

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA  
LOGÍSTICO DEL SERVICIO DE LIMPIEZA DE LA PUCP**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero**

**Industrial**

**AUTOR:**

Carlos Miguel Ruiz Bello

**ASESOR:**

Jorge Roberto Caro Paccini

Lima, junio, 2021

## **Agradecimientos**

El estar en esta sección significa que Dios me dio la oportunidad de estar a poco de terminar uno de los proyectos que más esfuerzo me ha demandado. En ese sentido, quiero agradecerle por haber puesto en mi camino a maravillosas personas que contribuyeron en distintas etapas y de diferentes formas en la culminación de este trabajo. Agradezco por toda mi familia, por mis padres, Maximo Ruiz y Susy Bello, por ser mi sostén emocional a lo largo de este tiempo; por mi hermana, Bixania, que sin darse cuenta es una pieza fundamental en mi vida; por mi hermano Enrique, por ser con quien comparto muchas de mis pasiones. Agradezco por mis compañeros de trabajo, por José Pinedo y Michael Llaja, quienes me apoyaron en la base de esta tesis; por Arturo del Solar, Niels Yupanqui y Margie Tarazona, quienes son grandes profesionales que me aportaron y en el caso de Margie, aún me sigue aportando en demasía en mi desarrollo profesional. Por mi asesor de Tesis, Jorge Caro, quien estuvo atento estos dos años, desde el primer día hasta el último. Por mis amigos de la Universidad y de la vida, especialmente, por Jorge Espejo, quien hoy ya no está con nosotros, pero que sigue alentándome a terminar este gran Proyecto; y también por Dhanía, amiga de toda la vida. Por último y no menos importante, por la personita que me acompañó en este último tramo y con quien me gustaría pasar el resto de mi vida, Candice Landa.

Dios los cuide y los bendiga.

## Resumen

En la actualidad se ha vuelto una constante el hecho de buscar la excelencia en todos los procesos que componen el sistema de una compañía (Procesos operativos y administrativos), lo cual no solo tiene beneficios en términos de costos, sino que brinda una mejor imagen en el entorno en el que se desenvuelve la empresa.

La presente tesis nace debido a la problemática que tiene la PUCP respecto al Sistema Integral de Limpieza que engloba los 45 000  $m^2$  que cubre su extensión y toda la infraestructura que la conforma. En primer lugar, las observaciones constantes de las unidades académicas y administrativas a las que se atiende, principalmente el hecho de que los operarios encargados de la limpieza inviertan tiempo y tengan esperas en el proceso de recojo de sus materiales. Segundo, los constantes problemas con la gestión de stocks, como roturas de stock y exceso de algunos productos. Tercero, la capacidad limitada con la que cuenta el almacén central y que con el sistema actual está a poco de llegar a su límite.

Dada la problemática, el presente documento engloba una evaluación y diagnóstico de los procesos principales del Sistema Logístico del Servicio de Gestión de Limpieza (Compra, Recepción, Acopio y Distribución); así como, una propuesta de mejora desarrollada a partir de las necesidades y restricciones del sistema. Para ello, se organiza la presente tesis en cinco capítulos

En el primero, se comienza con el desarrollo del Marco Teórico, capítulo donde se describirá a profundidad los conceptos teóricos de las herramientas que se utilizarán en los demás capítulos. En el segundo, se realiza una descripción a detalle de la empresa, tanto de su entorno como a nivel de procesos internos. En el tercero, se hace uso de herramientas de calidad para poder obtener los puntos críticos que se deben resolver en el siguiente capítulo. En el cuarto capítulo, se seleccionan y aplican herramientas que aportarán de gran manera en la resolución de los puntos críticos del sistema. Finalmente, se brinda las conclusiones y recomendaciones que se dependen de trabajo realizado y de la mejora continua inherente a todo proceso.

# Índice General

Índice de Tablas III

Índice de Figuras V

Resumen III

Agradecimientos II

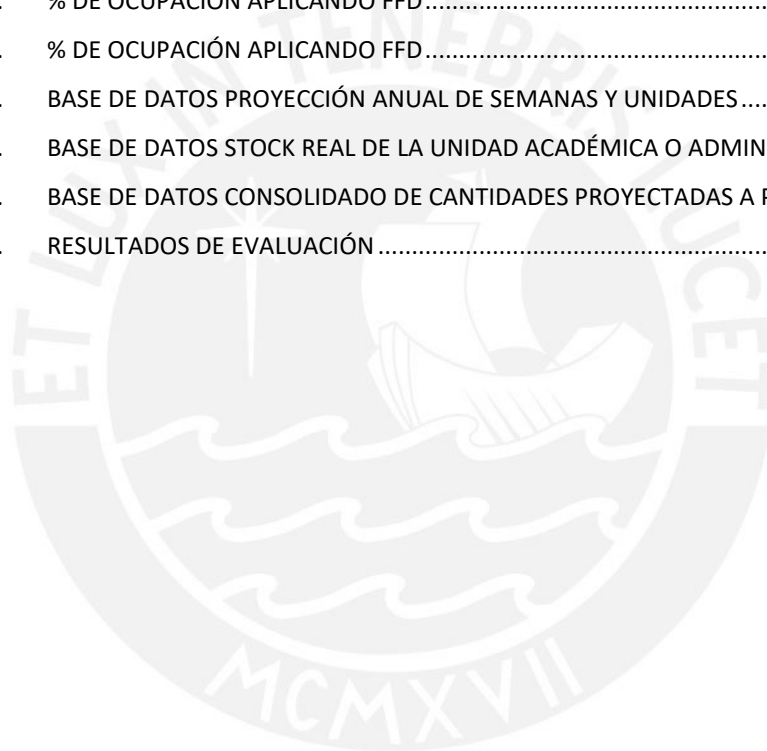
CAPÍTULO 1:	MARCO TEÓRICO.....	1
1.1	La logística y sus objetivos .....	1
1.2	Gestión de compras .....	3
1.2.1	Detección y descripción de la necesidad .....	4
1.2.2	Investigación y búsqueda de fuentes de aprovisionamiento .....	7
1.2.3	Preparación de la compra .....	7
1.2.4	La ejecución de la compra.....	9
1.2.5	Seguimiento y control .....	9
1.3	Gestión de stocks .....	11
1.3.1	Tipos de Stocks.....	12
1.3.2	Patrones de demanda .....	12
1.3.3	Filosofías de control de inventarios .....	13
1.3.4	Costos de inventarios.....	14
1.3.5	Control avanzado de inventarios según filosofía Pull .....	15
1.4	Distribución de materiales .....	18
1.4.1	Teoría de redes: Terminología .....	18
1.4.2	Problema de diseños de ruta .....	21
1.4.3	Problema de ruteo de vehículos (VRP, por sus siglas en inglés).....	24
CAPÍTULO 2:	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA LOGÍSTICO	26
2.1	La Empresa .....	26
2.1.1	Análisis organizacional .....	28
2.1.2	La Oficina de Servicios Generales (OSG) .....	38
2.2	Gestión integral de limpieza: Compra y recepción de pedido.....	40
2.2.1	Proceso de realización de la compra .....	43
2.2.2	Recepción del pedido.....	51
2.3	Gestión de almacén .....	52

2.4	Distribución de pedido.....	56
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DEL SISTEMA.....		59
3.1	Proceso de realización de la compra .....	59
3.1.1	Detección y descripción de la necesidad .....	59
3.1.2	Investigación y búsqueda de fuentes.....	63
3.1.3	Preparación y recepción del pedido .....	65
3.1.4	Ejecución de la compra-Seguimiento y control .....	67
3.2	Gestión de almacén .....	67
3.2.1	Gestión de la información.....	68
3.2.2	Sistema de reposición .....	69
3.3	Distribución de materiales.....	70
CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA .....		75
4.1	Estandarización de uso .....	75
4.1.1	Reducción de listado de materiales .....	75
4.1.2	Optimización del uso de productos en base a su correcta dosificación .....	76
4.2	Gestión del almacén.....	82
4.2.1	Gestión de stocks .....	82
4.2.2	Inventario de seguridad .....	84
4.3	Gestión de la Distribución y de la información.....	85
4.3.1	Gestión de Distribución.....	86
4.3.1.1.	Balance de la carga de trabajo .....	86
4.3.1.2.	Planeamiento operativo de la distribución.....	89
4.3.1.3.	Distribución .....	90
4.3.2	Gestión de la información.....	93
4.3.3	Elección de proveedor .....	98
CAPÍTULO 5: Conclusiones y recomendaciones.....		100

## Índice de Tablas

TABLA1.	RESUMEN DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES .....	30
TABLA2.	FORTALEZAS Y DEBILIDADES .....	32
TABLA3.	AMENAZAS Y OPORTUNIDADES .....	36
TABLA4.	MATRIZ FODA .....	37
TABLA5.	CLASIFICACIÓN DE MESES .....	44
TABLA6.	PROBLEMAS DE DIFERENTES PRODUCTOS CON EL MISMO USO .....	50
TABLA7.	CRONOGRAMA DE REPARTO .....	56
TABLA8.	UNIDADES GRANDES .....	58
TABLA9.	UNIDAD GRANDE: CUELLO DE BOTELLA .....	58
TABLA10.	MATRIZ PROBABILIDAD VS. IMPACTO .....	60
TABLA11.	SEMANA SEGÚN NIVEL DE DINAMISMO .....	63
TABLA12.	EJES Y CRITERIOS .....	64
TABLA13.	ASIGNACIÓN DE PESOS .....	64
TABLA14.	EVALUACIÓN ASPECTO TÉCNICO .....	64
TABLA15.	EVALUACIÓN ECONÓMICA COMERCIAL .....	65
TABLA16.	ASPECTO EMPRESARIAL .....	65
TABLA17.	FRECUENCIA DE ENTREGA DE ALGUNOS MATERIALES .....	67
TABLA18.	COSTOS DE ORDENAR .....	70
TABLA19.	COSTO DE ALMACENAR .....	70
TABLA20.	ESTUDIO DE COLA ZONA 1 .....	71
TABLA21.	ANÁLISIS DE COLA ZONA 3 .....	73
TABLA22.	ESTRUCTURA DE COSTOS DE REMUNERACIÓN OPERARIO DE LIMPIEZA .....	73
TABLA23.	REDUCCIÓN DE BASTIDORES .....	75
TABLA24.	REDUCCIÓN AMBIENTADORES LÍQUIDOS .....	75
TABLA25.	MATERIALES CON MAYOR IMPACTO EN GASTOS .....	76
TABLA26.	IMPLEMENTOS CON MAYOR IMPACTO EN LOS GASTOS .....	77
TABLA27.	TIPOS DE SEMANA .....	77
TABLA28.	METRAJE Y CANTIDAD DE MOBILIARIO EN CEPPREPUC QUE SE LIMPIA CON CLEAN ....	78
TABLA29.	TIPOS DE SEMANA SEGÚN EL MES .....	78
TABLA30.	COMPARATIVO ENTRE LO PROPUESTO Y LO ACTUAL .....	79
TABLA31.	COMPARATIVO ENTRE LO PROPUESTO Y LO ACTUAL (CERA ACRÍLICA) .....	79
TABLA32.	COMPARATIVO ENTRE LO PROPUESTO Y LO ACTUAL (MLD) .....	80
TABLA33.	RESUMEN DE AHORROS .....	80
TABLA34.	COMPARATIVO ENTRE LO PROPUESTO Y LO ACTUAL (CERA ACRÍLICA) .....	80

TABLA35.	COMPARATIVO ENTRE LO PROPUESTO Y LO ACTUAL (PRIDE) .....	81
TABLA36.	RESUMEN DE AHORROS .....	81
TABLA37.	AHORRO PROYECTADO ANUAL .....	81
TABLA38.	COMPARATIVO DE COSTOS POR ESTRATEGIA .....	83
TABLA39.	TABLA COMPARATIVA ENTRE ENTREGAS DIARIAS Y SEMANALES .....	86
TABLA40.	DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES A DETALLE .....	88
TABLA41.	NUEVA DISTRIBUCIÓN DE CARGA DE TRABAJO .....	88
TABLA42.	SIMULACIÓN DE ENTREGA .....	89
TABLA43.	SIMULACIÓN DE PROPUESTA .....	90
TABLA44.	SIMULACIÓN NUEVA PROPUESTA.....	92
TABLA45.	% DE OCUPACIÓN APLICANDO FFD.....	92
TABLA46.	% DE OCUPACIÓN APLICANDO FFD.....	93
TABLA47.	BASE DE DATOS PROYECCIÓN ANUAL DE SEMANAS Y UNIDADES.....	96
TABLA48.	BASE DE DATOS STOCK REAL DE LA UNIDAD ACADÉMICA O ADMINISTRATIVA .....	96
TABLA49.	BASE DE DATOS CONSOLIDADO DE CANTIDADES PROYECTADAS A PEDIR .....	96
TABLA50.	RESULTADOS DE EVALUACIÓN .....	99



# Índice de Figuras

FIGURA 1.	ELEMENTOS DE UN SISTEMA LOGÍSTICO .....	2
FIGURA 2.	CURVA DE NIVEL DE SERVICIO.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 3.	METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE COMPRAS .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 4.	FLUJO DE PROCESOS DE CATALOGACIÓN .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 5.	NIVEL DE DETALLE DE UNA CODIFICACIÓN .....	6
FIGURA 6.	DIAGRAMA DE FLUJO DE INVESTIGACIÓN Y BÚSQUEDA DE APROVISIONAMIENTO <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
FIGURA 7.	DIAGRAMA CAUSA EFECTO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 8.	DIAGRAMA DE PARETO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 9.	STOCK DE SEGURIDAD.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 10.	PATRONES DE DEMANDA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 11.	FILOSOFÍA PULL Y PUSH .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 12.	FUNCIÓN COSTO TOTAL.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 13.	PUNTO DE REORDEN.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 14.	GRAFO NO ORIENTADO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 15.	GRAFO ORIENTADO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 16.	CIRCUITO HAMILTONIANO.....	20
FIGURA 17.	CIRCUITO EULERIANO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 18.	EJEMPLO PUNTO DE ORIGEN Y DESTINO SEPARADO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 19.	MÚLTIPLES ORÍGENES Y DESTINOS.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 20.	VISTA PANORÁMICA CAMPUS PRINCIPAL .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 21.	MAPA DE PROCESOS PUCP .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 22.	MAPA DE VALOR PUCP.....	28
FIGURA 23.	FUENTES DE INGRESOS 2015 .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 24.	EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE UNIVERSIDADES EN EL PERÚ	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 25.	CADENA DE SUMINISTRO A NIVEL MACRO.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 26.	DIVISIÓN DEL CAMPUS.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 27.	RESUMEN DE SISTEMA.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 28.	PROCESO DE DETECCIÓN DE LAS NECESIDADES.	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 29.	EVOLUCIÓN USO DE CLEAN BY PEROXI.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 30.	FLUJOGRAMA PREPARACIÓN DE PEDIDO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

FIGURA 31.	VARIACIÓN DEL USO DE AROMATIZADOR EN SPRAY .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 32.	FLUJOGRAMA RECEPCIÓN Y ACOPIO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 33.	UBICACIÓN ALMACÉN CENTRAL .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 34.	MAPA CONCEPTUAL GESTIÓN DEL ALMACÉN ....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 35.	MATRIZ PESO VS ROTACIÓN PARA UBICACIÓN DE PRODUCTOS.	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 36.	PROCESO DE DISTRIBUCIÓN DE PEDIDO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 37.	ISHIKAWA VARIABLES NO NATURALES .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 38.	DETALLE CICLO VERANO .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 39.	DETALLE CICLO REGULAR .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 40.	MÉTODO DEL POR QUÉ .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 41.	FLUJO DE INFORMACIÓN .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 42.	DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO EN S/ .....	87
FIGURA 43.	DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO POR N° DE UNIDADES .....	87
FIGURA 44.	NUEVA DISTRIBUCIÓN SEGÚN N° DE UNIDADES .....	88
FIGURA 45.	NUEVA DISTRIBUCIÓN SEGÚN GASTO EN UNIDADES .....	89
FIGURA 46.	UBICACIÓN DE LAS UNIDADES EN PLANO.....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 47.	PUNTOS DE ENTREGA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
FIGURA 48.	FLUJO DE INFORMACIÓN .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>

# CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se desarrollan los conceptos teóricos que más adelante se utilizan para estudiar y mejorar el Sistema Logístico del Servicio de Limpieza de la PUCP.

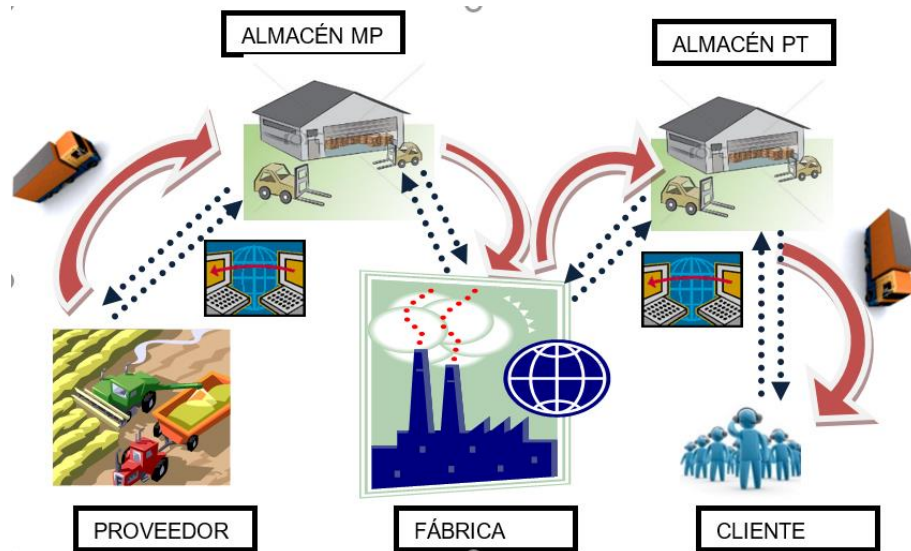
## 1.1 La logística y sus objetivos

Desde épocas muy remotas se ha tenido la noción y preocupación sobre establecer un correcto flujo no solo de materiales sino también de información, así mismo, se compartía la preocupación de trasladar o trasladarse de manera óptima de un lado a otro, o incluso de guardar alimentos según la estación y propiedades del alimento. Todo ello con el fin de satisfacer necesidades; satisfacción que se daba según el grado de cumplimiento de las actividades previas.

La logística está estrechamente relacionada con esta preocupación por asegurar los correctos flujos, no solo de materiales o alimentos, sino también de información. La logística se define como parte de la Gestión de Suministros que sigue los procesos de Planificación, implementación y Control del flujo (hacia atrás y hacia adelante) y del almacenamiento *efectivo* de bienes, servicios e información propia del negocio con el fin de satisfacer los requerimientos de los consumidores (Council of Supply Chain of Management Professionals, 1991). Esta definición quedaría completa con la aclaración que el término efectivo involucra cumplir el objetivo optimizando el uso de recursos.

La Logística se puede subdividir en dos grandes procesos, el de Aprovisionamiento y el de Distribución (Ballou, 2004). El primero involucra el flujo de materiales necesarios para la producción del producto, el contacto con el proveedor, el abastecimiento del mismo para el inicio de las operaciones hasta el almacenamiento del producto terminado. El segundo involucra la elección del medio de transporte, la programación y el diseño de la ruta que van a seguir los productos terminados desde el almacén hacia el Distribuidor o cliente final, dependiendo del canal y número de intermediarios que se utiliza.

De manera general, el objetivo de la Logística se resume en dos puntos; reducir costes y mejorar el nivel de servicio a los clientes (Ferrín, 1999). Para poder desarrollar estos dos objetivos, en la Figura uno, se presenta gráficamente a las entidades involucradas en un Sistema Logístico.



Elementos de un sistema logístico. Fuente: "Gestión de stocks", Arturo Ferrín (1999)

Ferrín (1999) muestra los elementos principales de un Sistema Logístico de una empresa de manufactura; así tenemos a un proveedor, quién brinda la materia prima a ser procesada; tenemos a un almacén que acopia la materia prima; a una fábrica donde se realizan las operaciones de transformación; un almacén que acopia los productos terminados y un cliente quien es el que adquiere el producto. El sistema puede ser más simple si se habla de una empresa Comercializadora, la cual no tendría un centro de transformación, ni almacén de materia prima; como también puede ser más complejo si es que la materia o material que se necesita para la transformación es un producto previamente transformado o si se tiene diferentes canales por donde se hacen llegar los productos terminados al cliente.

Entonces, el primer objetivo de la Logística (reducir costes) se logra al identificar las actividades claves y facilitando el flujo de la información; este último, será mejor en la medida que viaje a lo largo de todo el proceso; si se logra saber cuál es la demanda insatisfecha o la demanda a atender y se tiene la capacidad de producción necesaria, no se tendría un almacén de producto terminado; así mismo, si se sabe la cantidad a producir y proveedores confiables, no se necesitaría de un almacén de materia prima. Acerca de las actividades clave, esta se refiere a procesos como determinar la demanda a atender, el medio de transporte y la capacidad del mismo a utilizar y otros que más adelante se describirá. En cuanto al segundo objetivo, mejorar el nivel de servicio de los clientes, Ferrin (1999) menciona que este se puede determinar de

diversas formas; por ejemplo, el porcentaje de pedidos atendidos a tiempo o como una función del número de días que pasaron desde que se hizo la orden. Así mismo, para mejorar el nivel de servicio se necesita de almacenes con alta capacidad para cubrir la variación de la demanda, rutas con recorrido óptimos, un N° de almacenes considerables para cubrir en corto tiempo la demanda (Ferrin, 1999).

Si se grafica el nivel de servicio como función de la inversión en stocks tendremos la siguiente gráfica:

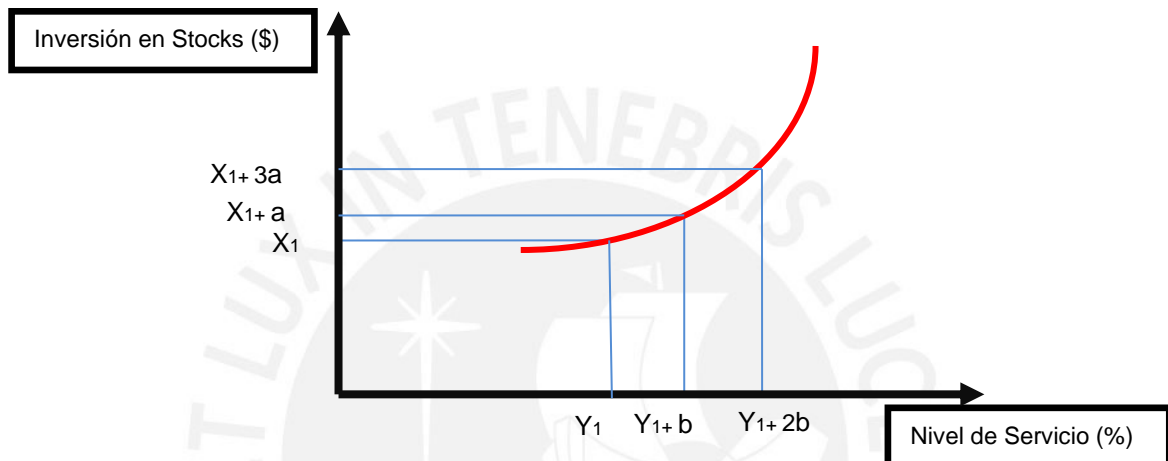


Figura 1. Curva de nivel de servicio  
Fuente: Gestión de Stocks, Ferrín (1999)

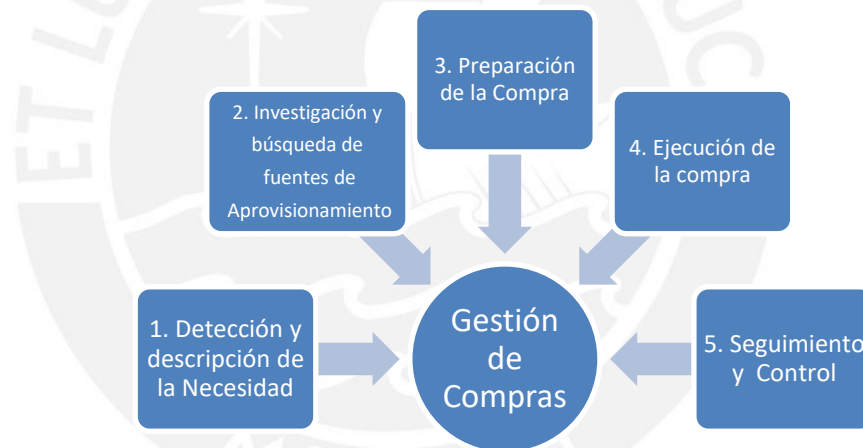
En la Figura dos se observa, en un principio, que una mayor inversión en stocks aumenta en cierto grado el nivel de servicio, si es que se desea mejorar el mismo grado una siguiente vez se tendrá que invertir mucho más que lo invertido en un primer momento. Entonces, es determinante que se fije el nivel de servicio a ofrecer al cliente de tal manera que se permita generar beneficios netos sin dejar de brindar una adecuada respuesta al cliente.

## 1.2 Gestión de compras

Como se menciona en el acápite 1.1 La logística y sus objetivos, el aprovisionamiento representa la primera parte de la Gestión Logística de una empresa. La Gestión de Compras es un macro proceso que pertenece a este amplio grupo, la cual se encarga de la adquisición de materias, productos y servicios necesarios para el inicio de las operaciones. En un concepto más amplio se encarga de formular estrategias y utiliza herramientas para asegurar la adquisición de cantidades determinadas, en plazos

previamente tratados, bajo los parámetros de calidad establecidos en la compañía y al precio más bajo que el mercado permita (SYAF, 1999).

Ballou (2004) indica que los costos de compra representan entre el 40 y el 60% del valor de venta del producto final, este es uno de los puntos donde radica su importancia; debido a que una pequeña reducción del valor de compra puede impactar de gran manera en las utilidades obtenidas, esta relación es conocida como principio de apalancamiento, el cual se detallará más adelante. Así también, por más grande que sea una compañía resulta una tarea difícil y costosa el transformar por sí misma todos los insumos y productos que necesita para poder fabricar su producto principal; por el contrario, especializarse en los procesos que mejor sabe hacer podría resultar en una ventaja competitiva muy valorada en el mercado. Dicho ello y lo anterior (principio de Apalancamiento), la Gestión de compras empieza a tomar importancia dentro de la organización. Para efectuar una efectiva Gestión de Compras, SYAF (1999) propone una metodología, la cual se representa en la Figura



tres.

Figura 2. Metodología de gestión de compras

Fuente: Gestión de compras, SYAF (1999)

### 1.2.1 Detección y descripción de la necesidad

En esta primera etapa se centran los esfuerzos en identificar los insumos y productos parciales, necesarios para la elaboración del producto principal, que más adelante se pueden comprar una vez detectada la necesidad. El departamento de Compras se convierte en el principal contacto de la empresa con los proveedores (SYAF, 1999).

La necesidad a satisfacer va acompañada de una cantidad necesaria y un plazo a ser entregada, esto se determina en base al MRP (Planificación de Requerimientos

de Materiales), lo que a su vez se deriva de los pronósticos de ventas obtenidos o del conocimiento de la demanda real.

La descripción del requerimiento necesita darse de tal manera que no siempre se compre por marcas sino por características del producto, para ello y de la mano con el área de calidad se definen los parámetros y características que deben cumplir los productos a comprar. Al proceso de estandarizar los requerimientos se le conoce como **Catalogación** (Ferrín, 1999).



Figura 3. Flujo de procesos de catalogación

Fuente: Augusto Ferrín, Gestión de stocks (1999)

La Catalogación es un proceso presente en la etapa de Realización del Pedido y mediante el cual se le otorga una identidad única a cada uno de los materiales presentes en el almacén, de esta forma se puede distinguir en función a su componente principal, fin de uso y otras características normalizadas como Densidad y Ph. Incluye también clasificarlos y agruparlos en base a algún criterio en común y; para finalmente, poder asignarles un código que facilite y agilice su identificación, simplificando así el nivel de existencias.

La metodología para lograr una adecuada Catalogación según SYAF (1999), se describe a continuación:

➤ Establecimiento de Normas y estándares:

En esta etapa se fija las características, físicas y químicas, necesarias que debe tener un determinado material o implemento de limpieza para que este pueda cumplir a cabalidad su tarea. Esto permite que las compras no se hagan en función de marcas, ni tampoco se tenga problemas a la hora de cambiar de proveedor (proveedor nuevo, marcas nuevas, productos nuevos y mayor stock).

➤ Identificación de Productos

En esta etapa se describe de manera clara y completa al producto o implemento, ello incluye una pequeña descripción física, presentaciones (tamaños) del producto,

posibles sustitutos y dimensiones, incluye las diferencias puntuales respecto a productos con ciertas similitudes.

➤ Clasificación de Productos

En esta etapa se agrupa los materiales y/o implementos en base a características comunes como el uso, origen o componente básico; así mismo, se establecen las diferencias claves entre agrupaciones. El objetivo es que no haya material o implemento que pertenezca a dos agrupaciones, ya que esta es la principal causa de la duplicidad e ineficiencia del pedido.

➤ Codificación del Producto

Consiste en asignarle un código combinado de letras y/o números para identificar exactamente el material y/o implemento. Esta tarea se hace necesaria cuando se tiene varios tipos y variedades de productos, los cuales necesitan ser identificados de manera rápida y simple.

Para que la Codificación resulte efectiva se recomienda utilizar hasta un cuarto nivel de detalle, lo cual se muestra en el siguiente gráfico.

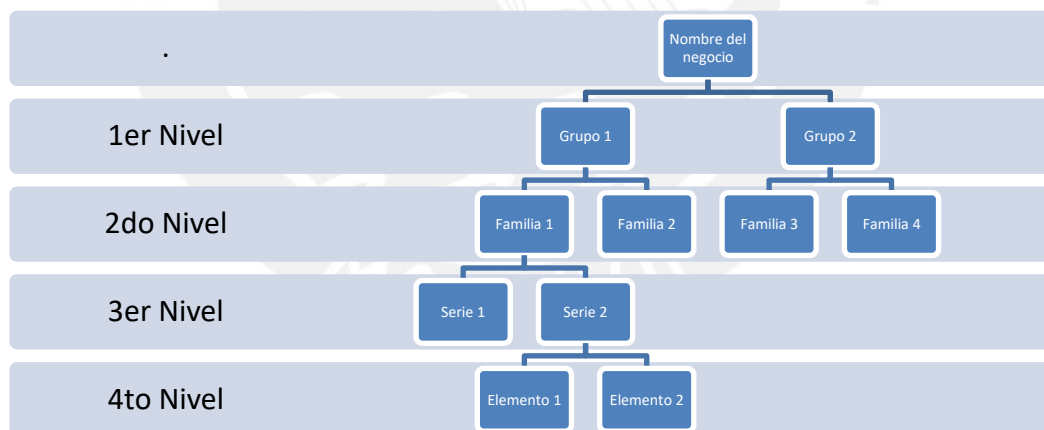


Figura 4. Nivel de detalle de una codificación

Fuente: Augusto Ferrín, Gestión de Stocks (1999)

Para ejemplificar esta codificación se tomará como caso un almacén de un Retail. Al más alto nivel o nivel uno se le denomina Grupos, así se tiene los grupos de Comestibles, No comestibles, Abarrotes y Electrodomésticos. En el siguiente nivel o nivel dos, se tiene a las familias, de esta forma, dentro del Grupo Abarrotes que se mencionó, se tiene las familias de Lácteos, Aceites y Fideos. En el 3er nivel, se tiene a las series, de esta forma, en la familia lácteos, se tiene como series a Leches,

Mantequillas y Yogures. Por último, debido a la necesidad del negocio, los elementos de la serie Leches serán Gloria, Laive e Ideal. Cada componente de cada nivel tiene asignado un número para su fácil identificación, de esta forma, según lo establecido por el negocio, el código 3-01-11-22 podría hacer referencia al producto que pertenece al Grupo de abarrotes, Familia de lácteos, serie leches y elemento Gloria.

El nivel de detalle sugerido no necesariamente es una regla, pues ello dependerá de las características del negocio.

### 1.2.2 Investigación y búsqueda de fuentes de aprovisionamiento

Etapa donde el departamento de Compras juega un papel importante en la decisión de hacer o comprar, ello a partir de la investigación sobre costos, lead times (tiempo de entrega), calidades y disponibilidad en el mercado; así como la referencia de sus anteriores clientes. Previo a esta investigación se identificó cualitativa y cuantitativamente el producto a adquirir.

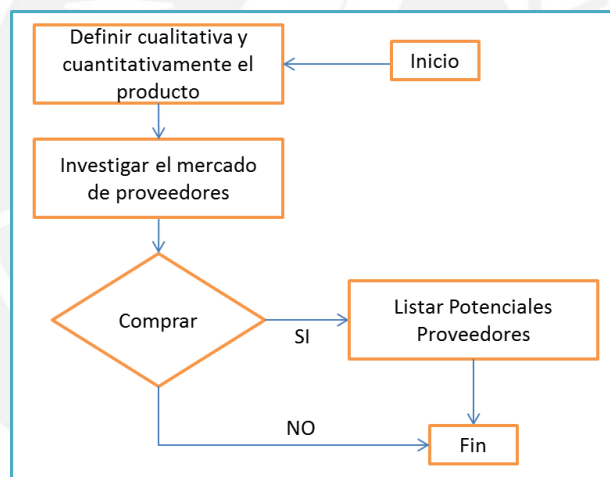


Figura 5. Diagrama de flujo de investigación y búsqueda de aprovisionamiento

Fuente: SYAF, Gestión de Compras (1999)

Los outputs de esta etapa, en caso la decisión sea comprar, será una relación de los potenciales proveedores que cumplen con los requisitos esenciales (Calidad principalmente).

### 1.2.3 Preparación de la compra

Hasta la etapa 1.2.2 se ha consolidado una cartera de proveedores de un determinado producto cuya necesidad fue detectada. Dichos proveedores fueron elegidos luego de que se encontrara la mayor cantidad de puntos en común entre lo

que deseaba el Comprador y lo que ofrecía el mercado de proveedores. En esta etapa se toma la decisión sobre a quién y cómo comprar.

Adicionalmente, las preguntas claves en esta etapa que necesitan ser claramente respondidas debido a su potencial impacto en los costos de traslado interno y almacenamiento, son las siguientes:

- ¿Cuánto y cuándo comprar?
- ¿Cuál será el punto de envío?
- ¿Cuál es el peso, tamaño y forma del material enviado?

En esta etapa de conocimiento mutuo, se debe determinar las estrategias de compra para terminar de elaborar los lineamientos generales o “reglas de Juego” (SYAF, 1999). Como se mencionó anteriormente, estas tienen un impacto directo a los costos de transporte y manejo de inventario.

Compras a medida o Just In Time

Estrategia que consiste en comprar lo que se consumió en un corto plazo; por ejemplo, diariamente. La estrategia se apoya en factores como disponibilidad alta del producto, costo alto de almacenamiento, comportamiento irregular y poco previsible o por el contrario precio estable, descuentos menores a los costos de almacenamiento.

Compra adelantada o anticipada

En este caso, dado una previsión de la subida del precio de algún producto y bajo el análisis de costo de almacenamiento, se puede realizar una compra que permita aprovechar el precio actual y que asegure la disponibilidad del mismo en el futuro.

Estrategia Mixta

Estrategia que combina las Compras a medida y adelantada. Este caso aplica a un artículo cuyo comportamiento (costo) es previsible en el tiempo. De este modo se comprará por adelantado cuando el costo está en alza y a medida cuando en el corto plazo el costo del producto empezará a bajar.

Para compras a largo plazo, se elaboran contratos (PMI, 2013), los más comunes a continuación:

- Contrato de precio fijo: En este tipo de contratos se establece el precio de lo negociado desde el inicio. El precio de los bienes es el mismo de inicio a fin sin posibilidad de ser cambiado por lo general (solo se pueden hacer ajuste como consecuencia de la inflación). Este es un tipo de contrato que favorece al comprador, ya que lo protege de las variaciones del negocio; por otro lado, si el proveedor no cumple lo acordado puede ser afectado financieramente con el pago de multas.
- Contrato de costos reembolsables: Se paga lo que se consume, es un contrato abierto; debido a que muchas veces no se puede establecer el alcance de lo que se va a necesitar. Por lo general los proyectos suelen utilizar este tipo de contratos.
- Contrato por tiempo y materiales: Este contrato contiene un mix de los 2 anteriores; si bien no se conoce claramente la cantidad a comprar, se pueden fijar las tarifas unitarias a pagar. Estrategia que permite reducir los costos de posesión del comprador además de recibir un descuento por asegurar la compra al proveedor. Esto se da debido a que la compra anual se entregará por partes, según los requerimientos del comprador. Esta etapa termina con la elección de los proveedores.

#### 1.2.4 La ejecución de la compra

Teniendo los proveedores pre-seleccionados y las condiciones generales, se inicia el pedido de ofertas y la posterior evaluación de las mismas. Cabe recalcar que los involucrados en las compras deben tener un buen conocimiento de la legislación comercial vigente para poder establecer las penalidades en caso de incumplimientos. En esta etapa se firman los contratos. La rigurosidad de este proceso depende del tamaño e importancia del pedido.

#### 1.2.5 Seguimiento y control

Etapa transversal a los demás procesos; debido a que, está presente en cada una de ellas. En esta parte se detecta problemas desde la identificación de la necesidad, también sigue de cerca la calidad de proveedores según el cumplimiento de los puntos acordados hasta la entrega y su posterior evaluación. En caso haya observaciones, el área de compras debe identificar cuáles son los factores que originan tales observaciones o retrasos de entrega.

Adicionalmente, en el momento de entrega del pedido se deben realizar las tareas esenciales de contar, medir y pesar. Si el caso lo requiere, se contratarán profesionales especializados para verificar los parámetros de calidad del producto a comprar.

A continuación, se muestran dos herramientas importantes para el análisis de las etapas anteriores.

➤ Diagrama de Ishikawa

También llamado espina de pescado, es un diagrama diseñado por Karou Ishikawa para poder hallar la verdadera causa de un problema o síntoma y el cual se explica a continuación (Alzola, 2013). En la parte superior correspondiente a la cabeza del diagrama se escribirá el problema detectado. La columna agrupa a las causas primarias, además de las causas raíces que se desprenden de las causas primarias. Todas estarán categorizadas para facilitar su identificación. Las causas se obtienen al preguntar el porqué del problema hasta que se obtenga el detalle del origen del problema. Esta herramienta se ve complementada con un brainstorming o lluvia de ideas donde todos los involucrados deben participar

La ventaja de esta herramienta se basa en que permite visualizar ordenadamente las causas que originan un problema y de esta manera poder llegar a la causa raíz.

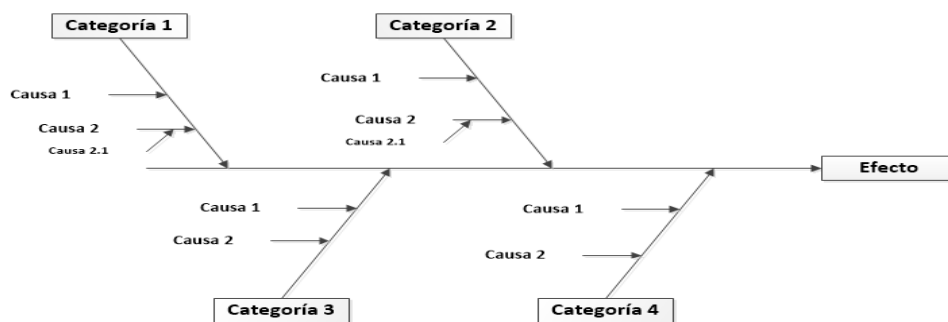


Figura 6. Diagrama causa efecto

Fuente: PMBOK, PMI (2013)

➤ Diagrama de Pareto

Diagrama de barras verticales que muestra cuales son los pocos que originan mucho. En el ámbito de calidad, cuales son los pocos defectos que originan la mayor proporción de pérdidas. Nos brinda información para poder enfocarnos en

esos pocos que nos pueden dar grandes resultados (PMI, 2013).

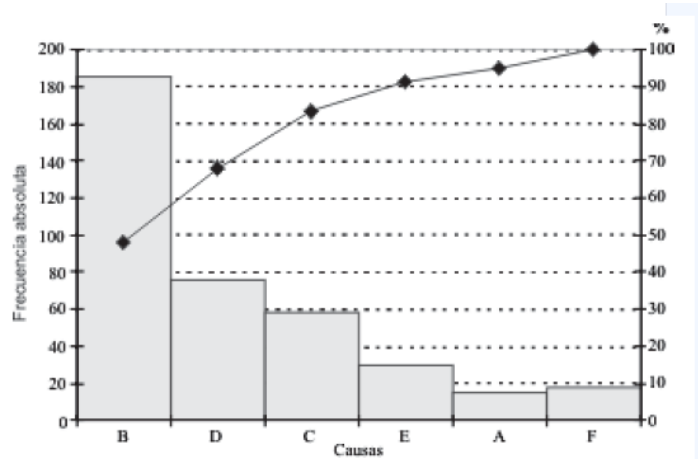


Figura 7. Diagrama de Pareto

Fuente: PMBOK Quinta edición, PMI (2013)

### 1.3 Gestión de stocks

Según la casa editorial El Tiempo (2001), la empresa global de indumentaria deportiva Nike, mencionaba en un comunicado de prensa que sus ganancias disminuirían en por lo menos 24% al cabo del tercer trimestre fiscal, ello a causa de un exceso de inventarios.

El costo total de tener inventario representa al año entre el 20 y el 40% del valor almacenado (Ballou, 2004), tal valor hace necesaria una correcta gestión de los inventarios. Las existencias permiten a la empresa, responder con mayor rapidez a las necesidades del cliente; obtener descuentos por volumen de pedidos (mayores al costo de manutención); reducir costos en la preparación de la compra y transporte al realizar un gran pedido en vez de varios pequeños; amortiguar el desfase entre lo producido y demandado; protegerse de huelgas, desastres u otros problemas que el proveedor enfrente; entre otros. A pesar de ello, se tiene ejecutivos que consideran como un mal necesario (Palacio, 2003) el hecho de tener inventarios y que tienen opiniones en contra de mantenerlos, principalmente por el costo de oportunidad que representa, además de no agregar valor y también por ocultar problemas de calidad (el inventario puede ser utilizado para solucionar exceso de mermas).

### 1.3.1 Tipos de Stocks

Las existencias se pueden clasificar de distintas formas, ya sea por el papel que desempeñan o la importancia que representan para la empresa (Carreño, 2011), a continuación, se presenta los principales tipos de existencias según el papel que desarrollan en la gestión de inventarios:

- Stock Cíclico o regular: Se utiliza para atender la demanda esperada entre tiempos de reaprovisionamiento sucesivos.
- Stock de Seguridad: Dado que la demanda y el Lead Time (periodo de reaprovisionamiento) no son constantes y están sujetos a variaciones se necesita de un stock para poder amortiguar el impacto de tales variaciones.
- Stock en tránsito: Stock en movimiento o parcialmente procesado, se encuentra camino hacia la empresa o hacia el cliente, también se puede encontrar en las etapas de transformación.

Stock muerto: Se llama así al inventario que ya no es comercializable ya sea por deterioro o por vencimiento de la fecha de caducidad.



Figura 8. Stock de seguridad

Fuente: Logística, Administración de la cadena de suministro, Ballou (2004)

### 1.3.2 Patrones de demanda

Los patrones (comportamiento en el tiempo) de la demanda son de suma importancia al momento que se define la técnica de reaprovisionamiento a utilizar (Ballou, 2004), así se tiene a los siguientes:

- Perpetua: Demanda poco variable y presente en el largo plazo. Por ejemplo, consumo de leche evaporada

- Estacionales: En un rango de tiempo se tiene periodos en donde la demanda sufre cambios drásticos, pero predecibles. Este comportamiento se repite en rangos posteriores y en los mismos periodos.
- Irregular: Demanda cuyo comportamiento no es sencillo de predecir, presenta periodos perpetuos, pero en seguida puede presentarse picos de demanda. Por ejemplo, paquetes de turismo.

De una sola vez: Caso específico de una demanda estacional, donde la demanda se da en un periodo dentro de un rango de tiempo.

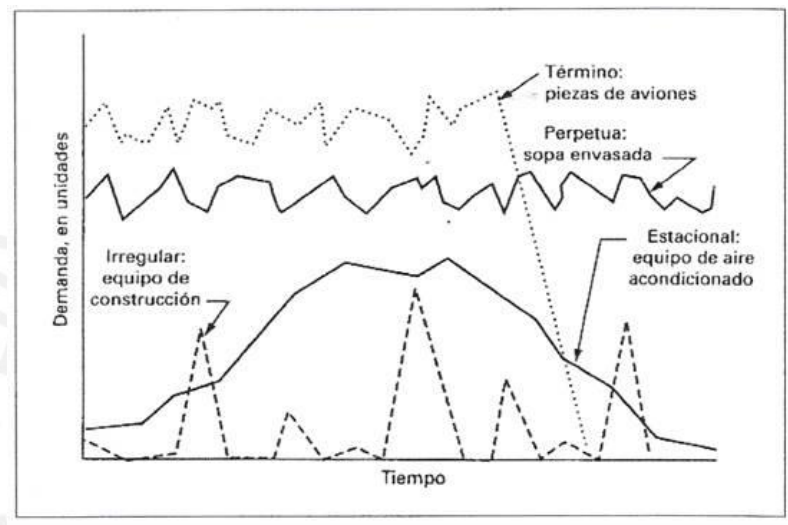


Figura 9. Patrones de demanda

Fuente: Logística, Administración de la cadena de suministro, Ballou (2004)

### 1.3.3 Filosofías de control de inventarios

El sistema de control y consecuentemente el tamaño del inventario varía según la industria, producto y nivel de servicio que se desee brindar al cliente. Dentro de los principales sistemas tenemos a los siguientes (Ballou, 2004):

- Sistema de control Pull: Sistema orientado a mantener un mínimo de stock, el tamaño de los pedidos se da en función de las necesidades reales de los clientes, su filosofía se basa en aprovisionar lo consumido. La desventaja se presenta cuando los proveedores no pueden cumplir a tiempo con los requerimientos en temporadas de alta demanda, como navidad o fiestas patrias. La ventaja está en que los costos de tener inventarios se aminoran considerablemente.

- Sistema de control Push: Sistema que anticipa las necesidades de los clientes, para ello utiliza herramientas sofisticadas de pronósticos. Su filosofía se centra en prepararse previamente para atender las necesidades de los clientes. La desventaja se centra en los costos de tener inventarios y los altos costos que supone realizar pronósticos precisos.
- Sistema Mixto: Sistema que utiliza el pronóstico como herramienta para anticiparse a la demanda, pero que va ajustando sus requerimientos en función de la demanda real. Un claro ejemplo es lo que realiza la empresa de computadores personales Dell, quienes realizan un pre-pedido de sus piezas principales y empiezan a producir cuando se presenta la demanda real.

Ninguna de las estrategias expuestas es considerada errónea; por el contrario, su elección depende de las características del negocio.



Figura 10. Filosofía Pull y Push

Fuente: Logística, Administración de la cadena de suministro, Ballou (2004)

#### 1.3.4 Costos de inventarios

Para que la gestión de inventarios sea efectiva (cubrir la mayor parte de las necesidades al costo mínimo) se tiene que definir una política de control de inventarios; por ello, es necesario que se conozca la totalidad de costos en los que se incurre desde su origen hasta su estadía en el almacén (Carreño, 2011). La clasificación de los costos se presenta a continuación:

- Costos de compra: Se obtiene multiplicando el precio innato o de venta (desde el punto de vista del proveedor) del producto por el número de unidades que se compra. Ello incluye los descuentos por volumen de compras.

- Costos de emisión de pedidos: Costos que se generan al planificar y ejecutar la compra. En la figura tres, la cual pertenece al punto 1.2, se presenta a detalle las distintas etapas de un procedimiento de compras.
- Costos de posesión de inventarios: Representan a los costos en los que se incurre cuando se mantiene existencias durante un periodo de tiempo. Se pueden dividir a su vez en costos financieros, de almacenamiento y seguros.
  - C. Financieros: Esta partida depende de la forma en que se compran las existencias, puede ser el interés pagado al banco por el préstamo adquirido para realizar la compra y si la inversión se hizo con dinero propio de la empresa, el costo es el costo de oportunidad de tener el dinero invertido en existencias en la mejor oportunidad de inversión.
  - C. de almacenamiento: Costos administrativos y pagos de servicios (luz y agua) con los que se mantiene el inventario.
  - Seguro: Pago que se hace para mermar las pérdidas ante un desastre natural o artificial.
  - Riesgos: Productos que se pierden por caducidad, daño en la manipulación o robos.
- Costos de roturas de stocks. Para el ámbito productivo, representa los costos de no tener los insumos necesarios para continuar las operaciones de transformación; en el ámbito comercial, representa los costos por perder una venta (utilidad) al no tener el producto pedido y la posible pérdida del cliente.

### 1.3.5 Control avanzado de inventarios según filosofía Pull

Tanto la demanda como los tiempos de entrega de los proveedores tienen cierto nivel de incertidumbre, es por ello, que para la elaboración de las políticas de control se debe tomar en cuenta ambos factores, y así se evite roturas de stock. Dentro de esta filosofía, existen dos métodos para ejercer el control de inventarios para artículos con demanda perpetua (Ballou, 2004) Punto de re-orden y Revisión periódica.

#### 1.3.5.1 Método del punto de reorden

El método consiste en fijar un nivel de existencias, tal que al llegar a dicho punto se genere una orden de compra con un lote de pedido  $Q^*$ . El nivel fijado debe ser suficiente para cubrir la demanda que se suscite durante el tiempo que el proveedor se demore en entregar el lote pedido. Se asume que el reabastecimiento es instantáneo, lo cual es característico de las empresas comercializadoras, cuyos

pedidos es sobre productos terminados y que por lo general los proveedores tienen suficiente stock. Este método avanzado también considera aspectos reales como la incertidumbre en la demanda e incertidumbre en el tiempo de entrega del proveedor. A continuación, la ecuación general del costo total de tener inventarios:

$$CT = \text{Costo de emisión de pedidos} + \text{Costo de Posesión} = \frac{D * S}{Q} + \frac{I * C * Q}{2}$$

Donde:

D: Demanda anual del producto / Q: Cantidad de reabastecimiento

S: Costo por Gestión de Compras de un pedido / C: Precio de venta del artículo

I: % que representa el costo de mantener inventarios, respecto al stock promedio

En la fórmula de costo total se puede notar que los sumandos están en conflicto ya que, si se aumenta uno de ellos, el otro disminuye, no necesariamente en la misma proporción. El factor que hace que ello suceda es el lote de pedido, mientras mayor es el lote, menor es la cantidad de pedidos, pero mayor es el inventario promedio.

El lote óptimo se obtiene cuando ambos sumandos se encuentran en equilibrio.

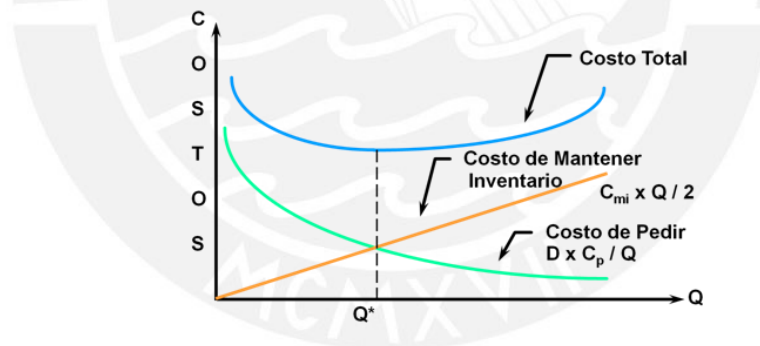


Figura 11. Función Costo Total

Fuente: Logística de la A a la Z, Carreño (2011)

Al lapso que pasa desde que se hace el pedido hasta que se recibe, tiene el nombre de Lead time (LT). El punto de reorden (PRO) se obtiene multiplicando la demanda promedio por el lead time (ambos con las mismas unidades de tiempo) más un stock de seguridad que actúe frente a la incertidumbre.

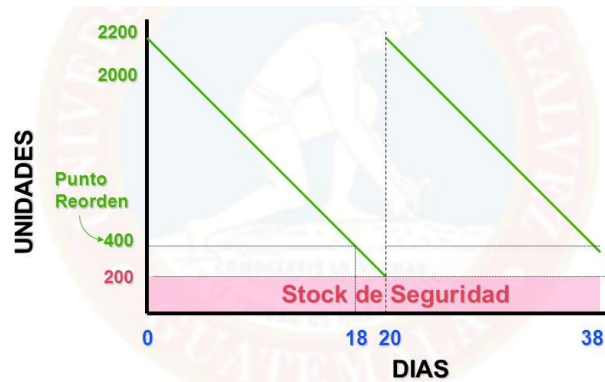


Figura 12. Punto de reorden

Fuente: Logística de la A a la Z, Carreño (2011)

Durante el periodo de entrega (LT), se tiene una demanda que tiene cierto comportamiento (regular o irregular), lo cual hace probable una rotura de stock. Si esta demanda tiene una distribución normal con media  $u$  y desviación estándar  $s$ , se espera que en LT, la demanda sea de  $u$  por el número de unidades de tiempo que comprende el LT, siendo un 50% probable que se rompa el stock (que se quede sin productos). Algo similar ocurre cuando se tiene incertidumbre en el Lead time. Por ello, la desviación estándar de la suma de estas dos variables (demanda y LT) se presenta a continuación, además de la cantidad óptima:

$$s' = \sqrt{(LT * Sd^2) + (d^2 * Ste^2)} ; Q = \text{cantidad óptima de pedido} + s'$$

### 1.3.5.2 Revisión periódica

A diferencia del método de punto de reorden, en este método se fija el periodo entre pedidos, ello hace que las revisiones no sean continuas, sino cada cierto tiempo  $T$ . Otras de las ventajas, es que favorece a la economía de escalas, ya que se accede a descuentos y disminuye los costos de transporte. La principal desventaja es que el control se hace mirando un conjunto de productos y ya no cada artículo individualmente como se hace en el método del punto de reorden. En el método, el pedido que se hace toma en cuenta el tiempo de entrega y el tiempo en el que se hará la próxima revisión, ello hace que se tenga un mayor stock en comparación con el método de punto de reorden.

La dinámica del método comienza al fijarse el tiempo entre revisiones ( $T$ ), el pedido que se hace una vez que se tiene la información de la revisión, es igual a la diferencia entre un máximo ( $M$ , previamente establecido) y la cantidad disponible en ese

momento. El periodo T de revisión se calcula como el cociente entre la cantidad óptima de pedido y la demanda anual, multiplicado por 365 días. Para el cálculo de M, primero se construye una distribución de demanda con periodo igual a (T+ LT), entonces se tiene lo siguiente:

$$M_{opt} = d(T + LT) + z * s'd$$

Donde:

d(T+LT): Punto medio de la distribución (T+LT).

D: Tasa promedio de consumo en un determinado intervalo

s'd: Desviación estándar de la distribución (T+LT) y se calcula  $s'd = sd\sqrt{T + TE}$ , siendo sd, la desviación estándar en el mismo intervalo de d.

## 1.4 Distribución de materiales

La distribución de materiales es el segundo gran grupo en que se divide la Logística, los costos del mismo representan entre un tercio y dos tercios del total de costos logísticos (Ballou, 2004). Dado el costo que representa, se pone el empeño para poder obtener la mejor ruta de transporte, el tipo de transporte adecuado, la programación óptima de los recursos con los que se cuenta; y así como de mantenerse siempre un equilibrio con el nivel de servicio que se ofrece al cliente. A continuación, se describirá la terminología a utilizar para el desarrollo de las soluciones de transporte, luego se mostrará los problemas más recurrentes de diseño de rutas, por último, se hablará de los tipos de Programación y Diseño de Rutas de Vehículos.

### 1.4.1 Teoría de redes: Terminología

La teoría de redes desarrolla las bases para la construcción de modelos orientados a solucionar problemas que involucran, entre otros, distancias recorridas y flujo de recursos (productos, dinero, etc.). A comparación de la programación lineal, permite un planteamiento del problema de manera gráfica lo cual facilita la formulación del modelo, además que permite observar los detalles principales del caso a resolver.

Una red está conformada por un conjunto de puntos  $N_i$  y por una ley de correspondencia  $C$  entre dichos puntos (Soret, 2004). De esta manera una red se define de la siguiente manera:

$$G = (N, C)$$

Donde  $N$  está formado por  $n$  puntos,  $N = [N_i] = [N_1, N_2, N_3, \dots, N_n]$  y  $C$  representa la ley de correspondencia de cada punto, en otras palabras, las posibles conexiones con otros puntos de la red. Estos puntos se les llama nodos de manera común y a las líneas que conectan tales elementos se les denomina aristas.

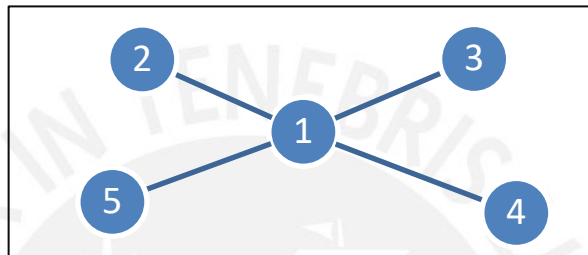


Figura 13. Grafo no orientado

Fuente: Logística Comercial y Empresarial, Soret (2004)

De la figura 14 se tiene cinco nodos:

$$N = [1,2,3,4,5]$$

Con respecto a las conexiones se tiene que el nodo uno tiene conexión con los nodos dos, tres, cuatro, cinco. Así mismo, dos, tres, cuatro y cinco, cada uno independientemente, tiene conexión con el nodo uno. Las reglas de correspondencia serían las siguientes:

$$C(1) = (2,3,4,5) \rightarrow C(2) = (1); C(3) = (1); C(4) = (1); C(5) = (1)$$

De forma adicional, se puede diferenciar entre grafos orientados y no orientados, los primeros cuentan con aristas con direcciones definidas, los segundos tienen aristas sin dirección definida. La figura 14 representa uno no orientado y la figura 15 uno orientado.

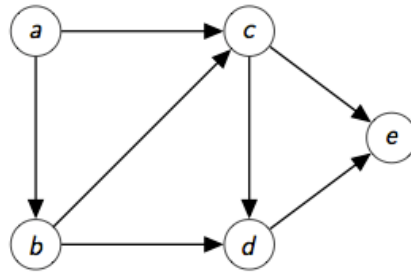


Figura 14. Grafo Orientado

Fuente: Grafos, nociones básicas y representación, Zela (2016)

El grafo de la figura 15 tiene cinco nodos. Las reglas de correspondencia serían las siguientes:

$$C(a) = (b, c); C(b) = (c, d); C(d) = (e); C(e) = \emptyset; C(c) = (d, e)$$

Para un grafo no orientado se define como **Camino** a un conjunto de dos o más arcos; se define como **Circuito**, el camino que termina donde empieza y una **Bucle** como un circuito de un solo arco. En un grafo no orientado a un camino se le denomina cadena y a un circuito, Ciclo (Soret, 2004).

Para los temas a tratar en los siguientes capítulos se presentan dos tipos específicos de Circuitos y Caminos que se presentan usualmente en problemas de distribución:

- Camino Hamiltoniano: Este camino comprende cada uno de los nodos de la red y tiene el diferencial que solo pasa una vez por cada nodo.
- Circuito Hamiltoniano: Pasa una sola vez y por cada uno de los nodos, y también tiene la característica de terminar donde empieza. Llamado también camino Hamiltoniano cerrado.

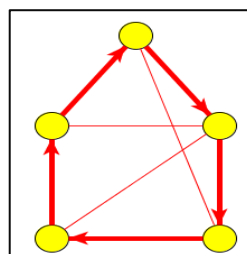


Figura 15. Circuito Hamiltoniano

Fuente: Ciclo Hamiltoniano, Antonio (2015)

- Camino Euleriano: Camino que involucra cada uno de los arcos y que además los recorre una vez.

Circuito Euleriano: Inicia y termina en el mismo nodo.

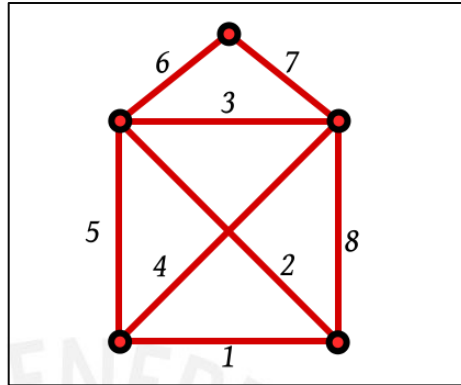


Figura 16. Circuito Euleriano

Fuente: Ciclo Euleriano, Magister (2016)

#### 1.4.2 Problema de diseños de ruta

Cuando un producto y/o material se traslada, la función de gastos aumenta cuanto más largo o dificultoso sea el recorrido. El diseñar rutas de distribución persigue objetivos como, reducir los costos de transportes y aumentar el nivel de servicio al cliente; para ello, estas rutas no solo deben reducir la distancia recorrida entre puntos o reducir el tiempo de traslado, sino también, adaptarse a las necesidades y limitaciones del negocio; así como, los requerimientos de los clientes. Si bien los problemas de diseño suelen ser distintos por el número de variables y el grado de las mismas, estos se pueden agrupar por ciertas características en cuatro grupos (Ballou, 2004).

##### 1.4.2.1 Punto de origen y destino separados

Este problema busca optimizar el uso de recursos como tiempo y dinero, o distancias recorridas entre un punto de Origen y otro de Destino. En este caso el grafo está compuesta por  $N$  nodos y se busca la ruta más corta entre un nodo de origen  $N_i$  y un nodo de destino  $N_j$ , las aristas pueden ser orientadas o no y pueden representar distancias, costos, tiempos o un ponderado de las mismas. La metodología a seguir es la siguiente (Soret, 2004):

- Paso 1: Ubicar el punto de origen  $N_i$  desde donde se iniciará la operación dentro del conjunto de nodos que conforman la red o grafo y también el destino.

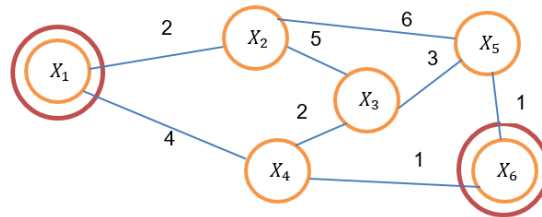


Figura 17. Ejemplo Punto de origen y destino separado

Fuente: Investigación Operativa 2, libro de curso PUCP

- Paso 2: Ubicar el nodo que tenga conexión con  $X_1$ , cuya arista (valor de la variable) sea la de menor valor con respecto a las aristas de los demás elementos. Una vez identificado se empieza a construir el camino a recorrer para poder llegar al nodo de destino. La unión de dichos nodos trae consigo un nuevo valor, llamado **valor de camino**, cuyo valor es igual a la suma las aristas que conforman el camino formado

Los nodos que pasan a formar parte del camino se les llama nodos resueltos, los restantes son los no resueltos.

- Paso 3: En el ejemplo mostrado en la figura 18, los nodos que podrían acompañar a  $X_1$  son  $X_2$  y  $X_4$ , el primero tiene un valor de arista de dos y se representa  $[2, X_1](X_2)$ ; el segundo  $[4, X_1](X_4)$ . Se escoge  $X_2$  por tener la arista de menor valor y se convierte en nodo resuelto.
- Paso 4: Desde el nodo  $X_2$ , se tienen los caminos  $[7, X_2](X_3)$  y el camino  $[8, X_2](X_5)$ , se escoge el primero. De esta forma  $X_3$  se convierte en nuestro nodo resuelto, los caminos a seguir son  $[9, X_3](X_4)$  y  $[10, X_3](X_5)$ ; el camino a seguir es el de arista 9, partiendo desde  $X_3$  hacia  $X_4$ ; sin embargo, el camino  $[4, X_1](X_4)$  es más corto, por tanto uso este último.

Paso 5:  $X_4$  se convierte en el nuevo nodo resuelto, los caminos son  $[6, X_4](X_3)$  y  $[5, X_4](X_6)$ , se cierra el ejercicio escogiendo el segundo camino debido a que me lleva al destino final por la ruta más corta.

#### 1.4.2.2 Múltiples orígenes y destinos: Problemas de transporte

Este caso agrupa problemas donde parte de los nodos del grafo representan Oferta y los restantes representan Demanda. La oferta puede representar a Distribuidoras comerciales, fabricantes, almacenes de insumo o producto terminado; y la demanda puede estar representada por Retails, mercados, entre otros. El problema ocurre dado que cada Ofertante tiene una capacidad limitada a entregar y cada Demandante cantidades distintas a comprar, ello sumado a la inversión de recursos que significa ir de los Ofertantes hacia los nodos de Demanda (Ballou, 2004). El problema se complica aún más cuando la cantidad ofertada difiere de la cantidad

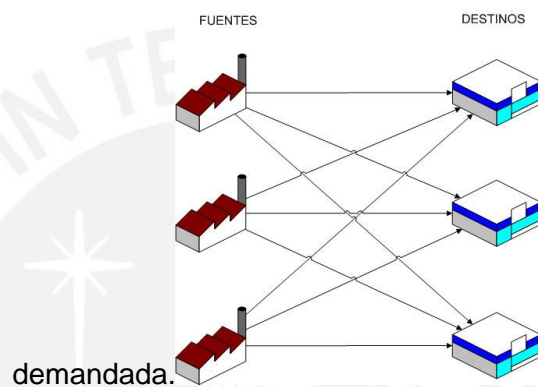


Figura 18. Múltiples orígenes y destinos

Fuente: Ingeniería Industrial online, Salazar (2012)

En la figura 19 se muestra tres nodos de Oferta (Fuentes) y tres nodos de Demanda (Destinos). Las aristas son dirigidas desde las Fuentes hacia los Destinos, cada Fuente tiene una cantidad  $A_i$  a ofertar y una regla de correspondencia formada por  $j$  elementos, por otro lado cada Destino tiene una cantidad  $B_j$  a demandar y puede ser atendido hasta por  $j$  Ofertantes. Recaltar también que el valor de las aristas representa la inversión de recursos para ir de un nodo a otro.

#### 1.4.2.3 Origen y destino en el mismo nodo: Problema del agente viajero

Caso que se presenta particularmente cuando se cuenta con recursos de capacidad y cantidad insuficientes para la demanda existente que obligan a los vehículos a regresar a su centro de acopio para poder terminar de repartir sus productos o también cuando la flota de vehículos es propia. En el problema básico o agente viajero se cuenta con una sola unidad móvil la cual debe visitar a cada uno de los clientes a un precio o recorrido mínimo.

Ejemplos de estos casos a continuación:

- Recajo de basura por camiones pertenecientes a la municipalidad desde el depósito.
- Ruta que sigue la movilidad escolar desde la cochera del Centro educativo.
- Reparto de golosinas y snacks de un mayorista.
- Recajo de prisioneros desde las distintas cárceles hasta ser llevados al tribunal, lugar de donde salen los vehículos.

Este tipo de problema, también llamado como el del agente viajero, es una extensión del problema donde el origen y destino son diferentes, pues a este se le agrega la dificultad de que necesariamente debe volver a su lugar de origen (Ballou, 2004).

#### 1.4.3 Problema de ruteo de vehículos (VRP, por sus siglas en inglés)

El primer problema de Ruteo de Vehículos data de 1959. El problema consistía en obtener la ruta óptima para la distribución de combustible a los distintos grifos. Años después Henry Clark Wright resolvió el problema del combustible (Daza, 2009).

De manera general el VRP empieza con la decisión a tomar sobre que ruta se debe tomar cada uno de los vehículos que forman la flota de tal manera que cada cliente sea visitado una sola vez. A partir del problema base se pueden agregar restricciones y requerimientos para generar problemas de mayor complejidad; por ejemplo:

- En cada parada no solo se dejará mercadería, sino que también se recogerá.
- La flota de vehículos está formada por móviles de distintas capacidades de carga y volumen.
- Se tiene una limitante sobre el número de horas que manejan los choferes.
- Existencia de destinos en los que se reciben pedidos a determinadas horas

Hasta inicios del siglo XXI solo unos cuantos de los problemas relacionados al ruteo de Vehículos se han resuelto de manera óptima (Ballou, 2004). A pesar de ello se pueden obtener soluciones buenas aplicando técnicas Heurísticas, Meta heurísticas o una combinación de las mismas. A continuación, se mencionarán los tipos de problemas generados a partir de la adición de restricciones (Orrego, 2013).

- ❖ **Multiple Depot VRP:** Variante del VRP donde se tienen múltiples depósitos desde donde salen los vehículos (cada depósito con flota de vehículos propia) buscando así atender a cada uno y una sola vez a los clientes.

- ❖ Periodic VRP: En este caso se tiene una restricción de tiempo, se pide realizar la entrega en un número determinado de días.
- ❖ VRP Pick up and Delivery: En este caso no solo se entregarán productos, sino que también se recogerán. Ello se puede dar debido a devoluciones o entrega de envases vacíos.
- ❖ Mixed Fleet VRP: En este caso, las móviles tienen diferentes características ya sea en volumen o tonelaje.
- ❖ Capacitated VRP (CVRP): Parecido al problema general, las variantes van entorno a que el número de vehículos puede ser uno o varios y cuya capacidad es constante para todos. Para este tipo de problema se tiene una primera parte donde se busca asignar la carga en función a los vehículos con los que se cuenta (BPP, Bin Packing Problem) y además se busca la ruta óptima para cada uno de los móviles (TSP, problema del agente viajero).

#### 1.4.3.1 Bin Packing Problem

El espacio dentro de unidad móvil, almacén u otro ambiente para guardar objetos es muy valioso, ya que al poder transportar o almacenar más productos los costos unitarios van disminuyendo. En muchos casos se encuentra el problema de transportar objetos con diferentes volúmenes, diferentes pesos y utilidad unitaria. El objetivo en ese sentido es el de acomodar la mayor cantidad de productos dentro del espacio disponible.

Este problema se puede resolver primero fijando la capacidad de la unidad móvil. Luego vamos adicionando los productos, a la vez que restamos su valor (del producto) con el de capacidad máxima, realicemos ello hasta que no quepa otro producto o la diferencia sea cero, si es que no se llena totalmente, se busca intercambiar productos que tengan un mayor valor y así completar totalmente la capacidad.

- Este problema se puede describir de manera general de la siguiente manera  
Se tiene un almacén A de tamaño G y una relación de  $n$  productos de tamaño  $t_1, t_2, t_3 \dots t_n$ . Se busca encontrar un número entero de particiones o subconjuntos C de tamaño  $S_1, S_2, \dots, S_c$  de tal manera que  $\sum_{i \in S_k} t_i \leq G$ ;  $k = 1, 2, 3, \dots, c$ . Se espera obtener el C mínimo.

## CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA LOGÍSTICO

### 2.1 La Empresa

La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) es una Organización sin fines de lucro cuya actividad económica pertenece al sector Educación, específicamente al rubro de Educación Superior, tiene una clasificación CIIU 8030.



Figura 19. Vista panorámica Campus Principal

Fuente: Dirección académica de planeamiento, PUCP(2013)

La PUCP, la cual es considerada la mejor Universidad del Perú por América Economía, tiene su campus principal ubicado en el distrito de San Miguel (extensión de  $0.41\text{km}^2$ ). Fue fundada en 1917 y a lo largo de estos años ha presentado una evolución sostenida en los diferentes campos como tecnología, infraestructura, innovación y principalmente en calidad educativa, con profesores contratados a tiempo completo de alto grado académico y experiencia laboral (21% de los mismos con un Doctorado al 2015, una de las más altas tasas en Perú según América Economía). A continuación, se menciona la Misión y visión de la Institución que se exponen en la página web de la misma:

Misión: “Es una comunidad académica plural y tolerante, inspirada en principios éticos, democráticos y católicos. Brinda una formación humanista, científica e integral de excelencia. Asume su compromiso con el desarrollo humano. Se vincula de manera efectiva y permanente con su entorno”

Visión: “A la fecha es un referente académico nacional y regional en la formación integral, multi e interdisciplinar, interviene en la discusión y en el planteamiento de soluciones a problemas Nacionales sobre educación, desarrollo social y sostenibilidad, además cuenta con las condiciones necesarias para ser una universidad de investigación”

En la figura 21, se muestra los tres ejes de funcionamiento que tiene la universidad: Académico, Administrativo e Investigación. Así mismo, los productos que ofrece a sus clientes se agrupan en académicos y no académicos, en el primero resalta el de formación Profesional y en el segundo el de consultorías a empresas externas. La estructura de la PUCP se resume en el siguiente mapa de procesos:

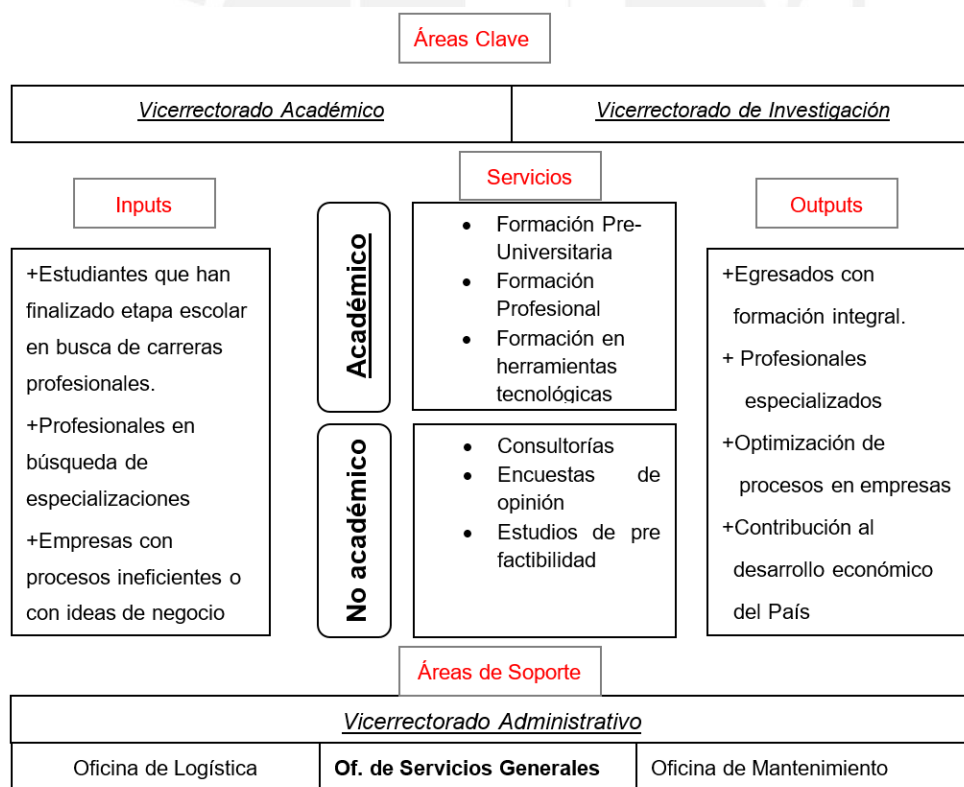


Figura 20. Mapa de procesos PUCP

Fuente: Dirección académica de planeamiento, PUCP(2013), [www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)

## 2.1.1 Análisis organizacional

Se utiliza la análisis FODA para realizar el estudio Organizacional de la PUCP. Se comienza con el análisis interno para poder obtener fortalezas y debilidades, luego se desarrolla el análisis externo para identificar oportunidades y amenazas; y se culmina al plantear estrategias para el corto y mediano plazo.

### 2.1.1.1 Análisis interno

La Universidad es una organización de servicios cuya estructura interna se ve reflejada en la cadena de valor que se muestra en la figura 22.

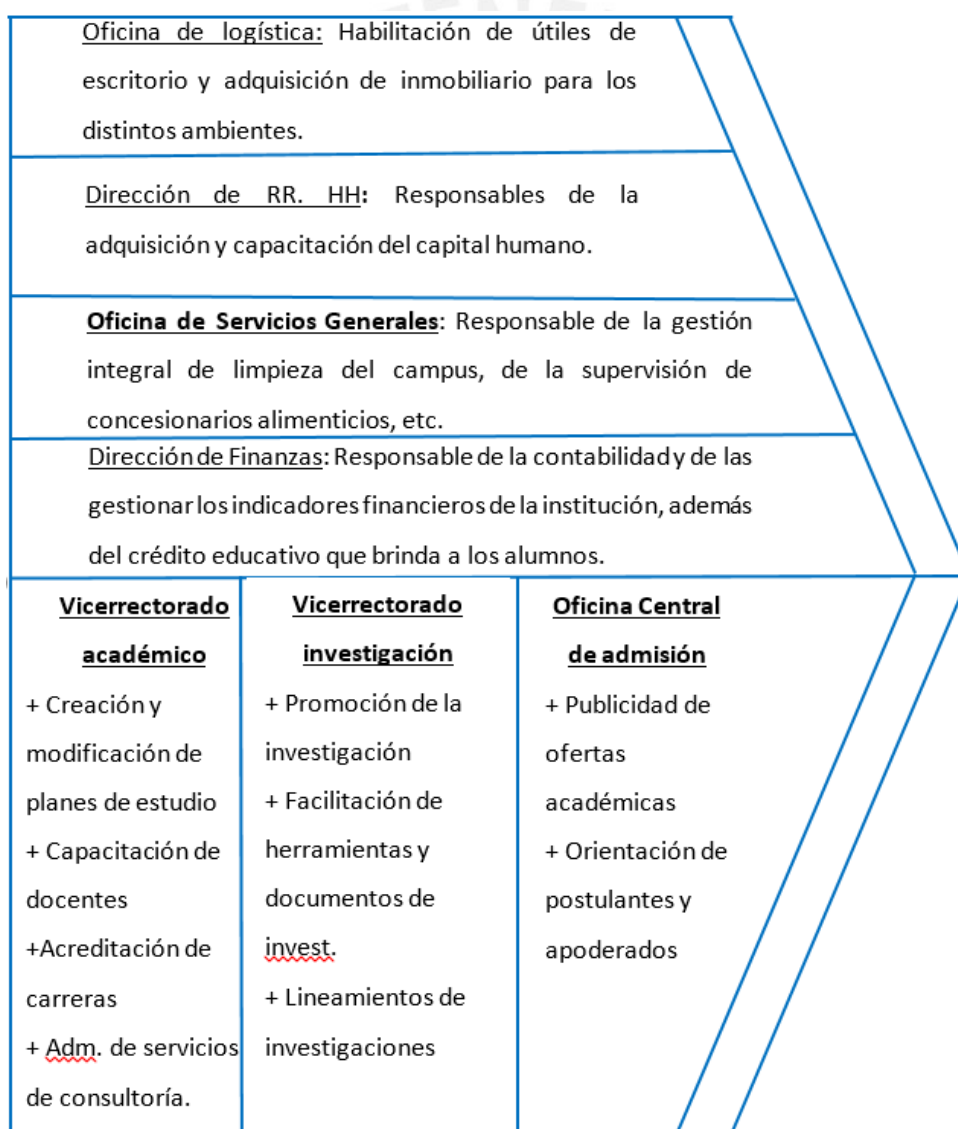


Figura 21. Mapa de valor PUCP

Fuente: Dirección académica de planeamiento, PUCP (2013), [www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)

Los procesos que agregan valor a los productos que ofrece la PUCP se concentran en dos grandes grupos, el primero que está orientado a la formación académica y el segundo, al incentivo y promoción de la investigación, los mismos que son manejados por el Vicerrectorado Académico (VRA) y el Vicerrectorado de Investigación (VRI), ambos son soportados por el Vicerrectorado de administración (VRD). La difusión de sus ofertas y el desarrollo de las estrategias de comunicación con sus clientes son responsabilidad de la Oficina Central de admisión.

El VRA realiza la importante labor de crear y modificar los planes de estudio de tal forma que estén a la altura de estándares internacionales y de esta manera puedan realizar su segunda importante labor, acreditar internacionalmente las carreras que ofrece, así también se encarga de la selección, evaluación y capacitación de los docentes. Por otro lado, el VRA se encarga de administrar el servicio de consultoría, donde se destaca el personal altamente calificado y laboratorios que están siempre a la vanguardia en el uso de las tecnologías. Los estándares de calidad manejados dentro de esta unidad hacen de la universidad la mejor a nivel nacional.

El VRI se creó en el 2009, su trabajo se enfoca exclusivamente a la investigación y a los procesos que ello involucra (promoción, financiación y desarrollo de metodologías). El volumen de investigación que desarrolla la PUCP es baja si se compara con la producción mundial; sin embargo, a nivel nacional destaca. El objetivo de esta unidad es revertir la situación antes descrita, para lo cual deberá captar fondos y lograr la difusión del impacto de tales investigaciones.

El VRD, agrupa a las áreas que brindan soporte a las actividades principales de la universidad. El objetivo de este ente es brindar soluciones a las necesidades de limpieza de los clientes internos de manera eficiente. En ese sentido, se tiene algunas áreas que tienen un excelente nivel de servicio; sin embargo, hay otras que tienen una calificación intermedia. Una de sus principales representantes es la Oficina de Servicios Generales, la cual se describe en la sección 2.2.

A partir del mapa de procesos y mapa de valor de la organización, se muestra la primera tabla de Fortalezas y Debilidades.

Tabla1. Resumen de fortalezas y debilidades

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
+ Planes de estudio con estándares internacionales	+ Bajo volumen de investigación
+ Carreras acreditadas internacionalmente	+ Áreas de soporte con un nivel de servicio intermedio.
+ Eficiente labor del VRA	

Fuente: Página institucional, PUCP (2015)

Para continuar con el análisis interno se utiliza el Lienzo del Model Canvas (Adjunto en anexo uno). La PUCP tiene un modelo de negocio diferente al de las universidades privadas tradicionales del país, mientras que una universidad tradicional tiene como única fuente de ingresos a las pensiones de sus estudiantes, en la PUCP, las pensiones solo representan el 44% del total de los ingresos; de tal manera, si no fuera por otras fuentes de ingreso (consultorías, alquiler de predios y oficinas) , la universidad no podría sostener la excesiva planilla administrativa, sueldos por encima del promedio para los profesores, inversión en equipos y tecnología de punta; y la subvención a la investigación y actividades culturales. En la misma línea, la PUCP presenta una serie de políticas restrictivas de inversión, donde el financiamiento es la última opción a tomar y se da bajo el cumplimiento de rigurosos requisitos; por tal motivo, las inversiones en el campus principal solo se dan con capital propio.

Se resalta una debilidad antes mencionada, la excesiva planilla administrativa; en el 2014, se llegó a la conclusión que había un administrativo por cada nueve estudiantes según la federación de estudiantes de la universidad, FEPUC (2014), lo cual demuestra la criticidad del problema. El exceso de personal no solo genera un gran coste, sino también, esconde un gran problema de ineficiencia; por tal motivo, el Vicerrector administrativo determinó que no se contrate más personal en los

próximos años (Semana económica edición WEB, 2016).

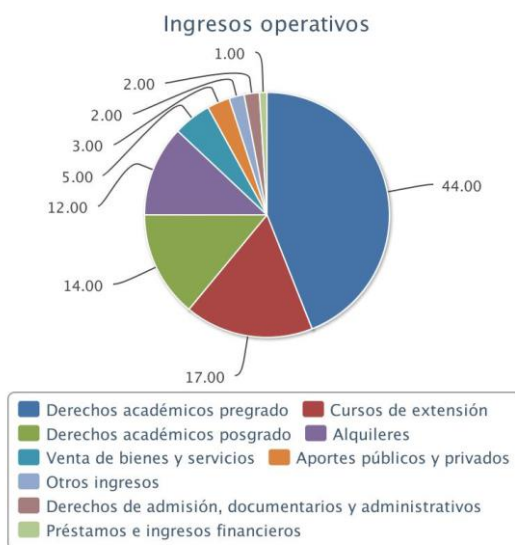


Figura 22. Fuentes de Ingresos 2015

Fuente: Página web institucional, PUCP (2015)

Otra de las fortalezas listadas es la infraestructura y tecnología. La PUCP cuenta con 90 laboratorios, entre ellos el CETAM (Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura) y el laboratorio de procesos industriales. Cuenta también con cinco bibliotecas dentro de su campus principal y tres en sus centros externos.

Con respecto al prestigio, la PUCP brinda dos productos claramente diferenciados, servicios académicos (pregrado, postgrado y formación complementaria); y servicios no académicos (Asesoría y Consultoría a empresas), en ambos grupos tiene la mejor oferta del mercado respecto a calidad en el servicio brindado. Para el primer producto cuenta con centros como CENTRUM, Idiomas Católica e Instituto Riva Agüero; para el segundo cuenta con INNOVA PUCP e Instituto de la calidad. Esta fortaleza se ve sustentada también en la plana docente, la PUCP cuenta con 1522 profesores, 311 cuenta con PhD y 51 enseñan en Universidades extranjeras (QS TOP UNIVERSITIES, 2016). Los dos últimos ratios son representativos a nivel nacional, pero puntos débiles a nivel internacional.

A manera de resumen, se muestra una segunda tabla con las Fortalezas y Debilidades identificadas.

Tabla2. Fortalezas y debilidades

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
Prestigio Nacional	Exceso de personal administrativo
Respaldo económico y financiero debido a las distintas fuentes de ingresos	Políticas restrictivas de inversión (rubros que aseguran un retorno, toda inversión en el campus con capital propio)
Laboratorios, equipos con tecnología de punta	Bajo ratio: #total de alumnos/profesores contratados
Los mejores profesores del medio	

Fuente: Página institucional, PUCP (2015)

#### 2.1.1.2 Análisis externo

Se realiza un primer análisis del entorno de la universidad con las siguientes variables Pestel:

- **Políticos:** La descentralización en el Perú está tomando un papel importante, en abril del presente año el Jefe del Gabinete y el Presidente de la República Martin Vizcarra, tuvieron la primera reunión de trabajo con 10 Gobernadores Regionales, demostrando que esta variable tendrá un peso mayor durante este gobierno. Así mismo, la Inversión en Tecnología e Investigación por parte del estado peruano va en aumento cada año, el gobierno saliente de Ollanta Humala incrementó en 8 veces el presupuesto destinado para promover la ciencia en el país (0.7% del PBI); el Ministerio de la Producción (PRODUCE) inauguró en el mes de Julio del 2016 la CITE (Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Agroindustrial) número 40, siendo ello un indicador de la iniciativa del estado peruano.
- **Económicos:** Según el BCRP, la economía peruana creció 2.7% durante el 2017, ello tras el impacto de los últimos desastres y los escándalos de corrupción, y se proyecta que el 2018 cierre con un crecimiento de 4%, impulsado principalmente por el mayor gasto público y recuperación de la inversión privada.

Con respecto a la inflación, el BCRP proyecta una de 2.5%, impulsada principalmente por el precio de los alimentos (Trigo maíz y soya); por el contrario, el precio del pollo y combustibles mermaran el incremento.

Por otro lado, los escándalos de corrupción como Lava Jato están comprometiendo el crecimiento de la economía.

- **Socio Culturales:** En un estudio realizado por Arellanos Marketing a mediados del 2015, se destaca que los peruanos ya no solo se preocupan por satisfacer sus necesidades básicas, alimentación y vivienda, sino que la educación se ha convertido en el tercer pilar de inversión. Así mismo, en el mismo estudio se destaca que los ingresos de los segmentos B y C crecieron 7% respecto al 2013.
- **Tecnológicos:** En el sector educación, el e-learning está creciendo a pasos agigantados. Solo en el 2013 el rubro movió 52,600 millones de dólares, de esta manera pasó de ser una innovación a convertirse en una oferta necesario en los centros de estudios superiores. Si se comparase el método tradicional versus el e-learning, el segundo ahorraría 50% en gastos y 60% en tiempo. Se estima que para el 2030, el uso de pizarras será mínima (Online Business School, 2016)
- **Ecológicos:** Las construcciones sustentables son una tendencia en el mundo y en los distintos sectores. En el caso del rubro de educación superior, donde la inversión en infraestructura es alta, no es la excepción. Se toma conciencia desde los materiales de construcción, el uso eficiente de recursos durante la construcción y en su funcionamiento definitivo, de esta manera se busca mermar el impacto ambiental.  
Si bien se requiere una alta inversión al inicio, los ahorros en el largo plazo son apreciables, según Pierre Giannoni (2016), Gerente de Swiss Capitals, los ahorros se dan en un 50% en energía, 60% en agua y 30% en reciclaje de materiales.
- **Legales:** El cinco de enero del 2015 se creó la SUNEDU (Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria), cuya principal función es verificar que las universidades cumplan con los estándares de calidad mínimos para su funcionamiento, ello en respuesta a la proliferación de Universidades en condiciones de infraestructura paupérrimos y docentes no calificados.

Por otro lado, en el año 2012, el Vaticano emitió un comunicado que afectaba directa y específicamente a la PUCP, donde le sugería retirar los títulos de Pontificia y Católica. El litigio entre la universidad y el arzobispado sigue en marcha hasta la actualidad.

Para complementar el análisis del entorno, se utiliza las cinco fuerzas de Porter, las cuales se describen a continuación:

- Poder de negociación con los clientes: Se tiene dos clases de usuarios, en primer lugar, jóvenes que han culminado su etapa escolar y, en segundo término, empresas que tienen problemas en sus operaciones. Para el primer grupo, quien se hace cargo del pago del servicio, son los padres; el poder de negociación en este caso es total por parte de la universidad dado el prestigio que posee. En el segundo caso, dado la competencia del sector, el poder es de grado medio.
- Poder de negociación con los proveedores: Los principales proveedores de la PUCP son los Profesores y en segunda instancia se encuentran los proveedores de servicio (limpieza, seguridad, etc.). En el primer caso, el poder de negociación es intermedio, si bien la universidad ofrece una tarifa alta por hora de dictado, los escasos docentes de primer nivel y el pago que ofrecen otras universidades, hacen compleja esta tarea. Con el segundo grupo de proveedores, el poder es alto, pues existe una gran oferta para los servicios mencionados.
- Amenaza de nuevos competidores: Las barreras de entrada al sector educación superior tienen un punto de quiebre a raíz de la creación de la Ley Universitaria. Antes de ella, la creación de universidades se daba sin restricción alguna y con algunas licencias fáciles de tramitar, solo en los últimos diez años el número de universidades creció cerca de 100%. Actualmente, el Perú tiene 140 universidades, de las cuales 76 tienen autorización definitiva. Las barreras de entrada se endurecen a raíz de la baja calidad en educación e infraestructura que presentan las universidades, prueba de ello se da en la evaluación regional (Latinoamérica) que hacen anualmente diversos entes calificados, donde solo una universidad peruana se encuentra dentro de las 25 mejores (AMERICA ECONOMÍA, 2016).

Actualmente, si se desea aperturar una filial o una Universidad se debe contar con el visto bueno de la SUNEDU, quien supervisa la calidad de las universidades; también, se debe contar con un estudio cualitativo y cuantitativo que demuestre la necesidad de impartir alguna carrera; así mismo, se debe contar con una representativa porción de profesores contratados a tiempo completo, los profesores deben tener una maestría para poder impartir clases; estas y algunas otros requisitos hacen compleja la creación de una universidad.

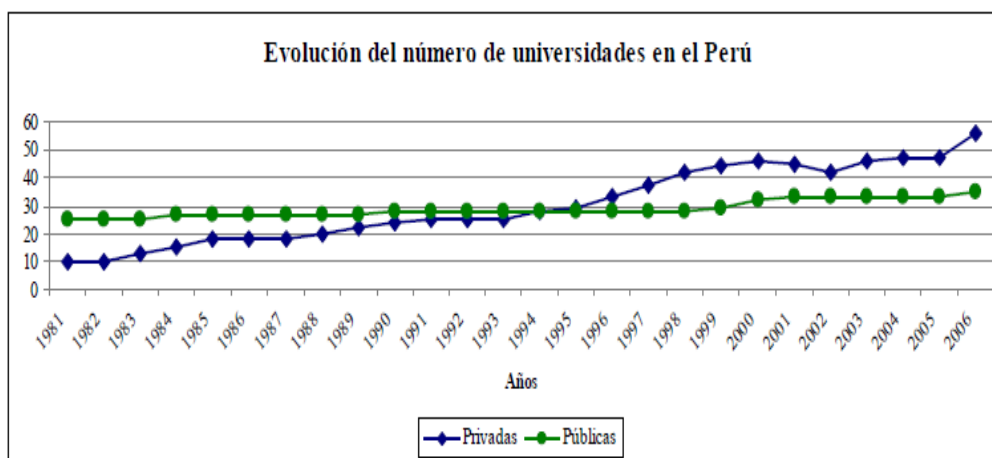


Figura 23. Evolución del número de universidades en el Perú

Fuente: Asamblea Nacional de rectores, 2010

- Amenaza de productos sustitutos: Uno de los productos sustitutos de una carrera universitaria es una carrera técnica. En el Perú, la relación es de siete a tres; es decir, de cada 10 estudiantes de educación superior, siete van a la universidad y tres a un instituto (Diario El Comercio, 2016).

Una de las principales razones para escoger una carrera técnica es el tiempo de duración y el menor costo que representa si se compara con una universidad privada. Según Gustavo Yamada (Ex director del BCRP), el Perú necesita más técnicos que universitarios, por ello en algún momento, el exceso de profesionales llevará a que la tendencia cambie.

- Rivalidad entre competidores: En el mercado de educación universitaria, las estrategias competitivas son variadas, al igual que los segmentos del mercado. Por un lado, se encuentran las universidades que ofrecen un alto nivel de servicio, se incluye la calidad de la educación que imparten, en ese sentido las universidades que resaltan son la PUCP, Pacífico, Cayetano

Heredia y UNMSM. Por otro lado, se encuentran las universidades que encuentran su ventaja competitiva en los bajos costos (consecuentemente bajas pensiones), en la mayoría de casos se sacrifica la calidad educativa. Esta ventaja les permite captar una gran cantidad de alumnos, los cuales les generan grandes ingresos, así tenemos a la UCV, Alas Peruanas, entre otras.

Tabla3. Amenazas y Oportunidades

Oportunidades	Amenazas
1. Descentralización en la gestión del gobierno central.	1. Inflación proyectada de 2.5 %.
2. Aumento de la inversión por parte del estado en Tecnología e Investigación.	2. Desaceleración de la economía por las investigaciones de corrupción
3. Crecimiento proyectado de la economía peruana 4%, durante el 2018, respectivamente según el MEF.	3. Litigio con el Vaticano
3. Educación como tercera fuente de inversión de los peruanos.	4. Poder de negociación intermedia con los profesores.
4. Creciente demanda del e-learning debido a su ahorro de recursos.	5. Necesidad del país por técnicos.
5. Tendencia a construir sustentablemente.	6. Litigio con el Vaticano

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.1.3 Estrategias a tomar

Tabla4. Matriz FODA

		Fortalezas	Debilidades
		1. Carreras acreditadas internacionalmente /prestigio /currícula internacional	1. Bajo volumen de investigación
		2. Buena labor del VRA en la internacionalización de las mallas	2. Áreas de soporte con nivel de servicio medio
		3. Respaldo económico y financiero	3. Exceso de personal administrativo
		4. Laboratorios y equipos de alta tecnología	4. Políticas restrictivas de inversión
Oportunidades	1. Aumento de los fondos para Investig. y tecnología por el gobierno	1-2: Uso de la tecnología de punta para iniciar proyectos de investigación y así captar fondos	1-1: Aprovechar el impulso económico del gobierno para desarrollar investigación
	2. Tendencia a construir sustentablemente	2-3: Construir sustentable(conveniente en el largo plazo) usando respaldo financiero	1-4: Realizar construcciones sustentables dado el potencial de ahorro que proyectan
	3. Alta inversión en educación de las familias	3-1: Atraer inversión de los padres de familia aprovechando el prestigio	3-4: Aprovechar la capacidad de inversión de los padres para hacer frente las restricciones
	4. Crecimiento del e-learning	4-4: Usar tecnología para desarrollo del e-learning	4-3: Con e-learning se utiliza 40% menos personal
Amenazas	1. Crisis económica a causa de la corrupción	1-1 Captar más estudiantes del extranjero con las currículas internacionales	
	2. Aumento de la inflación		2-3: Reducir los obligados aumentos por inflación dejando de contratar personal
	3. Litigio con el Arzobispado de Lima	3-3: Defender los derechos de la universidad haciendo uso de los recursos financieros	
	4. Necesidad del País por carreras técnicas	4-2: Aprovechar la eficiente labor del VRA para diseñar un instituto de calidad	

Fuente: Elaboración propia

Además de las estrategias propuestas en la matriz FODA, se recomiendan también las siguientes acciones:

- Se debe aprovechar el respaldo económico que tiene y la fuerte inversión del estado peruano en ciencia para fomentar la cultura de investigar dentro de su comunidad universitaria para generar proyectos de investigación que ganen fondos concursables como los ofrecidos por Concytec. A su vez se podrá reforzar la debilidad que tiene a nivel global; baja producción de investigaciones.
- Dado el valor que tiene una acreditación a nivel global, la Universidad debe aumentar la cantidad de carreras acreditadas haciendo uso de sus laboratorios sofisticados y mallas curriculares que se rigen por parámetros internacionales. Actualmente solo cuenta con 5 carreras acreditadas.

La PUCP debe aumentar el personal docente contratado a tiempo completo, además debe promover entre los mismos la obtención de mejores grados académicos, ya sea mediante financiamientos o becas (completas o parciales) en sus centros de formación como CENTRUM.

### 2.1.2 La Oficina de Servicios Generales (OSG)

Las áreas de soporte son de vital importancia para complementar el servicio brindado en la institución, una de estas áreas es la Oficina de Servicios Generales, cuya gestión es de gran relevancia dentro de la universidad.

La Oficina de Servicios Generales fue creada para administrar los distintos servicios que brindan soporte a la PUCP. Desde su creación ha venido sufriendo variaciones como la inclusión de la sección de Servicios y Concesionarios (encargado de supervisar el servicio brindado por las empresas que expenden alimentos) o la creación de la sección de Seguridad y Salud en el trabajo (exigencia del marco político peruano).

- Misión: Agregar valor al servicio de educación superior brindado por la Universidad, conservando las mejores condiciones de estudio y trabajo, con ambientes pulcros, servicios alimenticios de calidad, manejo de residuos sólidos y garantizando su seguridad ante cualquier eventualidad, todo ello con altos niveles de efectividad y al servicio de la comunidad universitaria.
- Visión: Ser reconocida como unidad de soporte clave en la consecución de los objetivos de corto, mediano y largo plazo de la Pontificia Universidad Católica del Perú, atendiendo las necesidades de limpieza, alimentación saludable, seguridad física de la Comunidad Universitaria; así como, siendo un lugar agradable para sus colaboradores.

Las distintas áreas de la oficina de servicios generales aportan de formas diferentes en el proceso de agregar valor a la Universidad; para este estudio se enfoca los esfuerzos en resaltar las principales acciones de la sección Gestión del Campus (SGC).

La tarea de supervisión de la sección se enfoca en dos sistemas puntuales, Gestión Integral de Limpieza y Manejo de residuos sólidos.

- ✓ Gestión Integral de Limpieza: El alcance de esta tarea involucra la supervisión de las tareas de compra, recepción, acopio y distribución de productos de limpieza (tema en el que se enfoca la presente tesis); también la asignación eficiente de capital humano para el servicio; y el control y seguimiento del servicio brindado. El impacto que genera este gran entregable es notorio; un ambiente de estudio en condiciones adecuadas (pulcro, ordenado y con el correcto mobiliario) permite un mejor desenvolvimiento por parte del estudiante. Para ello es necesario que se asegure el correcto flujo de materiales e información.
- ✓ Manejo de residuos sólidos: El desarrollo sostenible es un concepto que la Universidad Católica ha interiorizado, en este sentido la sección aporta a la Gestión ambiental, se encarga de distribuir por todo el campus tachos debidamente rotulados con colores estándares para los distintos tipos de residuos sólidos, llámese vidrio, desechos orgánicos, pilas, etc. La gestión de la logística se planificada a detalle, los residuos sólidos son retirados cada 6 horas y enviados a un centro de acopio donde son clasificados y entregados a la empresa encargada de transportarlos hacia depósitos autorizados. Cada fin de semana se da el mantenimiento de tales tachos.

Además de ello, se tiene tachos con capacidad de 2 m<sup>3</sup> (cúbicos) para el reciclaje de papel periódico y papel blanco, material que es donado a una ONG para su posterior venta y obtención de recursos.

El sistema de gestión integral de limpieza (SGIL) moviliza una gran cantidad de recursos, no solo humanos (más de 300 operarios) sino también monetarios, la importancia de este último recurso se describe a continuación. La PUCP cuenta con 35 principales proveedores (prestaciones de más de UN millón de soles al año), uno de ellos es el que se encarga de la compra, recepción y distribución de productos de limpieza; adquisición de equipos de limpieza y la contratación del personal humano para el servicio. La importancia también se ve en el balance general del 2015, se observa que la partida de Inmuebles, mobiliario y equipo representaba más del 60% de los activos totales; luego en el 2014, la partida se elevó a más de 70% (balance general PUCP en Anexo uno). Se resalta la información previa debido a que la inversión en infraestructura va de la mano y tiene una relación directa con el gasto en el SGIL, es por ello que el valor en sí y la variación positiva de la partida genera un aumento en los gastos en el SGEIL. En el 2015 el gasto en servicios por parte de

la Universidad fue poco más de 160 millones de los cuales más del 5% le corresponde a la inversión en el sistema de GEIL (ocho millones en total).

En los siguientes capítulos se describe, analiza y se plantea mejoras para los macro procesos de compra, recepción, acopio y distribución de productos de limpieza, procesos que forman parte del sistema de Gestión Integral de Limpieza y parte de la importante labor de Supervisión y trabajo conjunto que realiza la sección Gestión del Campus junto a EULEN (proveedor de servicios).

## 2.2 Gestión integral de limpieza: Compra y recepción de pedido

Para la descripción de cada uno de los procesos logísticos que comprende este macro proceso se empieza con la ubicación de la PUCP dentro de una cadena de suministro. Así, en la figura 25 se observa que el último eslabón de la cadena son los clientes, este representa a la PUCP de manera macro. El proveedor estaría representado por Dariza, productora de insumos de limpieza; la empresa estaría representada por Eulen, la actual concesionaria responsable del sistema de



Figura 24. Cadena de suministro a nivel macro

Fuente: Gestión de Stocks, Ferrín (1999)

Si se realiza un zoom dentro del último eslabón, se podrá ver el detalle, los clientes serán las distintas unidades académicas, administrativas y deportivas. Las mismas que serán atendidas por Eulen bajo la supervisión y coordinación de la Secc. Gestión del Campus (en adelante sección). Así mismo, la alianza Sección-Eulen se encargan

de la compra, recepción y acopio del cargamento de insumos e implementos de limpieza.

La Universidad Católica tiene un total de 86 pabellones, los cuales albergan a 174 unidades entre Académicas y Administrativas; y que para facilidad del SGIL se simplifican en 101 conjuntos, cada una con una demanda diferente en cuanto a materiales, implementos EPPS (equipos de seguridad) e implementos de limpieza. Para la supervisión del servicio y las operaciones de del sistema, la Sección ha dividido el campus en cuatro zonas, cada una de ellas tiene un Supervisor de Gestión. Se ha hecho el esfuerzo de hacer la división con el objetivo de equiparar los gastos en personal y materiales de limpieza. Además, para conveniencia de la Gestión del Servicio de Limpieza se diferencia entre oficinas, aulas, áreas compartidas y servicios higiénicos.

A continuación, en la figura 26 se presenta la distribución del campus en función de la supervisión.



Figura 25. División del Campus  
Fuente: Oficina de Servicios Generales

La parte Suroeste corresponde a la zona cuatro, la parte sureste a la zona tres, la noreste a la zona uno y noroeste a la zona dos.

Para la limpieza de los distintos ambientes, muebles y otros se utilizan materiales e implementos de limpieza, el primero agrupa los líquidos, spray, esponjas, trapos, etc; mientras que el segundo agrupa escobas, recogedores, limpia lunas, etc. La diferencia principal entre ambos grupos es la frecuencia de entrega, los materiales se entregan mes a mes, mientras que los implementos bimestral, trimestral o semestral, según sea el caso.

Previo a la descripción, análisis y planteo de soluciones, se resume el sistema en la figura 27:

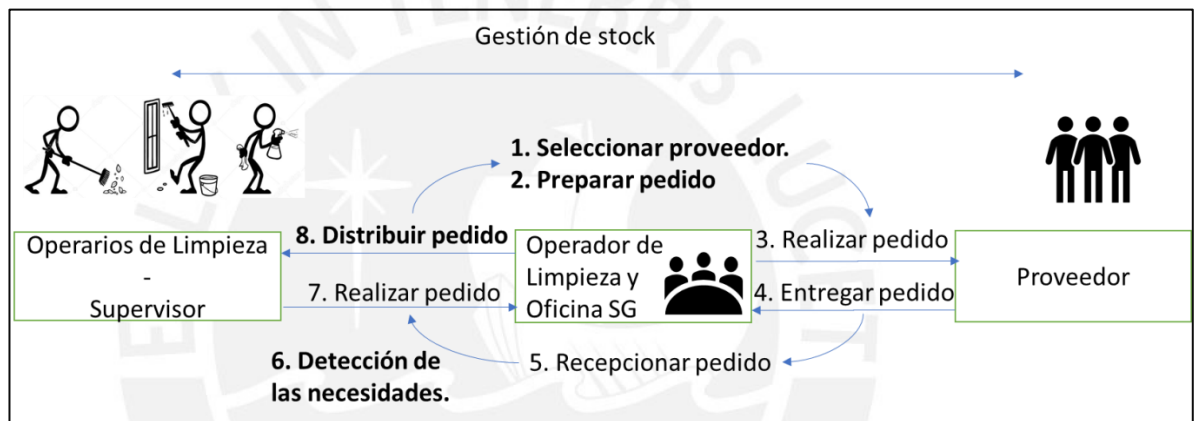


Figura 26. Resumen de sistema

Fuente: Oficina de Servicios Generales

1. Seleccionar proveedor: En base a criterios como tiempos de entrega, precio, calidad de productos y experiencias anteriores con grandes clientes, se busca al proveedor que mejor se acomode a los requerimientos de la Universidad.
2. Preparar pedido: En base a pedidos de meses anteriores y según el periodo académico se realiza el pedido para el mes venidero. No se toma en cuenta el proceso seis. Detección de las necesidades, para realizar este pedido.
3. Realizar pedido: Ingresar los ítems y cantidades a la plataforma de Eulen para realizar el pedido.
4. Entregar pedido: Proveedor hace la entrega en el almacén central de la mercadería.

5. Recepcionar pedido: Con el conteo como principal técnica de verificación se valida que los productos estén completos y en óptimas condiciones para poder cumplir sus funciones.
6. Detección de las necesidades: Sin estar ligado al proceso N° dos. Preparar pedido, el operario hace su pedido en función a lo que pidió el mes anterior y lo ajusta según el dinamismo del mes.
7. Realizar pedido: El operario junto a su lista validada por el Supervisor de Zona, se acerca al almacén central para realizar su pedido.
8. Distribuir pedido: El operario logístico junto a su equipo se encarga de alistar pedidos y entregarlos.

De manera transversal se menciona a la Gestión de stock, proceso importante para reducir los costos de almacenamiento.

### 2.2.1 Proceso de realización de la compra

El detalle del proceso de compra se describirá a profundidad según la metodología descrita en la sección 1.2 de la presente tesis, en ese sentido, se empieza con el subproceso de detección de la demanda, luego con la descripción de las fuentes de aprovisionamiento para terminar con la preparación y realización del pedido.

#### 2.2.1.1 Detección y descripción de las necesidades

El presente acápite inicia con la descripción de los tres focos de demanda de materiales e implementos; por infraestructura existente (demanda estacional); por infraestructura nueva (demanda nueva); y por demanda extraordinaria (demanda variable).

La demanda de materiales e implementos de limpieza puede tener su origen en alguno de los tres focos antes mencionados:

- ✓ Infraestructura existente: Demanda que se origina en los requerimientos de los espacios e infraestructura ya existentes y cuyo comportamiento debe ser constante. En teoría solo se debería ver afectada por la estacionalidad propia del año académico; sin embargo, existen variables (estudiados en el cap. 3) que originan variaciones en algunos productos.
- ✓ Incidentes: Mes a mes se originan ocurrencias, emergencias o solicitudes especiales; por ejemplo, después de una lluvia (emergencia), se hace

intensivo el uso de trapeadores; también se puede suscitar la solicitud especial de una Unidad académica para la limpieza de un espacio en específico (solicitud especial); o se puede registrar la solicitud de limpieza por el derrame de algún líquido o alimento (ocurrencia).

- ✓ Infraestructura nueva: La universidad experimenta mes a mes ampliaciones, remodelaciones y aperturas de nuevos espacios, lo que hace que mes a mes se incremente o reduzca el tamaño de pedido de algunos materiales, ello alimenta a la demanda estacional.

Se recalca que la demanda de algunos productos tiene su origen en los tres focos; por ejemplo, el MLD es un producto que se utiliza en distintos ambientes ya existentes; también por la apertura de nuevas edificaciones (infraestructura nueva) y es utilizado en servicios extraordinarios.

Así también, se define como demanda regular, a la demanda que existe cuando las labores educativas y administrativas se desarrollan con normalidad en todas las unidades académicas. Por el contrario, se llama demanda irregular, a la demanda que se da durante periodos donde el dinamismo dentro del campus es bajo en comparación a un periodo regular.

Para la elaboración del pedido interno se toma en cuenta el factor periodo académico, este factor consiste en ajustar el pedido regular según la dinámica administrativa y estudiantil dentro de un determinado mes, en ese sentido se tiene meses como enero cuyo dinamismo es menor a meses como noviembre, por ejemplo, para el último se tiene un pedido regular y para los primeros (bajo dinamismo) se pide la mitad de productos con respecto a un mes regular. En la tabla cinco se muestra la clasificación de los meses.

Tabla5. Clasificación de meses

<b>Regular</b>	<b>Irregular</b>
Febrero, marzo, abril, mayo, junio, agosto, Setiembre, octubre, Noviembre	Enero, julio, diciembre.

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Con respecto al stock, los operarios tienen uno para atender la demanda constante (lo que se gasta cotidianamente en infraestructura existente) y adicionalmente, tienen

un stock de seguridad (SS) para hacer frente a demoras en la entrega del pedido y para atender ocurrencias, este SS equivale al 10% de la demanda constante.

A continuación, se presenta el flujo actual que se sigue para detectar y realizar el pedido interno:

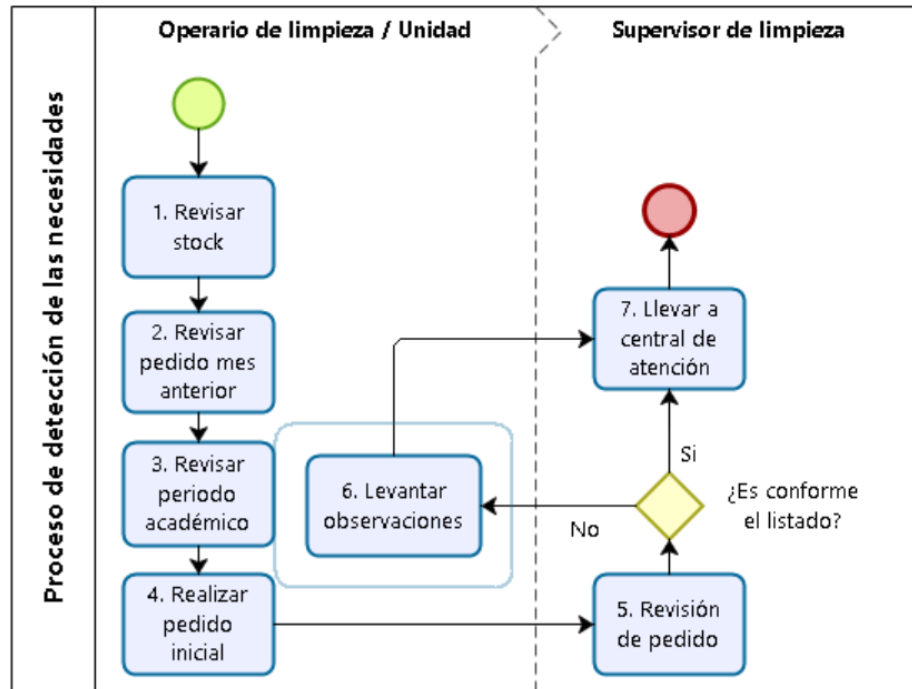


Figura 27. Proceso de detección de las necesidades

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Mes a mes se inicia el proceso de detección de las necesidades, primer proceso de toda la cadena logística.

1. Revisar stock: El operario de limpieza da inicio al proceso con la revisión del stock que tiene al término de la cuarta semana del mes.
2. Revisar pedido mes anterior: El operario toma dos factores en cuenta para poder tomar su decisión de cuánto pedir, el periodo académico actual y los pedidos que ha venido realizando. En este caso revisa la cantidad pedida el mes anterior.
3. Revisar periodo académico actual: Ajustar el pedido a realizar según el dinamismo del presente periodo
4. Realizar pedido inicial: En función de las variables antes mencionadas se procede a realizar un pedido que deberá pasar por un último filtro.

5. Revisión del pedido: Los supervisores son los encargados de dar el último visto bueno al pedido antes de ordenarlo.

¿Listado conforme?

Si: Ir a actividad N°6 Llevar a central de atención

No: Ir a actividad N°7 Levantar observaciones

6. Llevar a central de atención: El pedido validado debe ser entregado al operario de almacén para que proceda al despacho del mismo .

7. Levantar observaciones: Se corrigen las observaciones detectadas por el Supervisor de limpieza

La problemática en este proceso se describe en los siguientes puntos:

- Variación insustentable de algunos productos, a pesar del crecimiento en infraestructura, no se corresponde con el elevado aumento de algunos materiales. Un claro ejemplo es el que se muestra en la figura 29, dicho producto sufre un cambio brusco a partir de octubre del 2014.
- Se tiene una imprecisa fijación de la cantidad estándar, debido a que es obtenido a partir de la experiencia de los supervisores de planta y no a partir de inductores de consumo (símil a un costeo ABC) ni el rendimiento indicado en las fichas técnicas de los productos
- Todas las unidades tienen un stock de seguridad lo cual resulta costoso y podría esconder problemas de ineficiencia.

**No se respeta el tiempo de vida de los implementos, por tal motivo, y dado el bajo nivel de control, se entregan; por ejemplo, hasta tres implementos en un periodo donde corresponden solo uno.**

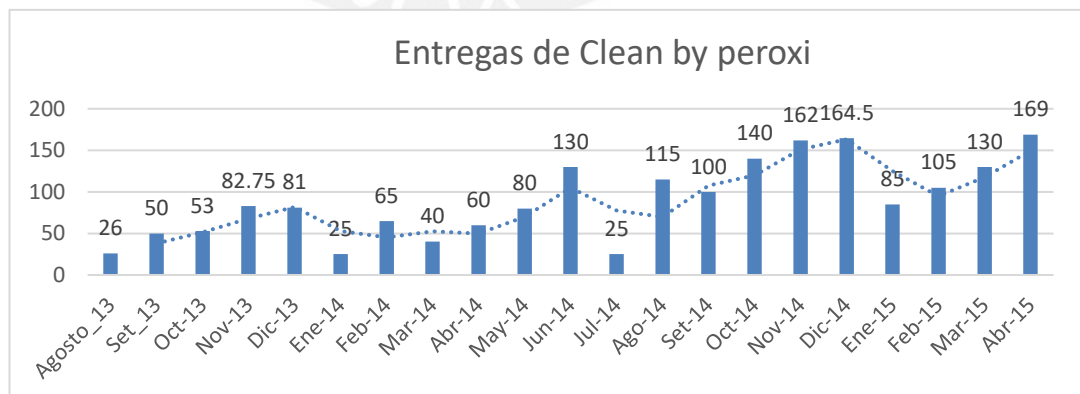


Figura 28. Evolución uso de clean by peroxi

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Así mismo, se hace una diferenciación entre aulas, oficinas, áreas compartidas y servicios higiénicos, principalmente para la compra de productos según las características del ambiente; por ejemplo, en áreas compartidas se puede usar un aromatizante para pisos con un fuerte olor; sin embargo, en oficinas se utiliza un producto parecido, pero con menos concentración del aromatizante para generar un olor más suave.

#### 2.2.1.2 Investigación y búsqueda de fuentes de aprovisionamiento

El mercado de limpieza Industrial es altamente competitivo lo cual lo hace beneficioso no solo en precios sino también en calidad de productos, disponibilidad y tiempos de entrega.

Los principales competidores en el rubro son Dariza, Intradevco y Clorox. Todas son empresas de fabricación y comercialización; las 2 primeras son de capitales peruanos, mientras que la segunda forma parte de una transnacional.

Actualmente, Eulen, administradora del servicio, tiene como proveedor principal a Dariza, de regular desempeño; a pesar de ello, se debe evaluar alternativas para reemplazar total o parcialmente el servicio. La evaluación se da con miras a implementar mejoras, la cual dependiendo de lo que se requiere se escogerá al proveedor principal.

A continuación, se describe el desempeño del proveedor principal actual:

- Con respecto a los costos, estos están acorde con el mercado. Para verificar este factor, la Oficina solicita trimestralmente el listado de precios de los productos y los compara con los precios de algunas marcas del mercado.
- Con respecto a la calidad de los productos, esta no es uniforme en algunos productos clave; por ejemplo, en el caso de las mopas (implemento para refregar el piso) se tiene hasta tres tipos, cada una con tiempo de vida diferente, pero con similares precios.
- Con respecto al lead time, el actual toma un total de seis días para la entrega del 80% del requerimiento desde la emisión del pedido.
- El otro factor que se toma es la disponibilidad, este se refiere a la capacidad que tiene el proveedor para entregar el pedido completo y de atender los adicionales en el momento requerido, respecto al primero en la mayoría de

veces el pedido llega incompleto y en cuanto al segundo, el lead time que se maneja para pedidos adicionales es de 6 días; sin embargo, según el tamaño del pedido puede recortarse a 3 días.

- Por último, la frecuencia de entrega que ofrece Dariza es mensual y quincenal; debido a que sus clientes son industriales.

Respecto a las presentaciones, tamaños y otras características de los productos se tiene lo siguiente:

- Los líquidos en su mayoría vienen en presentaciones de litro, galón (3.75 litros) y bidón (5 galones).
- En caso de los productos comprados por unidades de masa (kg, gr, etc.), todos se pueden pedir en cualquier cantidad a excepción del detergente que viene en presentaciones de 15 kg.

La problemática en este proceso se centra en las principales deficiencias del proveedor para cubrir las necesidades actuales y futuras de la Universidad; por ejemplo, la calidad desuniforme mes a mes de los productos y la poca flexibilidad en cuanto a la frecuencia de entrega.

### 2.2.1.3 Preparación del pedido

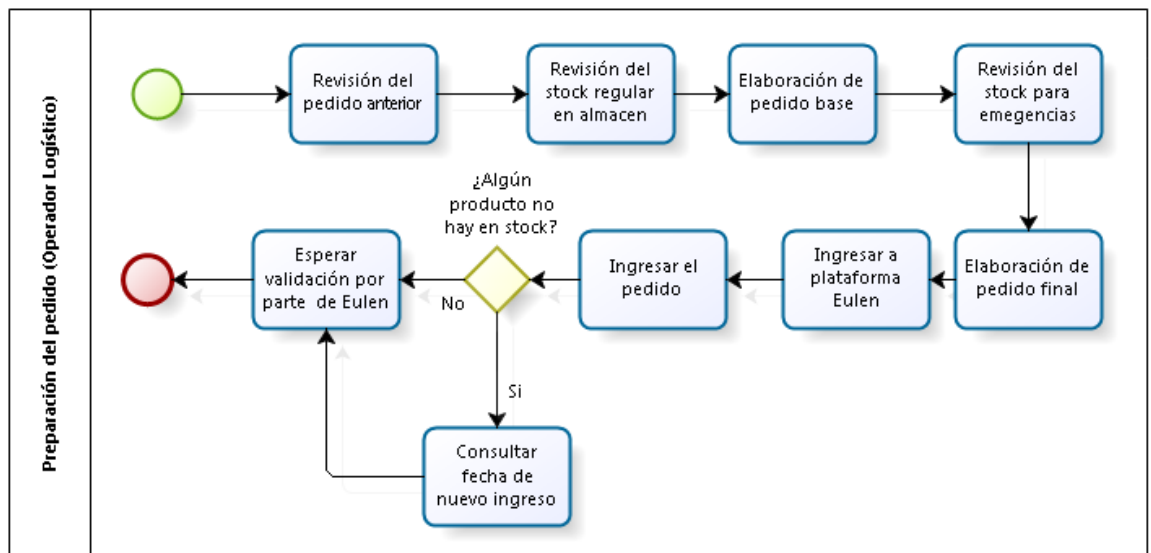


Figura 29. Flujograma preparación de pedido

Fuente: Oficina de servicios generales

El proceso de preparación de pedido sigue las siguientes pautas:

1. Revisión del pedido anterior: Para empezar a elaborar el pedido, el Operario Logístico toma en cuenta el pedido que hizo el mes anterior
2. Revisión del stock actual en el almacén: Con ello se busca saber cuánto del pedido anterior realizado fue usado y de esta forma poder ajustar el pedido.
3. Elaboración del pedido base: Tomando en cuenta las variables antes mencionadas se calcula el pedido base.
4. Ajuste periodo académico: Según el dinamismo del mes actual se ajusta el pedido base.
5. Ingresar pedido a plataforma Eulen: Con la lista final a pedir, el operario logístico ingresa a la plataforma para poder generar la orden de pedido.

Luego de generado el pedido, se espera una semana para que el cargamento de materiales e implementos llegue al campus. La primera semana del mes siguiente al que se hizo el pedido, ya se empieza a recepcionar el pedido. Llega el camión con el 80% del pedido y durante la semana va llegando el 20% restante.

Dentro de las deficiencias encontradas en el proceso detección de las necesidades se tiene lo siguiente:

La problemática en este proceso se describe en los siguientes puntos:

1. Dada la deficiente uniformización de los productos, actualmente se maneja una cartera de 198 ítems, entre ellos, productos para el mismo fin, pero con diferentes marcas. Este problema genera que en almacén haya un exceso de stock de alguno de estos productos repetidos.

**Otro problema adicional que se ha generado es que el material X que en un principio se utilizaba para el ambiente A, ahora se utiliza también para el ambiente B y C. Ello ha provocado un aumento crítico en la demanda del producto X, cuyo costo en muchos casos es más alto que el material al cual reemplazó. Un claro ejemplo de ello fue el del aromatizador de 414 ml, el cual en un principio se utilizaba para ambientar las oficinas, y se terminó usando hasta en los laboratorios de Neumática en Ing. Mecánica. La evolución de este producto se**

muestra a continuación:

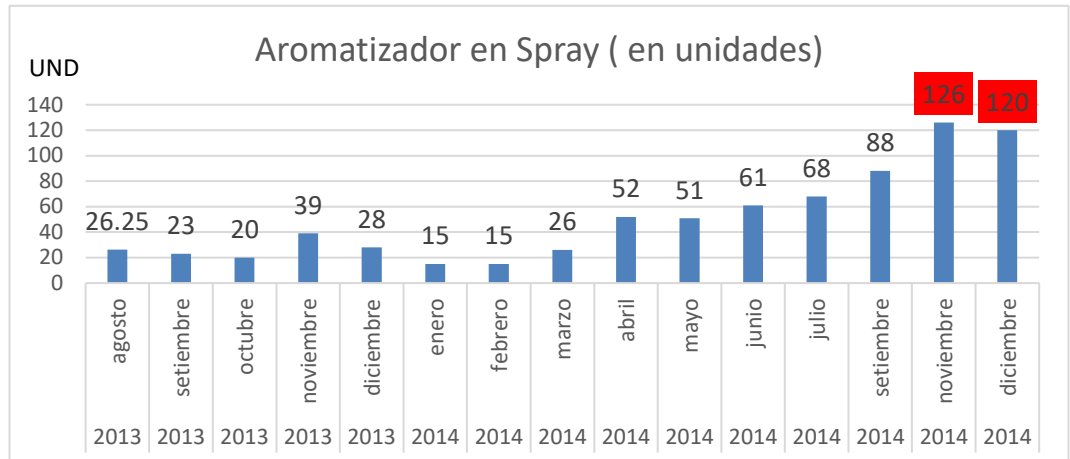


Figura 30. Variación del uso de Aromatizador en Spray

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Tabla6. Problemas de diferentes productos con el mismo uso

Bastidores	Bastones
BASTIDOR DE METAL PARA MOPA	BASTON ATRAPA POLVO
BASTIDOR DE PLASTICO PARA MECHON (REPUESTO)	BASTON FIBRA DE VIDRIO CON ROSACA
BASTIDOR MOPA DE PLASTICO DE 60 CM (BASE)	BASTON PARA TRAPEADOR HUMEDO CABEZAL PLASTICO
BASTIDORES DE MADERA	BASTON RESORTE AZUL PARA TRAPEADOR HUMEDO CABEZAL PLASTICO

Fuente: Oficina de Servicios Generales

## 2.2.2 Recepción del pedido

Los procesos pertenecientes a la descarga y acopio de materiales en almacén se presentan a continuación:

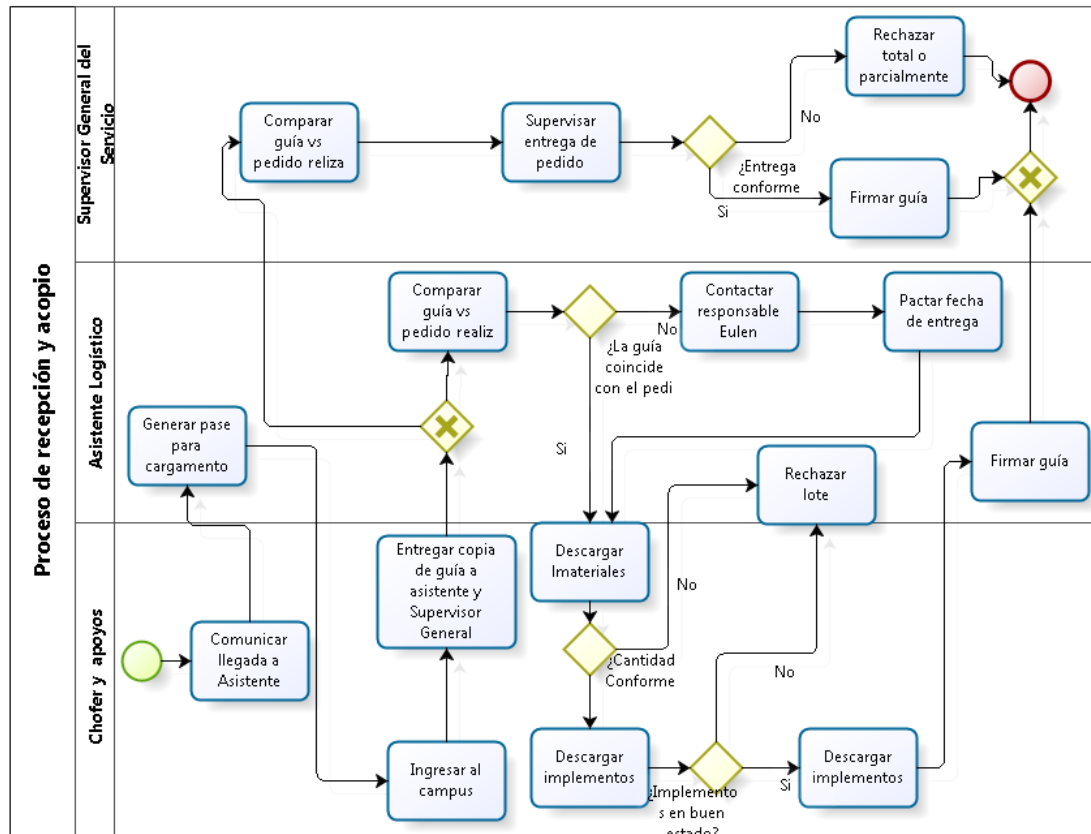


Figura 31. Flujograma recepción y acopio

Fuente: Oficina de servicios generales

1. El chofer encargado de dejar el pedido se comunica con el asistente logístico (también llamado operador), para comunicarle su llegada.
2. El operador logístico, avisado por el chofer, genera el pase de entrada del cargamento.
3. Una vez dentro del campus, el chofer entrega la copia de la guía del pedido al operador logístico.
4. El operador logístico verifica que el pedido coincida con la guía entregada por el chofer, si hay algún producto que falta por rotura de stock del proveedor, se verifica llamando al contacto en Eulen. El material faltante se enviará durante la semana de entrega.

5. La descarga comienza con los líquidos, primero los de capacidad de 5 galones y luego los de 1 galón, se procede con la cuenta y luego con la ubicación en el almacén. Los materiales se ubican estratégicamente en función de la rotación y el peso de las mismas.
6. Luego se procede con los productos enviados por kilogramos, como es el caso del trapo industrial y el detergente, estos productos no son pesados, solo se cuentan, por ejemplo, si envían 300 kg de trapo industrial, solo se cuentan que haya 6 sacos de 50 kg, mas no se verifica el peso.
7. Luego se procede con la revisión de los productos, cuya técnica de verificación es el conteo; por ejemplo, las pastillas perfumadoras, Se resalta que, si hay cantidades faltantes, se rechaza todo el lote del producto.
8. Finalmente se procede con recepción de los implementos, en primer lugar, se cuentan y luego se revisan que estén íntegros para su función.
9. Se termina la recepción cuando la guía es firmada tanto por el operador logístico como el Supervisor General. Si durante el proceso de recepción y acopio se tiene gran número de disconformidades, el Supervisor puede rechazar el pedido.

El principal problema que se da en este proceso es que el volumen de los pedidos mensuales está a poco de copar la máxima capacidad del almacén, este es un problema latente debido a que cada ciclo se apertura nuevos ambientes. La Dirección de servicios, a la cual pertenece la Oficina, ha adelantado que no será posible brindar un área mayor a la ya existente para el acopio de materiales, por tal motivo entre las mejoras a plantear se tiene que elaborar una estrategia para evitar la saturación del almacén.

### **2.3 Gestión de almacén**

El almacén central se encuentra a espaldas del edificio Mac Gregor (Ver figura 33), precisamente en el área de Maestranza. El área que ocupa el almacén central es de 5.5 m x 6.5 m x 3 m, cuenta con un patio de maniobras compartido de 162 m<sup>2</sup> y

un patio para recepción y revisión de pedido de 18 m2.



Figura 32. Ubicación almacén central

Fuente: Página web PUCP

La Gestión del almacén se divide en primer lugar a lo relacionado a la gestión del inventario, ello considera el nivel de eficiencia de las operaciones (picking y otros) y la capacidad de brindar información sobre el inventario físico o real; en segundo lugar, lo relacionado a utilizar de forma óptima su capacidad, lo cual implica el mecanismo para decidir cuánto y cuando reordenar.

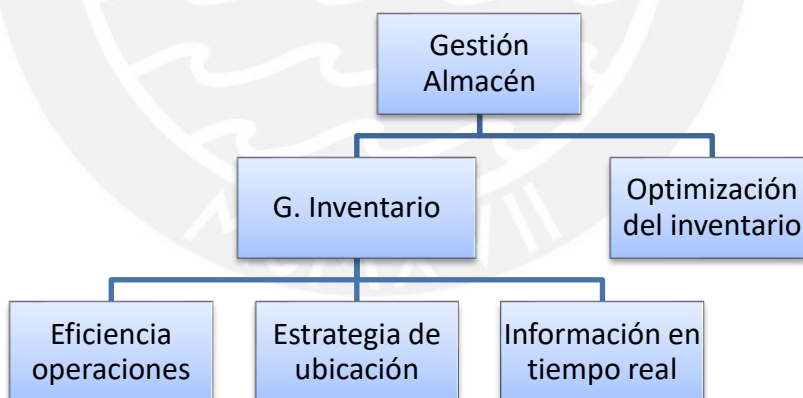


Figura 33. Mapa Conceptual Gestión del almacén

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Respecto a la eficiencia en las operaciones, éstas incluyen a recepción en el patio (implica la revisión y validación del pedido), la estrategia de ubicación y el picking. Con respecto a las operaciones de picking, se presenta ineficiencia debido principalmente a que las lista de productos que presentan los operarios no tienen ningún orden (ni alfabéticamente ni agrupados en familia), lo que hace que el traslado

sea duplicado en algunos casos cuando debería ser solo uno. Con respecto a las estrategias de ubicación, actualmente no se tiene una clara ni correcta estrategia, así se tiene algunos productos que tienen un espacio fijo y otros que cambian de posición según su llegada al almacén. En ese sentido, se encuentran productos de alta rotación y de mediano peso a la entrada y en el nivel más bajo, por ello el operario debe agacharse repetidas veces. El segundo punto involucrado en la gestión de inventarios es la capacidad de brindar información del stock físico, el sistema contempla un Kardex, el cual en muchos casos no refleja las cantidades exactas que hay físicamente en el almacén debido a que no todas las salidas son registradas de manera, ello debido al engorroso proceso de registrar las salidas; primero se debe anotar el detalle del pedido entregado para luego, descargar tal información en el Kardex utilizado. Estos problemas brindan el contexto para que se realice un pedido inadecuado.

El sistema de reposición, referido a la optimización del inventario, se asemeja al de periodo fijo, ya que el inventario se revisa en el intervalo de un mes, debido a la suma de deficiencias del sistema y al no tener una estrategia de stock por tipo de producto (Productos A, B, C), en todo periodo de entrega se tienen productos que se acaban antes de terminar el reparto y otros quedan en gran exceso.

En el acomodo de los productos, estos se ubican de manera estratégica, los elementos con mayor rotación y peso como los productos yellow pine, clean y MLD (presentación en galones) son ubicados en los andamios cercanos a la puerta de despacho y a no más de media altura; los bidones son ubicados al final de un pasadizo libre; los productos de bajo peso y alta rotación cercanos a la puerta y a partir de media altura hacia arriba; los productos pesados de baja rotación, en una posición intermedia y a baja altura; los de baja rotación y bajo peso, lo más alejado de la puerta y en la parte alta.

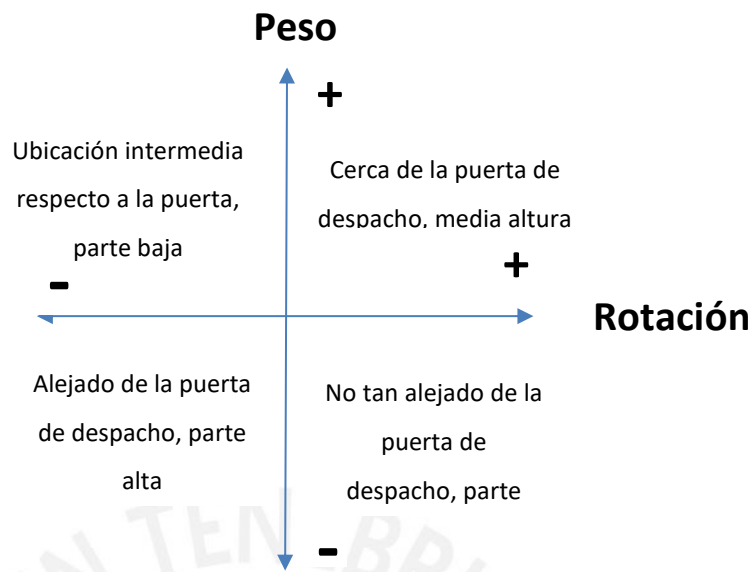


Figura 34. Matriz Peso vs Rotación para ubicación de productos  
Fuente: Oficina de Servicios Generales

Para realizar un pedido se toma en cuenta la siguiente información:

- Cantidad de materiales y/o implementos que quedan en stock al final del mes.
- Periodo del año del ciclo académico.
- Pedido del mes anterior.
- Información sobre aperturas, remodelaciones y ampliaciones.

Con respecto al stock de seguridad, para algunos productos de frecuencia mensual, se calcula un 5% del total; para productos de las demás frecuencias se pide un 3% adicional o simplemente no se pide adicional (cuando la probabilidad de pedido es baja). A pesar de las contingencias tomadas, siempre hay faltantes de material, al llegar al 5to día de reparto ya hay materiales que se tienen que pedir excepcionalmente para completar el pedido a la zona 4 que es la última en recibir materiales.

Al finalizar el reparto mensual, el almacén lejos de quedar con un bajo porcentaje de ocupación, toma valores entre 35 mil soles a 55 mil soles (40% ocupado), lo cual demuestra que los pedidos realizados no son los adecuados.

Por último, se menciona que la Oficina tiene una Política de stock que prioriza la satisfacción del cliente por sobre los costos; sin embargo, la capacidad financiera del

almacén se convierte en una valla, ello se suma a una mala elaboración del pedido, lleva a que a finales de la entrega se tenga material faltante y exceso de stock de algunos productos, impactando de gran manera en el interés primordial de mantener una satisfacción elevada del cliente.

## 2.4 Distribución de pedido

Una vez acomodado el pedido durante la primera semana del mes. La distribución empieza en la segunda semana del mes, la distribución se hace por zonas, el cronograma semanal de la siguiente manera.

Tabla7. Cronograma de reparto

Día	Zona
Lunes	Zona1
Martes	Zona2
Miércoles	Zona3
Jueves	Zona4
Viernes	Faltantes
Sábado	Bañeros (SS.HH.)

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Una semana previa a la semana de entrega de materiales los operarios construyen un pedido en base al stock con el que cuentan.

Con el pedido previamente elaborado se acercan el día indicado en la semana de reparto y se entrega la lista al Supervisor de planta, este ajusta el pedido según su experiencia y firma el documento.

El reparto comienza desde las 9:15 a.m., el operador logístico junto con dos apoyos ya se encuentra en el almacén para proceder con el reparto. Los operarios van llegando con el documento firmado por el Supervisor de planta, forman la cola hasta que llegue su turno de atención. Una vez en el punto de despacho, mencionan su unidad, el operador logístico brinda el visto bueno y se empieza con el despacho del pedido.

Armado el pedido, se entrega el mismo y el operario procede a dar su validación con la firma en el mismo documento (pedido validado por el supervisor de planta).

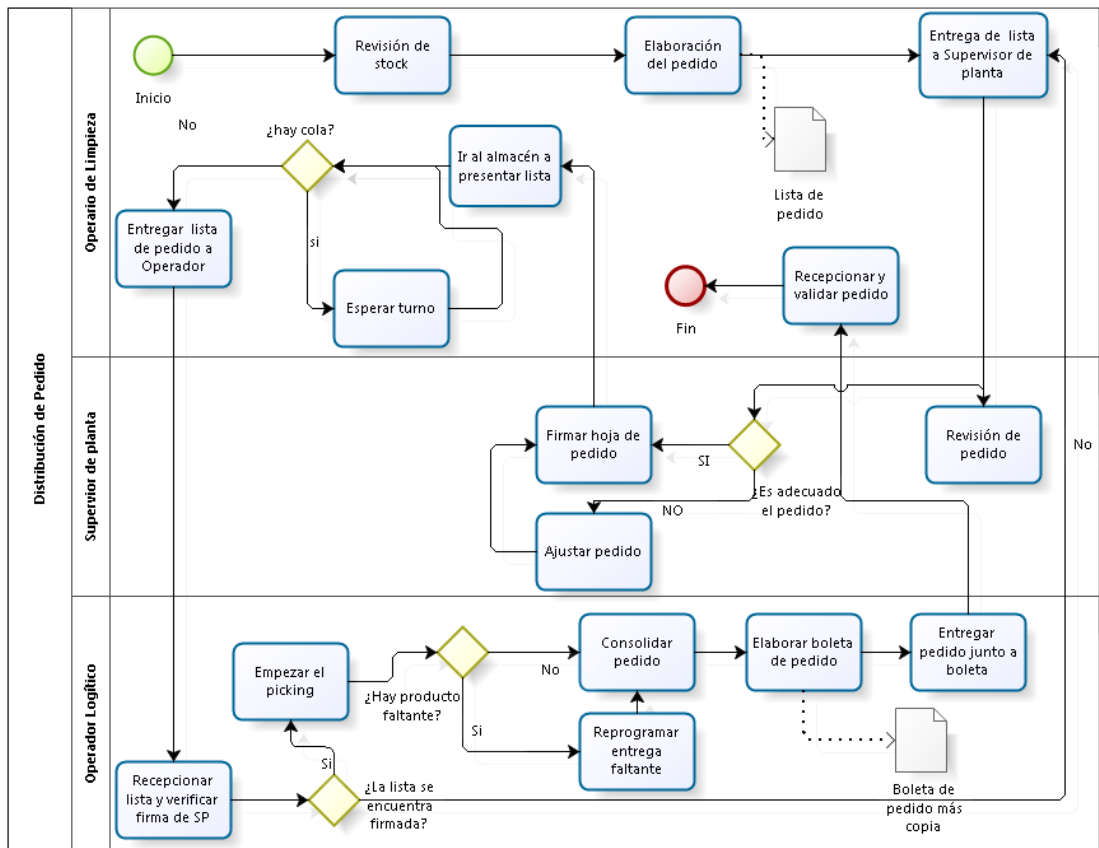


Figura 35. Proceso de distribución de pedido

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Los horarios de mayor afluencia son entre las 9:00 y 10:00 a.m. (después de la 1era hora de trabajo); y las 11:00 y 12:30 p.m. (antes del refrigerio). Es en estos horarios donde la formación de colas es inevitable; este problema se agrava más cuando entre las unidades a atender se encuentra una gran unidad. Una gran unidad es aquella cuyo consumo oscila entre los 3000 y 4000 soles mensuales; además de contar con más de ocho operarios de limpieza por turno.

Tabla8. Unidades Grandes

Unidad	Consumo promedio
Arte Nuevo	S/ 3,250.00
Arte Antiguo	S/ 3,150.00
Tinkuy	S/ 3,400.00
Fac. Mecánica	S/ 3,200.00
Complejo de Innovación	S/ 4,000.00
EE.GG.CC	S/ 3,260.00
EE.GG. LL	S/ 3,100.00
Aulario	S/ 3,550.00
Pabellón Z	S/ 3,370.00
Pabellón H	S/ 3,460.00
Pabellón V	S/ 3,050.00
CEPREPUC	S/. 3,500.00

Fuente: Oficina de Servicios Generales

El problema se agrava debido a que una gran unidad se comporta como un cuello de botella; por ejemplo, si la unidad Tinkuy llega primera a las 9:00 a.m. y su tiempo promedio de atención es 28 min, se espera que salga del almacén alrededor de las 9:28 a.m. Si la unidad pequeña B, llega a las 9:10 a.m., tendrá que esperar hasta las 9:28 a.m. para ser atendida, considerando que su tiempo promedio de atención es de 15 min, se espera que esta unidad termine de ser atendida a las 9:43 a.m., pasando así un tiempo de 33 minutos en el proceso, si además se le suma la llegada de la unidad pequeña C, el tiempo de espera comienza a crecer.

Tabla9. Unidad Grande: Cuello de botella

	Unidad grande	Unidad 1
T. llegada	9:00	9:10
T. prom. de atención (min)	28	15
T. óptimo de salida	9:28	9:25
T. de salida real	9:28	9:43
Porcentaje de espera adicional respecto al tiempo de atención		<b>120%</b>

Fuente: Oficina de Servicios Generales

En la tabla 9 se puede observar que una unidad puede llegar a esperar hasta el 120% de su tiempo de atención. Si bien solo hay unas cuantas unidades grandes, existen

unidades medianas que en suma pueden llegar a impactar tanto como una unidad grande.

## CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DEL SISTEMA

### 3.1 Proceso de realización de la compra

El análisis de este proceso se realiza en base a la metodología de Gestión de compras descrita en la sección 1.2 de la presente tesis.

#### 3.1.1 Detección y descripción de la necesidad

Para identificar la causa raíz de los problemas que se listaron en el cap. 2, se hará uso de herramientas de calidad, el primero de ellos, aumento excesivo en la demanda de productos:

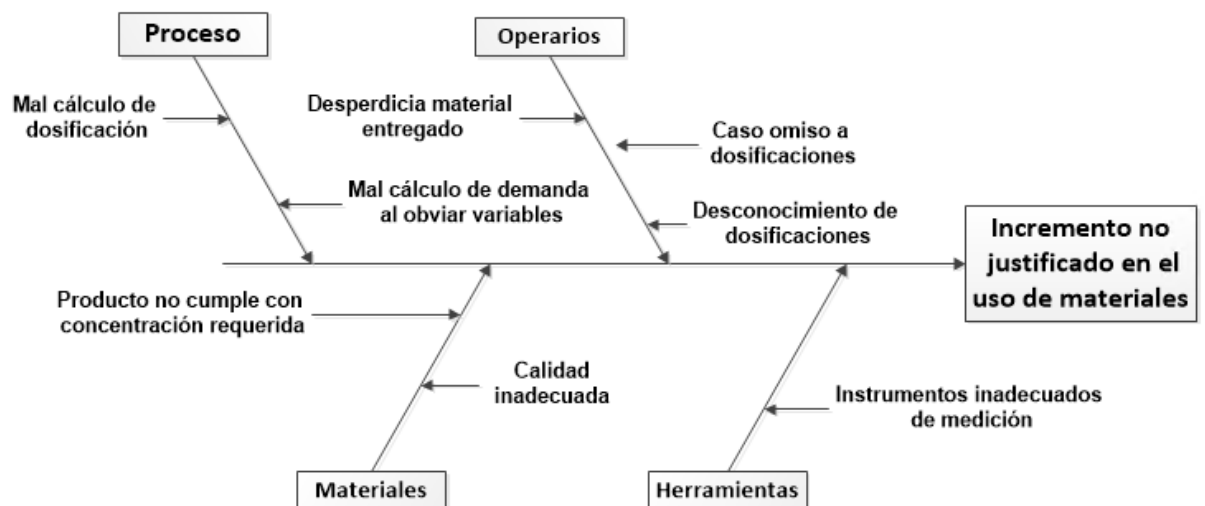


Figura 36. Ishikawa variables no naturales

Fuente: Elaboración propia

Para que el estudio se enfoque en las causas principales, se elabora una matriz de probabilidad e impacto, haciendo el uso del juicio experto de los Supervisores de planta.

Tabla10. Matriz probabilidad vs. impacto

Causa raíz	Descripción	Probabilidad (1-4)	Impacto (1-4)	Magnitud
Mal cálculo de dosificación	Si no se tiene claro las especificaciones de dilución del producto se usará producto demás	3	4	12
Mal cálculo de la demanda al obviar variables	<b>Si no se toma en cuenta adecuadamente el factor periodo académico, el cálculo de demanda estará errado.</b>	4	4	16
Desconocimiento de dosificación	El operario no recibe una adecuada capacitación e inducción sobre dosificación y rendimientos.	3	3	9
Material con concentración por debajo de lo estipulado	Producto que no cumple con la concentración especificada, pobre rendimiento	1	4	4
Inadecuada calidad de los productos	Productos con resistencia menor a lo esperado se dañarán o consumirán con mayor rapidez.	3	3	9
Instrumentos de medición inadecuados	Al no tener las herramientas adecuadas de medición se está más propenso a desperdiciar el material.	4	3	12

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Como se puede ver en la matriz probabilidad vs impacto (Tabla 10), las causas raíces del incremento no justificado de materiales, según el orden de estudio, son las siguientes:

1. Mal cálculo de la demanda al obviar el factor periodo académico
2. Mal cálculo de la dosificación al basarse en la experiencia y no en una ficha técnica.
3. Desconocimiento por parte de los operarios de la dosificación
4. Instrumentos inadecuados para una medición.
5. Calidad variable de materiales debido a la falta de especificaciones técnicas.

Con respecto al primero, segundo y tercer punto, actualmente la cantidad entregada al operario se basa en el histórico y la experiencia del Supervisor zonal de planta (Principalmente para la infraestructura ya existente, ya que para los nuevos pabellones se hace a partir del plano del mismo). Al no tomar en cuenta de manera correcta el factor periodo académico, la cantidad que se entrega podría ser altamente imprecisa.

Entonces para calcular la demanda estándar adecuada de un producto, se debe empezar tomándose en cuenta las siguientes variables naturales que la afectan:

- Características y dimensiones de la infraestructura: En función del mueble o superficie a limpiar se escoge el material a utilizar, la cantidad dependerá de las dimensiones de dicha superficie y otras variables; así por ejemplo, si el piso es de loseta y de determinadas dimensiones, se utiliza una determinada cantidad de Clean by Peroxi para refregar el piso; si el ambiente que se abre es un laboratorio de manufactura, el uso de waype para los derrames de líquidos se hará intensivo, así mismo el uso de Clean será diferente al de un aula.
- Número de pasadas: Se entiende con número de pasadas, el número de veces continuas que se repetirá la acción de limpieza; por ejemplo, para limpiar las mesas de las aulas es necesaria solo una pasada; sin embargo, para las mesas de los comedores será necesaria dos pasadas continuas para dejarla limpia. El número de pasadas debe tomar en cuenta la dilución del producto y la dificultad de la tarea a realizar.
- Frecuencia de limpieza diaria: Cantidad de veces que el mueble o área es limpiada durante el día. Por ejemplo, las oficinas del personal docente y administrativo de cualquier pabellón se limpian con una frecuencia de dos veces al día; sin embargo, la oficina del Rector y de autoridades específicas se limpian tres veces al día.
- Dilución del producto: Una mayor concentración del producto en una solución servirá para limpiar superficies con mayor dificultad de limpieza, por el contrario, superficies que son limpiadas frecuentemente y/o con un alto número de pasadas necesita una solución con concentración baja del producto.

Finalmente, se debe tomar de manera correcta el factor periodo académico, que es una causa transversal de la variación de la demanda de los distintos productos, este factor, que no es tomado en cuenta en su real magnitud, es causante de distintos problemas; entre ellos, el exceso de stock en el almacén. Actualmente, los meses, para fines del servicio, se clasifican en regulares e irregulares, un mes regular tiene asistencia de alumnos de manera ininterrumpida por lo menos de 3 semanas; un mes irregular, por el contrario, alterna semanas de asistencia e inasistencia de alumnos y personal administrativo.

Para la presente tesis el análisis se hace de la siguiente forma, a lo largo del año la PUCP tiene dos ciclos regulares y un ciclo de verano. Los ciclos regulares tienen una duración de cuatro meses y medio, y el de verano un mes y medio. El primer ciclo regular empieza alrededor de la quincena de marzo y va hasta finales de Julio; el segundo empieza alrededor de la quincena de agosto y va hasta finales de diciembre; por último, el ciclo verano empieza la última semana de enero y termina la primera semana de marzo. El punto en común que tienen los ciclos es que todos tienen semanas de diferente intensidad; así se tiene, semanas de clase, de exámenes, con días feriados, de entrega de exámenes, de asistencia de solo personal administrativo, semanas sin actividad alguna (universidad cerrada). El detalle interno se resume mediante la herramienta de desagregación:

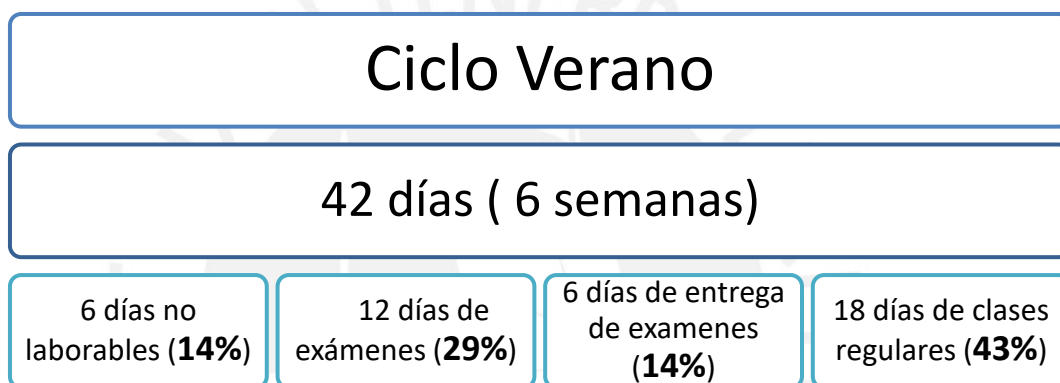


Figura 37. Detalle Ciclo verano  
Fuente: Oficina de Servicios Generales

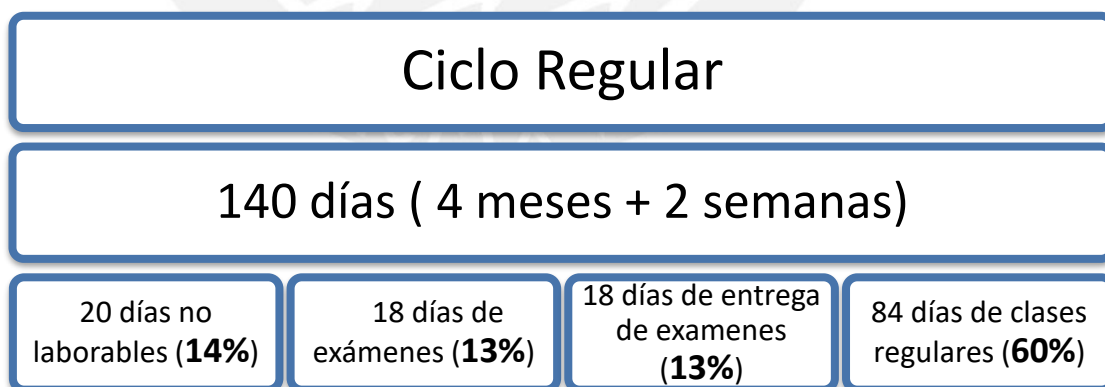


Figura 38. Detalle ciclo regular  
Fuente: Oficina de Servicios Generales

Como se puede ver en los gráficos 39 y 40, en ciclo verano solo el 43% pertenece a clases regulares y en ciclo regular las clases regulares llegan al 60%. Se recalca que, durante el mes de enero, el nivel de actividad que presentan las unidades es mínimo

(el nivel de actividad se reduce al 25% de una semana regular. Durante la semana de exámenes, según los supervisores de planta, el nivel de actividad se reduce al 75% en comparación a una semana estándar; mientras que, durante semanas de entrega de exámenes la actividad se reduce en un 50%. A continuación, se presenta un cuadro resumen con el tipo de semana y su nivel de actividad.

Tabla11. Semana según nivel de dinamismo

<b>Tipo semana</b>	<b>% de actividad</b>
clases regulares	100%
Exámenes	75%
Entrega de exámenes	50%
Universidad cerrada	25%

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Con respecto al cuarto punto (Instrumentos inadecuados para una medición), actualmente se utilizan las tapas de los envases u el pulso para realizar la solución con la que se limpiará el área. Será importante subsanar este punto, pues es el complemento de los puntos anteriores

Por último, para la calidad variable de los materiales se elaborará un cuadro maestro con datos de los principales productos que permitan tomar decisiones ordenadas.

### 3.1.2 Investigación y búsqueda de fuentes

En el acápite 2.3.1.2, se menciona que el actual proveedor principal es Daryza, de regular desempeño; sin embargo, en función a los requerimientos de las mejoras a proponer se podría necesitar de proveedores de determinadas características. Por tal motivo, se analizarán las propuestas de tres de los principales participantes en el rubro en base a criterios que se considera importante en el rubro y que serían relevantes para las propuestas de mejora. Se utiliza la metodología seguida por Marcelo Ariza (2009), se comienza con el establecimiento de los ejes de evaluación; segundo, se agrupan los criterios en función de los ejes; tercero, se asigna pesos a los criterios listados, cuarto se evalúa a las empresas en base a los criterios y pesos asignados; por último, se establece un ranking.

Los ejes y criterios que se establecen son los siguientes:

Tabla12. Ejes y criterios

<b>Aspectos Técnicos</b>	<b>Aspectos comerciales y económicos</b>	<b>Aspectos empresariales</b>
Calidad del producto	Precios	Estabilidad del proveedor
Calidad certificada (ISO o similar)	Formas y plazos de pago	Referencia de terceros
Frecuencias de entrega	Servicio postventa	
Cumplimiento plazos de entrega	Portafolio de productos	

Fuente: Infoautónomos, 2009

Para los pesos, se resalta que los criterios calidad de producto y frecuencias de entrega se consideran de mayor relevancia frente a los demás debido a las características de las mejoras que se piensa implementar:

Tabla13. Asignación de pesos

<b>Aspectos Técnicos</b>	
Calidad del producto	25%
Calidad certificada (ISO o similar)	5%
Frecuencias de entrega	20%
Cumplimiento plazos de entrega	10%
<b>Aspectos comerciales y económicos</b>	
Precios	10%
Formas y plazos de pago	2.5%
Servicio postventa	5%
Portafolio de productos	7.5%
<b>Aspectos empresariales</b>	
Estabilidad del proveedor	10%
Referencia de terceros	5%
	<b>100%</b>

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Los proveedores a evaluar serán los mencionados en el acápite 2.3.1.2, Darysa, Intradevco y Clorox. Posteriormente se evalúan las empresas en función a los criterios y sus pesos.

Tabla14. Evaluación aspecto técnico

<b>Aspectos Técnicos</b>	Dariza	Clorox	Intradevco
Calidad del producto	3	4	3
Calidad certificada (ISO o similar)	2	5	3
Frecuencias de entrega	3	4	4
Cumplimiento plazos de entrega	4	4	3

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Tabla15. Evaluación económica comercial

Aspectos económico comercial	Dariza	Clorox	Intradevco
Precios	4	2	3
Formas y plazos de pago	3	4	4
Servicio postventa	5	3	3
Portafolio de productos	4	3	4

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Tabla16. Aspecto empresarial

Aspectos empresariales	Dariza	Clorox	Intradevco
Estabilidad del proveedor	4	4	3
Referencia de terceros	4	5	2

Fuente: Oficina de Servicios Generales

### 3.1.3 Preparación y recepción del pedido

El problema principal en el proceso de compra es el exceso de ítems, lo cual aporta para que haya un exceso de inventarios de ciertos productos y consecuentemente en dinero almacenado. Mediante el método del por qué se identificará la causa raíz de este problema:

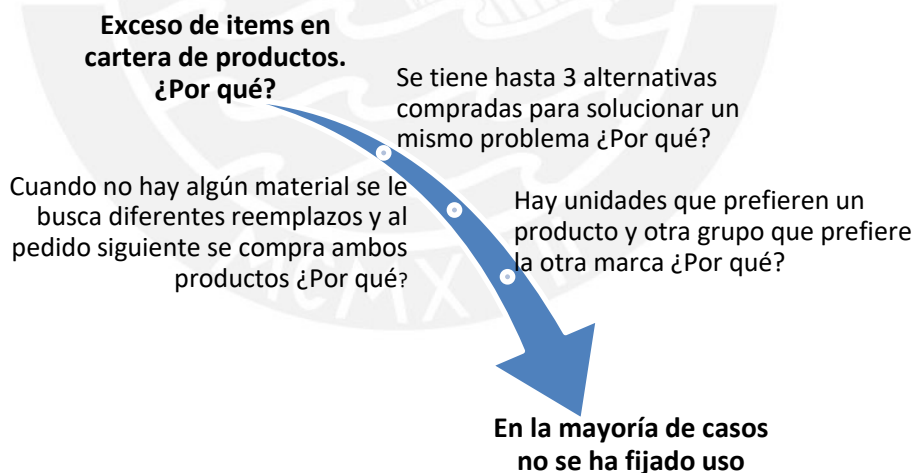


Figura 39. Método del por qué

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Se identifica que la proliferación de ítems de compra se debe a que no se tiene definido de manera clara el uso y los ambiente donde debe ser usado un determinado producto, tampoco se tiene fijo el reemplazante en caso de escases y si los hay, estos no son correctamente comunicados.

Dado el contexto se plantea la correcta identificación de los principales materiales e implementos (los más usados) para la elaboración de una tabla estándar que indique los usos del producto, la dilución correcta, áreas de uso y sustitutos. Así mismo, previo a la obtención de los principales productos, se eliminan productos que cumplen similares funciones en función de criterios que se establecen en el capítulo 4.

La PUCP tiene firmado un contrato de tipo Por tiempo y Materiales. Esto se da debido a que es una Institución que está en continuo crecimiento y planea seguir haciéndolo (plasmado en el plan Maestro 2030), por tal motivo es un tanto difícil determinar lo que se llegará a consumir a lo largo de un año (lo que dura el contrato elaborado por la PUCP) y también el número de personas a contratar. Por otro lado, el contrato cuenta con valores máximos de gastos, esto para evitar que se haga uso ineficiente de los recursos con compras indebidas y desmedidas. Lo que se tiene fijado también son la cantidad y el lead time de los envíos, actualmente se maneja una entrega mensual y un lead time de seis días.

Dado el contrato anteriormente presentado, ahora se muestran los problemas derivados. El almacén se encuentra actualmente en su capacidad máxima, y la negativa de las autoridades principales a brindar un espacio adicional obligan a revisar el lead time y el número de entregas al mes pactadas. La pregunta clave en esta etapa, mencionada en el inciso 1.2.3, es ¿Cuánto y cuándo comprar?

Respecto a la frecuencia de entrega, la gran mayoría de materiales se entrega de forma mensual; por otro lado, los implementos se entregan de manera mensual, trimestral, semestral y/o anual. Para los implementos, la frecuencia de entrega debe coincidir con la frecuencia de compra; sin embargo, se tiene un grupo de operarios que empieza su ciclo de entrega en marzo, otros en abril y así sucesivamente, provocando que mensualmente se haga compras de materiales e implementos de todas las frecuencias. Ahora, con respecto a la compra, al no tener a la mano la fecha de entrega, no se tienen dos datos claves, a quienes se les tiene que entregar y como resultado tampoco se sabe cuánto pedir en el próximo periodo, por tanto, se estima. Para la entrega, la única fuente es lo que recuerde el Supervisor General.

Tabla17. Frecuencia de entrega de algunos materiales

MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
ALCOHOL	ESCOBA	BALDE	LETRERO PISO MOJADO AMARILLO
AROMA BOUQUET	CLORINDA	BASE PARA MECHON	TELESCOPICA DE 1 METROS
AROMA EN SPRAY	ESCOBA ERIZO	BASE PARA MOPA DE 65	TELESCOPICA DE 3 METROS
	ESCOBILLA DE MANO		

Oficina de Servicios Generales

La frecuencia de entrega debe coincidir con la frecuencia de compra; sin embargo, se tiene un grupo de operarios que empieza su ciclo de entrega en marzo, otros en abril y así sucesivamente, provocando que mensualmente se haga compras de materiales e implementos de todas las frecuencias.

### 3.1.4 Ejecución de la compra-Seguimiento y control

La ejecución de la compra se realiza una semana antes de acabar el mes. La parte de seguimiento y control se da de manera superficial y solo en la etapa de recepción. Solo se realiza la acción de conteo y verificación, esta actividad se hace en presencia del Supervisor General de Limpieza y el Asistente Logístico. Para los productos que tienen el peso como variable, estos no son verificados ya que no se cuenta con las herramientas como balanzas para poder realizarlo. Los productos cuya concentración es el principal parámetro, tampoco son revisados, en este caso, debido a que vienen de marcas confiables. Hay otros implementos como los guantes y mascarillas, los cuales tienen que cumplir con ciertos requisitos según el uso que se les dé. En ninguno de los casos se realiza tal verificación. En el caso de las mascarillas, dado el contacto con productos como el yellow (desengrasante) y el Mld (desinfectante para inodoros), debe ser de doble vía y un filtro por cada vía según el Ministerio de Salud. El concesionario anterior hizo una compra de 7500 soles por concepto de mascarillas, pero la Sección de Seguridad y Salud en el trabajo las descartó por no cumplir con las normas legales, el perjuicio fue asumido por la empresa tercera, pero el personal no uso tal mascarilla por todo un mes.

## 3.2 Gestión de almacén

En el acápite 2.4 se describió el estado de las variables que integran la gestión de almacenes. El análisis de esta etapa se enfoca principalmente en analizar el flujo de la información, necesaria para la gestión adecuada del inventario; y los costos de

almacenar, necesario también para optimizar la cantidad de stock a tener en almacén.

### 3.2.1 Gestión de la información

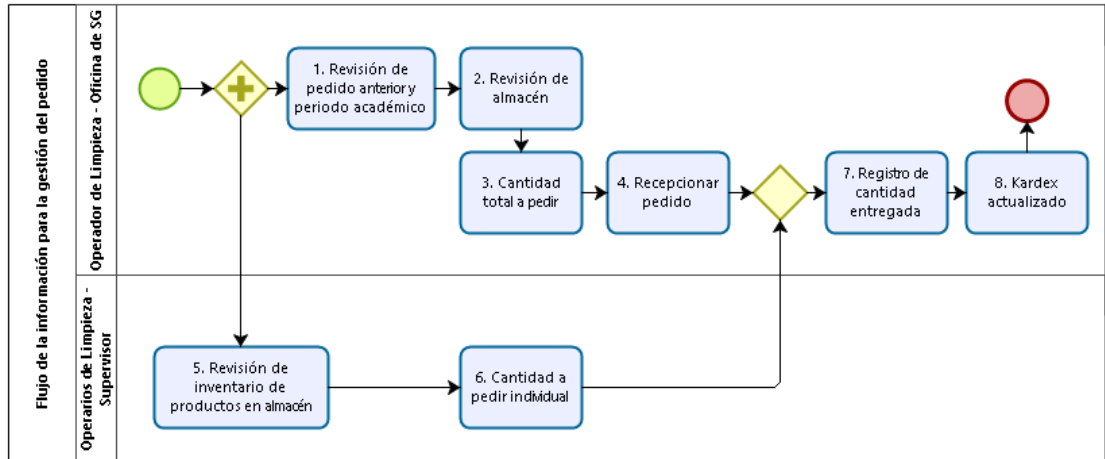


Figura 40. Flujo de información

Fuente: Oficina de Servicios Generales

En la figura 41 se grafica el flujo que sigue la información a lo largo del proceso, se pone énfasis en la misma debido a que un correcto flujo de la información incide directamente en la reducción de costos debido a que se hace un pedido con menos incertidumbre y más ajustado a la realidad.

Como se menciona en el acápite 2.4, el actual flujo de información es deficiente, se describe a continuación:

- Oficina de Servicios Generales- Operador Logístico
  1. El pedido del mes comienza a elaborarse a partir del pedido del mes anterior.
  2. Luego de ello, se valida cual es el stock actual del almacén y se toma en cuenta el periodo académico venidero.
  3. En función a las variables que se mencionan en los puntos uno y dos, se realiza el cálculo para la elaboración del pedido a solicitar para el mes. Se recalca que no se toma en cuenta el pedido de las unidades debido a que este llega después de realizado el pedido (el pedido se realiza 10 días antes de empezar el nuevo periodo por exigencia del proveedor)
  4. Se recepciona el pedido, se revisa y se acomoda en el almacén central.

- Operario de Limpieza – Unidad académica
- 5. En base a lo utilizado durante el periodo se obtiene la información de lo que se tiene en almacén, información que es input para el pedido a realizar
- 6. En base a lo que se tiene en almacén y al periodo académico en el que se entrará, cada unidad obtiene la información sobre cuanto pedir.  
  
Se resalta que la información es centralizada de manera física por Supervisor de zona, proceso que demora alrededor de una semana, y se da una semana antes de empezar el nuevo periodo  
  
Una vez que el pedido principal ya se acomodó en el almacén central y se hizo la recepción de los pedidos de las unidades, se procede al despacho.
- 7. Luego del despacho, la información sobre el pedido de cada unidad se pasa a un documento físico que certifica los productos y cantidades realmente entregados.
- 8. La información palpada en el documento es trasladada al Kardex para la actualización del inventario.

En resumen, la problemática se centra en que el cálculo sobre cuanto pedir del Almacén central no toma en cuenta la información que recolectan las distintas unidades, primero, por el tiempo, el pedido de unidades llega después; y segundo, porque la información está en físico, y si se quisiese tener en digital, ello tomaría regular tiempo.

### 3.2.2 Sistema de reposición

Para establecer la propuesta de mejora con respecto al sistema de reposición se analizarán variables claves como costos, tiempos de reposición y el patrón que sigue la demanda.

Los costos de almacenar en el sistema PUCP, se comportan como una relación cotidiana proveedor- cliente. Los operarios (encargados de la limpieza en las unidades académicas), mantienen un stock de seguridad (para los productos de uso intensivo) equivalente al 10% del pedido estándar, mientras que el operador logístico (proveedor) también realiza pedidos, los cuales incluyen niveles de stock de seguridad equivalentes al cinco por ciento para productos de baja y mediana rotación, y de 10% para productos de alta rotación. Se recalca que la Oficina de Servicios de Generales está dispuesta a aumentar sus costos, siempre y cuando la satisfacción del

cliente se vea reflejado en el aumento del indicador con el que se mide el mismo y además vaya de la mano con el espacio disponible.

El método de realización de pedido es el de revisión periódica, cada mes se hace el nuevo pedido; sin embargo, de haber alguna rotura de stock se procede a pedir un adicional. El costo de ordenar está formado por los siguientes ítems:

Tabla18. Costos de ordenar

Costo de ordenar	
Personal	Costo anual
Responsable logístico	6,125
Luz	360
Depreciación de activos	1,300
computadora	400
muebles	600
Internet/telefonía	1,080
Predio	781.25
Limpieza	450
	S/ 11,096

Fuente: Elaboración propia

Tabla19. Costo de almacenar

Costo de almacenamiento	
Concepto	Costo anual
Operario de limpieza	8,400
Responsable logístico	22,458
área de trabajo	7,673.75
mermas	1,150
Telefonía	180
	S/ 39,862

Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Distribución de materiales

Para realizar un análisis más exhaustivo se procedió hacer un estudio de tiempos para la cola. En el contexto se tiene un servidor y una sola cola. El análisis se hizo antes y después de la hora del refrigerio de la zona 1 y zona 3.

Los indicadores obtenidos fueron los siguientes:

Tabla20. Estudio de cola Zona 1

<b>Indicadores( Los tiempos en minutos)</b>	<b>Antes del Almuerzo</b>	<b>Después del almuerzo</b>
Tiempo promedio de espera	0:14:14	0:16:18
Porcentaje de operarios que esperan	88%	85%
Tiempo promedio en fila de los operarios que esperan	0:16:08	0:19:11
Porcentaje de tiempo desocupado del operador	7.5%	4.9%
Tiempo promedio en el sistema	0:25:11	0:27:57
Tamaño promedio de cola	1.76	1.80
Tiempo total	7:08:00	9:19:00
<b>Indicadores( Los tiempos en minutos)</b>	<b>Antes del Almuerzo</b>	<b>Después del almuerzo</b>
Tiempo promedio de espera	0:14:14	0:16:18
Porcentaje de operarios que esperan	88%	85%
Tiempo promedio en fila de los operarios que esperan	0:16:08	0:19:11
Porcentaje de tiempo desocupado del operador	7.5%	4.9%
Tiempo promedio en el sistema	0:25:11	0:27:57
Tamaño promedio de cola	1.76	1.80
Tiempo total	7:08:00	9:19:00

Fuente: Elaboración propia

Antes del almuerzo, la atención se apertura a las 9:15 am. y terminó a las 12:36 p.m.; el segundo se apertura a la 1:32 p.m. y cerró a las 5:37 p.m. Antes del almuerzo, el primer indicador nos muestra que la espera promedio para ser atendido fue de 14 minutos, teniendo un máximo de 36 minutos y un mínimo de cero, recalcar que se atendieron 16 unidades y un total de 25 operarios (las unidades medianas y grandes llegan con más de un operario) entre ellas una grande. El segundo indicador nos muestra que solo el 12% de las unidades fueron atendidas sin llegar a hacer cola, debido a que no había nadie en ese momento. El tercer indicador nos muestra que las unidades que tuvieron espera pasaron 16 min promedio en la cola. El cuarto indicador nos brinda información sobre el trabajo efectivo realizado por el operador logístico y sus apoyos, este nos dice que la actividad atención sumó el 92.5% de su tiempo. El quinto indicador nos dice que las unidades estuvieron en promedio 25 min en el proceso de entrega de materiales; esto es, desde que llegaron e hicieron cola hasta que se les entregó el último material. El sexto y último indicador individual nos dice que en el tiempo de atención hubo una cola promedio de 1.76. Por último, el indicador global (antes y después del almuerzo) nos dice que las unidades en suma invirtieron 16 horas con 27 min en este proceso, si se habla de personas se estima

que se consumieron cerca de 23 horas. Recalcar que después del almuerzo, el tiempo de espera promedio aumenta en un 50% debido a que se atienden 20 unidades, entre ellas 2 grandes.

El mismo análisis se hizo en la zona 3, cuya particularidad es que tiene solo 14 unidades, entre ellas 4 grandes. Los resultados a continuación:



Tabla21. Análisis de cola Zona 3

<b>Indicadores( Tiempos en minutos)</b>	Antes del almuerzo	Después del almuerzo
Tiempo promedio de espera	0:11:27	0:13:30
Fracción de clientes que tienen que esperar	78%	100%
Tiempo promedio en fila de los clientes que esperan	0:14:43	0:16:12
Porcentaje de tiempo desocupado del servidor	1.3%	0%
Tiempo promedio en el sistema	0:28:20	0:32:10
Tamaño promedio de cola	1.00	1.33
Tiempo total en el sistema	4:15:00	3:13:00

Fuente: Elaboración propia

En este consolidado se resalta que el tiempo de espera a ser atendido fue en promedio 11 minutos antes del almuerzo. Solo el 22% de las unidades no tuvieron que esperar para ser atendidas. Después del almuerzo el operario invierte el 100% de su tiempo atendiendo a las unidades. El indicador global nos indica que en suma se invirtieron 7 horas con 27 min en el proceso. El detalle del estudio de colas se encuentra en el anexo 3.

Dado que se tiene la cantidad de horas que invierten los operarios en recoger su pedido, en la tabla 22 se muestra la estructura de costos de un operario de limpieza que trabaja 8 horas diarias de lunes a sábado

Tabla22. Estructura de costos de Remuneración operario de limpieza

<b>Remuneraciones</b>	<b>Remuneración Operario L-V (8 horas)</b>	
Sueldo Básico	S/.	750.00
Asignación Familiar	S/.	75.00
Percepciones computables	S/.	825.00
Percepciones no computables	S/.	-
<b>Ingreso bruto</b>	S/.	825.00
<b>Ingreso neto</b>	S/.	717.75
<b>Beneficios Sociales</b>		
Vacaciones	S/.	68.72
Feridos	S/.	5.94
Gratificaciones	S/.	137.53
Absentismo y Paternidad	S/.	16.50
C.T.S.	S/.	68.72
<b>Total, Beneficios Sociales</b>	S/.	297.41
<b>Leyes Sociales</b>		
ESSALUD	S/.	93.35
S.C.T.R.	S/.	20.74
<b>Total, Leyes Sociales</b>	S/.	114.09
	<b>S/.</b>	<b>1,236.50</b>

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Se estima que en la semana de reparto se pierde cerca de 1500 soles en H-H.

Dado los indicadores expuestos, se muestra que el tiempo invertido por las unidades en recoger sus materiales resulta una fuente de pérdida de tiempo y recursos, además perjudica a las unidades, ya que invierten un tiempo en el que los operarios deberían estar cumpliendo sus funciones.

Por tal motivo, en el capítulo 4 se desarrolla un ruteo con las siguientes características:

- Vehículo con capacidad limitada (CVRP PROBLEM).
- Demanda diferente por unidad, necesidad de acomodar de manera óptima en el vehículo en cada uno de los recorridos (BPP)



## CAPÍTULO 4: PROPUESTAS DE MEJORA

Las propuestas de mejora se desarrollan bajo el lema de la Oficina de Servicios Generales, “*Brindar el mejor servicio al cliente, haciendo un uso eficiente de los productos*”.

### 4.1 Estandarización de uso

#### 4.1.1 Reducción de listado de materiales

En la problemática de la presente tesis (3.1.3 Preparación y recepción del pedido), se menciona del exceso de ítems, su origen y consecuencias. Por ello, se comienza este capítulo con una depuración del total de productos. Para los productos con una misma función, en algunos casos, se define el indicador costo/tiempo de vida y solo se mantiene el ítem que tiene el menor valor, los demás se eliminan.

Tabla23. Reducción de bastidores

Descripción	Tipo	Costo	Tiempo de vida*	Indicador
BASTIDOR DE METAL PARA MOPA	Implemento	S/. 21.0	6	3.5
BASTIDOR MOPA DE PLASTICO DE 60 CM (BASE)	Implemento	S/. 13.0	3	4.3
BASTIDORES DE MADERA	Implemento	S/. 12.0	3	4.0

Fuente: Elaboración propia

Para otros productos, con problemas de duplicidad de funciones, se evalúa la necesidad de tener tal variedad de ítems. Por ejemplo, la tabla 24 muestra 2 productos que se usan para un mismo fin, la característica que los diferencia es el aroma, por tal motivo, se decide quedarse con uno de ellos.

Tabla24. Reducción ambientadores líquidos

Descripción	Tipo	Costo	Es necesario?
BOUQUET AMBIENTADOR	Material	S/. 6.6	Innecesario
LAVANDA AMBIENTADOR (AROMA)	Material	S/. 6.6	Necesario

Fuente: Elaboración propia

De 68 ítems se pasa a tener 49 en materiales, en implementos de 131 se pasa a tener 92 productos. En el anexo 4 se muestra la evaluación y reducción de productos y en el anexo 5, la relación de productos que se mantiene.

#### 4.1.2 Optimización del uso de productos en base a su correcta dosificación

Solo para esta sección, se hace uso del diagrama de Pareto, bajo el único criterio de gasto anual, con el objeto de implementar la mejora en los productos que más impacto económico tienen en el sistema.

Tabla25. Materiales con mayor impacto en gastos

Descripción	Gasto anual	%	% Acumulado
CLEAN BY PEROXY	92,412	13.6%	14%
BOLSA NEGRA DE 140 L CON FUELLE	71,280	10.5%	24%
CERA ACRILICA	45,000	6.6%	31%
LIMPIA MUEBLE X 400 CC /PRIDE	38,208	5.6%	36%
BOLSA ROJA DE 140 L CON FUELLE	36,960	5.4%	42%
BOLSA BLANCA DE 140 L CON FUELLE	34,320	5.0%	47%
BOLSA VERDE DE 140 L CON FUELLE	34,320	5.0%	52%
BOLSA NEGRA DE 75 L CON FUELLE	34,200	5.0%	57%
REPUESTO DE MECHON TRAPEADOR 500 GR	29,136	4.3%	61%
BOLSA NEGRA DE 25 L CON FUELLE	27,720	4.1%	65%
MLD-CORRECTOR DE SARRO	25,560	3.8%	69%
YELLOW PINE	24,259	3.6%	73%
SILICONA CRISTAL	23,940	3.5%	76%
TRAPO INDUSTRIAL BLANCO FRACCIONADO	19,908	2.9%	79%
AROMATIZADOR EN SPRAY X 360 ML	17,712	2.6%	82%
LAVANDA AMBIENTADOR (AROMA)	15,002	2.2%	84%

Fuente: Oficina de Servicios Generales

En la tabla 25 se presenta los pocos materiales (33%) que representan el 84% del gasto total en materiales de limpieza.

Tabla26. Implementos con mayor impacto en los gastos

Descripción	Gasto anual	%	% Acum.
MOPA 45 CMS REPUESTO	18,295	11.8%	12%
BASTIDOR DE PLASTICO PARA MECHON (REPUESTO)	7,680	4.9%	17%
MOPA 91 CMS REPUESTO	6,430	4.1%	21%
GUANTE INDUSTRIAL PROTEX TALLA 8	6,052	3.9%	25%
ESCOBA PLASTICA GRANDE	5,662	3.6%	28%
JALADOR DE AGUA PARA PISO DE 90 CM- PLASTICO	5,658	3.6%	32%
GUANTES DE LATEX AMARILLO	5,583	3.6%	36%
GUANTE INDUSTRIAL PROTEX TALLA 9	5,411	3.5%	39%
FILTROS CONTRA GASES ORGANICOS(CARTUCHOS)	4,776	3.1%	42%
PAD BLANCO 18"	4,173	2.7%	45%
MOPA 45 CM (BASTIDOR)	4,154	2.7%	48%
BASTON FIBRA DE VIDRIO CON ROSACA	4,140	2.7%	50%
TRAPEADOR COMPLETO CABEZAL NARANJA	3,676	2.4%	53%
BASTON PARA TRAPEADOR HUMEDO CABEZAL PLASTICO	2,976	1.9%	54%
JALADOR DE AGUA PARA PISO DE 60 CM- PLASTICO	2,299	1.5%	56%
ARNES CON LINEA DE VIDA	2,250	1.4%	57%
JALADOR PLASTICO AZUL	2,160	1.4%	59%
GUANTE INDUSTRIAL PROTEX TALLA 8/9	2,136	1.4%	60%

Fuente: Oficina de Servicios Generales

En la tabla 26 se presenta los pocos implementos (20%) que representan el 60% del gasto total en materiales de limpieza.

Con el listado de productos top que se ha obtenido, se selecciona dos unidades (clientes) y se compara el consumo actual con el consumo proyectado, producto de la estandarización que se plantea. La estandarización incluye, correcta dosificación (según ficha técnica) y dinámica semanal obtenida en el capítulo tres de la presente tesis.

Tabla27. Tipos de semana

Semana	Tipo de semana	Dinamismo
Clases regulares	Semana Pico	100%
Exámenes	Semana Regular	75%
Entrega de exámenes	Semana Bajo	50%
Universidad cerrada	Semana Inoperativo	25%

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Para este ejercicio se selecciona los pabellones CEPREPUC y Matemática.

## CEPREPUCP

Con el plano de mobiliario en formato AutoCAD que facilita la Oficina de Servicios Generales, se lista el mobiliario y el metraje de todas las áreas de la unidad que se limpian con alguno de los materiales que pertenecen a la lista de los pocos importantes (Pareto) que se obtuvo en el párrafo anterior.

Tabla28. Metraje y cantidad de mobiliario en CEPREPUC que se limpia con Clean

Piso	Ambiente	Mobiliario/área	Cantidad	Material utilizado
1era planta	Aula	Mesas (m2)	212.1	clean by peroxy
1era planta	Dirección	Escritorios (m2)	4	clean by peroxy
1era planta	Dirección	Mesas (m2)	1.5	clean by peroxy
1era planta	Dirección	Libreros (m2)	15.9	clean by peroxy
2da planta	Aula	Mesas (m2)	210	clean by peroxy
2da planta	Sala de Profesores	Mesas (m2)	15.7	clean by peroxy
3era planta	Aula	Mesas (m2)	210	clean by peroxy
3era planta	Dirección	Escritorios (m2)	5.8	clean by peroxy
3era planta	Dirección	Mesas (m2)	3.8	clean by peroxy

Fuente: Oficina de Servicios Generales

El material que se utiliza para el mobiliario antes descrito es el clean by peroxy, según ficha técnica se debe usar 25 ml por 1L de agua para superficies medianamente sucias. En base a aquel dato y a las buenas prácticas para limpiar 100 m2 se utiliza 0.82 Gl del material. Así mismo, se elabora un calendario de consumo que se muestra a continuación, en función de la dinámica semanal de cada mes según lo identificado en el acápite 3.

Tabla29. Tipos de semana según el mes

	Regular	Media	Baja	Inoperativo
Mes	SR	SM	SB	SI
Enero				4
Febrero	4			
Marzo	2	2		
Abril	4			
Mayo	3	1		
Junio	4			
Julio		2	2	
Agosto	2		2	
Setiembre	4			
Octubre	3	1		
Noviembre	4			
Diciembre		1	2	1

Fuente: Elaboración propia

En base a la dilución y a la variable dinamismo semanal, se proyecta el consumo mensual, se compara con el consumo actual y se calcula el ahorro o la pérdida mensual.

Tabla30. Comparativo entre lo propuesto y lo actual

Mes	Propuesta (Gl)	Actual (Gl)	Costo unitario (S/ x Gl)	Diferencia	Ahorro/exceso Monetario (S/)
Enero	0.82	3	48	-2.18	104.64
Febrero	3.28	3	48	0.28	-13.44
Marzo	2.87	3	48	-0.13	6.24
Abril	3.28	3	48	0.28	-13.44
Mayo	3.075	3	48	0.075	-3.6
Junio	3.28	3	48	0.28	-13.44
Julio	2.05	3	48	-0.95	45.6
Agosto	2.46	3	48	-0.54	25.92
Setiembre	3.28	3	48	0.28	-13.44
Octubre	3.075	3	48	0.075	-3.6
Noviembre	3.28	3	48	0.28	-13.44
Diciembre	1.64	3	48	-1.36	65.28
					S/ 173.28

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Los mismos pasos se repiten para la cera acrílica, que se utiliza para los pisos; y el MLD para los servicios higiénicos, el resultado que se obtiene a continuación.

Tabla31. Comparativo entre lo propuesto y lo actual (Cera acrílica)

Mes	Propuesta (Gl)	Actual (Gl)	Costo unitario (S/)	Diferencia	Ahorro/exceso Monetario (S/)
Enero	3.1	14.7	15	-11.6	174
Febrero	12.4	14.7	15	-2.3	34.5
Marzo	10.85	14.7	15	-3.85	57.7
Abril	12.4	14.7	15	-2.3	34.5
Mayo	11.625	14.7	15	-3.075	46.1
Junio	12.4	14.7	15	-2.3	34.5
Julio	7.7	14.7	15	-6.95	104.2
Agosto	9.3	14.7	15	-5.4	81
Setiembre	12.4	14.7	15	-2.3	34.5
Octubre	11.6	14.7	15	-3.075	46.1
Noviembre	12.4	14.7	15	-2.3	34.5
Diciembre	6.2	14.7	15	-8.5	127.5
					S/ 809

Fuente: Elaboración propia

Tabla32. Comparativo entre lo propuesto y lo actual (MLD)

Mes	Propuesta (GI)	Actual (GI)	Costo unit. (S/)	Diferencia	Ahorro/exceso (S/)
Enero	0.8	2.75	42.6	-1.95	83.07
Febrero	3.2	2.75	42.6	0.45	-19.17
Marzo	2.8	2.75	42.6	0.05	-2.13
Abril	3.2	2.75	42.6	0.45	-19.17
Mayo	3	2.75	42.6	0.25	-10.65
Junio	3.2	2.75	42.6	0.45	-19.17
Julio	2	2.75	42.6	-0.75	31.95
Agosto	2.4	2.75	42.6	-0.35	14.91
Setiembre	3.2	2.75	42.6	0.45	-19.17
Octubre	3	2.75	42.6	0.25	-10.65
Noviembre	3.2	2.75	42.6	0.45	-19.17
Diciembre	1.6	2.75	42.6	-1.15	48.99
					S/ 59.64

Fuente: Elaboración propia

Resumen del ahorro anual para tres productos frecuentes en una Unidad grande:

Tabla33. Resumen de ahorros

Producto	Ahorro anual
Clean by peroxi	173.3
Cera acrílica	809
MLD	59.6
<b>Total</b>	<b>S/ 1,042</b>

Fuente: Oficina de servicios generales

La siguiente unidad que se escoge es de tamaño mediano, Matemáticas, los productos a analizar son la cera acrílica y el pride limpia muebles.

Tabla34. Comparativo entre lo propuesto y lo actual (Cera acrílica)

Mes	Propuesta (GI)	Actual (GI)	Costo unit. (S/)	Diferencia	Ahorro/exceso (S/)
Enero	0.9	3.9	15	-3	45
Febrero	3.6	3.9	15	-0.3	4.5
Marzo	3.15	3.9	15	-0.75	11.25
Abril	3.6	3.9	15	-0.3	4.5
Mayo	3.375	3.9	15	-0.525	7.875
Junio	3.6	3.9	15	-0.3	4.5
Julio	2.25	3.9	15	-1.65	24.75
Agosto	2.7	3.9	15	-1.2	18
Setiembre	3.6	3.9	15	-0.3	4.5
Octubre	3.375	3.9	15	-0.525	7.87
Noviembre	3.6	3.9	15	-0.3	4.5
Diciembre	1.8	3.9	15	-2.1	31.5
					S/169

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Para el pride limpia muebles, se adoptó la buena práctica de realizar una limpieza profunda una vez por semana y los días restantes de la semana con una franela.

Tabla35. Comparativo entre lo propuesto y lo actual (Pride)

Mes	Propuesta (und)	Actual (und)	Costo unitario (S/)	Diferencia	Ahorro/exceso Monetario (S/)
Enero	0.4	2.22	19.9	-1.82	36.2
Febrero	1.6	2.22	19.9	-0.62	12.3
Marzo	1.4	2.22	19.9	-0.82	16.3
Abril	1.6	2.22	19.9	-0.62	12.3
Mayo	1.5	2.22	19.9	-0.72	14.3
Junio	1.6	2.22	19.9	-0.62	12.3
Julio	1	2.22	19.9	-1.22	24.3
Agosto	1.2	2.22	19.9	-1.02	20.3
Setiembre	1.6	2.22	19.9	-0.62	12.3
Octubre	1.5	2.22	19.9	-0.72	14.3
Noviembre	1.6	2.22	19.9	-0.62	12.3
Diciembre	0.8	2.22	19.9	-1.42	28.3
					215.7

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Resumen del ahorro anual para 2 productos frecuentes en una Unidad mediana:

Tabla36. Resumen de ahorros

Producto	Ahorro
Pride	215.7
Cera acrílica	169
Ahorro anual	S/ 384.7

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Considerándose el análisis anterior y tomándose los productos con mayor gasto anual, según Pareto, se proyecta generar un ahorro en materiales entre unidades grandes y medianas de S/ 83,864 anuales.

Tabla37. Ahorro proyectado anual

Tipo	N° de unidades	Ahorro parcial Según materiales analizado	N° de materiales dentro de los top que se utilizan	Monto
Grandes	12	1,042 (Para tres materiales)	9	S/. 45,848
Medianas	22	384 (Para dos materiales)	9	S/. 38,016
<b>Ahorro anual proyectado</b>				<b>S/. 83,864</b>

Fuente: Elaboración propia

Como parte de la estandarización de procesos, usos y buenas practicas, se elabora un cuadro maestro (anexo 6 y 7) con los principales productos para poder fijar dilución, modo de uso y reemplazos en caso de rotura de stock por parte del proveedor. De esta manera se evita la propagación de pedidos de productos nuevos.

Con respecto a las herramientas, se brindará a los operarios Jeringas con capacidad de 10 ml para que puedan utilizar la dosis correcta y evitar el uso de tapas o el pulso para obtener sus soluciones.



Figura 41. Jeringa 20 ml

Fuente: Página web Jeringas y Agujas, 2018

## **4.2 Gestión del almacén**

### **4.2.1 Gestión de stocks**

Para mejorar el indicador de fill rate (indicador de nivel de servicio) y prevenir la saturación del almacén central (exceso de stock), se debe tener claro cuál debe ser la política de pedido a manejar en función de los costos de ordenar y al costo de mantener inventarios. Para ello, se hace uso del modelo de inventarios agregados o curva de intercambio.

Se utiliza la clasificación ABC que se hizo en la sección anterior par que se ejecute el ejercicio. El procedimiento se encuentra en el anexo N°8 en Excel. A continuación, se presenta la curva de intercambio óptima que se obtuvo, el estado actual (según la política que se maneja) y los límites, tanto operativo (1300 órdenes) como financiero (56000 soles).

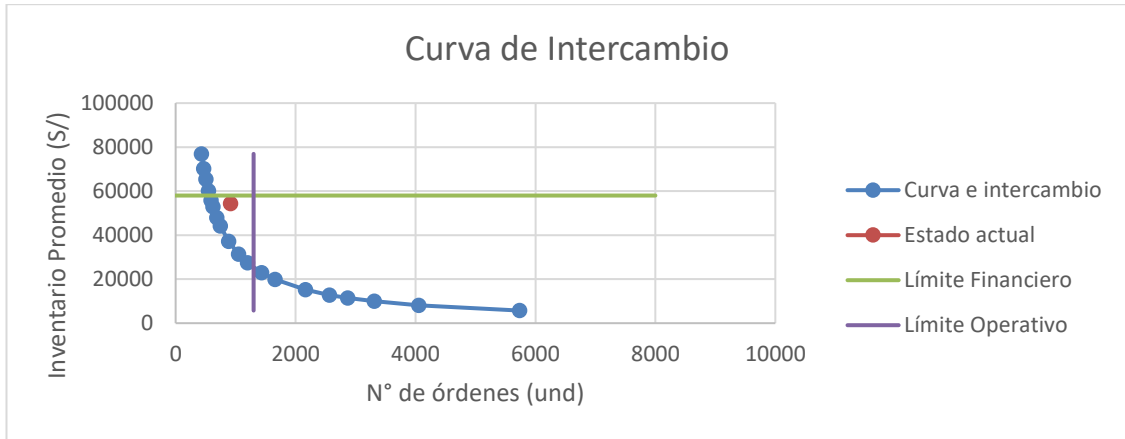


Figura 42. Curva de intercambio-estatus actual-Límites operativo y financiero

Fuente: Oficina de servicios generales

Como bien se refleja en la figura 43, la aplicación de la Política actual de pedidos tiene como resultado que el valor del inventario promedio este cerca al límite operativo del almacén. En el capítulo 3, sección 3.2 se menciona que la universidad no brindará un espacio para el almacenamiento de productos de limpieza cuando se rebase el límite, ello debido al escaso y alto costo del espacio. Por tal motivo, en base a la curva óptima de intercambio, se analiza cuál sería el costo total en los siguientes casos:

- a. Mantener el número de órdenes de la Política actual.
- b. Mantener el valor del inventario promedio de la Política actual.
- c. Mantener la relación Costo de ordenar y Costo de almacenar inventario de la Política actual.
- d. Ajustar el N° de pedidos para estar cerca al límite operativo.

A continuación, se muestra la tabla 38 con el resumen del costo total para cada uno de los casos:

Tabla38. Comparativo de costos por estrategia

ESCENARIOS	TCS	N	A	r	Costo Total
<b>N CTE</b>	35,854	917	32.06	82%	S/ 58,801
<b>TCS CTE</b>	54,332	605	73.62	82%	S/ 89,104
<b>A/R CTE</b>	44,137	745	48.59	82%	S/ 72,388
<b>Ajustado al N max.</b>	27,398	1200	18.72	82%	S/ 44,934

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Para los cálculos, por dato de la empresa, se considera 82% la porción que representa el costo de almacenar sobre el costo del producto (el alto costo es consecuencia del alto costo por metro cuadrado del distrito de San Miguel). Se puede observar en los resultados obtenidos en tabla 38 que la alternativa más conveniente es la d, ajustar el N° de pedidos para estar cerca al límite operativo. Esta alternativa propone elevar el N° de órdenes a 1200, teniendo como consecuencia mantener un inventario promedio con valor de 27,398 soles, valor mucho menor al que se obtiene con la política actual, dicha alternativa incide directamente en la problemática actual.

En base a lo que se ha calculado, se halla las cantidades óptimas y la frecuencia de pedidos (anexo 8, tabla tres). De esta forma se establece pedidos de cuatro veces, dos veces y una vez al mes, así como compras bimestrales. En la estrategia que se adopta, se pretende también que los pocos productos que generan el mayor costo de almacenamiento se reduzca al mínimo, para ello se aumenta el N° de pedidos y se reduce el inventario promedio.

#### 4.2.2 Inventario de seguridad

Para ambos grupos (materiales e implementos), se ha visto conveniente utilizar la clasificación ABC multicriterio, debido a que se manejará el stock de seguridad en función de la importancia del producto, los criterios a considerar a continuación:

- Cantidad promedio de entrega mensual (CPEM): Un producto con un alto CPEM significa que su uso es intensivo en la Universidad; por tal motivo, se debe evitar la rotura de stock con la anticipación debida. Si se da una rotura de stock y el lead time es regular, el servicio se verá altamente afectado.
- Valor de compra anual: Se halla mediante la multiplicación del costo unitario del producto por la demanda anual. Se considera importante a aquel producto cuyo valor de compra anual es alto, debido a la suma de dinero que se maneja y el valor del stock de seguridad que probablemente sea alto también.
- Criticidad: Este criterio se mide en función al impacto que causaría en la operación el no tener tal producto. Si el impacto es mínimo la calificación es 1; por el contrario, si la operación se ve altamente afectada al no tener tal producto, la puntuación llega a 4.
- Reemplazabilidad: Si es un producto fácilmente reemplazable tanto en funcionalidad como en calidad, se considerará un producto de menor

importancia. Por el contrario, si es un producto difícil de reemplazar, sumado a otras variables, se puede convertir en un producto clave e infaltable. La escala es del uno al cuatro, mientras uno significa fácilmente reemplazable, cuatro significa lo contrario.

Luego que se hace el cálculo de los dos primeros criterios cuantitativos y de los dos criterios cualitativos, se procede a la estandarización, cabe recalcar que los pesos asignados a cada uno de los criterios son equitativos (25% cada uno). Por último, para los productos tipo A, se escoge un nivel de servicio de 97.5% y se usa un z igual a 1.96. El cálculo para cada tipo (materiales e implementos) de producto se encuentra en los anexos 9 y 10.

### **4.3 Gestión de la Distribución y de la información**

A manera de resumen de lo que se menciona en los cap. dos y tres, las principales deficiencias que presenta la gestión actual en temas de distribución son las siguientes:

- El tiempo que invierte un operario en dirigirse al almacén, esperar en cola y luego regresar a sus centros de labores.
- El tiempo que invierte un operario en elaborar su pedido.
- No tener la información sobre el stock del almacén en tiempo real.
- No tener información sobre el stock de las unidades en el tiempo adecuado.

Por tales motivos, se utiliza la filosofía del VMI (Inventario manejado por el vendedor), que se basa en el flujo continuo y transparente de la información entre los agentes participantes de la cadena de suministro; así mismo, se caracteriza porque el proveedor se encarga de toda la gestión de stock del cliente, con lo cual se minimiza la participación del cliente en la gestión.

El sistema VMI planteado tiene los siguientes objetivos:

- Minimizar la participación del cliente en el sistema (Unidades académicas y administrativas de la PUCP).
- Respuesta rápida y precisa a los requerimientos de las unidades por parte del proveedor (Almacén Central).
- Evitar las roturas de stock.
- Reducir el inventario de seguridad del sistema (cliente y proveedor).

Para ello se necesita:

- Implementar un sistema de Distribución.
  - Información precisa y rápida de los requerimientos de los clientes.
  - Información periódica del estado del stock del cliente
- Interés del cliente y proveedor por implementar la propuesta.

#### 4.3.1 Gestión de Distribución

Para la gestión de la Distribución primero se hará un balance de la carga de trabajo en términos de dinero y de cantidad de unidades; segundo, se realizará el planeamiento de la distribución y se termina con la simulación de la entrega.

##### 4.3.1.1. Balance de la carga de trabajo

De manera coordinada con lo que se establece en la sección 4.2 sobre la logística de entrada (productos tipo A de hasta una vez por semana) y con el objetivo que se establece en la sección 4.1 de ejercer un mayor control sobre el uso de los productos, se establece que la logística de salida debe tener una frecuencia menor o igual a una semana. Se hace el comparativo entre entregas diarias y semanales, se realiza un ponderado del nivel de servicio, gasto en combustible, tiempo de preparación de pedido, tiempo de entrega y se selecciona la mejor opción.

Tabla39. Tabla comparativa entre entregas diarias y semanales

	<b>Entrega diaria</b>	Gasto mensual	<b>Entrega semanal</b>	Gasto mensual	<b>Opción 1 entrega diaria</b>	<b>Opción 2 entrega semanal</b>
Gasto en combustible(S/)	10	240	48	192	0.8	1.0
Días de servicio	24		4		1.0	0.2
Tiempo de preparación(min)	90	2160	180	720	0.3	1.0
Tiempo de recorrido (min)	23.75	570	47.5	190	0.3	1.0
				Puntaje	<b>2.4</b>	<b>3.2</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 39, a pesar que la opción semanal considera dos viajes en las entregas y cuatro días de servicio al mes; el tiempo de preparación y entrega

es mucho menor que la opción diaria. Por tal motivo, se queda con la opción dos, entregas desde una semana.

Para implementar las entregas semanales, primero se debe balancear la carga de trabajo, se clasifica a las unidades en tipo G, M y tipo P, según el tamaño de pedido que realicen (las unidades tipo G, pedidos grandes; las tipo M, pedidos medianos; y las tipo P, pedidos pequeños). De esta forma se realiza un balance de carga para que la desviación estándar entre días sea la menor posible.

En la actualidad la entrega se hace por zonas, a continuación, se muestra como se distribuye la carga de trabajo en función al valor monetario de las entregas que se hacen a cada una de las zonas (Figura 44) y también se representa en función al N° de unidades que se atiende por zona.

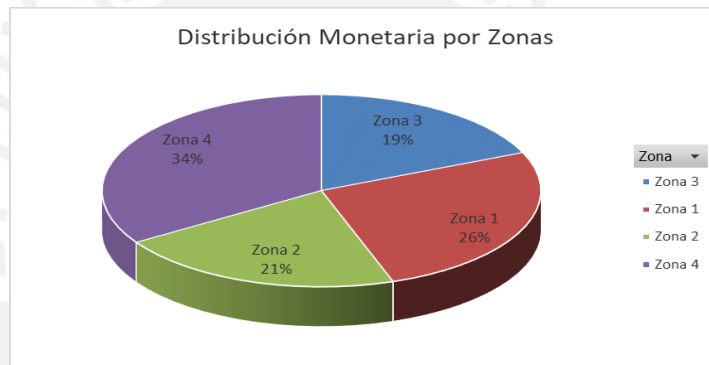


Figura 43. Distribución del trabajo en soles

Fuente: Elaboración propia

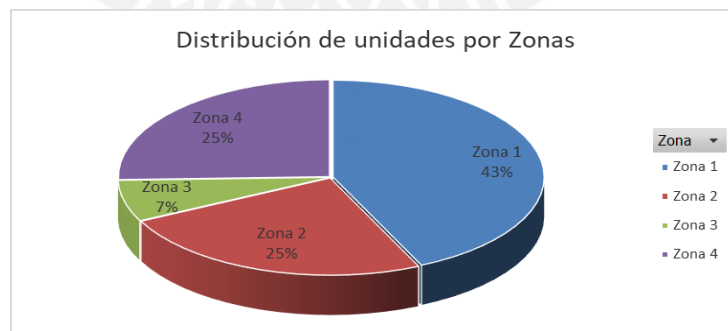


Figura 44. Distribución de trabajo por N° de unidades

Fuente: Elaboración propia

En la figura 44 donde se toma en cuenta el valor monetario que representa cada zona, el trabajo aparenta estar en equilibrio; sin embargo, si se muestra la cantidad de unidades atendidas por zona (Figura 45), se nota claramente que el trabajo (principalmente el tiempo de entrega) que se realiza en la zona 1 es el mayor. Por ello, se decide equilibrar el trabajo tomándose en cuenta ambas variables a la vez.

Con información del número, los tamaños de las unidades y el valor del consumo promedio de las mismas, se realiza la siguiente distribución:

Tabla40. Distribución de unidades a detalle

semana 1	semana 2	semana 3	semana 4
12 grandes (25%)	12 grandes (25%)	12 grandes (25%)	12 grandes (25%)
22 medianas (50%)	34 pequeñas (100%)	22 medianas (50%)	34 pequeñas (100%)

Fuente: Elaboración propia

Tabla41. Nueva distribución de carga de trabajo

Semana	N° de unidades	Gasto Semanal (S/)
semana 1	34	2,468
semana 2	46	2,757
semana 3	34	2,468
semana 4	46	2,757

Fuente: Elaboración propia

Las tablas 40 y 41, muestra la correcta combinación para que el trabajo sea lo más equitativo posible en cada entrega en cuanto a cantidad y valor de entrega. La forma gráfica se observa a continuación, en las figuras 46 y 47.

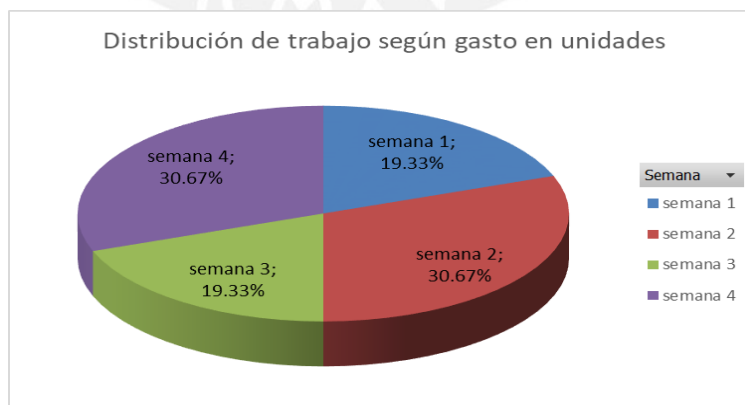


Figura 45. Nueva distribución según N° de unidades

Fuente: Elaboración propia

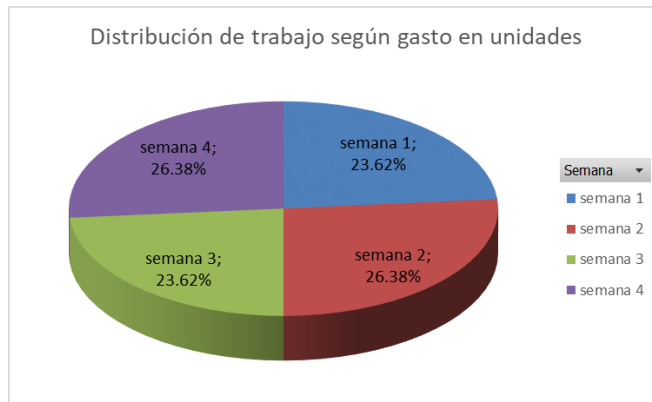


Figura 46. Nueva distribución según gasto en unidades

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.2. Planeamiento operativo de la distribución

El segundo paso se refiere al planeamiento operativo, a modo de simulación se selecciona un producto cuya rotación es de 300 unidades mensuales, en la tabla 42 se muestra el modo en el que se realiza la entrega actual, un solo pedido por mes y entrega mensual.

Tabla 42. Simulación de entrega

Tipo Unidad	Requerimiento mensual	Semana			
		1	2	3	4
G	80	80			
G	80	80			
M	30	30			
M	30	30			
M	30	30			
P	10	10			
P	10	10			
P	10	10			
P	10	10			
P	10	10			
Entrega total		300			
Pedido total producto tipo A/B/C		300			

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 42, para la entrega no se hace diferencia entre tipo de unidad (G, M y P) ni tampoco entre tipo de producto (A, B o C) para la compra. Sin

embargo, con el planteamiento propuesto, las compras de los productos serán según su clasificación ABC, hecha a inicios del acápite 4; mientras que la frecuencia de entrega será en función del tamaño de la unidad. Entonces, tomándose los planteamientos previos, para el producto cuya rotación mensual es de 300 unidades, la simulación que se muestra a continuación exige que para la primera semana de entrega el almacén central cuente con 110 und, para la segunda 70 y para las semanas restantes 60 cada una, ello con respecto al consumo proyectado. Entonces, si el producto fuese un tipo A, se harían cuatro compras (una por cada semana) de igual cantidad que la demanda; por el contrario, si fuese un tipo B, se harían 2 compras al mes, una por 180 (para atender 1era y 2da semana) y otra por 120 (para atender 3era y 4ta semana); por último, si el producto fuese tipo C, se haría una sola compra de 300 und.

Tabla43. Simulación de propuesta

Tipo de Unidad	Requerimiento mensual	Semana			
		1	2	3	4
G	80	25	20	15	20
G	80	25	20	15	20
M	30	20		10	
M	30	20		10	
M	30	20		10	
P	10		10		
P	10		10		
P	10		10		
P	10				10
P	10				10
Entrega total		110	70	60	60
PTA		110	70	60	60
PTB		180		120	
PTC		300			

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.3. Distribución

Para la distribución, se tiene el problema de la capacidad limitada del vehículo o también llamado Bin packing problem; así mismo, se requiere realizar la mínima cantidad de paradas y recorridos.

Primero, con el plano de la PUCP que brinda la Oficina de Servicios Generales se procede a ubicar a las 102 unidades, con ello se obtiene un mapa de calor donde se

puede observar donde se concentran las unidades. Las unidades grandes de color verde, las unidades medianas de color rojo y las unidades pequeñas de color amarillo. Las vías de tránsito para el vehículo en celeste.

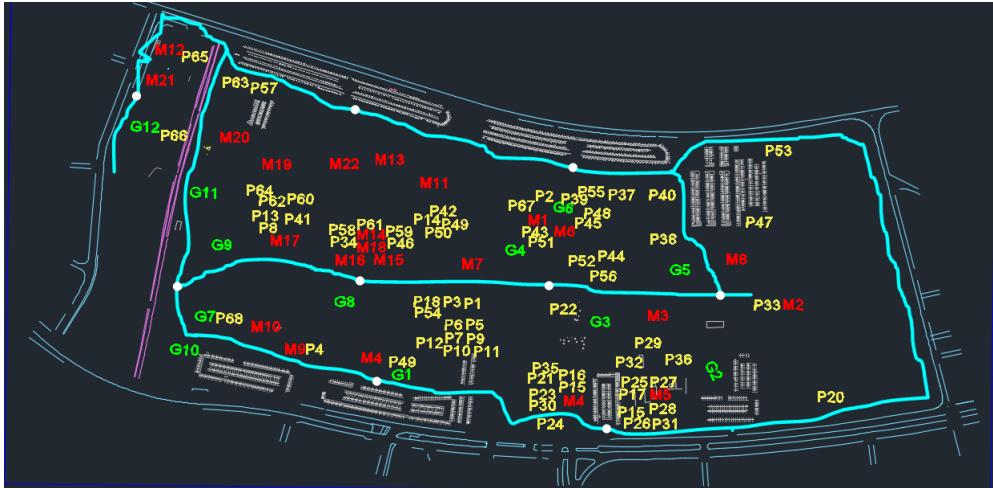


Figura 47. Ubicación de las unidades en plano

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Con esta información se procede a formar clústeres, el criterio es agruparlos por la cercanía entre los mismos.

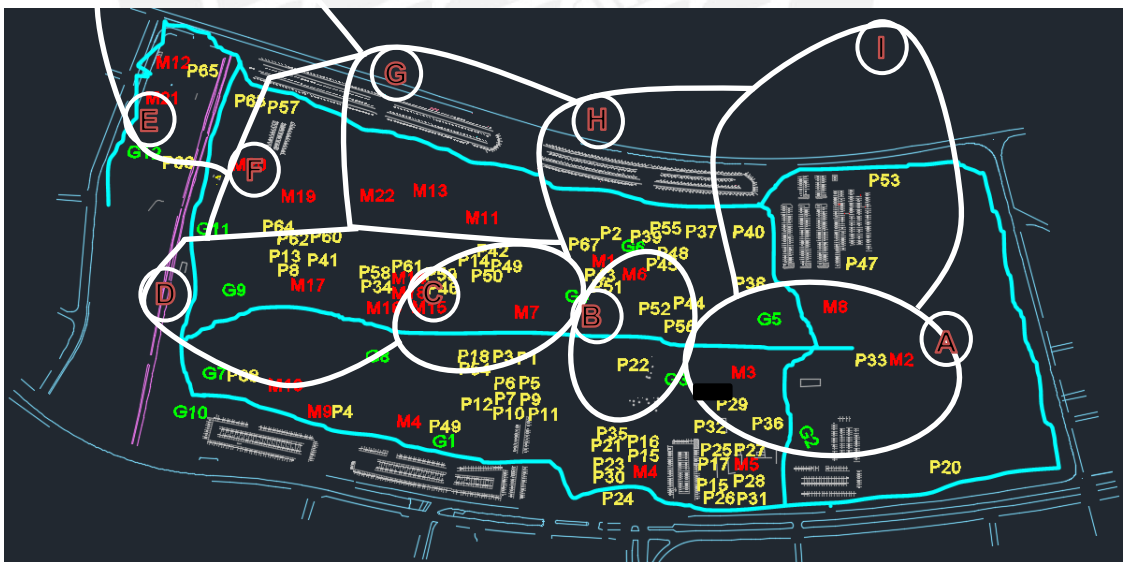


Figura 48. Ubicación de las unidades en plano

Fuente: Oficina de Servicios Generales

El siguiente paso es fijar los puntos de parada para cada clúster, para ello se utiliza la programación que se fija en el acápite 4.3.1 respecto a las entregas, de esta forma la primera semana se atiende el 25% del requerimiento de cada una de las 12

unidades grandes y el 50% del requerimiento de cada una de las 22 unidades medianas, la segunda, el 25% del requerimiento de cada una de las 12 unidades grandes y el 100% del requerimiento de 34 de las 68 unidades pequeñas, en la tercera, se repite la dinámica de la primera semana; y por último, en la cuarta semana, se completa el 100% del requerimiento de las unidades grandes y se atiende el total del requerimiento de las otras 34 unidades pequeñas. Así mismo, se utiliza los pesos promedios de la carga de cada tipo de unidad (80 kg unidades grandes, 40 unidades medianas y 20 unidades pequeñas) y la capacidad de la trimoto de 490 kg.

Luego de recabar la información necesaria, se ubican las unidades en un plano cartesiano a fin de determinar por cada clúster cuál es el punto más conveniente para realizar una parada. Para ello, primero se ubica el centro de gravedad y se fija como parada la parte de la pista más cercana a este centro. El peso de cada punto será el mismo, según el plan de distribución del acápite 4.3.1. En el anexo 11, se encuentra el cálculo de las distintas paradas por cada clúster, según la semana de atención.

Las cargas de trabajo por cada parada se muestran a continuación:

Tabla44. Simulación nueva propuesta

<b>Cluster</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>
A	40	220	40	20
B	40	180	40	20
C	40	260	40	20
D	100	100	100	60
E	60	60	60	100
F	100	40	100	120
G	160	0	160	180
H	60	20	60	260
I	80	20	80	120
<b>Total (Kg)</b>	<b>680</b>	<b>900</b>	<b>680</b>	<b>900</b>

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Para el acomodo de los paquetes en el vehículo, como primera forma, se empieza a copar el espacio del vehículo en el orden en el que están los clústeres, para la simulación se hace uso de las cargas de la cuarta semana, entonces, las entregas y el porcentaje de ocupación son los siguientes:

Tabla45. % de ocupación aplicando FFD

<b>N° de entrega</b>	<b>Carga de entrega</b>	<b>Capacidad</b>	<b>% de ocupación</b>
1	380	490	82%

2	420	490	86%
3	80	490	16%

Fuente: Elaboración Propia Si se aplica el método de First –Fit – Decreasing (FFD), se debe ordenar las cargas de mayor a menor, luego se acomoda las cargas en el orden establecido, si el siguiente en la lista ya no cabe, se pasa al subsiguiente y se repite el ejercicio hasta que se alcance el límite máximo (490 kg) o ya no quepa algún otro, de esa forma se obtiene lo siguiente:

Tabla46. % de ocupación aplicando FFD

N° de entrega	Carga de entrega	Capacidad	% de ocupación
1	440	490	90%
2	460	490	94%

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, se evita un tercer viaje en relación a la tabla 45 y por consiguiente se aumenta el % de ocupación en cada viaje. El ejercicio se repite con cada una de las semanas en el anexo 12. dsdsdsdsdsd.....sdsdsdsdsd..

#### 4.3.2 Gestión de la información

##### 4.3.1.1. Flujo General

Como se menciona en el inicio del capítulo 4, el sistema VMI se caracteriza por el flujo limpio de la información. En ese sentido se plantea el siguiente flujo para garantizar lo antes mencionado.

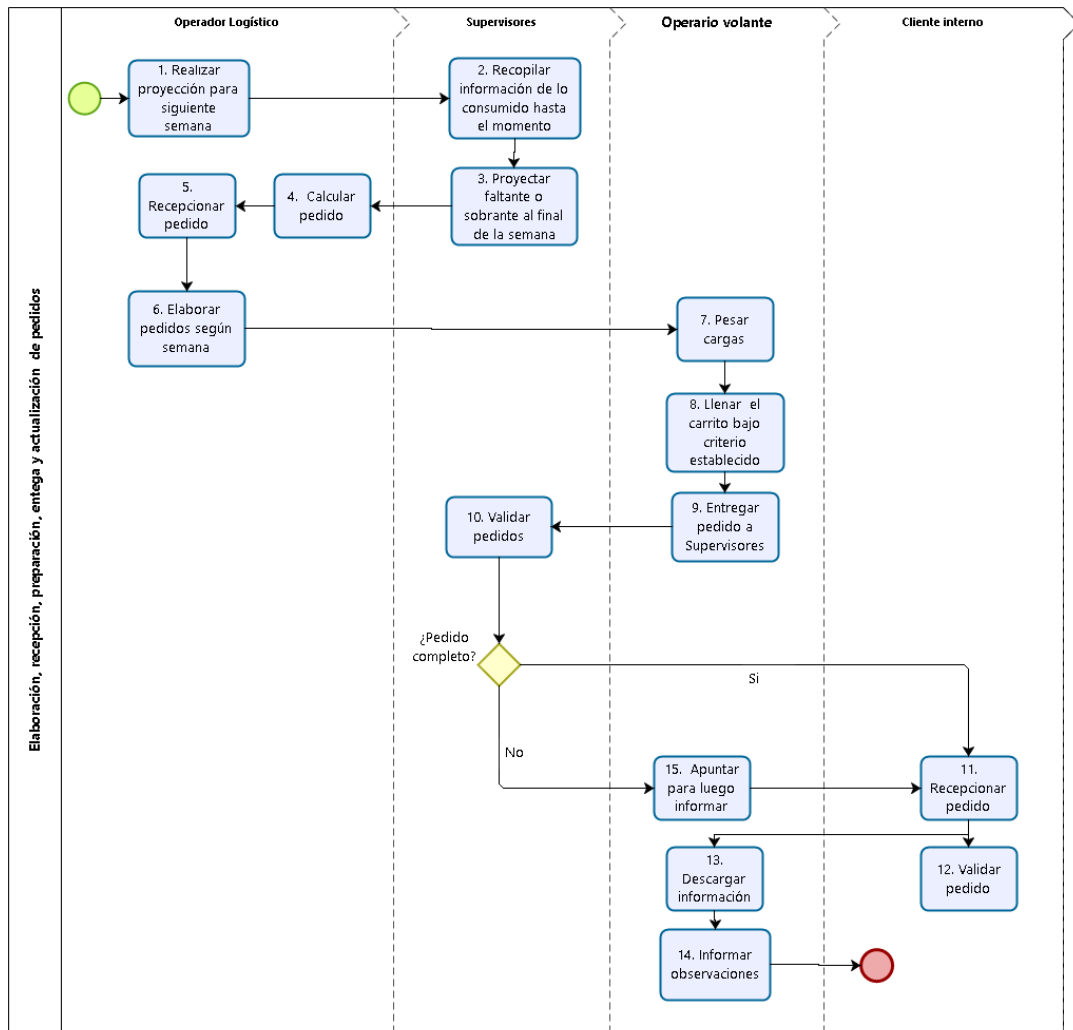


Figura 49. Flujo de información

Fuente: Elaboración propia

1. Completar el stock actual: Según el programa semanal de atención de unidades, además de las unidades (pequeñas y medianas) que hayan sufrido rotura de stock de algún producto, deben completar, junto con el Supervisor de Planta asignado a la zona, el formulario de google con el stock que cuentan a la fecha.
2. Calcular cantidad proyectada a pedir: Con la proyección semanal de demanda y el stock registrado en la actividad previa, obtener la cantidad proyectada a pedir.
3. Ingresar cantidad real a pedir en el sistema: Se suman los pedidos parciales de cada unidad obtenidos en la actividad N° 2 y se le resta el stock con el que se cuenta en el Almacén Central.

4. Preparar pedido: El proveedor prepara el pedido ingresado al sistema.
5. Enviar pedido: El proveedor envía el pedido semanal al campus.
6. Recepcionar pedido: Se recepciona y se revisa la mercadería para luego acomodarla en el almacén central.
7. Preparar pedido semanal: Según la programación de entrega de la semana y las unidades que presenten rotura de stock, se preparan los pedidos.
8. Pesar cargas: Pesar cada uno de los paquetes armados
9. Ordenar cargas según clúster y pesos: Se separan los pedidos por clúster y se calcula el peso por Clúster, luego ordenar los cluster de mayor a menor peso.
10. Rutear: En función a la capacidad del carrito, seleccionar los clústeres y el orden en el que el carrito realizará las paradas.
11. Llenar carrito: En función a la actividad anterior llenar el carrito, de tal forma que los paquetes de la primera parada estén a la entrada del carrito (LIFO).
12. Entregar pedidos: Dirigirse a puntos de entrega y entregar pedidos a Supervisores.

**¿Pedido completo?**

**Si:** Ir a actividad N° 14 Continuar entrega

**No:** Ir a actividad N° 13 Informar a central

13. Informar a central: Informar para prepararlo para el siguiente recorrido
14. Continuar entrega: Continuar con el recorrido programado

**¿Total de entregas realizadas?**

**Si:** Ir a actividad N° 11 Llenar carrito

**No:** Terminar proceso

4.3.1.2. Flujo a nivel de Base de datos

A nivel de base de datos se utilizarán cuatro principalmente:

- Proyección anual por semanas y unidades

Tabla47. Base de datos Proyección anual de Semanas y Unidades

Unidad académica	Producto	Semana Proyectada	Cantidad Proyectada	Unidades de medida
C. central	Yellow Pine	S2	7.5	L
Biblioteca Central	Yellow Pine	S2	15	L
Ciencias Sociales	Yellow Pine	S2	18.75	L

Fuente: Oficina de Servicios Generales

- Stock real de la unidad académica o administrativa: A través de un formulario, el operario y Supervisor de Planta cargan el stock de productos que tienen hasta ese momento.

Tabla48. Base de datos Stock real de la unidad académica o administrativa

Unidad académica	Producto	Stock en la unidad	Semana de pedido	Cantidad según pronóstico	Cantidad proyectada a pedir
C. central	Yellow Pine	0.5	S2	7.5	7
Biblioteca Central	Yellow Pine	1	S2	15	14
Ciencias Sociales	Yellow Pine	0.25	S2	18.75	18.5

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Las columnas 5 y 6 se alimentan de forma automática de la base de datos "Proyección anual por semanas y unidades"

- Consolidado de cantidades proyectadas a pedir: Cuadro resumen que muestra el listado total de productos junto con la cantidad a pedirse en galones (Obtenida a partir de los pedidos parciales de las unidades).

Tabla49. Base de datos Consolidado de cantidades proyectadas a pedir

Semana de pedido	Producto	Cantidad total proyectada a pedir	Unidad de medida
S2	yellow pine	39.5	Gl
S2	Clean By Peroxi	30	Gl

Fuente: Oficina de Servicios Generales

- Kardex Almacén Central: Base de datos que muestra el stock real del almacén central.

					S2				
TIPO	Tipo de producto	Producto	Stock de Seguridad	STOCK EN FISICO	CANTIDAD PROYECTADA A PEDIR	CANTIDAD REAL A PEDIR	CANTIDAD REAL RECEPCIONADA	Recepcionado VS pedido	STOCK
MATERIAL	A	YELLOW PINE	1	5	39.5	35.5	35.5	0	1
MATERIAL	A	AROMATIZADOR EN SPRAY	20	7	90	103	126	23	43
IMPLEMENTCB		ATRAPA POLVO REPUESTO	2	8	35	29	29	0	2

Figura 50. Kardex Almacén Central

Fuente: Oficina de Servicios Generales

Esta base de datos, se modifica y se adapta a partir del Kardex que maneja actualmente la Oficina, el objetivo de este conjunto de datos es indicar el stock real que se maneja cada semana y de esa forma se pueda obtener la cantidad real a pedir.

Las bases de datos que se muestran conversan entre sí, es decir, a través de fórmulas se obtiene la información que necesita cada base de datos, así mismo se destaca que estas hojas de datos se trabajarán desde las hojas de cálculo de google docs, de esta forma se tiene información en tiempo real y se pone al alcance de las personas que lo necesiten. Lo anterior es posible debido a que la PUCP compra licencias de correo a Google y ello permite hacer uso de las distintas herramientas que brinda, como el Drive, para intercambio de datos en forma real.

#### 4.3.1.3. Uso de formularios como herramienta para realizar pedidos

En la presente tesis se hace uso de la herramienta formularios de Google para que las distintas unidades puedan auto alimentar la base de datos *Stock real de la unidad académica o administrativa*.

Los campos principales de este formulario son los siguientes:

- Unidad académica
- Producto en stock
- Cantidad de producto en stock
- Semana de pedido

Figura 51. Prototipo de Formulario

Stock Real de tu Unidad

Completa el stock con el que cuentas actualmente

\*Obligatorio

Selecciona tu Unidad Académica

Elige

Producto 1 con el que cuentas en stock \*

Introduce la referencia del producto

Elige

Cantidad

Fuente: Formulario de Google

Figura 52. Hoja de cálculo de Stock real de la unidad académica o administrativa

Stock en unidades

Archivo Editar Ver Insertar Formato Datos Herramientas Formulario Complementos Ayuda Todos los carr

100% € % .0 .00 123 Arial 10 B I S A ↻

	A	B	C	D	E
1	Marca temporal	Selecciona tu Unidad Aca	Semana de pedido	Producto 1 con el que cue	Cantidad [G]
2	8/09/2018 17:18:02	Ceprepuc	S2	Yellow Pine	2

Fuente: Elaboración Propia

### 4.3.3 Elección de proveedor

Según las características de la nueva estrategia de compras y distribución, se exige tener un proveedor flexible, que brinde entregas semanales por los siguientes motivos:

- Al hacer pedidos más frecuentes se aumenta el grado de control sobre el gasto.
- En el mes se puede identificar semanas de distinta dinámica, por ende, distintos requerimientos.
- Al realizar pedidos semanales, la ocupación inicial del almacén disminuye.

En el acápite tres, se estudió las fortalezas y necesidades de las empresas más representativas del sector:

A continuación, los resultados de la evaluación:

Tabla50. Resultados de evaluación

<b>Proveedor</b>	<b>Aspectos Técnicos</b>	<b>Aspectos comerciales</b>	<b>Aspectos empresariales</b>	<b>Total</b>
Dariza	1.85	0.8	0.8	3.45
Intradevco	2	0.65	0.5	3.15
Clorox	2.45	0.55	0.9	3.9

Fuente: Oficina de Servicios Generales

De la tabla 50, se observa que en el puntaje total la empresa Clorox es la que mejor equilibra los criterios planteados. Internamente, se observa que en el aspecto Técnico (60% del peso total), Clorox supera largamente a sus competidores, ello es consecuencia de la calidad superlativa de sus productos y además de la flexibilidad en la frecuencia de entregas; ya que su red de distribución le permite realizar entregas diarias. Por otro lado, en el aspecto comercial, es Daryza la empresa que realiza mejor sus operaciones, impulsada principalmente por sus bajos precios y el servicio postventa que ofrece. En el último aspecto (empresarial), Clorox hace uso de su categoría internacional para superar a Dariza e Intradevco.

En conclusión, en base a los criterios y al peso de los mismos, establecidos a partir de las mejoras a implementar, la empresa Clorox debería ser el proveedor principal.

## CAPÍTULO 5: Conclusiones y recomendaciones

- En la presente Tesis, dentro del proceso de recepción y distribución de la mercadería, todavía se sigue con el proceso de revisión y acomodo de la mercadería en el almacén central. En un segundo sprint de mejora, se plantea aplicar elementos de la Filosofía JIT, de modo que la mercadería pase del proveedor a las unidades académicas, dejando de lado la revisión y el acomodo de los productos en el almacén central.
- Las unidades Grandes deben contar con un stock de seguridad que les permita cubrirse de una rotura de stock dentro de semana, días que no están dentro del alcance de la distribución.
- No solo se debe estandarizar la cantidad de uso, de la mano debe ir la capacitación en buenas prácticas en el modo de uso.
- Para una tercera fase, el orden de los puntos de entrega se debe definir a través de un software que permita llegar a una solución óptima y por ende la mayor ocupación del vehículo utilizado.
- El nivel de satisfacción es más relevante que los ahorros económicos para los principales interesados.
- El factor preponderante que hace posible la implementación del VMI es la relación estrecha entre unidades y proveedor. En el ámbito comercial y competitivo, se hace difícil la implementación del mismo; debido a que los participantes no están dispuestos a entregar información interna.
- La correcta detección, cuantificación y descripción de las necesidades es el parte clave del proceso para generar ahorros.
- El segundo factor aportante a los ahorros es la implementación del VMI.
- Los pasadizos en el almacén deben ser modificados para cumplir con los 1.5 m que corresponden por ley.
- Urge realizar un mapa de riesgo en el almacén para poder evitar accidentes.
- Se debe definir reglas de seguridad para los operarios de picking que estén en contacto con los químicos utilizados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Alzola, Rubén*

2013 *Cómo y para qué hacer un diagrama de Ishikawa*

Consulta: 20 de marzo 2020

<http://marcaladiferencia.com/como-y-para-que-hacer-un-diagrama-de-ishikawa/>

*Project Management Institute*

2013 *Fundamentos para la Dirección de Proyectos. V Edición. Pensilvania: Project Management Institute*

*Soret de los Santos, Ignacio*

2004 *Logística Comercial y Empresarial. IV Edición. Madrid: ESIC editorial*

*Antonio, Julio*

2015 *Grafo con circuito Hamiltoniano*

Consulta: 01 de marzo 2020

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grafo\\_con\\_circuito\\_hamiltoniano.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grafo_con_circuito_hamiltoniano.png)

*Salazar, Bryan*

2012 *Ingeniería Industrial,*

Consulta: 01 de febrero 2020

<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

*Orrego Cardoz, J. P., Ospina Toro, D., & Toro Ocampo*

2016 *Solución al Problema de Ruteo de Vehículos con Capacidad Limitada (CVRP) usando una técnica metaheurística. Scientia Et Technica, 21(3),225-233.*

Consulta: 01 de noviembre 2019

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84950585004>

*Bermúdez García, J.*

2009 *Investigación científica en el Perú: factor crítico de éxito para el desarrollo del país.*

Consultado: 20 de octubre 2019

<http://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/130>

*Palacio Valdés, Armando*

2003 *Casos de Administración Logística. Edición 1. Lima: Esan*

*Carreño Solís, Adolfo*

2011 *Logística de la A a la Z. Edición 1. Lima: Fondo Editorial PUCP*

*Marcelo Vásquez Ariza*

2009 *Infoautonomos, web de referencia en información y servicios para autónomos emprendedores y pymes*

*Consultado: 20 Octubre 2019*

*<https://www.infoautonomos.com/tag/marcelo-vazquez-ariza/>*

*Parada Gutiérrez, Óscar*

2009 *UN ENFOQUE MULTICRITERIO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS.*

*Consulta: 20 de octubre 2019*

*<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20511730009>*

*Ballou, Ronald*

2004 *Logística: Administración de la cadena de suministro. V Edición. México: Pearson Educación*

*Arturo Ferrín*

2014 *Gestión de stocks en la Logística de Almacenes. III Edición. Madrid: Ediciones de la U*