

# **Modelo de simulación de Dinámica de Sistemas en el área comercial y operacional en una empresa de transporte mediante camiones.**

Autor: Francisco Uribe Ortega / e-mail: [fco\\_uribe\\_ortega@hotmail.com](mailto:fco_uribe_ortega@hotmail.com)

Universidad Técnica Federico Santa María – Chile

---

## **Resumen**

**Las empresas de transporte tienen un rol fundamental en la cadena de suministros de todo producto, y en consecuencia, en la producción de un país. El servicio prestado es el de transportar desde un punto a otro una determinada carga, considerando un tiempo y lugar determinados con el cliente. El área comercial y operacional involucra variables tales como: el nivel de flota de camiones –lo que corresponde a la oferta-, cantidad de kilómetros demandada, control de las operaciones, ventas, presupuesto disponible, inversiones, entre otras. Mediante la Dinámica de Sistemas, se realiza un modelo propuesto para una empresa de transporte mediante camiones genérica.**

---

## 1. Introducción

En las empresas de transporte, y en general en todo tipo de organizaciones, contar con información de calidad es de gran importancia para tomar decisiones estratégicas acertadas. En cada momento surgen problemáticas de mayor o menor relevancia las cuales requieren que se tome una decisión sobre aplicar una u otra política. En un mundo donde las empresas están caracterizadas por el dinamismo y la complejidad, se necesitan instrumentos que estén a la altura y ofrezcan información confiable.

Las ciencias han jugado un importante rol en esto, donde producto del nacimiento de la Teoría General de Sistemas y de los avances tecnológicos, nace en la década de los 60 la Dinámica de Sistemas. Corresponde a una metodología que permite crear modelos de simulación a partir de una percepción de la realidad basada en el enfoque sistémico, para así obtener información para la toma de decisiones. El enfoque sistémico se basa en la existencia de los llamados **bucles de retroalimentación o feedback**, es decir, la consecuencia de una determinada acción emitida por un elemento puede repercutir en el mismo elemento, o sea, circularidad en las relaciones causa-consecuencia.

Los modelos de simulación de Dinámica de Sistemas relacionan de forma sencilla, la percepción de la realidad bajo una mirada sistémica, con el comportamiento asociado.

### 1.1 Objeto de aplicación

Se aplica la Dinámica de Sistemas en una **empresa de transporte de camiones en Chile**, realizando un **modelo del subsistema comercial y operacional** de ésta. El servicio que cumplen estas empresas es fundamental dentro de la cadena de suministros de todo

bien producido, por lo que es importante dotar a dichas empresas, de herramientas que otorguen información confiable para tomar decisiones acertadas.

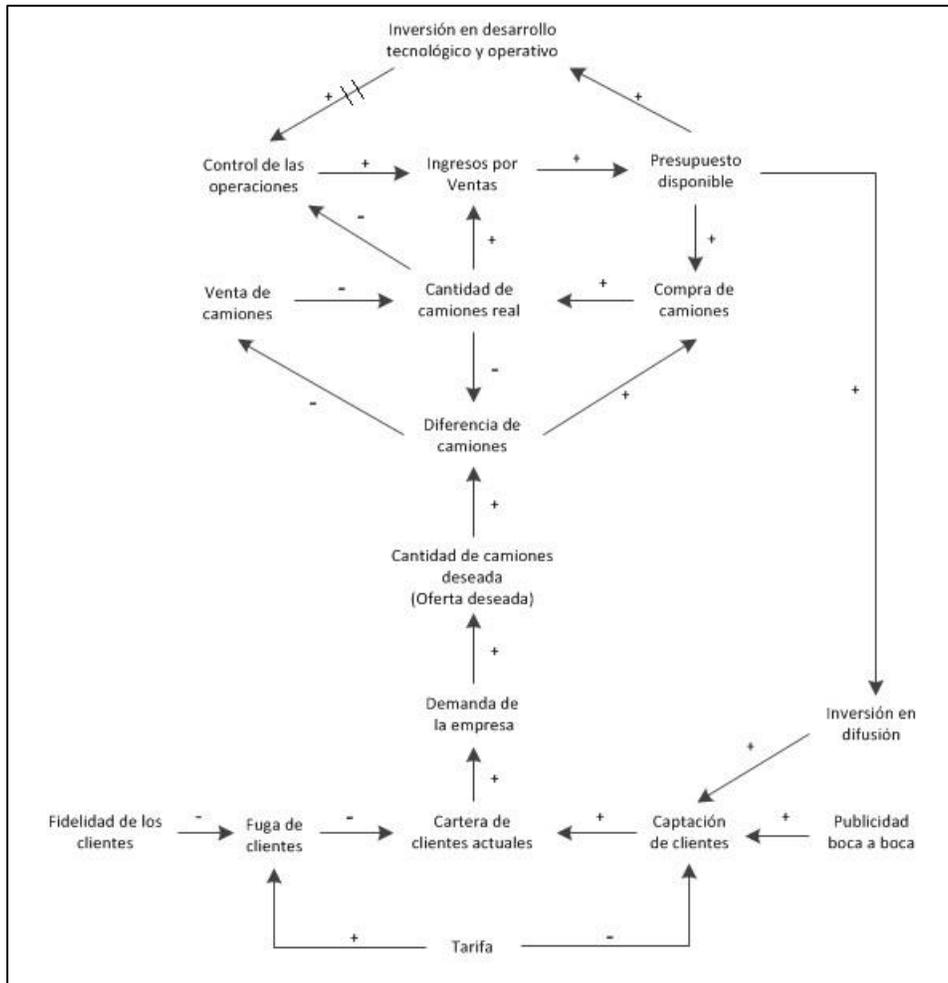
El subsistema comercial y operacional es clave para realizar un buen servicio, y al mismo tiempo, para que la empresa tenga finanzas estables. Dicho subsistema abarca entre sus principales variables: demanda, oferta, ingresos por ventas, presupuesto disponible, entre otras.

Tener un modelo del subsistema comercial y operacional le significa a la empresa poder simular estrategias o políticas para enfrentar problemáticas tales como: el descontrol de la compra-venta de camiones, el manejo del presupuesto entre las diferentes opciones de inversión dentro de la empresa (flota, tecnología y marketing), amenazas externas que afectan a factores críticos, entre otras situaciones. En síntesis, información sobre el comportamiento de las variables del sistema en el tiempo.

## 2. Desarrollo del modelo

- **Diagrama Causal:** Se realiza el Diagrama Causal, mostrando los elementos y relaciones fundamentales del subsistema. Muestra como la relación **Demanda-Oferta** gobierna el resto de las variables, además de como la cantidad de camiones y el control de las operaciones determinan el nivel de ventas, y a su vez éste último, define el presupuesto disponible para inversiones. El Diagrama Causal se muestra a continuación:

Figura 1: Diagrama Causal



- **Diagrama de Forrester o Diagrama de flujo-niveles:** Considerando como base el Diagrama Causal, se realiza el Diagrama de Forrester identificando las variables de nivel, flujo y auxiliares. Para lograr definir las ecuaciones, se agregan otras variables auxiliares, las cuales son en su mayoría del tipo parámetro. El Diagrama de Forrester cuenta con 40 variables en total, siendo 4 de nivel, 6 de flujo y 30 auxiliares. En consecuencia, el modelo propuesto cuenta con 40 ecuaciones.



simulación arroja gráficas y datos de las 40 variables, a continuación se muestran algunas relevantes, como el presupuesto disponible, inversiones, y cantidad total de camiones:

Figura 3: Grafica de presupuesto total disponible e inversiones

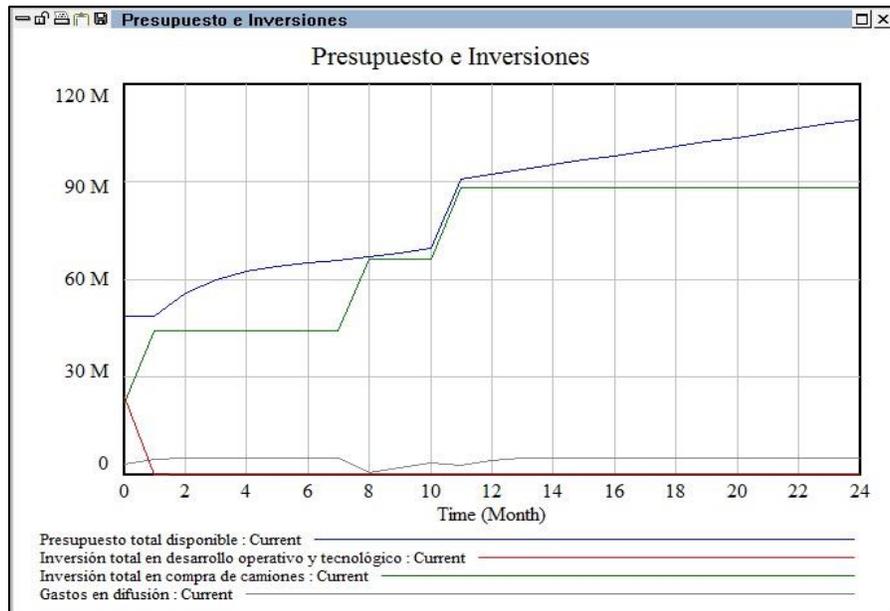
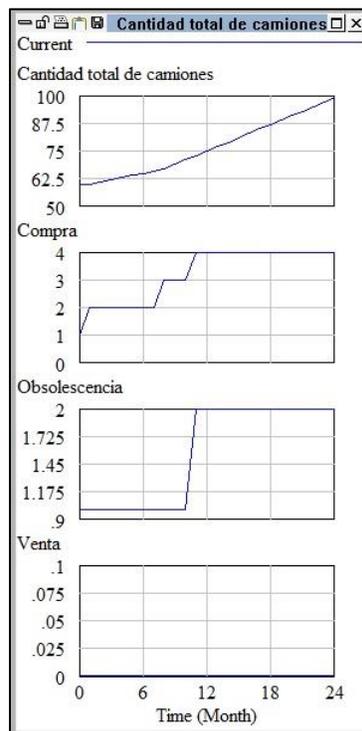


Figura 4: Gráficas de cantidad total de camiones y sus causas

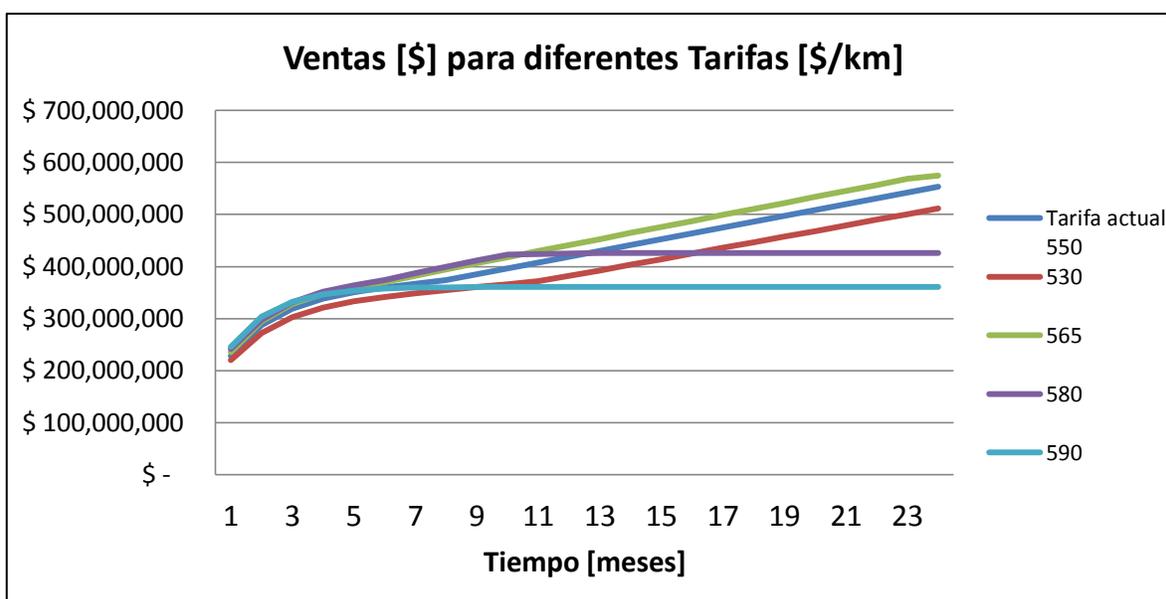


El modelo puede simular el impacto que tienen diferentes sucesos, mediante la sensibilización de los parámetros afectados, para de esta forma planear estrategias o políticas adecuadas. Se muestran 3 ejemplos:

- Ejemplo 1: Cambio en la tarifa de la empresa

Se estudia un cambio en la tarifa a cobrar. Mediante la sensibilización de este parámetro se observa su **impacto en las ventas**, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 5: Ventas para diferentes Tarifas [\$/km]



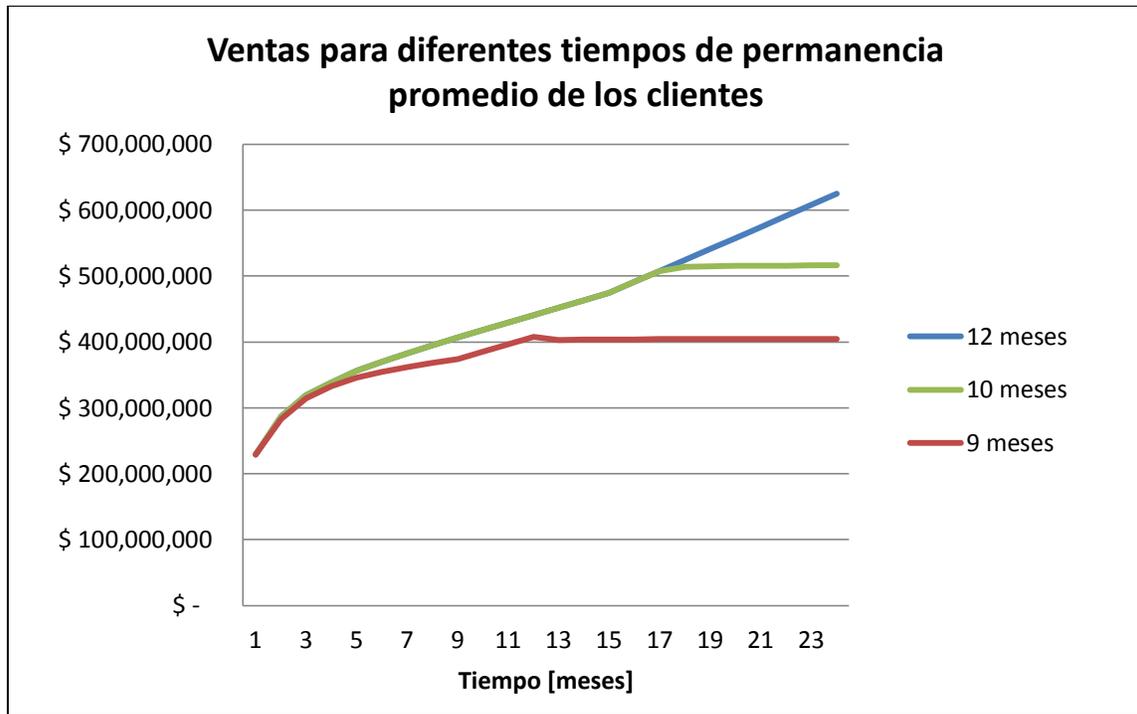
Según el modelo, si la empresa cambia su tarifa a 565[\$/km], obtendría un mayor nivel de ventas a lo largo del horizonte de simulación.

- Ejemplo 2: Impacto de un cambio en la fidelidad de los clientes

Se simula la situación en que cae la fidelidad de los clientes, traducida al tiempo de permanencia promedio que están con la empresa, es decir, que se cambien más rápido de empresa transportista. Mediante la sensibilización del parámetro “tiempo de permanencia

promedio” se simula para tiempos de 9, 10 y 12 meses, obteniendo los siguientes resultados en el nivel de ventas:

Figura 6: Ventas para diferentes tiempos de permanencia promedio de los clientes



En el gráfico mostrado se muestra el impacto en las ventas de diferentes tiempos de permanencia promedio de los clientes. Por ejemplo, subir de 9 a 10 meses muestra una considerable diferencia en las ventas desde el mes 12 en adelante. La diferencia entre los tiempos de 10 y 12 meses ocurriría principalmente desde el mes 18.

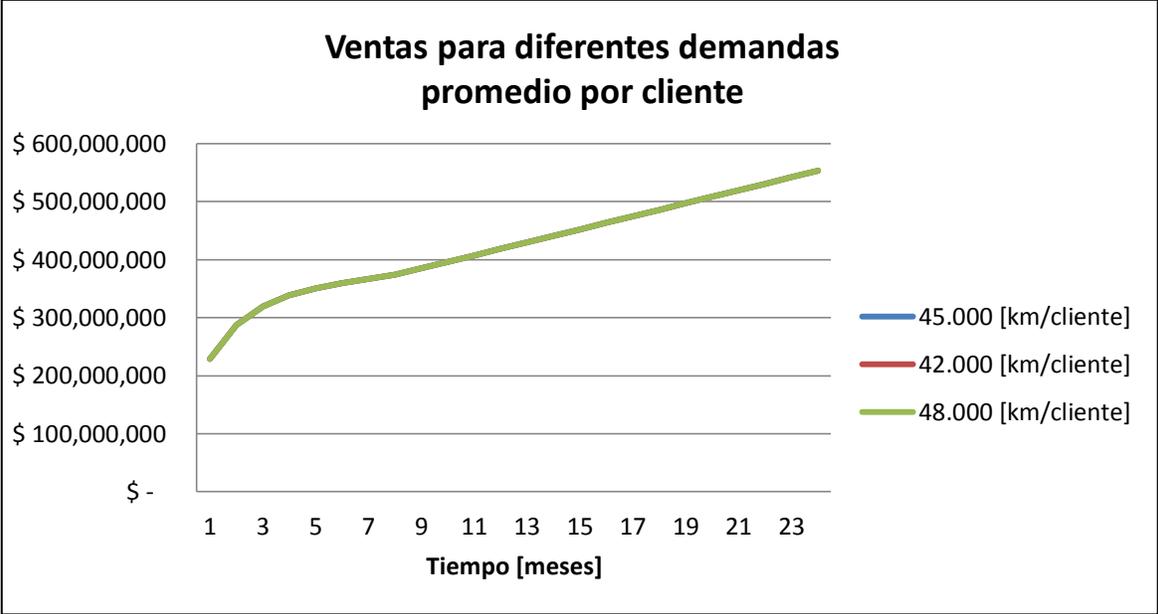
El modelo de simulación entrega información para estrategias de fidelización de clientes, arrojando la magnitud del impacto de aplicarlas.

- Ejemplo 3: Estudio de una política de búsqueda de grandes clientes

Se busca valorizar el impacto en las ventas de una política de captación de grandes clientes, de forma tal de aumentar la demanda promedio por cada uno. Según el modelo, un

aumento de 3000[km] y 6000[km] promedio por cliente significaría para las ventas lo siguiente:

Figura 7: Ventas para diferentes demanda promedio por cliente

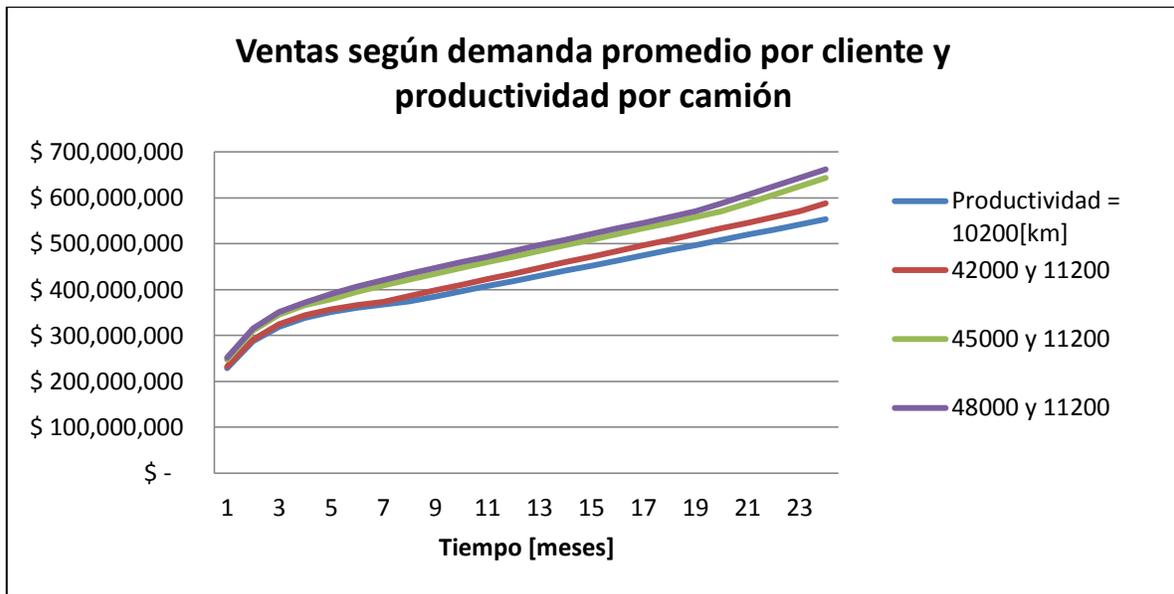


La simulación del modelo indica que no aumentaría en nada los ingresos por ventas si se incrementa la demanda promedio por cliente, ya sea para el caso de un aumento de 3000[km] o como para 6000[km]. Esto debido a que en las condiciones actuales, no es posible hacer frente a este incremento de demanda por cliente.

Sin embargo, con una estrategia complementaria se podría enfrentar dicho aumento de demanda, de forma tal que se vea efectivamente reflejado en mayores ingresos por ventas.

Se simula ahora una estrategia de “Aumento de la productividad por camión”, incrementando esta de 10.200[km/camión] a 11.200[km/camión] al mes. La simulación arroja los siguientes resultados:

Figura 8: Ventas según demanda promedio por cliente y productividad por camión



Como se observa en la gráfica, un aumento en la productividad por camión haría que un incremento en la demanda por cliente se viera reflejado en las ventas de la empresa. Cabe decir que la línea de color azul muestra las ventas para una productividad de 10.200[km/camión] y las 3 demandas (42.000[km/cliente], 45.000[km/cliente] y 48.000[km/cliente]), ya que estas últimas no provocan variación en las ventas dada esa productividad.

Según el modelo, las dos estrategias se complementarían, obteniendo un aumento en las ventas en el horizonte de simulación considerado. Es importante destacar que la simulación mostró que un incremento en la demanda no necesariamente va a repercutir en los ingresos de la empresa.

#### 4. Conclusiones

Se tiene un modelo propuesto para una empresa de transporte mediante camiones genérica, el cual da respuestas sobre el impacto que se tendría al aplicar varios tipos de estrategias, apuntadas a resolver problemáticas.

Según el modelo, y observando el comportamiento del sistema para los 3 ejemplos mostrados, se podrían obtener mayores ventas si se realizan las estrategias adecuadas. Como se ve con estos ejemplos, los modelos de Dinámica de Sistemas, simulan el impacto de posibles políticas potenciales, brindando información para la toma de decisiones.

El modelo en general es para una empresa de transporte de camiones genérica, sin embargo, cada empresa de ésta industria puede tener aspectos particulares que la diferencian de la competencia, lo que cambiaría algunas partes del modelo, pero siempre considerando que la estructura general del modelo es lo importante.

## Libros

## Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



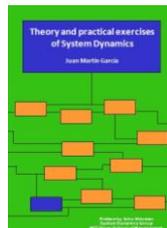
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)