



Victor Zambrano  
[vizambra@espol.edu.ec](mailto:vizambra@espol.edu.ec)



Ángel Gamboa  
[anragam@espol.edu.ec](mailto:anragam@espol.edu.ec)

# Rediseño de la distribución del almacén de una empresa suministros industriales

## PROBLEMA

Los niveles de inventario de la bodega de la empresa superan la capacidad de almacenamiento actual, provocando que, los pallets sobrantes sean colocados en el suelo, y, el almacenamiento en rack sea de forma aleatoria no planificada. Esto provocó una desorganización en la bodega, causó retrasos en el proceso de despacho, y, estrés a los operadores al no poder encontrar rápidamente los productos.

## OBJETIVO GENERAL

Rediseñar la distribución del almacén de partes y piezas, de tal forma que, se logre incrementar la capacidad de almacenamiento, reubicar adecuadamente los productos en base a su rotación y optimizar los procesos internos de las bodegas.

## PROPUESTA

Se realizó una distribución de productos en base a un modelo matemático de asignación, tomando en cuenta todas las ubicaciones posibles de almacenamiento y una priorización de los artículos por medio de una doble categorización ABC considerando criterios de: venta histórica y frecuencia de salida de los ítems en el año 2021. Se evaluó dichos resultados en 2 propuestas de layout diferentes con la finalidad de encontrar la mejor distribución posible de los 262 productos en 9 grupos.

### Modelo matemático de asignación

#### Conjuntos

$i$ : Familia  $i = 1,2,3,4,5,6,7,8,9$   
 $j$ : Ubicación  $j = 1 \dots 390$   
 $d$ : Distancia  $d = 1 \dots 390$

#### Variables

$x_{i,j}$ :  $\begin{cases} 1, & \text{los artículos de la familia } i \text{ son asignados al espacio } j \\ 0, & \text{caso contrario} \end{cases}$

#### Función Objetivo

$$\min Z = \sum_{i=1}^n Pr_i \sum_{j=1}^m \sum_{d=1}^q d_{j,d} * x_{i,j} * P_d$$

#### Parámetros

$P_d$  = Heurística de ubicación de artículos por familia.  
 $Pr_i$  = Factor de priorización por familia  $i$   
 $I_i$  = Inventario de productos de familia  $i$   
 $d_{(j,d)}$  = Distancia entre ubicación  $j$  y zona de picking

#### Restricciones

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} = 1 \quad k = 1,2 \dots 390$$
$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} = I_i \quad i = 1,2 \dots m$$
$$x_{i,j} = 0 \text{ o } 1$$

### Consideraciones del diseño

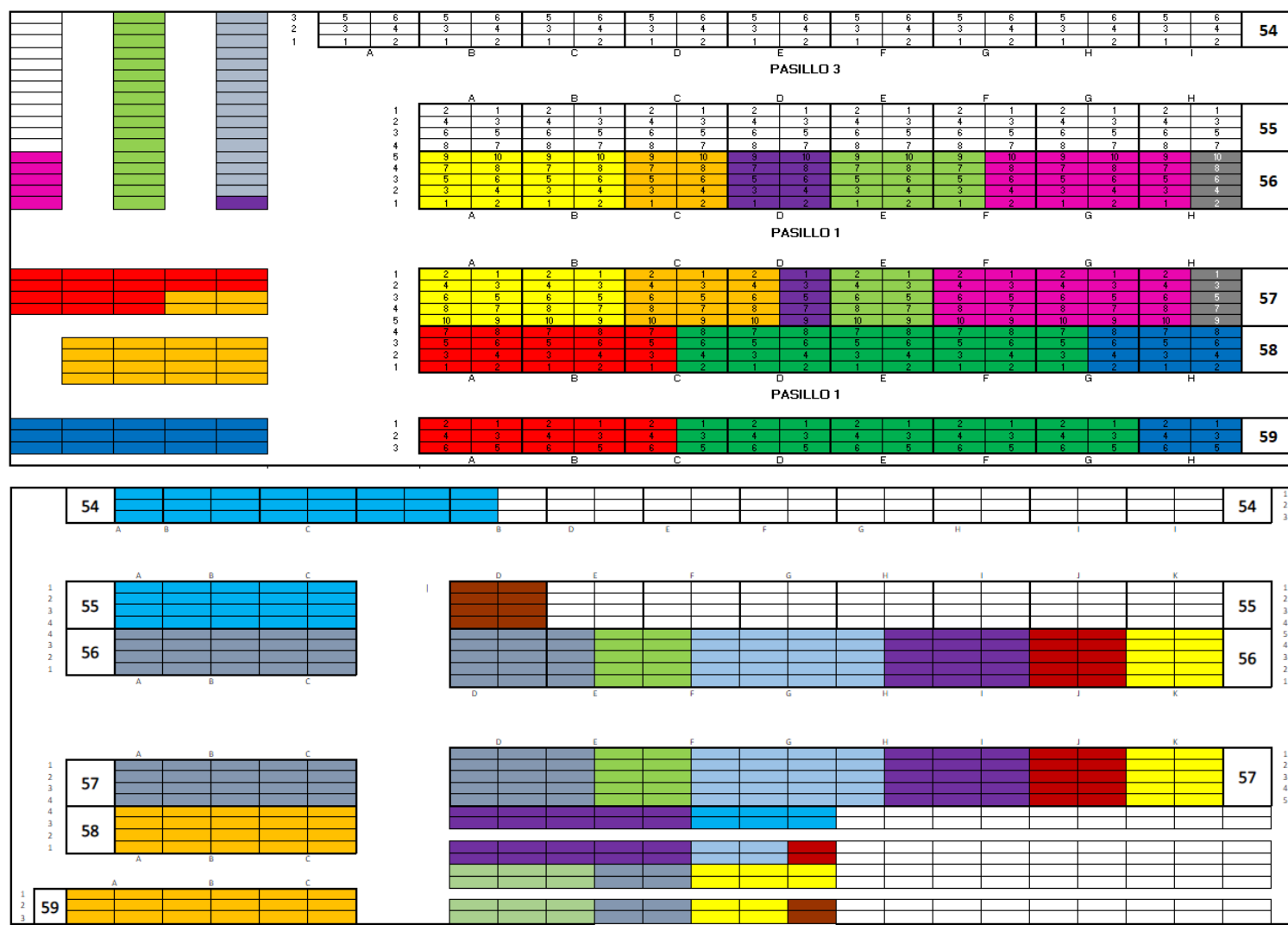
Mapa de calor de la situación actual.  
Modelado en:  
**WH HEAT MAP**

Doble categorización "ABC" de los productos.

Modelo matemático de Asignación.  
Programación en:  
**GAMS**

Representación 3D de escenarios  
Modelado en:  
**FLEXSIM**

### Diseños propuestos



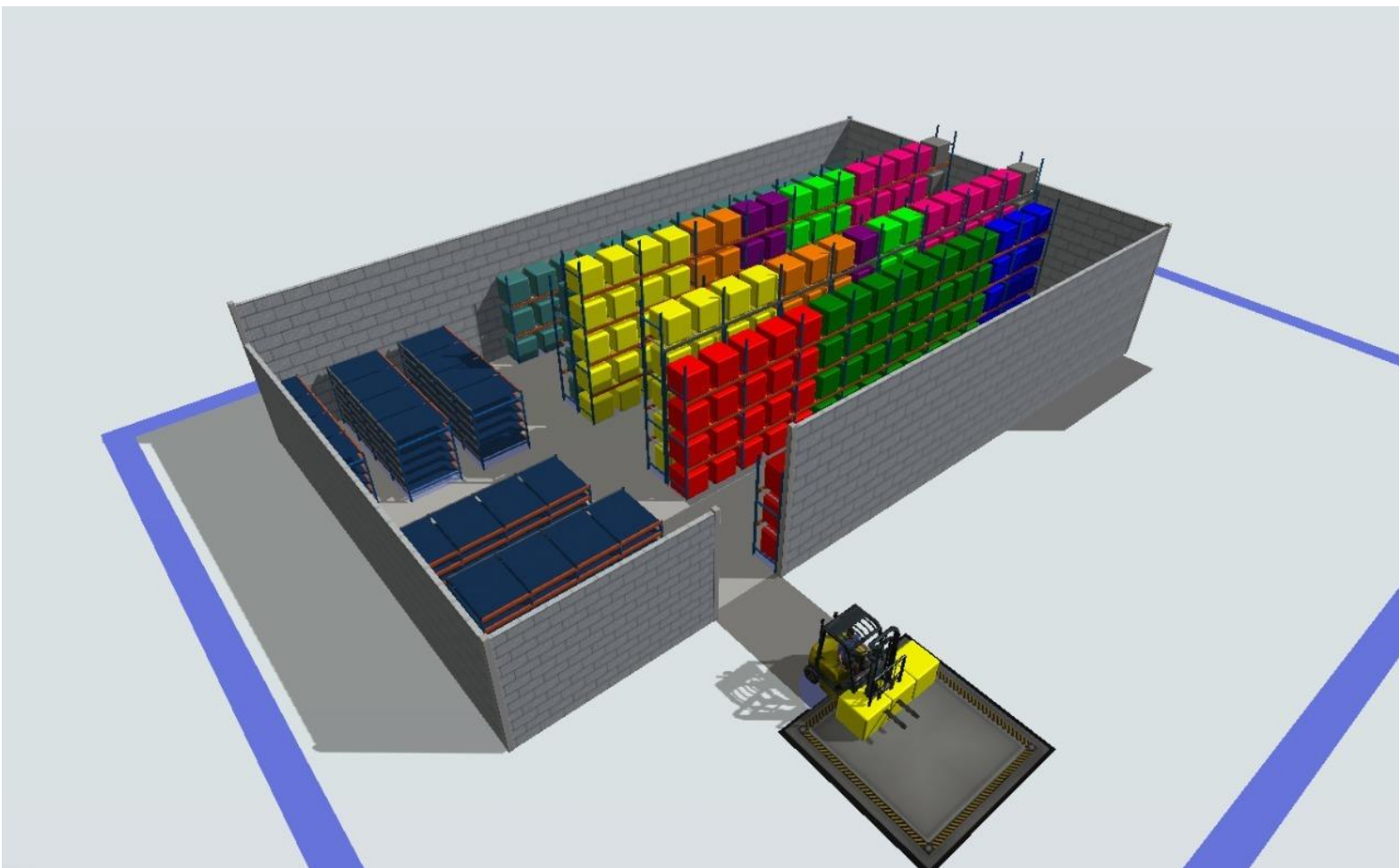
Opción A ✓

Opción B

## RESULTADOS

ABC	GRUPO	AA	AB	AC	BA	BB	BC	CA	CB	CC	SUMA
AA	GENERACION DE VAPOR	11	3	0	0	6	8	0	0	6	34
BA	GENERACION DE AIRE	8	18	0	0	3	17	0	0	15	61
BB	ESTACIONES SERVICIO	2	2	0	1	0	3	0	2	7	17
BC	CONTROL DE FLUIDOS	7	2	0	4	6	2	2	4	10	37
CB	MANEJO DE MATERIALES	1	1	1	2	2	3	2	5	7	24
CC	LUBRICANTES	2	2	0	4	0	0	0	1	5	14
CC	AUTOMATIZACION & CONTROL	5	4	0	1	0	6	2	2	4	24
CC	MOVIMIENTO FLUIDOS	10	5	4	5	4	3	0	5	8	44
CC	G&T POTENCIA	2	4	0	0	0	0	0	0	1	7
	TOTAL	48	41	5	17	21	42	6	19	63	262

Doble categorización ABC de los productos



Simulación de diseño seleccionado (Flexsim).

## CONCLUSIONES

- El diseño propuesto aumentó la capacidad de almacenamiento para pallets de 376 a 390 posiciones disponibles, logrando mitigar el almacenamiento en suelo no planificado en un 100%.
- Se logró evidenciar la reducción significativa de las distancias totales recorridas en un 24.24% tras la aplicación del modelo propuesto, generando rutas de despacho más cortas para el personal.

- Se aplicó con éxito la asignación del 100% de los productos a los espacios disponibles por medio del modelo matemático, tomando en cuenta la priorización de grupos obtenidas del ABC de doble categorización, brindando ayuda al establecer posiciones fijas de fácil localización para que el personal encuentre en producto de manera más ágil.
- Se logró reducir el tiempo de despacho promedio de 10.65 minutos a 8.14 minutos, es decir, una reducción de más del 23%, beneficiando el desempeño del proceso de despacho en el almacén.

