

# Simulación y Análisis de la Distribución Física de una Empresa de Servicios

Zárate Claudia<sup>1</sup>, Tabone Luciana<sup>2</sup>, Ballestrin Mariana<sup>3</sup>

*Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ingeniería,  
Departamento de Ingeniería Industrial.  
Av. Juan B. Justo 4302 . Mar del Plata*

[1cnzarate@fi.mdp.edu.ar](mailto:cnzarate@fi.mdp.edu.ar), [2ltabone@fi.mdp.edu.ar](mailto:ltabone@fi.mdp.edu.ar), [3mb\\_mdp@hotmail.com](mailto:mb_mdp@hotmail.com)

## RESUMEN

La planificación de la distribución física de las instalaciones es una de las formas de mejorar los procesos de cualquier organización e incluye las decisiones relacionadas con la disposición física de sus centros de actividad económica. El diseño de las instalaciones de una empresa se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de los recursos tales como maquinaria, personas, materiales y energía de forma tal de lograr minimizar costos y optimizar la calidad de la producción y la seguridad de los trabajadores.

El objetivo del presente trabajo fue el de proponer una mejora referida al diseño de las instalaciones en una empresa de servicios, que comercializa de camiones y repuestos y además brinda servicios de reparación y mantenimiento de vehículos, incluyendo realización de garantías.

Se realizó un relevamiento exhaustivo de los distintos productos, procesos y de los recursos utilizados, tales como mano de obra e instalaciones.

Sobre el plano actual de las instalaciones se simularon los procesos que se desarrollan y partir de los resultados, se planteó una nueva distribución. Los parámetros resultantes de la simulación con la distribución propuesta, indicaron una mejora respecto de los desperdicios, entendiéndose que esta disminución va en la dirección del aumento del Servicio al Cliente

**Palabras clave: Procesos – servicios - Distribución en Planta - Promodel**

## 1. INTRODUCCIÓN

El diseño de instalaciones industriales y manejo de materiales afecta a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, tanto como cualquier otra decisión corporativa importante. La calidad y el costo del producto/servicio y el nivel de servicio, se ven afectados directamente por el diseño de la instalación. El proyecto de diseño de la instalación es uno de los más desafiantes y gratificantes que un ingeniero industrial o de manufactura pueda enfrentar.

La eficiencia, productividad y rentabilidad de la empresa se relacionan directamente con el diseño de sus instalaciones. Las mejoras en el manejo de materiales tienen un efecto positivo sobre los empleados más que cualquier otra área del diseño del trabajo, reducen los accidentes y generan motivación. [1]

La situación seleccionada para la realización del proyecto es el análisis del diseño de las instalaciones y la presentación de una nueva distribución de un concesionario de camiones, que posee sus instalaciones en la ciudad de Mar del Plata.

### 1.1 Descripción de la empresa

La empresa que se analiza, en adelante ADASA, pertenece a una multinacional que en adelante denominaremos SAR. Ambos nombres son ficticios y se recurre a este artificio a los únicos efectos de la confidencialidad de los datos.

Sar es una de las empresas líderes a nivel mundial en la fabricación de camiones pesados, ómnibus y motores industriales y marinos. Gran parte de los negocios de la compañía consiste en ofrecer servicio de postventa para sus clientes y representa una de las principales habilidades distintivas de la organización.

En Argentina, además de comercializar sus productos, ofrece una amplia gama de servicios como: contratos de reparación y mantenimiento, venta de repuestos y accesorios y servicios de asistencia mecánica 24hs, entre otros.

En cuanto a su estructura en Argentina, Sar posee una planta en Tucumán productora de cajas de cambio y componentes para transmisión. Esta planta es proveedora de Sar Brasil, quien se encarga del montaje de camiones. Las unidades vendidas en Argentina vienen rodando desde esta planta.

Sar Argentina consta de una unidad comercial ubicada en la localidad de Pacheco, provincia de Buenos Aires, la planta ubicada en Tucumán, y una red de concesionarios (propios y privados) con 22 puntos de servicios, ubicados a lo largo de todo el territorio nacional.

Adasa es uno de los concesionarios que pertenecen a la red propia. Se encuentra ubicada en la localidad de Mar del Plata en un punto estratégico ya que se halla situada en una zona industrial, sobre la ruta 88. Esta vía conecta al área industrial de Mar del Plata hacia el norte, vía ruta 2, con Capital Federal; hacia el sur del país, dado que se conecta con RN3 SUR y hacia el centro del país vía RP 86.

En Adasa se realizan actividades de ventas y entregas de vehículos, servicio de posventa tanto de reparación de unidades como venta de repuestos, tramitación de garantías y venta de neumáticos.

En la Figura 1 se presenta el organigrama en el que se aprecia su organización funcional. Se observa la existencia de 5 departamentos, los cuales son responsables de los distintos productos que ofrece la compañía.

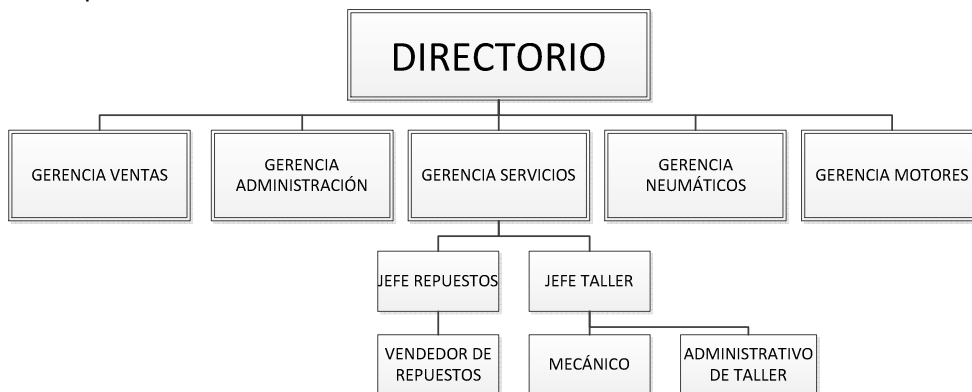


Figura 1: Organigrama Adasa

La estructura edilicia consta de un terreno de 5500 m<sup>2</sup>, 2200 m<sup>2</sup> cubiertos en la planta baja y 400 m<sup>2</sup> en la planta alta. En la Figura 2 se presenta el plano de la planta con la distribución actual de las instalaciones.

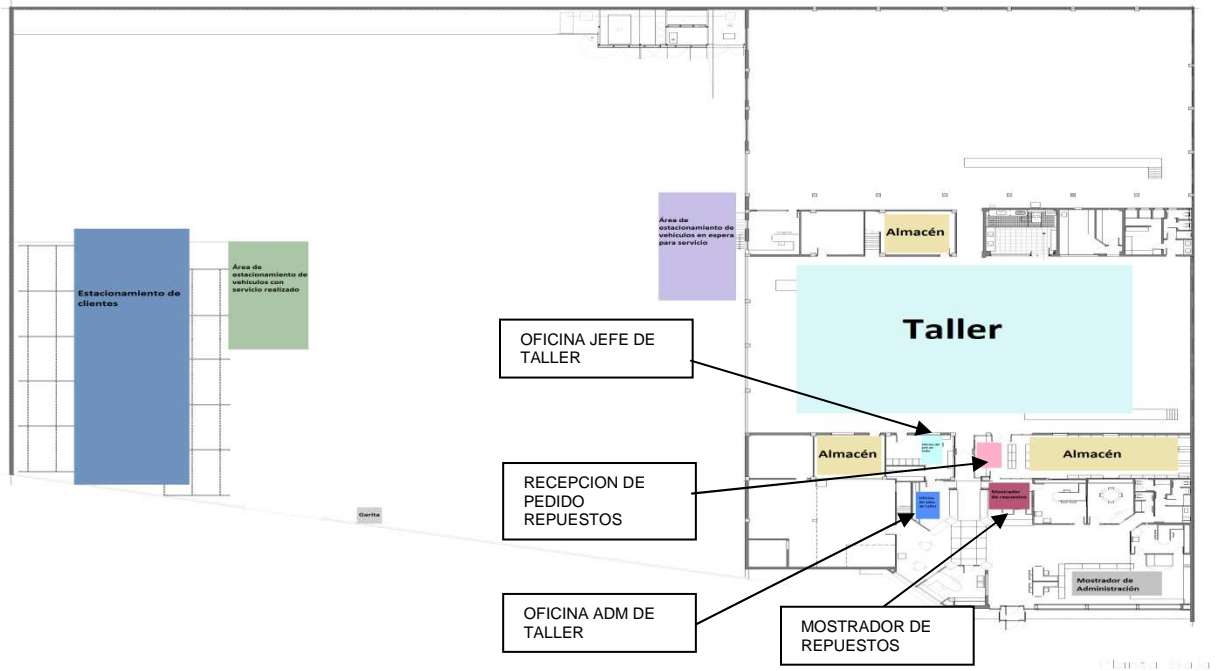


Figura 1 Plano Adasa

## 1.2 Situación inicial y contexto de Adasa

Adasa inicia sus operaciones como concesionario privado de Sar en el año 1987 en un predio que se construyó para tal fin. En el año 2001, en un contexto nacional de crisis financiera y política, el concesionario deja de ser privado y es absorbido por Sar. En 2005 se realiza la última redistribución edilicia que es la que existe actualmente, presentada en la Figura 2.

Desde la incorporación de Adasa a la red de Sar hasta la fecha, los indicadores muestran un crecimiento que se puede generalizar en un 20% anual en el volumen de unidades vendidas y, como consecuencia de las políticas aplicadas resultó también en un incremento del 20% anual de cantidad de piezas en stock y un 30% anual en las horas de taller facturadas. Esto implica un aumento sostenido de la actividad que trae como consecuencia la necesidad de un mejor aprovechamiento de los recursos y que determinados recursos pasen a ser restricciones, tal el caso de los espacios requeridos. De acuerdo a las previsiones realizadas por la gerencia, se espera que este crecimiento se mantenga durante los próximos años.

El crecimiento mencionado y la variación en la dinámica de la actividad hacen notar algunas falencias en el diseño actual de las instalaciones. Existe una sub-dimensión de los almacenes por un aumento de stock y obstáculos para el flujo eficiente de materiales. Estos aspectos ocasionan disminución en la eficiencia de la organización.

Algunos indicios de estos problemas son:

- Mercadería fuera de las estanterías y fuera del depósito que genera demoras en las recepciones y entregas, dificultad para controlar stock, probabilidad de accidentes, dificultad para mantener orden y limpieza, etc..
- Áreas ubicadas en lugares estratégicos, desaprovechadas.
- Flujo cruzado de personas provocado por una distribución de los departamentos que se asume podría mejorarse.

Las fotografías presentadas en las Figuras 3, que fueron tomadas en distintos sectores de la organización, dan testimonio de la problemática mencionada.



Figura 3a: Área de recepción de repuestos



Figura 3b: Área Taller repuestos



Figura 3c: Áreas subaprovechadas

Considerando lo mencionado, se plantean los siguientes objetivos:

1. analizar la distribución actual de las instalaciones de Adasa;
2. proponer modificaciones que impliquen mejoras de forma de aumentar la eficiencia del uso de los recursos de la empresa

## 2. MARCO TEÓRICO

El diseño de las instalaciones industriales se refiere a la organización de las instalaciones físicas de la compañía con el fin de promover el uso eficiente de sus recursos, como personal, equipo, materiales y energía [1].

Cuando se refiere al diseño de las instalaciones industriales, se incluye la ubicación de la planta y el diseño del inmueble, la distribución de la planta y el manejo de materiales.

La ubicación de la planta o las decisiones de la estrategia de localización se toman en el nivel corporativo más alto, con frecuencia por razones que tienen poco que ver con la eficiencia o eficacia de la operación, pero en las que hasta cierto grado influyen factores como la proximidad a las fuentes de materia prima, mercados, sistemas de transporte y tipo de personal.

El diseño del inmueble tiene que ver con la arquitectura y técnicas de construcción del edificio.

La distribución es el arreglo físico de máquinas y equipos, estaciones de trabajo, oficinas, personal y ubicación de materiales de todo tipo.

El manejo de materiales es la función que consiste en llevar el material correcto al lugar indicado, en el momento exacto, en la cantidad y condición adecuada, para llevar adelante los procedimientos.

El procedimiento del diseño de instalaciones industriales, incluye un número importante de tareas a realizar que exigen de un análisis exhaustivo y profundo de todos los procesos involucrados en la fabricación de los productos, como así también de los recursos y puestos de trabajo incluidos en los mismos.

Existen diferentes tipos de proyectos de diseño de instalaciones teniendo en cuenta las condiciones iniciales: Instalación nueva, producto o servicio nuevo, cambios en el diseño del producto o servicio o retroajuste.

En el presente caso, se trata de un retroajuste debido a que se analizará un edificio existente. En el procedimiento para el retroajuste hay más restricciones. Entre estas se incluyen, paredes que ya existen, divisiones, techos y demás arreglos permanentes que podrían representar un obstáculo para el flujo eficiente de materiales. El retroajuste significa volver a trabajar en el plan de las instalaciones y forma parte del plan de mejoramiento continuo.

En Tabla 1 se especifican claramente los aspectos que se pueden modificar y lo que no, en el planteo de una nueva distribución de instalaciones, cuando se trata de un retroajuste.

Tabla 1: Aspectos flexibles e inflexibles en rediseño de instalaciones existentes

Rediseño de instalación existente	
Aspectos inflexibles	Qué se ofrece Cuánto ofrece Cómo se hace Cuánto se tarda
Aspectos flexibles	Recursos necesarios Dimensión de áreas Distribución interna de cada estación de trabajo Distribución general de áreas Análisis de cantidad, tipo y dimensión de servicios auxiliares para el personal.

## 2.1 Diseño de instalaciones en empresas de servicio

Los procesos de servicio predominan en el mundo empresarial. Los procesos de servicios, a diferencia de los de manufactura, tienden a producir productos intangibles y perecederos. El caso de un concesionario de vehículos, en el que su principal salida es la venta y reparación, ajusta a la definición de una empresa productora de servicios

Una de las principales diferencias con la industria manufacturera es que los resultados de los procesos de servicio no pueden mantenerse en un inventario en espera de que un cliente lo solicite. Otra diferencia fundamental es el grado de contacto con el cliente. Los procesos de servicio tienden a tener un alto grado de contacto con el cliente, pueden desempeñar una función activa en el propio proceso generando mayor incertidumbre y mayor dificultad a la hora de estandarizar los procesos para aumentar su eficiencia.

De todas formas, la separación entre empresas de servicios y de productos no es tan estricta ya que en la actualidad, en la mayoría de los rubros, las organizaciones pueden dedicarse a ambos fines ya que uno sirve de apoyatura al otro.

El procedimiento para el diseño de la distribución en planta en empresas de servicios no es muy diferente al de instalaciones de manufactura.

La manufactura esbelta es un concepto mediante el cual todos los recursos que intervienen en un proceso trabajan a fin de eliminar los desperdicios. En este marco se define desperdicio como todo gasto que no ayuda a producir valor en el producto. Los principios de la manufactura esbelta son aplicables a ambos tipos de organizaciones. La evaluación de la distribución se realiza teniendo en cuenta estos conceptos y redundante en la eliminación de operaciones, almacenamientos, y transportes y todo tipo de tarea que no conduzca a crear valor en el producto final.

No obstante, la presencia del cliente en algunos de los procesos hace que el énfasis en la distribución se ponga más en la comodidad y la satisfacción del cliente [2]. Otra de las particularidades de la distribución de servicios es que el cliente con su presencia hace que no pueda hacerse una previsión de la carga de trabajo tan exacta como puede suponerse en la manufactura.

## **2.2 La simulación en el diseño de instalaciones**

El número de factores a ser tenidos en cuenta para el diseño de una distribución hace que se suele recurrir a herramientas informáticas a fin de que contribuyan a encontrar la mejor solución.

La simulación puede usarse para predecir el comportamiento de un sistema de servicio mediante el registro de los procesos que se desarrollan y la interacción entre los componentes del sistema, ayudando en la mejora de éste.

Utilizando un software para la simulación es posible describir el comportamiento del sistema, en forma dinámica y considerando además a los procesos en forma estocástica, lo que significa que se puede estudiar la ocurrencia de los acontecimientos en forma aleatoria [3].

El software Promodel® es una herramienta que permite la simulación de los procesos productivos. Cuenta con herramientas de análisis y diseño que, unidas a la animación de los modelos bajo estudio, permiten al analista conocer mejor el problema y alcanzar resultados más confiables respecto a las decisiones a tomar.

Para construir el modelo se deben definir los siguientes componentes:

- Las entidades, que son las piezas o personas que son procesadas.
- Los arribos, que determinan la frecuencia de llegada de las entidades al sistema.
- Las localizaciones, que representan lugares físicos donde las entidades son procesadas o esperan su turno para ser procesadas.
- Los procesos, que permiten definir la lógica de simulación, es decir, las operaciones que se realizan sobre la entidad y que toman lugar en una localización.
- Los recursos, que son mecanismos que requieren las entidades para completar una operación y pueden ser estáticos o dinámicos. Los estáticos llevan a cabo una tarea dentro de una localización y no poseen ruta de movimiento. Los dinámicos permiten transportar entidades entre localizaciones y se mueven a través de una red de rutas.
- Las rutas de movimiento, que son las rutas de transporte por las que se mueven los recursos dinámicos.

## **3. METODOLOGÍA**

El reconocimiento general de la empresa se realizó a través observación directa y participativa en distintas visitas a la misma, a lo que se sumaron entrevistas con los representantes de la empresa.

La metodología utilizada para el desarrollo de la distribución en planta es la que propone Meyers[1].

En forma abreviada y considerando que se trata de un retroajuste se puede resumir como:

1. Determinación los servicios que se ofrecen;
2. Relevamiento de los procesos
3. Determinación del volumen de producción necesaria;
4. Determinación de los tiempos requeridos.
5. Análisis de los patrones de flujo a través de la simulación de los procesos, considerando las instalaciones actuales.
6. Propuesta de mejora.

El software cuenta con una interfaz gráfica que permite representar visualmente cada una de los componentes que forman parte del modelo. Esto permite que cuando la simulación está corriendo, se visualice el comportamiento del sistema en tiempo real.

Los resultados estadísticos obtenidos de la simulación se presentan mediante tablas, que el sistema denomina "fichas" que facilitan la administración, manejo y análisis de la información. Se presentan fichas para cada uno de los componentes definidos donde se indican tiempos de proceso, tiempos de espera, tiempos de transporte, cantidad de entidades procesadas, tiempo promedio de llegada de las entidades, entre otros.

## **4. DESARROLLO**

### **4.1 Descripción de los productos**

La Tabla 2 presenta una enumeración de los distintos productos que ofrece la empresa.

Tabla 2 *Servicios ofrecidos por Sar*

Departamento	Servicio
Ventas de camiones y buses	Venta y asesoramiento de camiones y buses
Venta de neumáticos	Venta y asesoramiento de neumáticos
	Mantenimiento de neumáticos
Venta de motores industriales y marinos	Venta y asesoramiento de motores industriales y marinos
Servicios	Venta de repuestos originales
	Reparación y mantenimiento camiones, buses y motores

De estos productos que brinda la organización, se seleccionan los mas importantes relativos a la frecuencia con que suceden, que son aquellos que dependen del departamento de Servicios.

#### 4.2 Relevamiento de los procesos

Para que el departamento de Servicios realice los productos mencionados es necesario considerar en el análisis integral del funcionamiento del departamento, tres procesos:

- P1: Proceso de recepción de pedidos de repuestos
- P2: Proceso de reparación y mantenimiento de cualquier unidad
- P3: Proceso de venta de repuestos por mostrador

En las figuras 4 a 6 se presentan los diagramas de flujo de los procesos mencionados.

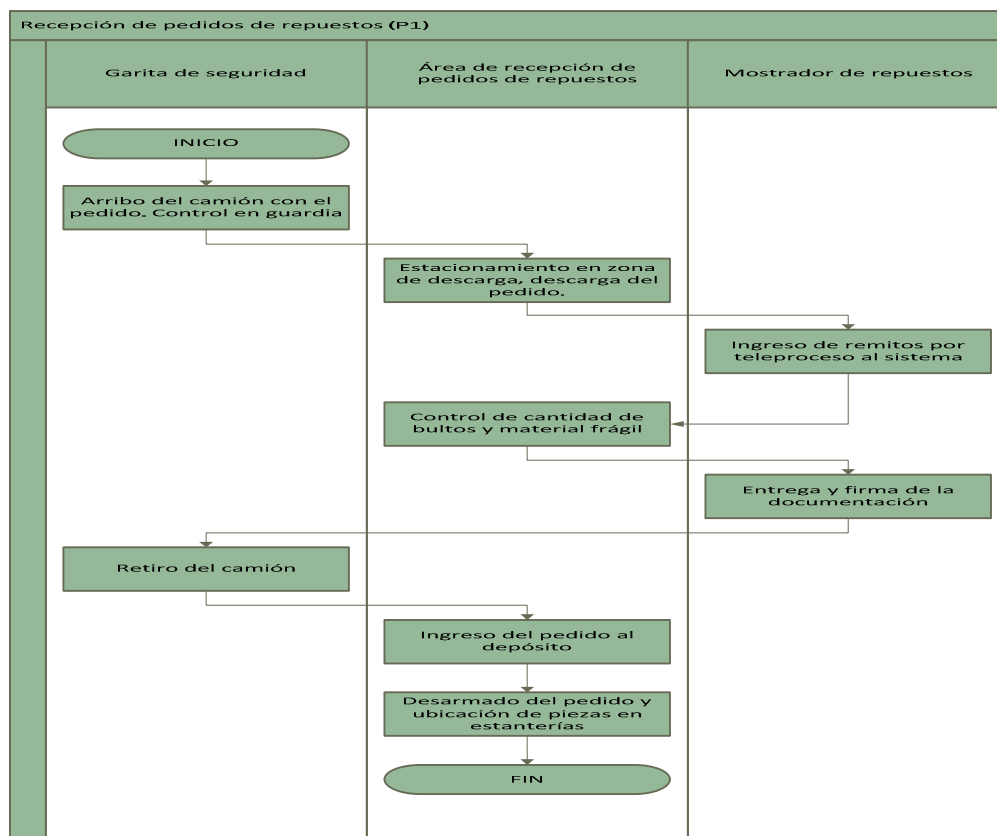


Figura 4: *Proceso de recepción de pedidos de repuestos (P1)*

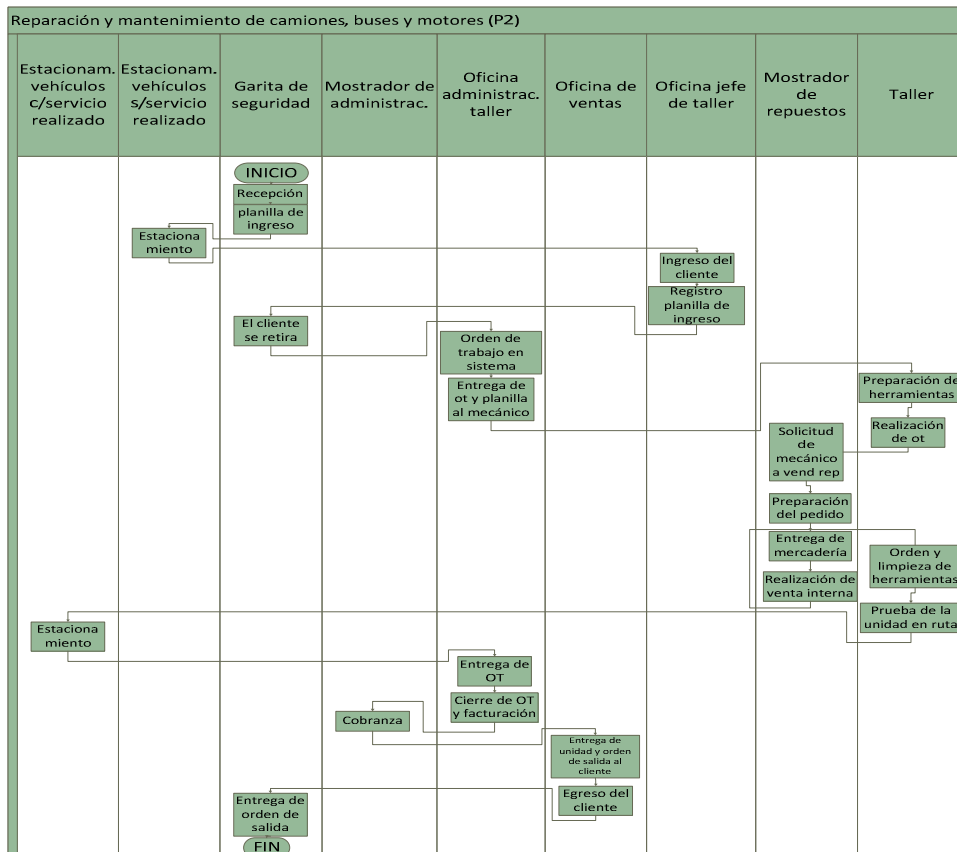


Figura 5: Proceso de reparación y mantenimiento de cualquier unidad (P2)

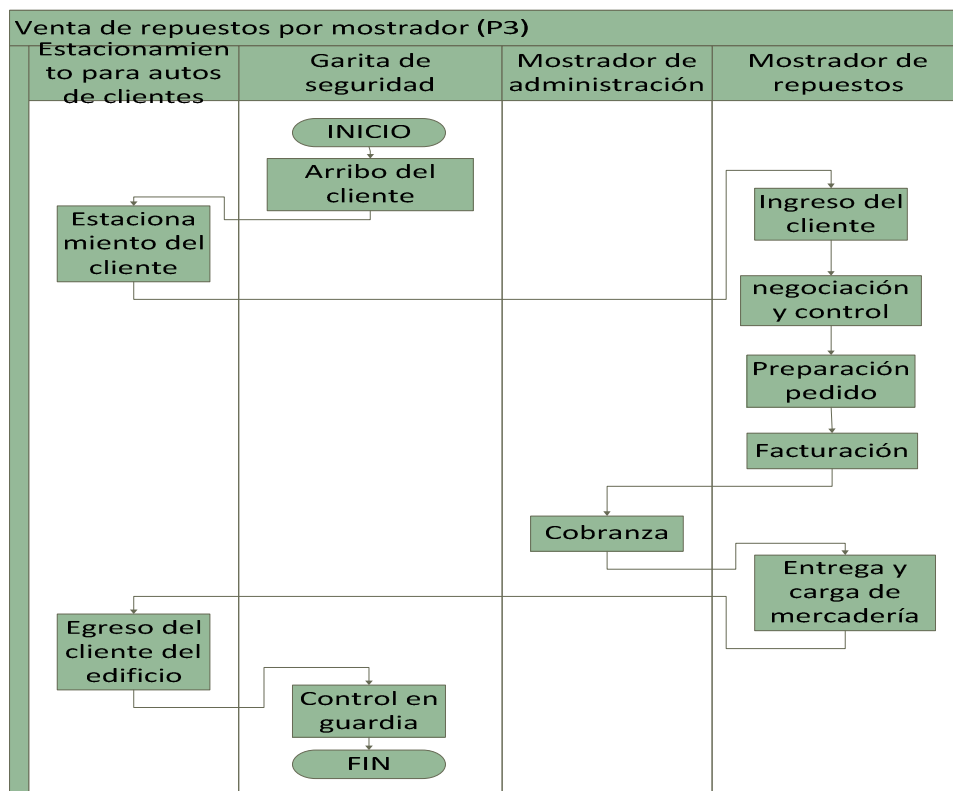


Figura 6: Proceso de venta de repuestos por mostrador (P3)

### 4.3 Determinación del volumen de producción



En la Tabla 3 se presentan los indicadores representativos del volumen de trabajo de cada proceso, necesarios en función de la previsión de la demanda de los productos, realizada por la empresa.

Tabla 3 *Volumen de trabajo en cada sector*

Proceso	Objetivo anual	Descripción
P1-Recepción de pedidos de repuestos	<b>252</b> pedidos	Proceso de recepción del pedido enviado desde el depósito central.
P2- Reparación y mantenimiento camiones, buses y motores	<b>1344</b> operaciones	Proceso de reparación o mantenimiento de cada unidad que ingresa al taller.
P3- Venta de repuestos originales	<b>3817</b> operaciones por mostrador	Proceso de venta de repuestos cuando un cliente se retira con las piezas adquiridas

#### 4.4 Determinación de los tiempos requeridos

En Anexo 1 se presentan los tiempos resultantes del estudio realizado sobre las operaciones. Cabe destacar que los valores presentados son resultado de promediar los tiempos resultantes de medir las operaciones durante una semana. Esto significa que el valor de "n", cantidad de veces que se midió la operación, no es en todos los casos la misma. Dependió de la cantidad de veces que el proceso se repitió durante la semana en que se efectuaron las mediciones.

#### 4.5 Simulación de los procesos

Para el análisis de la distribución de la instalación actual, se simulan en Promodel® los tres procesos descritos anteriormente, de manera simultánea. En Anexo 2 se detallan los componentes utilizados. En Tabla 4 se presentan los recursos que el sistema necesita para llegar a los objetivos de producción propuestos.

Tabla 4 *Recursos necesarios para los objetivos de producción*

Recurso	Cantidad
Guardia	1
Vendedor de repuestos	4
Mecánico de Taller	8
Jefe de taller	1
Administrativo de taller	1
Administrativo	1

Tablas 5 y 6 presentan el porcentaje de tiempos en que los recursos y los clientes se encuentran en actividad.

Tabla 5: *Tiempos de operación y traslado en el sistema para Recursos Distribución original*

Recurso	% de tiempo en operación y traslado
Guardia	60,62
Vendedor de repuestos	99,86
Mecánico de Taller	92,45
Jefe de taller	81,48
Administrativo de taller	53,79
Administrativo	57,63

Tabla 6: *Tiempos de operación y traslado en el sistema para Clientes Distribución original*

Entidad	% tiempo en
---------	-------------

operaciones y traslados	
Proveedor	50,88
Cliente de repuestos	47,71
Cliente reparación	48,05

Analizando la dinámica del sistema, considerando las relaciones existentes entre los distintos departamentos, los flujos existentes, entre otras variables, se presenta en Figura 7 la distribución física propuesta

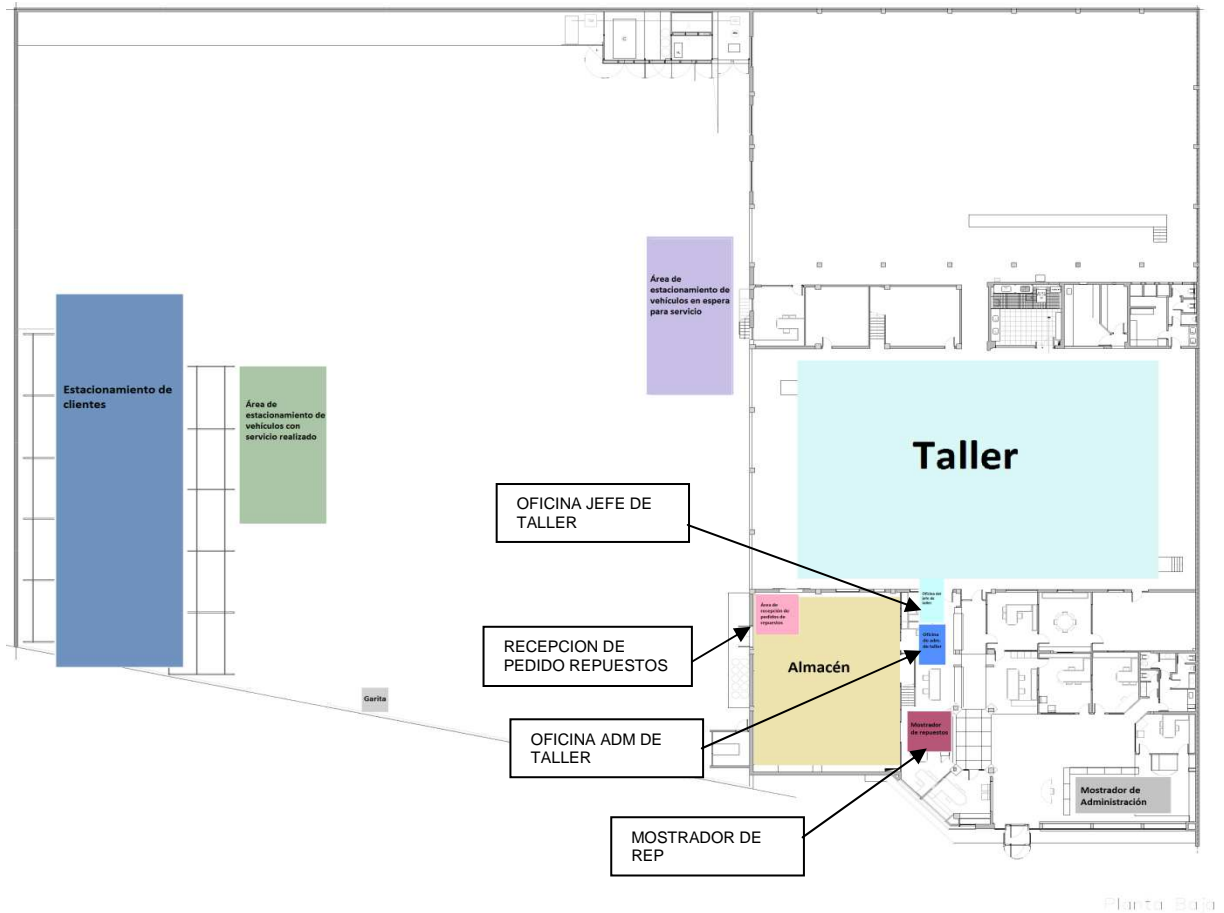


Figura 7: Distribución propuesta

A partir de las mejoras propuestas se vuelve a simular el sistema a efectos de validar la eficiencia de la nueva distribución. El sistema se simula considerando que se deben cumplir los objetivos de producción.

Como resultado, los recursos requeridos son los mismos pero variaron los tiempos de operaciones y traslados ya sea de los recursos como de los clientes. Los resultados se presentan en Tablas 7 y 8

Tabla7: Tiempos de operación y traslado en el sistema para Recursos. Distribución propuesta

Recurso	% tiempo en operación y traslado
Guardia	60,62
Vendedor de repuestos	89,96
Mecánico de Taller	90,77
Jefe de taller	79,42
Administrativo de taller	53,79
Administrativo	57,63

Tabla 8: *Tiempos de operación y traslado en el sistema para Clientes  
Distribución propuesta*

Entidad	% tiempo en operaciones y traslados
Proveedor	46,04
Cliente de repuestos	44,47
Cliente reparación	46,88

La utilización de los recursos Vendedor de repuestos, Mecánico de taller y Administrativo de taller ha disminuido, siendo los dos primeros los más relevantes en cantidad. Respecto de los recursos Guardia, Administrativo de taller y Administrativo no se ven modificados por la nueva distribución debido a que la parte del procesos en los cuales intervienen no se ha visto alterada por la variación de los traslados.

Por otro lado, la nueva distribución reduce un 9,47% del tiempo de traslados de los proveedores de repuestos, 6,79% de los de los clientes de repuestos y un 2,43% de los clientes para reparación durante el año simulado.

Los resultados presentados en Tablas 7 y 8 se consideran una mejora dado que ambos sistemas se plantearon utilizando los mismos recursos y para el mismo volumen de producción.

## 5. CONCLUSIONES

El proceso de análisis de distribución en planta, planteado para empresas de manufactura, es perfectamente aplicable a organizaciones de servicio.

La metodología aplicada implica una revisión completa de la situación que permite realizar propuestas que se consideran consistentes con la problemática planteada.

La aplicación de un software durante el estudio de la distribución en planta es viable y simplifica el tiempo de análisis.

La versión estudiantil del Software promodel, si bien limita la cantidad de procesos a simular, contribuyó en gran medida a sustentar las decisiones tomadas con respecto a los procesos de toda la organización

La redistribución de las distintas locaciones que los procesos emplean, generaron mejoras que pudieron validarse a través de la simulación. Estas mejoras fueron interpretadas como una disminución en los tiempos destinados al desarrollo de los procesos, que pueden entenderse como una mejora de la productividad y del servicio al cliente.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Meyers, Fred, Stephens, Matthew (2006) Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales, Tercera Edición, México, Pearson Educación, 2008.
- [2] Domínguez Machuca, J. A. y otros (1995) Dirección de operaciones, 1º edición, Mc. Graw Hill
- [3] García Dunna, Eduardo, García Reyes, Heriberto, Cárdenas Barrón, Leopoldo, (2006) Simulación y análisis de sistemas con Promodel®, Méjico, primera edición, Prentice Hall

ANEXO 1: Tiempos estándares de las tareas  
P1: recepción de pedido de repuestos

Nº	Tarea	Recurso	Tiempo de tarea (hs)
1	Arribo del camión con el pedido. Control en guardia	Guardia	0,1000
2	Arribo del camión con el pedido. Control en guardia	Proveedor	0,1000
3	Traslado	Proveedor	0,0032
4	Estacionamiento en zona de descarga, descarga del pedido	Proveedor	0,0014
5	Traslado	Proveedor	0,0014
6	Ingreso de remitos por teleproceso al sistema	Vendedor de repuestos	0,1986
7	Traslado	Proveedor	0,0014
8	Traslado	Vendedor de repuestos	0,0014
9	Control de cantidad de bultos y material frágil	Proveedor	0,2486
10	Control de cantidad de bultos y material frágil	Vendedor de repuestos	0,2486
11	Traslado	Proveedor	0,0014
12	Traslado	Vendedor de repuestos	0,0014
13	Entrega y firma de la documentación	Proveedor	0,1500
14	Entrega y firma de la documentación	Vendedor de repuestos	0,1500
15	Traslado	Proveedor	0,0014
16	Traslado	Proveedor	0,0032
17	Retiro del camión	Proveedor	0,0014
18	Traslado	Vendedor de repuestos	0,0014
19	Ingreso del pedido al depósito	Vendedor de repuestos	0,2986
20	Traslado	Vendedor de repuestos	0,0014
21	Desarmado del pedido y ubicación de piezas en estanterías	Vendedor de repuestos	1,2583
22	Traslado	Vendedor de repuestos	0,0012

P3: Venta de repuestos

Nº	Tarea	Recurso	Tiempo de tarea (hs)
1	Arribo del cliente, control en guardia	Cliente	0,1000
2	Arribo del cliente, control en guardia	Guardia	0,1000
3	Traslado	Cliente	0,0011
4	Estacionamiento del cliente	Cliente	0,0028
5	Traslado	Cliente	0,0069
6	Ingreso del cliente al edificio	Cliente	0,0011
7	Entrevista con el cliente: negociación y control de stock	Cliente	0,4000
8	Entrevista con el cliente: negociación y control de stock	Vendedor de repuestos	0,4000
9	Preparación del pedido	Vendedor de repuestos	0,2976
10	Traslado	Vendedor de repuestos	0,0012
11	Traslado	Vendedor de repuestos	0,0012
12	Facturación	Vendedor de repuestos	0,2500
13	Traslado	Cliente	0,0030
14	Cobranza	Administrativo	0,2000
15	Cobranza	Cliente	0,2000
16	Traslado	Cliente	0,0030
17	Entrega y carga de mercadería	Cliente	0,1500
18	Entrega y carga de mercadería	Vendedor de repuestos	0,1500
19	Traslado	Cliente	0,0069
20	Egreso del cliente del edificio	Cliente	0,0011
21	Traslado	Cliente	0,0011
22	Control en guardia	Cliente	0,1000
23	Control en guardia	Guardia	0,1000

## P2- Reparación y mantenimiento camiones, buses y motores

Nº	Tarea	Recurso	Tiempo de tarea (hs)
1	Recepción de unidad en la guardia	Cliente	0,0800
2	Recepción de unidad en la guardia	Guardia	0,0800
3	Realización de planilla de ingreso	Cliente	0,0986
4	Realización de planilla de ingreso	Guardia	0,0986
5	Traslado	Cliente	0,0014
6	Estacionamiento en área "espera para servicio"	Cliente	0,0014
7	Traslado	Cliente	0,0040
8	Ingreso del cliente	Cliente	0,0007
9	Entrevista con jefe de taller.	Cliente	0,3980
10	Jefe de taller : completa planilla de ingreso	Jefe de taller	0,3980
11	Traslado	Jefe de taller	0,0010
12	Traslado	Jefe de taller	0,0010
13	Traslado	Cliente	0,0060
14	El cliente se retira	Cliente	0,0007
15	Apertura de Orden de trabajo	Adm. de taller	0,2000
16	Demora		1,5000
17	Traslado	Mecánico de taller	0,0024
18	Entrega de ot y planilla al mecánico	Adm. de taller	0,0100
19	Traslado	Mecánico de taller	0,0024
20	Preparación de herramientas	Mecánico de taller	0,2952
21	Tareas de reparación	Mecánico de taller	2,9184
22	Traslado	Mecánico de taller	0,0016
23	Arribo del mecánico a despacho	Mecánico de taller	0,0100
24	Entrevista entre vendedor rep. y mecánico	Mecánico de taller	0,5497
25	Entrevista entre vendedor rep. y mecánico	Vendedor de rep	0,5497
26	Preparación del pedido	Mecánico de taller	0,9162
27	Preparación del pedido	Vendedor de rep	0,9138
28	Traslado	Vendedor de rep	0,0012
29	Traslado	Vendedor de rep	0,0012
30	Entrega de mercadería	Mecánico de taller	0,3665
31	Entrega de mercadería	Vendedor de rep	0,3665
32	Realización de venta interna	Mecánico de taller	0,5497
33	Realización de venta interna	Vendedor de rep	0,5497
34	Traslado	Mecánico de taller	0,0016
35	Orden y limpieza de herramientas	Mecánico de taller	3,4984
36	Traslado	Jefe de taller	0,0020
37	Traslado	Jefe de taller	0,0033
38	Traslado	Mecánico de taller	0,0033
39	Prueba de la unidad en ruta	Jefe de taller	0,4967
40	Prueba de la unidad en ruta	Mecánico de taller	0,4967
41	Traslado	Jefe de taller	0,0014
42	Traslado	Mecánico de taller	0,0014
43	Estacionamiento en área "servicio realizado"	Mecánico de taller	0,0986
44	Estacionamiento en área "servicio realizado"	Jefe de taller	0,0986
45	Traslado	Mecánico de taller	0,0016
47	Traslado	Jefe de taller	0,0010
48	Entrega de OT en admistración de taller	Mecánico de taller	0,0984
49	Traslado	Jefe de taller	0,0010
50	Cierre de OT y facturación	Adm. de taller	0,6000
51	Entrega de factura al cliente	Cliente	0,2000
52	Traslado	Cliente	0,0069
53	Traslado	Cliente	0,0020
54	Entrega de factura al cliente	Adm. de taller	0,2000
55	Cobranza	Cliente	0,3500
56	Cobranza	Administrativo	0,3500
57	Traslado	Cliente	0,0030
58	Entrega de unidad y orden de salida al cliente	Jefe de taller	0,2923
59	Entrega de unidad y orden de salida al cliente	Cliente	0,2923
60	Traslado	Cliente	0,0040
61	Traslado	Cliente	0,0014
62	Egreso del cliente	Cliente	0,1000
63	Entrega de orden de salida al guardia	Guardia	0,2000
64	Entrega de orden de salida al guardia	Cliente	0,2000

## ANEXO 2: Uso de Promodel en la simulación de procesos para evaluar la distribución en planta.

Para el análisis de la distribución de la instalación actual, se simulan en Promodel® los tres procesos descritos anteriormente de manera simultánea, definiendo los siguientes componentes:

- Las entidades definidas son los repuestos, los clientes que compran repuestos por mostrador, el proveedor de repuestos, los clientes para reparación, los vehículos a reparar, los vehículos reparados y los pedidos de repuestos por taller.
- Los arribos se definen solamente para las entidades que llegan al sistema que son los vehículos a reparar, el proveedor de repuestos y los clientes que compran repuestos por mostrador. La frecuencia de arribos es determinada en base a datos históricos.
- Las localizaciones que se representan son la garita de seguridad, el estacionamiento de vehículos a reparar y reparados, el estacionamiento de proveedores, el área de recepción de pedidos de repuestos, el almacén de repuestos, el taller, la oficina del jefe de taller, la oficina de administración del taller, la oficina de venta de repuestos, el mostrador de repuestos, el mostrador de administración y el área de espera de clientes con vehículos a reparar.
- Los procesos se programan en función de los diagramas de flujo y los tiempos estándar de cada operación y transporte presentados anteriormente.
- Los recursos que se necesitan para realizar las operaciones y transportes son el guardia, el vendedor de repuestos, el mecánico de taller, el jefe de taller, el administrativo de taller y otro administrativo.
- Se establecen rutas de movimiento para los recursos mecánico de taller, jefe de taller y vendedor de repuestos ya que son dinámicos.

Se simula el sistema para un período de un año que equivale a 2142 horas de trabajo y se establece un tiempo de preparación equivalente a una jornada de trabajo de 8,5 horas para obtener resultados estadísticos estables.

Cabe destacar que la cantidad de recursos que se establecieron en el modelo son los necesarios para cumplir con los objetivos de producción y se obtiene como resultado de distintas corridas de simulación del sistema.