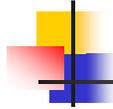


# Logística y Producción

## Capítulo 6: Valor de la Información



## Antecedentes

- Efectos de la información sobre las ventas en la Cadena de Suministro:
  - Reducción de la variabilidad en la Cadena de Suministro, al mejorar los pronósticos de los proveedores incluyendo información de promociones y cambios en el mercado.
  - Ayuda a coordinar los sistemas y estrategias de manufactura y distribución.
  - Ayuda a los negocios a reaccionar y adaptarse más rápido a problemas en el suministro.

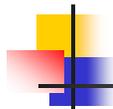
Capítulo 6: Valor de la Información # 2



## Antecedentes

- Ayuda a reducir los tiempos de reposición.
- Ayuda a los negocios a ubicar productos difíciles.
- Relevancia:
  - En muchos casos la información es vital en la Cadena de Suministro (ejemplo, Amazon).
  - Es necesario que el productor conozca las ventas diarias de las bodegas (distribuidores) y negocios (minoristas).

Capítulo 6: Valor de la Información # 3

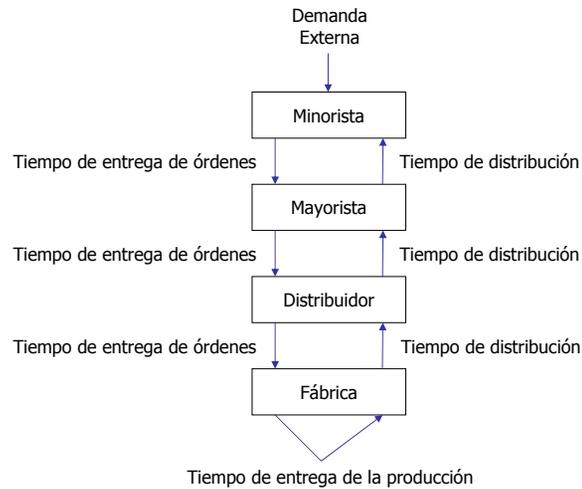


## Efecto Látigo

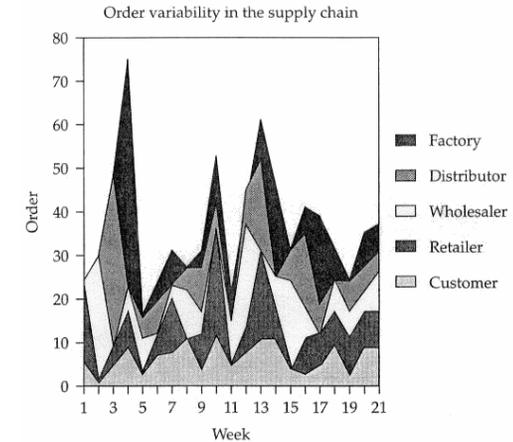
- Problema:
  - La variación de la demanda en los negocios se amplifica significativamente hacia atrás en la cadena.
  - Consideremos cuatro niveles: fábrica (productor), distribuidor, mayorista y minorista (negocio).
    - El mayorista debe pronosticar órdenes de los minoristas, por lo tanto su variabilidad va a ser mayor.

Capítulo 6: Valor de la Información # 4

# Efecto Látigo



# Efecto Látigo



Variabilidad en la Cadena

# Efecto Látigo

## ■ Dentro de los factores que inciden en la variabilidad de la cadena se tienen:

- 1.- Pronósticos de demanda:
  - Al tener varios niveles (actores) con políticas (s, S) se debe considerar más información, con lo cual se ven modificadas la media y desviación estándar de la demanda, afectando las órdenes.
- 2.- Tiempo de orden:
  - En la cadena un tiempo de orden más largo genera mayor variabilidad.

# Efecto Látigo

- 3.- Volúmenes de las órdenes (batch orders):
  - Hay semanas con órdenes relativamente grandes (al tener inventario menor a s) y semanas sin órdenes.
- 4.- Variaciones de precio:
  - Los negocios tienden a pedir más cuando los precios son más bajos.
  - Las promociones también crean variabilidad.
  - Ejemplo: venta de combustibles antes de subidas de precios.
- 5.- Escasez:
  - Las órdenes suben cuando se espera un período de escasez, después bajan.

## Efecto Látigo

- Cuantificación del Efecto Látigo:
  - Consideremos dos actores: un minorista y un mayorista.
  - El minorista opera con un sistema de inventario (s,S):
 
$$s = L \times AVG + z \times STD \times \sqrt{L}$$
  - Si la demanda varía diariamente, y el minorista hace sus estimaciones de demanda media y desviación estándar utilizando promedios móviles, se tiene:

## Efecto Látigo

$$s = y_t = \hat{u}_t \times L + z \times \sqrt{L} \times s_t;$$

$$\hat{u}_t = \frac{\sum_{i=t-p}^{t-1} D_i}{P}$$

$$s_t^2 = \frac{\left[ \sum_{i=t-p}^{t-1} (D_i - \hat{u}_t)^2 \right]}{(P-1)}$$

- Y se puede demostrar que:

## Efecto Látigo

$$\frac{Var(Q)}{Var(D)} \geq 1 + \frac{2L}{P} + \frac{2L^2}{P^2}$$

donde

$Q$ : demanda del minorista.

$D$ : demanda de los clientes.

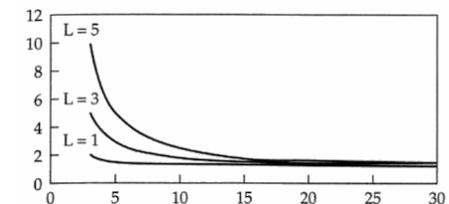
$P$ : períodos considerados en el cálculo del promedio.

$L$ : tiempo de reposición.

## Efecto Látigo

- Ejemplo:
  - Si  $P = 5$  y  $L = 1$ , entonces:

$$\frac{Var(Q)}{Var(D)} \geq 1.4$$



Límite inferior del incremento en la variabilidad como función de P.

## Efecto Látigo

- Para reducir el efecto látigo conviene centralizar la información hacia atrás en la cadena.
- Caso centralizado:
  - En el caso de información centralizada, el minorista ve la demanda y con un promedio móvil determina la media y desviación estándar. Con esta información hace el pedido al distribuidor.
  - Se puede probar que:

$$\frac{Var(Q^k)}{Var(D)} \geq 1 + \frac{2 \sum_{i=1}^{k-1} L_i}{P} + \frac{2 \left( \sum_{i=1}^{k-1} L_i \right)^2}{P^2}$$

## Efecto Látigo

donde

$Q^k$  : demanda del elemento k (hacia atrás) de la cadena.

$L_i$  : tiempo de reposición etapa i a i+1.

- La varianza de las órdenes crece a medida que se retrocede en la Cadena de Suministro.

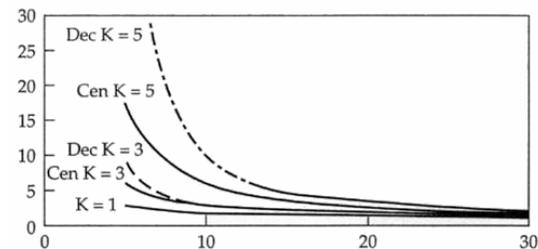
## Efecto Látigo

- Caso descentralizado:
  - Todo lo que ven los actores de la cadena son órdenes.
  - Se puede demostrar que:

$$\frac{Var(Q^k)}{Var(D)} \geq \prod_{i=1}^{k-1} \left[ 1 + \frac{2L_i}{P} + \frac{2L_i^2}{P^2} \right]$$

- Centralizar la información disminuye el efecto látigo, pero no lo elimina.

## Efecto Látigo



Incremento en la variabilidad para sistemas centralizados y descentralizados.



## Efecto Látigo

- Elementos para reducir el efecto látigo:
  - 1.- Reducir incertidumbre compartiendo información de demanda, técnicas de pronóstico y decisiones de inventario.
  - 2.- Reducir variabilidad suavizando la demanda de los clientes, por ejemplo, evitando promociones.
  - 3.- Reducir tiempos de reposición:
    - Tiempo de orden: tiempo que demora la producción y el envío, se puede reducir mediante cross-docking y/o con un mejor sistema productivo.
    - Tiempo de información: tiempo que demora procesar la orden, se puede reducir utilizando EDI.



## Efecto Látigo

- 4.- Alianzas estratégicas:
  - Consiste en el manejo por parte del mayorista o productor de los productos del negocio, se evita efecto látigo.



## Pronósticos Efectivos

- Negocios y productores en principio tienen distinta información:
  - El negocio ve sus ventas diarias y sabe si tendrá o no promociones.
  - El productor ve órdenes demandando sus productos y la publicidad de los negocios.
- Tendencia:
  - Compartir información para llegar a pronósticos semejantes.



## Pronósticos Efectivos

- Coordinar la cadena en vez de buscar óptimos locales:
  - El productor optimiza entre costos fijos de producción y costos de inventario.
  - El negocio optimiza entre el nivel de inventario y la calidad del servicio.



## Tiempo de Reposición

- La importancia de reducir el tiempo de reposición:
  - 1.- Mayor rapidez de las órdenes al agotarse inesperadamente algún stock.
  - 2.- Reducción del efecto látigo.
  - 3.- Mejores pronósticos de demanda.
  - 4.- Menores inventarios de productos terminados y en proceso.

Ha experimentado un avance significativo en los últimos 20 años con la utilización de tecnologías de información y comunicación.



## Necesidades de los Actores

- Productores:
  - Demanda constante y conocida en el tiempo.
  - Poca variabilidad de el product mix (pocos productos).
  - Flexibilidad en el tiempo de entrega.
  - Pedidos grandes para aprovechar economías de escala.
- Distribuidores:
  - Minimizar los costos de transporte.
  - Minimizar los costos de inventario.
  - Que las órdenes solicitadas se cumplan rápido.



## Necesidades de los Actores

- Negocios detallistas:
  - Entregas confiables y eficientes.
  - Tiempo de orden corto y exacto.
  - Variedad de productos flexible.
- Clientes:
  - Productos en stock.
  - Mucha variedad.
  - Precio bajo.



## Necesidades de los Actores

- Consideraciones:
  - La Cadena de Suministro debe diseñarse para los objetivos conflictivos mencionados anteriormente.
  - Lo que se busca es una alta gama de productos con bajos costos de inventario y transporte.



## Trade-offs

- Principales trade-offs de la Cadena, y tecnología que permite abordarlos:
  - 1.- Tamaño del Lote vs Inventario:
    - Tradicionalmente se requieren lotes grandes de producción debido a la existencia de costos fijos  $\Rightarrow$  inventarios altos.
    - FMS permite la producción de lotes pequeños.
    - Tecnologías de información permiten transmitir hacia atrás en la cadena otras ventas, para anticipar la producción.
    - La flexibilidad y confianza que se genera permite tener menores inventarios en los negocios.



## Trade-offs

- 2.- Inventario vs Costo de Transporte:
  - Convienen camiones llenos  $\Rightarrow$  menor costo de transporte, mayores inventarios.
  - FMS permite producir lo más tarde posible.
  - Las tecnologías de información permiten combinar de mejor manera los items para llenar camiones.
  - Se debe aprovechar el conocimiento que se tenga de las órdenes y pronósticos .
  - Está bajando el costo de transporte.



## Trade-offs

- 3.- Tiempo de Aprovisionamiento vs Costo de Transporte:
  - El tiempo de aprovisionamiento crece si se esperan lotes más grandes para llenar camiones.
- 4.- Variedad de Productos vs Inventario:
  - Mayor variedad de productos  $\Rightarrow$  menores lotes de producción, mayores costos.
  - Suben los costos de transporte (LTL) e inventario.
  - Peor calidad de servicio.
  - Pronósticos se complican al considerar múltiples productos.



## Trade-offs

- Una posibilidad de mejora es atrasar la diferenciación de los productos finales, es decir, seguir con el producto genérico lo más tarde posible en la cadena.  
Ejemplo: chalecos Benetton.
- Al incorporar esta agregación de productos hasta el diseño final se pueden tener menores stocks de seguridad en toda la cadena.
- 5.- Costo vs Calidad de Servicio:
  - Tradicionalmente mejor servicio  $\Rightarrow$  mayores costos de inventario.
  - Buen servicio se entiende como el cumplimiento de ventas y pedidos.



# Trade-offs

---

- ¿Cómo dar un buen servicio a menores costos de producción, inventario y transporte?
  - Envíos directos de planta a clientes: requiere buen manejo de la información de las existencias en bodegas y negocios, y procesos rápidos (y bien organizados) de órdenes y transporte.
  - Mass Customization: producción masiva pero flexible.