

# Caso Funnys Company

Grupo Butify

22-03-2025

Nicolas Horta  
Nicolas Olivos  
Benjamin Pavez  
Ariel Pulgar  
Gabriel Saez

# 1. Introducción

El presente trabajo expone un modelo matemático desarrollado con el objetivo de optimizar la localización estratégica de plantas de producción y la distribución eficiente de productos en diversas regiones geográficas. Esta problemática surge de la necesidad de las empresas modernas por minimizar costos operativos, atender de manera efectiva la demanda del mercado y garantizar una operación sostenible en el tiempo.

El modelo integra múltiples variables clave, entre ellas los costos de apertura de nuevas plantas, las capacidades de producción de estas instalaciones, los costos de transporte asociados al envío de productos y la demanda proyectada para las distintas regiones a lo largo del tiempo. Al considerar estas variables, se busca encontrar una configuración que no solo responda a las necesidades actuales del mercado, sino que también anticipe cambios y crecimiento en la demanda futura, maximizando el beneficio económico y la eficiencia operacional.

Además, el enfoque matemático incorpora restricciones y parámetros específicos que permiten reflejar las particularidades de la red de distribución y los recursos disponibles, haciendo que las soluciones obtenidas sean prácticas y aplicables en escenarios reales. Este análisis es esencial para brindar una propuesta robusta que no solo reduzca costos, sino que también optimice el uso de recursos y mejore la competitividad de la empresa.

En resumen, este modelo constituye una herramienta valiosa para la toma de decisiones estratégicas en empresas que buscan expandir su infraestructura, aumentar su alcance y mantenerse competitivas en un entorno económico dinámico y exigente.

## 2. Enunciado

Funnys Company, empresa orientada a la producción de productos para la entretención en el hogar, observó fuertes cambios en el mercado experimentando un aumento explosivo de la demanda. La compañía comercializa sus productos en varias ciudades de Chile, los cuales transporta directamente desde su planta de producción ubicada en la ciudad de Rancagua hacia los puntos de venta a lo largo de todo Chile.

Los ejecutivos de la empresa establecieron que su actual capacidad de producción y la red de distribución implementada no les permitirían abordar este auspicioso aumento de la demanda, por lo cual el rediseño de su capacidad de producción y red de distribución era inminente. Dentro de las alternativas a evaluar se considera la apertura de nuevas plantas de producción y la selección de medios de transporte adecuados para su distribución.

La administración dividió al país en 6 grandes regiones para efectos de planificación. La demanda actual de cada región se muestra en la Tabla 1 junto con la tasa de crecimiento estimada para los siguientes 3 años.

Se identificaron cinco posibles ciudades para las localizaciones de nuevas plantas de producción: Antofagasta, Valparaíso, Santiago, Concepción y Puerto Montt. En cada ciudad se debe evaluar si localizar o no una (sólo una) planta de producción. Existen dos alternativas de plantas de producción las cuales varían en su capacidad productiva (pequeña o grande) y costos (ver Tabla 2). Actualmente, la planta ubicada en Rancagua es pequeña. En la Tabla 3 se exponen los costos de apertura de una nueva planta, junto con los costos fijos y variables de producción según la capacidad de la planta en cada ciudad.

Funnys Company utiliza actualmente un servicio de transporte AT1 para realizar todos sus envíos y debe evaluar qué servicio de transporte utilizar para enviar los productos a las zonas de demanda. Existen tres alternativas de transporte disponibles cuyos costos se muestran en la Tabla 4, 5 y 6.

Dados todos estos antecedentes, los ejecutivos de la compañía le han solicitado confeccionar un informe técnico para la toma de decisiones en donde exponga los siguientes ítems:

### **Requerimientos de la presentación: Diseño de la Red de Distribución**

1. Introducción contextualizando la empresa bajo análisis, el problema a resolver, alternativas de solución y cómo propone resolverlo.
2. Metodología de resolución, exponiendo y explicando modelo matemático utilizado (variables, parámetros, restricciones y función objetivo).
3. Supuestos realizados al momento de realizar el modelamiento.

### **Preguntas sobre la optimización de plantas de producción**

4. ¿Cuál es la configuración óptima que le recomendaría a Funnys Company si se considera la posibilidad de implementar plantas de producción en las ciudades seleccionadas? Es decir, ¿Dónde implementaría las nuevas plantas de producción, de qué capacidad deben ser y qué servicios de transporte debe utilizar para atender la demanda anual pronosticada para los próximos tres años?
5. ¿Cómo cambiaría su respuesta si se relaja la restricción de número de instalaciones por habilitar en cada ciudad? Es decir, si ahora se permite instalar más de una planta de producción en cada ciudad.
6. Exponga al menos 5 conclusiones de su trabajo indicando como mínimo: la importancia de la localización óptima de las instalaciones en los costos totales de la red de distribución, impacto de los costos de apertura de plantas de producción, los costos de transporte y costos de producción.

**Tabla 1: Demanda regional actual que enfrenta Funnys Company**

Región	Demanda Actual (unidades)	Tasa de Crecimiento
Región 01	951.776	0,16
Región 02	967.364	0,22
Región 03	512.051	0,26
Región 04	386.248	0,15
Región 05	946.174	0,39
Región 06	303.445	0,30

**Tabla 2: Capacidad de planta de producción (unidades/año)**

Tipo	Capacidad
Pequeña	4.636.446
Grande	14.966.773

**Tabla 3: Costos de apertura y costos fijos y variables de producción, por tipo de planta y ciudad**

Tipo	Ciudad	Costo Fijo (\$/año)	Costo Variable (\$/unidad)	Costo Apertura (\$)
Planta Pequeña	Antofagasta	18.236.639	28,20	86.626.147
Planta Pequeña	Valparaíso	8.838.286	41,68	115.721.215
Planta Pequeña	Santiago	6.840.758	38,17	172.235.977
Planta Pequeña	Rancagua	13.378.246	17,63	57.494.934
Planta Pequeña	Concepción	26.394.217	50,11	51.494.934
Planta Pequeña	Puerto Montt	3.678.737	43,55	175.561.471
Almacén Grande	Antofagasta	30.788.796	28,20	201.456.157
Almacén Grande	Valparaíso	32.734.393	41,68	231.793.913
Almacén Grande	Santiago	35.932.948	38,17	344.903.247
Almacén Grande	Rancagua	29.585.543	17,63	103.923.903
Almacén Grande	Concepción	35.985.543	50,11	103.923.903
Almacén Grande	Puerto Montt	27.619.543	43,55	175.561.471

**Tabla 4: Costo de transporte por unidad de producto (\$/unidad), alternativa de transporte 01 (AT1)**

Región	01	02	03	04	05	06
Antofagasta	1.06	2.80	10.29	4.87	6.41	10.35
Valparaíso	3.49	6.19	3.39	6.77	3.07	6.61
Santiago	6.38	5.88	5.36	9.23	5.67	5.57
Rancagua	3.44	4.78	2.79	2.90	1.50	1.29
Concepción	5.94	7.33	8.13	2.86	2.84	3.25
Puerto Montt	2.57	9.63	4.84	6.64	4.48	8.54

**Tabla 5: Costo de transporte por unidad de producto (\$/unidad), alternativa de transporte 02 (AT2)**

Región	01	02	03	04	05	06
Antofagasta	10.03	4.09	4.55	7.84	5.33	10.63
Valparaíso	10.52	1.82	3.91	5.10	5.88	2.33
Santiago	1.90	8.89	6.55	9.71	7.03	10.23
Rancagua	2.06	10.17	2.12	6.91	4.79	6.19
Concepción	2.54	6.95	5.10	4.85	4.51	3.78
Puerto Montt	7.92	10.32	1.41	4.94	2.74	8.08

**Tabla 6: Costo de transporte por unidad de producto (\$/unidad), alternativa de transporte 03 (AT3)**

Región	01	02	03	04	05	06
Antofagasta	9.86	4.30	8.10	9.63	7.40	6.47
Valparaíso	1.58	2.71	3.08	5.91	7.99	5.11
Santiago	9.63	8.38	5.55	7.13	7.45	4.58
Rancagua	2.06	10.17	2.12	6.91	4.79	6.19
Concepción	9.62	7.88	5.19	2.61	3.78	1.34
Puerto Montt	10.32	8.88	10.87	8.53	4.51	1.54

### 3. Formulación del Modelo Matemático

#### 1. Conjuntos:

- $I$ : Conjunto de ciudades  $\{Antofagasta, Valparaíso, Santiago, Concepción, PuertoMontt, Rancagua\}$ .
- $J$ : Conjunto de tipos de plantas  $\{pequeña, grande\}$ .
- $K$ : Conjunto de regiones  $\{R1, R2, R3, R4, R5, R6\}$ .
- $T$ : Conjunto de transportes  $\{AT1, AT2, AT3\}$ .
- $Y$ : Conjunto de años  $\{1, 2, 3\}$ .

#### 2. Parámetros:

- $C_{ij}$ : Costo de apertura en ciudad  $i$  con tipo de planta  $j$ .
- $Ct_{ikt}$ : Costo de transporte por unidad de ciudad  $i$  a región  $k$  en transporte  $t$ .
- $D_k$ : Demanda actual de la región  $k$ .
- $D_{ky}$ : Demanda de la región  $k$  en el año  $y$ .  $(D_k * (1 + Y_i)^y)$
- $Cpp_j$ : Capacidad de producción de planta tipo  $j$ .
- $Cv_{ij}$ : Costo variable por unidad de la planta  $j$  en la ciudad  $i$ .
- $Cf_{ij}$ : Costo fijo de planta  $j$  en la ciudad  $i$ .
- $T_i$ : Tasa de crecimiento de la región  $k$ .

#### 3. Variables:

▪

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si abrir planta de producción } j \text{ en la ciudad } i \\ 0, & \text{en otro caso (e.o.c.)} \end{cases} \quad (1)$$

- $Y_{ikty}$ : Cantidad de unidades transportadas de la ciudad  $i$  a región  $k$  en transporte  $t$  en el año  $y$ .

#### 4. Restricciones:

- A lo más una planta de cada tipo por ciudad:  
 $\sum_i X_{ij} \leq 1, \quad \forall j \in J$
- A lo más una planta por ciudad:  
 $\sum_j X_{ij} \leq 1, \quad \forall i \in I$
- Capacidad de producción máxima:  
 $\sum_k \sum_t Y_{ikty} \leq X_{ij} \cdot Cpp_j, \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall y \in Y$
- Satisfacción de la demanda:  
 $\sum_i \sum_t Y_{ikty} \geq D_{ky}, \quad \forall k, y$
- Solo transporte entre ciudades con planta:  
 $\sum_i \sum_t Y_{ikty} \leq \sum_j X_{ij} \cdot Cpp_j, \quad \forall i, y$
- Definición de la variable binaria:  
 $X_{ij} \in \{0, 1\}, \quad \forall i, j$

#### 5. Función Objetivo:

$$\text{mín } z = \sum_i \sum_j (C_{ij} + Cf_{ij}) \cdot X_{ij} + \sum_i \sum_j \sum_k \sum_t \sum_y Cv_{ij} \cdot Y_{ikty} + \sum_i \sum_k \sum_t \sum_y Ct_{ikt} \cdot Y_{ikty}$$

#### 6. Supuestos:

- Cada ciudad puede tener a lo más una planta, ya sea pequeña o grande.
- Se asume que el año 0 corresponde al momento actual. Las decisiones del modelo se aplican desde el año 1, considerando la tasa de crecimiento en la demanda.