas reabastecidas:

Se aplicará lo establecido en el punto B y C del presente apartado; tomando en cuenta las siguientes nomenclaturas: OTOG (“On Top Of Green”) = Sobre la parte superior de color verde, TOY (“Top Of Yellow”) = Parte superior de color amarillo y OUT (“Top Of Red”) = Desabastecidos.

b) Piezas reabastecidas sobre la marcha

Es similar a las piezas reabastecidas, solo que la única modificación se da los niveles de los buffer son estáticos

c) Piezas min-max (MM)

La designación se da para piezas menos estratégicas; su funcionalidad se da en que el punto mínimo es el lugar de reposición del pedido, y el punto máximo es el lugar a donde debe reponerse el producto.

Por otro lado, se definirá el cálculo de la demanda actual de la siguiente manera:

$\text{Demanda actual} = \text{Ventas/pedidos a hoy} + \text{Ventas atrasadas/Pedidos} + \text{Picos}$

Con lo mencionado anteriormente, se estableció una pantalla de planificación en tiempo real.

**Tabla 30.** Pantalla de planificación según Demand Driven Planning

Producto	Stock disponible	Suministro abierto	En almacén	Demanda	Suministro recomendado	Acción
Alambre 08	430 (77%)	100	330 (72%)	147	128	Sin acción
Alambre 16	311 (49%)	100	211 (33%)	165	428	Acelerar oferta abierta
Alambre 1/4"	1300 (58%)	1024	276 (12%)	165	2134	Acelerar oferta abierta
Arena	534 (33%)	0	534 (33%)	351	1084	Hacer nuevo pedido
Cemento	1066 (81%)	250	816 (62%)	125	500	Sin acción
Fierro 06 mm	633 (42%)	0	633 (42%)	39	874	Sin acción
Fierro 12 mm	2431 (76%)	780	1651 (51%)	195	1586	Hacer nuevo pedido
Fierro 3/8"	1555 (80%)	832	723 (37%)	243	1231	Hacer nuevo pedido
Fierro 5/8"	200 (81%)	40	160 (65%)	26	86	Sin acción
Gravilla	740 (33%)	0	740 (33%)	606	1636	Hacer nuevo pedido
Carbón	1894 (52%)	1050	1094 (28%)	347	2813	Acelerar oferta abierta
Petróleo	40 (37%)	0	40 (37%)	8	68	Hacer nuevo pedido

**Nota:** Detalle de planificación de 12 materias primas, con un 8.33% de alerta verde, 66.66% de alerta amarilla y 25% de alerta roja. Recuperado del programa de planificación DDMRP de la empresa Postes del Norte S.A.

## V.4. Medir los costos de almacenamiento después de la implementación

### A. Costo de ocupación

#### Costo de espacio utilizado

Como punto inicial, se detallan los costos de renta por espacio utilizado (m<sup>2</sup>), por lo cual se establece el siguiente análisis de los espacios utilizados después de la implementación. (Ver Tabla 31).

**Tabla 31**

*Espacios utilizados como almacenamiento de materia prima*

Almacén	Área ocupada (m <sup>2</sup> )					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Repuestos	25.01	19.68	6.72	6.30	6.75	4.95
Cemento	23.83	13.16	3.92	1.40	3.70	13.32
Rondanas I	1.23	4.94	12.16	12.80	5.20	1.30
Rondanas II	2.93	13.64	7.92	8.28	21.16	12.88
Fierro I	11.09	14.40	13.05	8.70	3.60	4.56
Fierro II	17.67	17.34	7.14	12.18	5.80	2.60
Alambre	6.02	1.98	2.86	7.80	9.60	18.56
Insumos	0.58	5.44	11.90	17.50	19.50	4.29
Carbón	5.69	28.05	19.89	7.80	5.00	13.75

**Nota:** Detalle de los espacios que se utilizan como almacenamiento de materias primas e insumos dentro de la empresa, así como sus dimensiones físicas según el largo y ancho, teniendo como multiplicación de las mismas el área ocupada para cada uno de los espacios detallados. Recuperado de los registros del espacio físico de la empresa Postes del Norte S.A. durante Abril de 2019 a Septiembre de 2019.



**Tabla 32**

*Costo por metro cuadrado de almacenamiento*

Área total del local (m <sup>2</sup> )	Costo de alquiler (Sole)	Costo por metro cuadrado (Soles/m <sup>2</sup> )
2'275	15'500	6.81

**Nota:** División entre el costo de alquiler mensual y el área total del local, teniendo un factor de costo por metro cuadrado (soles/m<sup>2</sup>). Recuperado del cierre contable y registro de funcionamiento de la empresa Postes del Norte S,A, durante Abril de 2019 a Septiembre de 2019.

Posterior a ello, se realiza una matriz de consolidación de costos, multiplicando el factor del costo por metro cuadrado y los metros cuadrados.

**Tabla 33**

*Costo por metro cuadrado de almacenamiento*

	Costo por área ocupada (S/)					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<b>Almacén</b>						
<b>Repuestos</b>	170.29	134.02	45.76	42.90	45.97	33.71
<b>Cemento</b>	162.28	89.62	26.70	9.53	25.20	90.71
<b>Rondanas I</b>	8.37	33.64	82.81	87.17	35.41	8.85
<b>Rondanas II</b>	19.95	92.89	53.94	56.39	144.10	87.71
<b>Fierro I</b>	75.51	98.06	88.87	59.25	24.52	31.05
<b>Fierro II</b>	120.34	118.09	48.62	82.95	39.50	17.71
<b>Alambre</b>	41.03	13.48	19.48	53.12	65.38	126.39
<b>Insumos</b>	3.92	37.05	81.04	119.18	132.80	29.21
<b>Carbón</b>	38.77	191.02	135.45	53.12	34.05	93.64
<b>Total</b>	640.45	807.87	582.66	563.60	546.91	518.99

**Nota:** Matriz de consolidación final del costo por área ocupada durante el periodo Abril – Septiembre 2019. Elaboración propia.

### Mantenimiento de almacenes

Dentro de la empresa, se cuenta con un almacenero que se encarga de realizar el mantenimiento y ordenamiento de los almacenes, en los cuales, se detallan las siguientes actividades.

**Tabla 34**  
*Actividades de almacenero*

Numeración	Descripción de la actividad
01.001	Limpieza de los almacenes de manera superficial
01.002	Recepción y cuantificación de materiales
01.003	Requerimiento de necesidades en almacén

Nota: Detalle de actividades de un almacenero relacionados al mantenimiento del almacén dentro de la empresa. Recuperado del Manual de Organizaciones y Funciones de la empresa Postes del Norte S.A.

Sin embargo, la actividad 01.001 y 01.002 han sido modificadas en su nivel de constancia, tomando en cuenta los siguientes valores después de la implementación de la metodología DDMRP dentro de la gestión de inventarios; ya que al tener una reducción del inventario dentro de los almacenes, el espacio a trabajar en la limpieza, así como en el control de ingresos de materiales ha disminuido.

**Tabla 35**  
*% de participación de dicha actividad en el mes*

Numeración	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1.001	13%	14%	13%	8%	16%	11%
1.002	16%	12%	18%	28%	17%	19%
1.003	22%	18%	18%	18%	13%	20%
<b>Total</b>	51%	44%	49%	54%	46%	50%

**Nota:** El costo del mantenimiento del almacén se traduce en pago de planilla de dicho colaborador, el cual ahora tiene un costo mensual de 465 nuevos soles; ya que actualmente trabaja la mitad de una jornada.

### Seguridad del almacén

Respecto a la seguridad del almacén, se consideran a continuación un detalle del costo que éstos representan.

**Tabla 36**

*Costos de seguridad del almacén*

Descripción	Costo (S/)					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<b>Depreciación de control biométrico</b>	220.34	220.34	220.34	220.34	220.34	220.34
<b>Planilla de vigilancia ponderada</b>	371.60	371.60	371.60	371.60	371.60	371.60
<b>Cámaras de video vigilancia</b>	330.05	330.05	330.05	330.05	330.05	330.05

**Nota:** Detalle de costos de seguridad dentro del almacén. Recuperado del cierre contable de la empresa Postes del Norte S.A. durante Abril de 2019 – Septiembre de 2019.

El costo total de la seguridad del almacén, según los datos expuestos en la Tabla 23, se traducen en S/. 921.99 nuevos soles todos los meses, teniendo una reducción en la depreciación del control biométrico, ya que existe la eliminación del almacén rondanas II; debido a que éstas han sido unificadas por su alto nivel de rotación de las mismas,

### Limpieza del almacén

Los costes relacionados a la limpieza del almacén, se segregan a un plan de limpieza anual se toman en cuenta tomando diferentes servicios de limpieza de los mismos; tales como la desratización, eliminación de desmonte, así como la eliminación de bolsas de cemento.

A continuación se adjunta el detalle de dichos costos a lo largo de la implementación de la metodología DDMRP dentro de la empresa Postes del Norte.

**Tabla 37**  
*Costos de limpieza del almacén*

Descripción	Costo (S/)					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<b>Servicio de desratización</b>	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
<b>Servicio de eliminación de desmonte</b>	77.91	77.91	77.91	77.91	77.91	77.91
<b>Servicio eliminación de bolsa de cemento</b>	104.17	104.17	104.17	104.17	104.17	104.17

**Nota:** Detalle de costos de limpieza del almacén. Recuperado del cierre contable de la empresa Postes del Norte S.A. durante Abril de 2019 – Septiembre de 2019.

El costo total de la limpieza del almacén, según los datos expuestos en la Tabla 24, se totalizan en S/ 242.08 nuevos soles.

#### **Equipos de almacenamiento**

Los costes relacionados a los equipos de almacenamiento, se identifican como la depreciación de los mismos

**Tabla 38**

*Costos de equipos de almacenamiento*

Descripción	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Depreciación de carretilla hidráulica	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00	58.00
Depreciación de software de almacén	78.05	78.05	78.05	78.05	78.05	78.05
Depreciación de equipos electrónicos	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50	47.50

**Nota:** Detalle de costos de depreciación de equipos. Recuperado del cierre contable de la empresa PdN S.A. durante Abril - Septiembre de 2019.

#### Costo de mantenimiento de stock

Los costos de mantenimiento de stock se definen como los costos que están relacionados con la estandarización o adecuación de los mismos para evitar el vencimiento u obsolescencia de los mismos. A continuación se detallan diferentes costos de adecuación de diferentes materiales. (Ver Tabla 39)

**Tabla 39**

*Costos de mantenimiento de stock*

Descripción	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Renovación de parihuelas	36.0	36.0	0.0	108.0	144.0	108.0
Renovación de listones de madera	51.0	51.0	51.0	76.5	76.5	25.5
Lijado de barras de construcción oxidados	13.4	33.9	20.5	11.3	67.5	34.9
Recuperación de cemento segregado	42.2	40.3	16.5	28.4	27.9	37.6
<b>Total</b>	142.6	161.2	88	224.2	315.9	206

**Nota:** Detalle de costos de adecuación de materia prima. Recuperado del Registro de boletas y facturas de pago de la empresa Postes del Norte S.A. durante Abril - Septiembre de 2019.

## B. Costo de manipulación

### Costo de mano de obra

Para dicho análisis, se debe proveer un costo de mano de obra dependiente o estable, y uno independiente; el primero hace mención al que corresponde por parte de la estructura organizacional del proceso de almacenamiento. Mientras que la mano de obra independiente hace mención al personal que corresponde por parte de la estructura organizacional de un proceso diferente, sin embargo, de manera intermitente realiza funciones dentro del proceso de almacenamiento, tomando en cuenta el tiempo que éste demora en realizar la manipulación de los materiales a su proceso, razón por la cual, corresponden a los costos de manipulación de los materiales.

El desglose del costo de mano de obra por manipulación de mano de obra se desagrega por los tres productos que tienen mayor nivel de manipulación dentro de los almacenes, los cuales son: Fierro, Alambre, Cemento y Rondanas.

Sin embargo, los costos de mano de obra dependiente se diferenciarán por los costos de capacitación que éstos poseen así como los costos de EPP's que éstos usan.

**Tabla 40**

*Costos de mano de obra dependiente*

Descripción	Costo (S/)					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<b>Costo de capacitaciones</b>	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
<b>Costo de EPP's</b>	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50	83.50

Nota: Detalle de costos de mano de obra dependiente. Recuperado del cierre contable de la empresa Postes del Norte S.A. durante el periodo Abril de 2019 – Septiembre de 2019.

**Tabla 41**  
*Costos de mano de obra independiente*

Descripción	Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre	
	Hora	S/	Hora	S/	Hora	S/	Hora	S/	Hora	S/	Hora	S/
<b>MO Fierro</b>	64.64	<b>250.48</b>	39.39	<b>152.64</b>	56.06	<b>217.21</b>	60.60	<b>234.83</b>	41.92	<b>162.42</b>	46.46	<b>180.03</b>
<b>MO Alambre</b>	1.62	<b>6.28</b>	2.27	<b>8.81</b>	2.88	<b>11.16</b>	1.73	<b>6.71</b>	2.75	<b>10.64</b>	2.45	<b>9.50</b>
<b>MO Cemento</b>	41.86	<b>162.21</b>	38.24	<b>148.17</b>	44.68	<b>173.13</b>	47.09	<b>182.48</b>	38.64	<b>149.73</b>	34.21	<b>132.57</b>
<b>MO Rondanas</b>	14.48	<b>56.09</b>	18.48	<b>71.61</b>	12.32	<b>47.74</b>	17.71	<b>68.63</b>	11.24	<b>43.56</b>	18.02	<b>69.82</b>
<b>Total</b>	<b>122.60</b>	<b>475.06</b>	<b>98.38</b>	<b>381.23</b>	<b>115.94</b>	<b>449.24</b>	<b>127.13</b>	<b>492.65</b>	<b>94.55</b>	<b>366.35</b>	<b>101.14</b>	<b>391.92</b>

**Nota:** Detalle de los costos relacionados al uso de mano de obra para manipular los materiales para poder abastecer al proceso productivo. Recuperado del registro de horas-hombre de la empresa Postes del Norte S.A. durante Abril de 2019 – Septiembre de 2019.

#### **Costo de equipos de manipulación**

Por otro lado, los costos de equipo, o también considerados como la depreciación de los mismos para la manipulación de los mismos, se desglosa por el uso de la carretilla hidráulica, y el costo mensual del uso de servicio de camión grúa. Sin embargo, el costo de depreciación de la carretilla hidráulica ya se encuentra dentro de los costos de equipos de almacenamiento, mientras que los costos mensuales de servicio de camión grúa se traducen a S/ 450.00 nuevos soles, lo cual representaría el costo de equipos de la manipulación de los mismos.

#### **C. Costo mensual de almacenamiento**

A continuación, se detalla un resumen de los costos mensuales de almacenamiento de la empresa. (Ver Tabla 42)

**Tabla 42**  
*Costos mensuales de almacenamiento (2018-2019)*

<b>Categoría de costo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Promedio (S/)</b>
<b>Ocupación</b>	C espacio utilizado	640.45	807.87	582.66	563.60	546.91	518.99	610.08
	C mantenimiento de almacén	465.00	465.00	465.00	465.00	465.00	465.00	465.00
	C seguridad del almacén	921.99	921.99	921.99	921.99	921.99	921.99	921.99
	C limpieza del almacén	242.08	242.08	242.08	242.08	242.08	242.08	242.08
	C equipos de almacenamiento	183.05	183.05	183.05	183.05	183.05	183.05	183.05
<b>Manipulación</b>	C mantenimiento de stock	142.6	161.2	88	224.2	315.9	206	189.65
	C mano de obra	475.06	381.23	449.24	492.65	366.35	391.92	426.07
	C equipos de manipulación	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00

**Nota:** Detalle de costos mensuales de almacenamiento. Registro del reporte de costos de almacenamiento de la empresa Postes del Norte S.A. durante Abril de 2019 – Septiembre de 2019.



## **V.5. Analizar económicamente la implementación**

### **A. Flujo de caja**

A continuación, se detalla el flujo de caja de la implementación de la mejora. (Ver Tabla 47).

Tabla 47.

Flujo de caja de implementación en el área de producción

Mes	Descripción	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
<b>EGRESOS:</b>								
	Recursos humanos		200	407	437	280	353	330
<b>Costos de inversión</b>	Bienes/Equipos	1838						
	Bienes/Materiales y servicios	416						
	Plan de capacitación		500	500	500	500	500	500
<b>TOTAL EGRESOS</b>		2254	700	907	937	780	853	830
<b>BENEFICIOS:</b>								
<b>Ahorro</b>	DDMRP		2990	2897	3128	2967	3019	3131
<b>TOTAL BENEFICIOS</b>			2990	2897	3128	2967	3019	3131
<b>Flujo mensual de caja</b>		-2254	2290	1991	2191	2187	2165	2301
<b>Número de periodo</b>			1	2	3	4	5	6

Nota. Elaboración propia

## B. Análisis económico

Respecto al análisis financiero, se establecen los siguientes indicadores: TIR, VAN y Análisis Beneficio-Costo; para lo cual se ha considerado una tasa TMAR de 1.53%.

- **Beneficio-Costo:** Respecto al análisis beneficio/costo se determinó el valor presente de los beneficios obtenidos con el proyecto, así como el valor presente de los costos de la implementación, obteniendo una relación Beneficio-Costo de 2.49; lo que quiere decir que por cada sol invertido, se obtendría como beneficio S/ 2.49 soles. (Ver Tabla 48)

Tabla 48.

*Indicador Beneficio-Costo*

Detalle	Cantidad
<b>Valor Presente Beneficios</b>	S/17,192.66
<b>Valor Presente Costo</b>	S/6,894.82
<b>Relación B/C</b>	2.49

**Nota.** Elaboración propia

- **Valor Actual Neto:** El VAN se calculó a partir del flujo de caja, transponiendo todas las cantidades futuras al presente, es decir, de los 6 meses de la implementación del proyecto al presente. El VAN de la implementación de mejora es de S/ 10'038.76 nuevos soles.
- **Tasa Interna:** El valor de la tasa interna de retorno es de 95%; es decir se tuvo un beneficio del 95% de lo invertido hasta el día de hoy sin ser retirado del proyecto.

Tabla 49.

*Indicador VAN y TIR*

Detalle	Cantidad
<b>Valor Actual Neto</b>	S/10,038.76
<b>Tasa Interna de Retorno</b>	95%

**Nota.** Elaboración propia

## V.6. Realizar prueba de hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis a analizar, se procedió inicialmente a recopilar la información obtenida en los objetivos anteriormente planteados respecto a los costos de almacenamiento antes y después de realizar la implementación. (Ver Tabla 46)

**Tabla 46**

*Costos mensuales de almacenamiento*

Tipo	Periodo	Costo mensual (S/) antes de la implementación	Costo mensual (S/) después de la implementación
Primera muestra	Octubre 2018	S/. 6'702.47	
	Noviembre 2018	S/. 6'640.10	
	Diciembre 2018	S/. 6'347.52	
	Enero 2019	S/. 5'922.03	
	Febrero 2019	S/. 6'846.80	
	Marzo 2019	S/. 6'600.49	
Segunda muestra	Abril 2019		S/. 3'520.23
	Mayo 2019		S/. 3'612.42
	Junio 2019		S/. 3'382.02
	Julio 2019		S/. 3'542.57
	Agosto 2019		S/. 3'491.28
	Septiembre 2019		S/. 3'379.03

**Nota:** Detalle de costos mensuales de almacenamiento. Elaboración propia.

Después de ello, se procedió a obtener datos estadísticos de las muestras (Ver Tabla 47)

**Tabla 47**

*Datos estadísticos de las muestras*

Grupo de estudio	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Costos antes de la implementación	6	S/. 6'509.90	S/. 330.97	S/. 135.12
Costos después de la implementación	6	S/. 3'487.92	S/. 92.32	S/. 37.69

**Nota:** Datos estadísticos de las muestras. Recuperado del software estadístico SPSS.

A continuación, se realizó la prueba de normalidad para los dos grupos de estudio, tomando en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de muestra es menor a 30. Además, se debe comparar el p-valor o también denominado significancia y el error estadístico, el cual es 5%. (Ver Tabla 52)

**Tabla 47**  
*Prueba de normalidad de las muestras*

Grupo de estudio	Shapiro- Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Costos antes de la implementación	0.823	6	0.094
Costos después de la implementación	0.917	6	0.485

**Nota:** Valor estadístico, grado de libertad y nivel de significancia de los grupos estadísticos según la prueba Shapiro-Wilk. Recuperado del Software estadístico SPSS.

Según los datos obtenidos en la tabla 48, se procede a aplicar el procedimiento de validación de normalidad de los datos de estudio. (Ver Tabla 49)

**Tabla 49**  
*Procedimiento de validación de Normalidad de los datos*

<b>Hipótesis planteadas:</b>	
<b>H<sub>0</sub>:</b> Los datos provienen de una distribución normal	
<b>H<sub>1</sub>:</b> Los datos no provienen de una distribución normal	
<b>P-valor (Costos antes)= 0.094</b>	<b>α = 0.05</b>
<b>P-valor (Costos después) = 0.485</b>	<b>α = 0.05</b>

**Conclusión:**

Debido a que el p-valor es mayor que el nivel de significancia para ambos grupos de estudio, se concluye que ambos grupos de datos se distribuyen normalmente.

**Nota:** Comparación entre el p-valor y nivel de significancia para contrastar hipótesis de normalidad de datos. Recuperado del Software estadístico SPSS.

Posterior a ello, se procede a realizar la prueba t de Student para las dos muestras de estudio, obteniendo inicialmente los datos de la prueba de Levene, siendo el más representativo el nivel de significancia que se obtiene en dicha prueba. (Ver Tabla 50)

**Tabla 50**  
*Prueba de Levene de igualdad de varianzas*

Grupo de estudio	Prueba de Levene				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	T	gl	Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2.746	0.128	42.58	10.000	S/. 3'021.98	S/. 3'180.11
No se asumen varianzas iguales			42.58	8.403	S/. 3021.98	S/. 3'184.28

**Nota:** Nivel de significancia, grados de libertad y otros datos del análisis de varianza. Recuperado del Software estadístico SPSS.

Según los datos obtenidos en la tabla 50, se procede a aplicar el procedimiento de validación de la igualdad de varianzas. (Ver Tabla 51)

**Tabla 51**

*Procedimiento de validación de igualdad de varianzas*

**Hipótesis planteadas:**

**H<sub>0</sub>:** Se asumen varianzas iguales

**H<sub>1</sub>:** Existe diferencia significativa entre la varianzas

<b>P-valor = 0.128</b>	<b><math>\alpha = 0.05</math></b>
------------------------	-----------------------------------

**Conclusión:**

Debido a que el p-valor es mayor que el nivel de significancia, se considera que ambos grupos de estudio tienen varianzas iguales; por lo tanto, se tomarán los resultados t de Student bajo éste supuesto.

**Nota:** Comparación entre el p-valor y nivel de significancia para contrastar hipótesis de igualdad de varianzas. Recuperado del Software estadístico SPSS.

Posterior a ello, se procede a obtener los datos del nivel de significancia obtenidos en la prueba t de Student. (Ver Tabla 52)

**Tabla 52**

*Prueba t de Student para igualdad de medias*

Grupo de estudio	Prueba t para igualdad de medias		
	Sig. (Unilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales	0.000	S/. 3'021.98	S/. 70.97
No se asumen varianzas iguales	0.000	S/. 3'021.98	S/. 70.97

**Nota:** Nivel de significancia, diferencia de medias y diferencia de error estándar de los grupos de varianzas iguales y supuesto de varianzas no iguales. Recuperado del Software estadístico SPSS.

Según los datos obtenidos en la tabla 52, se procede a aplicar el procedimiento de contrastación de la hipótesis planteada en la presente investigación para realizar una decisión estadística.

A continuación se detalla la hipótesis nula y la hipótesis alternativa:

- H<sub>0</sub>: No existe una diferencia significativa en los costos de almacenamiento en la empresa Postes del Norte S.A. antes y después de la implementación durante el periodo 2018-2019 en la ciudad de Trujillo.

- $H_1$ : Existe una reducción de los costos de almacenamiento en la empresa Postes del Norte S.A. antes y después de la implementación durante el periodo 2018-2019 en la ciudad de Trujillo.

**Tabla 53**

*Procedimiento de contrastación de hipótesis*

**Hipótesis planteadas:**

- $H_0$ : Se acepta la hipótesis nula cuando el p-valor  $> 0.05$
- $H_1$ : Se acepta la hipótesis alterna cuando el p-valor  $< 0.05$

<b>P-valor = 0.000</b>	<b><math>\alpha = 0.05</math></b>
------------------------	-----------------------------------

**Conclusión:**

Debido a que el p-valor es menor que el nivel de significancia, se procede a rechazar la hipótesis inicial, considerando así que existe una reducción en los costos de almacenamiento en la empresa Postes del Norte S.A. antes y después de la implementación durante el año 2018-2019 en la ciudad de Trujillo.

**Nota:** Comparación entre el p-valor y nivel de significancia para contrastar hipótesis de la investigación. Recuperado del Software estadístico SPSS.

## VI. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados, el nivel de rotación de mercancías es de 1.6 veces en algunos productos, los cuales se consideran valores reducidos para una empresa de manufactura. Esto tomando como referencia los resultados de Pérez (2018), quien tenía un nivel de rotación de mercancías de 2.28 veces al momento de realizar el diagnóstico de la rotación de sus productos críticos en una empresa de insumos alimenticios en Perú durante el año 2018.

Por otro lado, respecto a los costos de almacenamiento, según Richards (2014) establece que el costo de ocupación debe representar el 25% del total del costo de almacenamiento, sin embargo en el diagnóstico inicial que se realizó a la estructura de costos como parte de su diagnóstico, se pudo identificar que éste tuvo un nivel de participación de 84% siendo dicho valor demasiado elevado para la estructura de costos que normalmente debería mantener una empresa de manufactura, la cual al igual que se detalla líneas arriba debe ser de 25% como máximo.

Así mismo, la presente investigación está de acuerdo con lo mencionado con los resultados obtenidos por Kortobarria, Apaolaza y Lizarralde (2008), los cuales mencionan que después de la implementación de la metodología DDMRP el stock físico se redujo en 24.34%, en nuestro caso, nuestros inventarios en stock físico tuvieron una reducción sostenida de un 30% en los cuatro meses de implementación. Sin embargo, respecto a lo mencionado por Shofa y Widyarto (2017) mencionan que tuvieron una reducción de 66%, lo cual resulta un valor demasiado elevado para nuestro caso; ya que éste valor duplica al resultado obtenido por la presente investigación.

En referencia al resultado obtenidos de los costos de almacenamiento después de la implementación, se establece en la investigación de Nail (2016) un valor de reducción de 17.85%, siendo un valor por debajo del obtenido por la presente investigación, la cual se encuentra en una reducción del 45.80%; sin embargo, es importante acotar, que para nuestra investigación solo se detallaron 12 componentes como parte de la investigación, mientras que en la suya tuvo que estudiar 319 productos; teniendo un campo de acción más elevado.

Respecto al análisis económico de la implementación, se pudo identificar que en la investigación de Vilela (2018), éste tuvo una relación de Costo-Beneficio de 103.9; mientras que en nuestra investigación se obtuvo un valor de 2.49. Respecto al VAN y TIR, la investigación de Vilela (2018) tuvo valores de S/ 333'005.00 y 911% respectivamente, mientras que en la presente investigación, ésta tuvo valores de S/ 10'038.76 y 95%.

Respecto a la prueba de hipótesis, se obtuvo que la comparación de los resultados entre los costos de almacenamiento antes y después de la implementación de la metodología presentaba una reducción, la cual fue evidenciada a través de la prueba t de Student. Dichos resultados al ser comparados con los obtenidos por Vilela (2018) y Miclo, Fontalini, Lauras, Lamothe y Milian (2016), terminan siendo congruentes, ya que se obtuvo el mismo resultado al realizar dicha implementación, la cual fue la reducción de sus costos de almacenamiento.



## VII. CONCLUSIONES

1. Se logró demostrar que la implementación de gestión de inventarios basado en la metodología "*Demand Driven Material Requirement Planning*" sí reduce los costos de almacenamiento siendo su relación Beneficio/Costo de 2.49, cumpliendo así lo indicado en la hipótesis de la presente investigación.
2. Se realizó el diagnóstico inicial de la gestión de inventarios, encontrando una gestión ineficiente de la misma con un elevado valor de obsolescencia de la materia prima, así como la rotación de la misma; así como las variables de mayor impacto en la gestión, las cuales son el índice de obsolescencia y la rotación de mercancías.
3. Se realizó el diagnóstico inicial de los costos de almacenamiento, identificando una estructura de costos inadecuada para la organización con un valor del 85% del costo de ocupación respecto al costo total de almacenamiento.
4. Se evaluó el beneficio económico de la implementación en un horizonte de 06 meses estudio, y se obtuvo un valor VAN de S/ 10'038.76, TIR de 95% y relación del B/C de 2.49, de esta manera se logró demostrar que es viable económicamente.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

1. Aplicar la metodología de “*Demand Driven Material Requirement Planning*” a otros procesos dentro de la empresa y en las demás sedes de la empresa Postes del Norte S.A.
2. Ampliar el alcance de la propuesta a otras empresas del sector, que tengan actividades económicas de manufactura y que requieran reducir sus costos de almacenamiento a través de una metodología efectiva en la gestión de inventarios; así mismo, que les permita identificar oportunidades de mejora dentro de su proceso de abastecimiento.

## IX. LISTA DE REFERENCIAS

- American Production and Inventory Control Society (14) (2013). *APICS dictionary*. Illinois, Estados Unidos: APICS.
- Bureau Veritas. (2009) *Logística Integral*. Madrid, España: FC Editorial.
- Cruz, A. (2017). *Gestión de inventarios*. Málaga, España: IC Editorial.
- Flamarique, S. (2018). *Gestión de existencias en el almacén*. Barcelona, España: Marge Books.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. (5.ª ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Ihme, M. y Stratton, R. (2015). *Evaluating Demand Driven MRP: a case based simulated study*. Nottingham, Inglaterra: Nottingham Trent University
- Kortabarría, A., Apaolaza, U y Lizarralde, A. (2018). *Demand Driven MRP - Nuevo método para la gestión de la Cadena de Suministro: un estudio de caso*. *Dirección y Organización. Revista de Ingeniería de Organización*, 1(67), 22-29.
- Maleón, M. (2008). *Gestión de Stock. Excel como herramienta de análisis*. Madrid, España: Díaz de Santos.
- Miclo, R., Fontanili, F., Lauras, M., Lamothe, J. y Milian, B. (2016). *An empirical comparison of MRPII and Demand-Driven MRP*. IFAC-PapersOnLine.
- Nail, A. (2016). *Propuesta de mejora para la gestión de inventarios de Sociedad Repuestos España Limitada* (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/bpmfcin156p/doc/bpmfcin156p.pdf>
- Pérez, A. (2018). *Diseño de un modelo de Gestión Demand Driven – MRP, para el proceso de compras de materias primas de una empresa de insumos alimenticios* (Tesis de maestría). Recuperado de [https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/2180/TG\\_ELE\\_10.pdf?sequence=1](https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/2180/TG_ELE_10.pdf?sequence=1).
- Richards, G. (2º) (2014). *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. London, United Kingdom: Kogan Page Limited.
- Román, R. (2017). *Estudio del DDMRP (Demand Driven Materials Requirement Planning)* (Tesis de maestría). Recuperado de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/23305/1/TFM-P-529.pdf>.
- Shofa, M. y Widyarto W. *Effective production control in an automotive industry: MRP vs. Demand-driven MRP*. *AIP Conference Proceedings*, 1855, pp. 10. doi: <http://doi.org/10.1063/1.4985449>

- Smith, C. y Ptak, C. (2016). *Demand Driven Material Requirements Planning* (DDMRP). Connecticut, Estados Unidos: Industrial Press.
- The World Bank (2019). *Access to electricity (% of population)*. Estados Unidos: World Bank Group. Recuperado de <https://data.worldbank.org/indicador/eg.elc.accs.zs>
- The World Bank (2019). *Access to electricity, rural (% of rural population)*. Estados Unidos: World Bank Group. Recuperado de <https://data.worldbank.org/indicador/EG.ELC.ACCS.RU.ZS>
- The World Bank (2019). *Access to electricity, urban (% of urban population)*. Estados Unidos: World Bank Group. Recuperado de <https://data.worldbank.org/indicador/EG.ELC.ACCS.UR.ZS>
- Vilela, J. (2018). Propuesta de mejora en la gestión de inventarios para la reducción de vencimientos en una empresa de consumo masivo. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/624479>

**ANEXOS**
**ANEXO A. FLUJO DE CAJA**
**ANEXO A1. Costo de implementación**

A continuación se detallan los gastos que se incurrirán en el desarrollo de la presente investigación (Ver Tabla A1).

Tabla A1.

*Presupuesto de investigación*

<b>Recursos</b>	<b>Cant.</b>	<b>UM</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>Computadora portátil</b>	1	unid	S/ 3.200,00	S/ 1'537,34
<b>Impresora</b>	1	unid	S/ 150,00	S/ 50,67
<b>Smartphone</b>	1	unid	S/ 650,00	S/ 250,00
<b>Escritorio</b>	1	unid	S/ 400,00	S/ 40,00
<b>Silla</b>	1	silla	S/ 50,00	S/ 7,14
<b>Papel bond</b>	1	millar	S/ 25,00	S/ 25,00
<b>Fólder</b>	15	unid	S/ 0,50	S/ 7,50
<b>Lapiceros</b>	1	caja	S/ 22,00	S/ 22,00
<b>Lápiz</b>	2	unid	S/ 1,50	S/ 3,00
<b>Resaltador</b>	1	unid	S/ 3,00	S/ 3,00
<b>Borrador</b>	2	unid	S/ 1,00	S/ 2,00
<b>Corrector</b>	2	unid	S/ 2,00	S/ 4,00
<b>Grapas</b>	1	caja	S/ 2,00	S/ 2,00
<b>Tinta de impresora</b>	1	unid	S/ 40,00	S/ 40,00
<b>Combi</b>	40	viaje	S/ 1,50	S/ 60,00
<b>Taxi</b>	20	viaje	S/ 4,00	S/ 80,00
<b>Alimentación diaria</b>	30	veces	S/ 4,00	S/ 120,00
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 2.253,65</b>

**Nota.** Elaboración propia

Por otro lado, a continuación se detalla la utilización de mano de obra respecto a las actividades realizadas dentro de la investigación. (Ver Tabla A2).

Tabla A2.

*Descripción de actividades*

Actividades	Horas a utilizar
1. Diagnosticar gestión de inventarios	24
2. Diagnóstico costos de inventarios	24
3. Implementar metodología DDMRP	0
3.1. Posicionamiento estratégico del inventario	32
3.2. Perfiles y niveles de búfer	24
3.3. Ajustes dinámicos	32
3.4. Demand Driven Planning	36
3.5. Ejecución visible y colaborativa	12
4. Análisis económico de la propuesta	24
<b>Total de horas</b>	<b>208</b>

**Nota.** Elaboración propia

Considerando un salario nominal de 2000 soles por 208 horas de trabajo, se considera un costo de recurso humano del salario nominal.

Por otro lado, se planteó un costo mensual de capacitación de S/ 3000.00 con un plan de 12 capacitaciones distribuidos en 3 meses, así como el seguimiento de 3 meses adicionales a través de asesorías respecto a la implementación de la metodología *Demand Driven Material Requirements Planning*.

A continuación, se detalla el resumen del costo final de la inversión. (Ver Tabla A3).

Tabla A3.

*Costo resumido de recursos de investigación*

Recursos	Costo total
<b>Capacitación</b>	S/ 3'000.00
<b>Recursos humanos</b>	S/ 2'000.00
<b>Bienes/Equipos</b>	S/ 1'838.00
<b>Bienes/Materiales</b>	S/ 415.65
<b>Total</b>	<b>S/ 6'253.65</b>

**Nota.** Elaboración propia

## ANEXO A2. Flujo de caja: Beneficio económico

Para poder proceder a realizar el flujo de caja; a continuación se detalla un cuadro resumen de los beneficios obtenidos con la implementación. (Ver Tabla A4)

Tabla A4.

*Resumen de beneficio económico de implementación*

Descripción del costo	Costo promedio (S/)	Costo real (S/)	Beneficio económico (S/)
<b>Beneficio Abril</b>	S/. 6'509.90	S/. 3'520.23	S/. 2'989.67
<b>Beneficio Mayo</b>	S/. 6'509.90	S/. 3'612.42	S/. 2'897.48
<b>Beneficio Junio</b>	S/. 6'509.90	S/. 3'382.02	S/. 3'127.88
<b>Beneficio Julio</b>	S/. 6'509.90	S/. 3'542.57	S/. 2'967.33
<b>Beneficio Agosto</b>	S/. 6'509.90	S/. 3'491.28	S/. 3'018.62
<b>Beneficio Septiembre</b>	S/. 6'509.90	S/. 3'379.03	S/. 3'130.87

**Nota.** Elaboración propia