aas8481

Proyecto VEN-PROBE 2002 – 2013

El Efecto Latigazo en las Cadenas de Suministro Venezolanas

(Tomo 2)

Henry Gasparin Ph.D.

TRAB
IID2014
G3
V.2

la tabla obtenida tras validar el modelo que se realizó en la etapa anterior, comparando los valores reales del proceso con los valores promedios obtenidos.

IV.4 DISEÑO DE EXPERIMENTO

Se escogieron cuatro posibles variables que podrían afectar el proceso de producción de huevos de gallina, capacidad instalada, mortalidad, salmonela y curva de aprendizaje en el empaquetado. Se efectuó un estudio a dos niveles que contemplo la experimentación con cada una de las variables por separado. Se definió un nivel mayor y uno menor con cada variable. Con cada uno de los niveles se estudio el comportamiento del proceso.

A continuación se presenta el siguiente cuadro explicativo:

Escenarios/Variables	+	-
Capacidad Instalada	11	12
Mortalidad	21	22
Salmonela	31	32
Curva de Aprendizaje	41	42

Tabla # 2. Elaboración del Diseño de Experimento

Por lo tanto el experimento contó con ocho casos de estudio. Cada caso definió una grafica de tiempo de respuesta vs. tiempo de la simulación la cual fue analizada y considerada para el estudio, dependiendo de su variación con respecto a la grafica generada por el simulador antes del descalabre.

Una vez realizadas las graficas se procedió al análisis individual de cada una para así determinar el nivel de desequilibrio que cada una de ellas representa para el sistema. Luego se procedió al análisis de sensibilidad para así poder comparar las consecuencias en cada caso y así definir cuales son las variables de la matriz que mas influyen al sistema.

IV.5 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Una vez que se decidió cuales eran las variables que se iban a estudiar en el análisis de sensibilidad, se procedió a comprobar cuales de esas variables amortiguan el proceso de producción de huevos de gallina.

Este estudio proporcionó información sobre la manera como el sistema respondió a varias alternativas y condiciones. Las respuestas obedecen enteramente a los factores considerados en la construcción del modelo. Los efectos de los múltiples factores se analizaron para establecer cuales son los que ejercen una mayor influencia en el proceso en estudio. .

Lo importante fue examinar como el cambio en una variable afecta el tiempo de respuesta de un producto. Esto es de gran utilidad ya que permite identificar cuales son las variables mas criticas o construir una serie de posibles escenarios que permitan analizar el comportamiento de un resultado bajo diferentes supuestos. Por lo tanto, el análisis de sensibilidad básicamente permitió medir el cambio de de los tiempos de respuesta, dado el cambio en cada una de las variables.

Al hacer el análisis de sensibilidad se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- El cambio en el resultado depende de cómo se construyo el modelo y de los valores iniciales de las variables que fueron analizadas.
- Los cambios en las variables se realizaron según lo planteado en el diseño de experimentos, tomando en cuenta dos niveles.
- Al analizar la sensibilidad de las variables hubo que hacerlo de una en una para poder determinar cuales de las variables eran las más críticas.

Capítulo V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

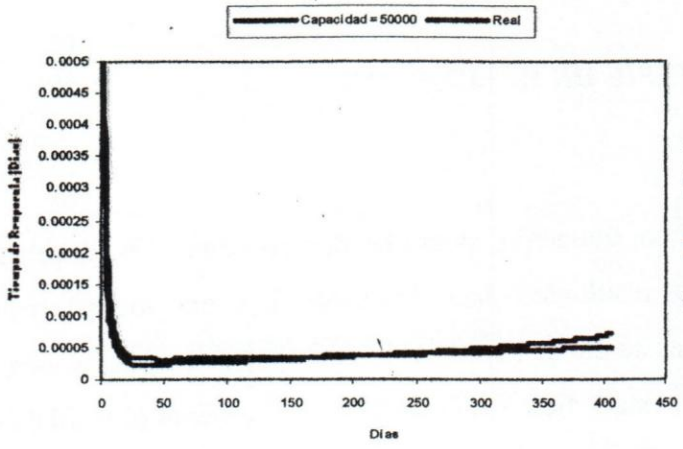
El capítulo que se presenta a continuación consta de dos secciones. En la primera se muestran, mediante graficas, todos los resultados obtenidos luego de alterar los valores de las variables seleccionadas. En las gráficas se pueden apreciar los tiempos de respuesta, una breve descripción de las curvas y el análisis estadístico. En la segunda, se presenta el análisis de las variables que fueron estudiadas.

V.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS

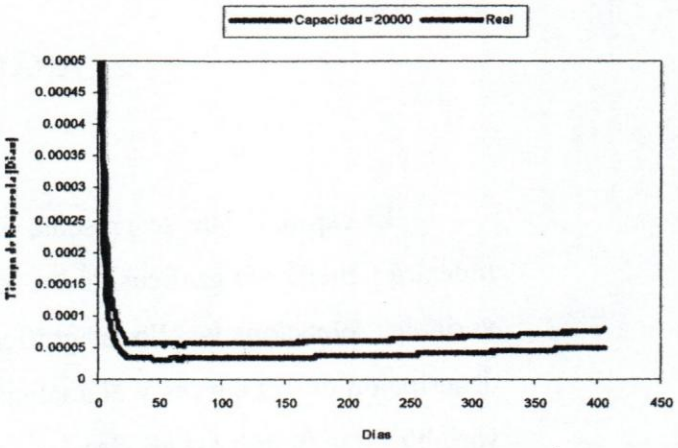
En las siguientes páginas se muestran las gráficas # 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 y 8 con los resultados obtenidos.

CAPACIDAD INSTALADADA

Grafico#1. **Capacidad Instalada Nivel Alto**



Grafico#2. **Capacidad Instalada Nivel Bajo**



Comportamiento estable de la curva durante todo el tiempo de simulación.

El tiempo de respuesta disminuye al inicio y luego comienza a aumentar levemente hasta que logra sobrepasar los tiempos de respuesta real.

Desplazamiento de la curva hacia arriba demuestra aumento en los tiempos de respuesta

Comportamiento estable de la curva a lo largo de todo periodo de simulación

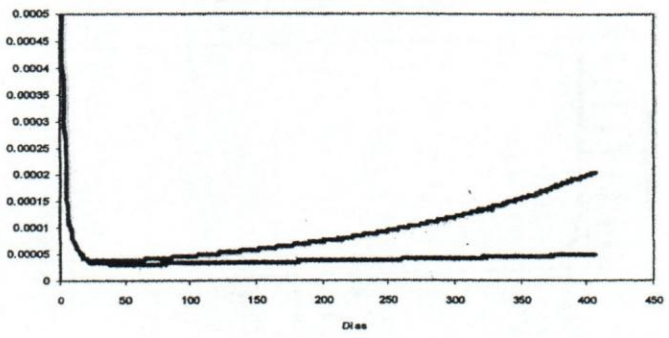
Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debido al factor	1.95059E-08	1	1.95059E-08	20216.24	2.82E-116
Residual	9.55215E-11	99	9.64864E-13		
Total	1.96014E-08	100			

Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
1.6234E-08	1.23366E-07
1.63298E-08	1.00229E-07
1.42534E-08	8.29318E-08
1.48013E-08	8.98736E-08
1.54046E-08	9.91002E-08

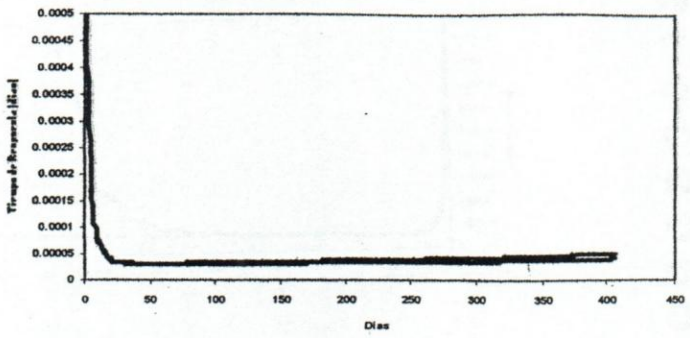
Acepto Ho, el factor Capacidad Instalada NO afecta

MORTALIDAD

Grafico#3 **Mortalidad Nivel Alto**



Grafico#4 **Mortalidad Nivel Bajo**



nportamiento estable a lo largo de toda la ulación.

curva se desplaza ligeramente hacia arriba.
iedida que transcurre la simulación se observa un
i en la curva.

Desplazamiento muy ligero de la curva hacia abajo demuestra disminución en los tiempos de respuesta.

Comportamiento estable de la curva a lo largo del ciclo de producción de la gallina.

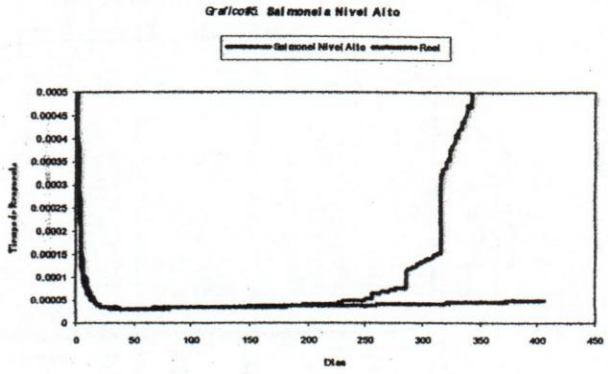
Leve tendencia a disminuir a medida que se acerca el final de la simulación.

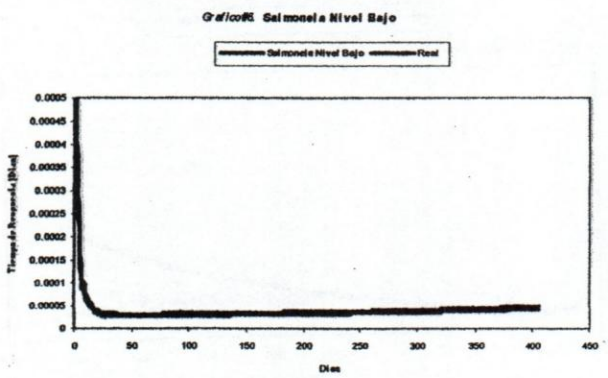
Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debido al factor	1.10085E-08	1	1.10085E-08	1714.96	2.49E-64
Residual	6.35491E-10	99	6.41911E-12		
Total	1.1644E-08	100			

Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
3.5133E-08	3.44981E-08
3.37145E-08	3.53052E-08
3.07276E-08	2.94235E-08
3.21359E-08	2.98176E-08
3.29277E-08	3.22611E-08

Acepto Ho, el factor Mortalidad NO afecta

SALMONELA





ımportamiento inestable de la curva en la medida e se acerca al final de la simulación.

Comportamiento estable de la curva a lo largo de toda la corrida.

ımentos recurrentes en el tiempo de respuesta que llegan a estabilizarse.

Se observa una pequeña disminución en los tiempos de respuesta.

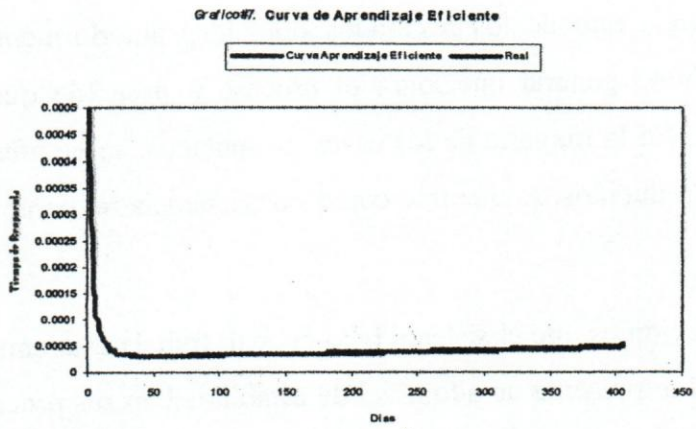
Se observa una gran semejanza en las curvas, demostrando así un comportamiento muy estable.

Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debido al factor	1.124E-09	1	1.124E-09	10.59	0.16%
Residual	1.05085E-08	99	1.06147E-10		
Total	1.16325E-08	100			

Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
3.35868E-08	3.31884E-08
3.33947E-08	3.5738E-08
2.77502E-08	2.91402E-08
3.04961E-08	2.89627E-08
3.1307E-08	3.17573E-08

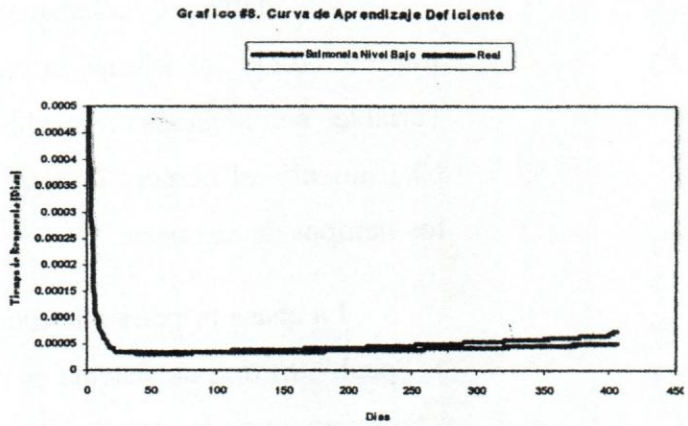
Rechazo Ho, el factor Salmonela SI afecta

CURVA DE APRENDIZAJE



Comportamiento estable de la curva a lo largo del ciclo de producción de la gallina.

La curva se desplaza ligeramente hacia abajo, demuestra disminución en los tiempos de respuesta.



Desplazamiento muy ligero de la curva hacia arriba demuestra aumento en los tiempos de respuesta.

Comportamiento estable de la curva a lo largo del ciclo de producción de la gallina.

Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debido al factor	1.39328E-08	1	1.39328E-08	18772.22	1.09E-114
Residual	7.34781E-11	99	7.42203E-13		
Total	1.40063E-08	100			

Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
3.3698E-08	3.35644E-08
3.55074E-08	3.33741E-08
2.93695E-08	2.77287E-08
2.978E-08	3.04754E-08
3.20887E-08	3.12857E-08

Acepto Ho, el factor Curva de Aprendizaje NO afecta

V.2 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Al analizar detalladamente cada uno de los resultados obtenidos anteriormente, es imprescindible mencionar la estabilidad general que logra el proceso a pesar de que sus variables son afectadas radicalmente. En la mayoría de los casos presentados, se ve afectado básicamente el número de huevos producidos, lo que trae como consecuencia un cambio en los tiempos de respuesta.

La causa principal de esta reacción es que el sistema bajo el cual trabaja esta empresa es "push". El tipo de sistema en estudio presenta un alto nivel de estabilidad en sus procesos, a tal punto, que ninguno de ellos se ve afectado ante cambios inesperados en las variables que influyen en él. Tal es el caso de las variables mortalidad y salmonela, las cuales no logran descalabrar el proceso aún cuando toman grandes valores.

Los procesos "push" son tan estables debido a que en ellos la producción no se ve forzada a cumplir con una demanda. En estos casos, la empresa produce a su máxima capacidad ya que todo lo que se produzca va ser colocado y vendido; nunca queda nada sin vender

Al estudiar la variable mortalidad, se aumentó su valor en un trescientos por ciento y los resultados obtenidos en cuanto al tiempo de respuesta no fueron significativamente distintos de los valores reales como se esperaba; el proceso se mantuvo estable. Inclusive, cuando esta variable toma valores excesivamente altos el proceso no se descalabra; quien se ve afectado directamente es la empresa, ya que el nivel de huevos producidos es tan bajo que los costos que generan las gallinas hacen que rentabilidad del negocio se vea afectada.

A pesar que el sistema soporta altos niveles de mortalidad, se logra alcanzar un punto en el que el proceso colapsa debido a la enorme cantidad de gallinas muertas trayendo como consecuencia que la producción de huevos comience a disminuir en picada. Esta información es de gran utilidad para la empresa ya que en el momento en el que se identifica este punto, se

puede saber cuales son los índices máximos de mortalidad admisibles antes de enviar las gallinas a matadero. Cuando el sistema se encuentra en este estado, el número de huevos producidos es tan bajo, que los costos de alimento, agua y medicamento pueden llegar a superar las ganancias. Es aquí donde la empresa debe tomar la decisión de enviar las gallinas a matadero para posteriormente limpiar el galpón y traer un nuevo lote de gallinas.

Adicionalmente, se encuentra el caso en el que los índices de mortalidad son extremadamente pequeños. En este experimento se muestra que para niveles de mortalidad muy bajos el proceso no se ve afectado, por el contrario, logra un alto nivel de estabilidad, disminuyen un poco los tiempos de respuesta y el número de huevos producidos es mayor. Este nivel de estabilidad se debe a que un menor número de gallinas muertas a lo largo del ciclo de producción aumenta notablemente el total de huevos producidos, hecho que beneficia notablemente a un sistema de producción "push" ya que la empresa, al tener el producto colocado en el mercado, obtendrá mayores márgenes de ganancia a medida que el numero de huevos producidos sea mayor. Es importante mencionar que los niveles de mortalidad en la empresa se encuentran bajo control

Tomando en cuenta todo lo dicho anteriormente, se puede afirmar que la variable mortalidad no afecta el proceso de producción de huevos de gallina., por el contrario, el proceso permanece estable. Esto se debe principalmente a que la empresa no se ve forzada a cumplir con un nivel de demanda, por lo tanto, toda la mercancía producida será vendida posteriormente. Sin embargo es una variable que requiere un control permanente ya que un aumento desmedido de estos índices de mortalidad seria fatal para este tipo de, ya que el número de gallinas muertas aumentaría a tal magnitud que la producción de huevos se puede llegar a detener por completo.

La variable salmonela también fue analizada para valores altos y bajos de la misma. En el primer caso, se puede ver como el proceso puede soportar altos niveles de salmonela sin que este se descalabre. Se observa como el sistema es capaz de estabilizarse ante un gran

a las gallinas posiblemente afectadas, evitando el esparcimiento de la misma y previniendo una posible epidemia.

Al analizar la variable capacidad instalada, se realiza una semejanza entre las gallinas y las maquinas que estuvieran trabajando en varió el número de gallinas que se encuentran produciendo dentro del galpón, de manera que. De manera que a mayor capacidad instalada, mayor número de gallinas y viceversa. A simple vista pareciera que al tener un mayor numero de gallinas produciendo, el numero de huevos producidos aumentaría y en consecuencia el tiempo de respuesta disminuiría, sin embargo, el tener una gran cantidad de gallinas en el galpón introduce un nuevo factor: la temperatura.

Este factor juega un papel muy importante ya que existe una relación directamente proporcional entre la temperatura y la mortalidad de las gallinas. De manera que al aumentar el número de gallinas en el galpón, aumenta la temperatura interna del mismo haciendo que los índices de mortalidad crezcan y en consecuencia el total de huevos producidos no difiera en gran magnitud del total de huevos que se producen en el sistema real.

Se define el rendimiento de la gallina como el total de huevos producidos a lo largo de la corrida de producción entre el número de gallinas que entraron inicialmente al galpón. Este rendimiento se ve afectado cuando las gallinas no se encuentran en el ambiente adecuado para producir y en la medida que tenga mayor numero de gallinas en el galpón, las condiciones en las que se encuentran serán más extremas. Cuando se habla de condiciones extremas, se trata básicamente del poco espacio disponible por gallina y la poca ventilación que reciben.

De igual forma ocurre cuando el número de gallinas que se introducen en el galpón es mucho menor, ya que los índices de mortalidad disminuyen notablemente. Esto hace que la temperatura interna del galpón disminuya, por lo que el rendimiento de las gallinas aumenta aunque el total de huevos producidos sea menor. La razón es muy sencilla, las gallinas poseen espacio suficiente para acomodarse y además reciben mayor ventilación, permitiendo que las condiciones de trabajo sean mejores para su producción.

En la tabla que se muestra a continuación se enseñan los rendimientos de la gallina en cada uno de los escenarios planteados, así como también se muestra como varía la mortalidad y el total de huevos producidos.

CAPACIDAD INSTALADA			
	Menor Capacidad Instalada	Capacidad Instalada Real	Mayor Capacidad Instalada
Pollitas Pedidas	20000	35000	50000
Huevos Producidos	6293951	10322597	10992513
Gallinas Muertas	2509	8137	14577
Rendimiento de la Gallina (huevos/gallina)	314,70	294,93	219,85

Tabla # 3.Rendimiento de la gallina según la Capacidad Instalada

Esta variable no logra en ningún momento descalabrar el proceso, por el contrario, este se mantiene completamente estable a lo largo del ciclo de producción. Sin embargo, repercute directamente en el rendimiento de las gallinas ya que a menor capacidad instalada, mayor rendimiento de las gallinas.

La última variable que se analizo fue la Curva de Aprendizaje. En primer lugar se estudio el caso en el que los operarios aprenden con el proceso de empaque rápidamente, de manera que a medida que realiza la actividad un mayor numero de veces, el tiempo que tarda en hacerla disminuye también rápidamente. Se puede decir que esta variable no afecta el proceso de producción de huevos de gallina ya que el mismo logra mantenerse estable a lo largo del período de simulación. Sin embargo, hace que el número de huevos producidos sea levemente mayor debido a la alta eficiencia con que los operarios empacan los huevos, logrando que el tiempo de respuesta disminuya sutilmente.

En segundo lugar se simuló el caso en el que los operarios aprenden lentamente en el proceso empaque, de manera que el tiempo que se tarda para realizar la actividad también va disminuyendo lentamente. En esta situación el proceso se sigue mintiendo estable durante todo el ciclo de producción de la gallina, afectando ligeramente el tiempo de respuesta. La causa de este comportamiento se debe a que el disminuir la destreza con que los operarios empacan los huevos, se traduce en menor número de huevos producidos debido a la cantidad de huevos rotos que surgen como consecuencia de la falta de técnica para agarrar los huevos que van a ser empaquetados.

Por lo tanto se puede afirmar que esta variable no descalabra el proceso de producción de huevos de gallina ya que a pesar de los cambios generados en ella, el proceso es capaz de conservar su estabilidad. Sin embargo, es conveniente que los operarios que trabajen en el sector de empaque posean cierto nivel de experiencia en el área de manera que la cantidad de huevos rotos sea la mínima posible ya que esta representa menos ingresos para la empresa.

Al analizar la gran estabilidad del proceso y la manera tan positiva como reacciona ante distintas situaciones, es importante pensar en la gallina como tal, ya que esta se convierte en la dueña del proceso porque sin ella la producción de huevos no existiría del todo. Esto es de suma importancia ya que la gallina como animal no tiene ningún tipo de preocupación o problemas, simplemente ponè el huevo como parte de sus funciones biológicas y siempre que se mantenga alimentada y abastecida de agua, con el menor trato humano posible y en las condiciones óptimas de espacio y temperatura, ella mantendrá un buen rendimiento.

La gallina no tiene horario ya que puede poner el huevo a cualquier hora del día sin que el tiempo de trabajo se convierta en un problema Es muy importante el hecho que se trate en la medida de que la gallina no sea manipulada por el ser humano ya que esto afecta de forma directa el rendimiento de la misma. Si se compara con un obrero al que hay que pagarle, solo puede trabajar en un horario, al que le pueden estar afectando problemas que tiene en su

casa o con su familia; son problemas que tarde o temprano se verán reflejados en el trabajo que realiza.

Es por ello que se puede decir que el proceso logra este alto nivel de estabilidad gracias a la gallina, ya que él no depende de ningún tipo de maquinaria

Este tipo de proceso tan estable definitivamente es un caso atípico de los procesos que se llevan a cabo en Venezuela. Este sistema push demostró ser muy sólido en los tiempos de respuesta ante cambios drásticos en las variables que lo afectan, por lo tanto sería muy conveniente tener el mayor numero posible de procesos de este estilo en las industrias de los diferentes sectores económicos del país.

Capítulo VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VI.1 CONCLUSIONES

- La variable Mortalidad no afecta el proceso de producción de huevos de gallina, sin embrago, requiere ser controlada.

- La variable Salmonela amortigua el proceso de producción de huevos de gallina.

- La variable Capacidad Instalada no descalabra el proceso de producción de huevos de gallina.

- La variable Curva de Aprendizaje no afecta el proceso de producción de huevos de gallina.

- El proceso de producción de huevos de gallinas es del tipo PUSH.

- La estabilidad del proceso de producción de huevos de gallina se debe en gran parte al animal.

- El proceso de producción de huevos de gallina presenta altos niveles de estabilidad.

Mano de Obra

Producción Baja

Con este nivel de producción no hubo ninguna variación en los tiempos de respuesta para los casos de aumento y disminución mas bien se cumplió con las necesidades de producción establecidas. Cuando hubo un aumento de mano de obra se observa un desplazamiento de la media de los tiempos de respuesta en disminución.

Producción Normal

Se observó como al disminuir la mano de obra el proceso entra en un completo descontrol, los tiempos de respuesta aumentan y hasta alcanzan el valor cero lo que se ve reflejado en la producción total del período de simulación. Para el caso de aumento de mano de obra se observó como la media de los tiempos de respuesta se desplaza en disminución.

Producción Alta

Para este nivel se tiene que al disminuir la mano de obra el proceso entra en un completo descontrol, aumentando los tiempos de respuesta y alcanzando el valor cero lo que se refleja en la producción del período. Por otra parte la media se desplaza en un incremento con respecto a la producción alta. Para el caso contrario de aumento de mano de obra la media del tiempo de respuesta se desplaza en disminución y hubo un incremento en la producción.

Curva de Aprendizaje

Producción Baja

Se observó como no hay ningún aumento o disminución de los tiempos de respuesta para ninguno de los casos de variación de la curva de aprendizaje (Baja y Alta). Las medias de los tiempos no variaron en nada y permanecieron exactamente iguales.

Producción Normal

En este caso, para los dos niveles hubo un aumento de los tiempos de respuesta al comienzo del proceso, debido al hecho de tener un operador nuevo que retrase el proceso. Una vez que el operador va adquiriendo experiencia se observa como el proceso se mantiene estable.

Producción Alta

Se tiene claramente en los dos niveles que los tiempos de respuesta alcanzaron valores muy altos (Bull-Whip), obviamente es consecuencia de tener a un operador nuevo en el procesos productivo. A pesar de esto la variación de las medias es poco considerable.

Automatización

Producción Baja

Para este nivel de producción se observó como la variación de la automatización no afectó en nada al proceso. No hubo ningún cambio en los tiempos de respuesta ni en las medias las cuales se mantuvieron iguales para los diferentes niveles.

Producción Normal

Para el caso de automatización baja se detectó que esta variación no afecta positivamente en el proceso ya que no hubo reducción de tiempos de respuesta y la media de los tiempos se incrementó levemente. De igual manera ocurrió para la automatización alta en la que los tiempos de respuesta aumentaron. Se puede interpretar que muy ciertamente la automatización en el amasado, en este nivel de producción, no es lo más acertado ya que se generan cuellos de botellas en otras partes del proceso que necesitan ser atacados de otra manera.

Producción Alta

En la experiencia con una producción alta la variación de los dos niveles la automatización logró disminuir los tiempos de repuesta del proceso y desplazó en ambos casos las medias a un valor menor. Aquí se observó como para este nivel de producción la automatización si es acertada ya que colabora a que el proceso fluya de una manera más eficiente.

7.2.16 Ponce & Benzo :

Capítulo V. Análisis de Resultados

V.1 Generación de la Matriz de Variables

Las variables a estudiar para detectar su incidencia sobre el tiempo de respuesta del proceso en estudio son las siguientes:

Variables	Nivel	Descripción
Inicio de Producción	Alto = V1 + Bajo = V1 -	Cuando colocar las órdenes de producción en base a los días de cobertura de los que se dispone
Cantidad a Producir	Alto = V2 + Bajo = V2 -	Cantidad a producir basada en la demanda futura que se desea cubrir.
Planificación de Compras	Alto = V3 + Bajo = V3 -	Planificación de las compras de ingredientes y componentes.
Calidad	Alto = V4 + Bajo = V4 -	Calidad del desodorante.
Mantenimiento	Alto = V5 + Bajo = V6 -	Mantenimiento preventivo en las líneas de empaque.

Tabla N° 6 Matriz de Variables a Estudiar

Para cada nivel se estudió el comportamiento de las variables en las condiciones de demanda alta, demanda baja y demanda normal, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

N°	Variables	Nivel	Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
1	Inicio de la Producción	+	DNV1+	DBV1+	DAV1+
		-	DNV1-	DBV1-	DAV1-
2	Cantidad a Producir	+	DNV2+	DBV2+	DAV2+
		-	DNV2-	DBV2-	DAV2-
3	Planificación de Compras	+	DNV3+	DBV3+	DAV3+
		-	DNV3-	DBV3-	DAV3-
4	Calidad	+	DNV4+	DBV4+	DAV4+
		-	DNV4-	DBV4-	DAV4-
5	Mantenimiento	+	DNV5+	DBV5+	DAV5+
		-	DNV5-	DBV5-	DAV5-

Tabla N° 7 Distintos Niveles de las Variables dentro de los Escenarios

En donde:

- Demanda Normal = Demanda estimada para el año 2004.
- Demanda Baja = Disminución en un 30% de la demanda estimada.
- Demanda Alta = Aumento en un 30% de la demanda estimada.

V.2 Descripción de Niveles en las Variables

V.2.1 Inicio de la Producción

V1+. Emisión de orden de producción cuando los días de cobertura son iguales a 18.

V1-. Emisión de orden de producción cuando los días de cobertura son iguales 8.

V.2.2 Cantidad a Producir

V2+. Aumento de la Cantidad a Producir. Producción planificada para satisfacer 34 días de demanda a partir del último día de cobertura.

V2-. Disminución de la Cantidad a Producir. Producción planificada para satisfacer 18 días de demanda a partir del último día de cobertura

V.2.3 Planificación de Compras

V3+. Planificación de las compras de ingredientes y componentes manteniendo un nivel de inventario de una campaña más respecto a la política actual.

V3-. Planificación de las compras de ingredientes y componentes manteniendo un nivel de inventario de una campaña menos respecto a la política actual.

V.2.4 Calidad

V4+. Aumento de la calidad en el área de procesos. Disminución en un 30% de los lotes fabricados enviados a reproceso.

V4-. Disminución de la calidad en el área de procesos. Aumento en un 30% de los lotes fabricados enviados a reproceso.

V.2.5 Mantenimiento

V5+ Aumento del mantenimiento. Se disminuyeron los tiempos de parada por fallas mecánicas en las líneas de empaque en un 50%.

V5- Disminución del mantenimiento. Se aumentaron los tiempos de parada por fallas mecánicas en las líneas de empaque en un 50%.

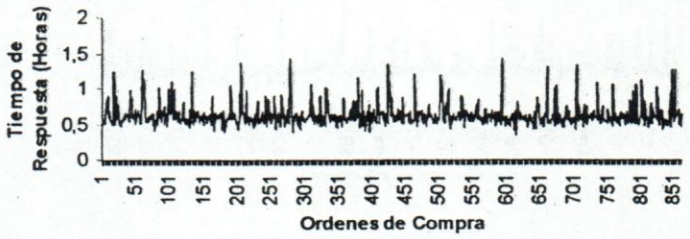
En cada uno de los escenarios estudiados, se realizó un análisis de la varianza, mediante una prueba de hipótesis con un 95% de confianza, la cual se describe a continuación:

H_0: La variable **NO** afecta el tiempo de respuesta del proceso
H_1: La variable **SI** afecta el tiempo de respuesta del proceso

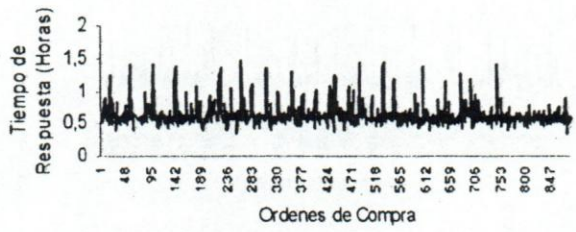
V.3 Resultado de los Experimentos

V.3.1.1 Demanda Baja variación en el Inicio de la Producción

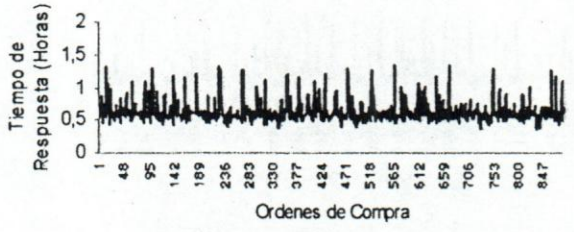
Demanda Baja. Situación Actual
Media = 0,6284 hrs Desviación = 0,1523



Inicio de la producción a 8 dias de cobertura
Promedio = 0,6284 hrs Desviación = 0,1707



Inicio de la producción a 18 dias de cobertura
Media = 0,6239 hrs Desviación = 0,1618



- Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.
- Valor medio de respuesta igual al de la curva patrón.

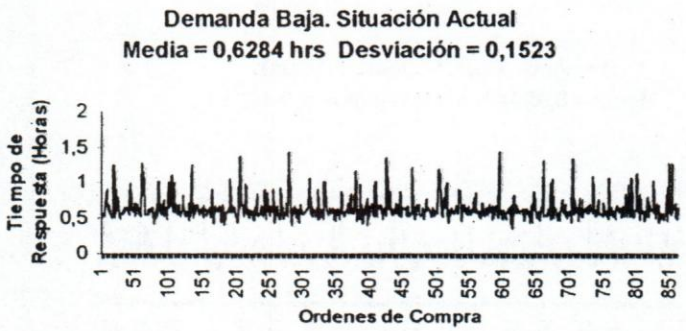
- Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.
- Valor medio de respuesta menor al de la curva patrón.

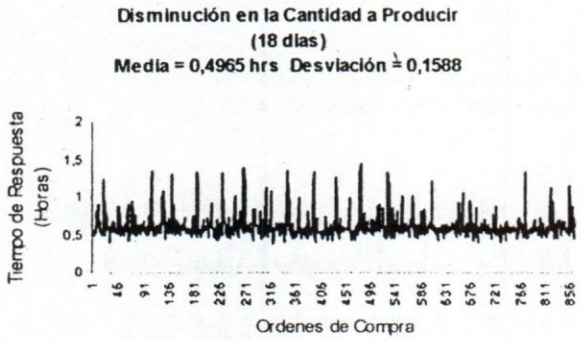
Tabla Anova

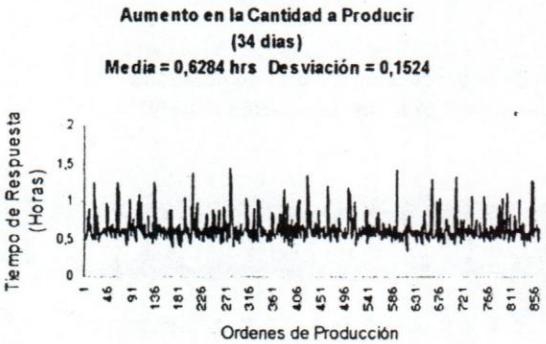
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0119	0,0060	0,23	0,797
Dentro de Tratamientos	2633	69,1079	0,0262		
Total	2635	69,1198			

Se acepta Ho, la variable Inicio de la Producción NO afecta.

V.3.1.2 Demanda Baja variación en la Cantidad a Producir







- Bullwhips recurrentes que no se estabilizan.
- Valor medio de respuesta menor y variabilidad mayor respecto de la curva patrón

- Bullwhips recurrentes que no se estabilizan.
- Valor medio de respuesta y variabilidad iguales al de la curva patrón.

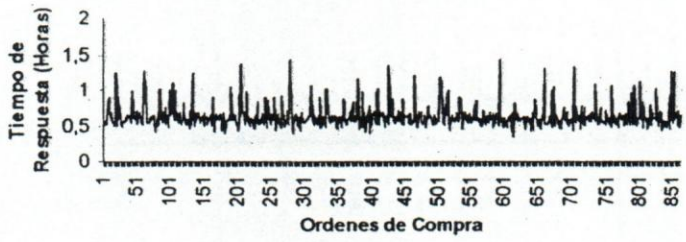
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0866	0,0433	1,81	0,163
Dentro de Tratamientos	2589	61,8431	0,0239		
Total	2591	61,9297			

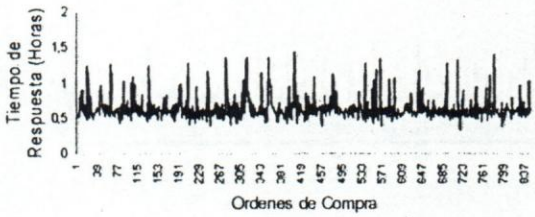
Se acepta Ho, la variable Cantidad a Producir NO afecta.

V.3.1.3 Demanda Baja variación en la Planificación de Compras

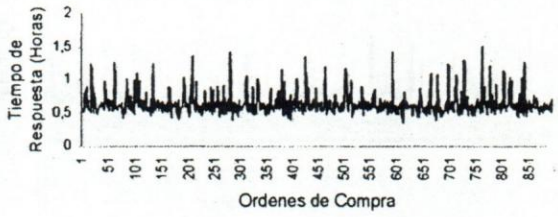
Demanda Baja. Situación Actual
Media = 0,6284 hrs Desviación = 0,1523



Disminución en una campaña del nivel inventario de ingredientes y componentes
Media = 0,6279 hrs Desviación = 0,1616



Aumento en una campaña del nivel inventario de ingredientes y componentes
Media = 0,6312 hrs Desviación = 0,1586



- Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
- Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor respecto curva patrón.
- Presencia de Bullwhips que no se estabilizan.

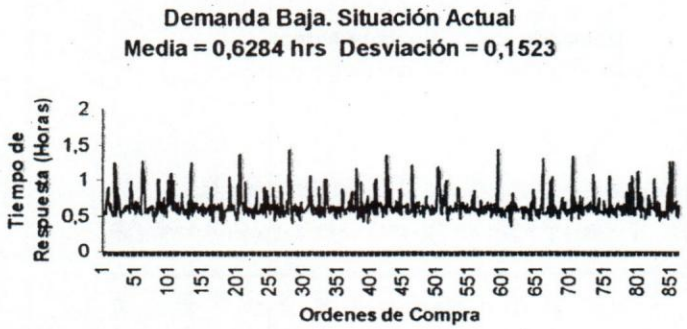
- Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips que no se estabilizan.

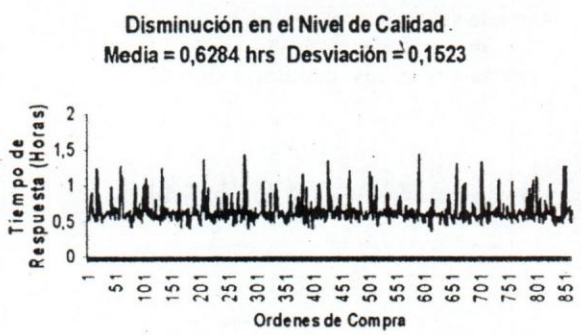
Tabla Anova

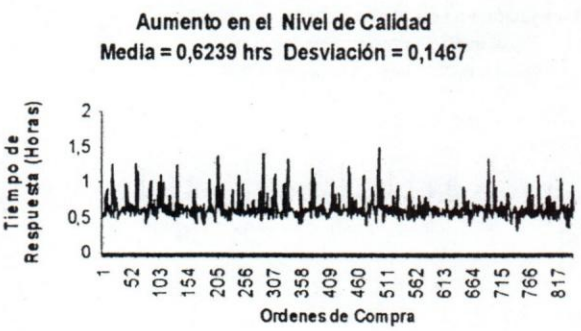
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0056	0,0028	0,11	0,894
Dentro de Tratamientos	2606	64,7061	0,0248		
Total	2608	64,7117			

Se Acepta Ho, la variable Planificación de Compras NO afecta.

V.3.1.4 Demanda Baja Variación en el Nivel de Calidad







- Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
- Valor medio de respuesta y variabilidad iguales a curva patrón.
- Presencia de Bullwhips que no se estabilizan.

- Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
- Valor medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips que no se estabilizan.

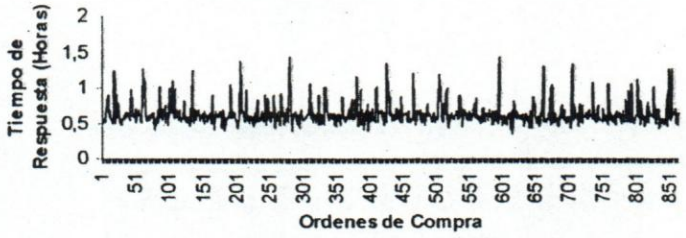
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0.0113	0,0056	0,25	0.780
Dentro de Tratamientos	2571	58,2733	0,0227		
Total	2573	58,2846			

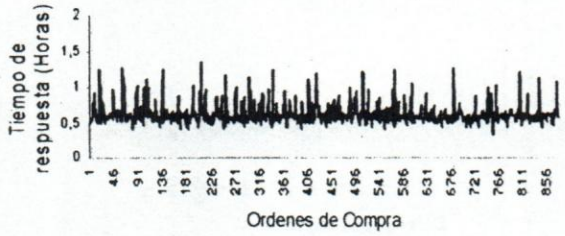
Se Acepta Ho, la variable Calidad NO afecta.

V.3.1.5 Demanda Baja variación en el Nivel de Mantenimiento

Demanda Baja. Situación Actual
Media = 0,6284 hrs Desviación = 0,1523

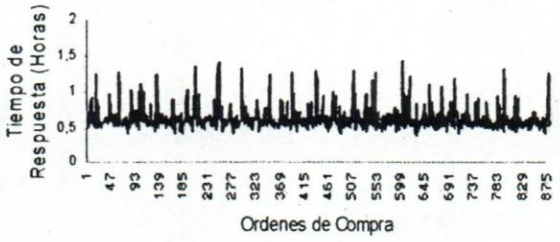


Disminución en el nivel de Mantenimiento
Media = 0,6252 hrs Desviación = 0,1438



- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.
- Valor medio de respuesta y variabilidad menor a los de la curva patrón.
- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.

Aumento en el nivel de Mantenimiento
Media = 0,6248 Desviación = 0,1569



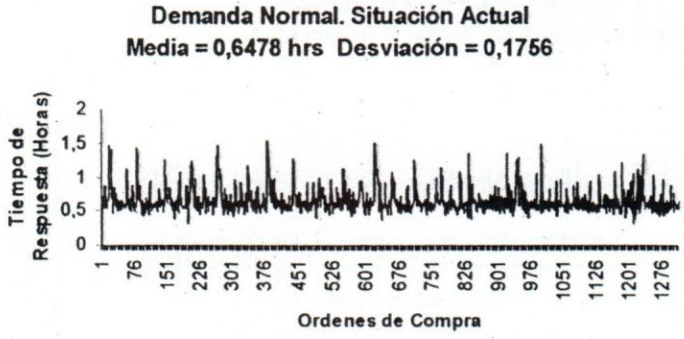
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.
- Valor medio de respuesta igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.
- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.

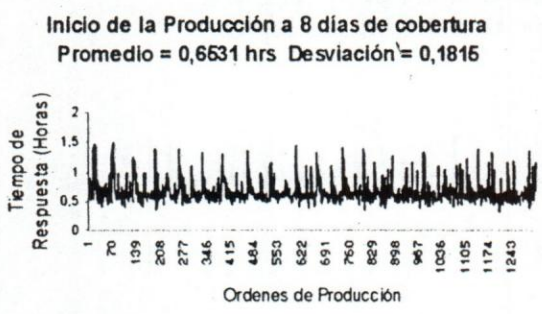
Tabla Anova

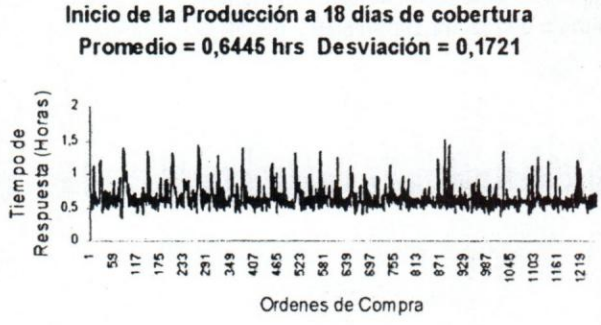
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0069	0,0034	0,15	0,860
Dentro de Tratamientos	2617	59,5204	0,0227		
Total	2619	59,5272			

Se acepta Ho, la variable Mantenimiento NO afecta.

V.3.2.1 Demanda Normal variación en el Inicio de la Producción







- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón.
- Existencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

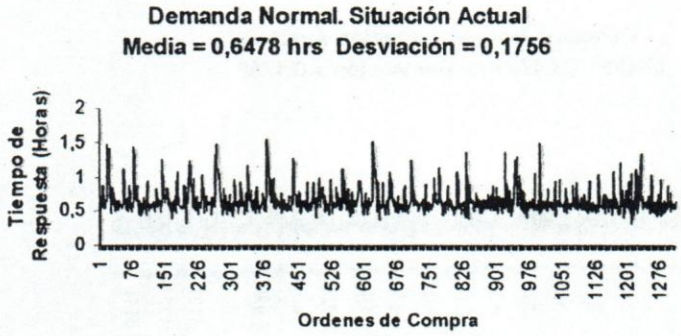
- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón.
- Existencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización

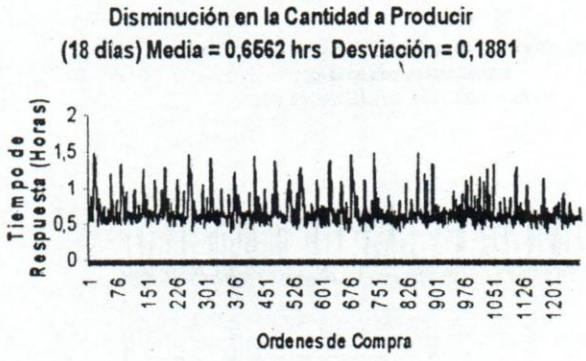
Tabla Anova

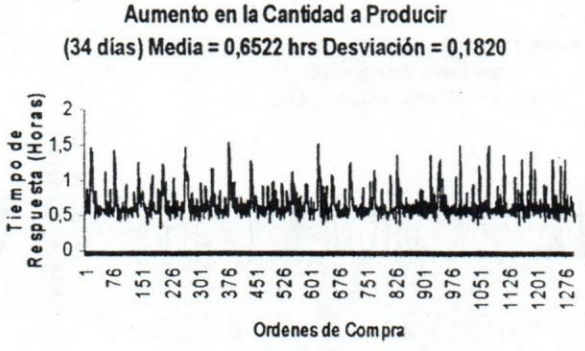
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0479	0,0240	0,77	0,463
Dentro de Tratamientos	3874	120,6859	0,0312		
Total	3876	120,7338			

Se acepta Ho, la variable Inicio de la Producción NO afecta.

V.3.2.2 Demanda Normal variación en la Cantidad a Producir







- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón.
- Existencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización

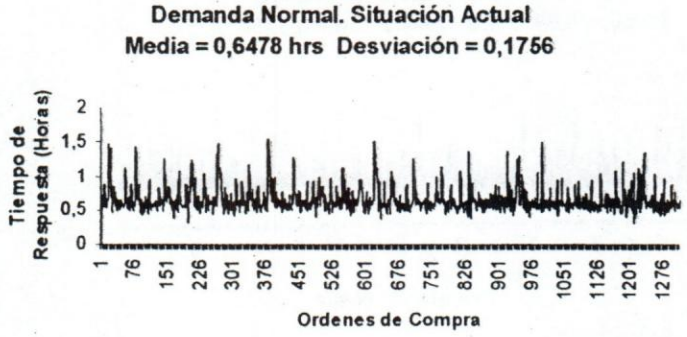
- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores a curva patrón.
- Existencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0467	0,0233	0,71	0,494
Dentro de Tratamientos	3887	128,6797	0,0331		
Total	3889	128,7264			

Se acepta Ho, la variable Cantidad a Producir NO afecta.

V.3.2.3 Demanda Normal variación en la Planificación de Compras







- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

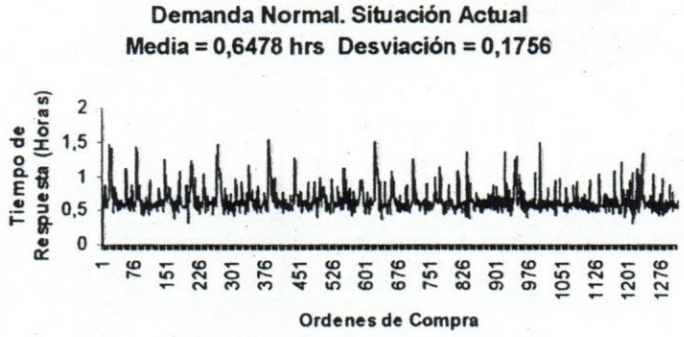
- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores que la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

Tabla Anova

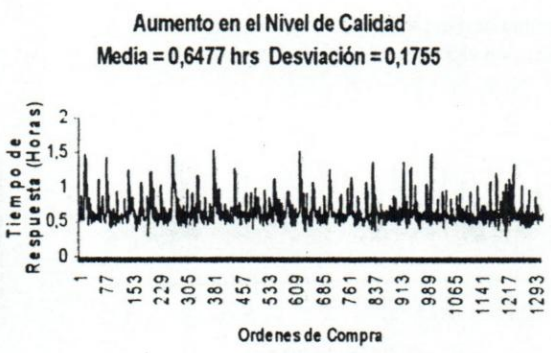
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0341	0,0171	0,52	0,593
Dentro de Tratamientos	3900	127,2617	0,0326		
Total	3902	127,2958			

Se acepta Ho, la variable Planificación de Compras NO afecta.

V.3.2.4 Demanda Normal Variación en el Nivel de Calidad







- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad ligeramente menores al de la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

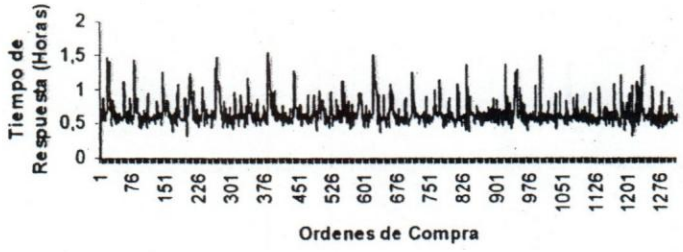
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0086	0,0043	0,14	0,868
Dentro de Tratamientos	3924	119,5534	0,0305		
Total	3926	119,5620			

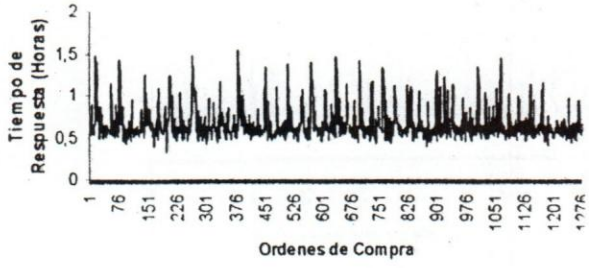
Se acepta Ho, la variable Calidad NO afecta.

V.3.2.5 Demanda Normal Variación en el Nivel de Mantenimiento

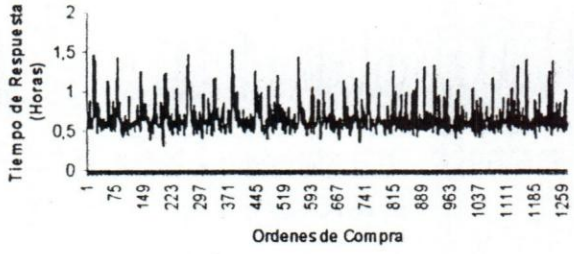
Demanda Normal. Situación Actual
Media = 0,6478 hrs Desviación = 0,1756



Disminución del Nivel de Mantenimiento
Media = 0,6530 hrs Desviación = 0,1849



Aumento del Nivel de Mantenimiento
Media = 0,6470 hrs Desviación = 0,1735



- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

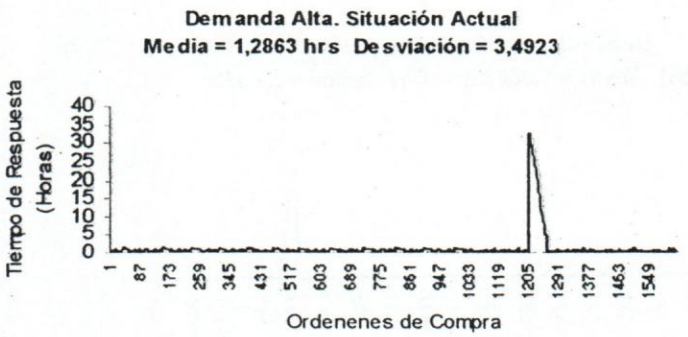
- Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
- Tiempo de medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón.
- Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.

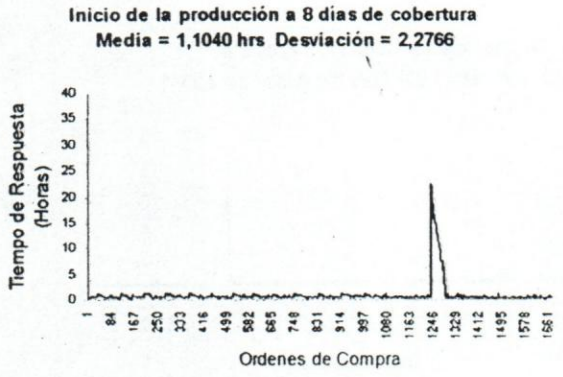
Tabla Anova

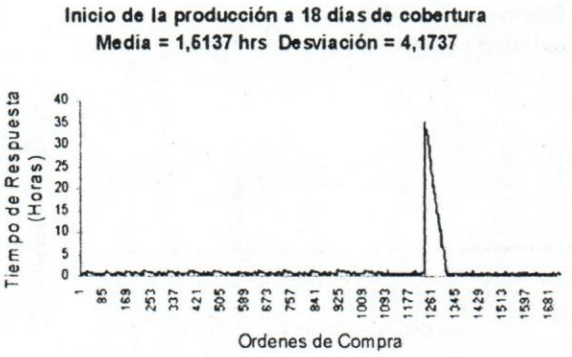
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,0269	0,0135	0,42	0,654
Dentro de Tratamientos	3861	122,4282	0,0317		
Total	3863	122,4552			

Se acepta Ho, la variable Mantenimiento NO afecta.

V.3.3.1 Demanda Alta Variación en el Inicio de la Producción.







- Se observa un fuerte Bullwhip de menor magnitud que el de la curva patrón, luego se tiende a la estabilización.
- El tiempo medio de respuesta y la variabilidad son menores al de la curva patrón.

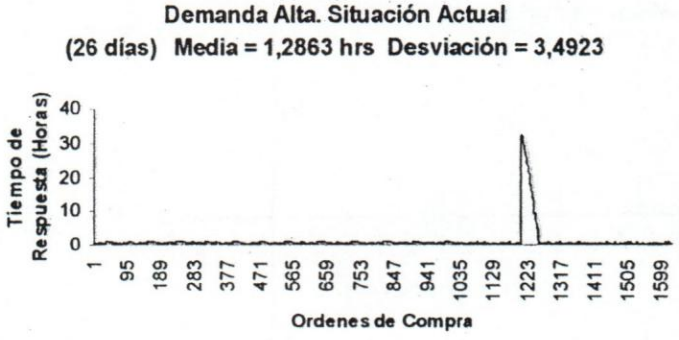
- Se observa un fuerte Bullwhip de mayor magnitud que el de la curva patrón. Sin embargo este tiende a estabilizarse.
- El tiempo medio de respuesta y la variabilidad son menores al de la curva patrón.

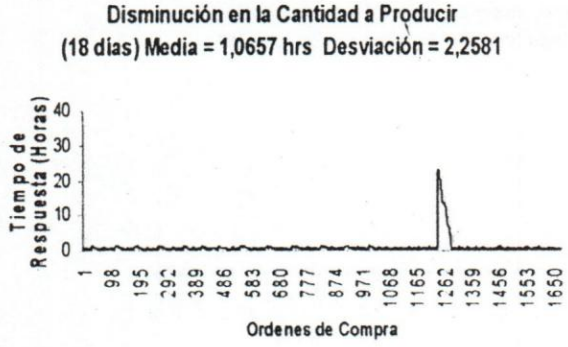
Tabla Anova

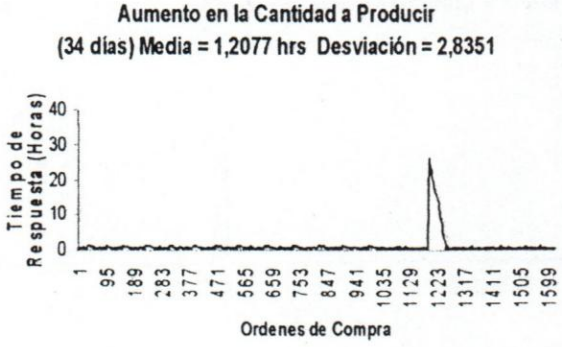
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	142,8	71,4	6,13	0,002
Dentro de Tratamientos	5013	58393,1	11,6		
Total	5015	58535,9			

Se rechaza Ho, la variable Inicio de la Producción SI afecta.

V.3.3.2 Demanda Alta variando la Cantidad a Producir







- Se observa disminución en la magnitud del Bullwhip respecto de la curva patrón, así como desplazamiento a la derecha.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al patrón.

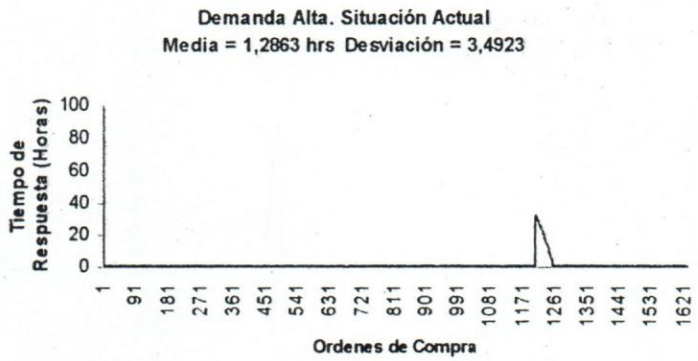
- Se observa disminución en la magnitud del Bullwhip sin desplazamiento respecto de la curva patrón.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al patrón.

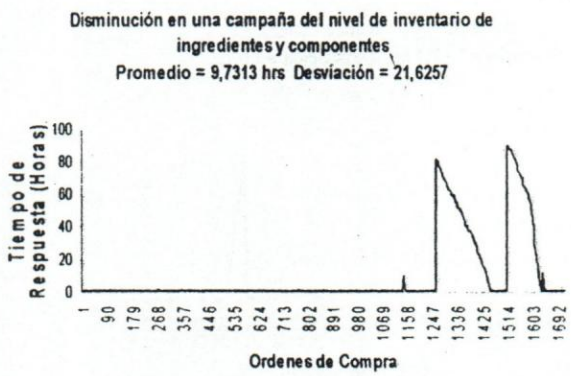
Tabla Anova

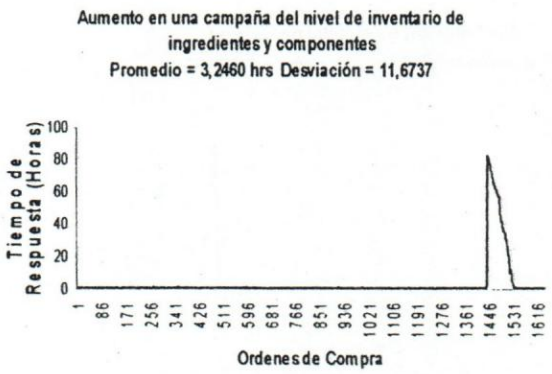
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	41,45	20,73	2,46	0,085
Dentro de Tratamientos	4933	41496,69	8,41		
Total	4935	41538,14			

Se acepta Ho, la variable Cantidad a Producir NO afecta.

V.3.3.3 Demanda Alta variación en la Planificación de Compras







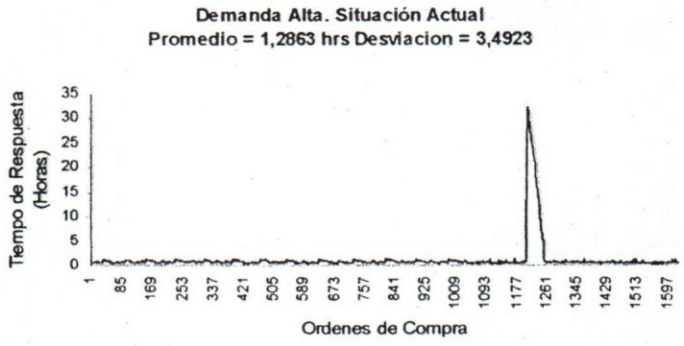
- Descalabro notable de la curva. Incremento en la cantidad de Bullwhips así como en la magnitud de estos.
- Tiempo medio de respuesta y variabilidad considerablemente mayores al patrón.
- Presencia de Bullwhip muy fuerte de mayor magnitud al patrón.
- Valor medio de respuesta y variación, mayor al comportamiento patrón.
- Retraso en la aparición de Bullwhip respecto al patrón.

Tabla Anova

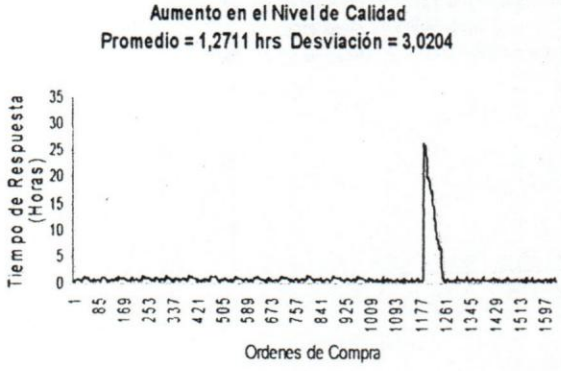
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	65801	32900	156,82	0.00001
Dentro de Tratamientos	4981	1045002	210		
Total	4983	1110803			

Se rechaza Ho, la variable Planificación de Compras SI afecta.

V.3.3.4 Demanda Alta variación en el Nivel de Calidad







- Comportamiento similar al de la curva patrón.
- Se observa un pico de igual magnitud al de la curva patrón, el cual tiende a estabilizarse.

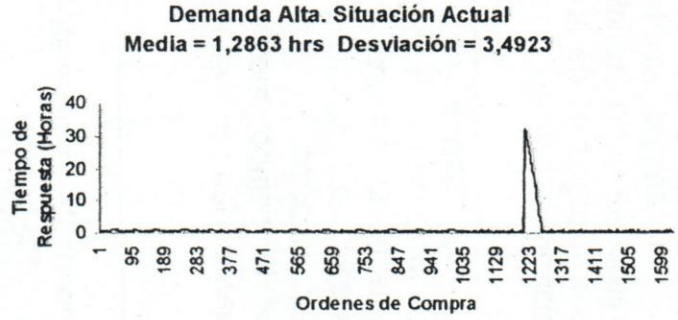
- Comportamiento similar al de la curva patrón.
- Se observa un pico de magnitud menor al de la curva patrón, el cual tiende a estabilizarse, sin desplazamiento.

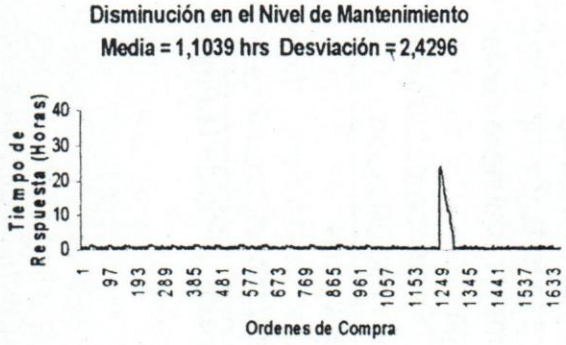
Tabla Anova

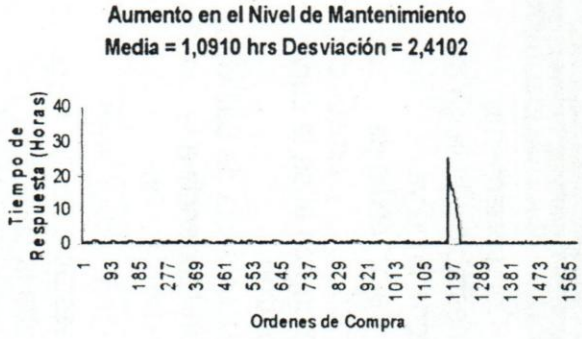
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,7	0,4	0,03	0,969
Dentro de Tratamientos	4933	54455,8	11,0		
Total	4935	54456,5			

Se acepta Ho, la variable Calidad NO afecta.

V.3.3.5 Demanda Alta variación en el Nivel de Mantenimiento







- Comportamiento similar al de la curva patrón.
- Magnitud de Bullwhip prácticamente igual al patrón.
- No se observa ningún desplazamiento de la curva.

- Comportamiento similar al de la curva patrón.
- Pequeña disminución en la magnitud del Bullwhip.
- Ligero retraso en la aparición del Bullwhip.

Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	*F*	Valor p
Entre Tratamientos	2	38,83	19,41	2,44	0,088
Dentro de Tratamientos	4885	38938,81	7,97		
Total	4887	38977,64			

Se acepta Ho, la variable Mantenimiento NO afecta.

V.4. Incidencia de las Variables Dentro de los Distintos Escenarios

Variable	Inicio de la Producción			
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Niveles de las Variables	N A	.- Comportamiento inestable a lo largo de la curva. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización. .-Valor medio de respuesta menor al de la curva patrón	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Valor medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón. .-Existencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización	.- Se observa un fuerte Bullwhip de mayor magnitud que el de la curva patrón. Sin embargo este tiende a estabilizarse. .- El tiempo medio de respuesta y la variabilidad son menores al de la curva patrón.
	N B	.-Comportamiento inestable a lo largo de la curva. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización. .-Valor medio de respuesta igual al de la curva patrón.	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Valor medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón. .-Existencia de Bullwhips sin estabilización.	.- Se observa un fuerte Bullwhip de menor magnitud que el de la curva patrón, luego se tiende a la estabilización. .- El tiempo medio y la variabilidad son menores
Comentarios • En los escenarios de demanda baja y normal, no se observa una influencia importante de la variable. • En el escenario de demanda alta el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla Nº 8 Incidencia de la Variable Inicio de la Producción por Niveles

VI.2 RECOMENDACIONES

A lo largo de la realización del Trabajo Especial de Grado se detectaron diversos puntos que pueden agregar gran valor a la empresa si se estudian en detalle, pero que no pertenecen al alcance de este trabajo.

Es por ello que se recomiendan investigaciones futuras que complementen este trabajo y que permitan el mejoramiento continuo de los procesos y actividades desarrolladas dentro de la empresa. Dichas investigaciones pertenecen a diferentes áreas y temas, entre los que se proponen:

1. Realizar un estudio ergonómico de todos los puestos de trabajo, que permita un mejor desempeño de los operarios.

2. Realizar un estudio detallado de todas las funciones logísticas con el fin de mejorar los procesos de distribución, almacenamiento e inventario.

3. Realizar un estudio de las condiciones del ambiente de trabajo (atmosféricas, iluminación, nivel de ruido, etc.), que aumenten la eficiencia de los trabajadores.

4. Realizar un estudio de factibilidad para disponer de galpones de ambiente controlado para así aumentar el nivel de postura de las gallinas.

5. Estudiar la posibilidad de la automatización del proceso de empaquetado de huevos, la cual disminuya las operaciones dentro de los procesos productivos y evite los errores manuales.

7.2.15 Inversiones Papachongas C.A.:

Análisis de Resultados

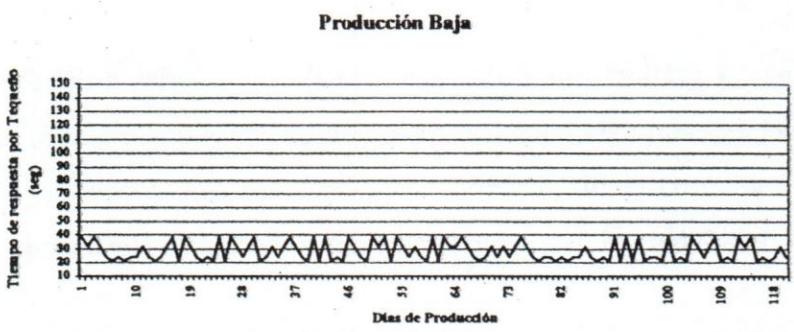
A continuación se presentan 3 gráficas por cada escenario de cada variable donde se comparan los resultados del escenario sin ningún cambio con las otras dos gráficas, una con la variable en aumento y la otra en disminución. Estos gráficos son analizados para observar si presentan o no Bull-Whips, si desplazan la media o si afectan la desviación.

El efecto Bull-Whip se estudia a partir de la observación directa donde se buscan picos sobresalientes del comportamiento regular de la gráfica. Las variaciones entre las medias y las desviaciones estándar se evalúan cuantitativamente con el fin de establecer parámetros numéricos de comparación.

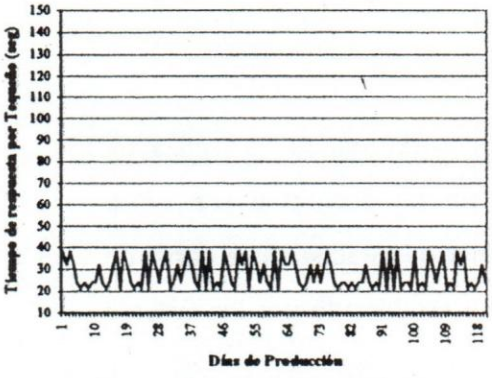
Para definir la influencia de las variables bajo los diferentes escenarios se realiza un estudio de análisis de varianza para cada una, con el fin de decidir si son o no influyentes. La metodología se basa en el cálculo de parámetros estadísticos a partir de ecuaciones matemáticas y su comparación con un parámetro establecido por los autores de acuerdo a criterios experimentales aceptados.

Por último se muestra una recopilación de todos los análisis de cada variable para establecer su influencia total en la función servicio de la empresa y poder presentar conclusiones aplicables.

Producción Baja vs. Curva de Aprendizaje

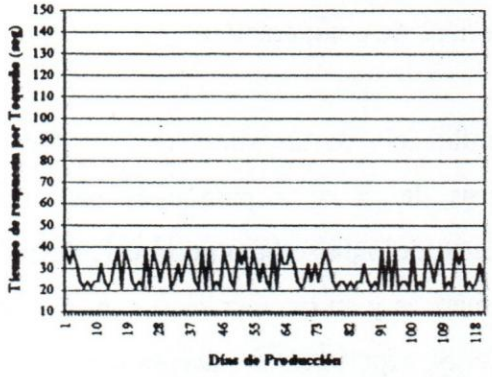


Media = 28.14 DesvEst = 6.63



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

No se observa ningún Bull-Whip el proceso es muy estable y no hubo ninguna variación en la media y la desviación.



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

No se observa ningún Bull-Whip el proceso es muy estable y no hubo ninguna variación en la media y la desviación.

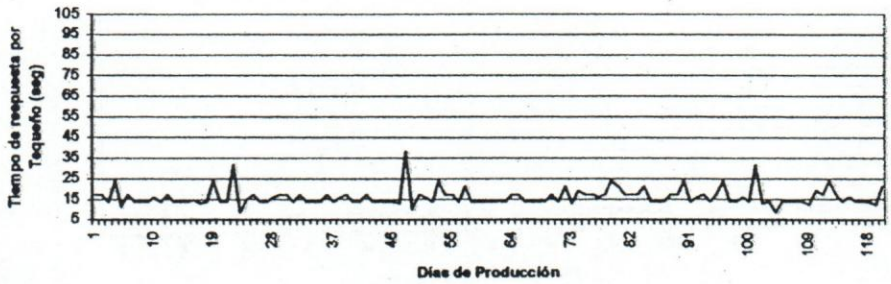
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	p
Debido al Factor	21119.59	1.00	21119.59	481.10	4.51E-59
Residual	10447.91	238.00	43.90		
Total	31567.50				

Se rechaza la hipótesis nula por lo tanto la variable es influyente.

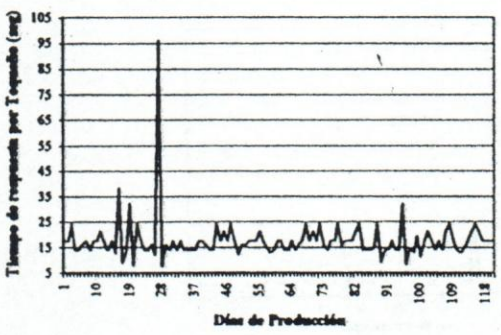
Producción Normal vs. Curva de Aprendizaje

Producción Normal



Media = 16.11 DesEst = 4.32

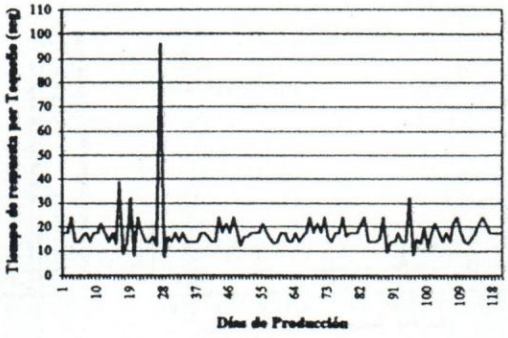
Producción Normal vs. Curva de Aprendizaje Baja



Media = 17.61 DesvEst = 8.56

Se observan Bull-whips al comienzo, luego se estabiliza el proceso pero tiende a descontrolarse muy levemente. La media no se desplaza y la desviación estándar duplica su valor.

Producción Normal vs. Curva de Aprendizaje Alta



Media = 17.61 DesEst = 8.56

Se observan Bull-whips al comienzo, luego se estabiliza el proceso pero tiende a descontrolarse muy levemente. La media no se desplaza y la desviación estándar duplica su valor.

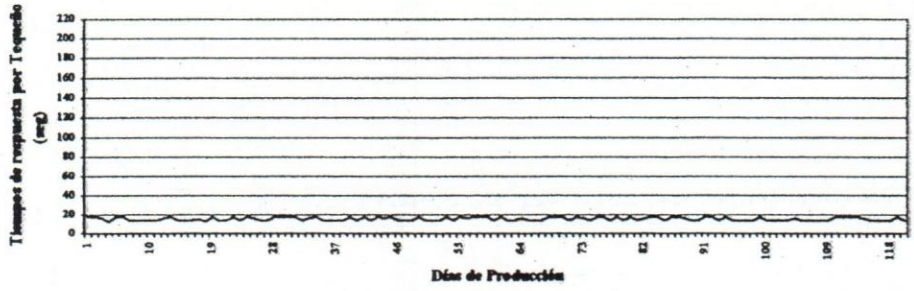
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	p
Debido al Factor	8271.77	1.00	8271.77	112.93	7.71E-22
Residual	17432.63	238.00	73.25		
Total	25704.40				

Se rechaza la hipótesis nula por lo tanto la variable es influyente.

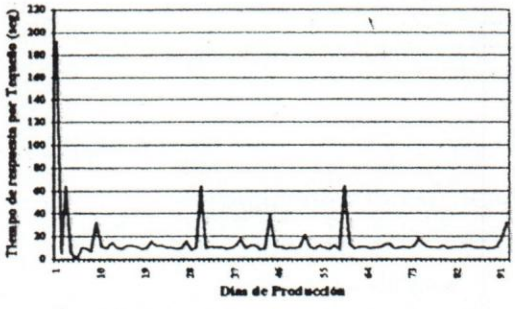
Producción Alta vs. Curva de Aprendizaje

Producción Alta



Media = 15.33 DesvEst = 1.79

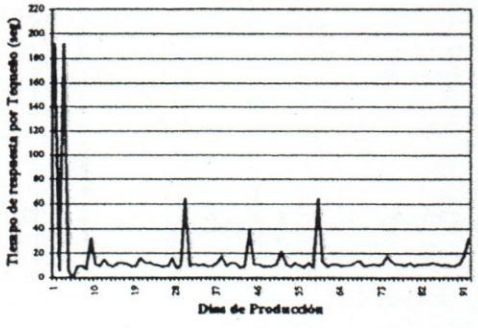
Producción Alta vs. Curva de Aprendizaje Baja



Media = 15.25 DesvEst = 21.42

Se observan Bull-Whips al comienzo muy importantes, luego el proceso se estabiliza por períodos y salen otros Bull-whips. La media no se desplaza pero la desviación estándar aumenta.

Producción Alta vs. Curva de Aprendizaje Alta



Media = 16.64 DesvEst = 27.82

Se observan Bull-Whips al comienzo muy pronunciados, luego el proceso se estabiliza por períodos y salen otros Bull-Whips. La media no se desplaza pero la desviación estándar aumenta.

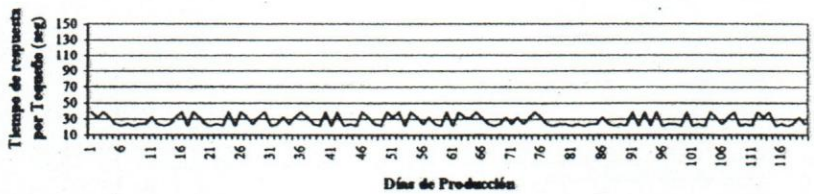
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	P
Debido al Factor	11273.32	1	11273.32	18.29	3.07E-05
Residual	112208.85	182	616.53		
Total	123482.17				

Se rechaza la hipótesis nula por lo tanto la variable es influyente.

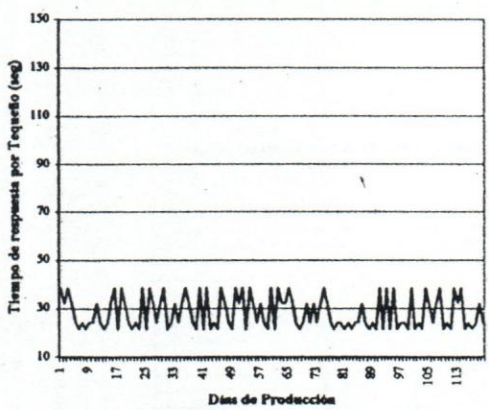
Producción Baja vs. Automatización

Producción Baja



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

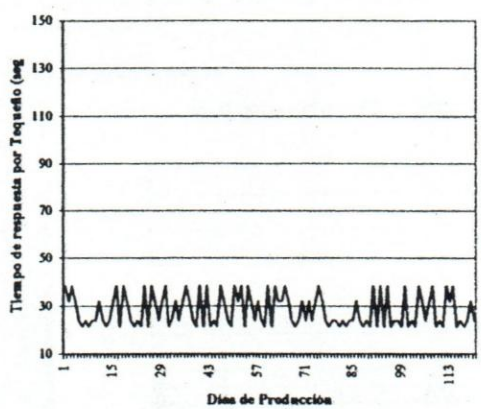
Producción Baja vs. Automatización Baja



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

No se observa ningún Bull-Whip, el proceso es muy estable. La media y la desviación estándar no presentan variación.

Producción Baja Vs. Automatización Alta



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

No se observa ningún Bull-Whip, el proceso es muy estable. La media y la desviación estándar no presentan variación.

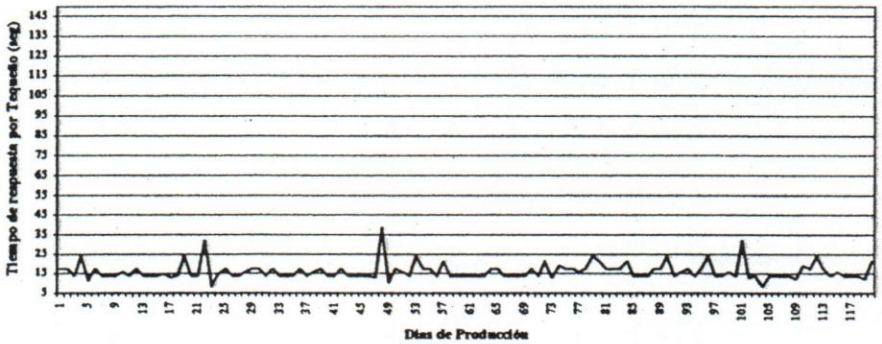
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	p
Debido al Factor	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
Residual	10447.91	238.00	43.90		
Total	10447.91				

Se acepta la hipótesis nula por lo tanto la variable no es influyente.

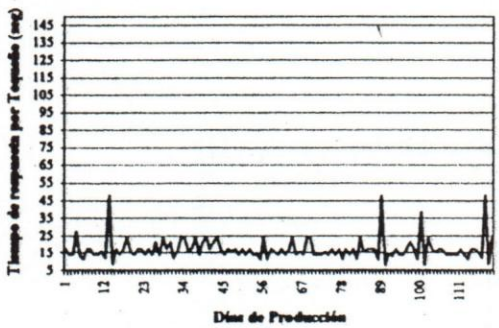
Producción Normal vs. Automatización

Producción Normal



Media = 16.11 DesvEst = 4.32

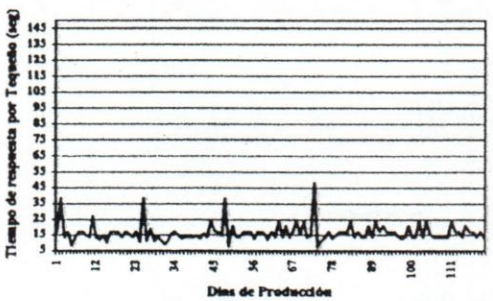
Producción Normal vs. Automatización Baja



Media = 17.32 DesvEst = 6.64

No se observan Bull-Whips, se logra estabilizar el proceso. La media varía poco y la desviación estándar aumenta..

Producción Normal vs. Automatización Alta



Media = 16.73 DesvEst = 5.87

No se observan Bull-Whips en el proceso por lo que es muy estable. La media varía poco y la desviación estándar aumenta levemente.

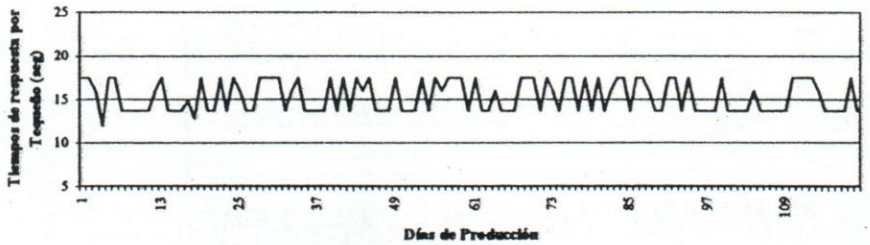
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	p
Debido al Factor	21.34	1.00	21.34	0.54	0.46
Residual	9355.98	238.00	39.31		
Total	9377.32				

Se acepta la hipótesis nula por lo tanto la variable no es influyente.

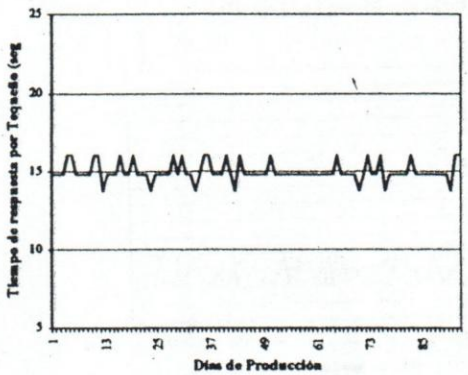
Producción Alta vs. Automatización

Producción Alta



Media = 15.33 DesvEst = 1.79

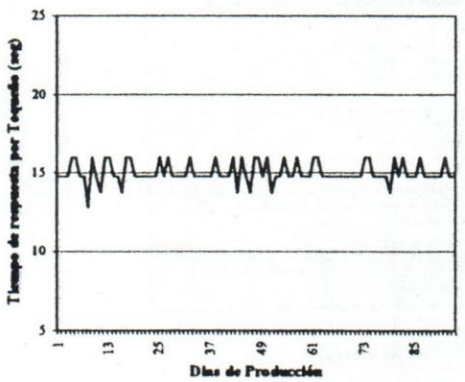
Producción Alta vs. Automatización Baja



Media = 15.04 DesvEst = 1.11

No se observa ningún Bull=Whip, el proceso es muy estable. La media y la desviación estándar varían en muy bajo rango.

Producción Alta vs. Automatización Alta



Media = 15.02 DesvEst = 0.69

No se observa ningún Bull=Whip, el proceso es muy estable. La media se mantiene casi igual, pero la desviación estándar disminuye en un 50 %.

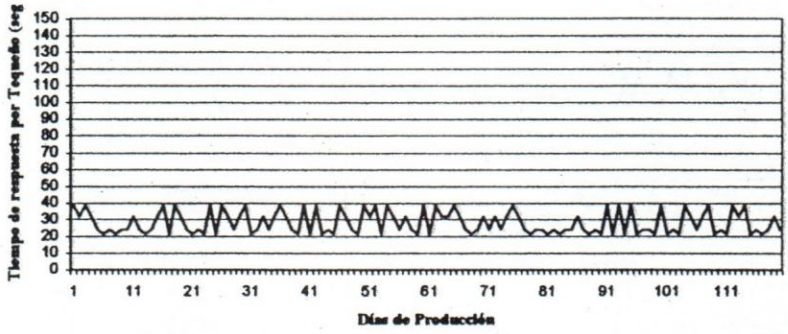
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	p
Debido al Factor	0.01	1.00	0.012	0.01	0.90
Residual	158.97	186.00	0.85		
Total	158.98				

Se acepta la hipótesis nula por lo tanto la variable no es influyente.

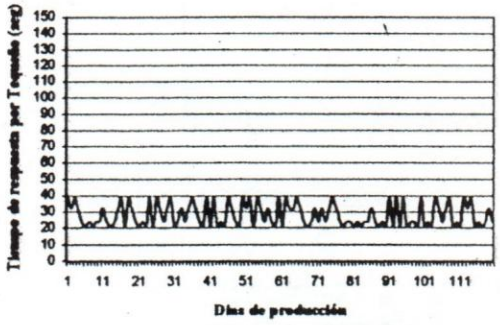
Producción Baja vs. Mano de Obra

Producción Baja



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

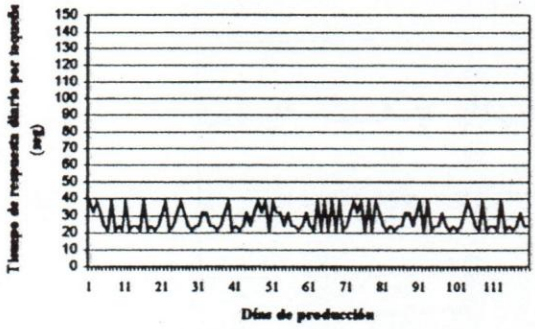
Producción Baja vs. Mano de Obra Alta



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

No se observa ningún Bull-Whip y el proceso es muy estable. La media no varía notablemente al igual que la desviación estándar.

Producción Baja vs. Mano de Obra Baja



Media = 27.84 DesvEst = 6.51

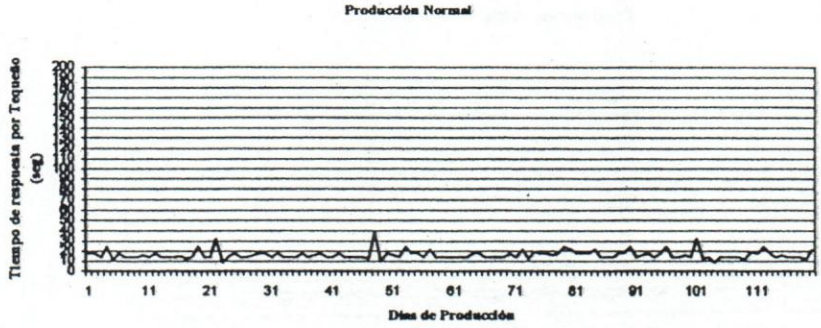
No se observa ningún Bull-Whip y el proceso es estable. La media y la desviación estándar no varían su valor con respecto a la Producción Baja.

Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	p
Debido al Factor	5.64	1.00	5.64	0.13	0.72
Residual	10262.77	238.00	43.12		
Total	10268.41				

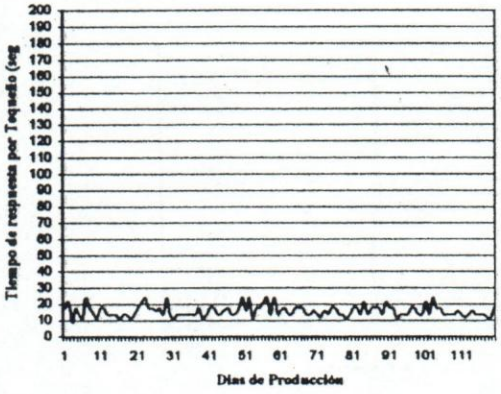
Se acepta la hipótesis nula por lo tanto la variable no es influyente

Producción Normal vs. Mano de Obra



Media = 16.11 DesvEst = 4.32

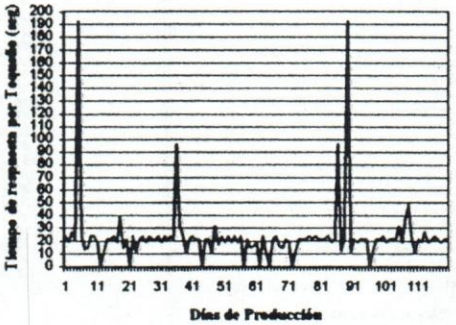
Producción Normal vs. Mano de Obra Alta



Media = 15.71 DesvEst = 3.34

No se observan ningún Bull-Whip y el proceso es completamente estable. La media se desplazo a un menor valor al igual que desviación estándar.

Producción Normal vs. Mano de Obra Baja



Media = 23.89 DesvEst = 25.18

Se observan Bull-Whips muy importantes, el proceso no se logra estabilizar y su media aumentó en un considerable valor al igual que su desviación.

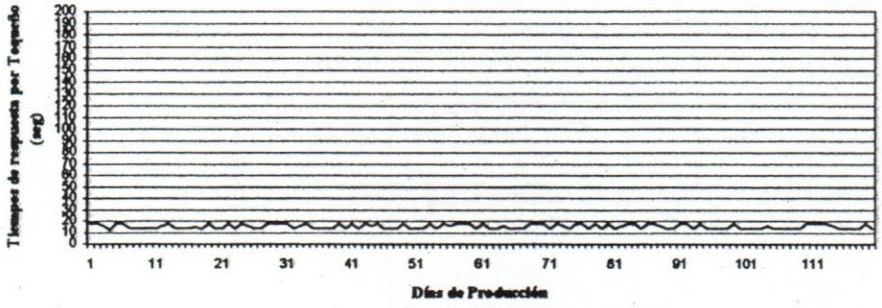
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p
Debido al Factor	4018.59	1.00	4018.59	12.45	5.01E-04
Residual	76799.79	238.00	322.69		
Total	80818.37				

Se rechaza la hipótesis nula por lo tanto la variable es influyente.

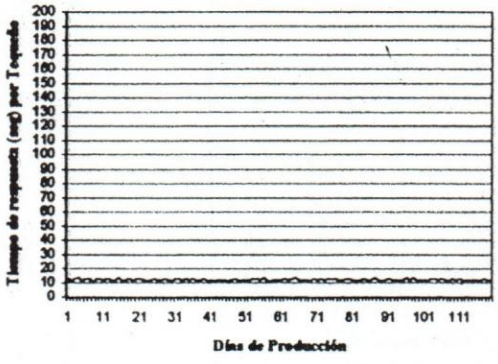
Producción Alta vs. Mano de Obra

Producción Alta



Media = 15.33 DesvEst = 1.79

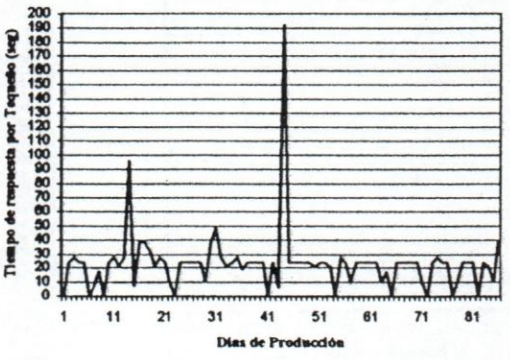
Producción Alta vs. Mano de Obra Alta



Media = 12.18 DesvEst = 0.69

No se observa ningún Bull-Whip, el proceso es muy estable. La media se desplaza hacia un valor menor y la desviación estándar disminuye notablemente su valor.

Producción Alta vs. Mano de Obra Baja



Media = 24.31 DesvEst = 19.38

Presenta Bull-Whips muy importantes y no se logra estabilizar el proceso. La media se desplaza a un valor mayor y la desviación estándar también.

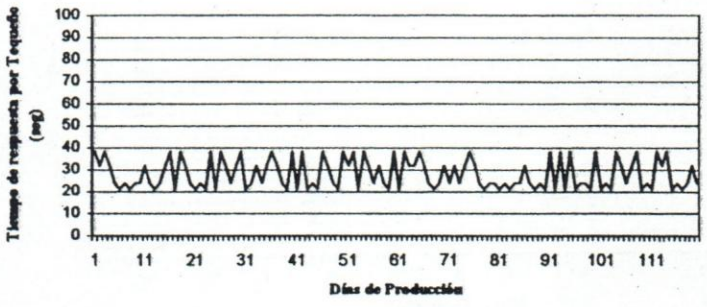
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	p
Debido al Factor	8827.05	1.00	8827.05	46.96	6.15E-11
Residual	44734.92	238.00	187.96		
Total	53561.97				

Se rechaza la hipótesis nula por lo tanto la variable es influyente.

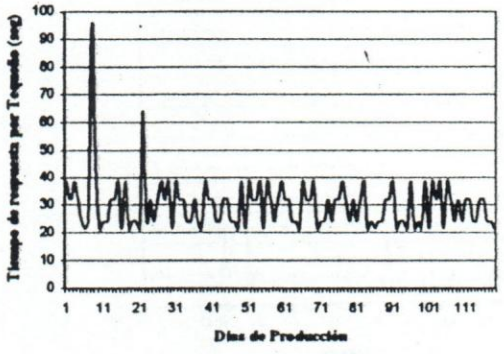
Producción Baja vs. Compra de Materia Prima

Producción Baja



Media = 28.14 DesvEst = 6.63

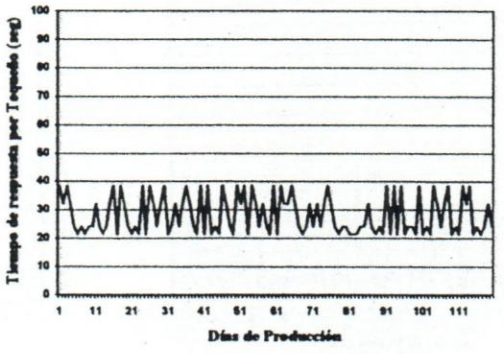
Producción Baja vs. Materia Prima Baja



Media = 29.93 DesvEst = 9.29

Se observan dos Bull-Whip al comienzo del proceso pero luego éste se estabiliza. Se desplazó la media y aumentó la desviación estándar

Producción Baja vs. Materia Prima Alta



Media = 28.12 DesvEst = 6.64

No se observa ningún Bull-Whip durante el período de simulación y el proceso es bastante estable. La media permaneció sin variación al igual que la desviación estándar.

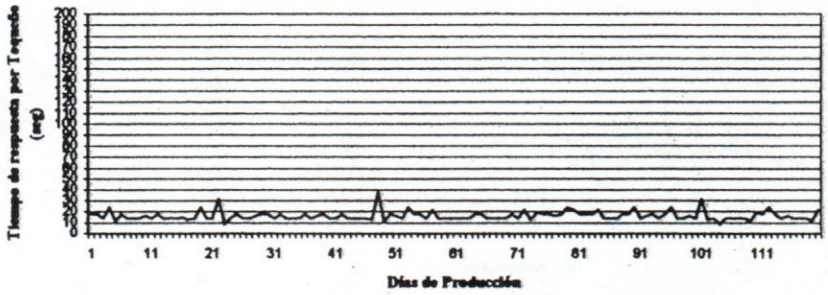
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	P
Debido al Factor	197.29	1.00	197.29	3.03	0.08
Residual	15513.90	238.00	65.18		
Total	15711.19				

Se acepta la hipótesis nula por lo tanto la variable no es influyente.

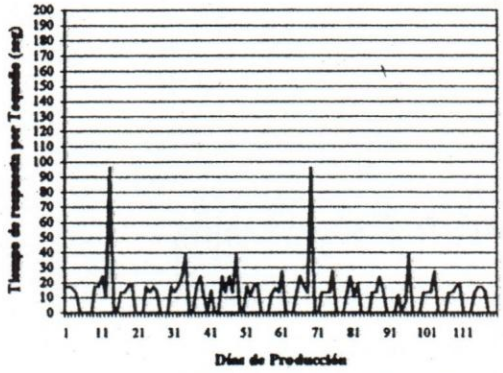
Producción Normal vs. Compra de Materia Prima

Producción Normal



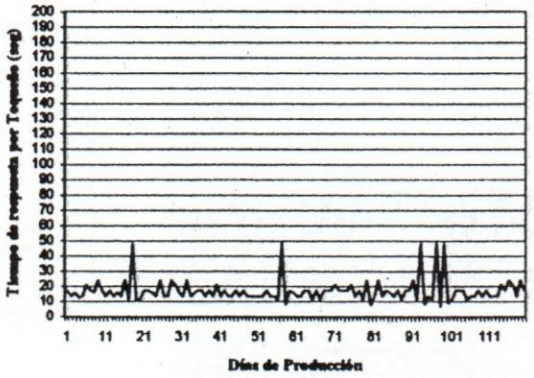
Media = 16.11 DesvEst = 4.32

Producción Normal vs. Materia Prima Baja



Media = 11.71 DesvEst = 14.77

Producción Normal vs. Materia Prima Alta



Media = 18.90 DesvEst = 18.13

Se observan Bull-Whips importantes y recurrentes y no se logra estabilizar el proceso. La media se desplaza hacia abajo y la desviación estándar se incrementa.

Se observan pocos Bull-Whips no muy pronunciados y el proceso se estabiliza en ciertos períodos. La media al igual que la desviación estándar aumentan.

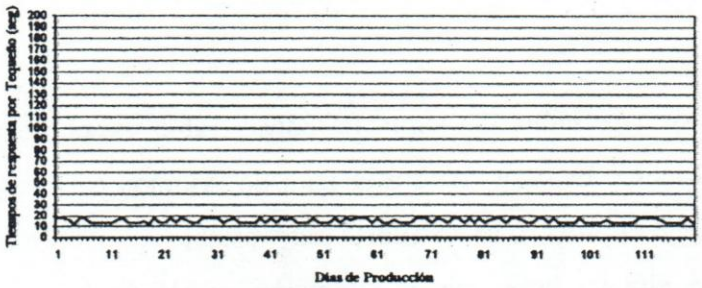
Tabla Anova

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	P
Debido al Factor	6205.01	1.00	6205.01	22.69	3.31E-06
Residual	65075.53	238.00	273.43		
Total	71280.54				

Se rechaza la hinótesis nula por lo tanto la variable es influvente.

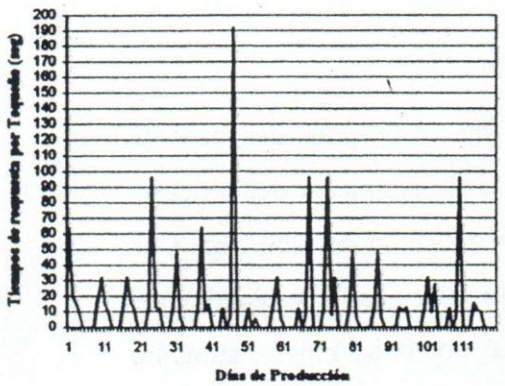
Producción Alta vs. Compra de Materia Prima

Producción Alta



Media = 15.33 DesvEst = 1.79

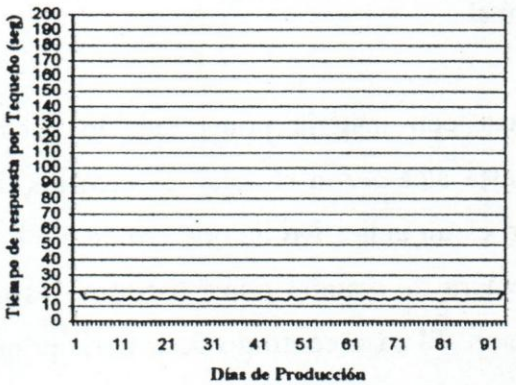
Producción Alta vs. Materia Prima Baja



Media = 12.50 DesvEst = 26.20

Se observan Bull-Whip muy importantes y concurrentes, el proceso nunca se estabiliza. La media disminuye y la desviación estándar aumenta.

Producción Alta vs. Materia Prima Alta



Media = 12.12 DesvEst = 7.89

No se observa ningún Bull-Whip y el proceso es estable durante todo el período de simulación. La media disminuye y la desviación estándar aumenta.

Tabla Anova

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Media	F	P
Debido al Factor	209.99	1.00	209.99	0.53	0.47
Residual	74137.13	186.00	398.59		
Total	74347.12				

Se acepta la hipótesis nula por lo tanto la variable no es influyente.

Materia Prima

Producción Baja

En el caso de materia prima baja hubo un aumento considerable en el tiempo de respuesta al comienzo del proceso. Esto se debió a la falta de insumos para cubrir los niveles de producción pero luego el proceso se comporta muy estable.
En el caso de materia prima alta no hubo mayor alteración en el proceso ni en los tiempos de respuesta.

Producción Normal

En la experiencia con materia prima baja los tiempos de respuestas del proceso aumentaron y hasta alcanzaron el valor de cero los tiempos de respuesta del proceso. Este tiempo cero es un indicativo de que ese día no hubo producción de tequeños. Con este nivel de compra de materia prima (baja) no es posible cubrir las necesidades del nivel de producción. El caso contrario de materia prima alta no hubo ningún aumento de los tiempos de respuesta en el proceso.

Producción Alta

En el caso de materia prima baja aumentaron los tiempos de respuesta considerablemente, es decir, disminuyó la producción y hasta alcanzaron el valor cero, indicativo de que no hubo producción. Con materia prima alta el proceso cumplía con sus necesidades sin ninguna alteración en los tiempos de respuesta.

Variable	Cantidad a Producir			
		Demanda Baja	**Demanda Normal**	**Demanda Alta**
Niveles de las Variables	N A	.-Bullwhips recurrentes que no se estabilizan. .-Valor medio de respuesta y variabilidad iguales al de la curva patrón.	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores a curva patrón. Existencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.	.-Se observa disminución en la magnitud del Bullwhip sin desplazamiento respecto de la curva patrón. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al patrón
	N B	.-Bullwhips recurrentes que no se estabilizan. .-Valor medio de respuesta menor y variabilidad mayor respecto de la curva patrón	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón. .-Existencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización	.-Se observa disminución en la magnitud del Bullwhip respecto de la curva patrón, así como desplazamiento a la derecha. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al patrón
Comentarios • El Análisis de la Varianza nos indica que esta variable no muestra un nivel importante de incidencia en ninguno de los 3 escenarios de demanda.				

Tabla Nº 9 Incidencia de la Variable Cantidad a Producir por Niveles

Variable	Planificación de Compras			
		Demanda Baja	**Demanda Normal**	**Demanda Alta**
Niveles de las Variables	N A	.-Comportamiento inestable a lo largo de la curva. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips que no se estabilizan	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores que la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.	.-Presencia de Bullwhip muy fuerte de mayor magnitud al patrón. .-Valor medio de respuesta y variación, mayor al comportamiento patrón. .-Retraso en la aparición del Bullwhip respecto al patrón.
	N B	.- Comportamiento inestable a lo largo de la curva. .-Tiempo medio de respuesta menor y mayor variabilidad respecto curva patrón. .-Presencia de Bullwhips que no se estabilizan.	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización	.-Descalabro notable de la curva. Incremento en la cantidad de Bullwhips así como en la magnitud de estos. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad considerablemente mayores al patrón.

Comentarios

- En los escenarios de demanda baja y normal, no se observa una influencia importante de la variable.
- En el escenario de demanda alta el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye

Tabla Nº 10 Incidencia de la Variable Planificación de Compras por Niveles

Variable	Calidad			
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Niveles de las Variables	N A	.-Comportamiento inestable a lo largo de la curva. .-Valor medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips que no se estabilizan.	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo medio de respuesta ligeramente menores al de la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización	.-Comportamiento similar al de la curva patrón. .-Se observa un pico de magnitud menor al de la curva patrón, el cual tiende a estabilizarse, sin desplazamiento
	N B	.-Comportamiento inestable a lo largo de la curva. .-Valor medio de respuesta y variabilidad iguales a curva patrón. .-Presencia de Bullwhips que no se estabilizan.	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización	.-Comportamiento similar al de la curva patrón. .-Se observa un pico de igual magnitud al de la curva patrón, el cual tiende a estabilizarse

Comentarios

- El Análisis de la Varianza nos indica que esta variable no muestra un nivel importante de incidencia en ninguno de los 3 escenarios de demanda.

Tabla Nº 11 Incidencia de la Variable Calidad por Niveles

Variable	Mantenimiento			
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Niveles de las Variables	N A	.-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización .-Valor medio de respuesta igual y variabilidad mayor al de la curva patrón. .-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo de medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización.	.-Comportamiento similar al de la curva patrón. .-Pequeña disminución en la magnitud del Bullwhip. .-Ligero retraso en la aparición del Bullwhip.
	N B	.-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización. .-Valor medio de respuesta y variabilidad menor a los de la curva patrón. .-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva,	.-Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. .-Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayores al de la curva patrón. .-Presencia de Bullwhips sin tendencia a la estabilización	.-Comportamiento similar al de la curva patrón. .-Magnitud de Bullwhip prácticamente igual al patrón. .-No se observa ningún desplazamiento de la curva

Comentarios

- El Análisis de la Varianza nos indica que esta variable no muestra un nivel importante de incidencia en ninguno de los 3 escenarios de demanda.

Tabla Nº 12 Incidencia de la Variable Mantenimiento por Niveles

7.2.17 Telares de Palo Grande:

V

Análisis de resultados

A continuación se incluyen los resultados obtenidos de la aplicación del Modelo de Simulación del Proceso de Fabricación de Toallas.

Como se recordará, el modelo analizó cuatro variables las cuales son: capacidad instalada; horarios; política de inventario y curva de aprendizaje. Los resultados se presentan divididos en tres importantes bloques:

- **Demanda alta**: resultados obtenidos al experimentar con niveles altos y bajos de cada una de las cuatro variables analizadas, atendiendo a una demanda alta del producto (páginas 49 a 52).
- **Demanda normal**: resultados obtenidos al experimentar con niveles altos y bajos de cada una de las cuatro variables obtenidas, atendiendo a una demanda normal del producto (páginas 53 a 56).
- **Demanda baja**: resultados obtenidos al experimentar con niveles altos y bajos de cada una de las cuatro variables obtenidas, atendiendo a una demanda baja del producto (páginas 57 a 60).

Por cada bloque se presenta:

1. Gráfica representativa del tiempo de respuesta del sistema en cada escenario de demanda, tal como se encuentra en el proceso original validado, es decir, sin modificar las variables.

2. Gráfica representativa del tiempo de respuesta del sistema en el escenario de demanda respectivo, modificando la variable estudiada (capacidad

instalada, horarios, política de inventario o curva de aprendizaje), a nivel alto, y su respectivo comentario explicativo.

3. Gráfica representativa del tiempo de respuesta del sistema en el escenario de demanda respectivo, modificando la variable estudiada (capacidad instalada, horarios, política de inventario o curva de aprendizaje), a nivel bajo, y su respectivo comentario explicativo.

4. Los valores promedios, las desviaciones estándar y los valores Omega de cada una de las gráficas. *Omega* (Ω) representa la relación porcentual existente entre los valores de la desviación estándar. Esta relación define el nivel de descalabro generado por la modificación de la variable. La ecuación para su obtención es:

$$\Omega = \left| \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\sigma_1} \right| * 100\%$$

donde,

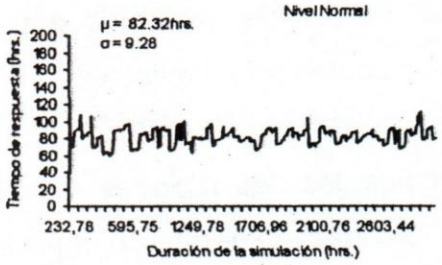
- σ_1 es la desviación estándar de la curva sin modificar la variable
- σ_2 es la desviación estándar de la curva al modificar la variable
- *Al valor de omega se le considerará su signo en el análisis por variable*

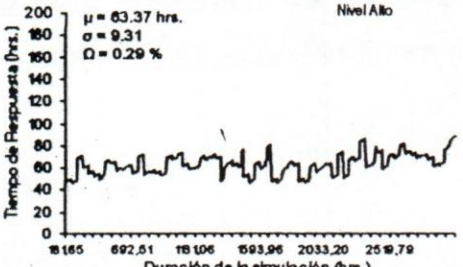
5. Tabla de reporte de los valores de varianza de cada uno de los cuatro experimentos realizados por cada variable en cuestión, en nivel alto y en nivel bajo, para la posterior.

6. Para el estudio de sensibilidad de la variable en cuestión mediante el análisis de *Prueba de Hipótesis* se reporta la Tabla ANOVA y su correspondiente aceptación o rechazo a la hipótesis nula con una significancia del 99%. La hipótesis nula proviene del análisis estadístico en el cual se tiene:

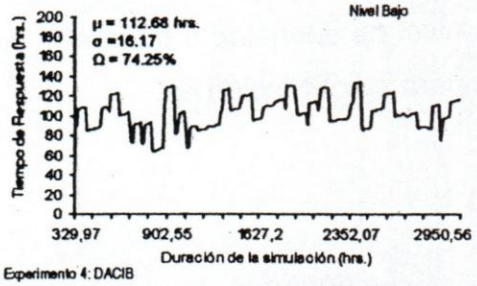
H_0 = el factor NO afecta en los experimentos => La variable no es influyente en el descalabro o amortiguación del proceso.
H_1 = el factor SI afecta en los experimentos => La variable es influyente en el descalabro o amortiguación del proceso.

Análisis de la capacidad instalada en el escenario demanda alta





Experimento 1: DACIA



Experimento 4: DACIB

Comportamiento estable con aparición de pequeños bullwhips recurrentes que se estabilizan con rapidez.
Desplazamiento de la curva hacia abajo demuestra disminución en los tiempos de repuesta.
Muy bajo valor de Omega que indica gran semejanza con la curva validada.
Moderada tendencia al alza en la medida en que se acerca al final de la simulación.

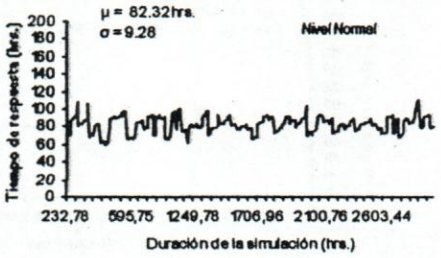
Comportamiento muy inestable durante toda la corrida con aparición de fuertes y recurrentes bullwhips que no se estabilizan.
Desplazamiento de la curva hacia arriba demuestra importante aumento en los tiempos de respuesta.
Por ser tan inestable presenta alto valor de Omega que indica poca semejanza con la curva validada.
No presenta tendencia aparente al aumento o a la disminución de los tiempos de respuesta a lo largo del periodo de simulación.

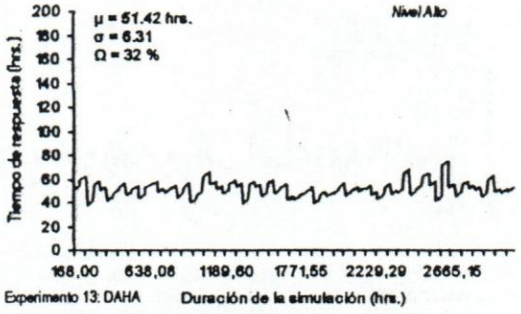
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
86.68	262.44
102.01	295.84
80.46	198.81
102.01	272.25
92.79	257.34

Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debida al factor	54150.61	1	54150.61	58.90	0.026%
Residual	5515.73	6	919.29		
Total	59666.34	7			

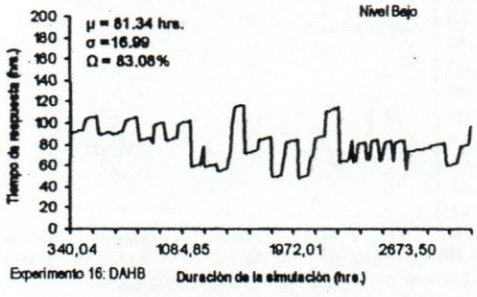
Rechazo Ho, el factor Capacidad Instalada SI afecta

Análisis de los horarios en el escenario demanda alta





Comportamiento muy estable, bastante más que la curva validada. Los bullwhips presentados son poco significativos.
Importante desplazamiento de la curva hacia abajo demuestra disminución de los tiempos de respuesta a niveles mínimos.
Por ser mucho más estable su Omega es alto indicando poca semejanza con la curva validada.
No presenta tendencias. Sin embargo al final de la simulación se observan los picos más altos.



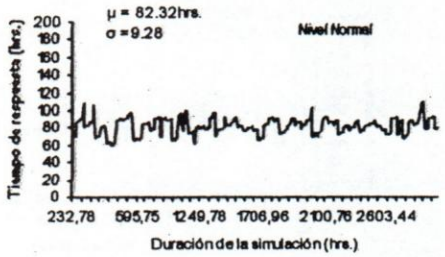
Comportamiento de enorme inestabilidad,.
Presenta bullwhips recurrentes que no se amortiguan en el tiempo.
La media de los tiempos de respuesta no sufre modificaciones notables.
El alto valor de Omega muestra gran diferencia con la curva validada.
Pareciera tener una ligera tendencia a la baja y a la estabilidad al final pero no se puede asegurar nada dada la gran variabilidad del gráfico.

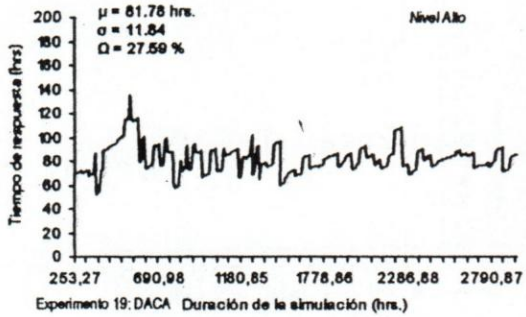
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
39.82	289.00
89.30	216.09
53.00	156.25
64.64	361.00
61.69	255.86

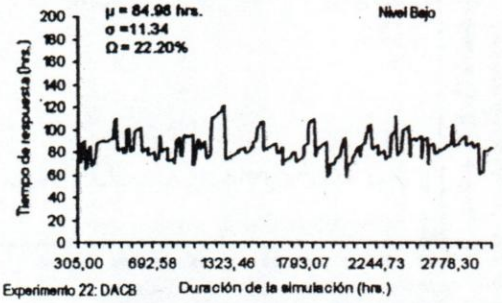
Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debida al factor	75190.81	1	75190.81	18.06	0.538%
Residual	24981.36	6	4163.56		
Total	100172.17	7			

Rechazo Ho, el factor Horarios SI afecta

Análisis de la curva de aprendizaje en el escenario demanda alta







Comportamiento muy variable al principio.
Presenta gran cantidad de bullwhips que se estabilizan lentamente.
El valor de la media del tiempo de respuesta no sufre desplazamientos ni modificaciones significativas.
La variabilidad de los valores arrojados es alta y hace que esta curva sea notablemente diferente a la gráfica del modelo validado.
Muestra una evidente tendencia a la baja de los tiempos de respuesta y a la amortiguación de los bullwhips.

Comportamiento inestable. Presenta bullwhips recurrentes que no se amortiguan en el tiempo.
La media de los tiempos de respuesta no sufre modificaciones notables.
El valor del porcentaje de desviación es significativo lo cual se refleja en la poca similitud con la curva validada.
Tendencia poco definida que aparenta mantener el mismo comportamiento hasta ahora mostrado.

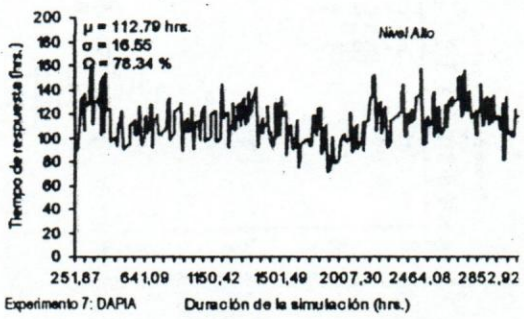
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
139.24	144
166.41	129.96
125.44	163.84
210.25	141.61
160.34	144.85

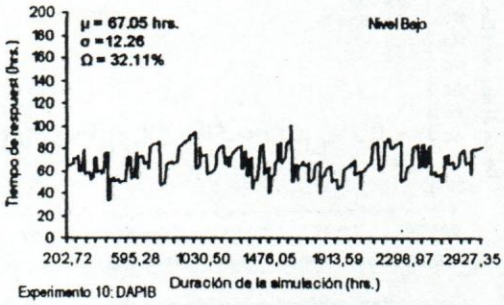
Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	*G.F.*	*Cuad. Med.*	*F*	*Valor p*
Debida al factor	479.42	1	479.42	0.60	46.757%
Residual	4784.63	6	797.44		
Total	5264.05	7			

Acepto Ho, el factor Curva de aprendizaje NO afecta

Análisis de las políticas de inventario en el escenario demanda alta







Comportamiento muy variable durante toda la corrida, aparición de bullwhips que se estabilizan.
Notable aumento de la media que se evidencia en el desplazamiento de la curva hacia arriba
Por ser tan variable presenta alto valor de Omega lo cual indica poca semejanza con la curva validada.
No presenta tendencia a disminuir la variabilidad en vista de que toda la gráfica oscila a lo largo de la simulación.

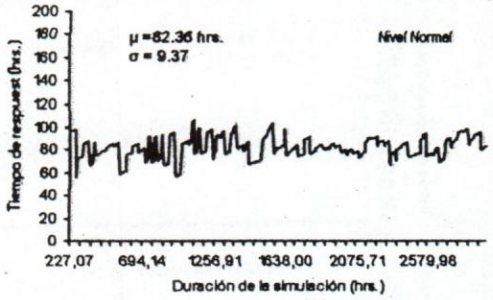
Comportamiento inestable durante toda la corrida con aparición de bullwhips poco amortiguados.
Disminución en los tiempos de respuesta que se evidencia con el desplazamiento hacia debajo de la curva.
El valor de Omega indica gran variabilidad en el proceso y poca semejanza con la curva validada.
Se proyecta un comportamiento muy similar al presentado.

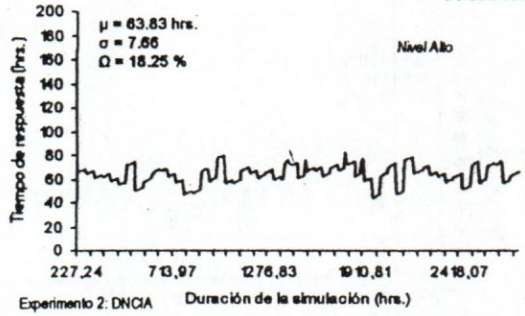
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
275.56	151.29
259.21	110.25
268.96	148.84
292.41	158.76
274.04	142.29

Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	*D.F.*	*Cuad. Med.*	*F*	Valor p
Debida al factor	34716.13	1	34716.13	103.77	0.005%
Residual	2007.23	6	334.54		
Total	396723.35	7			

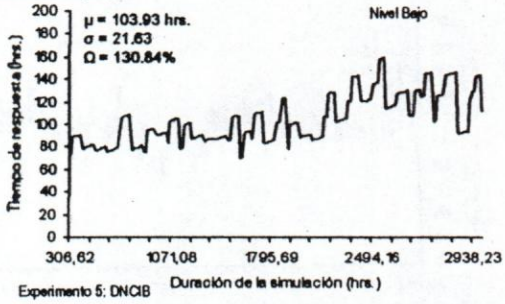
Rechazo Ho, el factor Política de inventarios SI afecta

Análisis de la capacidad instalada en el escenario demanda normal





Experimento 2: DNCIA



Experimento 5: DNCIB

Comportamiento más estable que la curva validada y aparición menos frecuente de bullwhips.
Los Bullwhip presentados son muy leves y se amortiguan con rapidez.
Desplazamiento de la curva hacia abajo demuestra disminución en los tiempos de repuesta.
Por ser más estable presenta un valor de Omega que indica ligera diferencia con la curva validada.
No presenta tendencia aparente a la subida o bajada de los tiempos de respuesta a lo largo de todo el periodo de simulación.

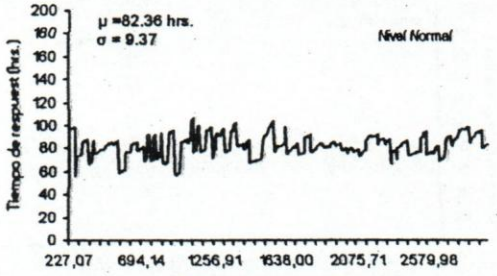
Comportamiento con moderada estabilidad inicial que se transforma en inestable con aparición de fuertes y recurrentes bullwhips que no llegan a estabilizarse.
Desplazamiento de la curva hacia arriba demuestra un importante aumento en los tiempos de respuesta.
Entre los mayores valores de Omega encontrados, lo que indica extrema diferencia con la curva validada.
Evidente tendencia al aumento al final del periodo de simulación.

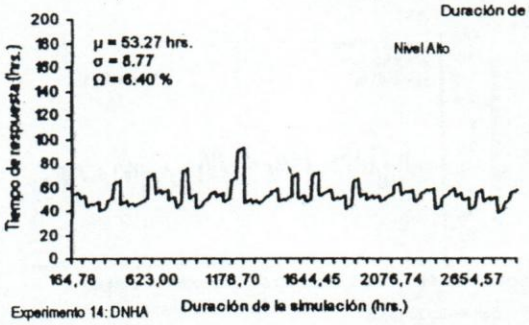
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
58.68	466.56
95.68	190.44
83.36	265.69
121.00	345.96
89.67	317.16

Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	*D.F.*	Cuad. Med.	*F*	Valor p
Debida al factor	103505.47	1	103505.47	14.16	0.937%
Residual	43874.74	6	7312.46		
Total	147380.21	7			

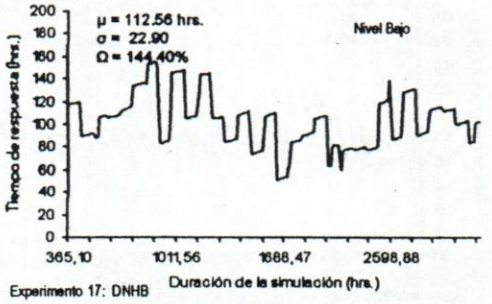
Rechazo Ho, el factor Capacidad Instalada SI afecta

Análisis de los horarios en el escenario demanda normal





Experimento 14: DNHA



Experimento 17: DNHB

Comportamiento inestable con algunos bullwhips fuertes en la mitad que se estabilizan a medida que corre la simulación.
Disminución de los tiempos de respuesta a niveles muy bajos que se evidencian en el desplazamiento de la curva hacia abajo.
El valor de Omega no es muy alto, lo que indica gran similitud con la validada también evidenciada en la inestabilidad al inicio de la simulación.
Presenta tendencia a la disminución de la aparición de bullwhips a medida que se desarrolla.

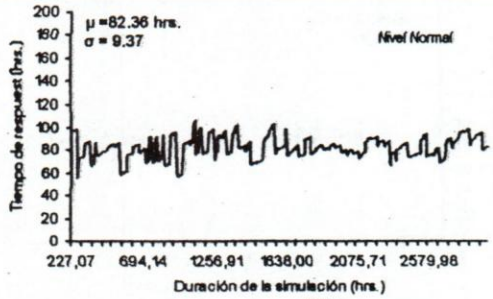
Comportamiento de muy pronunciada variabilidad, presencia de bullwhips recurrentes y no amortiguados.
La media de los tiempos de respuesta sufre modificaciones notables y hace que alcancen valores máximos.
El alto valor de Omega demuestra la gran diferencia con la curva validada.
No presenta tendencia aparente de alta o baja en los tiempos de respuesta.

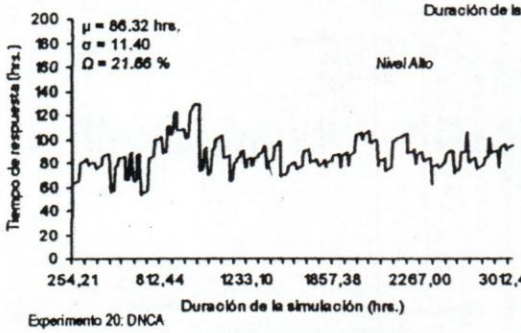
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
76.91	524.41
57.76	580.81
54.91	650.25
104.04	590.49
73.40	586.49

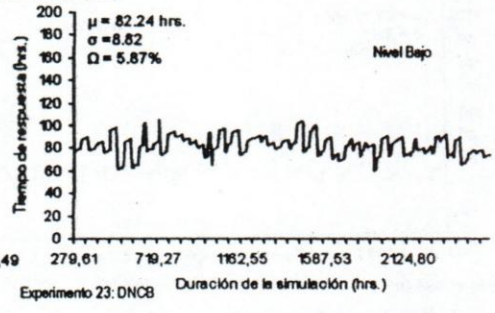
Tabla ANOVA					
Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F.*	*Cuad. Med.*	*F*	*Valor p*
Debida al factor	526511.92	1	526511.92	332.35	0.000%
Residual	9505.24	6	1584.21		
Total	536017.16	7			

Rechazo Ho, el factor Horarios SI afecta

Análisis de la curva de aprendizaje en el escenario demanda normal







Comportamiento muy variable que presenta gran cantidad de bullwhips de lenta estabilización.
El valor de la media del tiempo de respuesta no sufre desplazamientos ni modificaciones significativas.
La variabilidad de los valores arrojados es alta y hace que esta curva sea ligeramente diferente a la gráfica del modelo validado.
Tendencia a estabilizar los bullwhips y a disminuir la variabilidad.

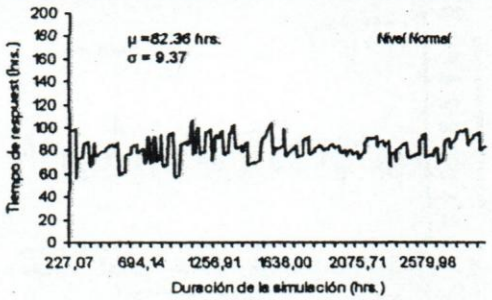
Comportamiento relativamente estable con presencia de bullwhips que se amortiguan.
La media de los tiempos de respuesta varía de manera insignificante.
El valor de Omega relativamente bajo evidencia la similitud con la curva validada.
Presenta una ligera tendencia a estabilizarse aún más en la medida en que se siga corriendo el modelo.

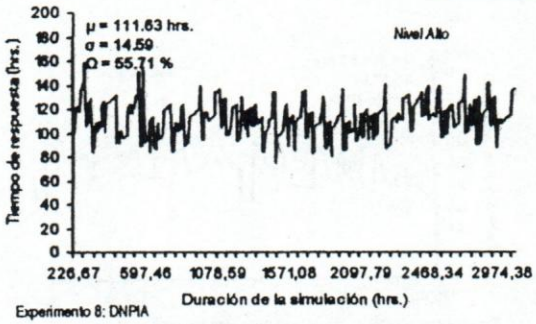
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
179.56	77.79
112.36	161.29
81.90	102.01
129.96	78.86
125.95	104.99

Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	G.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debida al factor	878.55	1	878.56	0.55	48.702%
Residual	9616.33	6	1602.72		
Total	10494.88	7			

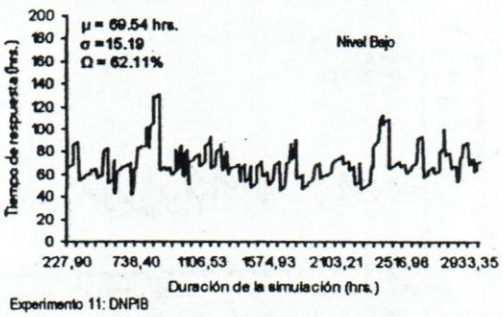
Acepto Ho, el factor Curva de aprendizaje NO afecta

Análisis de la política de inventarios en el escenario demanda normal





Experimento 8: DNPIA



Experimento 11: DNPIB

Comportamiento de alta variabilidad. Aparición de bullwhips que se amortiguan con rapidez.
Desplazamiento de la curva hacia arriba demuestra un importante aumento en los *tiempos de respuesta*.
Alto porcentaje de desviación indica extrema diferencias entre esta curva y la validada.
Aparenta mantener un comportamiento muy similar al llevado hasta ahora.

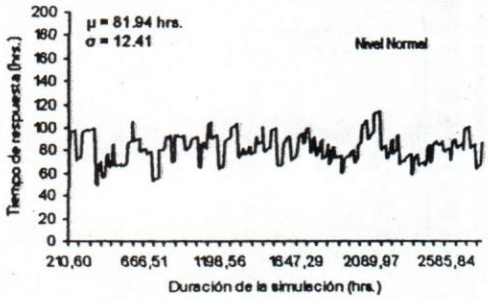
Comportamiento inestable al inicio con aparición de bullwhips recurrentes que se amortiguan con rapidez.
Disminución en los tiempos de respuesta que se evidencia en el descenso de la media.
Gran variabilidad en el proceso que se demuestra con el alto porcentaje de desviación.
Es poco confiable el comportamiento como para determinar algún tipo de tendencia.

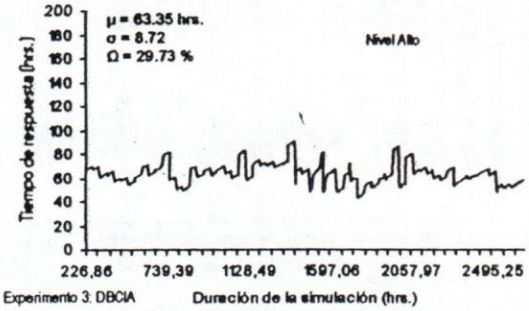
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
213.16	231.04
327.61	139.24
228.01	114.49
196.000	156.25
241.20	160.23

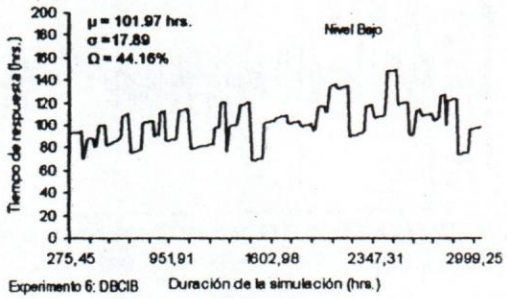
Tabla ANOVA					
Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F.*	*Cuad. Med.*	*F*	*Valor p*
Debida al factor	13102.57	1	13102.57	4.36	8.183%
Residual	18032.57	6	3005.43		
Total	31135.14	7			

Acepto Ho, el factor Política de inventarios NO afecta

Análisis de la capacidad instalada en el escenario demanda baja







Comportamiento estable con aparición de pequeños bullwhips recurrentes que se estabilizan en algunos casos con mayor rapidez que otros.
Desplazamiento de la curva hacia abajo demuestra disminución en los tiempos de repuesta.
Valor de Omega indica poca semejanza con la curva validada.
Moderada tendencia a la baja en la medida en que se acerca al final de la simulación

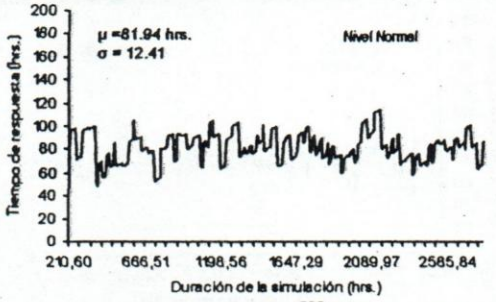
Comportamiento inestable durante toda la corrida con aparición de fuertes y recurrentes bullwhips que no muestran tendencias a la estabilidad.
Desplazamiento de la curva hacia arriba demuestra aumento en los tiempos de respuesta.
Alto valor de Omega que indica gran diferencia con la curva validada.
Aumento de los tiempos de respuesta y de la aparición de bullwhips a medida que transcurre el tiempo de simulación.

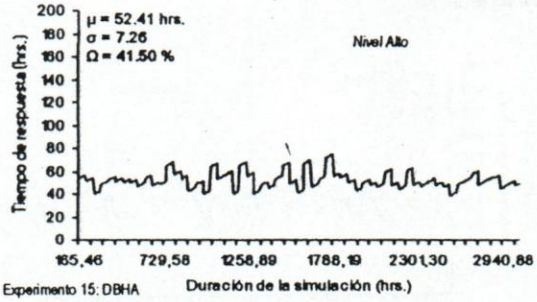
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
76.04	320.41
85.93	219.04
123.21	256.00
91.59	268.96
94.19	**266.10**

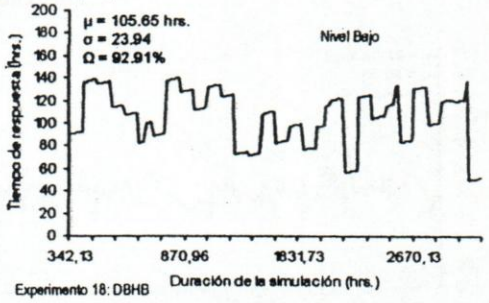
Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	*G.F.*	*Cuad. Med.*	*F*	Valor p
Debida al factor	59106.75	1	59106.75	54.39	0.032%
Residual	6521.02	6	1086.84		
Total	65627.77	7			

Rechazo Ho, el factor Capacidad Instalada SI afecta

Análisis de los horarios en el escenario demanda baja







Comportamiento con cierta estabilidad tanto al inicio como al final de la simulación, en el periodo del medio presenta bullwhips recurrentes que se amortiguan.
Desplazamiento de la curva hacia abajo *demuestra una disminución en los tiempos de* respuesta a niveles muy bajos.
Omega es elevado indicando diferencias notables entre esta curva y la validada.
Luego de la estabilización de los últimos Bullwhips presenta una ligera tendencia a la baja de los tiempos de respuesta.

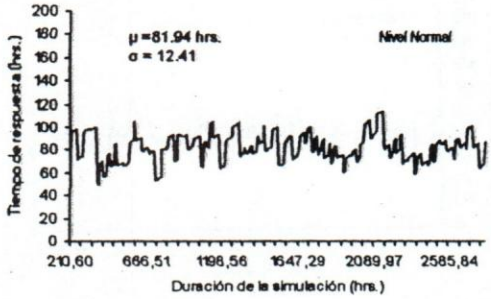
El comportamiento variable es aún mayor.
Presenta bullwhips hacia abajo que evidencian disminuciones violentas.
La media de los tiempos de respuesta sufre modificaciones algo notables y hace que se *alcancen valores tanto altos como normales.*
Presenta un muy alto valor de Omega lo cual explica la gran diferencia con la curva validada.
Se espera que la curva continuará con estos bullwhips recurrentes y descendientes sin mostrar tendencias en cuanto al alza o disminución del promedio en sí.

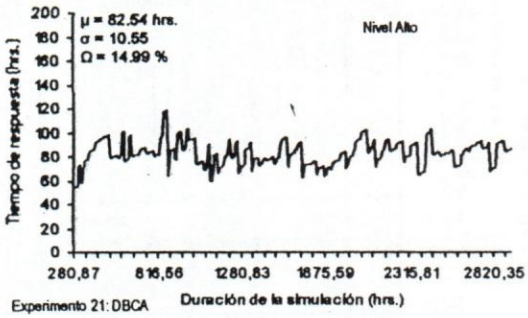
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
52.71	571.2
57.00	441.00
55.50	342.25
56.70	538.24
55.48	473.18

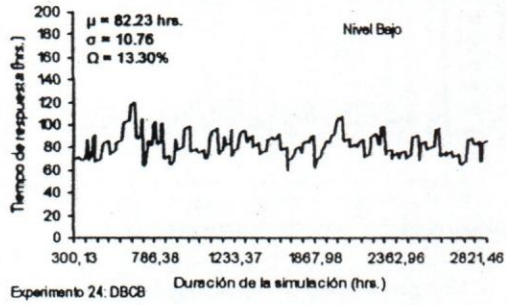
Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	*G.F.*	Cuad. Med.	*F*	Valor p
Debida al factor	348940.94	1	348940.94	65.36	0.019%
Residual	32032.40	6	5338.73		
Total	380973.34	7			

Rechazo Ho, el factor Horarios SI afecta

Análisis de la curva de aprendizaje en el escenario demanda baja







Comportamiento variable que presenta gran cantidad de bullwhips que no se estabilizan.
El valor de la media del tiempo de respuesta se mantiene prácticamente igual.
Bajo valor de Omega indica gran similitud con la curva validada.
Tendencia poco definida que aparenta estabilizar en pequeña medida el comportamiento hasta ahora mostrado.

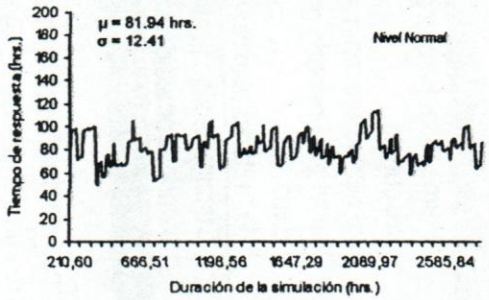
Comportamiento variable que se amortigua y luego se repite y finalmente se estabiliza medianamente.
La media de los tiempos de respuesta varía de *manera insignificante*.
Bajo valor de Omega que demuestra un cierto nivel de similitud con la curva validada.
Se espera que luego de esta segunda estabilización la curva de mantenga con este comportamiento ligeramente amortiguado.

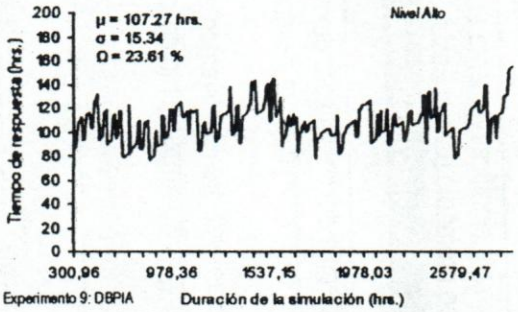
Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
112.36	116.64
106.09	110.25
125.44	132.25
193.21	116.64
134.28	**118.95**

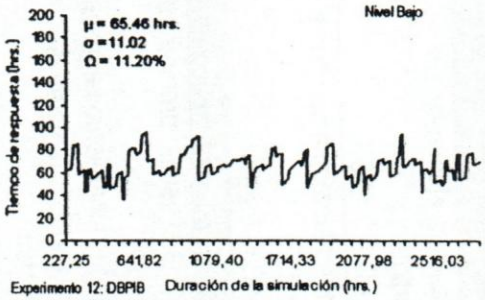
Tabla ANOVA					
Fuentes	Sum. Cuadrados	*D.F.*	Cuad. Med.	*F*	Valor p
Debida al factor	470.02	1	470.02	0.55	48.476%
Residual	5089.31	6	848.22		
Total	5559.32	7			

Acepto Ho, el factor Curva de aprendizaje NO afecta

Análisis de las políticas de inventarios en el escenario demanda baja







Comportamiento inestable con aparición de bullwhips que no muestran tendencias a la estabilidad.
Aumento de los tiempos de respuesta que se demuestra con el desplazamiento de la curva hacia arriba.
Diferencia entre el comportamiento de esta curva y el de la validada que se evidencia en el alto valor de Omega.
Ligera tendencia al aumento en los tiempos de respuesta y a la reaparición de bullwhips a medida que transcurre el tiempo de simulación.

Comportamiento muy variable con aparición de bullwhips no se estabilizan.
Desplazamiento de la curva hacia abajo demuestra disminución en los tiempos de respuesta.
Porcentaje de desviación moderado lo indica que no hay diferencia significativa entre el comportamiento de esta curva y la validada.
No hay tendencia en cuanto a la disminución o aumento de la variabilidad del proceso.

Varianza nivel alto	Varianza nivel bajo
234.09	121.00
316.84	171.61
265.69	104.04
285.61	139.24
275.556	133.972

Tabla ANOVA

Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debida al factor	40092.624	1	40092.624	39.237	0.077%
Residual	6130.787	6	1021.798		
Total	46223.411	7			

Rechazo Ho, el factor Política de inventarios SI afecta

Variable:		Capacidad Instalada		
Impacto general:	Alta variabilidad y desestabilización del proceso.			
Impacto de la variable en el descalabro del proceso:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
	NB:	Descalabra el proceso significativamente, sin amortiguarlo. Valor Ω = 130,84%	Descalabra el proceso sin amortiguarlo. Valor Ω = 74,25%	Descalabra el proceso sin amortiguarlo. Valor Ω = 44,16%
	NA:	Amortigua el proceso Valor Ω = -18,25%	No descalabra ni amortigua el proceso. Valor Ω = 0,29%	Amortigua significativamente el proceso. Valor Ω = -29,73%
Impacto de la variable en el tiempo promedio de respuesta:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
	NB:	Aumenta el tiempo promedio de respuesta. El tiempo aumenta a medida que avanza el período de simulación, dado que no hay congestionamiento de material al inicio de la simulación.	Aumenta el tiempo promedio de respuesta. El congestionamiento de material ocurre a todo lo largo de la simulación.	Aumenta el tiempo promedio de respuesta. El tiempo aumenta a medida que avanza el período de simulación, dado que no hay congestionamiento de material al inicio de la simulación.
	NA:	Disminuye significativamente el tiempo promedio de respuesta.	Disminuye significativamente el tiempo promedio de respuesta.	Disminuye significativamente el tiempo promedio de respuesta.
Impacto según el escenario[1]:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
		8º	4º	5º
Comentarios generales:	• En experimentos con la variable en nivel bajo, además del descalabro del proceso, se disminuye considerablemente la cantidad de entidades que salen del sistema. Ello es sinónimo de un descalabro aún mayor que no se evidencia en la gráfica. • La modificación de esta variable en nivel bajo incrementa significativamente los cuellos de botella. • La modificación de esta variable en nivel alto favorece el cumplimiento de los planes de producción y por ende, la satisfacción de la demanda.			

[1] Posición de los experimentos de acuerdo el descalabro que generan en el proceso, según el Valor p de tabla ANOVA. Entre menor sea el valor de p más influyente es el factor dado que éste representa la probabilidad de aceptación de la hipótesis nula (Ho)

Variable:	Horarios		
Impacto general:	Alta variabilidad y desestabilización del proceso.		
Impacto de la variable en el descalabro del proceso:	**Demanda Normal**	**Demanda Alta**	**Demanda Baja**
NB:	Descalabra el proceso significativamente, sin amortiguarlo. VALOR Ω = 144,40%	Descalabra el proceso con posible amortiguación a futuro. VALOR Ω = 83,08%	Descalabra el proceso sin amortiguarlo. VALOR Ω = 92,91%
NA:	Amortigua levemente el proceso. VALOR Ω = -6,40%	Amortigua significativamente el proceso. VALOR Ω = -32%	Amortigua significativamente el proceso. VALOR Ω = -41,50%
Impacto de la variable en el tiempo promedio de respuesta:	**Demanda Normal**	**Demanda Alta**	**Demanda Baja**
NB:	Aumenta significativamente el tiempo promedio de respuesta. El tiempo promedio de respuesta aumenta desordenadamente hasta el tercer mes; luego su comportamiento se asemeja al de la curva modelo.	El tiempo promedio de respuesta no sufre modificaciones importantes, pero la demanda no se satisface (menos del 55% requerido).	Aumenta significativamente el tiempo promedio de respuesta. El tiempo promedio de respuesta aumenta desordenadamente durante todo el período de la simulación.
NA:	Disminuye significativamente el tiempo promedio de respuesta.	Disminuye significativamente el tiempo promedio de respuesta.	Disminuye significativamente el tiempo promedio de respuesta.
Impacto según el escenario[2]:	**Demanda Normal**	**Demanda Alta**	**Demanda Baja**
	1°	7°	3°
Comentarios generales:	• En experimentos con la variable en nivel bajo, además del descalabro del proceso, ocurrió la mayor disminución de la cantidad de entidades que salieron del sistema. Ello es sinónimo de un descalabro aún mayor que no se evidencia en la gráfica. • La modificación de esta variable en nivel bajo incrementa significativamente los cuellos de botella. • La modificación de esta variable en nivel alto favorece el cumplimiento de los planes de producción y por ende, la satisfacción de la demanda. • Los resultados obtenidos al experimentar con esta variable en nivel bajo fueron significativamente positivos.		

[2] Posición de los experimentos de acuerdo el descalabro que generan en el proceso, según el Valor p de tabla ANOVA. Entre menor sea el valor de p más influyente es el factor dado que éste representa la probabilidad de aceptación de la hipótesis nula (H_0)

Variable:		Curva de Aprendizaje		
Impacto general:	Baja variabilidad y desestabilización poco relevante del proceso.			
Impacto de la variable en el descalabro del proceso:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
	NB:	No descalabra el proceso. Amortiguación leve. VALOR Ω = -5,87%	Descalabra el proceso con amortiguación a futuro. VALOR Ω = 22,20%	No descalabra el proceso. Amortiguación moderada. VALOR Ω = -13,30%
	NA:	Descalabra levemente el proceso. VALOR Ω = 21,66%	Descalabra el proceso y lo amortigua a partir del segundo mes. VALOR Ω = 27,59%	No descalabra el proceso. Amortiguación moderada. VALOR Ω = -14,99%
Impacto de la variable en el tiempo promedio de respuesta:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
	NB:	No afecta el tiempo promedio de respuesta en ningún momento de la simulación.	El tiempo promedio de respuesta sufre leves modificaciones hacia arriba.	No afecta el tiempo promedio de respuesta en ningún momento de la simulación.
	NA:	Aumenta ligeramente el tiempo promedio de respuesta. El tiempo promedio de respuesta aumenta hasta el segundo mes; luego su comportamiento se asemeja al de la curva modelo con una media superior.	El tiempo promedio de respuesta aumenta significativamente al principio de la simulación; luego disminuye abruptamente hasta niveles levemente menores al de la curva modelo.	No afecta el tiempo promedio de respuesta en ningún momento de la simulación.
Impacto según el escenario[3]:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
		12º	10º	11º
Comentarios generales:	• El comportamiento de la curva en los períodos iniciales de los experimentos es oscilante hacia arriba con presencia de picos en las gráficas. Ello se explica por el retraso de los procesos en los períodos de aprendizaje. • Los resultados inesperados de la aplicación de esta variable (poco impacto en la simulación) pueden explicarse por la automatización de los procesos en la planta.			

[3] Posición de los experimentos de acuerdo el descalabro que generan en el proceso, según el Valor p de tabla ANOVA. Entre menor sea el valor de p más influyente es el factor dado que éste representa la probabilidad de aceptación de la hipótesis nula (H_0)

Variable:		Políticas de Inventario		
Impacto general:	Alta variabilidad y desestabilización del proceso.			
Impacto de la variable en el descalabro del proceso:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
	NB:	Descalabra el proceso significativamente. Amortiguación posterior leve. VALOR Ω = 62.11%	Descalabra el proceso sin tendencia a amortiguación. VALOR Ω = 32,11%	Descalabra el proceso en forma moderada. VALOR Ω = -11,20%
	NA:	Descalabra el proceso significativamente. VALOR Ω = 55,71%	Descalabro significativo a lo largo de toda la simulación. VALOR Ω = 78,34%	Descalabro significativo a lo largo de toda la simulación. VALOR Ω = 23,61%
Impacto de la variable en el tiempo promedio de respuesta:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
	NB:	Disminuye el tiempo promedio de respuesta con ciertas excepciones a lo largo de la simulación.	El tiempo promedio de respuesta disminuye significativamente, manteniendo cierta variabilidad a lo largo de la simulación.	Disminuye el tiempo promedio de respuesta, pero con aumentos eventuales a lo largo de la simulación.
	NA:	Aumenta significativamente el tiempo promedio de respuesta, a todo lo largo de la simulación.	El tiempo promedio de respuesta aumenta significativamente a lo largo de la simulación.	El tiempo promedio de respuesta aumenta significativamente a lo largo de la simulación
Impacto según el escenario[4]:		Demanda Normal	Demanda Alta	Demanda Baja
		9°	2°	6°
Comentarios generales:	• En experimentos con la variable en nivel bajo, ocurrió descalabro del proceso pero siempre disminuyó el tiempo promedio de respuesta. • La cantidad de entidades que produjo el sistema alcanzó niveles superiores al de la curva modelo. • La modificación de esta variable en nivel alto incrementa los cuellos de botella. También favorece el cumplimiento de los volúmenes de producción aunque con un mayor tiempo de respuesta.			

[4] Posición de los experimentos de acuerdo el descalabro que generan en el proceso, según el Valor p de tabla ANOVA. Entre menor sea el valor de p más influyente es el factor dado que éste representa la probabilidad de aceptación de la hipótesis nula (H_0)

7.2.18 Maltin Polar

CAPITULO 9 : DISEÑO DE EXPERIMENTO

9.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

La finalidad de realizar el diseño de experimento es conseguir cuáles son las variables que afectan el proceso productivo de la línea de envasado, tomando como parámetro fijo el tiempo de respuesta de dicha línea de producción.

9.2 ESCOGENCIA DE LOS FACTORES Y NIVELES A ESTUDIAR.

Para la escogencia de los factores a estudiar se tomó en consideración posibles causas que originarían desperdicios en la línea de producción, entendiendo como desperdicio toda actividad del proceso que agrega costo pero no valor al producto. De acuerdo con lo anterior, los factores que se decidieron investigar y sus respectivos rangos experimentales son:

Capacidad Instalada de las máquinas.	± 10%
Calidad de la línea de envasado.	± 1.5%
Paradas Programas.	± 10%
Distancia entre las máquinas.	± 15%
Curva de Aprendizaje	Nivel normal de operación.

Tabla # 10: Lista de factores a estudiar.

Para cada uno de esos factores se determinaron dos niveles que se eligieron por encima y por debajo de las condiciones habituales de trabajo en el proceso productivo; el nivel normal de operación del proceso productivo fue considerado como referencia en el diseño del experimento.

Por lo tanto la experimentación consta de 3*2*n casos de estudio. Cada uno de estos diferentes casos definirá una nueva gráfica de **Tiempo de Respuesta** la cual será analizada y considerada para el estudio dependiendo de su variación con respecto a la gráfica del sistema real o bien si no se tiene ésta, con la generada por el simulador antes del descalabre.

9.2.1 Análisis de sensibilidad de las variables amortiguadoras del proceso.

Como se mencionó anteriormente las nuevas gráficas de Tiempo de Respuesta serán analizadas individualmente para determinar el nivel de desequilibrio que cada una de ellas representa para el sistema. De igual manera se emplearán métodos de análisis de sensibilidad para, comparando las consecuencias en cada caso, definir cuales son las variables de la matriz que más influyen al sistema y el aporte de la demanda en este desequilibrio generado.

Una vez seleccionado los diversos tratamientos a los que será sometido el proceso productivo, se tiene que determinar el número de observaciones que se realizaran para poder establecer una comparación con el modelo real, en este caso se decidió que se iba a realizar la corrida de la simulación el mismo número de días con el que se realizó la validación del mismo, para poder tener patrones de comportamiento en el mismo periodo de tiempo y así realizar un análisis de datos, igual al seleccionado anteriormente.

Como se ha dicho anteriormente, el propósito del diseño de experimento es encontrar soluciones aumentando el grado de conocimiento sobre el proceso, esto es posible de realizar si se cuenta con el apoyo de un marco de referencia, que en este caso viene representado por el proceso validado, el cual recopila todo ese conjunto de información necesario para llevarlo a cabo.

9.3 MODIFICACIONES DEL MODELO SEGÚN EL FACTOR.

9.3.1 Factor Capacidad Instalada.

Con un aumento de ± 10% se modificó la capacidad instalada del proceso tomando como referencia el modelo simulado ya validado. Para mantener el balance de la línea, dicha modificación fue realizada en cada una de las operaciones del proceso. Las actividades de lavado y pasteurizado fueron modificadas en sus respectivos tiempos de ejecución, para el resto de las actividades si se consideró el aumento de ± 10% propiamente dicho en su capacidad.

9.3.2 Factor Calidad en la Línea de Envasado.

Para determinar la influencia o no de este factor en el proceso productivo, se modificó en un ± 1.5% el porcentaje de botellas defectuosas, en cada tipo de los inspectores existentes, es decir, en el Tipo 1 que se encarga de inspeccionar las botellas vacías y lavadas, y en el Tipo 2 que se encarga de desechar las botellas que no cumplan con las especificaciones en cuanto al llenado y tapado.

9.3.3 Factor Paradas Programadas en la Línea de Envasado.

La influencia de este factor se ve reflejada en el aumento o disminución del 10% del tiempo de paradas para el mantenimiento programado de la línea de producción. El modelo validado permanece igual, solo se altera el valor del tiempo de dichas paradas.

9.3.4 Factor Distancia entre las Máquinas.

Aumentando o disminuyendo la distancia de los traslados entre las máquinas en ± 15%, lo que se traduce en una variación de los tiempos que pueden ser considerados como demoras dentro del proceso. Por consiguiente, el modelo simulado anteriormente y validado permanece igual exceptuando la variación en todos los tiempos de transporte entre una y otra estación.

9.3.5 Factor Curva de Aprendizaje.

La variación hecha al modelo validado consiste en agregar un módulo que relacione los valores de una curva exponencial, realizada de acuerdo a un número de paletas producidas en un día, con el tiempo de respuesta del sistema. Se utiliza una curva exponencial porque es la que refleja en teoría como debe ser el comportamiento del tiempo de producción, al principio es más prolongado porque el personal no tiene la destreza necesaria para llevar a cabo la actividad, mientras que al transcurrir un periodo de tiempo la persona va adquiriendo el conocimiento y la experiencia lo que hace que el tiempo de respuesta del proceso disminuya.

9.4 ANALISIS DE LOS FACTORES SELECCIONADOS.

Una vez realizada las corridas respectivas (36), para los respectivos niveles de cada factor estudiado, se reportan los tiempos de respuestas de cada escenario, los cuales pueden observarse en el Anexo # 4.

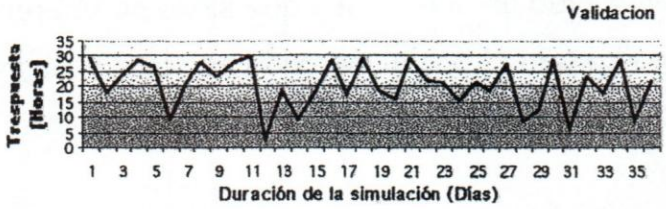
Es importante realizar un breve análisis al comportamiento normal del proceso en estudio, referente al modelo validado. Se observa en dicho modelo un comportamiento inestable del proceso. Dicha inestabilidad se debe, principalmente, a la variabilidad de la producción del producto en estudio.

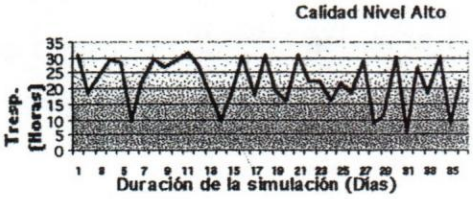
La planta de envasado de la empresa que sirvió de referencia para realizar este trabajo de investigación ofrece al mercado nacional seis productos diferentes en distintas presentaciones.

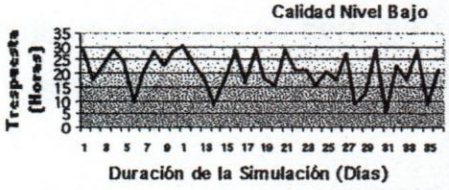
Muchas veces la producción del producto estudiado (Maltín) se ve afectada por la demanda de los otros productos de la empresa, siendo necesario detener su producción y postergarla para otro momento.

El producto estudiado, además de depender de la demanda de otros productos, presenta una demanda variable y ese comportamiento inestable de la demanda es el que se refleja en el modelo validado.

DEMANDA ALTA







Comportamiento irregular con presencia recurrente bull whip.
Deslizamiento de la curva hacia arriba, lo que demuestra un incremento en los tiempos de respuesta.
La curva presenta una semejanza apreciable con la curva validada.
El valor de la desviación y la media no presenta mucha discrepancia en comparación con los valores del modelo validado.

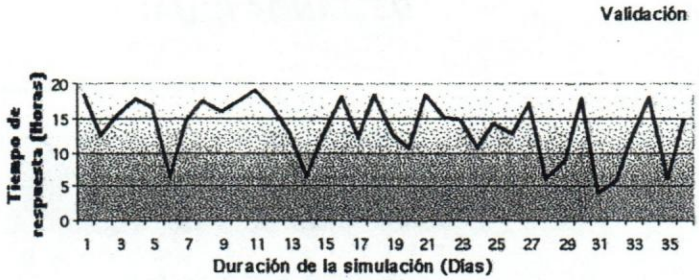
Comportamiento inestable durante todo el período de tiempo estudiado.
La curva presenta un desplazamiento hacia abajo, lo que refleja una disminución en los tiempos de respuesta.
El valor de la desviación no se aleja mucho del valor obtenido, esto indica una semejanza con la curva validada.

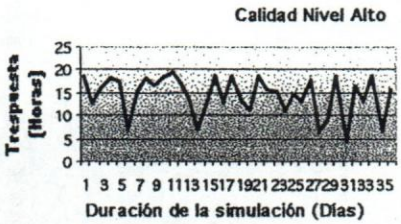
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F	Cuad Med.	F	Valor p
Debida al Factor	35,525	1	35,525	0,6658	0,4173
Residual	3735,018	70	53,357		
Total	3770,543	71			

Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
57,780	48,935
18,221	16,132
59,868	22,880
18,148	18,748
48,504	**26,673**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Calidad si afecta al proceso.

DEMANDA BAJA







Comportamiento inestable durante todos los días que se realizaron las corridas.
Deslizamiento de la curva hacia arriba, lo que demuestra un incremento en los tiempos de respuesta.
El valor de la desviación se encuentra un poco alejado del reportado por el modelo simulado.

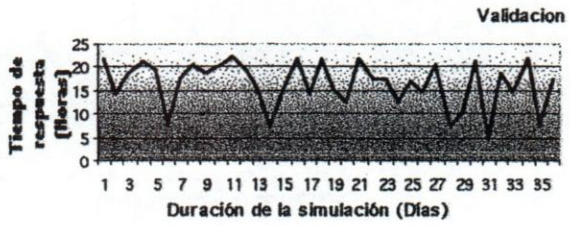
Comportamiento irregular con presencia recurrente bull whip.
Deslizamiento de la curva hacia abajo, lo que indica una disminución en los tiempos de respuesta.
La curva presenta una semejanza apreciable con la curva validada.
El valor de la desviación y la media no presenta mucha discrepancia en comparación con los valores del modelo validado.

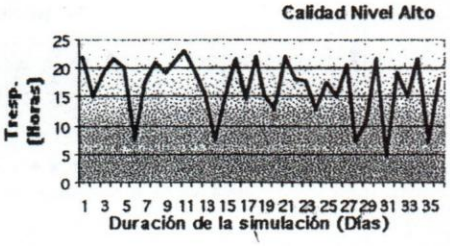
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad.Med.	F	Valor p
Debida al Factor	10,199	1	10,199	0,5940	0,4430
Residual	1202,342	70	17,176		
Total	1212,542	71			

Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
57,780	48,935
18,221	16,132
59,868	22,880
18,148	18,748
48,504	**26,673**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Calidad si afecta al proceso.

DEMANDA IGUAL







Comportamiento inestable al igual que en el modelo validado. La curva casi no presenta desplazamiento, si se pudiera ver junto con la otra se observaría casi un solapamiento de las mismas.
El valor de la desviación es muy similar al patrón considerado, lo que era de esperar por el parecido que presentan dichas curvas.

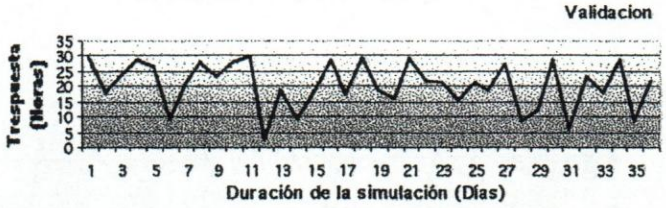
Comportamiento sumamente parecido a la curva validado. Se observa un leve desplazamiento hacia debajo de la curva, lo que quiere decir que los tiempos de respuesta, sufren una reducción.
El valor de la desviación se encuentra un poco alejado del reportado por el modelo simulado.

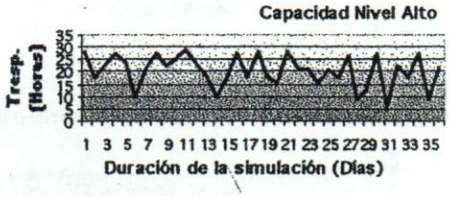
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F	Cuad Med	F	Valor p
Debida al Factor	14,518	1	14,518	0,596	0,442
Residual	1706,239	70	24,375		
Total	1720,757	71			

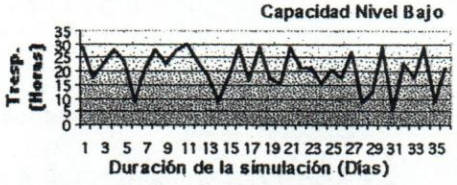
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
57,780	48,935
18,221	16,132
59,868	22,880
18,148	18,748
48,504	**26,673**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Calidad si afecta al proceso.

DEMANDA ALTA







Comportamiento menos inestable que la curva validadà.
Desplazamiento hacia abajo de la curva, lo que conlleva a decir que los tiempos de respuesta se ven mermados.
El valor de la desviación es bastante alto, lo que implica ciertas diferencias de tendencias entre las curvas.

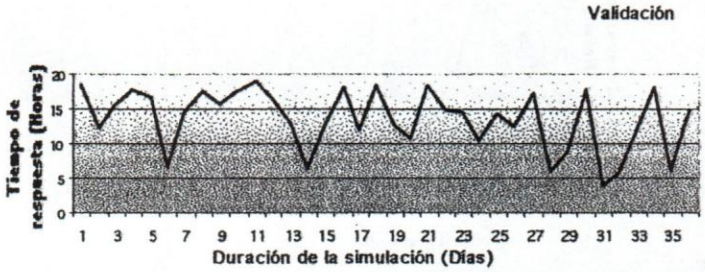
Comportamiento irregular con presencia de bull whip.
Desplazamiento de la curva hacia arriba, como consecuencia se puede decir que los tiempos de respuesta aumentan.
El valor de la desviación se distancia un poco, explicando el inestable comportamiento que presenta dicha curva.

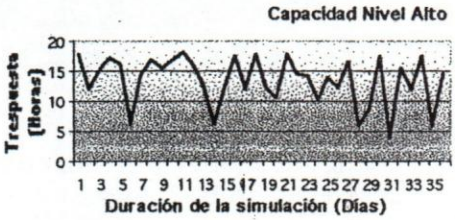
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F.	Cuad. Med.	F	Valor p
Debida al Factor	0,972	1	0,972	0,021	0,885
Residual	3234,685	70	46,209		
Total	3235,657	71			

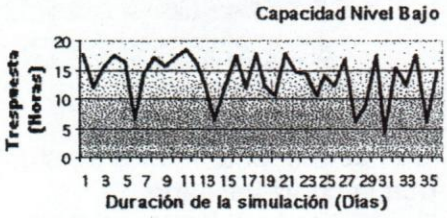
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
22,878	22,879
48,927	43,490
16,130	16,131
18,148	18,748
36,520	**25,312**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Capacidad Instalada si afecta al proceso.

DEMANDA BAJA







Comportamiento un poco menos irregular inestable que la curva validada, aunque sigue presentando bull whips.
Desplazamiento hacia abajo de la curva, lo que implica que los tiempos de respuesta se ven reducidos
El valor de la desviación presentada es menor que en el escenario anterior, por lo tanto se observa ciertas diferencias pero no tanto como en la curva

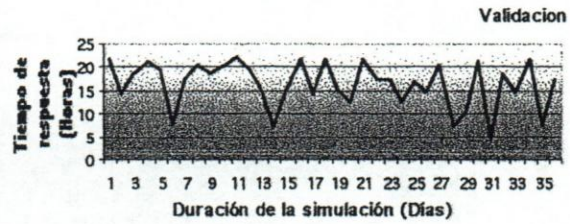
Comportamiento menos inestable que la curva validada.
Desplazamiento hacia arriba de la curva, lo que conlleva a decir que los tiempos de respuesta aumentan al disminuir el nivel de capacidad instalada.
No presenta ninguna tendencia en cuanto a incremento o decrecimiento a lo largo del período de simulación.

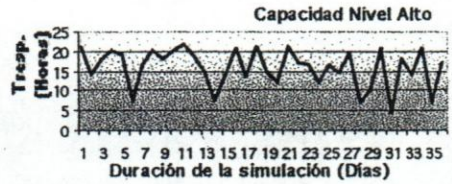
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F	Cuad Med	F	Valor p
Debida al Factor	0,295	1	0,295	0,018	0,892
Residual	1129,157	70	16,131		
Total	1129,452	71			

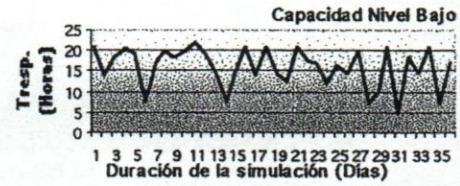
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
22,878	22,879
48,927	43,490
16,130	16,131
18,148	18,748
36,520	**25,312**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Capacidad Instalada si afecta al proceso.

DEMANDA IGUAL







Comportamiento bastante parecido a la curva validada.
Presenta un leve desplazamiento de la curva hacia abajo, lo que sugiere que los tiempos de respuesta son menores.
La curva no presenta ninguna tendencia aparente al aumento o disminución de estos tiempos a lo largo del período simulado.
La varianza presenta el menor valor de todos los escenarios estudiados.

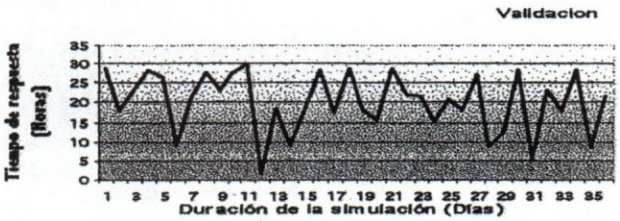
Comportamiento muy inestable durante todos los días que se realizó las corridas.
Desplazamiento muy ligero hacia arriba de la curva, lo que conlleva a decir que los tiempos de respuesta sufren un aumento aunque poco considerable.
El valor de la varianza al igual que el nivel alto es bastante baja en comparación con los otros escenarios.

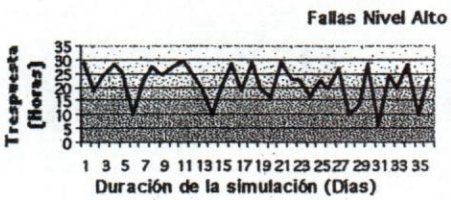
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F	Cuad.Med.	F	Valor p
Debida al Factor	0,296	1	0,296	0,013	0,909
Residual	1601,501	70	22,878		
Total	1601,796	71			

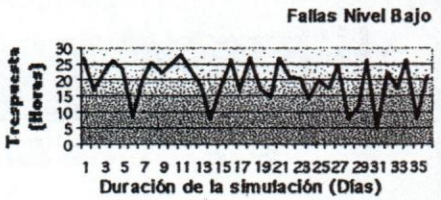
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
22,878	22,879
48,927	43,490
16,130	16,131
18,148	18,748
36,520	**25,312**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Capacidad Instalada si afecta al proceso.

DEMANDA ALTA







Comportamiento poco estable con aparición de fuertes bull whips al final de la simulación.
Aumento de los tiempos de respuesta.
Desplazamiento de la curva hacia arriba.
Similitud con la curva validada, poca desviación.

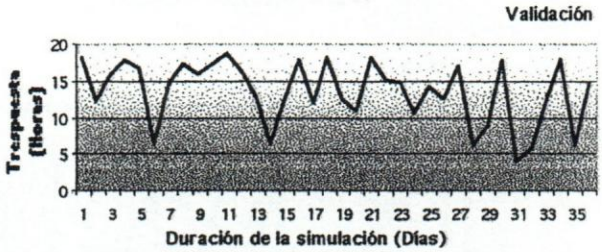
Mucha inestabilidad por largos períodos de la corrida.
Los repetitivos bull whips no permiten la estabilidad.
Disminución de los tiempos de respuesta.
Desplazamiento de la curva hacia abajo.
Poca tendencia a lograr la estabilidad.

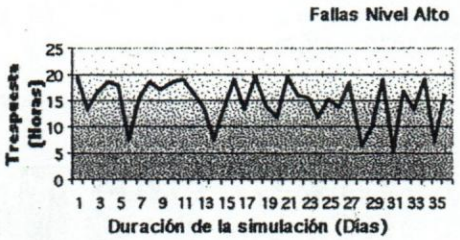
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F	Cuad Med	F	Valor p
Debida al Factor	72,145	1	72,145	1,717	0,194
Residual	2939,929	70	41,998		
Total	3012,074	71			

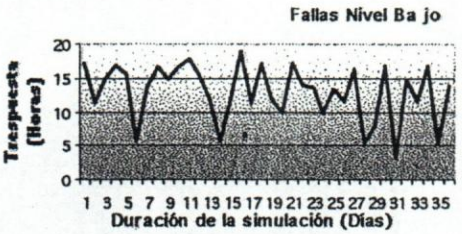
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
24,304	23,964
17,180	17,716
41,995	42,003
18,148	18,748
25,406	**25,607**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Paradas Programadas si afecta al proceso.

DEMANDA BAJA







Comportamiento inestable con aparición de bull whips que impiden la estabilidad.
Aumento de los tiempos de respuesta.
Desplazamiento de la curva hacia arriba.
Similitud con la curva del modelo validado debido al bajo % de desviación.

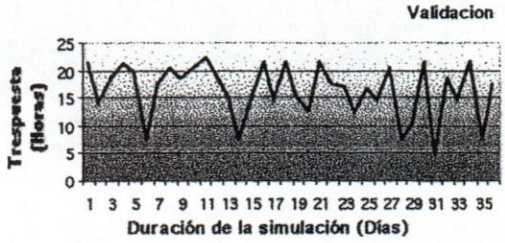
Aparición continua de los bull whips que impiden lograr la estabilidad.
Disminución de los tiempos de respuesta.
Desplazamiento de la curva hacia abajo.
No presenta tendencia ni al crecimiento ni decrecimiento a todo lo largo del período estudiado.

Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F*	*Cuad Med*	*F*	*Valor p*
Debida al Factor	63,346	1	63,346	3,631	0,061
Residual	1221,385	70	17,448		
Total	1284,732	71			

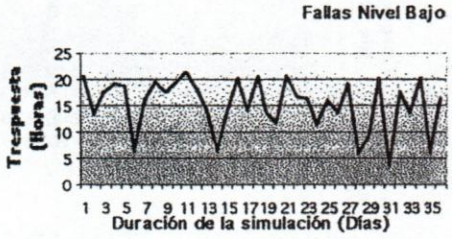
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
24,304	23,964
17,180	17,716
41,995	42,003
18,148	18,748
25,406	**25,607**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Paradas Programadas si afecta al proceso.

DEMANDA IGUAL







Comportamiento de la curva muy similar al modelo validado.
Poca estabilidad a lo largo de la corrida.
Tendencia casi segura al alza de los tiempos de respuesta.
El valor de la desviación es relativamente bajo, lo que es obvio por el parecido entre las dos curvas.

Comportamiento inestable durante todo el período en estudio.
Semejanza altamente notable con respecto a la curva del modelo validado.
Presencia de bull whips que se mantienen irregulares.

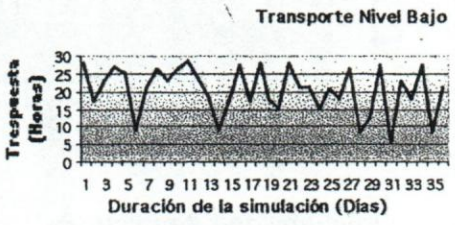
Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F	Cuad Med.	F	Valor p
Debida al Factor	72,397	1	72,397	2,999	0,087
Residual	1689,375	70	24,133		
Total	1761,773	71			

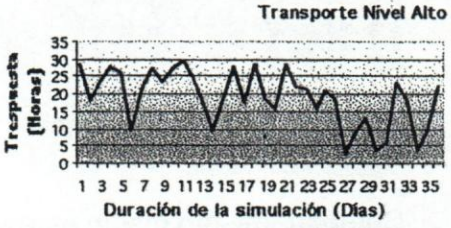
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
24,304	23,964
17,180	17,716
41,995	42,003
18,148	18,748
25,406	**25,607**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Paradas Programadas si afecta al proceso.

DEMANDA ALTA







Aparición consecuente de bull whips que no se estabilizan fácilmente.
Desplazamiento hacia abajo de la curva.
Disminución de los tiempos de respuesta.
Pocas probabilidades de lograr estabilizar la curva.
Presenta bastante similitud con la curva validada.

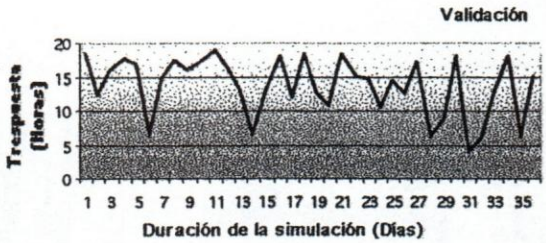
Se observa una diferencia notable entre la curva del modelo simulado.
En líneas generales los tiempos de simulación tienden a ser menores.
Desplazamiento de la curva hacia abajo.
No presenta tendencia a la estabilización al final del período de simulación.

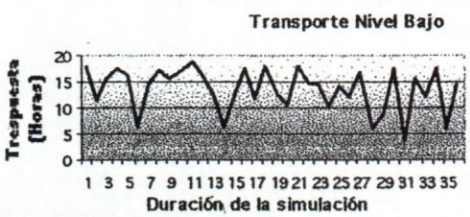
Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F*	*Cuad Med.*	*F*	*Valor p*
Debida al Factor	6,861	1	6,861	0,154	0,695
Residual	3113,934	70	44,485		
Total	3120,796	71			

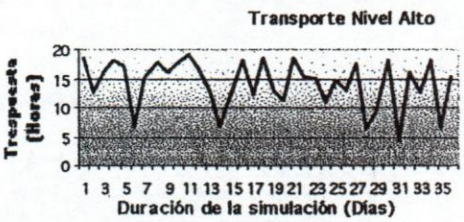
Varianza Nivel Alto	**Varianza Nivel Bajo**
24,222	38,312
17,122	17,194
62,455	44,433
18,148	18,748
30,486	**29,671**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Transporte si afecta al proceso.

DEMANDA BAJA







Comportamiento medio estable con aparición de bull whips.
Poca tendencia a la estabilidad.
Desplazamiento hacia debajo de la curva, lo que implica una disminución en los tiempos de respuestas.
Presenta cierta diferencia con respecto a la curva validada, sobre todo en los últimos días del periodo en estudio.

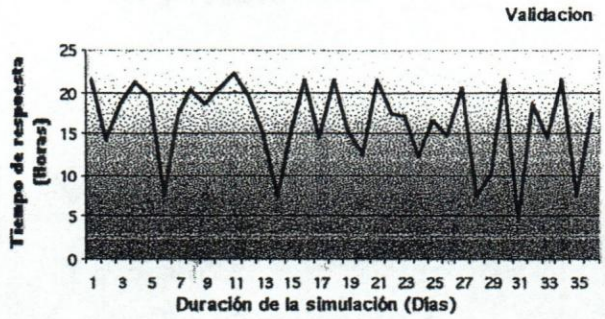
Inestabilidad de la curva durante toda la corrida.
No presenta ninguna tendencia notable a lo largo de los días simulados.
Aumento de los tiempos de respuesta.
Desplazamiento hacia arriba de la curva.

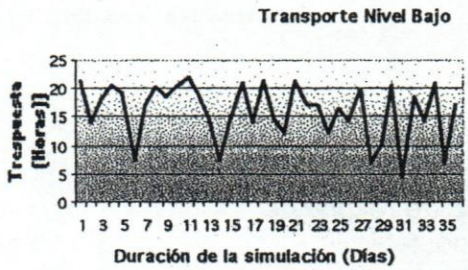
Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F.*	*Cuad Med.*	*F*	*Valor p*
Debida al Factor	7,267	1	7,267	0,423	0,517
Residual	1201,084	70	17,158		
Total	1208,351	71			

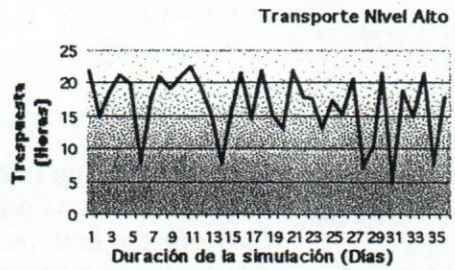
Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
24,222	38,312
17,122	17,194
62,455	44,433
18,148	18,748
30,486	**29,671**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Transporte si afecta al proceso.

DEMANDA IGUAL







Comportamiento poco estable, aparición de bull whips.
Tendencia al alza de los tiempos de respuesta al final de la simulación.
Tiempos de respuesta similares a los del modelo validado.
Gran similitud con la curva validada.

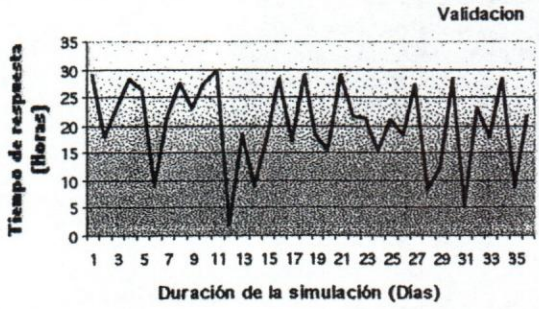
A pesar de la inestabilidad, se observa una leve tendencia a la estabilidad a lo largo del período de simulación.
Bull whips notables.
Tiempos de respuesta similares a los del proceso validado.
Sucede igual con la curva.

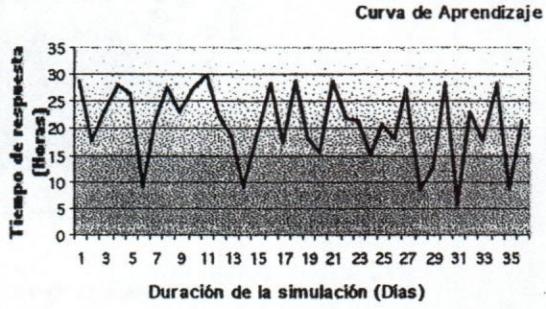
Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F*	*Cuad Med*	*F*	*Valor p*
Debida al Factor	7,199	1	7,199	0,296	0,587
Residual	1698,796	70	24,268		
Total	1705,796	71			

Varianza Nivel Alto	Varianza Nivel Bajo
24,222	38,312
17,122	17,194
62,455	44,433
18,148	18,748
30,486	**29,671**

Se rechaza Ho, por lo tanto el factor Transporte si afecta al proceso.

DEMANDA ALTA



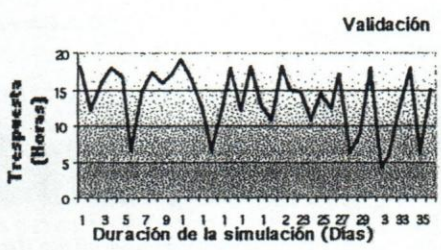


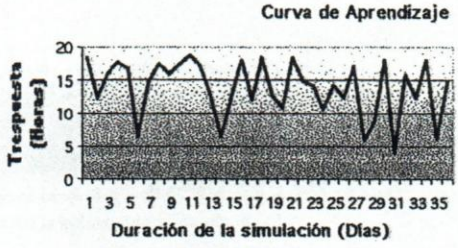
Desplazamiento hacia arriba de la curva.
Aumento de los tiempos de respuesta.
Comportamiento muy inestable
Aparición de bull whips muy pronunciados a lo largo de toda la corrida.
Se observa ciertas diferencia entre las dos curvas comparadas, aunque sus desviaciones no presentan tanta discordancia.

Fuentes	Sum. Cuadrados	D.F	Cuad Med.	F	Valor p
Debida al Factor	342,703	1	342,703	9,455	0,003
Residual	2537,207	70	39,245		
Total	2879,910	71			

Se acepta Ho, por lo tanto el factor Curva de Aprendizaje no afecta al proceso.

DEMANDA BAJA



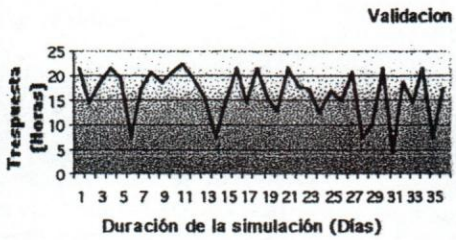


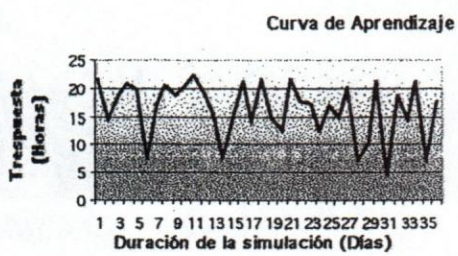
Leve desplazamiento hacia abajo de la curva.
Disminución de los tiempos de respuesta.
Comportamiento poco estable, además de no presentar ninguna tendencia ni de incremento o de decrecimiento en todo el periodo estudiado.
Aparición de bull whips que no logran estabilizarse fácilmente.

Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F*	*Cuad Med*	*F*	*Valor p*
Debida al Factor	112,852	1	112,852	5,385	0,023
Residual	1466,784	70	20,954		
Total	1579,636	71			

Se acepta Ho, por lo tanto el factor Curva de Aprendizaje no afecta al proceso.

DEMANDA IGUAL





Poca diferencia entre las curvas.
Poca desviación que justifica la semejanza de las curvas.
Presencia de bull whips que no logran estabilizarse durante todos los días simulados, al igual que no presenta ninguna tendencia tanto hacia el incremento como al

Tabla Anova					
Fuentes	*Sum. Cuadrados*	*D.F*	*Cuad Med.*	*F*	*Valor p*
Debida al Factor	0,134	1	0,134	0,005	0,029
Residual	1706,351	70	24,376		
Total	1706,485	71			

Se acepta Ho, por lo tanto el factor Curva de Aprendizaje no afecta al proceso.

Después de haber realizado todos los análisis de las gráficas respectivas de todos los factores de sus dos niveles se puedes decir que, en el escenario de Demanda Igual se observaron pocas diferencias respecto a los tiempos de respuesta además de variaciones casi imperceptibles en las curvas, debido a esto fue necesario, para determinar o no la influencia de cada factor en l línea de producción, hacer un análisis en los escenarios de Demanda Alta y Demanda Baja.

Se observó que en el escenario de Demanda Alta, la curva de los factores capacidad instalada, calidad, fallas, transporte y curva de aprendizaje, sufren un desplazamiento hacia arriba y un aumento de los tiempos de respuesta. Sin embargo, sólo los primeros cuatro presentan poca variabilidad en sus respectivas varianzas comparadas con le modelo validado; mientras que en el factor curva de aprendizaje, la diferencia en su varianza es notable. Por otra parte, debido a los resultados obtenidos se determina que los factores influyentes en la línea de producción del proceso son: factores capacidad instalada. calidad, fallas y transporte.

En el escenario de Demanda Baja se observó un desplazamiento de la curva hacia abajo y una disminución de los tiempos de respuesta de cada uno de los factores analizados. De manera similar al escenario de Demanda Alta, los factores capacidad instalada, calidad, fallas y transporte presentan poca variabilidad en sus respectivas varianzas comparadas con le modelo validado; mientras que en el factor curva de aprendizaje, la diferencia en su varianza es notable. Con lo mencionado anteriormente se quiere dar a entender que el factor curva de aprendizaje no es influyente en el proceso productivo y los factores capacidad instalada, calidad, fallas y transporte si lo son.

Por lo expuesto anteriormente, se dice que los factores que además de influir en el proceso productivo, lo amortiguan son: Capacidad Instalada, Calidad, Fallas y Transporte.

7.2.19 Inversiones Rodven.:

Capitulo V. Análisis de Resultados

5.1- Generación de la Matriz de Variables

Las variables a ser estudiadas para el descalabro del modelo son las siguientes[9].

Variables	Nivel	Descripción	Áreas Modificadas
Carga de Trabajo	Alto = V1+ Bajo = V1-	Cantidad de Trabajo asignado a la máquina Kammann.	Etiquetado
Curva de Aprendizaje	Alto = V2+ Bajo = V2-	Capacidad de Aprendizaje de los operadores en el proceso de registro.	Etiquetado Litografía
Capacidad Instalada	Alto = V3+ Bajo = V3-	Número de ensambladores	Ensamblado Final
Outsourcing	Alto = V4+ Bajo = V4-	Trabajos realizados por terceros	Litografía

Tabla 5.1.- Variables a ser analizadas en el modelo de simulación

Para cada nivel, se estudió el comportamiento de las variables en las condiciones de demanda alta, baja y normal; tal y como se muestra en la siguiente matriz.

	Variables	Nivel	Demanda Normal (DN)	Demanda Alta (DA)	Demanda Baja (DB)
1	Carga de Trabajo	+	DNV1+	DAV1+	DBV1+
		-	DNV1-	DAV1-	DBV1-
2	Curva de Aprendizaje	+	DNV2+	DAV2+	DBV2+
		-	DNV2-	DAV2-	DBV2-
3	Capacidad Instalada	+	DNV3+	DAV3+	DBV3+
		-	DNV3-	DAV3-	DBV3-
4	Outsourcing	+	DNV4+	DAV4+	DBV4+
		-	DNV4-	DAV4-	DBV4-

Tabla 5.2.- Variables a ser estudiadas en sus diversos escenarios

[9] Para la variable Curva de Aprendizaje, se puede encontrar en el Anexo 5 los gráficos correspondientes en sus diferentes niveles



En donde:

- Demanda Normal: comportamiento actual.
- Demanda Alta: aumento en un 100 % del número de pedidos por día.
- Demanda Baja: reducción en un 50 % del número de pedidos por día.

A continuación se describen los niveles de cada una de las variables:

Carga de Trabajo	100% Dubuit	18% Kammann 82% Dubuit	100%Kammann
Curva de Aprendizaje	Aprendizaje Lento	Aprendizaje Normal	Aprendizaje Rápido
Capacidad Instalada	3 Ensambladores	6 Ensambladores	9 Ensambladores
Outsourcing	100% Trabajo de litografía externa	60% Trabajo de litografía Interna 40% Trabajo de litografía Externa	100% Trabajo de litografía interna

Tabla 5.3.- Descripción de cada uno de los niveles para cada variable

En cada uno de los escenarios estudiados, se realiza un análisis de la varianza, mediante una prueba de hipótesis con un 95% de confianza, la cual se describe a continuación:

H_0: La variable **NO** afecta
H_1: La variable **SI** afecta

Para el análisis de las variables se tomará en cuenta el tiempo de respuesta expresado a través de la media y el nivel de descalabro o amortiguamiento representado por el valor de Ω, el cual mide la variación relativa de los valores en los niveles altos y bajo con respecto al nivel normal. El valor Ω es:

$$\Omega = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_2} X\ 100$$

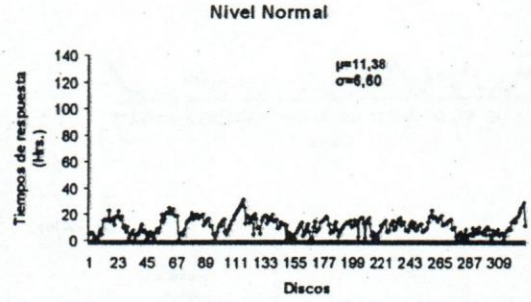
Donde,

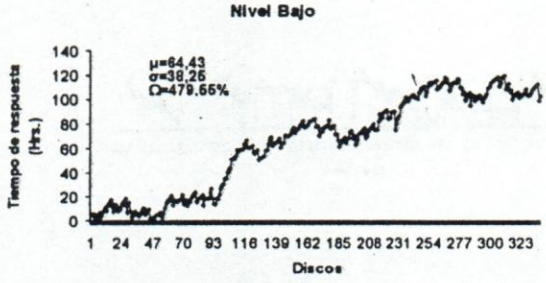
σ_1 : Desviación estándar de los valores al modificar la variable.
σ_2 : Desviación estándar de los valores sin modificar

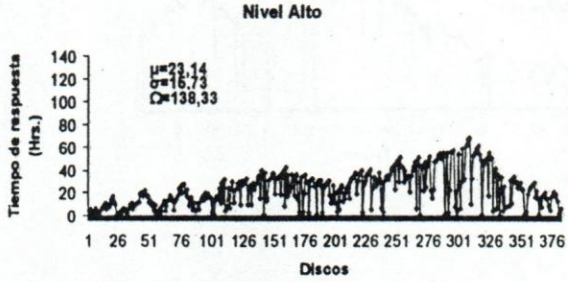
5.2.- Resultado de los Experimentos

A continuación se presentan los resultados de los experimentos realizados en el modelo:

Carga de Trabajo (Demanda Normal)







- Tendencia ascendente a lo largo de toda la producción.
- Aumento tanto de la media de los tiempos de respuesta, así como también en la variabilidad de los valores.
- Diferencia notable con respecto a la curva validada.

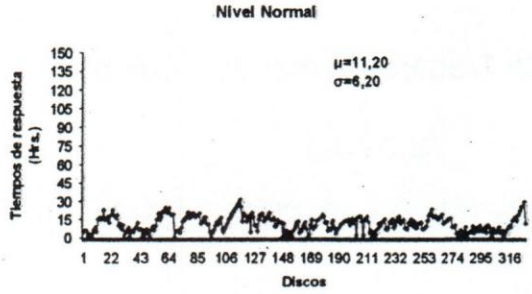
- Aumento del tiempo de respuesta.
- Tendencia ascendente del tiempo de respuesta al inicio con un cambio brusco al final de la producción.
- Presencia de Bullwhips recurrentes que no se estabilizan.
- Alta variabilidad de los valores.

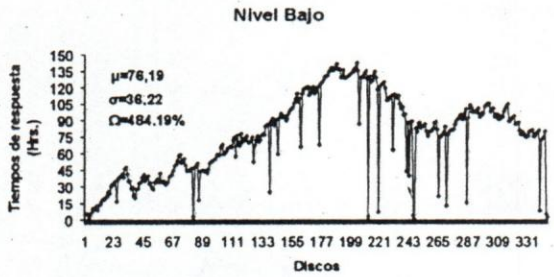
TABLA ANOVA

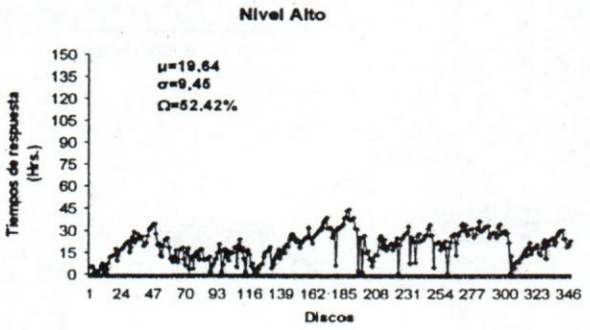
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	524374.44	2	262187.22	457.2444753	1.8767E-143	3.004316795
Dentro de los grupos	600357.21	1047	573.4070813			
Total	**1124731.7**	**1049**				

Se rechaza Ho, la variable Carga de Trabajo SI afecta

Capacidad Instalada (Demanda Normal)







- Comportamiento inestable con presencia de Bullwhips fuertes.
- Aumento del valor de la media del tiempo de respuesta, así como alta variabilidad de los valores, creando una curva diferente a la validada.
- Tendencia al alza de los tiempos de respuesta al principio con una leve estabilización al final de la producción.

- Comportamiento inestable de principio a fin.
- Presenta gran cantidad de Bullwhips recurrentes que no se estabilizan.
- Aumento del valor de la media del tiempo de respuesta.

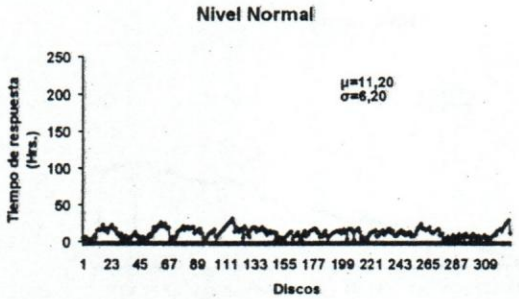
Alta variabilidad de los valores, mayor que la de la curva validada

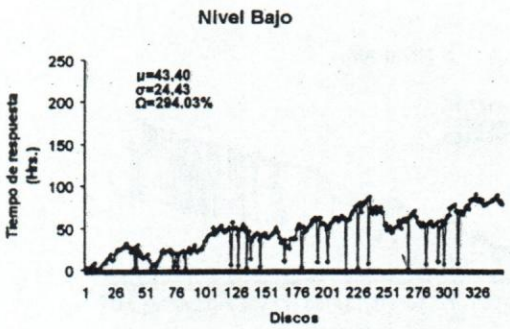
TABLA ANOVA

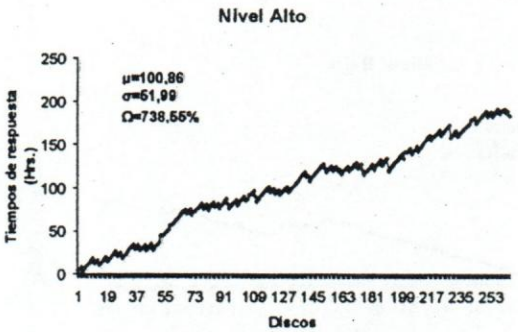
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	850557.76	2	425278.8785	876.3018798	5.6668E-222	3.00457259
Dentro de los grupos	493561.21	1017	485.310928			
Total	**1344119**	**1019**				

Se rechaza Ho, la variable Capacidad Instalada SI afecta

Outsoucing (Demanda Normal)







- Tendencia ascendente con aparición de numerosos Bullwhips fuertes que se estabilizan.
- Aumento del tiempo de respuesta y mayor variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.

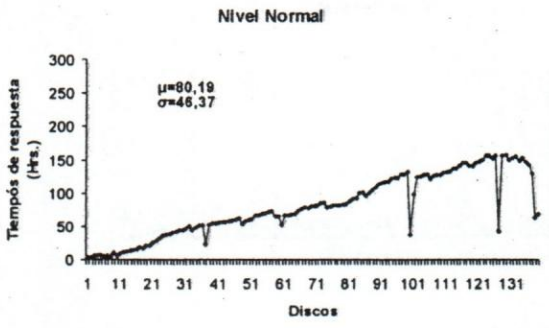
- Aumento considerable del tiempo de respuesta y de la variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.
- Tendencia ascendente durante toda la producción, sin presencia de Bullwhips.

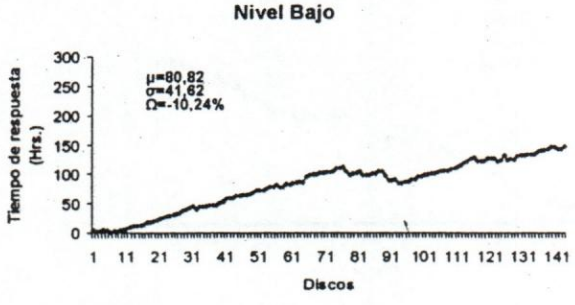
TABLA ANOVA

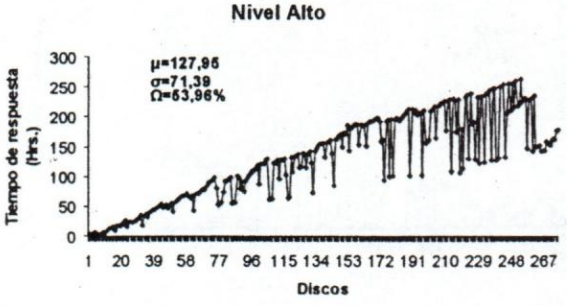
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1189111.4	2	594555.7181	598.3821291	4.0911E-168	3.00533998
Dentro de los grupos	930014.66	936	993.6054056			
Total	**2119126.1**	**938**				

Se rechaza Ho, la variable Outsourcing SI afecta

Carga de Trabajo (Demanda Alta)







- Comportamiento ascendente, manteniendo la media del tiempo de respuesta.
- Disminución de la variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.
- Comportamiento similar a la curva validada, sin presencia de Bullwhips.

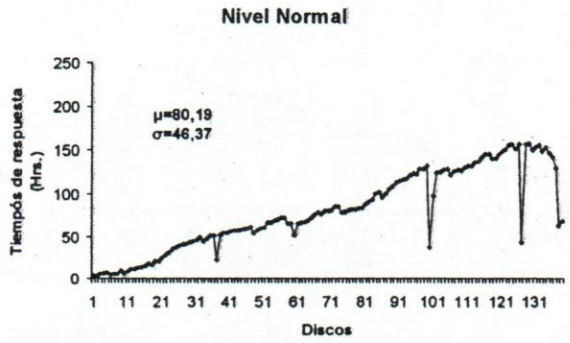
- Aumento de la media del tiempo de respuesta y de la variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.
- Tendencia ascendente con presencia de Bullwhips recurrentes.

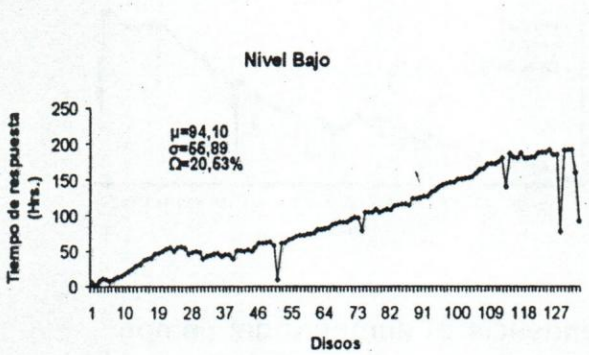
TABLA ANOVA

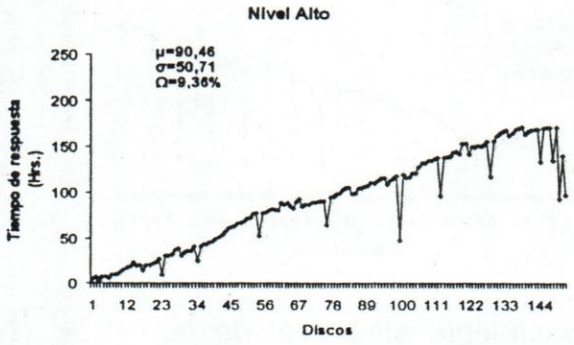
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	313316.14	2	156658.069	44.74992321	9.64461E-19	3.01199066
Dentro de los grupos	1939412.7	554	3500.74498			
Total	**2252728.9**	**556**				

Se rechaza Ho, la variable Carga de Trabajo SI afecta

Curva de Aprendizaje (Demanda Alta)







- Tendencia ascendente, similar a la curva validada.
- Aumento en el tiempo de respuesta y de la variabilidad de los valores, con respecto a la curva validada.
- Poca aparición de Bullwhips que se estabilizan.

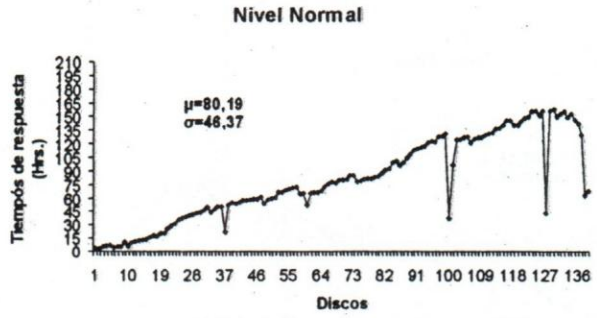
- Tendencia ascendente con presencia de Bullwhips que se estabilizan.
- Aumento del tiempo de respuesta y la variabilidad de los valores, con respecto a la curva validada.

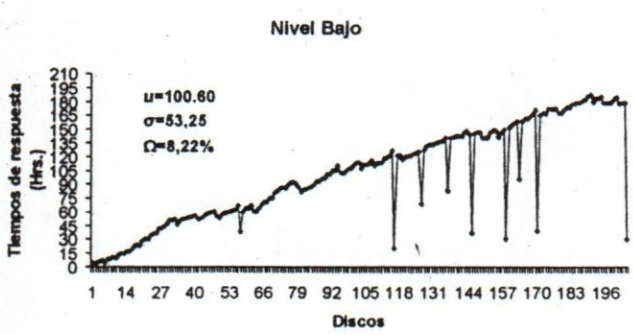
TABLA ANOVA

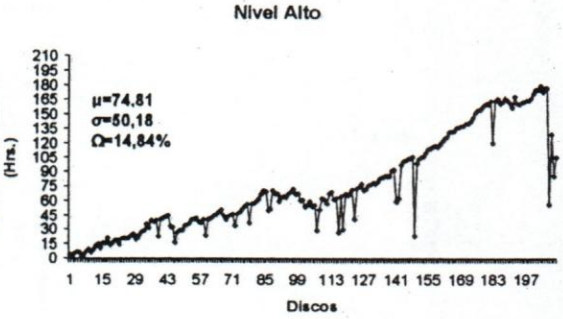
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	14312.201	2	7156.100391	2.745159819	0.06538817	3.0171492
Dentro de los grupos	1097465.5	421	2606.806475			
Total	**1111777.7**	**423**				

Se acepta Ho, la variable Curva de Aprendizaje NO afecta

Capacidad Instalada (Demanda Alta)







- Comportamiento similar al de la curva validada con presencia de Bullwhips que se estabilizan.
- Tendencia al aumento del tiempo de respuesta.
- Desplazamiento de la curva hacia abajo.

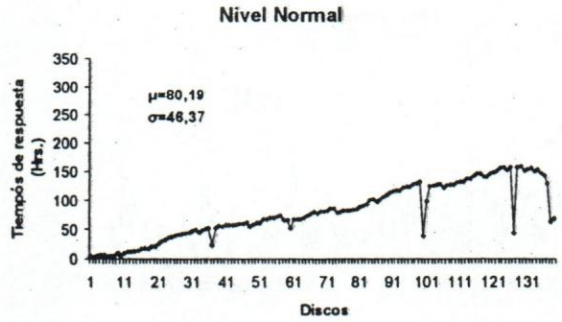
- Tendencia al aumento del tiempo de respuesta.
- Presencia esporádica de Bullwhips.
- Desplazamiento de la curva hacia arriba, lo que se traduce en mayor valor del tiempo de respuesta y de la variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.

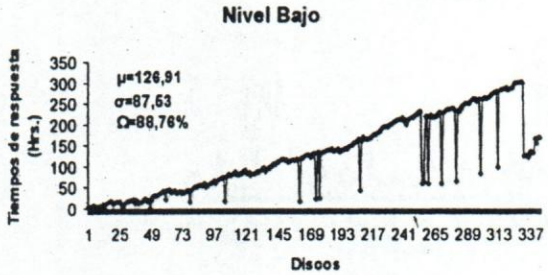
TABLA ANOVA

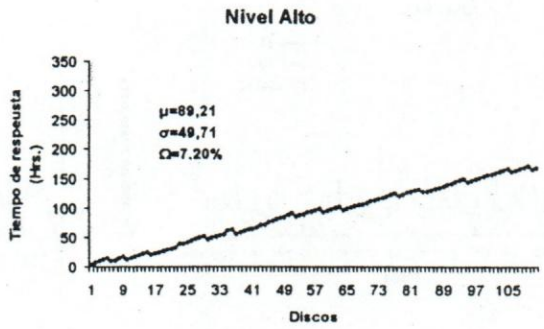
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	74426.27	2	37213.13501	14.63304025	6.43076E-07	3.01210434
Dentro de los grupos	1398699.4	550	2543.089772			
Total	**1473125.6**	**552**				

Se rechaza Ho, la variable Capacidad Instalada SI afecta

Outsourcing (Demanda Alta)







- Tendencia ascendente con presencia de Bullwhips que se estabilizan.
- Aumento considerable del tiempo de respuesta y la variabilidad de los valores, con respecto a la curva validada.

- Tendencia ascendente, similar a la curva validada.
- Aumento de los tiempos de respuesta y de la variabilidad de los valores, con respecto a la curva validada.

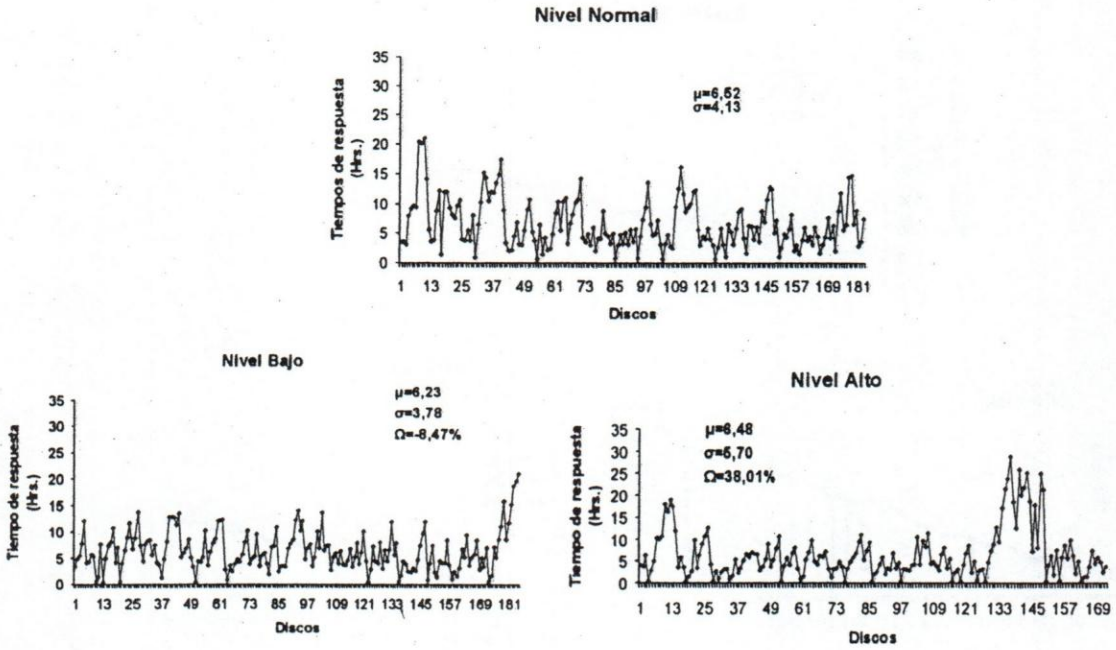
No hay presencia de Bullwhips.

TABLA ANOVA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	269576.1262	2	134788.0631	24.94268624	3.97934E-11	3.010939054
Dentro de los grupos	3199115.468	592	5403.911263			
Total	**3468691.594**	**594**				

Se rechaza Ho, la variable Outsourcing SI afecta

Carga de Trabajo (Demanda Baja)



- Numerosos Bullwhips recurrentes que no se estabilizan.
- Se mantiene el valor de la media del tiempo de respuesta, con una pequeña disminución en la variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.
- Comportamiento inestable similar al de la curva validada.

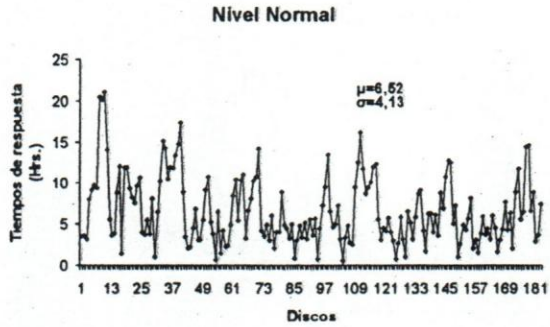
- Comportamiento inestable con presencia de numerosos Bullwhips recurrentes.
- No existe desplazamiento de la curva, manteniéndose el valor de la media del tiempo de respuesta.
- Aumento de la variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.

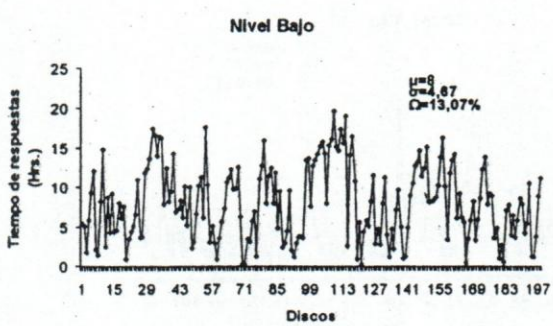
TABLA ANOVA

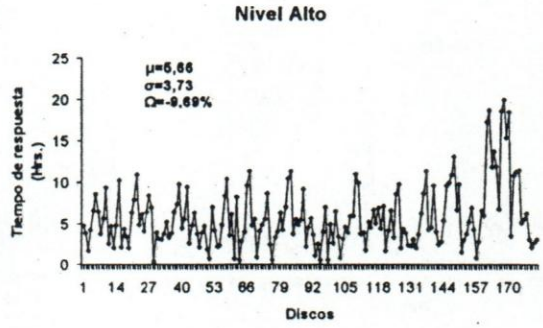
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	8.65360141	2	4.326800706	0.205901921	0.813977127	3.01250225
Dentro de los grupos	11284.4599	537	21.01389187			
Total	**11293.1135**	**539**				

Se acepta Ho, la variable Carga de Trabajo NO afecta

Curva de Aprendizaje (Demanda Baja)







- Comportamiento inestable con Bullwhips recurrentes que no se estabilizan.
- Ligero desplazamiento de la curva hacia arriba.
- Mayor variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.

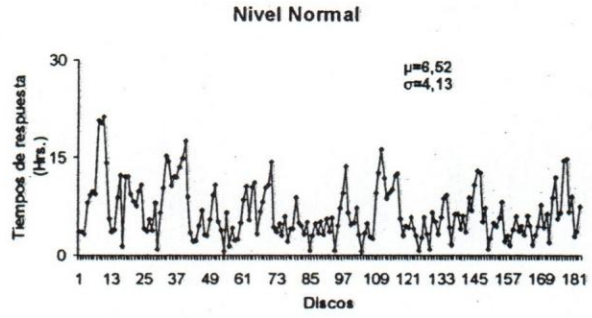
- Pequeño desplazamiento de la curva hacia abajo, disminuyendo muy poco el tiempo de respuesta.
- Comportamiento inestable con presencia de Bullwhips que no se estabilizan.
- Menor variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.

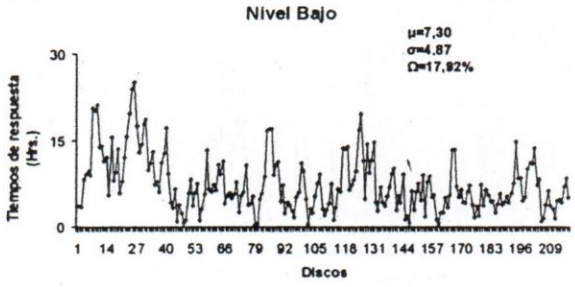
TABLA ANOVA

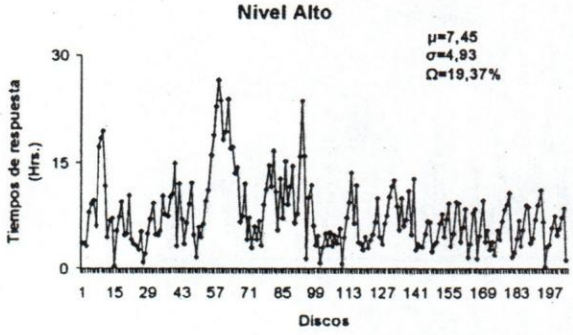
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	534.4588922	2	267.2294461	15.07857063	4.18789E-07	3.01184855
Dentro de los grupos	9906.858154	559	17.72246539			
Total	**10441.31705**	**561**				

Se rechaza Ho, la variable Curva de Aprendizaje SI afecta

Capacidad Instalada (Demanda Baja)







- Bullwhips recurrentes que se hacen pequeños hacia el final de la producción.
- No hay tendencia, ni desplazamiento de la curva, manteniendo la media del tiempo de respuesta con respecto a la curva validada.
- Alta variabilidad de los valores.

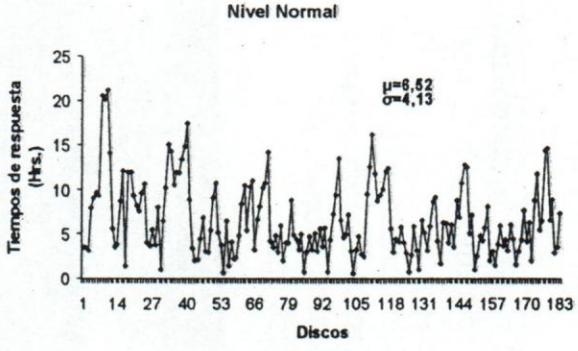
- Comportamiento inestable con presencia de pequeños Bullwhips que se hacen más débiles hacia el final de la producción.
- No hay desplazamiento de la curva lo que significa similitud en el valor de la media del tiempo de respuesta con respecto a la curva validada.
- Mayor variabilidad de los valores que en la curva validada.

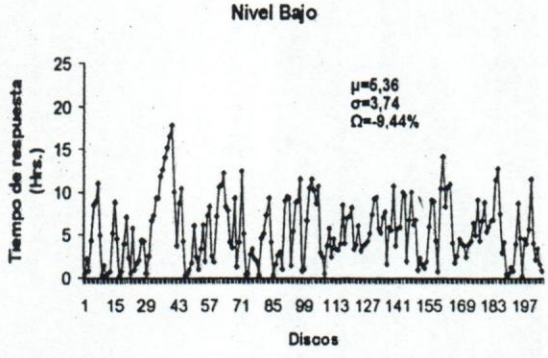
TABLA ANOVA

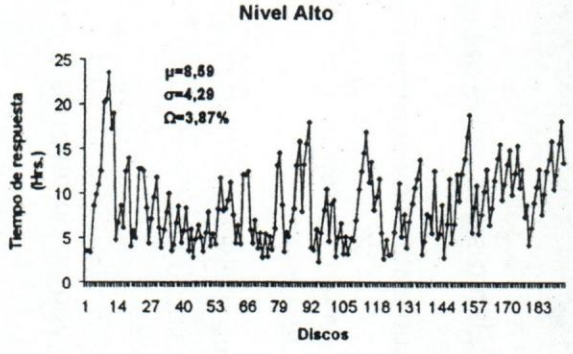
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	95.4991183	2	47.74955916	2.183584348	0.113529898	3.01071168
Dentro de los grupos	13142.3753	601	21.86751302			
Total	**13237.8744**	**603**				

Se acepta Ho, la variable Capacidad instalada NO afecta

Outsourcing (Demanda Baja)







- Comportamiento inestable con Bullwhips que no se estabilizan, igual que la curva validada.
- Desplazamiento de la curva hacia abajo.
- Disminución de los tiempos de respuesta y de la variabilidad de los valores con respecto a la curva validada.

- Desplazamiento de la curva hacia arriba, aumentando el tiempo de respuesta con respecto a la curva validada.
- Comportamiento inestable con Bullwhips recurrentes que no se estabilizan, igual que la curva validada.

TABLA ANOVA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1062.6702	2	531.3351106	32.3894642	4.64873E-14	3.01130854
Dentro de los grupos	9481.8393	578	16.40456624			
Total	**10544.51**	**580**				

Se rechaza Ho, la variable Outsourcing SI afecta

Variable		Carga de Trabajo		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω =38.019% descalabro suave del proceso. ✓ Comportamiento similar en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 138.33% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable del tiempo de respuesta. ✓ Aumento de la producción.	✓ Ω = 53.96% descalabro del proceso. ✓ Aumento considerable del tiempo de respuesta. ✓ Aumento considerable de la producción.
	NB	✓ Ω =-8.47% descalabro leve y amortiguación del proceso. ✓ Comportamiento similar en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 479.55% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = -10.24% descalabro leve con amortiguación del proceso. ✓ Comportamiento similar del tiempo de respuesta. ✓ Disminución de la producción.
Comentarios Generales				
✓ En general se observa variabilidad en los tiempos de respuesta y descalabro en el proceso. ✓ A demanda alta en cualquiera de los niveles el proceso colapsa. ✓ A demanda baja la variable no afecta el proceso.				

Tabla 5.4.- Resumen e impacto por niveles de la variable Carga de Trabajo en cada escenario

Variable		Curva de Aprendizaje		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω = -9.69% descalabro suave del proceso con amortiguamiento. ✓ Disminución leve del tiempo de respuesta.	✓ Ω = 385.16% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable del tiempo de respuesta. ✓ Aumento notable de la producción.	✓ Ω = 9.36% descalabro suave del proceso. ✓ Aumento del tiempo de respuesta.
	NB	✓ Ω = 13.07% descalabro suave del proceso. ✓ Aumento leve del tiempo de respuesta.	✓ Ω = 357.09% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable en el tiempo de respuesta. ✓ Disminuye la producción.	✓ Ω = 20.53% descalabro del proceso. ✓ Aumento del tiempo de respuesta.
Comentarios Generales		✓ En general se presenta una alta variabilidad y desestabilización del proceso. ✓ Al disminuir la demanda y aumentar la capacidad de aprendizaje, el proceso tiende a amortiguarse. ✓ A pesar de alta variabilidad no afecta al proceso.		

Tabla 5.5.- Resumen e impacto por niveles de la variable Curva de Aprendizaje en cada escenario

Variable	Capacidad Instalada			
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω =19.379% descalabro suave del proceso. ✓ Comportamiento similar en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 52.42% descalabro del proceso sin amortiguamiento ✓ Aumento del tiempo de respuesta.	✓ Ω = 14.84% descalabro suave del proceso. ✓ Disminución leve del tiempo de respuesta.
	NB	✓ Ω = 17.92% descalabro suave del proceso. ✓ Comportamiento similar en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 484.19% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 8.22% descalabro suave del proceso. ✓ Aumento del tiempo de respuesta.
Comentarios Generales				
✓ A demanda alta en cualquiera de los niveles el proceso colapsa. ✓ A demanda alta y nivel alto la disminución del tiempo de respuesta no es significativo. ✓ A demanda normal y nivel alto aumenta el tiempo de respuesta. ✓ A demanda baja la variable no afecta.				

Tabla 5.6.- Resumen e impacto por niveles de la variable Capacidad Instalada en cada escenario

Variable		Outsourcing		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω = 3.87% No descalabra ni amortigua el proceso ✓ Comportamiento similar en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 738.55% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 7.20% leve descalabro del proceso. ✓ Aumento del tiempo de respuesta. ✓ Disminución notable de la producción.
	NB	✓ Ω = -9.44% descalabro leve con amortiguación del proceso ✓ Comportamiento similar en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 294.03% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable en el tiempo de respuesta.	✓ Ω = 88.76% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento considerable en el tiempo de respuesta. ✓ Aumento considerable de la producción.
Comentarios Generales				
✓ La variable si afecta al proceso en todos los escenarios ✓ A demanda alta en cualquiera de los niveles el proceso colapsa. ✓ A demanda alta y nivel bajo existe un aumento significativo de la producción y del tiempo de respuesta. ✓ A demanda baja disminuye el tiempo de respuesta y aumenta la producción ✓ A demanda normal y nivel alto disminuye la producción y aumenta el tiempo de respuesta.			

Tabla 5.7.- Resumen e impacto por niveles de la variable Outsourcing en cada escenario

7.2.20 Banco de Venezuela:

Capítulo 6: Análisis de sensibilidad de las variables amortiguadoras del proceso

El análisis de sensibilidad se realiza a las variables para determinar cuales son las que pueden influir en los resultados de un sistema; ya que al alterar cualquiera de ellas, cambiaran los resultados obtenidos. Para ello se determinaron cuales son las variables que pueden afectar a cada proceso a través del desarrollo de *tablas anovas* y además un análisis estadístico para cada resultado.

Para lograr un buen análisis de resultados se siguieron los siguientes pasos:

1. Se obtuvieron los resultados de la simulación. Cada corrida hecha fue de 30 (treinta replicaciones) y se obtuvo el tiempo de respuesta de cada entidad generada por la simulación, y además se obtuvo tiempo de respuesta promedio de cada replicación (es decir, se obtuvieron treinta medias por corrida) Estos valores se obtuvieron del "Output Analyzer" de Rockwell Arena 5.0
2. A cada grupo de medias se le halló el porcentaje de error con respecto al valor del modelo y además se le hizo un tratamiento de estadística descriptiva como se muestra posteriormente.

(Los dos primeros puntos se encuentran desarrollados en los Anexos)

3. El tiempo de respuesta de cada entidad fue graficado versus el número de entidades generadas para luego ser estudiado, se aplico un análisis de varianza para un factor, siendo el factor la variable en estudio.

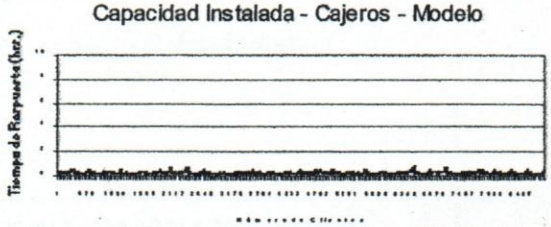
A continuación se muestra el análisis de sensibilidad para los casos más resaltantes del estudio, los menos representativos se encuentran en los anexos.

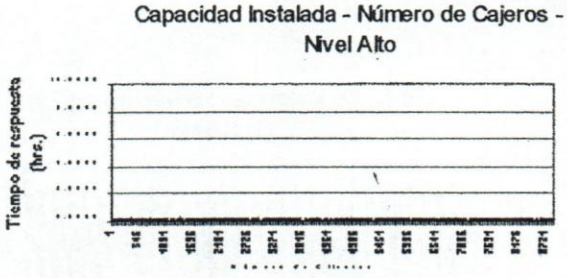
Para facilitar el estudio de las variables se realizó una hoja resumen la cual contiene: Nivel de Afluencia (si fuese necesario); el tipo de demanda; los gráficos necesarios para facilitar la comparación del comportamiento del sistema ante variaciones de las

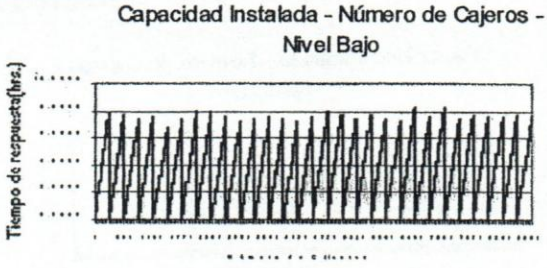
variables; un cuadro resumen con dichas comparaciones y el análisis de varianza de un factor.

VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA

Demanda Real







En estas gráficas, se ve el drástico efecto que ocurre, al manipular en el modelo el número de cajeros. La diferencia entre los tiempos de respuesta es tal, que se pierde gran parte de la información debido a la escala.

Del mismo modo, la dispersión del proceso es mayor pues los valores no se repiten; al contrario, siempre están en aumento.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.31504075	0.010501358	2.3887E-05
1 Cajero	30	143.6587	4.788623333	0.174971029
4 Cajeros	30	0.01200498	0.000400166	7.21426E-08

ANÁLISIS DE VARIANZA

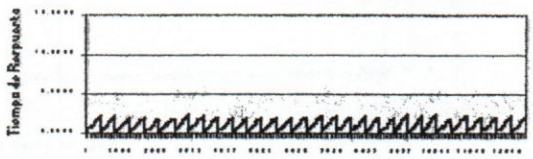
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	457.5763274	2	228.7881637	3922.195124	5.58975E-86	3.101291668
Dentro de los grupos	5.07485467	87	0.058331663			
Total	462.6511821	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Numero de Cajeros, sí afecta.

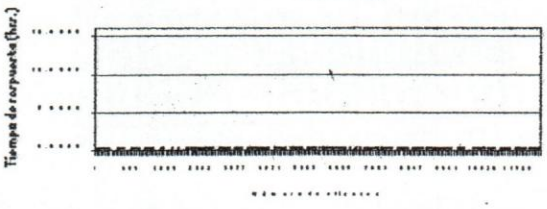
VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA

Demanda Alta

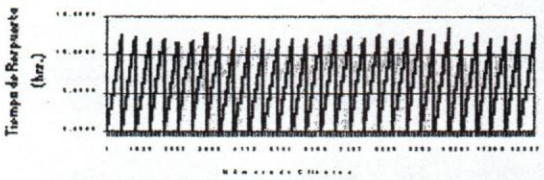
Capacidad Instalada - Número de Cajeros- Modelo



Capacidad Instalada - Número de Cajeros - Nivel Alto



Capacidad Instalada - Número de Cajeros - Nivel BAjo



El comportamiento que se observa en las curvas, se debe principalmente al aumento en la demanda. La curva, ya en el modelo, se encuentra descalabrada debido a que los recursos no pueden soportar la carga.

Aunque los comportamientos sean los mismos, al alterar el número de cajeros, se observa como se incrementa el tiempo de espera. A esto se debe nuevamente, la diferencia en las escalas.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	10.157244	0.3385748	0.00281591
1 Cajero	30	384.1798	12.80599333	0.721049208
4 Cajeros	30	0.07940615	0.002646872	4.29684E-06

ANÁLISIS DE VARIANZA

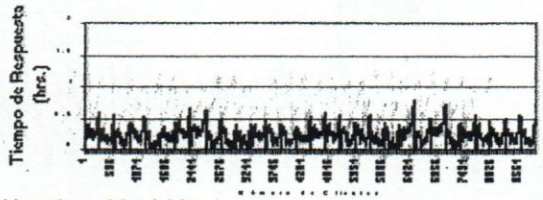
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	3194.750531	2	1597.375265	6620.152335	8.7659E-96	3.101291668
Dentro de los grupos	20.99221303	87	0.241289805			
Total	3215.742744	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Numero de Cajeros, sí afecta.

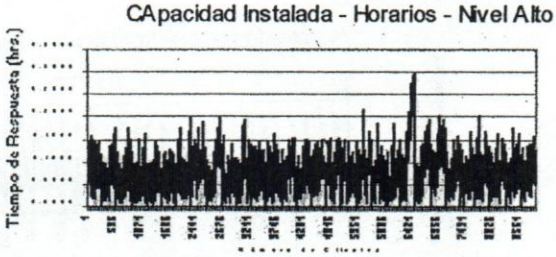
VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA

Demanda Real

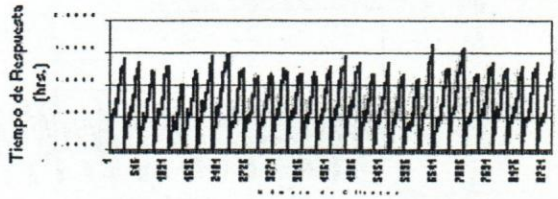
Capacidad Instalada - Horario - Modelo



CApacidad Instalada - Horarios - Nivel Alto



Capacidad Instalada - Horario - Nivel BAjo



Se puede observar que en estas gráficas aún conservando la escala, se puede apreciar la dispersión existente en cada una de ellas. Esto se debe a que los tiempos de respuesta no sufrieron tanto como con la variable anterior.

Al colocar un cajero extra, en el proceso, la curva se ve desplazada, pero conserva gran cantidad de picos recurrentes.

Al estudiar el nivel bajo, se hace evidente que el proceso se descalabra. Los tiempos de respuesta se ven aumentados durante todo el día.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.31504075	0.010501358	2.3887E-05
Horario Completo	30	0.0374148	0.00124716	1.09971E-06
Horario Reducido	30	3.80036	0.126678667	0.000860051

ANÁLISIS DE VARIANZA

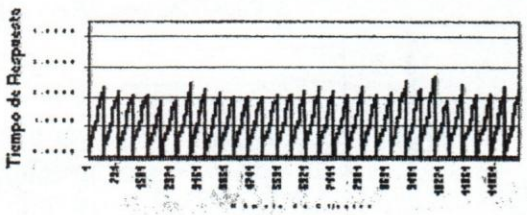
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.2931587	2	0.14657935	496.8578801	2.52719E-48	3.101291668
Dentro de los grupos	0.025666099	87	0.000295013			
Total	0.318824799	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Horario, sí afecta.

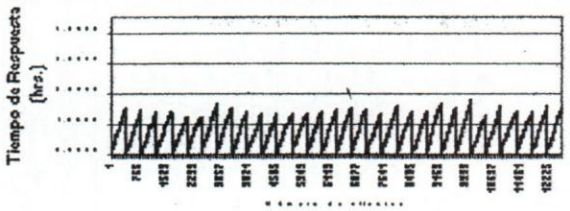
VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA

Demanda Alta

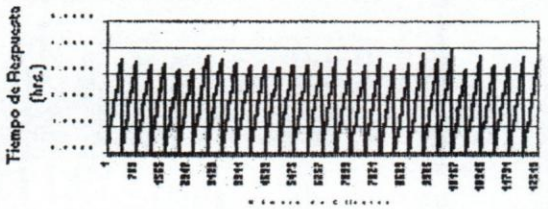
Capacidad Instalada - Horario -Modelo



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Alto



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Bajo



Con una demanda mayor a la real, el proceso se ve desequilibrado aún sin modificar ninguna variable.
Al aumentar los horarios de los cajeros, ocurre una reducción del tiempo de respuesta, pero no es suficiente para llevar al proceso a lo normal.
Todos los gráficos presentan el mismo comportamiento, su diferencia está únicamente en los valores que alcanza el tiempo de respuesta.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	10.157244	0.3385748	0.00281591
Horario Completo	30	8.227728	0.2742576	0.314822546
Horario Reducido	30	29.413442	0.980448067	0.010200849

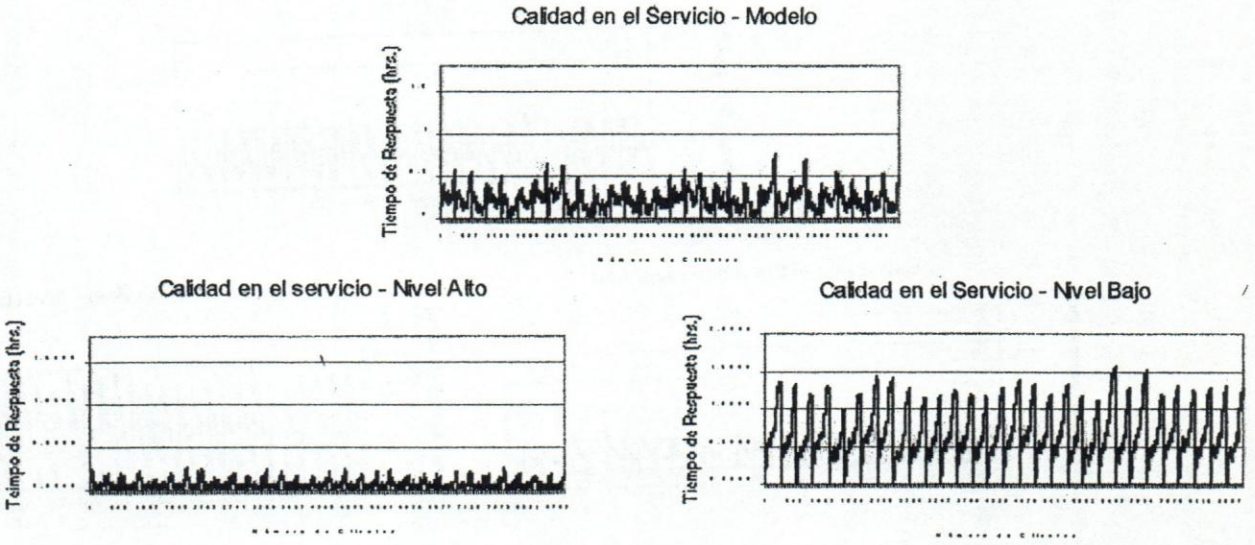
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	9.148429679	2	4.574214839	41.85783795	1.8416E-13	3.101291668
Dentro de los grupos	9.507339857	87	0.109279768			
Total	18.65576954	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Horario, sí afecta.

VARIABLE: CALIDAD EN EL SERVICIO

Demanda Real



Estudiando este actor bajo una demanda real, se observa un comportamiento semejante, con *bullwhips* recurrentes.

A medida que el tiempo de atención aumenta, como consecuencia logica, aumentan tambien, los tiempos de respuesta. El nivel de calidad alto, considera una atención superior en eficiencia a la real, de alli que sus valores y varianza sean menores. De forma inversa ocurre con el nivel bajo; los tiempos de respuesta aumentan al incrementarse el tiempo de atención

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.31504075	0.010501358	2.3887E-05
Mayor Calidad	30	0.06492386	0.002164129	9.25571E-07
Menor Calidad	30	3.197159	0.106571967	0.00066898

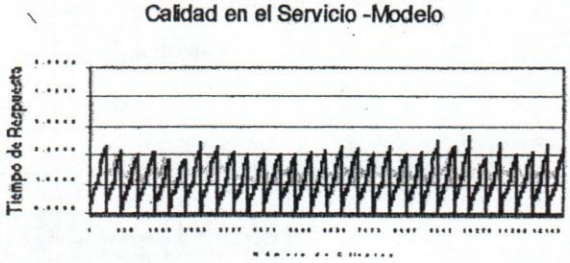
ANÁLISIS DE VARIANZA

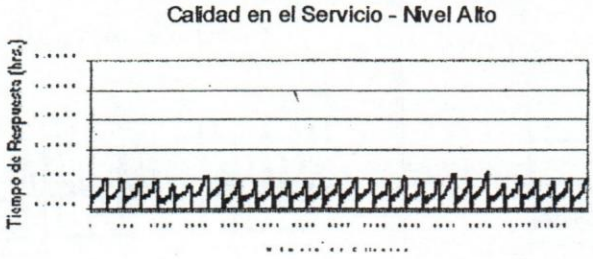
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.202000678	2	0.101000339	436.7314986	4.2774E-46	3.101291668
Dentro de los grupos	0.020119981	87	0.000231264			
Total	0.222120659	89				

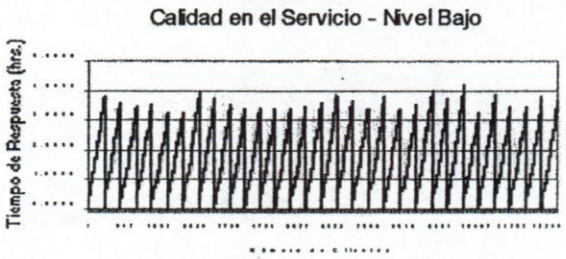
Rechazo Ho, la Variable Calidad de Servicio, sí afecta

VARIABLE: CALIDAD EN EL SERVICIO

Demanda Alta







Al aumentar la demanda, para el analisis de este factor ocurre lo que en los demas. El proceso al encontrase totalmente abarrotado, no logra recuperarse ni considerando un nivel mejorado del real.

Se observan picos correspondientes a cada uno de los dias replicados. Esto significa que el tiempo siempre es mayor, por lo que podria decirse que las curvas presentan tendencias ascendentes

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	10.157244	0.3385748	0.00281591
Mayor Calidad	30	1.666086	0.0555362	0.000295425
Menor Calidad	30	28.374334	0.945811133	0.013494567

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	12.41436271	2	6.207181353	1121.381042	7.78098E-63	3.101291668
Dentro de los grupos	0.481571168	87	0.005535301			
Total	12.89593387	89				

Rechazo Ho, la Variable Calidad de Servicio, sí afecta.

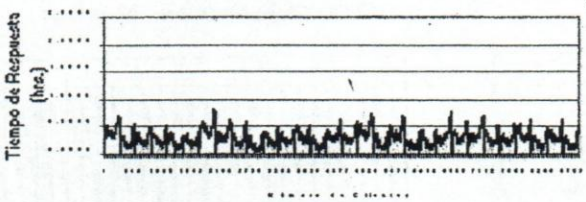
VARIABLE: CURVA DE APRENDIZAJE

Demanda Real

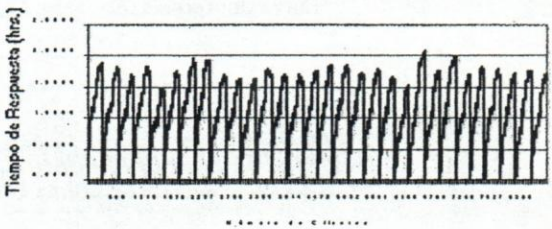
Curva de Aprendizaje - Modelo



Curva de Aprendizaje - Nivel Alto



Curva de Aprendizaje - Nivel Bajo



Con la demanda real, tomando una curva de aprendizaje rapida, el proceso no presenta mayor diferencia con el modelo. Los valores de tiempo de respuesta aumentan poco y la variabilidad se comporta de manera similar.

Si se asume un aprendizaje lento por parte de los cajeros, el proceso se descontrola y la dispersión de la curva sufre un gran cambio.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.31504075	0.010501358	2.3887E-05
Curva Rápida	30	0.37107063	0.012369021	2.6467E-05
Curva Lenta	30	6.742854	0.2247618	0.002739784

ANÁLISIS DE VARIANZA

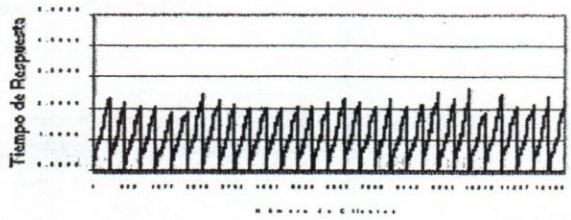
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.910217176	2	0.455108588	489.3398594	4.64864E-48	3.101291668
Dentro de los grupos	0.080914004	87	0.000930046			
Total	0.99113118	89				

Rechazo Ho, la Variable Curva de Aprendizaje, sí afecta

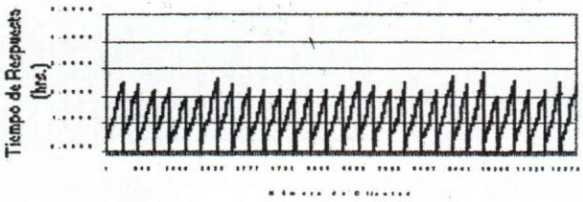
VARIABLE: CURVA DE APRENDIZAJE

Demanda Alta

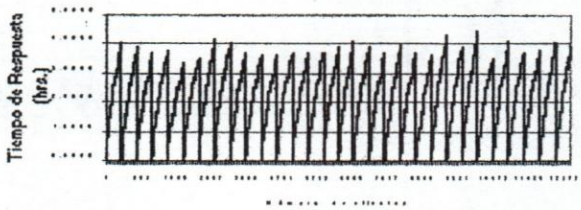
Curva de Aprendizaje -Modelo



Curva de Aprendizaje- Nivel Alto



Curva de Aprendizaje - Nivel Bajo



En las tres graficas se puede observar un comportamiento similar, pero, con distintos valores maximos de tiempo de respuesta.
Nuevamente se debe decir, que los picos de las curvas representan los tiempos de respuesta finales del dia. El proceso en ninguno de los casos logra sobrellevar la carga de demanda.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	29	9.790008	0.337586483	0.002886129
Curva Rápida	29	31.850962	1.098309034	0.033403269
Curva Lenta	29	10.489665	0.361712586	0.003915374

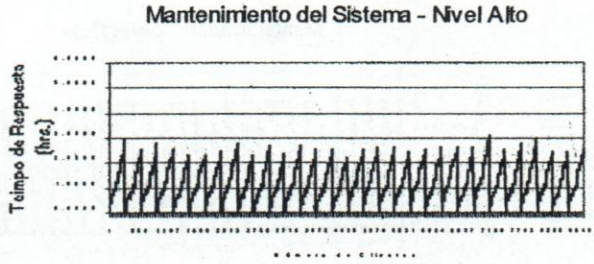
ANÁLISIS DE VARIANZA

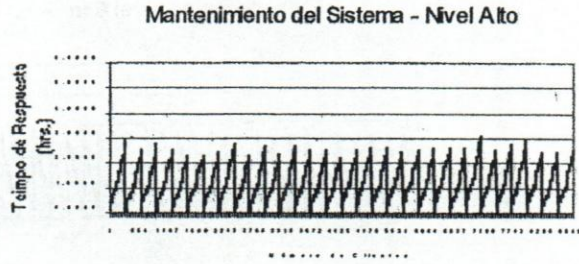
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	10.84460024	2	5.42230012	404.6012377	7.58287E-44	3.10515702
Dentro de los grupos	1.125733605	84	0.013401591			
Total	11.97033384	86				

Rechazo Ho, la Variable Curva de Aprendizaje, sí afecta.

VARIABLE: MANTENIMIENTO

Demanda Real





Se observa, que al considerar fallas en el sistema los tiempos de respuesta sufren un golpe.
Las fallas cortas, nivel alto, tienen un efecto menos pronunciado sobre los tiempos de respuesta.
Las fallas largas, elevan el tiempo de respuesta hasta un maximo de 5 veces el valor del modelo.
En cualquiera de los casos se puede afirmar, que la falta de mantenimiento, tiene efectos fuertes sobre la dispersión

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Fallas Cortas	30	14.086307	0.469543567	0.004530636
Fallas Largas	30	54.1724	1.805746667	0.049428094

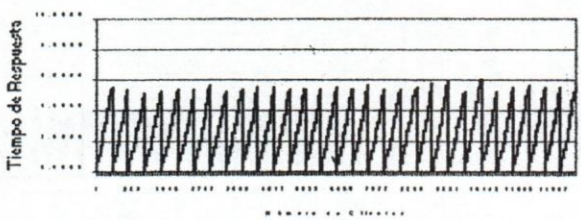
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	26.78158087	1	26.78158087	992.669064	3.52503E-38	4.006864174
Dentro de los grupos	1.564803162	58	0.026979365			
Total	28.34638403	59				

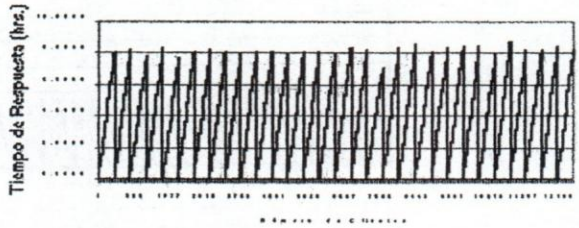
Rechazo Ho, la Variable Mantenimiento, sí afecta

VARIABLE: MANTENIMIENTO
Demanda Alta

Mantenimiento - Nivel Alto



Mantenimiento - Nivel Bajo



En las tres graficas, se ve el mismo comportamiento. Al considerar, la demanda mayor a la real, aun el modelo, se encuentra descalabrado desde el principio.
Como en otros casos, con otras variables de estudio, el efecto se ve Agudizado. Por ello los picos observados en ambas curvas.
Nuevamente, el nivel bajo de mantenimiento arroja mayores valores de tiempo de respuesta.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

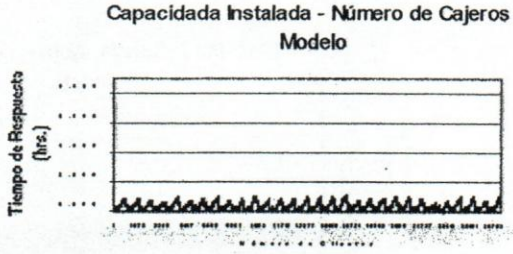
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Fallas cortas	30	74.1036	2.47012	0.055253927
Fallas largas	30	167.5831	5.586103333	0.265347368

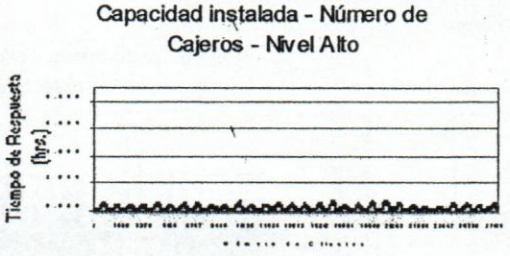
ANÁLISIS DE VARIANZA

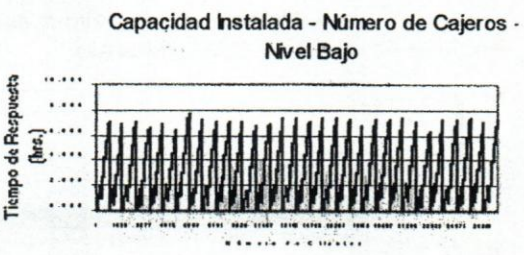
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	145.640282	1	145.640282	908.5445644	3.97474E-37	4.006864174
Dentro de los grupos	9.297437558	58	0.160300648			
Total	154.9377196	59				

Rechazo Ho, la Variable Mantenimiento, sí afecta.

VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA
ALTA AFLUENCIA | Demanda Real







El modelo presenta un comportamiento equilibrado, con *bullwhips* recurrentes. Su tiempo promedio de respuesta, así como su varianza son bajos.

Al aplicar un mayor nivel de la variable la disminución que presenta. la media y la varianza no es representativa

En el caso de un nivel bajo, se ve claramente como el proceso gana dispersión debido a un aumento considerable en la varianza

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

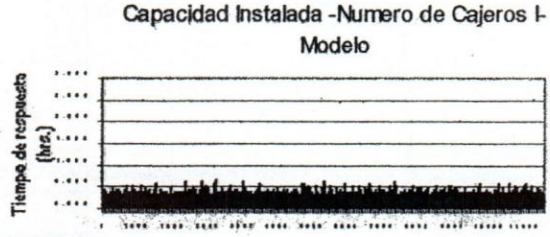
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	1.51505709	0.050501903	0.000394174
3 Cajeros	30	141.0272	4.700906667	0.171882449
9 Cajeros	30	0.61679681	0.020559894	9.70412E-05

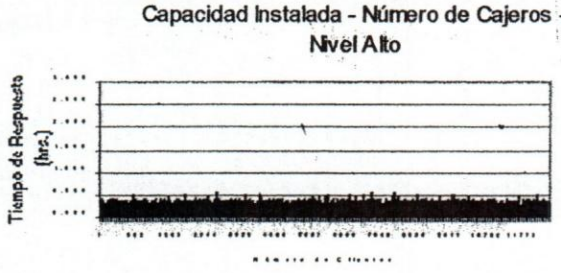
ANÁLISIS DE VARIANZA

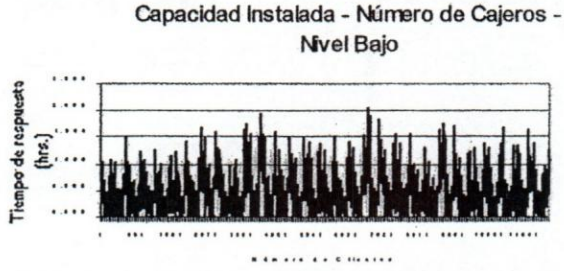
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	435.3280691	2	217.6640345	3788.235907	2.49216E-85	3.101291668
Dentro de los grupos	4.998836257	87	0.057457888			
Total	440.3269053	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Número de Cajeros, sí afecta

VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA
BAJA AFLUENCIA | Demanda Real







En este caso se observa una vez más como el proceso se ve altamente afectado ante una reducción extrema de cajeros y como un aumento pequeño, si bien es cierto que reduce los picos de la gráfica, no aporta mayor beneficio.

Este caso al presentar una demanda baja no siente con intensidad los cambios realizados en él.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.30626245	0.010208748	6.55049E-06
3 Cajeros	30	3.351775	0.111725833	0.002945496
9 Cajeros	30	1.96804746	0.065601582	0.04666559

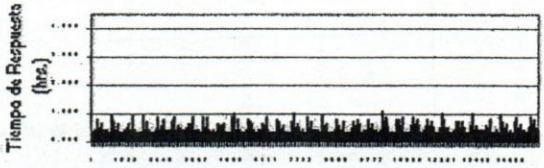
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.155015311	2	0.077507656	4.68629674	0.011671004	3.101291668
Dentro de los grupos	1.438911451	87	0.016539212			
Total	1.593926762	89				

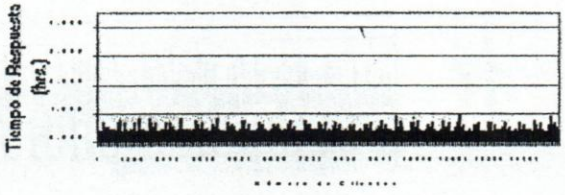
Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Número de Cajeros, sí afecta.

VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Real

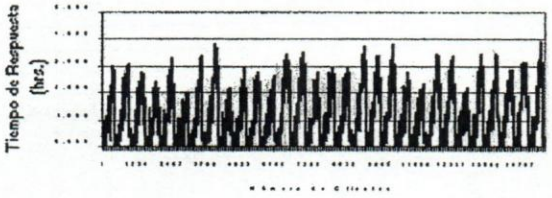
Capacidad Instalada - Número de Cajeros - Modelo



Capacidad Instalada - Número de Cajeros - Nivel Alto



Capacidad Instalada - Número de cajeros - nivel Bajo



Aumentar el número de cajeros a 9 tiene un ligero efecto sobre el tiempo de respuesta así como sobre la varianza, los *bullwhips* se ven reducidos un poco.

Si se observa la curva correspondiente al nivel bajo, resulta evidente que esta variable consigue descalabrar el proceso. Los *bullwhips* se ven intensificados al aumentar bruscamente los tiempos de respuesta y la varianza.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

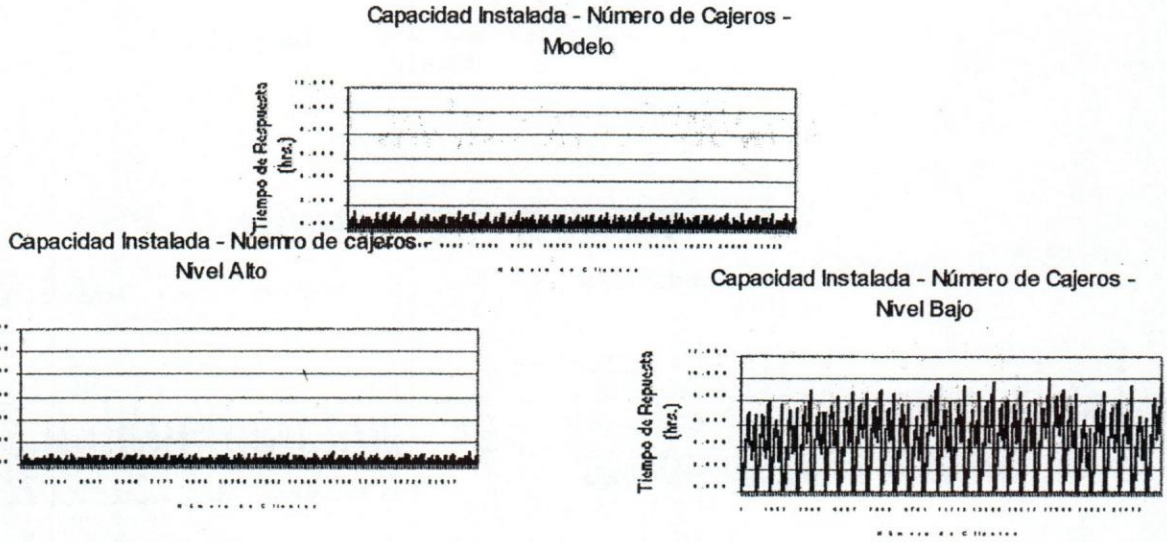
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.714456	0.0238152	2.49662E-05
3 Cajeros	30	24.003162	0.8001054	0.087849564
9 Cajeros	30	0.48313	0.016104333	3.55419E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	12.17343605	2	6.086718023	207.7140155	7.45374E-34	3.101291668
Dentro de los grupos	2.54939209	87	0.029303357			
Total	14.72282814	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Número de Cajeros, sí afecta

VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Alta



Se observa, al comparar visualmente la curva del modelo y la del nivel alto de número de cajeros, que esta variable, ayuda a disminuir la dispersión de los tiempos de respuesta. Sin embargo, esta reducción del tiempo de respuesta, no resulta significativo al comparar el grado de aumento en los tiempos que trae al proceso, disminuir el número de cajeros a tres. En este caso, los *bullwhips* se hacen más pronunciados y tanto las medias como las varianzas se disparan. El proceso se descalabra.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	1.751798	0.058393267	0.000168892
3 Cajeros	30	152.6251	5.087503333	1.110527304
9 Cajeros	30	0.86903	0.028967667	3.41269E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

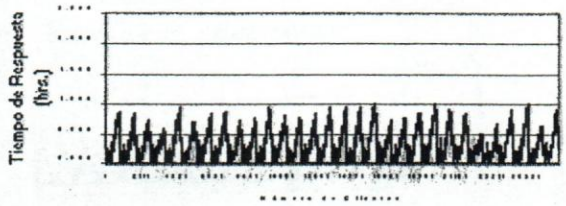
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	508.8159702	2	254.4079851	687.1370477	5.04963E-54	3.101291668
Dentro de los grupos	32.21117938	87	0.370243441			
Total	541.0271496	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Número de Cajeros, sí afecta.

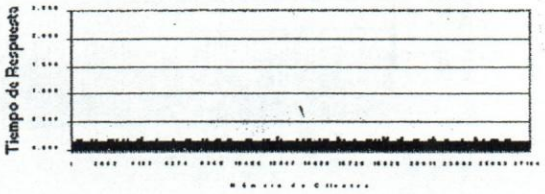
VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA

ALTA AFLUENCIA | Demanda Real

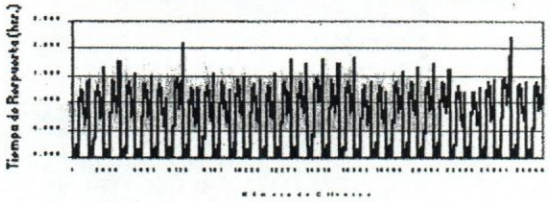
Capacidad Instalada - Horario-Modelo



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Alto



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Bajo



Cuando se aplican valores extremos de esta variable al sistema y se realiza un estudio gráfico se observa como produce cambios significativos en el comportamiento de la curva.

Dicho cambio se ve reflejado en la media y la varianza de los experimentos y además es importante destacar que la curva no se desplaza lo que ocurre es un cambio en el ancho de banda.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

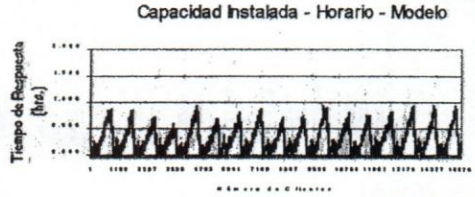
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	1.51505709	0.050501903	0.000394174
Horario Completo	30	0.03337228	0.001112409	8.12626E-09
Horario Reducido	30	7.61196925	0.253732308	0.002455974

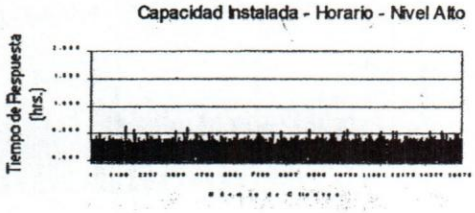
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1.075587331	2	0.537793666	566.0674975	1.33609E-50	3.101291668
Dentro de los grupos	0.082654541	87	0.000950052			
Total	1.158241872	89				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Horario, sí afecta

VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Real







Al estudiar la capacidad instalada mediante los horarios, se observa un comportamiento parecido que al estudiar la variable número de cajeros. Al aumentar el número de cajeros, se logra reducir un poco el efecto negativo que tiene sobre el tiempo de respuesta la demanda. Al reducir el horario de trabajo, se da el caso contrario, el problema se agudiza así como los *bullwhips.*

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.714456	0.0238152	2.49662E-05
Horario Completo	30	0.29087953	0.009695984	4.73113E-07
Horario Reducido	30	3.087499	0.102916633	0.000271019

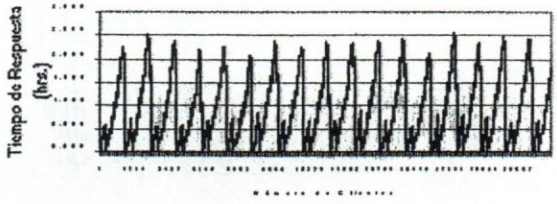
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.151464784	2	0.075732392	766.3724175	5.73007E-56	3.101291668
Dentro de los grupos	0.00859728	87	9.88193E-05			
Total	0.160062064	89				

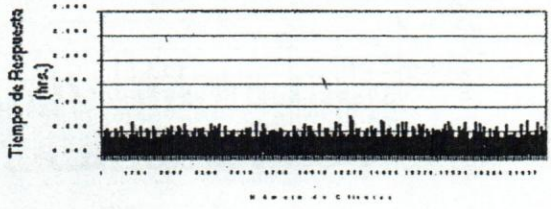
Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Horario, sí influye.

VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Alta

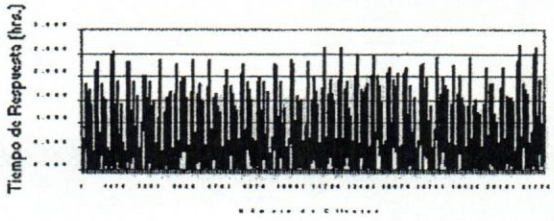
Capacidad Instalada - Horario - Modelo



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Alto



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Bajo



El comportamiento observado a demanda real se ve intensificado al aumentar la demanda. El modelo no puede absorber la demanda y por ello se observan los picos elevados en la gráfica.

El aumento de capacidad instalada ayuda a amortiguar el proceso, bajando considerablemente los tiempos de respuesta y la dispersión.

El caso crítico ocurre al disminuir el horario, con un incremento en los tiempos de respuesta y en la varianza.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	29	1.678898	0.057893034	0.000167149
Horario Completo	29	0.40470944	0.013955498	4.19071E-06
Horario Reducido	29	10.884824	0.375338759	0.002020872

ANÁLISIS DE VARIANZA

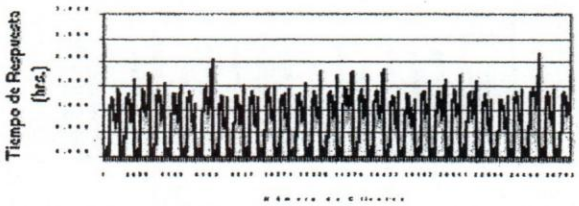
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	2.255234841	2	1.127617421	1543.12285	5.94056E-67	3.10515702
Dentro de los grupos	0.061381933	84	0.000730737			
Total	2.316616774	86				

Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Horario, sí afecta.

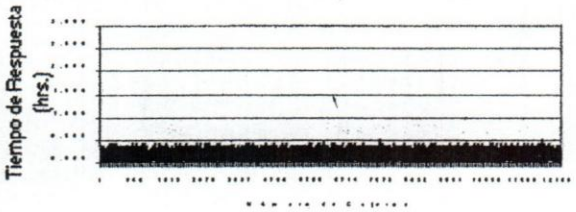
VARIABLE: CAPACIDAD INSTALADA

BAJA AFLUENCIA | Demanda Real

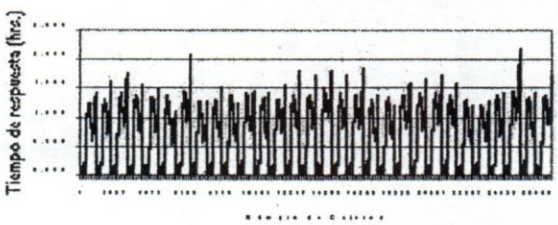
Capacidad Instalada - Horario - Modelo



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Alto



Capacidad Instalada - Horario - Nivel Bajo



Se observa que aun cuando se estudia la demanda real en un día de afluencia baja, su comportamiento es semejante a los días de media afluencia. Su comportamiento puede verse mermado por la afluencia pero con muy poca diferencia.

En las distintas gráficas se puede ver el efecto *bullwhip*.

La curva del tiempo de respuesta se ve desplazada en cada uno de los gráficos. Pero la tendencia es la misma.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.30626245	0.010208748	6.55049E-06
Horario Completo	30	0.24834899	0.0082783	1.73636E-07
Horario Reducido	30	0.627904	0.020930133	3.46393E-05

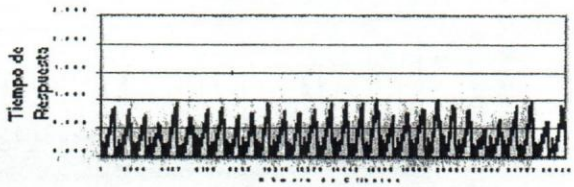
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.002787436	2	0.001393718	101.0833508	2.03769E-23	3.101291668
Dentro de los grupos	0.00119954	87	1.37878E-05			
Total	0.003986976	89				

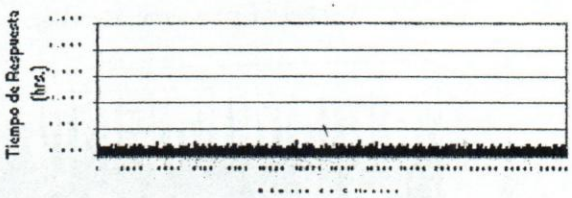
Rechazo Ho, la Variable Capacidad Instalada, Horario, sí afecta.

VARIABLE: CALIDAD EN EL SERVICIO
ALTA AFLUENCIA | Demanda Real

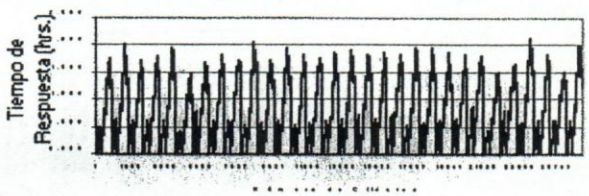
Calidad en el Servicio - Modelo



Calidad en el Servicio - Nivel Alto



Calidad en el Servico - Nivel Bajo



En el modelo se observa un comportamiento recurrente en el cual el sistema se ve sobresaturado para luego reponerse, este es el típico comportamiento de una demanda tan variable como la que está en estudio.

Al ofrecer un mejor servicio, la institución lograría reducir el tiempo de atención lo que se traduciría en un menor tiempo de respuesta promedio.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*	
Modelo	30	1.51505709	0.050501903	0.000394174	
Calidad Alta	30	0.03399073	0.001133024	2.12855E-08	
Calidad Baja	30	9.618519	0.3206173	0.003627251	

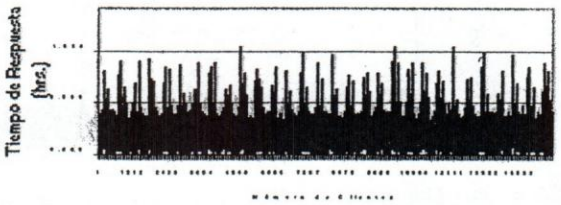
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1.774698163	2	0.887349081	661.9627062	2.32092E-53	3.101291668
Dentro de los grupos	0.116621933	87	0.001340482			
Total	1.891320095	89				

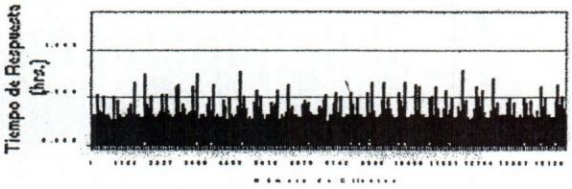
Rechazo Ho, la variable Calidad en Servicio, sí afecta.

VARIABLE: CALIDAD EN EL SERVICIO
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Real

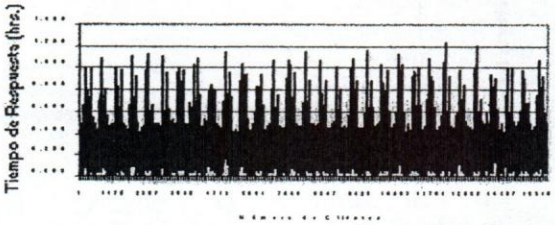
Calidad en el servicio - Modelo



Calidad en el Servico - Nivel Alto



Calidad en el Servicio - Nivel Bajo



Al aplicar un nivel alto de calidad en el sistema se observa un cambio positivo en la media del tiempo de respuesta, mientras que la varianza aumenta.

En el caso de un nivel bajo en el servicio se observa un fuerte efecto latigazo recurrente la cual produce un aumento en la media y una mayor dispersión en el tiempo de respuesta, además se nota un pequeño desplazamiento de la curva.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.714456	0.0238152	2.49662E-05
Calidad Alta	30	0.34497984	0.011499328	6.46531E-06
Calidad Baja	30	1.349186	0.044972867	0.000132072

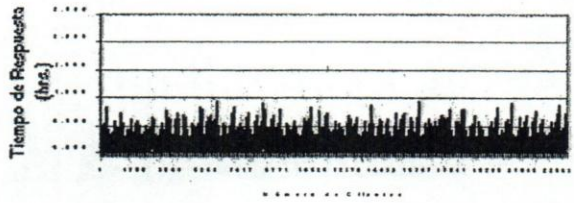
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.017198054	2	0.008599027	157.7770137	1.14614E-29	3.101291668
Dentro de los grupos	0.004741599	87	5.45011E-05			
Total	0.021939653	89				

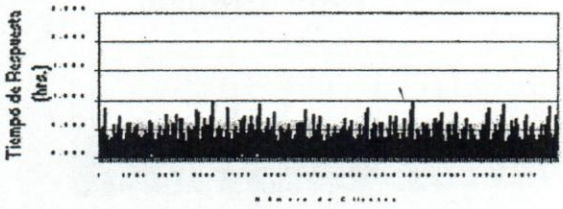
Rechazo Ho, la Variable Calidad en Servicio, sí afecta.

VARIABLE: CALIDAD EN EL SERVICIO
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Alta

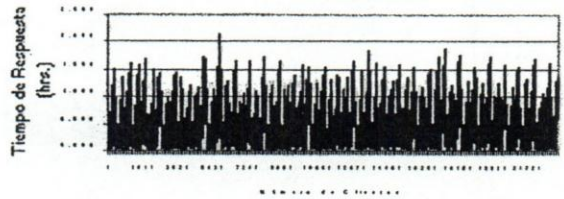
Calidad en el Servicio - Modelo



Calidad en el Servicio - Nivel Alto



Calidad en el Servicio - Nivel Bajo



Para este escenario aplicar un nivel alto en el sistema no representa cambios significativos, de hecho el sistema prácticamente no percibe el cambio.

En el caso que el sistema ofreciese un servio lento y poco eficiente se le dificulta mucho recuperarse, ya que, como se observa se desatan *bullwhips* recurrentes con una varianza muy grande.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	1.751798	0.058393267	0.000168892
Calidad Alta	30	0.642193	0.021406433	2.74691E-05
Calidad Baja	30	3.995499	0.1331833	0.000850949

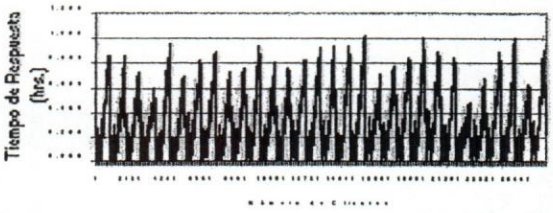
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.194556428	2	0.097278214	278.6514441	1.49166E-38	3.101291668
Dentro de los grupos	0.030372011	87	0.000349104			
Total	0.224928439	89				

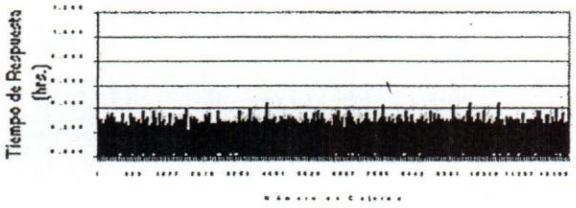
Rechazo Ho, la Variable Calidad en Servicio, sí afecta.

VARIABLE: CALIDAD EN EL SERVICIO
BAJA AFLUENCIA | Demanda Real

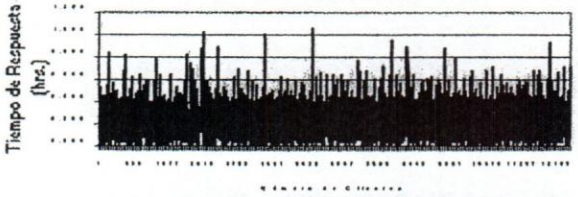
Calidad en el Servicio - Modelo



Calidad en el servicio- Nivel Alto



Calidad en el Servicio - Nivel Bajo



Un nivel bajo de calidad en este proceso conlleva una disminución el la varianza lo cual demuestra que ante un escenario de demanda baja la respuesta del sistema se comporta de manera totalmente distinta que ante otros escenarios, además la media y la varianza se reducen significativamente ante un nivel alto de la variable.

Esta variable logra amortiguar al proceso.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.30626245	0.010208748	6.55049E-06
Calidad Alta	30	0.17610534	0.005870178	3.17949E-07
Calidad Baja	30	0.611783	0.020392767	2.04363E-05

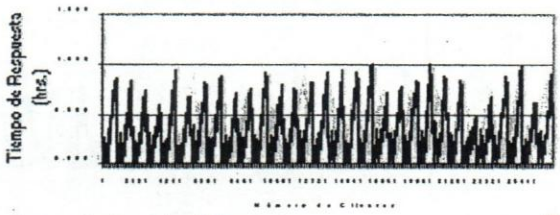
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.00333443	2	0.001667215	183.1785025	6.51528E-32	3.101291668
Dentro de los grupos	0.000791838	87	9.10159E-06			
Total	0.004126268	89				

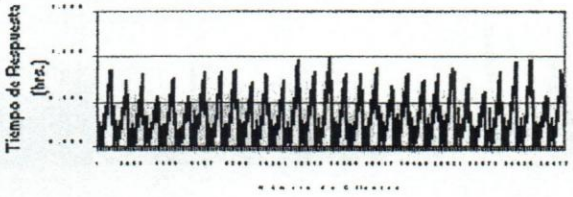
Rechazo Ho, la Variable Calidad en Servicio, sí afecta.

VARIABLE: CURVA DE APRENDIZAJE
ALTA AFLUENCIA | Demanda Real

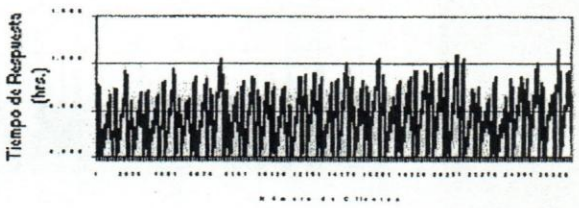
Curva de Aprendizaje - Modelo



Curva de Aprendizaje - Nivel Alto



Curva de Aprendizaje - Nivel Bajo



Con la demanda real, los *bullwhips* no son tan pronunciados debido a que el sistema no se encuentra cargado en exceso. Aun así, se puede ver el efecto negativo que tiene la curva de aprendizaje, en especial la lenta, al verse aumentado el tiempo de respuesta en gran medida.

La dispersión también se ve afectada por la curva de aprendizaje por lo que se puede decir que descontrola el proceso.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	29	0.29626245	0.010215947	6.78283E-06
Curva Rapida	29	0.33776867	0.011647196	2.41217E-06
Curva Lenta	29	0.650048	0.022415448	2.26493E-05

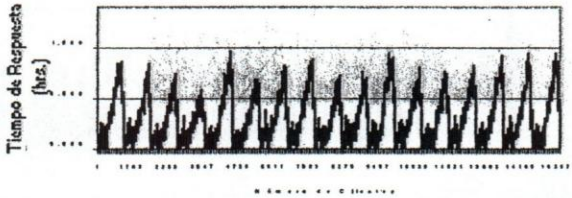
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.002579372	2	0.001289686	121.4991904	1.61739E-25	3.10515702
Dentro de los grupos	0.000891641	84	1.06148E-05			
Total	0.003471013	86				

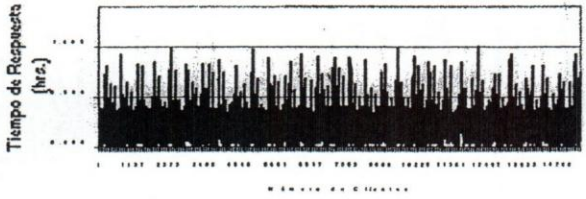
Rechazo Ho, la Variable Curva de Aprendizaje, sí afecta.

VARIABLE: CURVA DE APRENDIZAJE
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Real

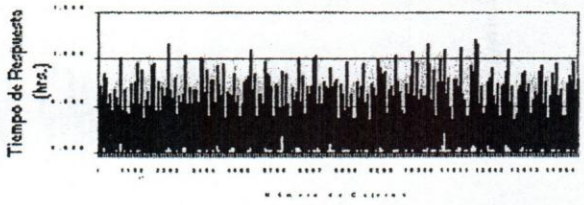
Curva de Aprendizaje - Modelo



Curva de Aprendizaje - Nivel Alto



Curva de Aprendizaje - Nivel Bajo



Con la demanda real, el efecto que tiene la curva de aprendizaje sobre el tiempo de respuesta, es menor que para la demanda aumentada. Aun así, su efecto es considerable. Esto puede ser observado en las graficas.

Al introducir la variable curva de aprendizaje en cualquiera se sus niveles, los *bullwhips* se incrementan, reflejo del aumento de la variabilidad.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	30	0.714456	0.0238152	2.49662E-05
Curva Rapida	30	0.732435	0.0244145	1.73265E-05
Curva Lenta	30	1.502259	0.0500753	0.004342777

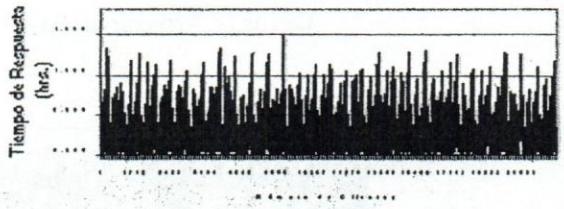
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.013484287	2	0.006742143	4.612567941	0.012474878	3.101291668
Dentro de los grupos	0.127167009	87	0.00146169			
Total	0.140651296	89				

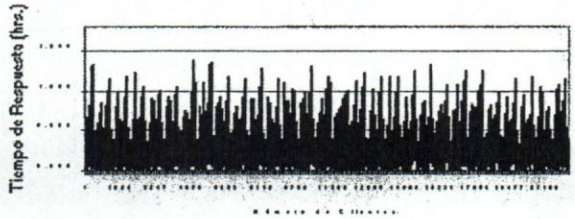
Acepto Ho, la Variable Curva de Aprendizaje, no afecta.

VARIABLE: CURVA DE APRENDIZAJE
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Alta

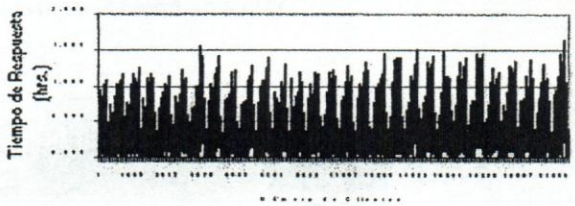
Curva de Aprendizaje - Modelo



Curva de Aprendizaje - Nivel Alto



Curva de Aprendizaje - Nivel Bajo



En los casos anteriores ha quedado demostrado que al aumentar la demanda, el proceso sufre un fuerte golpe y por ende, los tiempos de respuesta. El incluir la curva de aprendizaje, nivel alto o bajo, este descontrol se agudiza.

En las tres curvas se observan *bullwhips* recurrentes y procesos no estables.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	29	1.678898	0.057893034	0.000167149
Curva Rapida	29	1.769492	0.061016966	0.000125297
Curva Lenta	29	2.662444	0.091808414	0.000517755

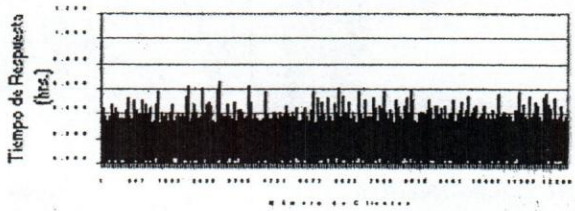
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.020378543	2	0.010189272	37.72869231	2.03543E-12	3.10515702
Dentro de los grupos	0.022685621	84	0.000270067			
Total	0.043064165	86				

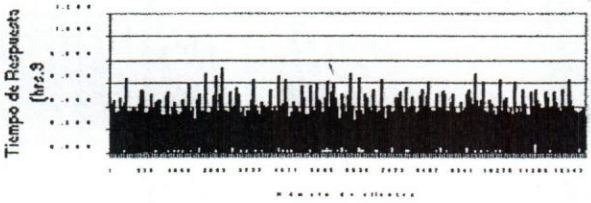
Rechazo Ho, la Variable Curva de Aprendizaje, sí afecta.

VARIABLE: CURVA DE APRENDIZAJE
BAJA AFLUENCIA | Demanda Real

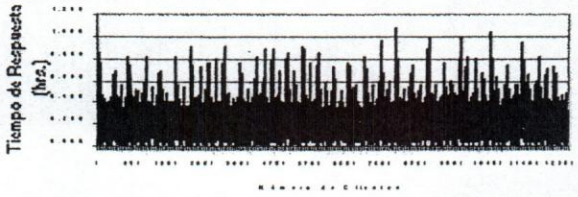
Curvas De Aprendizaje - Modelo



Curva de Aprendizaje - Nivel Alto



Curva de Aprendizaje - Nivel Bajo



Aunque los valores medios del tiempo de espera parecieran no variar mucho entre las tres graficas, se observa una interesante variación en la dispersión. Los picos mas altos, se alcanzan, como era de esperarse, en la curva correspondiente a un aprendizaje lento por parte de los cajeros.

Entre la curva de aprendizaje y el modelo las diferencias no son tan marcadas.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

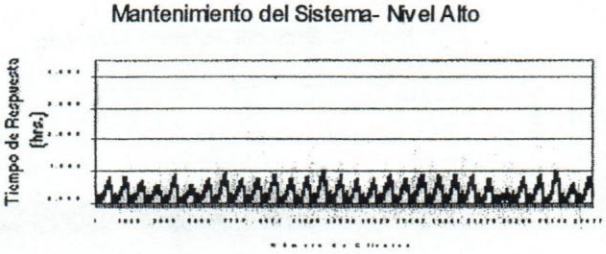
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Modelo	29	0.29626245	0.010215947	6.78283E-06
Curva Rapida	29	0.33776867	0.011647196	2.41217E-06
Curva Lenta	29	0.650048	0.022415448	2.26493E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.002579372	2	0.001289686	121.4991904	1.61739E-25	3.10515702
Dentro de los grupos	0.000891641	84	1.06148E-05			
Total	0.003471013	86				

Rechazo Ho, la Variable Curva de Aprendizaje, sí afecta.

VARIABLE: MANTENIMIENTO
ALTA AFLUENCIA | Demanda Real





El modelo presenta un comportamiento equilibrado, con bullwhips recurrentes. Su tiempo promedio de respuesta, así como su varianza son bajos.

Al aplicar un mayor nivel la disminución que presenta la media y la varianza no es representativa. En el caso de un nivel menor, se ve claramente como el proceso gana dispersión debido a un aumento considerable en la varianza

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

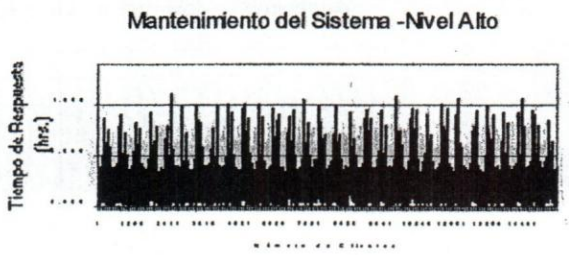
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Fallas Cortas	30	1.51647609	0.050549203	0.000394703
Fallas Largas	30	38.812681	1.293756033	0.020993169

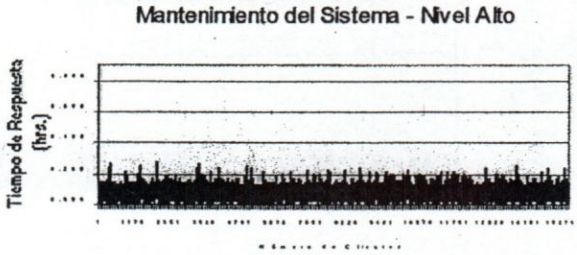
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	23.18344834	1	23.18344834	2167.906015	1.21789E-47	4.006864174
Dentro de los grupos	0.620248293	58	0.010693936			
Total	23.80369664	59				

Rechazo Ho, la Variable Mantenimiento, sí afecta.

VARIABLE: MANTENIMIENTO
MEDIA AFLUENCIA | Demanda Real





Ambas curvas presentan mucha fluctuación esto se observa en el número de *bullwhips*. y los valores que éstos alcanzan. Esto determina la influencia de esta variable en el proceso.

Al igual que en el caso anterior, las fallas largas ocasionan mayor variabilidad que las cortas.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

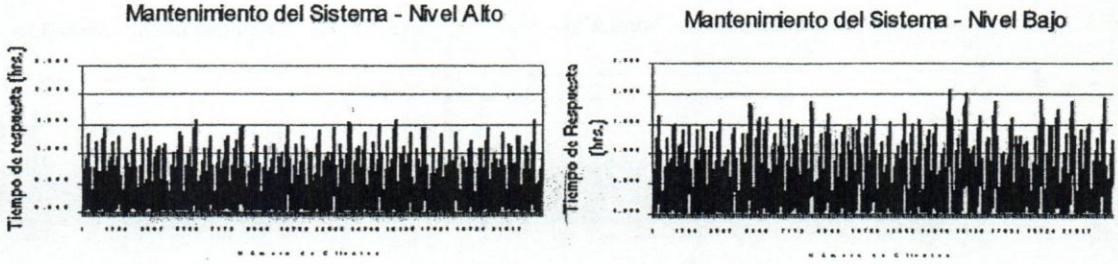
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Fallas Cortas	29	0.96703	0.033345862	2.7445E-05
Fallas Largas	29	1.374034	0.047380483	0.00010211

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.002856073	1	0.002856073	44.0893372	1.35921E-08	4.012974841
Dentro de los grupos	0.003627637	56	6.47792E-05			
Total	0.00648371	57				

Rechazo Ho, la Variable Mantenimiento, sí afecta.

VARIABLE: MANTENIMIENTO	
MEDIA AFLUENCIA	Demanda Alta



Para una demanda baja, el comportamiento de ambas curvas se asemeja mucho. La diferencia entre valores medios de tiempo de respuesta son casi insignificantes y los *bullwhips* en coinciden en muchos casos.

En este caso, la variable no pareciera afectar de manera consistente las curvas.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

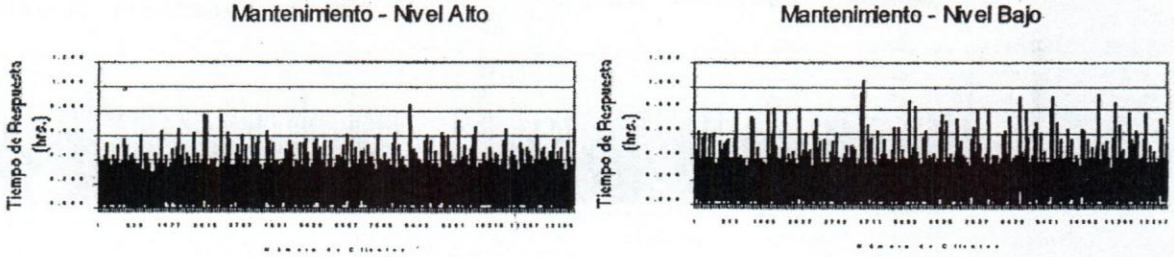
Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Fallas Cortas	30	2.724721	0.090824033	0.000595086
Fallas Largas	30	4.700008	0.156666933	0.002215319

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.065029312	1	0.065029312	46.27752972	6.28044E-09	4.006864174
Dentro de los grupos	0.08150176	58	0.001405203			
Total	0.146531072	59				

Rechazo Ho, la Variable Mantenimiento, sí afecta.

VARIABLE: MANTENIMIENTO
BAJA AFLUENCIA | Demanda Real



Para la demanda real, la diferencia entre un tipo de mantenimiento y otro, se encuentra en las varianzas. Sus valores de tiempo de respuesta medio no se alejan mucho.

Gráficamente se observan comportamientos similares entre ambas curvas.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	*Cuenta*	*Suma*	*Promedio*	*Varianza*
Fallas Cortas	30	0.407366	0.013578867	4.62103E-06
Fallas Largas	30	0.591953	0.019731767	4.93879E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	0.000567873	1	0.000567873	21.02885146	2.46232E-05	4.006864174
Dentro de los grupos	0.001566258	58	2.70045E-05			
Total	0.002134131	59				

Rechazo Ho, la Variable Mantenimiento, sí afecta.

6.2 ANALISIS DE RESULTADOS.

En el modelo automatizado, al dividir la demanda en distintas afluencias, además de seguir el propósito de validar el modelo, se consigue distinguir distintos comportamientos. Por ello fue necesario llevar a cabo todos los experimentos con cada una de ellas.

Para las distintas afluencias y para ambas agencias, la automatizada y la manual, los resultados fueron similares.

En primer lugar debe mencionarse la influencia que tiene la demanda. Al analizarse las variables con una demanda mayor de la real, lo ocurrido en la mayoría de los casos, fue la intensificación de las características de dispersión, así como aumentos pronunciados en los tiempos de respuesta. Al reducir la demanda el efecto fue el contrario, aún cuando las variables podían aportar efectos de variación en los tiempos de espera y en el comportamiento de la curva, la holgura presente en el sistema lograba absorber los efectos de estos factores.

Con respecto a capacidad instalada, se puede decir que para ambos aspectos estudiados, número de cajeros y horarios de trabajo, la variable resultó ser influyente. Incluso se puede afirmar que mostró ser la más influyente del grupo estudiado.

Otro aspecto, que en la mayoría de los casos resulto ser influyente, sin importar la afluencia y demanda, fue la calidad. Esta variable al estar definida en términos de tiempos de atención en caja, tuvo también fuerte impacto sobre el sistema. Altero las medias, y amortiguo o descalabro el proceso, dependiendo del caso.

Las variables Curva de Aprendizaje y Mantenimiento (fallas del sistema), mostraron afectar más fuertemente uno de sus niveles en demandas bajas. Este tipo de variables puede conducir a interesantes interpretaciones y acciones a tomar para mejorar el sistema. A partir de este tipo de variables se puede determinar cual de los dos niveles

debe ser evitado a toda costa o cual es el que se debe obtener para el mejoramiento del problema.

7.2.21 Gillette de Venezuela.:

VII.1 Generación de la matriz de variables.

Las variables que se seleccionaron para determinar su repercusión sobre el tiempo de respuesta del sistema se describen a continuación:

VARIABLES	NIVEL	DESCRIPCION
Cercanía de proveedores	Alto: V1 +	Centros de distribución intermedios.
	Bajo: V1 -	
Política de compras e inventario	Alto: V2 +	Planificación de compras de productos e inventario en almacén.
	Bajo: V2 -	
Facturación	Alto: V3 +	Cantidad de ordenes de compra no cubiertas por no tener producto en almacén.
	Bajo: V3 -	
Nacionalización	Alto: V4 +	Proceso de revisión de mercancías .
	Bajo: V4 -	

Tabla N° 8 Variables a ser analizadas en el modelo simulado

Para los distintos niveles, se estudió el impacto de cada variable sobre el sistema bajo tres escenarios diferentes de demanda, demanda alta, demanda baja, y demanda normal, en la siguiente tabla se pueden observar los escenarios:

N°	Variables	Nivel	Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
1	Cercanía de proveedores	+	DNV1+	DBV1+	DAV1+
		-	DNV1-	DBV1-	DAV1-
2	Política de compras e inventario	+	DNV2+	DBV2+	DAV2+
		-	DNV2-	DBV2-	DAV2-
3	Facturación	+	DNV3+	DBV3+	DAV3+
		-	DNV3-	DBV3-	DAV3-
4	Nacionalización	+	DNV4+	DBV4+	DAV4+
		-	DNV4-	DBV4-	DAV4-

Tabla N° 9 Variables a ser estudiadas bajo los diferentes escenarios.

En donde:

Demanda normal (DN): Demanda actual, estimada para el 2004.

Demanda Alta (DA): Incremento en la demanda actual en 35%.

Demanda baja (DB): Disminución en la demanda actual en 35%.

VII.2 Descripción de Niveles en las Variables:

VII.2.1 Cercanía de proveedores

V1 + Centro de distribución intermedio lo que disminuiría el tiempo de transporte en 25%.

V1 - Centro de distribución intermedio lo que disminuiría el tiempo de transporte en 25%.

VII.2.2 Políticas de compra e inventario.

V2 + Programación de compras cada 15 días y disminución de la cantidad a comprar por pedido en un 50%.

V2 - Programación de compras cada mes y medio, y aumento en la cantidad a comprar por pedido en un 50%.

VII.2.3 Facturación

V3 + Los pedidos que no se pueden despachar por falta de inventario se facturan y se dejan en cola hasta poder satisfacerlos.

V3 - Los pedidos que no se pueden despachar por falta de inventario no se facturan (Situación Actual).

VII.2.4 Nacionalización

V4 + Revisión de mercancías. Reducción en 20% los tiempos estipulados para el control de los contenedores en aduana.

V4 + Revisión de mercancías. Aumento en 20% los tiempos estipulados para el control de los contenedores en aduana.

Para cada escenario de estudio descrito, se realizó un análisis de varianza, a través de una prueba de hipótesis, con un 95% de confianza.

Las hipótesis para dicho análisis son las siguientes:

H_0: La variable **NO** afecta el tiempo de respuesta del proceso.

H_1: La variable **SI** afecta el tiempo de respuesta del proceso.

La descripción de variables así como la prueba de hipótesis se llevo a cabo para los dos productos contemplados en el alcance de este trabajo especial de grado.

VII.3 Resultado de los Experimentos

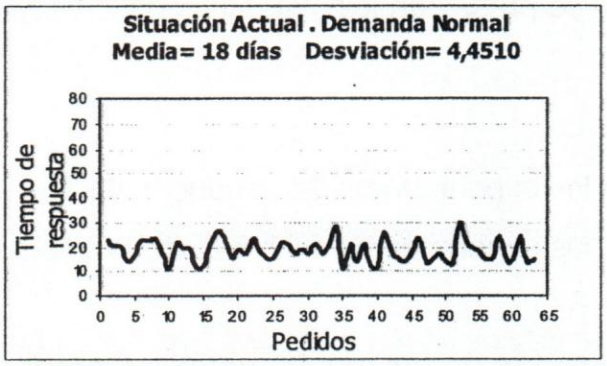
A continuación se presentan los resultados de los experimentos divididos en dos partes:

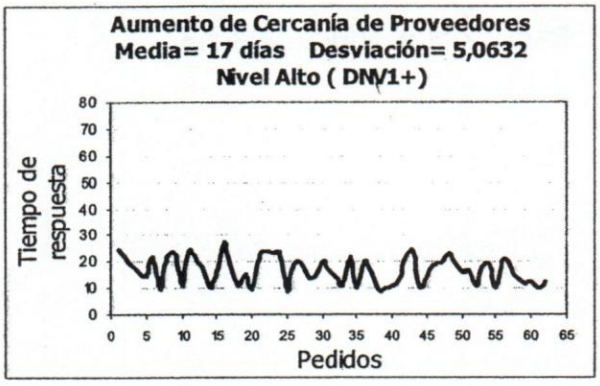
- Resultados de los experimentos del producto Mach3
- Resultados de los experimentos del producto Prestobarba Ultragrip.

VII.3.1 Resultados de los experimentos Mach3

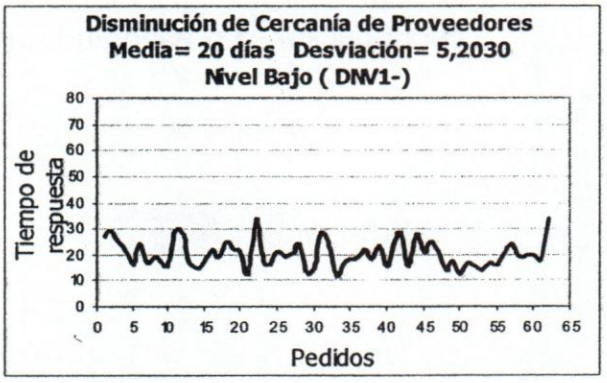
A continuación se presentan los resultados del producto Mach3

VIII. 3.1.1 Demanda Normal. Variación en Cercanía de proveedores.





1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.



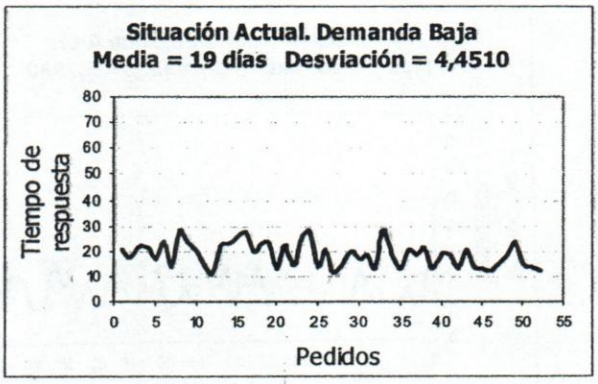
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

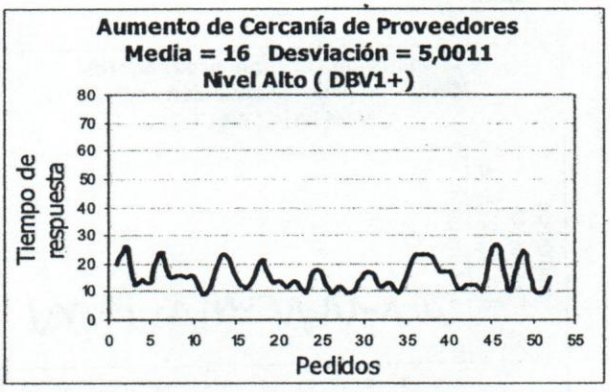
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor p
Entre Tratamientos	2	430,3	215,2	8,77	0
Dentro de Tratamientos	183	4488,1	24,5		
Total	185	4918,5			

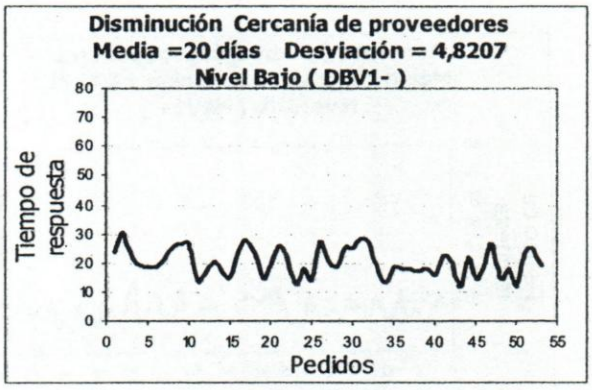
Se rechaza Ho. La variable Cercanía de Proveedores SI Afecta.

VII.3.1.2 Demanda Baja. Variación en Cercanía de Proveedores





1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.



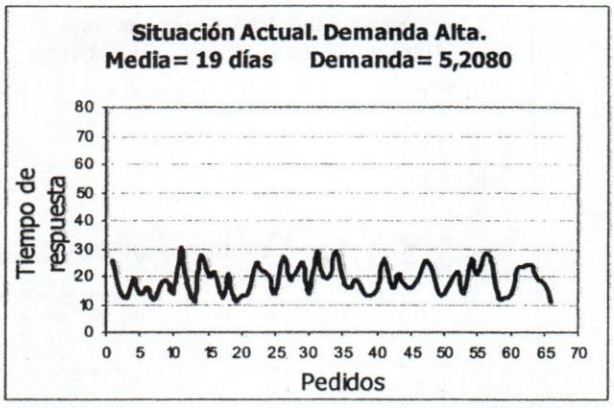
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

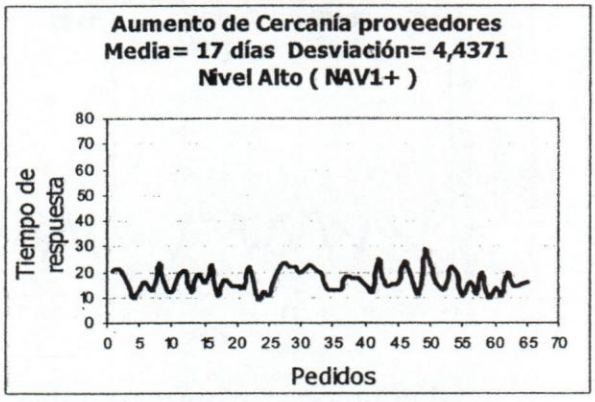
Tabla Anova

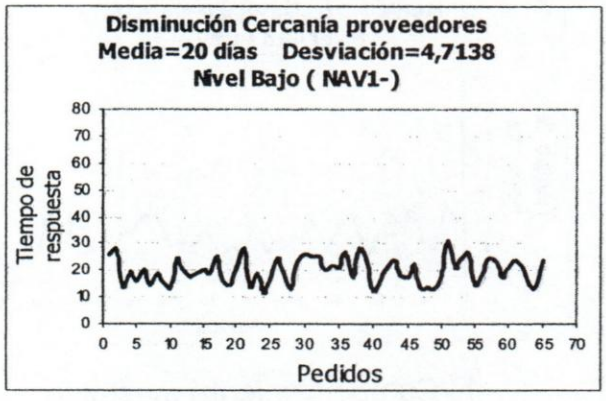
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	595,2	297,6	12,67	0
Dentro de Tratamientos	153	3595	23,5		
Total	155	4190,2			

Se rechaza la Ho. La variable Cercanía de Proveedores SI Afecta.

VII.3.1.3 Demanda Alta. Variación en Cercanía de Proveedores







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

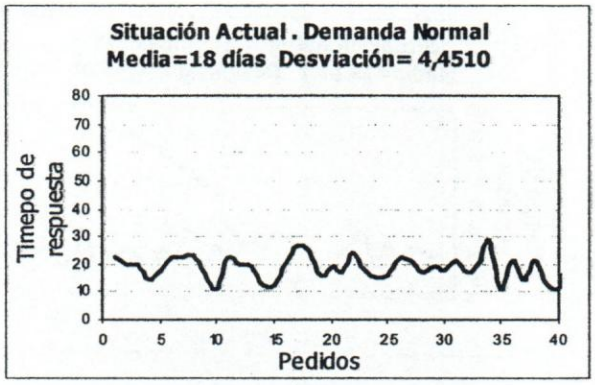
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

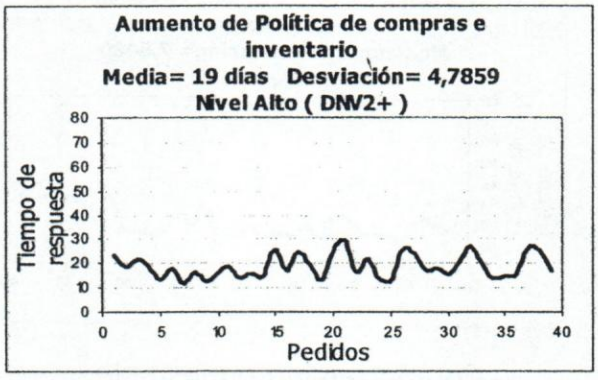
Tabla Anova

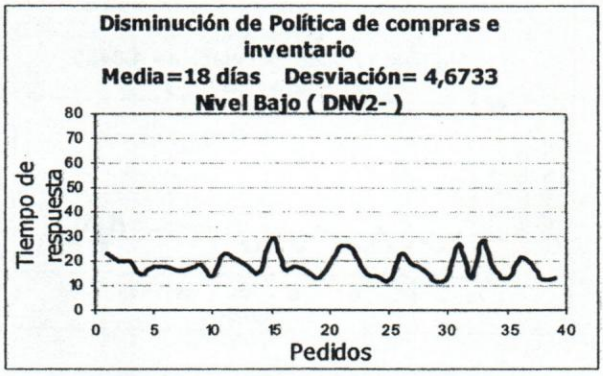
Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor p
Entre Tratamientos	2	383,3	191,7	8,31	0
Dentro de Tratamientos	192	4429,2	23,1		
Total	194	4812,5			

Se acepta la Ho. La Variable Cercanía de Proveedores SI Afecta.

VII.3.1.4 Demanda Normal. Variación en Política de Compras e inventario.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

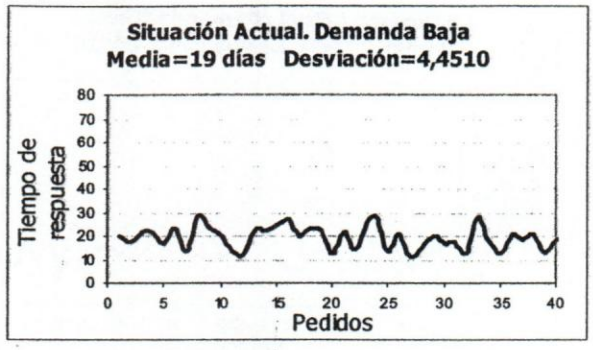
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

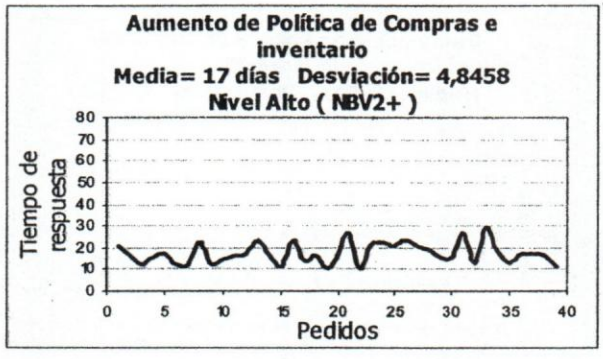
Tabla Anova

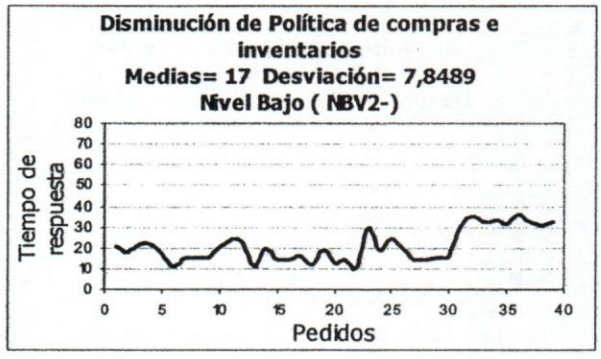
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	16,6	8,3	0,39	0,675
Dentro de Tratamientos	114	2406,5	21,1		
Total	116	2423,1			

Se rechaza la Ho. La variable Política de Compras e Inventario NO

VII.3.1.5 Demanda Baja. Variación en Política de Compras e inventario.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón.

3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

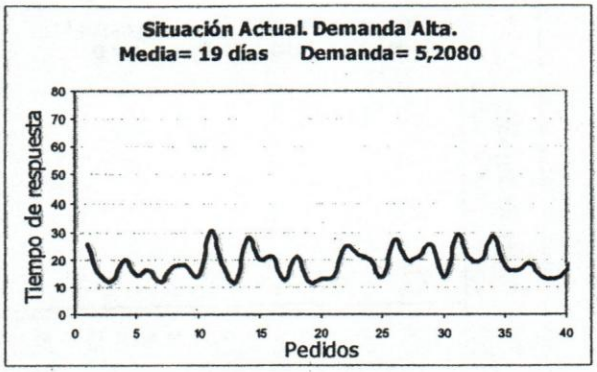
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

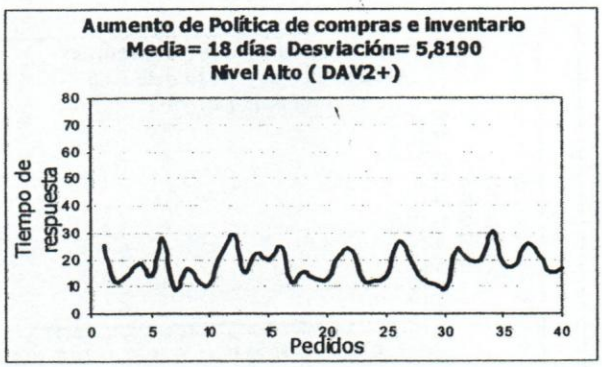
Tabla Anova

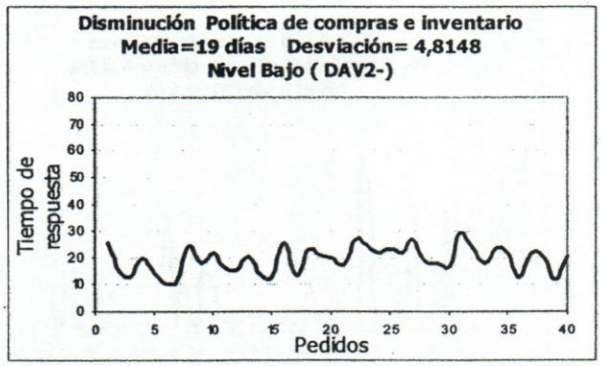
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	238,9	119,4	3,37	0,038
Dentro de Tratamientos	114	4038,4	35,4		
Total	116	4277,3			

Se rechaza la Ho. La variable Política de compras e inventario SI Afecta

VII.3.1.6 Demanda Alta. Variación en Política de Compras e inventario.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón.

3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

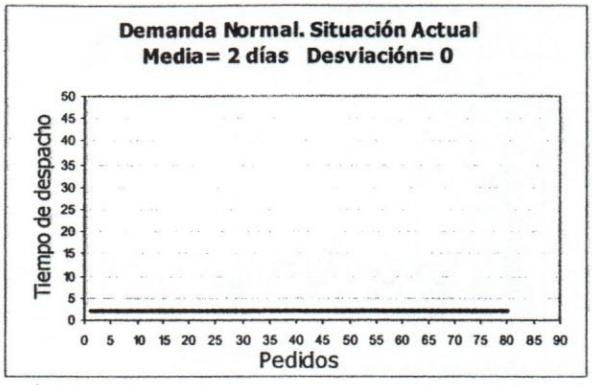
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

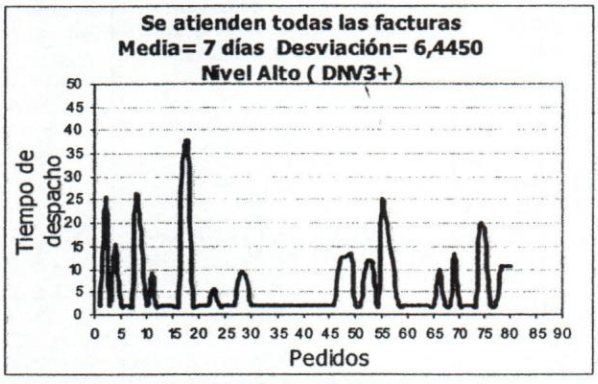
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	46,5	23,3	0,8	0,451
Dentro de Tratamientos	117	3392,1	29		
Total	119	3438,6			

Se acepta la Ho. La variable Política de compras e inventario NO Afecta

VII.3.1.7 Demanda Normal. Variación en la Facturación.





1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón.
2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización
3) Tiempo medio de despacho y variabilidad mayor al de la curva patrón.



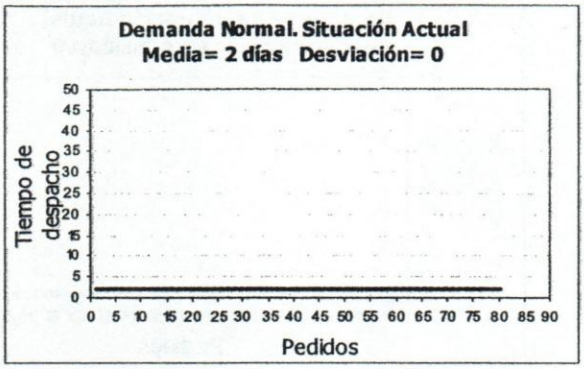
1) Comportamiento igual al de la curva patrón.
2) No hay presencia de Bullwhips.

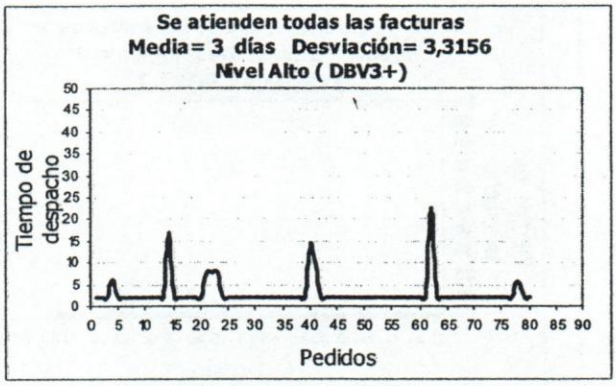
Tabla Anova

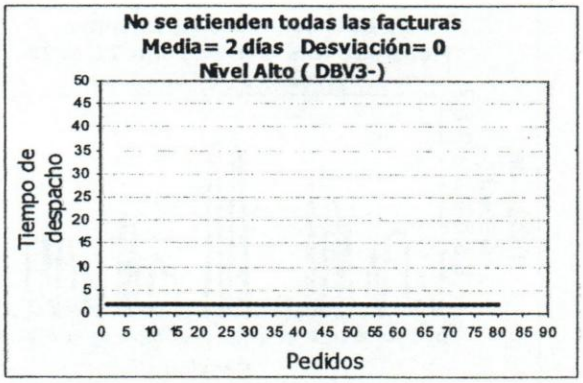
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	994,8	497,4	20,39	0
Dentro de Tratamientos	237	4833,6	20,4		
Total	239	5828,4			

Se rechaza la Ho. La variable facturación SI Afecta.

VII.3.1.8 Demanda Baja. Variación en la Facturación.







1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón.
2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización
3) Tiempo medio de despacho y variabilidad mayor al de la curva patrón.

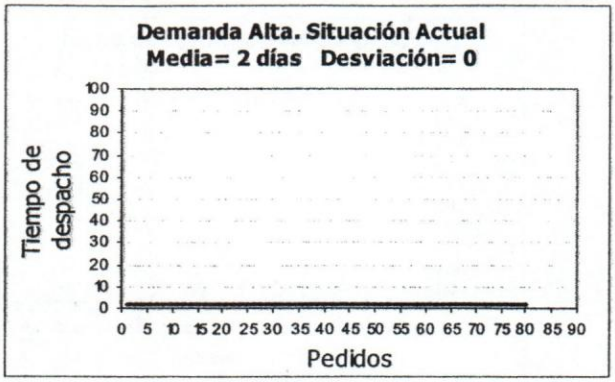
1) Comportamiento igual al de la curva patrón.
2) No hay presencia de Bullwhips.

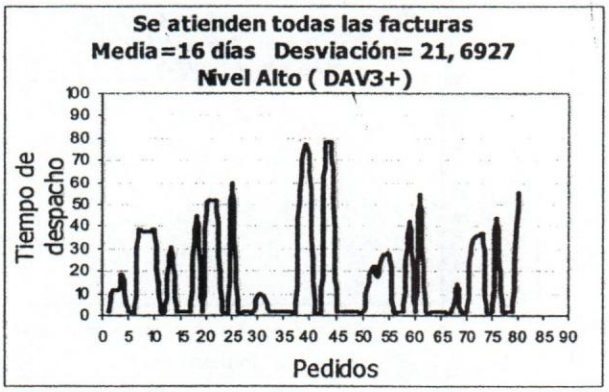
Tabla Anova

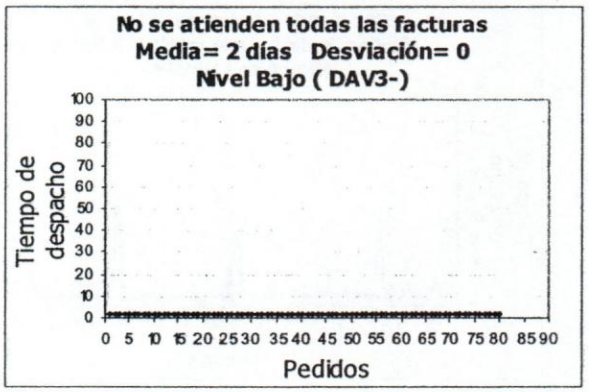
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor p
Entre Tratamientos	2	52,01	26	6,95	0,001
Dentro de Tratamientos	237	886,49	3,74		
Total	239	938,5			

Se rechaza la Ho. La variable Facturación SI Afecta.

VII.3.1.9 Demanda Alta. Variación en la Facturación







1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón.
2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización
3) Tiempo medio de despacho y variabilidad mayor al de la curva patrón.

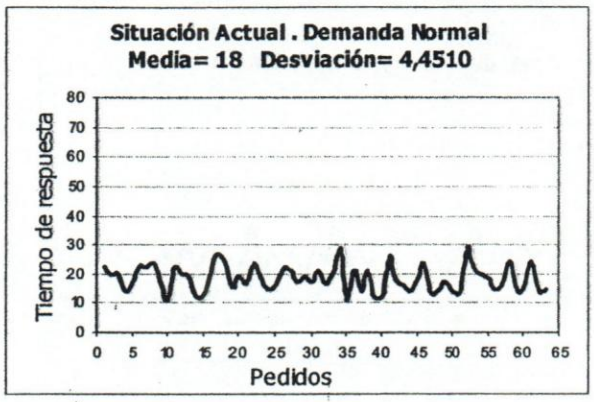
1) Comportamiento igual al de la curva patrón.
2) No hay presencia de Bullwhips.

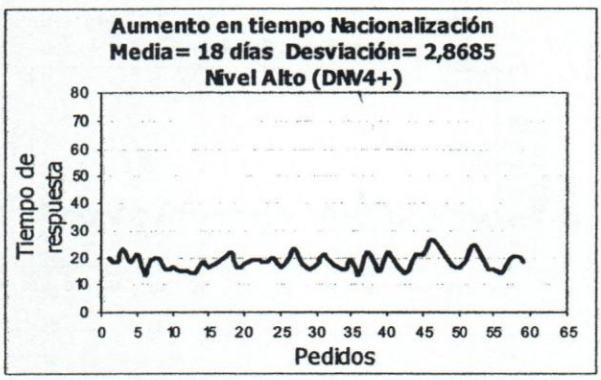
Tabla Anova

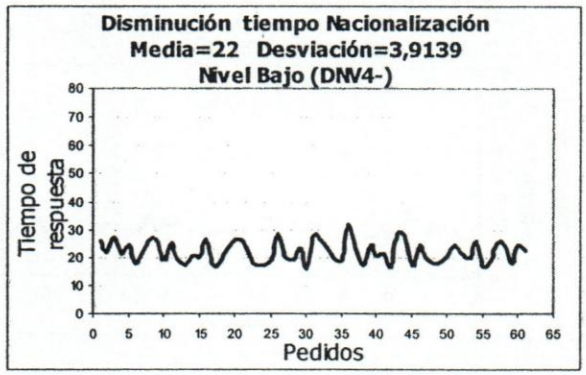
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	12161	6080	36,56	0
Dentro de Tratamientos	237	39415	166		
Total	239	51576			

Se rechaza la Ho. La variable Facturación SI Afecta.

VII.3.1.10 Demanda Normal. Variación Nacionalización.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

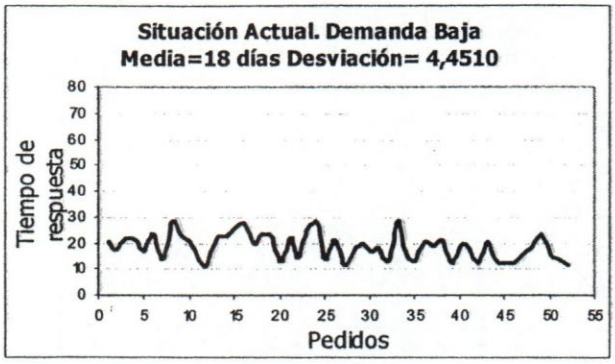
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

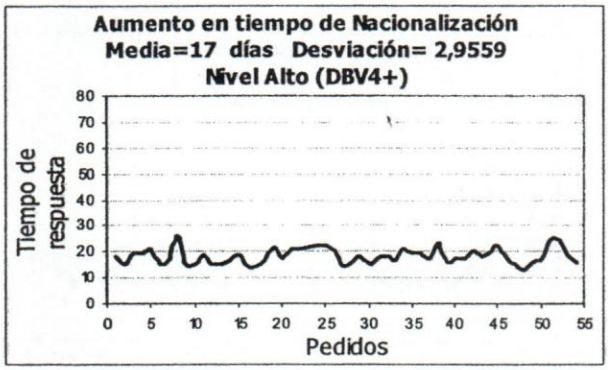
Tabla Anova

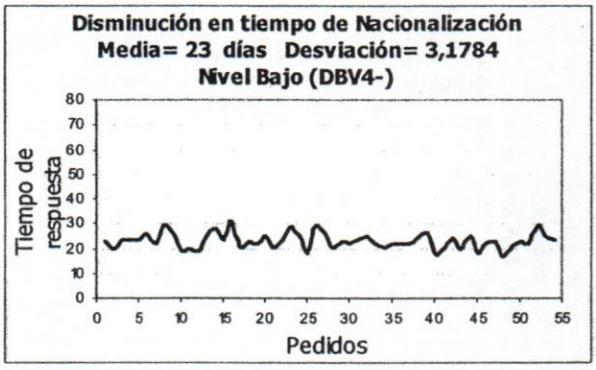
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	473,2	236,6	16,34	0
Dentro de Tratamientos	174	2519,6	14,5		
Total	176	2992,9			

Se rechaza la Ho. La variable Nacionalización SI Afecta.

VIII.3.1.11 Demanda Baja. Variación Nacionalización.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

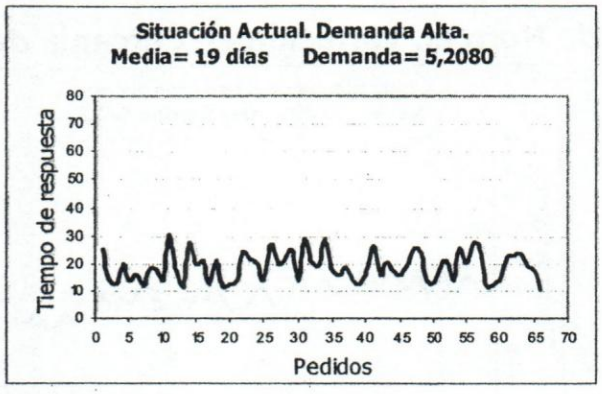
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

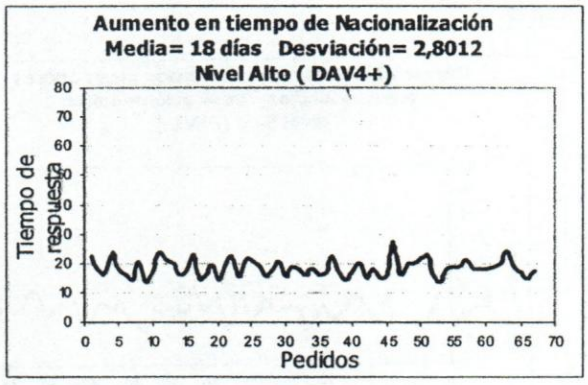
Tabla Anova

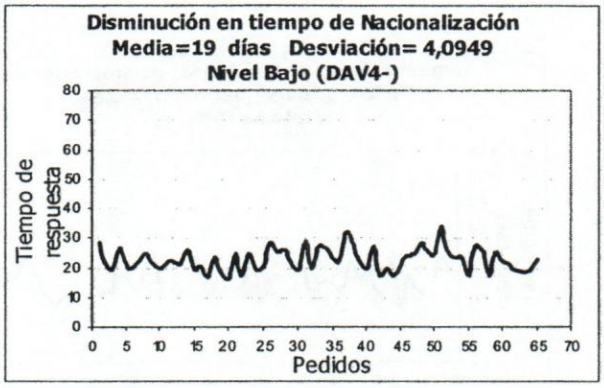
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	705,1	352,6	24,55	0
Dentro de Tratamientos	153	2197,4	14,4		
Total	155	2902,5			

Se rechaza la Ho. La variable Nacionalización SI Afecta.

VII.3.1.12 Demanda Alta. Variación Nacionalización.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

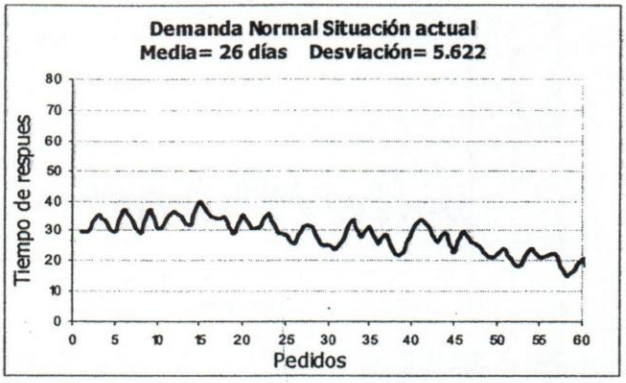
Table Anova

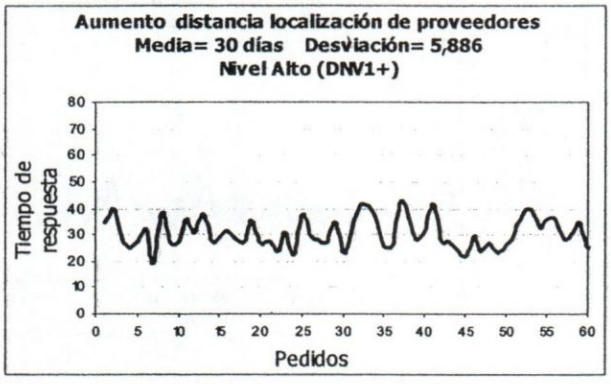
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	694,3	347,1	20,6	0
Dentro de Tratamientos	192	3235,6	16,9		
Total	194	3929,9			

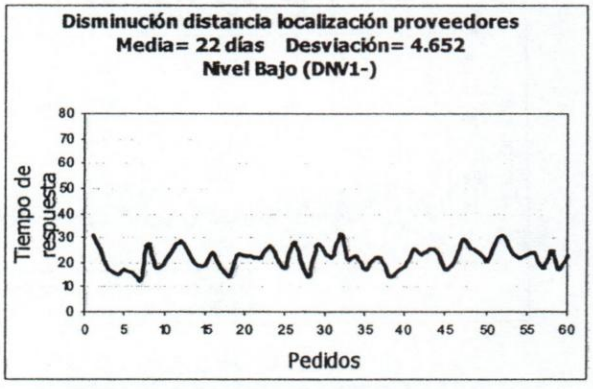
Se rechaza la Ho. La variable Nacionalización SI Afecta.

VII.4.1 Resultados de los experimentos Prestobarba Ultragrip

VII.4.1.1 Demanda Normal. Variación en Cercanía de Proveedores







1)Comportamiento inestable de a lo largo de la curva.
2)El valor de la media del tiempo de respuesta es inferior al de la curva de datos validados.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

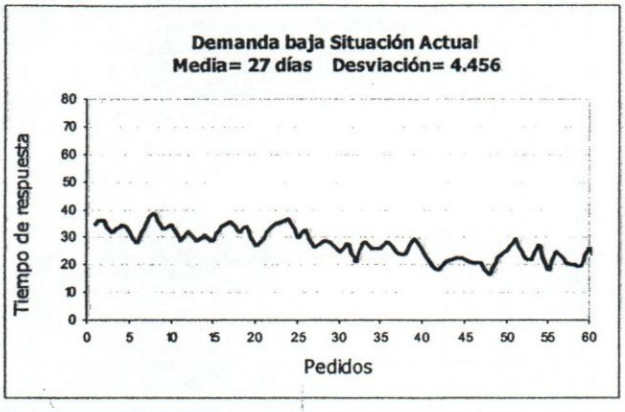
1)Comportamiento inestable de a lo largo de la curva.
2)El valor de la media del tiempo de respuesta es inferior al de la curva de datos validados.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

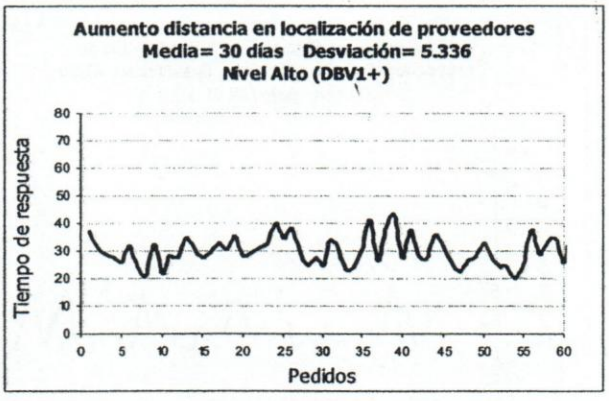
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	2805,3	1402,7	47,71	0
Dentro de Tratamientos	282	8290,5	29,4		
Total	284	11095,8			

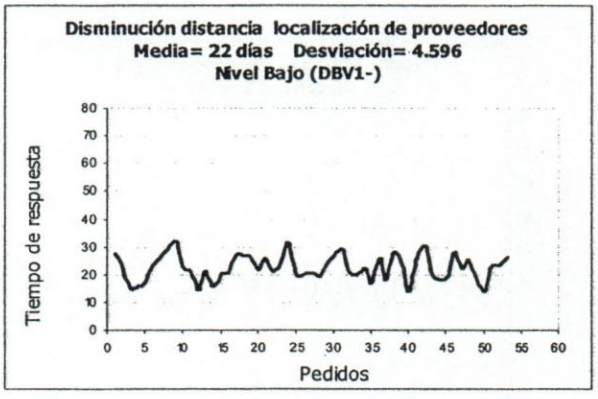
Se rechaza la Ho. La variable Cercanía de proveedores SI Afecta.

VII.4.1.2 Demanda Baja. Variación en Cercanía de Proveedores





1)Comportamiento inestable de a lo largo de la curva.
2)El valor de la media del tiempo de respuesta es inferior al de la curva de datos validados.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.



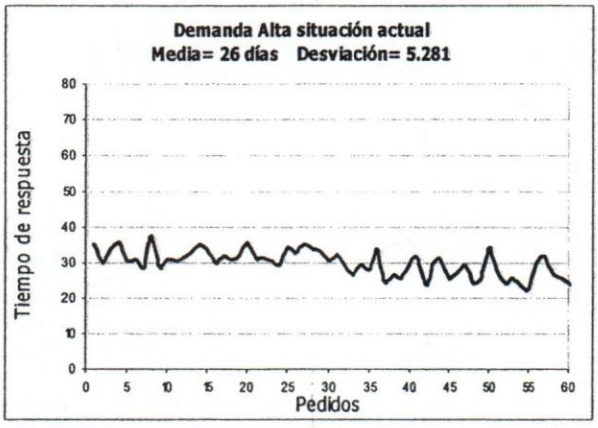
1)Comportamiento inestable de a lo largo de la curva.
2)El valor de la media del tiempo de respuesta es inferior al de la curva de datos validados.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

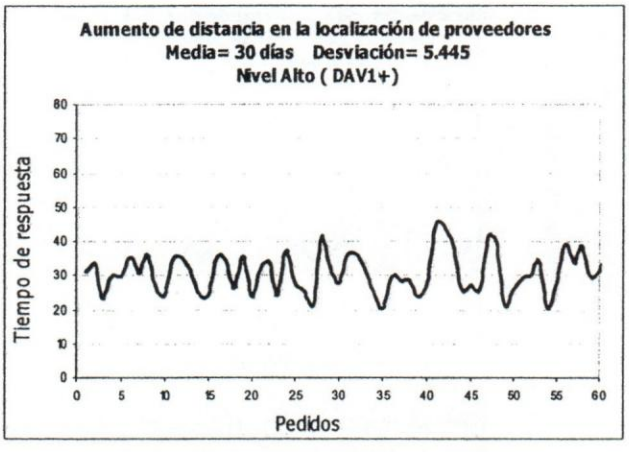
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	2299,6	1149,8	42,83	0
Dentro de Tratamientos	222	5959,3	26,8		
Total	224	8259			

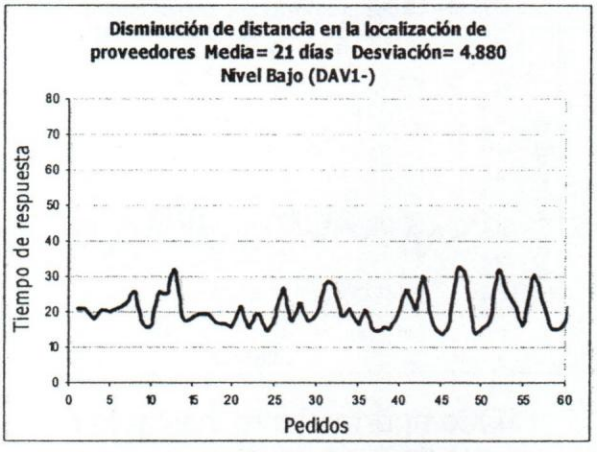
Se rechaza la Ho. La variable Cercanía de proveedores SI Afecta.

VII.4.1.3 Demanda Alta. Variación en Cercanía de Proveedores





1)Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
2)El valor de la media del tiempo de respuesta es superior al de la curva de datos validados.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.



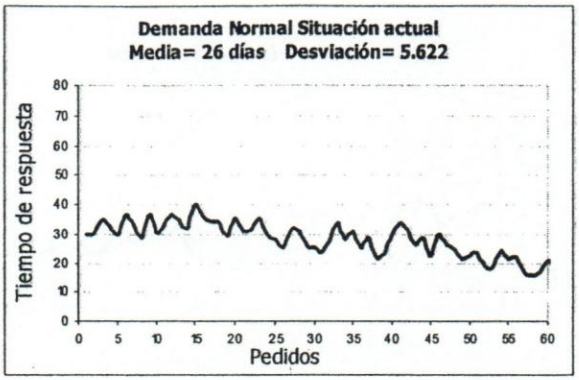
1)Comportamiento inestable a lo largo de la curva.
2)El valor de la media del tiempo de respuesta es inferior al de la curva de datos validados.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

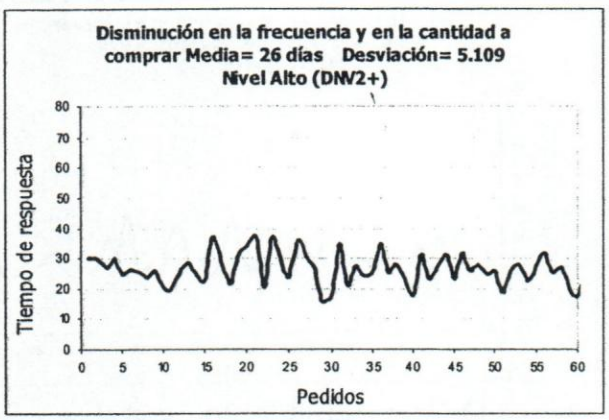
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	4574,1	2287	83,9	0
Dentro de Tratamientos	333	9077,3	27,3		
Total	335	13651,4			

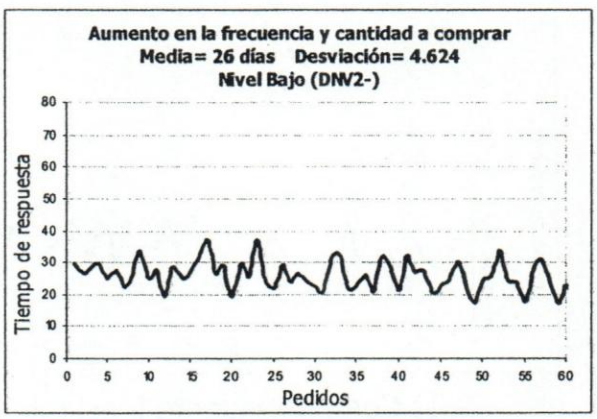
Se rechaza la Ho. La variable Cercanía de proveedores SI Afecta

VII.4.1.4 Demanda Normal. Variación en Política de Compras e inventario.





1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.



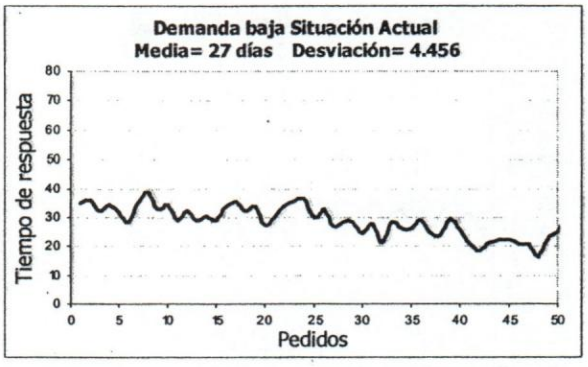
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

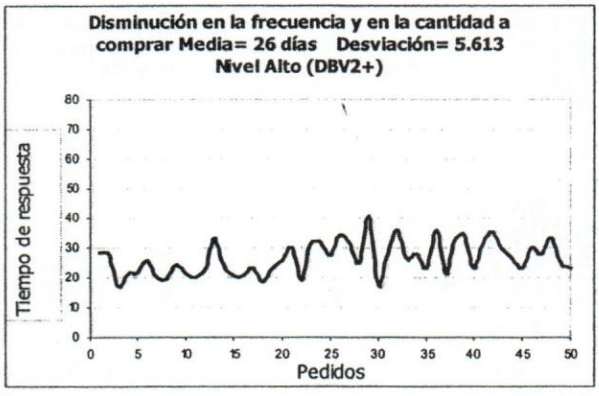
Tabla Anova

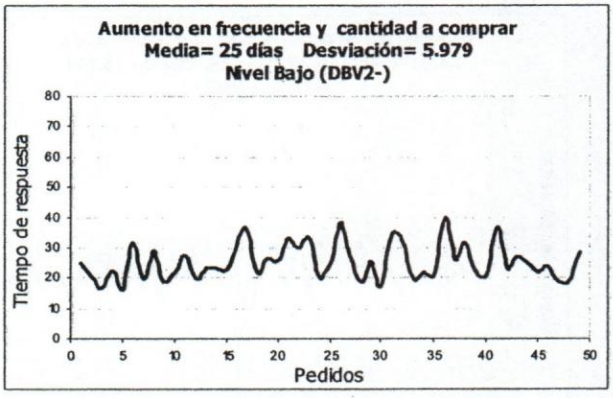
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor-P
Entre Tratamientos	2	168,2	84,6	3,12	0,046
Dentro de Tratamientos	180	4878,6	27,1		
Total	182	5047,8			

Se rechaza la Ho. La variable Política de compras e inventario SI Afecta

VII.4.1.5 Demanda Baja. Variación en Política de Compras e inventario.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón..
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

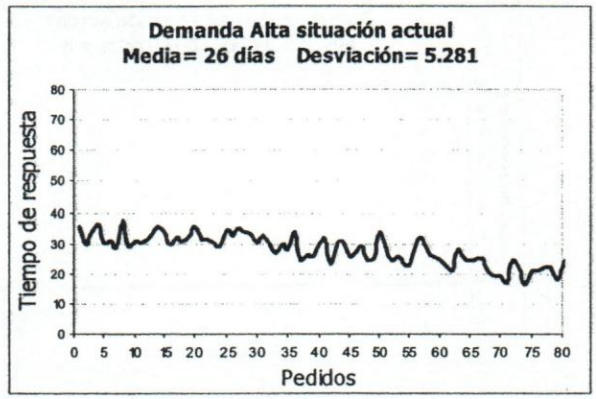
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

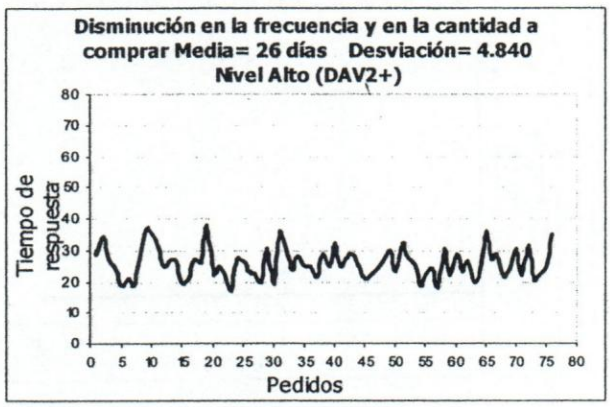
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grado de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	296,4	148,2	4,63	0,011
Dentro de Tratamientos	147	4703,1	32		
Total	149	4999,5			

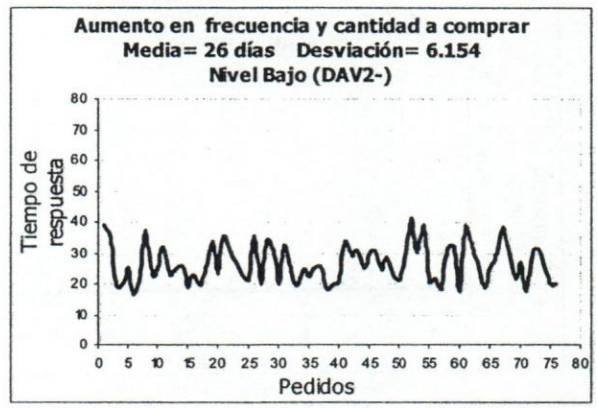
Se rechaza la Ho. La variable Política de compras e inventario SI Afecta

VII.4.1.6 Demanda Alta. Variación en Política de Compras e inventario.





1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.



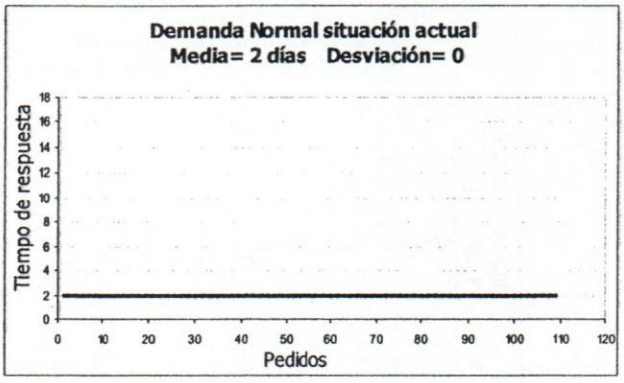
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

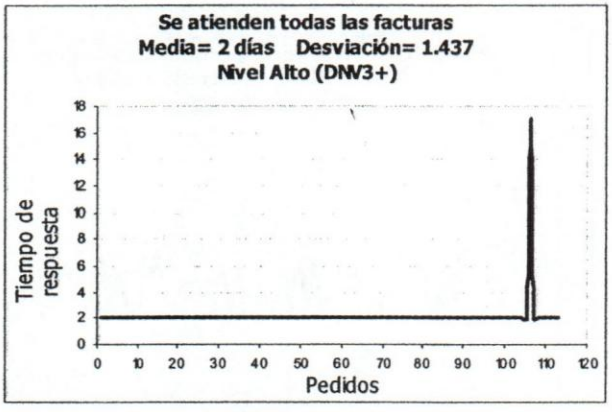
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	274,7	137,3	4,84	0,009
Dentro de Tratamientos	225	6387	28,4		
Total	227	6661,6			

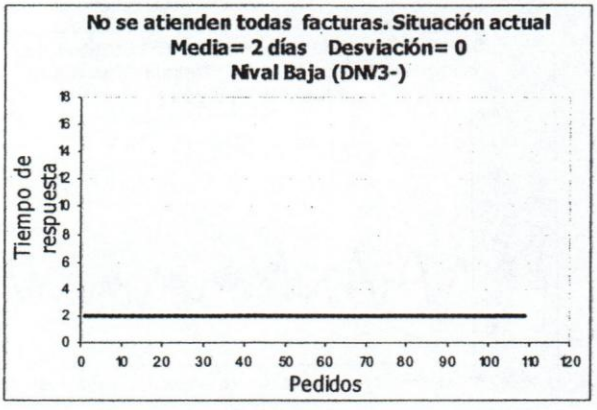
Se rechaza la Ho. La variable Política de compras e inventario SI Afecta

VII.4.1.7 Demanda Normal. Variación en la Facturación





1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Presencia de un solo Bullwhips a lo largo de toda la curva con estabilización
3) Tiempo medio de despacho igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.



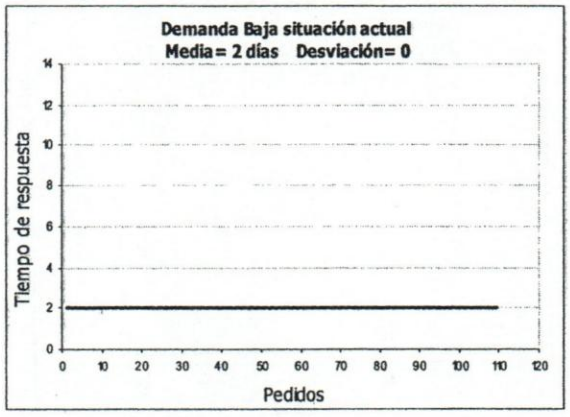
1) Comportamiento igual al de la curva patrón.
2) No hay presencia de Bullwhips.

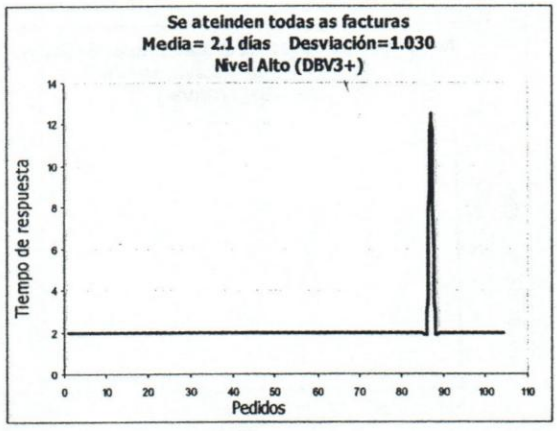
Tabla Anova

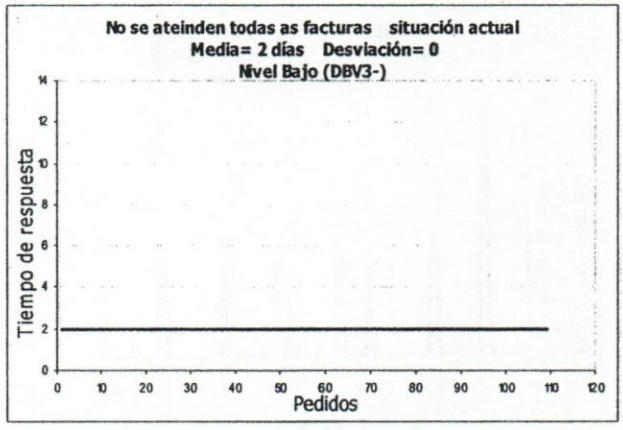
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	1376	0,688	1	0,369
Dentro de Tratamientos	324	222936	0,688		
Total	326	224312			

Se acepta la Ho. La variable Facturación NO Afecta

VII.4.1.8 Demanda Baja. Variación en la Facturación.







1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón.
2) Presencia de un solo Bullwhips a lo largo de toda la curva con estabilización
3) Tiempo medio de despacho igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.

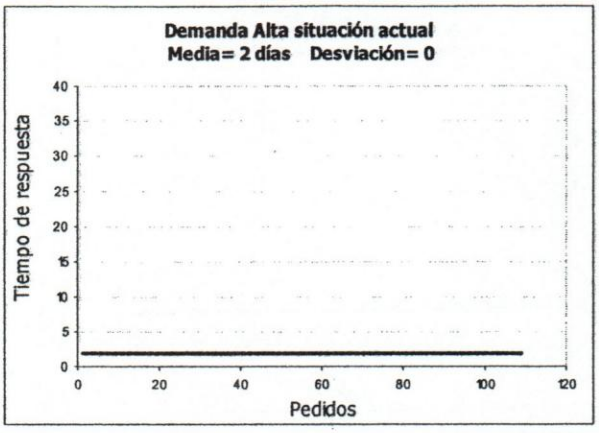
1) Comportamiento igual al de la curva patrón.
2) No hay presencia de Bullwhips.

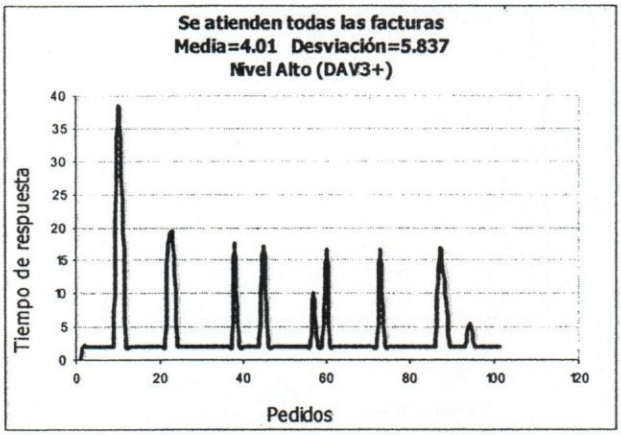
Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor p
Entre Tratamientos	2	0,707	0,353	1	0,369
Dentro de Tratamientos	309	109,19	0,353		
Total	311	109,897			

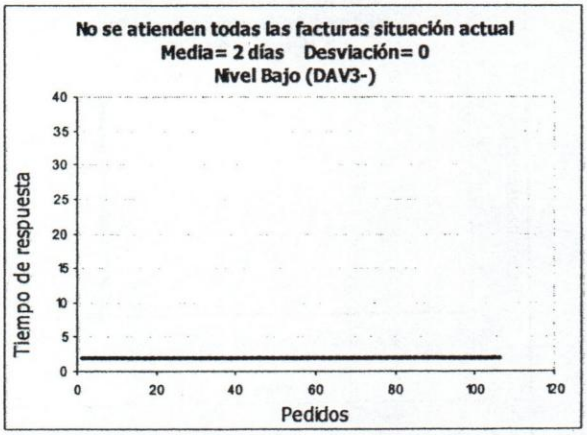
Se acepta la Ho. La variable Facturación NO Afecta

VII.4.1.9 Demanda Alta. Variación en la Facturación





1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón.
2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización
3) Tiempo medio de despacho igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.



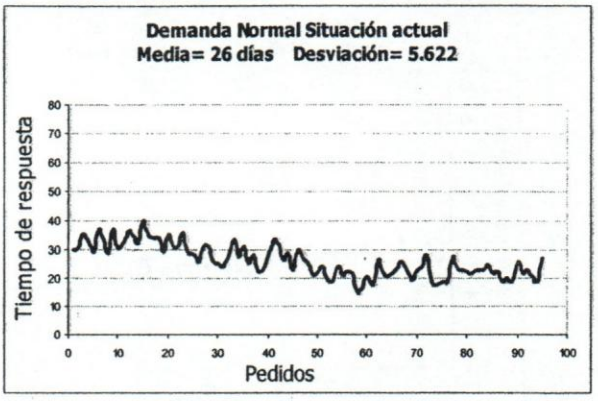
1) Comportamiento igual al de la curva patrón.
2) No hay presencia de Bullwhips.

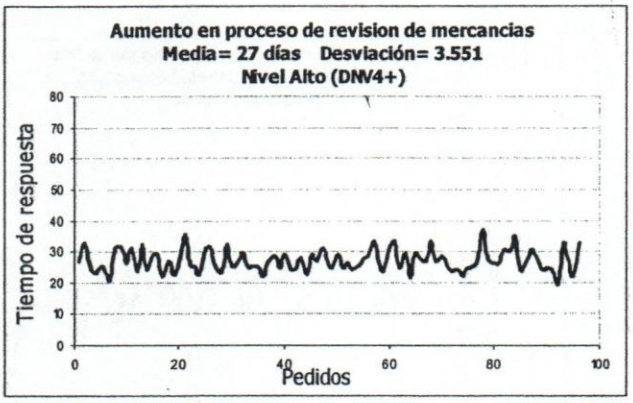
Tabla Anova

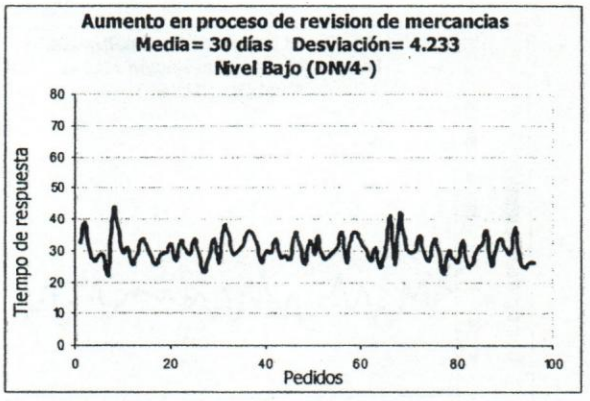
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor-P
Entre Tratamientos	2	288	144	12,68	0
Dentro de Tratamientos	315	3577	11,4		
Total	317	3865			

Se rechaza la Ho. La variable Facturación SI Afecta

VII.4.1.10 Demanda Normal. Variación Nacionalización.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

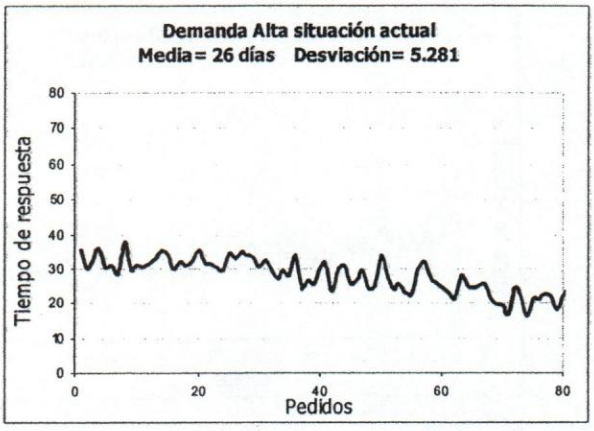
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

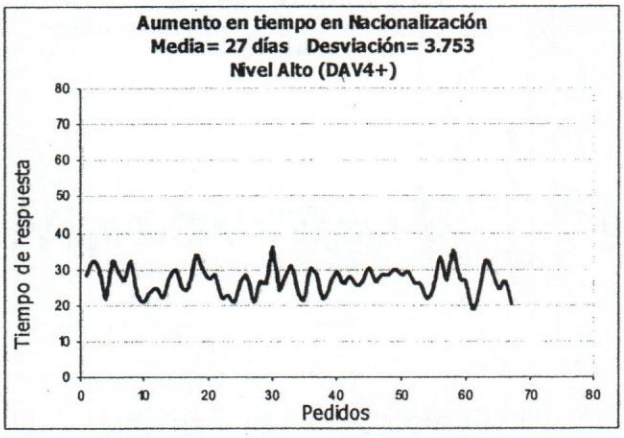
Tabla Anova

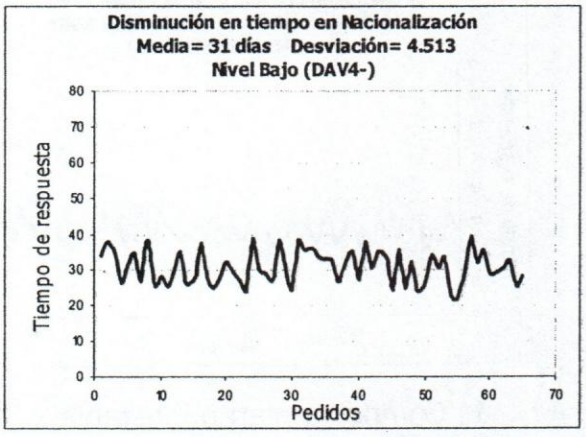
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor-P
Entre Tratamientos	2	979	489,5	23,77	0
Dentro de Tratamientos	285	5869,5	20,6		
Total	287	6848,4			

Se rechaza la Ho. La variable Nacionalización SI Afecta

VII.4.1.11 Demanda Alta. Variación Nacionalización.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

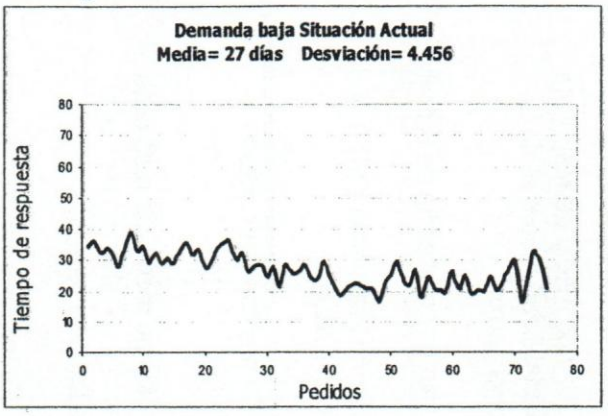
1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

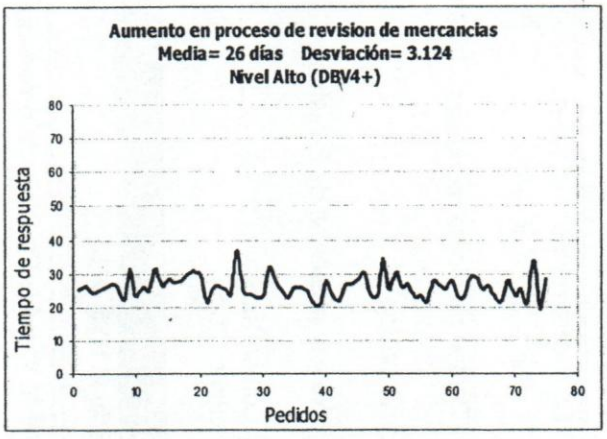
Tabla Anova

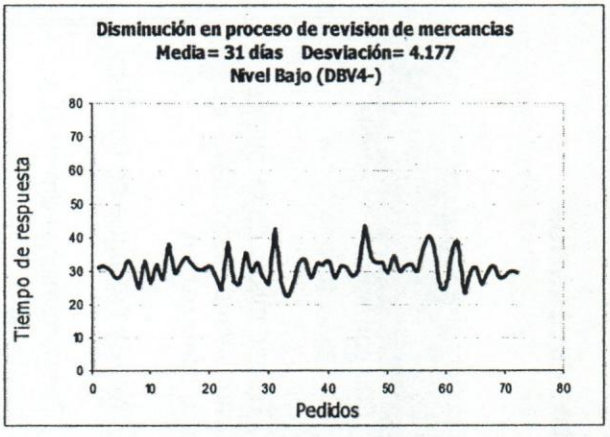
Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor P
Entre Tratamientos	2	1445,9	723	34,57	0
Dentro de Tratamientos	327	6838,7	20,9		
Total	329	8284,7			

Se rechaza la Ho. La variable Nacionalización SI Afecta

VII.4.1.12 Demanda Baja. Variación Nacionalización.







1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva.
2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón.
3) No hay presencia de Bullwhips
4) Comportamiento similar al de la curva patrón.

Tabla Anova

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Valor p
Entre Tratamientos	2	1012,8	506,4	26,3	0
Dentro de Tratamientos	210	4043,7	19,3		
Total	212	5056,5			

Se rechaza la Ho. La variable Nacionalización SI Afecta

VII.5 Incidencia de las Variables en los distintos escenarios

VII.5.1 Incidencia de Mach3

Variable		Cercanía de proveedores		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	NIVEL ALTO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
	NIVEL BAJO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
Comentarios				
1) Se puede observar que la mayor influencia de la variable es en el nivel bajo. 2) En los tres escenarios el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N°10: Incidencia de la Variable Cercanía de proveedores.

Variable		Política de compras e inventario		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	N I V E L A L T O	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
	N I V E L B A J O	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
Comentarios				
1) Se puede observar que la mayor influencia de la variable es en el nivel Alto. 2) Sólo en el escenario de Demanda Baja el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N° 11: Incidencia de la Variable Política de Compras e Inventario.

Variable		Facturación		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	NIVEL ALTO	1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón. 2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización 3) Tiempo medio de despacho y variabilidad mayor al de la curva patrón.	1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón. 2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización 3) Tiempo medio de despacho y variabilidad mayor al de la curva patrón.	1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón. 2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización 3) Tiempo medio de despacho y variabilidad mayor al de la curva patrón.
	NIVEL BAJO	1) Comportamiento igual al de la curva patrón. 2) No hay presencia de Bullwhips.	1) Comportamiento igual al de la curva patrón. 2) No hay presencia de Bullwhips.	1) Comportamiento igual al de la curva patrón. 2) No hay presencia de Bullwhips.
Comentarios				
1) Sólo se observa influencia de la variable es en el nivel Alto. 2) En los tres escenarios el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N° 12: Incidencia de la Variable Facturación

Variable		Nacionalización		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	N I V E L A L T O	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
	N I V E L B A J O	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
Comentarios				
1) Se puede observar influencia de la variable tanto en el nivel bajo como en el alto. 2) En los tres escenarios el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N° 13 Incidencia de la Variable Nacionalización.

VII.5.2 Incidencia de Ultragrip

Variable		Cercanía de proveedores		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	NIVEL ALTO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
	NIVEL BAJO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
Comentarios				
1) Se puede observar que la mayor influencia de la variable es en el nivel bajo. 2) En los tres escenarios el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N° 14: Incidencia de la Variable Cercanía de proveedores.

Variable		Política de Compras e Inventario		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	NIVEL ALTO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad igual al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
	NIVEL BAJO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad igual al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta menor y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta igual y variabilidad mayor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
Comentarios				
1) Se puede observar que la mayor influencia de la variable es en el nivel Alto. 2) En los tres escenarios el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N° 15: Incidencia de la Variable Política de Compras e Inventario

Variable		Facturación		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	N I V E L A L T O	1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón. 2) Presencia de un solo Bullwhips a lo largo de toda la curva con estabilización 3) Tiempo medio de despacho igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.	1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón. 2) Presencia de un solo Bullwhips a lo largo de toda la curva con estabilización 3) Tiempo medio de despacho igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.	1) Comportamiento totalmente diferente a la curva patrón. 2) Presencia de Bullwhips a lo largo de toda la curva sin tendencia a la estabilización 3) Tiempo medio de despacho igual y variabilidad mayor al de la curva patrón.
	N I V E L B A J O	1) Comportamiento igual al de la curva patrón. 2) No hay presencia de Bullwhips.	1) Comportamiento igual al de la curva patrón. 2) No hay presencia de Bullwhips.	1) Comportamiento igual al de la curva patrón. 2) No hay presencia de Bullwhips.
Comentarios				
1) Sólo se observa influencia de la variable es en el nivel Alto. 2) Sólo en el escenario de Nivel alto el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N° 16:Incidencia de la Variable Facturación.

Variable		Nacionalización		
		Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
Niveles de las Variables	NIVEL ALTO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta y variabilidad menores al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
	NIVEL BAJO	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.	1) Comportamiento inestable a lo largo de toda la curva. 2) Tiempo medio de respuesta mayor y variabilidad menor al de la curva patrón. 3) No hay presencia de Bullwhips 4) Comportamiento similar al de la curva patrón.
Comentarios				
1) Se puede observar influencia de la variable en los tres escenarios de demanda. 2) En los tres escenarios el Análisis de la Varianza nos indica que la variable influye.				

Tabla N° 17: Incidencia de la Variable Nacionalización.

7.2.22 Avon Cosmetics de Venezuela.:

CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al introducir los cambios de las variables en estudio en el modelo de simulación, se obtuvieron una serie de gráficas que describen el comportamiento del proceso en cada caso. En esta parte del capítulo V se pretende interpretar dichas gráficas y analizar el efecto de las variables.

Las gráficas se separaron en Demanda Normal, Demanda Baja y Demanda Alta. En la parte superior central se encuentra una gráfica que describe el comportamiento normal del proceso bajo una demanda determinada. En la parte central, se hallan dos gráficas que representan el comportamiento del proceso ante el cambio de cada variable. La gráfica de la izquierda demuestra la variable en su nivel bajo, y la gráfica de la derecha demuestra la variable en su nivel alto.

Para el análisis de cada variable, se calculó la media muestral y la desviación estándar de los datos obtenidos de la simulación. También se cuenta con una Tabla Anova (analysis of variance) que determina si la variable es o no influyente sobre el proceso, ubicada en la parte inferior de cada hoja de resultados. Esta herramienta es muy útil, ya que ofrece un análisis objetivo de la gráfica que va más allá de la interpretación visual.

La prueba de hipótesis planteada es la siguiente:

$\begin{cases} H_0: \text{El factor no influye en el proceso} \\ H_1: \text{El factor si influye en el proceso} \end{cases}$

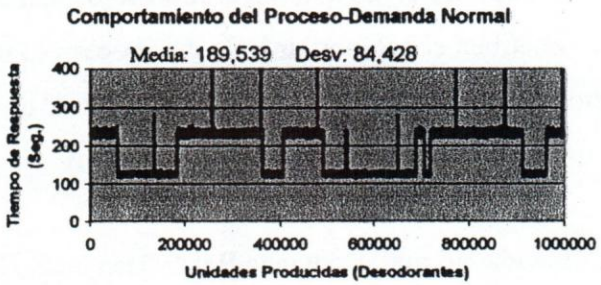
El criterio para aceptar o rechazar H_0, según los datos arrojados por la Tabal Anova, es el siguiente:

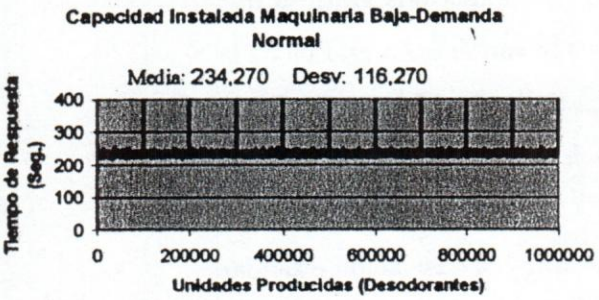
Si F crítico < F se rechaza H_0, concluyendo que el factor en estudio si tiene influencia sobre el proceso.

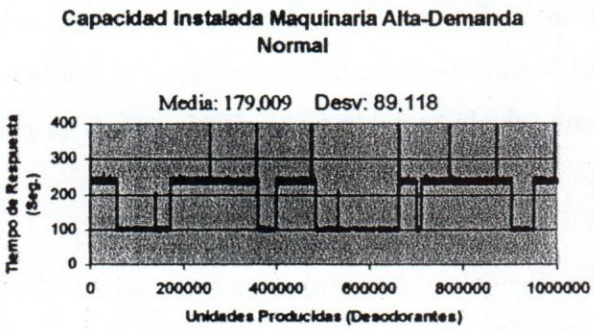
Si F crítico > F se acepta H_0, concluyendo que el factor en estudio no es influyente para el proceso.

V.1 Demanda Normal

V.1.1 Capacidad Instalada Maquinaria







En la gráfica se observa un único nivel de tiempo de respuesta, que corresponde al de la línea principal. Paradas de mantenimiento correctivo constantes, representadas por picos elevados, debido a que las fallas ocasionan paradas totales de la producción, lo cual causa un aumento en la desviación estándar. Disminución de la variabilidad. Aumento en el tiempo medio de respuesta.

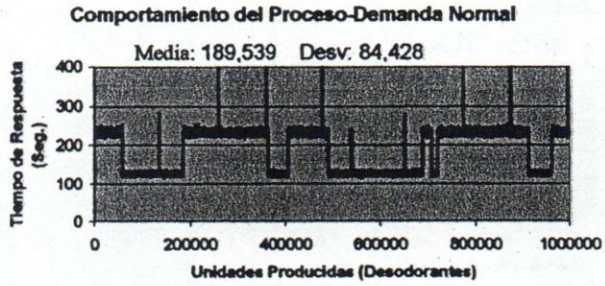
El comportamiento de la gráfica es similar al de la condición normal. Sin embargo, presenta una disminución del tiempo medio de respuesta de la línea alterna. Reducción de variabilidad de los datos. Las paradas por mantenimiento que ocurren cuando las dos líneas trabajan en paralelo, no implican cese de la producción, por lo tanto los picos no son tan elevados.

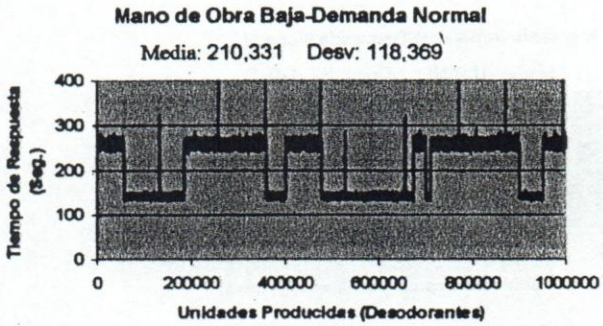
ANÁLISIS DE VARIANZA

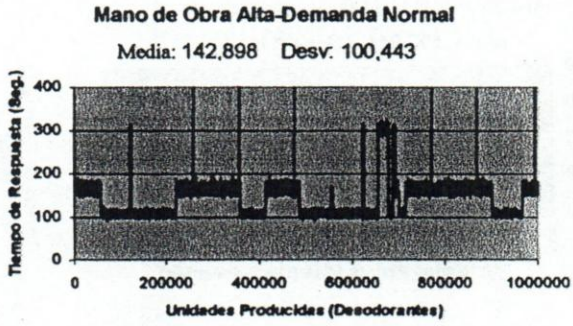
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	21683500,64	1	21683500,64	2102,294	0	3,8416
Dentro de los grupos	447100350,4	43348	10314,20943			
Total	468783851,1	43349				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Capacidad Instalada Maquinaria SI influye

V.1.2 Mano de Obra







Se observa un aumento del tiempo medio de respuesta. Leve desplazamiento hacia arriba. Alta variabilidad en los datos. Aumento en la desviación estándar. Se observan 5 picos elevados de mantenimiento, que conllevan al cese de la producción, y 3 picos de paradas de mantenimiento que ocasionan un tiempo de respuesta más lento.

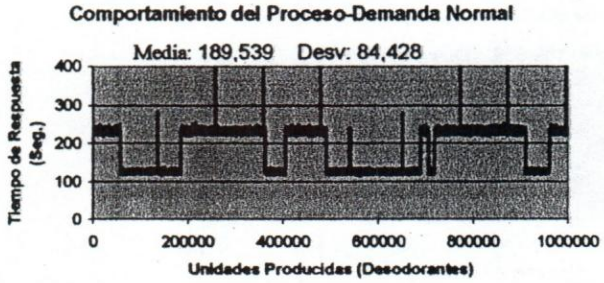
En esta gráfica se puede apreciar una mayor cercanía entre los tiempos medios de respuesta cuando funciona la línea principal y cuando están en funcionamiento ambas líneas simultáneamente. Mayor variabilidad en los datos. Disminución considerable del tiempo medio de respuesta. Aumento de la desviación estándar. Aparición de un pico que representa el uso de la línea alterna sola durante el mes de Diciembre.

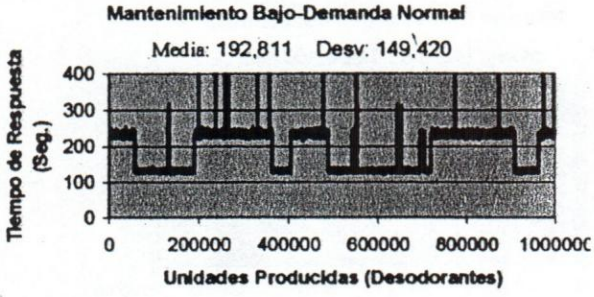
ANÁLISIS DE VARIANZA

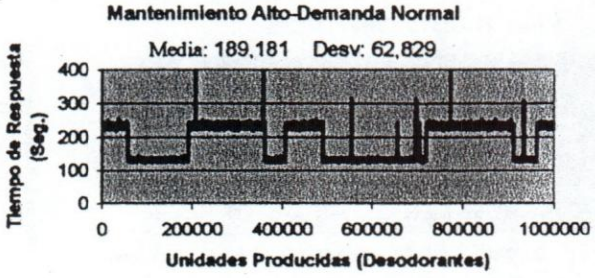
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	49019416,14	1	49019416,14	4067,9583	0	3,8416
Dentro de los grupos	519589447	43119	12050,12748			
Total	568608863,2	43120				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Mano de Obra SI influye

V.1.3 Mantenimiento







En esta gráfica se puede observar un aumento en la media del tiempo de respuesta. Mayor cantidad de paradas por mantenimiento correctivo. Los picos más altos corresponden a las fallas que ocasionaron paradas totales de la producción debido a que sólo se encuentra la línea principal funcionando. Aumento en la desviación estándar. Sin embargo, el comportamiento de la gráfica es muy similar al de la condición normal.

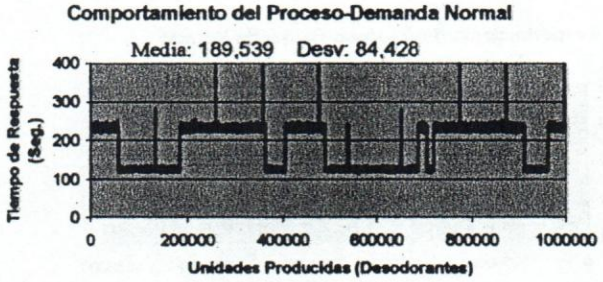
Menor cantidad de picos de mantenimiento. Disminución de la desviación estándar. Los picos que se acercan a 300 seg. representan fallas en la línea principal, lo que conlleva al funcionamiento de la línea alterna sola. Los picos que se acercan a 230 seg. representan fallas en la línea alterna, lo cual ocasiona que la línea principal trabaje sola. Leve disminución del tiempo medio de respuesta.

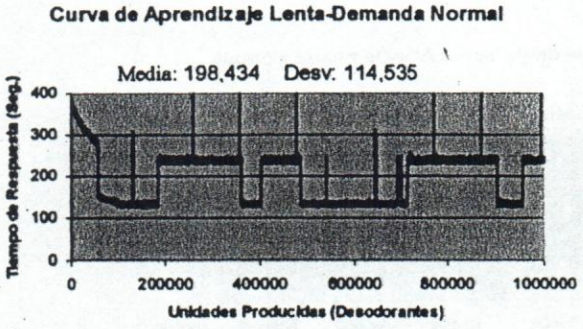
ANÁLISIS DE VARIANZA

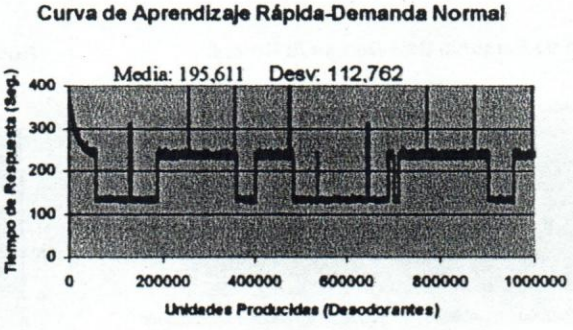
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	143035,3382	1	143035,3382	10,8971	0,00096	3,8416
Dentro de los grupos	569938955,5	43421	13125,8827			
Total	570081990,9	43422				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Mantenimiento SI influye

V.1.4 Curva de Aprendizaje







Se observa una leve curvatura decreciente al inicio de la gráfica, durante el funcionamiento de la línea principal, y continúa decreciendo al poner a funcionar la alterna. Incremento en la media del tiempo de respuesta. Se puede observar un aumento en el uso de la línea alterna durante Diciembre, causado por el retraso que generó el aprendizaje. Aumento de desviación estándar.

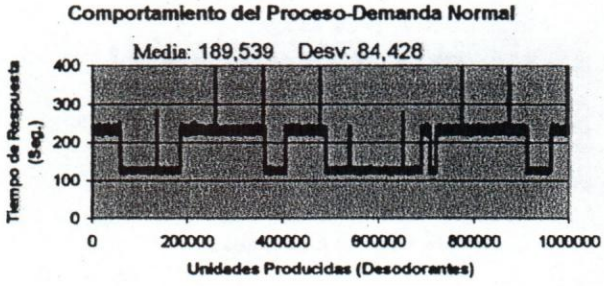
Curva decreciente al inicio, más pronunciada, que se normaliza durante el funcionamiento de la línea principal, y ya está totalmente estabilizada al poner a funcionar la línea alterna. Aumento de la media de tiempo de respuesta. Una vez finalizada la curva, el comportamiento sigue su curso típico. Aumento en la desviación estándar.

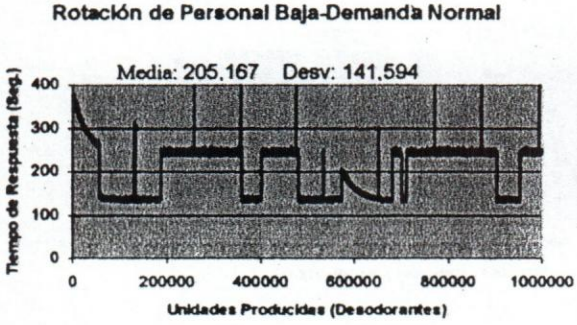
ANÁLISIS DE VARIANZA

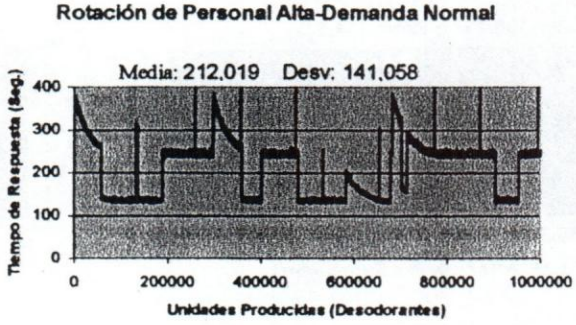
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	85895,509	1	85895,509	6,64986	0,0099	3,8416
Dentro de los grupos	556937545,1	43117	12916,88998			
Total	557023440,6	43118				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Curva de Aprendizaje SI influye

V.1.5 Rotación de Personal







Se observan dos curvas marcadas que representan el aprendizaje. Aumento de la media de tiempo de respuesta. Comportamiento relativamente similar a la condición normal. Aumento en la desviación estándar. Presencia de picos de mantenimiento en los tres niveles típicos. Disminución de la variabilidad de los datos.

Cuatro curvas de aprendizaje distribuidas a lo largo del año en estudio. Incremento en la desviación estándar. Reducción de la variabilidad de datos. Aumento en la media de tiempo de respuesta. Presencia de picos de mantenimiento en los tres niveles típicos.

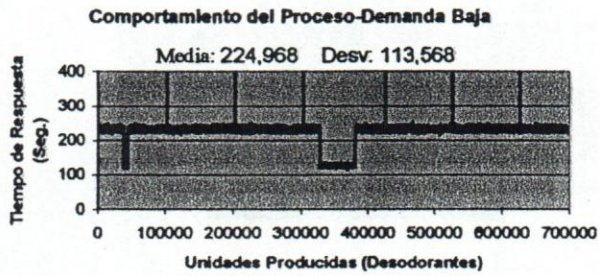
ANÁLISIS DE VARIANZA

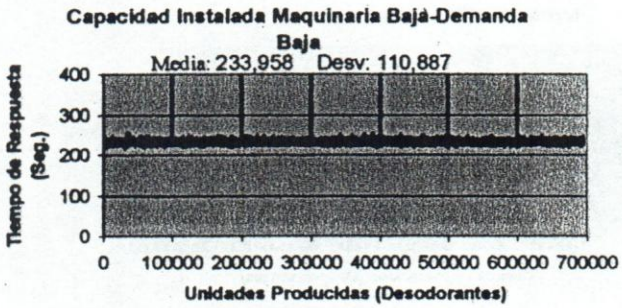
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	506021,295	1	506021,295	25,335	4,83805E-07	3,8416
Dentro de los grupos	861202741,2	43118	19973,16066			
Total	861708762,5	43119				

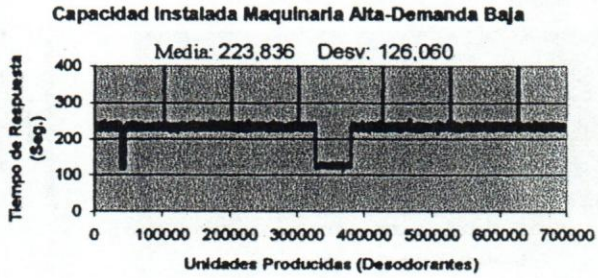
Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Rotación de Personal SI influye

V.2 Demanda Baja

V.2.1 Capacidad Instalada Maquinaria







En la gráfica se observa un único nivel de tiempo de respuesta, que corresponde al de la línea principal. Disminución de la desviación estándar. Paradas de mantenimiento correctivo constantes, representadas por picos elevados, debido a que las fallas ocasionan paradas totales de la producción. Aumento en el tiempo medio de respuesta.

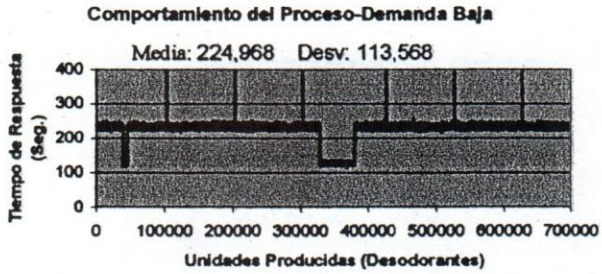
El comportamiento de la gráfica es similar al de la condición normal. Disminución leve en el tiempo de respuesta de la línea alterna. Sin embargo, este cambio no genera gran diferencia debido al poco uso de la misma. Disminución de la media de tiempo de respuesta. Aumento en la desviación estándar.

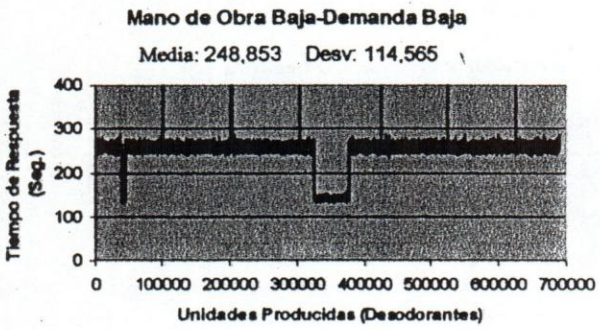
ANÁLISIS DE VARIANZA

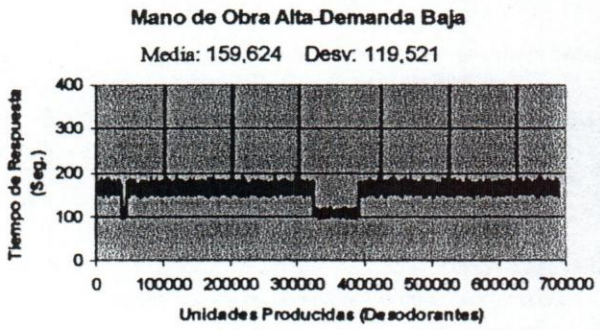
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	585407,518	1	585407,518	46,4699	9,49E-12	3,8417
Dentro de los grupos	365001346,2	28974	12597,54767			
Total	365586753,7	28975				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Capacidad Instalada Maquinaria SI influye

V.2.2 Mano de Obra







Se observa un aumento del tiempo medio de respuesta. Leve aumento en la desviación estándar. Alta variabilidad en los datos. Leve desplazamiento hacia arriba. Todas las fallas por mantenimiento representan paradas totales.

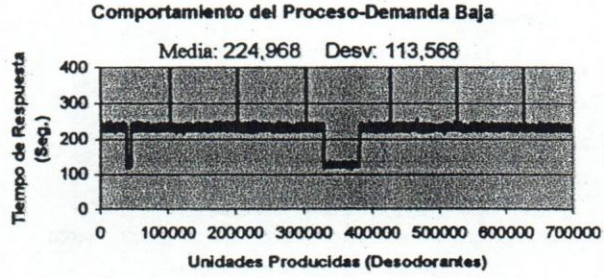
Se puede apreciar una mayor variabilidad en los datos. Disminución considerable del tiempo medio de respuesta. Mayor cercanía entre los dos niveles de tiempos medios de respuesta. Aumento de la desviación estándar. Seis picos de mantenimiento correctivo.

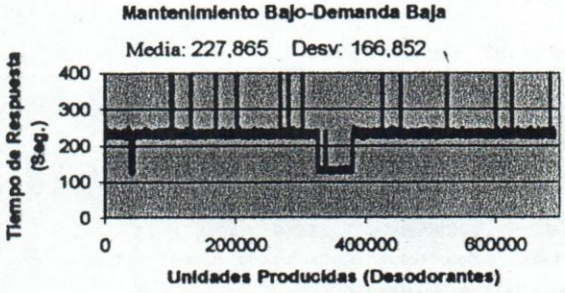
ANÁLISIS DE VARIANZA

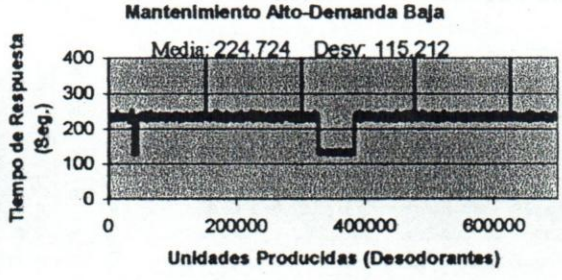
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	57221782,83	1	57221782,83	4175,1556	0	3,8417
Dentro de los grupos	393972701,3	28746	13705,30513			
Total	451194484,1	28747				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Mano de Obra SI influye

V.2.3 Mantenimiento







El comportamiento de la gráfica es muy similar al de la condición normal, sin embargo se puede observar un aumento en la media del tiempo de respuesta y en la desviación estándar. Mayor cantidad de paradas por mantenimiento correctivo. Los picos más altos corresponden a las fallas que ocasionaron paradas totales de la producción debido a que sólo se encuentra la línea principal funcionando.

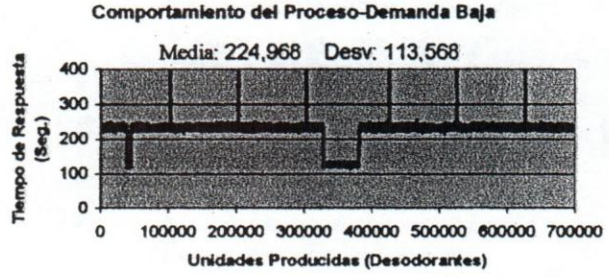
Menor cantidad de picos de mantenimiento lo que conlleva a una leve disminución del tiempo medio de respuesta. Todos los picos son elevados debido a que las fallas ocurren cuando se encuentra en funcionamiento sólo la línea principal. Leve aumento de la desviación estándar.

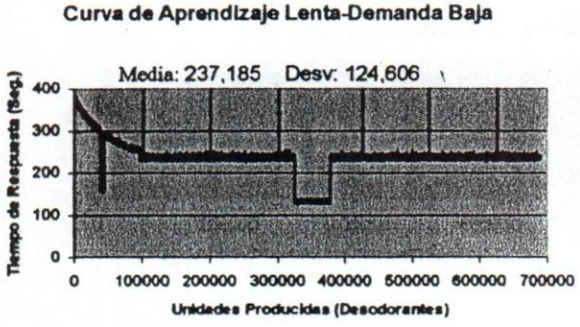
ANÁLISIS DE VARIANZA

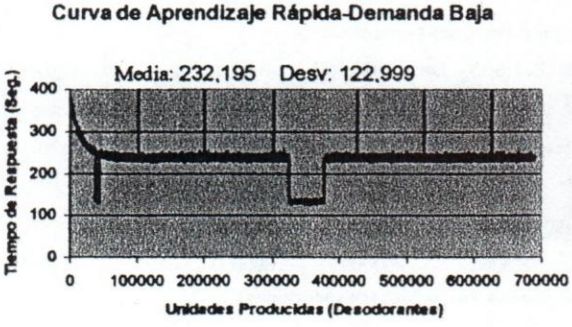
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	71413,60458	1	71413,60458	3,4775	0,0622	3,8417
Dentro de los grupos	594592441,3	28954	20535,7616			
Total	594663854,9	28955				

Se Acepta la Hipótesis Nula. La variable Mantenimiento NO influye

V.2.4 Curva de Aprendizaje







Se observa una leve curvatura decreciente al inicio de la gráfica, durante el funcionamiento de la línea principal, la cual logra estabilizarse cerca de las 100.000 unidades producidas. Aumento en el tiempo medio de respuesta y en la desviación estándar. La gráfica sigue el comportamiento típico una vez que se termina el aprendizaje.

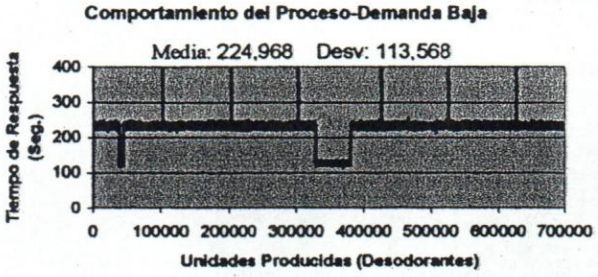
Curva decreciente al inicio, más pronunciada, que se normaliza rápidamente al inicio del año en estudio. Una vez finalizada la curva, el comportamiento sigue su curso típico. Aumento de la media del tiempo de respuesta y en la desviación estándar.

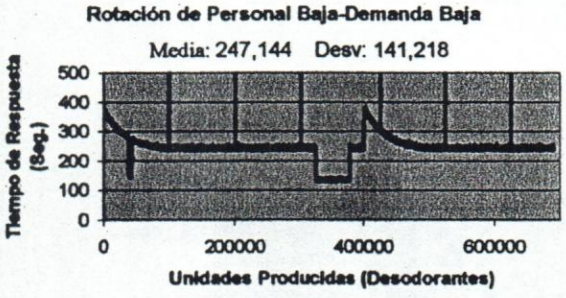
ANÁLISIS DE VARIANZA

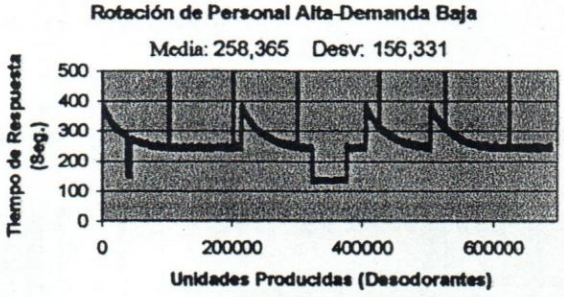
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	178974,8049	1	178974,8049	11,6764	0,0006	3,8417
Dentro de los grupos	440597856,6	28745	15327,80854			
Total	440776831,4	28746				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Curva de Aprendizaje SI influye

V.2.5 Rotación de Personal







En la gráfica se pueden apreciar dos curvas marcadas que representan el aprendizaje de los operarios en estudio, sin embargo en ambos casos se llega a la estabilidad normal. Aumento de la media de tiempo de respuesta. Reducción en la variabilidad de los datos. Aumento en la desviación estándar.

Aumento en la media de tiempo de respuesta, debido a las continuas curvas de aprendizaje distribuidas a lo largo del año en estudio. Incremento en la desviación estándar. Reducción de la variabilidad de los datos. Presencia de picos de mantenimiento elevados, debido a que las fallas ocurren cuando está en funcionamiento sólo la línea principal.

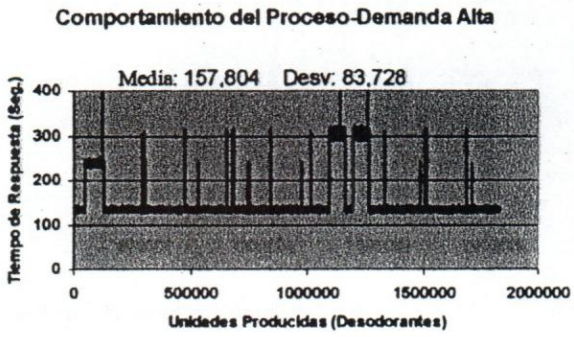
ANÁLISIS DE VARIANZA

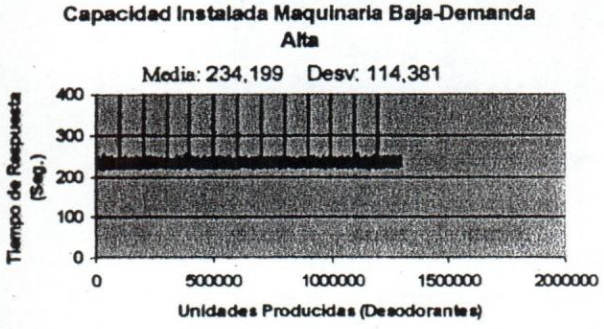
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	904939,4533	1	904939,4533	40,7793	1,73E-10	3,8417
Dentro de los grupos	637905864,7	28746	22191,11754			
Total	638810804,1	28747				

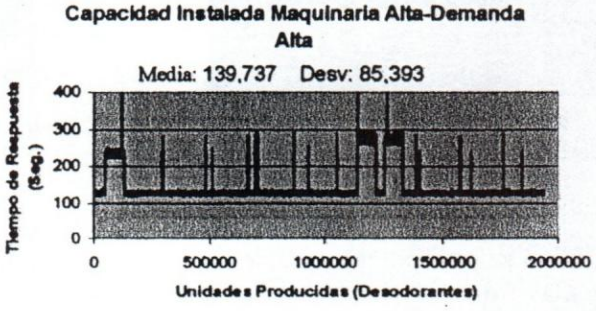
Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Rotación de Personal SI influye

V.3 Demanda Alta

V.3.1 Capacidad Instalada Maquinaria







En la gráfica se observa un único nivel de tiempo de respuesta, que corresponde al de la línea principal. Aumento en la variabilidad de los datos. Paradas de mantenimiento correctivo constantes, representadas por picos elevados, debido a que las fallas ocasionan paradas totales de la producción. Aumento en el tiempo medio de respuesta. No se llega a cumplir la producción.

Disminución significativa del tiempo de respuesta, debido al aumento de capacidad de la línea alterna. El comportamiento de la gráfica es similar al de la condición normal. Las paradas por mantenimiento que ocurren cuando las dos líneas trabajan en paralelo, no implican cese de la producción, por lo tanto los picos no son tan elevados. Leve aumento de la desviación estándar.

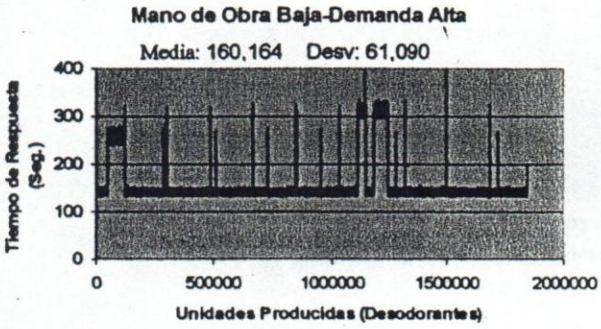
ANÁLISIS DE VARIANZA

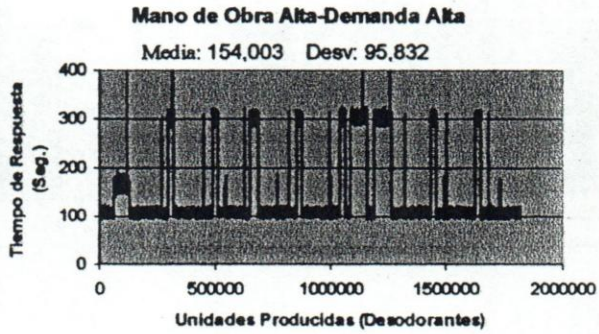
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	117787654,5	1	117787654,5	13520,04546	0	3,8415
Dentro de los grupos	604234696,5	69356	8712,0753			
Total	722022351	69357				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Capacidad Instalada Maquinaria SI influye

V.3.2 Mano de Obra







Esta gráfica presenta un comportamiento similar al de la condición de normalidad. Sin embargo, presentá mayor variabilidad en los datos. Aumento del tiempo medio de respuesta. Reducción de la desviación. La mayoría de las fallas de mantenimiento ocurren cuando las dos líneas están funcionando, creando el efecto de amortiguamiento.

Se observa una disminución del tiempo de respuesta cuando trabajan las dos líneas en paralelo, y también cuando trabaja sólo la línea principal. Sin embargo, el tiempo de respuesta de la línea alterna no presenta modificaciones. Aumento en la desviación estándar. Incremento notable en la variabilidad de los datos.

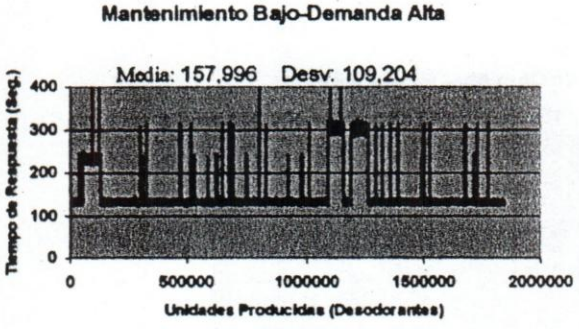
ANÁLISIS DE VARIANZA

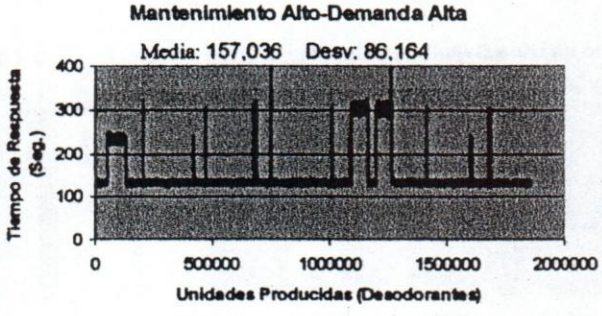
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	756077,1632	1	756077,1632	116,7122	3,47E-27	3,8415
Dentro de los grupos	516229305,2	79688	6478,131027			
Total	516985382,4	79689				

Se Rechaza la Hipótesis Nula. La variable Mano de Obra SI influye

V.3.3 Mantenimiento







Presencia de numerosos picos de mantenimiento. Sin embargo, la media del tiempo de respuesta no aumenta considerablemente, debido a que en este tipo de demanda trabajan ambas líneas la mayoría del año en estudio, logrando así amortiguar el efecto del mantenimiento correctivo. Aumento en la desviación estándar.

Esta gráfica presenta un comportamiento similar al de la condición normal, con menos fallas más espaciadas entre sí. Aumento de la desviación estándar. La media del tiempo de respuesta no presenta cambios considerables.

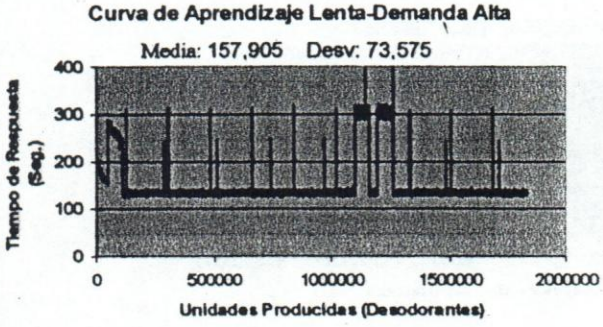
ANÁLISIS DE VARIANZA

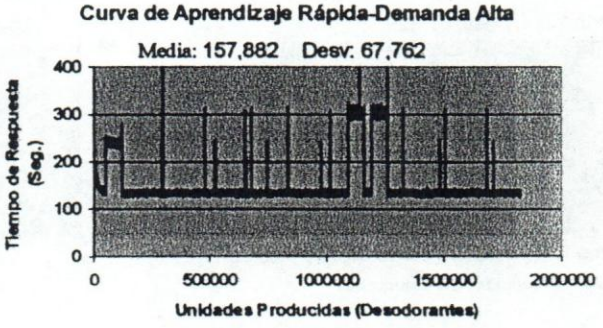
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	18536,2864	1	18536,2864	1,9172	0,1661	3,8415
Dentro de los grupos	777627419,7	80432	9668,1348			
Total	777645956	80433				

Se Acepta la Hipótesis Nula. La variable Mantenimiento No influye

V.3.4 Curva de Aprendizaje







Leve curvatura en el inicio del gráfico. Aumento diminuto de la media de tiempo de respuesta. Comportamiento se estabiliza y se asemeja al de la condición normal. Disminución de la desviación estándar.

Curva muy pronunciada al inicio, que es estabilizada rápidamente, prácticamente sin afectar el resto de la gráfica. Mínimo aumento de la media del tiempo de respuesta. Disminución de la desviación.

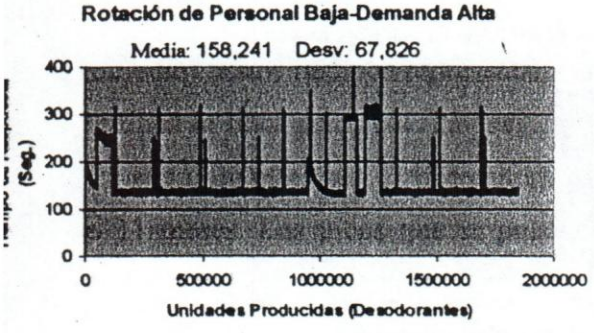
ANÁLISIS DE VARIANZA

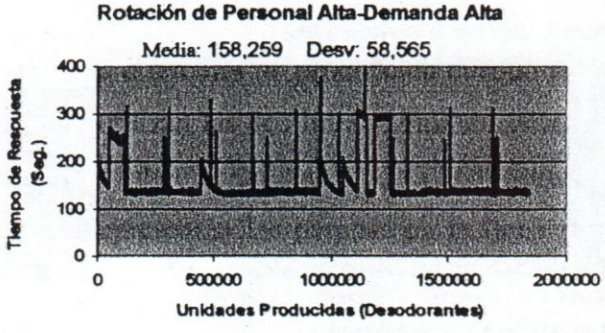
Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	2071,675385	1	2071,67538	0,4176	0,5181	3,8415
Dentro de los grupos	390018890,3	78624	4960,5577			
Total	390020962	78625				

Se Acepta la Hipótesis Nula. La variable Curva de Aprendizaje NO influye

V.3.5 Rotación de Personal







Curvas de poca longitud en el inicio y mitad de la gráfica, que representan el aprendizaje de los nuevos operarios. Muy leve aumento en la media del tiempo de respuesta. Comportamiento en su mayoría similar a condición de normalidad. Decremento en desviación estándar.

Cuatro curvas, de muy corta duración, distribuidas a lo largo del año en estudio. Aumento muy leve de la media de tiempo de respuesta. Disminución de la variabilidad de los datos en los altos niveles. Reducción de la desviación estándar. Comportamiento similar en gran parte al comportamiento d la condición normal.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuentes	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Prob.	Valor crítico para F
Entre grupos	6,618104935	1	6,6181	0,00164	0,9676	3,8415
Dentro de los grupos	321450011,6	80058	4015,2141			
Total	321450018,3	80059				

Se Acepta la Hipótesis Nula. La variable Curva de Aprendizaje NO influye

V.4 Análisis de Variables

A continuación se presenta el análisis de cada una de las variables y su influencia en el proceso. Para medir el impacto de las variables, se estudió el tiempo de respuesta en relación a las unidades producidas. Como tiempo de respuesta se utilizó el tiempo que permanece un lote económico de desodorantes en el sistema. Se define un lote económico como una bandeja de 48 unidades.

En la gráfica que describe el comportamiento actual del proceso con Demanda Normal, se observan dos tiempos de respuesta marcados (230 y 125 segundos en promedio). Estos tiempos representan los dos ritmos diferentes de producción cuando sólo se utiliza la línea principal (230 seg.) y cuando se utilizan las dos líneas simultáneamente (125 seg.). En este caso, la línea alterna tiene un porcentaje de utilización de 37,6% durante los 11 meses. Los picos que se pueden apreciar representan las paradas de la línea por mantenimiento correctivo, lo cual causa que el lote económico se termine en un largo plazo de tiempo. Es importante señalar que cuando el mantenimiento correctivo sucede al funcionar las dos líneas en paralelo, los picos no son tan elevados ya que la línea que permanece en funcionamiento compensa la producción y se siguen empacando unidades, sólo que a menor velocidad. Los picos más altos suceden cuando sólo está en funcionamiento la línea principal, en cuyo caso una parada por mantenimiento implica un cese de la producción hasta que la avería sea corregida.

Para el caso de Demanda Baja, se simuló una producción 50% más baja que la real. En la gráfica que describe el comportamiento actual del proceso según esta demanda, se puede apreciar una menor utilización de la línea alterna, ya que la línea principal se dio abasto y sólo fue necesario emplear la alterna un 7,6%. Por esta razón el tiempo de respuesta predominante es el de la línea principal (230 seg.). Se pueden observar también los picos producidos por las paradas de mantenimiento.

Para el caso de Demanda Alta, se estableció una demanda lo suficientemente elevada como para saturar el sistema. Esta demanda fue de un 220% más que la actual, de esta manera ambas líneas estarían trabajando cerca de su límite. La utilización de la línea alterna fue de un 100%, lo que significa que estuvo en funcionamiento todo el año. En Septiembre, Diciembre y Enero, se pueden observar unos tiempos de respuesta elevados (302,27 seg.), esto se debe a que la línea principal pudo completar su producción asignada, pero la alterna no pudo, funcionando sola el resto del mes. Es importante señalar, que no se cumple la cantidad de producción requerida para todo el año. En esta gráfica se observa un mayor número de paradas de mantenimiento, lo cual se debe al exceso de utilización de ambas líneas, lo cual conduce inevitablemente a un mayor número de averías.

Para poder apreciar la relación entre unidades producidas y la época del año en cada una de las tres gráficas que representan el comportamiento normal del proceso (Demanda Normal, Baja y Alta), se presentan en el Apéndice G de los Anexos las mismas gráficas más detalladas.

V.4.1 Variable Capacidad Instalada Maquinaria

Para el caso de Demanda Normal, la diferencia entre los niveles de la variable son bastante notables. En el nivel bajo de la variable, se observa un tiempo de respuesta relativamente constante (234,27 seg.), el cual corresponde a la media del tiempo de respuesta de la línea principal. Esto se debe a que la ausencia de la línea alterna no permite generar un menor tiempo de respuesta, lo cual causó un aumento en la media de 44,73 seg. (23,6%) en relación a la condición normal. En Demanda Baja, el comportamiento de la gráfica es muy similar, y se observa un aumento en la media del tiempo de respuesta de 8,99 seg. (4%) con respecto a la condición normal para esta demanda. Para el caso de Demanda Alta, el incremento en la media del tiempo de respuesta es de 76,39 seg. (48,4%) respecto a su condición normal, por esta razón la línea principal fue incapaz de cumplir la producción requerida. Debido a que en el caso del nivel bajo de la variable sólo se utiliza la línea principal, las paradas por mantenimiento implican paradas totales de la producción;

por esta razón las paradas en las tres gráficas son representadas por picos muy pronunciados (hasta de 2,5 horas).

En las gráficas del nivel alto de la variable, se puede observar un comportamiento muy similar al de la condición normal, con la diferencia de que al funcionar ambas líneas simultáneamente, el tiempo de respuesta es menor con una máquina más rápida en la línea alterna. Esto se debe a que al iniciar el mes, a cada línea se le asigna una cantidad de unidades a producir. En el caso de la Demanda Normal y la Demanda Baja, no hay ningún mes en el cual la línea alterna no se de abasto con la cantidad que debe producir. Esto quiere decir que al instalar una máquina más rápida en la línea alterna, terminará de producir su cantidad asignada en un tiempo inferior que en la condición normal, pero las cantidades producidas no variarán, porque en ambos casos se completarán sin problemas las cantidades asignadas. En Demanda Normal, la media total del tiempo de respuesta disminuye en 10,53 segundos (5,55%). Cuando la demanda es baja, la media del tiempo de respuesta disminuye 1,13 seg. (0,5%) respecto a la condición normal para esta demanda. En el caso de Demanda Alta, existe una disminución de la media del tiempo de respuesta de 18,06 seg. (11,4%), sin embargo ni con ambas líneas funcionando casi todo el tiempo (97,4%) se llega a cumplir las cantidades asignadas de producción.

Según el análisis de varianza de la Tabla Anova, la variable capacidad instalada maquinaria si es influyente en el proceso en las tres demandas estudiadas. Este resultado demuestra lo importante que es la línea alterna como método de respuesta ante grandes demandas que la línea principal no podría cubrir.

V.4.2 Variable Mano de Obra

En Demanda Normal y Demanda Baja, el nivel bajo de esta variable se comporta de manera muy similar. Al eliminar uno de los operarios que colocan la tapa a los envases en cada línea, ambas gráficas presentan el mismo comportamiento que en la condición normal, pero desfasado una cierta cantidad hacia arriba (20,79 y 23,88 seg. respectivamente),

aumentando así el tiempo medio de respuesta. Sin embargo, existe una acentuada diferencia en la variabilidad del tiempo de respuesta cuando se encuentra en funcionamiento solamente la línea principal, siendo más alta al eliminar a los operarios en estudio.

En el caso de Demanda Alta, el nivel bajo de esta variable representa un aumento del tiempo medio de respuesta de 4,36 seg. (1,5%). Se puede observar, en el pico que representa la producción de Diciembre, que la línea alterna trabajó sola una menor cantidad de tiempo que en la condición normal. Esto se debe a que la falta de mano de obra retrasó la producción de la línea principal, ocasionando que ésta funcione por más tiempo durante ese mes. También se puede observar en la gráfica, que la producción no alcanzó la cantidad realizada en condiciones normales bajo esta demanda.

En el nivel alto de la variable, tanto para la Demanda Normal como para la Demanda Baja, el comportamiento de las gráficas es similar a la condición normal, con la diferencia que el tiempo medio de respuesta se desplaza hacia abajo y se disminuye la diferencia entre el tiempo medio de la línea principal y el tiempo medio de las dos líneas simultáneas, disminuyendo así el tiempo total de respuesta 46,64 (24,6%) y 65,35 (29%) seg. respectivamente. También se observa claramente en ambas gráficas una mayor variabilidad en los tiempos medios, acentuándose más cuando está en funcionamiento la línea principal sola.

Cuando la demanda es alta, los tiempos de respuesta se desplazan hacia abajo y se disminuye la diferencia entre el tiempo medio de la línea principal y el tiempo medio de las dos líneas simultáneas, lo cual disminuye la media del tiempo de respuesta 3,8 seg. (2,43%). Sin embargo, se pueden observar muchos picos consecutivos. Estos picos representan períodos en los cuales la línea principal logró completar su producción asignada pero la línea alterna se retrasó. Es importante señalar que el tiempo medio de estos picos no disminuyó como el resto de la gráfica. Esto se debe a que en la línea alterna el exceso de mano de obra no aporta mucha utilidad, y no afecta su tiempo medio de

respuesta. Esta falta de mejora en la línea alterna ocasionó su retraso con respecto a la línea principal.

Según los datos arrojados por la Tabla Anova, la variable mano de obra si influye en el proceso. En la línea principal es de gran ayuda el aumento en la mano de obra, ya que permite mejorar su tiempo de respuesta, sin embargo, en la línea alterna agregar un operario guardando los envases en las cajas no aporta grandes mejoras al proceso.

V.4.3 Variable Mantenimiento

El nivel bajo de la variable mantenimiento afecta de manera muy diferente dependiendo de la demanda, ya que mientras más unidades se producen, se requiere una mayor utilización de las máquinas lo cual inevitablemente ocasionará un mayor número de fallas mecánicas. En la Demanda Baja en particular, las paradas son muy pronunciadas, ya que la línea alterna se utiliza muy poco y la mayoría de las fallas representan paradas totales de la producción. En la Demanda Normal y Alta, los picos que representan las paradas por mantenimiento son menores debido a la posibilidad de seguir produciendo a través de la línea que se mantiene en funcionamiento, siendo este efecto más notable en la Demanda Alta.

El nivel alto de la variable, representado por pocas fallas mecánicas debido a un mayor mantenimiento preventivo, provoca una simple disminución de las paradas, siendo el tiempo medio de respuesta menos afectado.

Según el análisis de varianza de la Tabla Anova, la variable mantenimiento no afecta para la Demanda Baja y Demanda Alta. Sin embargo, sí afecta para la Demanda Normal. Esto se debe a que hay dos razones primordiales por las que el mantenimiento afecta: la ausencia de la línea alterna, y el exceso de utilización de la maquinaria. En la Demanda Baja, la línea alterna funciona muy pocas veces, pero la utilización de la maquinaria es tan leve que no se ocasionan muchas fallas. En la Demanda Alta, hay un

exceso de utilización de la maquinaria, lo cual ocasiona muchas fallas, pero ya que la línea alterna está en funcionamiento la mayor parte del año, las paradas casi nunca son totales. Sin embargo, la Demanda Normal tiene una combinación entre utilización de maquinaria y funcionamiento de la línea alterna que le ocasiona fallas totales una cantidad importante de veces al año.

V.4.4 Variable Curva de Aprendizaje

La curva de aprendizaje sólo influye al inicio del modelo. Una vez estabilizada esta variable, el comportamiento de las gráficas continúa de manera idéntica a la condición de normalidad. En el comienzo de cada gráfica se puede apreciar una curva decreciente, la cual representa el tiempo de respuesta que va disminuyendo gradualmente a medida que el operario domina la actividad. La destreza del operario aumentará con la cantidad de unidades que empaque. Al comparar la curva rápida con la lenta, en cualquiera de las tres demandas, se pueden observar las diferencias: la curva lenta es más chata y prolongada, mientras que la curva rápida es más pronunciada y corta. Esta diferencia se puede apreciar más fácilmente en la Demanda Baja. A medida que la demanda aumenta, la curva de aprendizaje influye en menor grado sobre la media total del tiempo de respuesta. Esto se debe a que mientras mayor sea la demanda, el operario manipulará una mayor cantidad de unidades en menor tiempo, completando su curva de aprendizaje hasta el punto de estabilidad en un tiempo mucho más prematuro que en demandas más bajas.

En la Demanda Baja, la curva de aprendizaje lenta incrementó la media del tiempo de respuesta en 12,21 seg. (5,7%) y la rápida 7,22 seg. (3,2%) en relación a la condición normal. En la Demanda Normal, la curva lenta ocasionó un aumento de 8,85 seg. (4,69%) y la curva rápida 6,07 seg. (3,2%). En la Demanda Alta, la curva de aprendizaje ejerció un efecto muy leve en relación a la condición de normalidad: un aumento de 0,1 seg. (0,06%) y 0,07 seg. (0,004%) con la curva lenta y rápida respectivamente.

A partir de los datos obtenidos de la Tabla Anova, se concluye que la variable curva de aprendizaje tiene influencia en el proceso en las Demandas Normal y Baja. Sin embargo, en la Demanda Alta no influye, debido al poco efecto que tiene sobre la media del tiempo de respuesta, ya que los operarios dominaron la actividad cerca del comienzo del año en estudio.

V.4.5 Rotación de Personal

La relación de incrementos de las medias del tiempo de respuesta en las tres demandas debido a esta variable, es similar a la de la curva de aprendizaje. Sin embargo, esta variable genera un mayor efecto sobre dichas medias ya que afectará al proceso en distintos períodos del año. El nivel alto de esta variable implica que los operarios en estudio serán reemplazados cuatro veces al año, empezando cada vez un nuevo proceso de aprendizaje. En la Demanda Baja, esta alta rotación causó un incremento en el tiempo medio de respuesta de 33,39 seg. (14,84%) con respecto a la condición normal. En la Demanda Normal el aumento fue de 22,48 seg. (11,85%), y en la Demanda Alta de 0,45 seg. (0,28%). Un bajo nivel de esta variable implica un cambio de personal una vez en la mitad del año en estudio, lo cual ofrece más holgura al operario para dominar la actividad antes de ser reemplazado. En la Demanda Baja, causó un aumento de 22,17 seg. (9,86%) con respecto a la condición de normalidad. En la Demanda Normal, el incremento fue de 15,62 seg. (8,24%), y en la Demanda Alta fue de 0,43 seg. (0,27%).

Se puede notar una disminución en la variabilidad de los tiempos de respuesta en los casos de Demanda Baja y Normal. En Demanda Alta también disminuye la variabilidad pero en menor grado.

El análisis de varianza proveniente de la Tabla Anova, indica que la variable rotación de personal influye en el proceso cuando la Demanda es Baja y Normal, mientras que en el caso de Demanda Alta esta variable no es influyente, debido a la poca variación que ocasiona en los tiempos medios de respuesta, tanto para la baja rotación como para la

alta. Esto, al igual que la curva de aprendizaje, se debe a la rapidez con que se estabiliza el aprendizaje al producir un mayor número de unidades.

V.4.6 Cuadro Resumen

A continuación se presenta un cuadro que resume el nivel de influencia de cada una de las variables estudiadas sobre el tiempo de respuesta del proceso. Las cifras de color rojo indican un aumento en el tiempo de respuesta, mientras que las de color negro representan disminuciones.

	Demandas		
Variables	**Baja**	**Normal**	**Alta**
V1-	4,0%	23,6%	48,4%
V1+	0,5%	5,5%	11,4%
Influencia	si	si	si
V2-	10,6%	11,0%	1,5%
V2+	29,0%	24,6%	2,4%
Influencia	si	si	si
V3-	1,28%	1,72%	0,12%
V3+	0,10%	0,18%	0,48%
Influencia	no	si	no
V4-	5,7%	4,7%	0,06%
V4+	3,2%	3,2%	0,004%
Influencia	si	si	no
V5-	9,86%	8,24%	0,27%
V5+	14,84%	11,85%	0,28%
Influencia	si	si	no

Tabla 12. Cuadro Resumen de la influencia de cada variable sobre el tiempo de respuesta del proceso

7.2.23 Farmatodo (Centro de Distribución):

CAPÍTULO VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al simular la cadena de suministros y observar los procesos presentes en ella se proponen las siguientes variables para analizar su posible influencia sobre el tiempo de respuesta de Farmatodo a sus tiendas. Las variables que se proponen son:

- Cumplimiento de los Proveedores
- Lead time de Proveedores
- Capacidad de Transporte

Cada una de estas variables será estudiada en tres escenarios distintos: demanda normal, demanda alta y demanda baja; y en cada escenario se harán cambios favorables y desfavorables a la variable (niveles de la variable) para luego ser comparados con el comportamiento patrón de dicho escenario y de esta forma saber si la variable influye o no en los tiempos de entrega a las tiendas.

Existen otras variables que se podrían analizar en esta cadena de suministros, sin embargo como se menciono en otra ocasión, el hecho de solo estudiar una muestra de los productos totales representa una limitación para estudiar otras variables. Estas variables seleccionadas son las que se consideran más apropiadas para evaluar en este modelo en particular.

En el modelo original, si una tienda coloca un pedido y este no puede ser satisfecho del todo por el centro de distribución, simplemente ese faltante se elimina de la orden de compra y se envía el resto del pedido. En este caso el pedido siempre llega a tiempo pero incompleto; de esta forma cualquier modificación que se haga en cuanto a disponibilidad de producto no se verá manifestada en el tiempo de entrega al cliente.

Tomando en cuenta esto y los objetivos del proyecto VEN-PROBE, para estudiar las tres variables propuestas se introdujo un cambio en el modelo original, en el cual se asume que un pedido no sale del centro de distribución si éste no puede ser satisfecho del todo, de está forma se podrá comprobar si la variable influye o no en realidad.

A continuación se muestra una tabla con todos los casos a estudiar en los distintos escenarios:

Variables	Demanda Alta (30% +)		Demanda Normal		Demanda Baja (30 % -)	
	Caso +	Caso -	Caso +	Caso -	Caso +	Caso -
Capacidad de transporte	Aumento 30%	Disminución 30%	Aumento 30%	Disminución 30%	Aumento 30%	Disminución 30%
Cumplimiento proveedores	Aumento 15%	Disminución 15%	Aumento 15%	Disminución 15%	Aumento 15%	Disminución 15%
Lead time proveedores	Disminución 30%	Aumento 30%	Disminución 30%	Aumento 30%	Disminución 30%	Aumento 30%

Tabla N° 17. Casos de estudio

Los cambios realizados en el nivel de cumplimiento del proveedor se consiguen aumentando o disminuyendo el porcentaje a la entrada del sistema. En el caso favorable: se aumentó en un 15% el porcentaje de cumplimiento actual y en el caso desfavorable se disminuyó en un 15%. La variación para este caso en particular fue de 15% y no de 30% como en los otros casos, debido a que aumentar 30% representaba que un gran número de los porcentajes excedieran el 100% de cumplimiento. Por otro lado al colocar un porcentaje de cumplimiento de 100% la herramienta Arena 5.0 satura su memoria máxima de proceso, ya que hay muchas entidades circulando por el sistema, siendo ésta la limitante más importante de todas, ya que afecta directamente el tiempo de estudio.

Para simular escenarios favorables y desfavorables de la variable lead time del proveedor se aumento y disminuyo en un 30% el tiempo de entrega actual de los proveedores. El escenario en el cual un proveedor se demora en una entrega es bastante común en la mayoría de las cadenas de distribución. La llegada de los proveedores al centro de distribución se hace mediante citas pautadas por Farmatodo, de manera que el escenario en el cual el proveedor llega antes en la realidad no se da. Para efectos de este estudio ese escenario es evaluado ya que para determinar la influencia de esta variable sobre el sistema es necesario analizarlos desde todo punto de vista

Para realizar el análisis de varianza de cada experimento (ANOVA) se considera a la hipótesis nula de la siguiente manera:

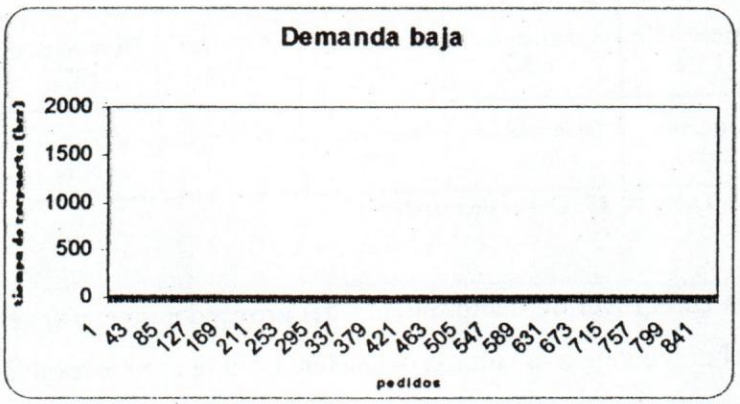
Ho: $P \geq 0{,}05$

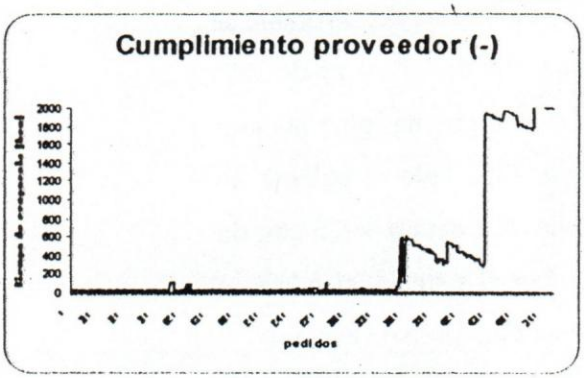
El significado de esta expresión es: "la variable no influye", en caso contrario se rechazará esta hipótesis. Esto se lee para todos los casos de estudio.

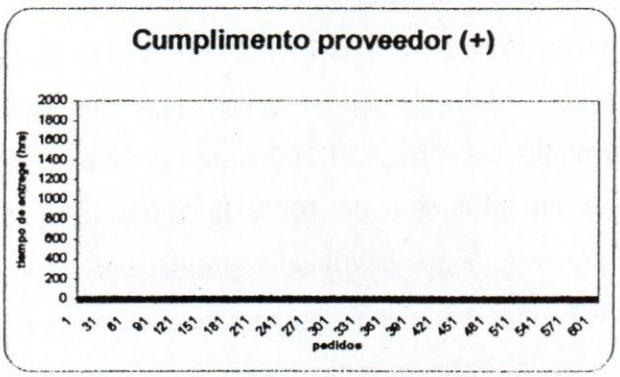
8.1. Análisis de las gráficas de las variables

8.1.1. Variable Cumplimiento del Proveedor

Escenario: Demanda Baja







Cumplimiento proveedor (-):	**Cumplimiento proveedor (+):**
Bullwhips esporádicos al inicio de la curva Incremento considerable de los bullwhips al final de la curva. Tendencia a la resonancia al final de la curva. Media y varianza muy superiores a las de la curva patrón.	Comportamiento estable a lo largo de la curva. Ausencia de bullwhips en todo el periodo Media y varianza muy parecidas a las de la curva patrón.

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Cump. Proveedor (-)	364,0260	433598,4287
Normal	12,9652	18,7351
Cump. Proveedor (+)	12,9719	18,9865

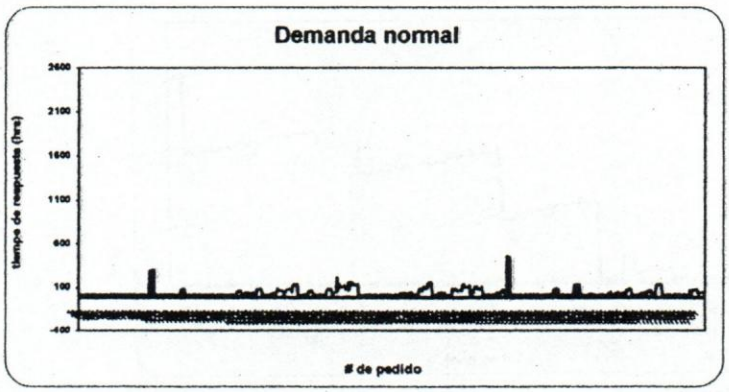
ANÁLISIS DE VARIANZA

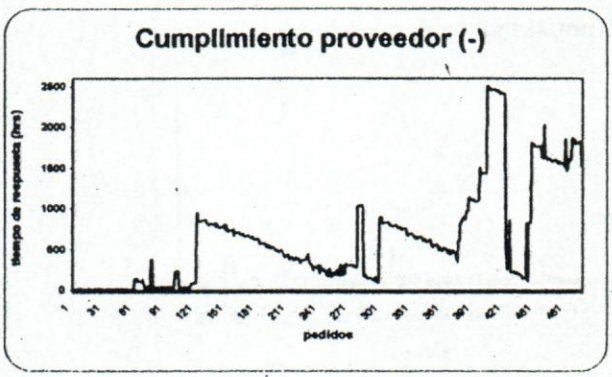
F	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
208,4018	7,1612E-63	3,0003

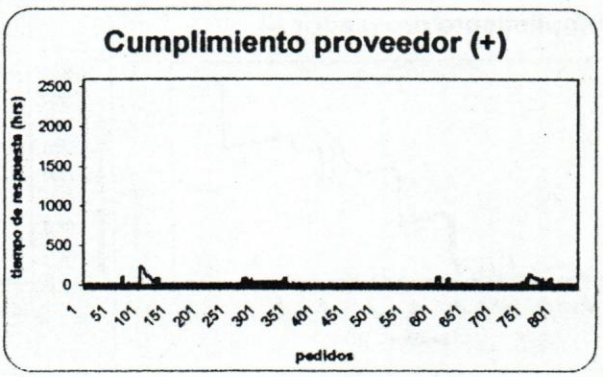
P ≤ 0,05 entonces se rechaza la hipótesis nula

La variable Cumplimiento del proveedor SI influye.

Escenario: Demanda Normal







Cumplimiento proveedor (-)	**Cumplimiento proveedor (+)**
Aumento paulatino del tamaño de los bullwhips. La curva trata de amortiguarse en el tiempo pero la tendencia a la resonancia es muy clara. Media y varianza considerablemente mayores a las de la curva patrón.	Bullwhips ocasionales a lo largo de la curva. Los bullwhips tienden a amortiguarse casi inmediatamente. Media y varianza menores que las de la curva patrón.

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Cump. Proveedor (-)	632,2702	373020,8867
Normal	36,4838	2227,4050
Cump. Proveedor (+)	24,8310	939,9705

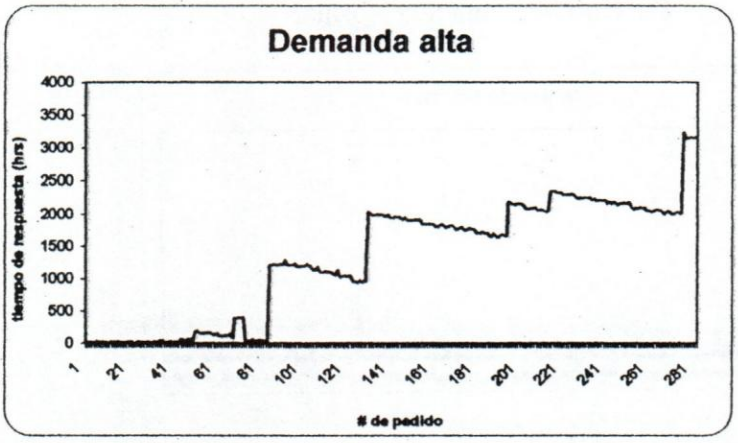
ANÁLISIS DE VARIANZA

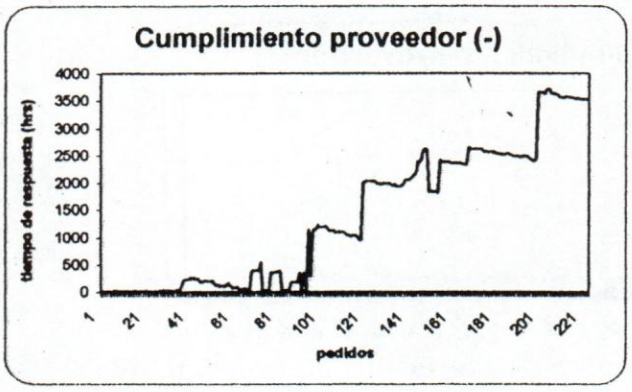
F	*Probabilidad*	*Valor critico para F*
765,9613	[illegible]	3,0000

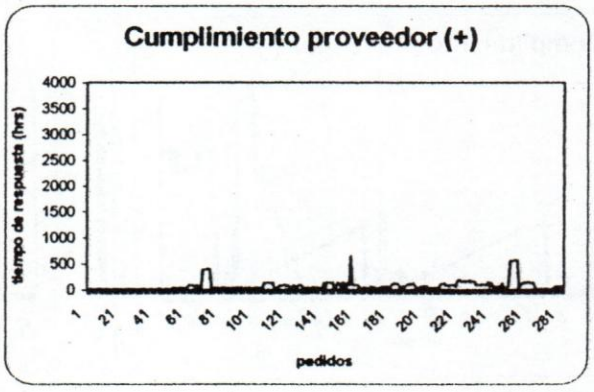
P ≤ 0,05 entonces se rechaza la hipótesis nula

La variable Cumplimiento del proveedor SI influye

Escenario: Demanda Alta







Cumplimiento proveedor (-)	**Cumplimiento proveedor (+)**
Incremento constante del tamaño de los bullwhips. Tendencia a la resonancia muy clara. Media ligeramente mayor a la de la curva patrón. Varianza considerablemente mayor a la de la curva patrón.	Bullwhips ocasionales que hacen a la curva inestable. Notable amortiguación de la curva con respecto al patrón. Los bullwhips tienden a amortiguarse. Media y varianza mucho menores a las de la curva patrón

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Cump. Proveedor (-)	1383,1871	1555324,3150
Normal	1307,6568	840062,4091
Cump. Proveedor (+)	466,1440	240816,2385

ANÁLISIS DE VARIANZA

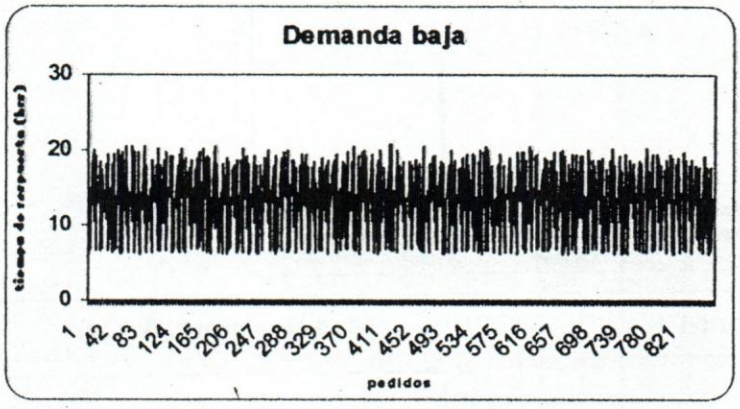
F	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
170,2298	[illegible]	3,0036

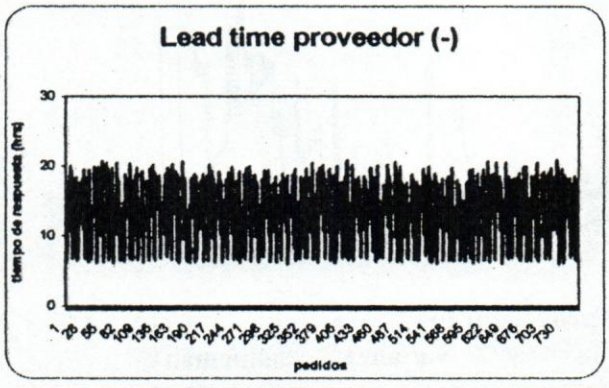
P ≤ 0,05 entonces se rechaza la hipótesis nula

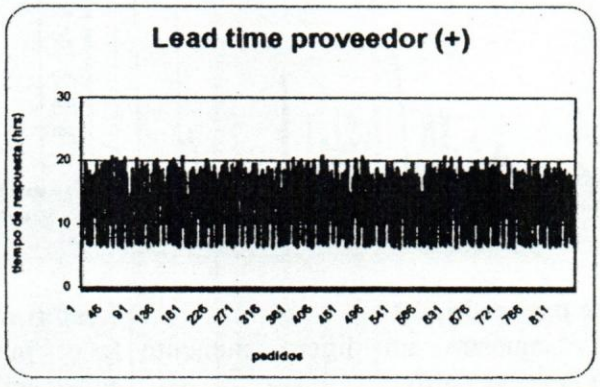
La variable Cumplimiento del proveedor SI influye

8.1.2. Variable Lead Time Proveedor

Escenario: Demanda Baja







Lead time proveedor (-)	**Lead time proveedor (+)**
La media y varianza permanecen iguales a las de la curva patrón. Comportamiento estable en toda la curva. Ausencia de bullwhips.	La media y varianza permanecen iguales a las de la curva patrón. Comportamiento estable en toda la curva. Ausencia de bullwhips.

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Lead time prov. (-)	12,9789	18,8399
Normal	12,9796	18,8369
Lead time prov. (+)	12,9808	18,7647

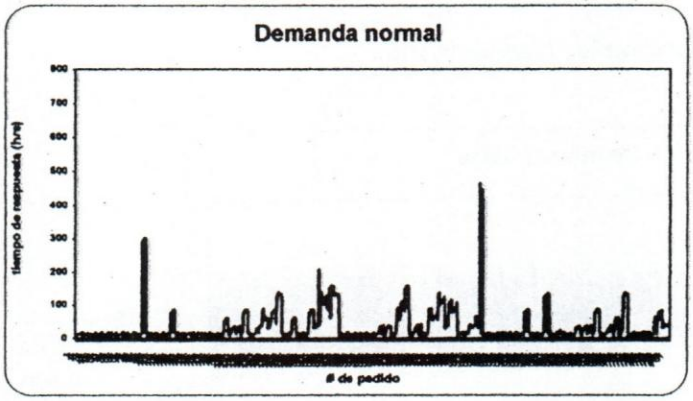
ANÁLISIS DE VARIANZA

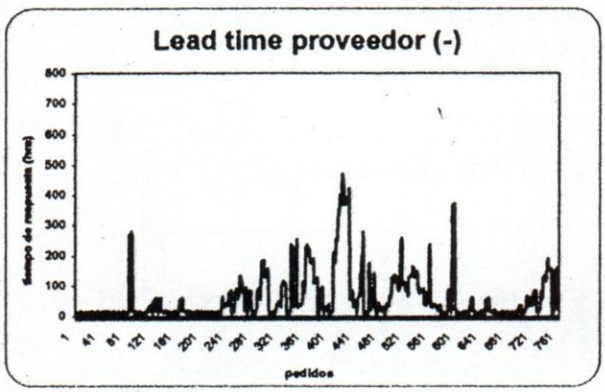
F	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
3,73387E-05	[illegible]	2,9993

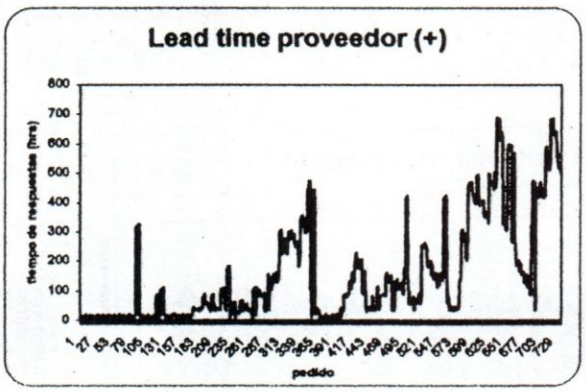
P>0,05 entonces, la se aprueba la hipótesis nula

La variable Lead time proveedor NO influye

Escenario: Demanda Normal







Lead time proveedor (-)	**Lead time proveedor (+)**
La media muestra un ligero aumento respecto a la curva patrón. La varianza aumenta considerablemente si se compara con la curva patrón. Comportamiento inestable de la curva, similar al de la curva patrón. Mientras unos picos se amortiguan otro se hacen más grandes. Al final del periodo tienda a estabilizarse.	La media y varianza aumentan considerablemente respecto a la curva patrón. Comportamiento inestable de la curva con presencia de bullwhips recurrentes que aumentan el tamaño al aumentar la cantidad de pedidos. Al final del período tiende a la resonancia.

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Lead time prov. (-)	62,3244	6753,2086
Normal	36,4838	2227,4050
Lead time prov. (+)	158,0279	30866,8688

ANÁLISIS DE VARIANZA

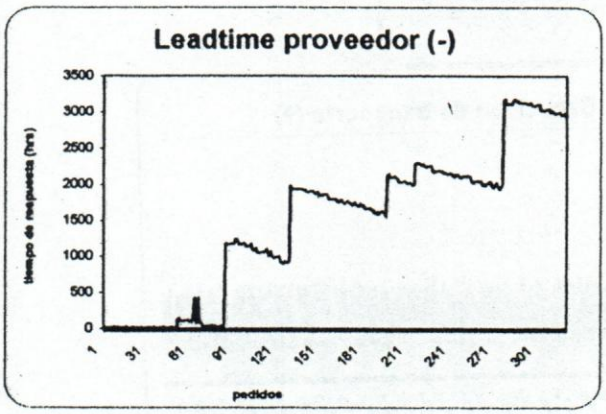
F	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
233,1436	[illegible]	2,9997

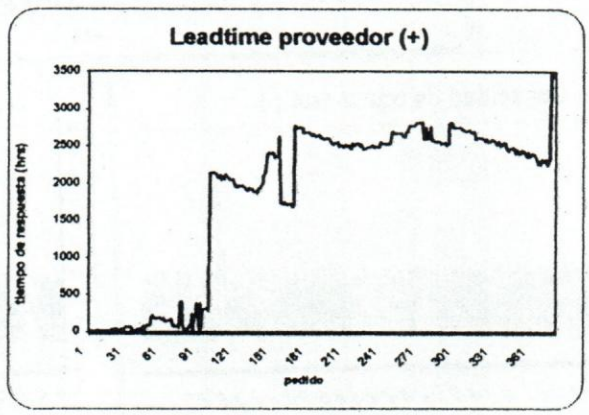
P≤0,05 entonces, se rechaza la hipótesis nula

La variable Lead time proveedor SI influye

Escenario: Demanda Alta







Lead time proveedor (-)	**Lead time proveedor (+)**
La media y varianza aumentan ligeramente respecto a la curva patrón. Comportamiento similar al de la curva patrón, bullwhips recurrentes que tienden a estabilizarse, sin embargo aumentan su tamaño al aumentar la cantidad de pedidos haciéndose más resonante al final del período.	La media y varianza aumentan considerablemente respecto a la curva patrón. Comportamiento similar a la curva patrón, sin embargo el tamaño de los bullwhips son mayores. La tendencia a la estabilización es menor. El comportamiento resonante se da en menor tiempo.

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Lead time prov. (-)	1490,2525	1044461,0900
Normal	1316,0761	823407,3901
Lead time prov. (+)	1679,0424	1588675,6908

ANÁLISIS DE VARIANZA

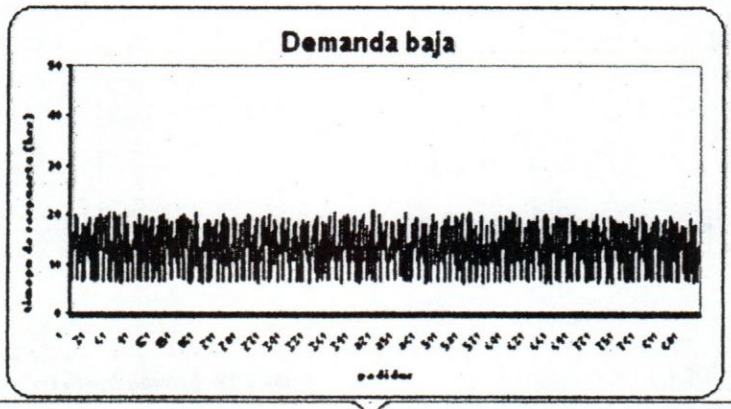
F	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
9,0548	[illegible]	3,0049

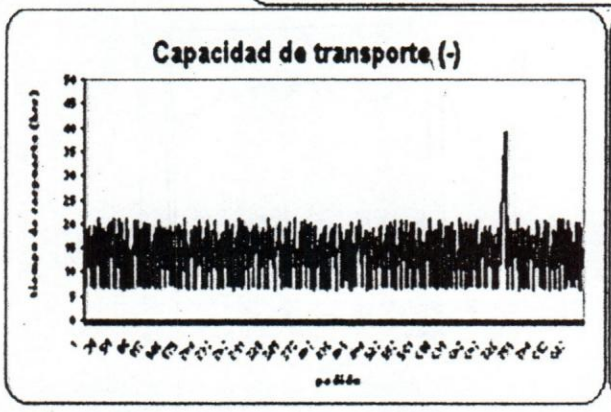
P≤0,05 entonces, se rechaza la hipótesis nula

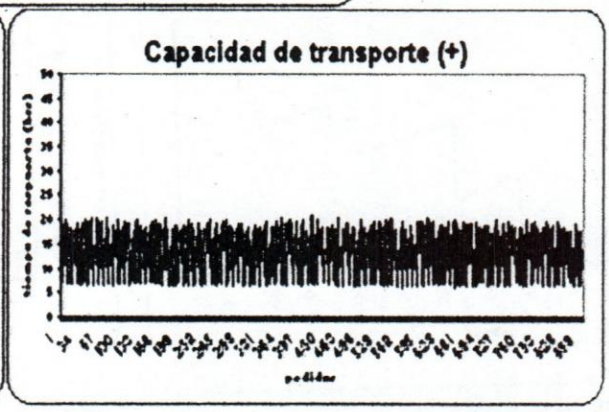
La variable Lead time proveedor SI influye

8.1.3. Variable Capacidad de Transporte

Escenario: Demanda Baja







Capacidad de transporte (-): La media y la varianza aumentan con respecto a la curva patrón. Se observa un comportamiento estable con presencia de bullwips ocasionales.	**Capacidad de transporte (+):** La media y la varianza se mantienen iguales. El comportamiento de la curva es similar al de la curva patrón, estable en toda su extensión.

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Cap. de transporte (-)	13,6141	23,6001
Normal	12,9652	18,7351
Cap. de transporte (+)	12,9652	18,7351

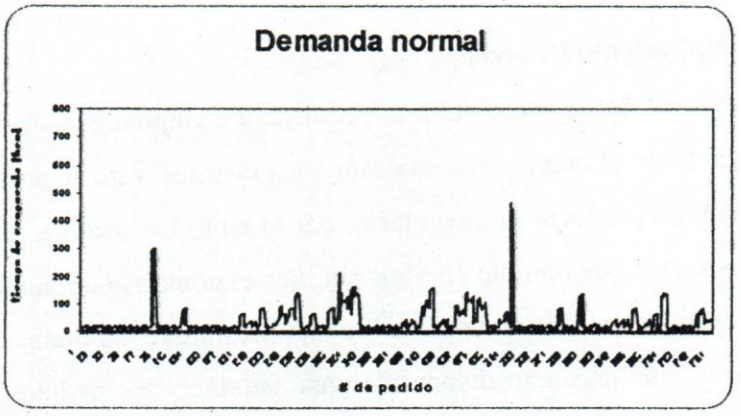
ANALISIS DE VARIANZA

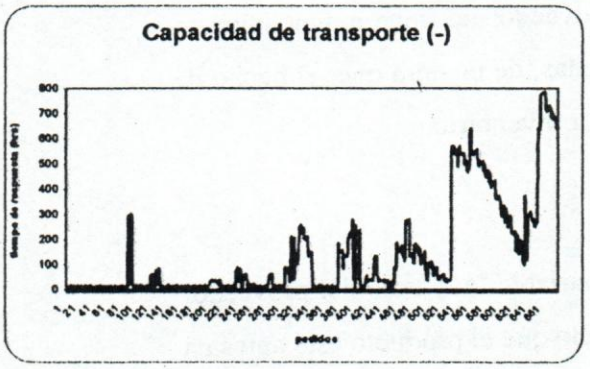
F	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
5,9368	[illegible]	2,9992

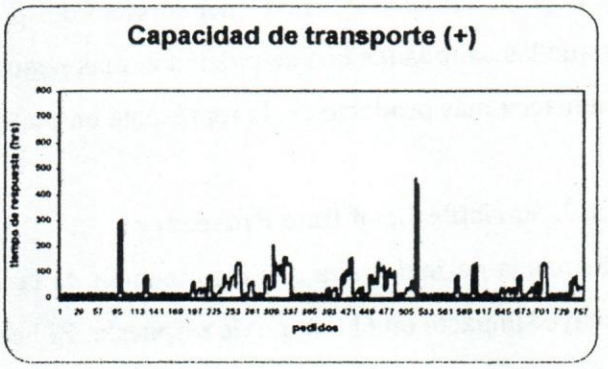
P≤0,05 entonces, se rechaza la hipótesis nula

La variable Capacidad de transporte SI influye

Escenario: Demanda Normal







Capacidad de transporte (-):	**Capacidad de transporte (+):**
La media y la varianza aumentan considerablemente con respecto a la curva patrón. Se observa un comportamiento inestable en toda la curva. Presencia de bullwhips recurrente con tamaños superiores a los de la curva patrón. El tamaño de los bullwhips aumenta con el incremento de la cantidad de pedidos con tendencia a la resonancia al final del período.	Media y varianza iguales a las de la curva patrón. Comportamiento similar a la curva patrón.

RESUMEN

Nivel de la variable	*Media*	*Varianza*
Cap. de transporte (-)	142,7230	37719,9077
Normal	36,4838	2227,4050
Cap. de transporte (+)	36,4838	2227,4050

ANÁLISIS DE VARIANZA

F	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
201,0770	[illegible]	2,9998

P≤0,05 entonces, se rechaza la hipótesis nula
La variable Capacidad de transporte SI influye

8.2. Comentarios

8.2.1. Variable Cumplimiento Proveedor

- Una disminución en el nivel del servicio del proveedor para cualquier escenario de demanda tiene un gran impacto en el tiempo de respuesta a los clientes, esto se atribuye a que se tiene menor cantidad de producto en inventario, por lo tanto los pedidos tienen que esperar hasta que el mismo esté disponible en almacén. Por el contrario un aumento del nivel de servicio del proveedor en demanda normal y alta disminuye los tiempos de respuesta, puesto que se tiene más producto disponible para satisfacer los pedidos. En demanda baja un aumento del nivel del servicio del proveedor no tiene mayor impacto debido a que las cantidades que se piden son más pequeñas, de manera que el hecho de tener en almacén más productos solo representa un mayor inventario.

8.2.2. Variable Lead time Proveedor

- En demanda normal y alta una disminución de la variable lead time del proveedor no tiene mayor impacto en el tiempo de respuesta. El hecho que el producto esté antes en almacén no significa que los pedidos se realizarán anticipadamente; sin embargo, en algunos casos, el tener el producto antes de tiempo permite satisfacer del todo algunos pedidos que quedaban pendientes, trayendo como consecuencia que más adelante exista un mayor numero de pedidos pendientes y por más cantidad de unidades. A diferencia de la disminución, el aumento de la variable lead time del proveedor en demanda normal y alta tiene una marcada repercusión sobre el tiempo de respuesta, debido a que el producto llega mucho más tarde, ocasionando mayor escasez en los almacenes.
- En demanda baja una disminución o aumento de la variable lead time del proveedor no tiene mayor repercusión, puesto que al ser más pequeños los pedidos es posible satisfacerlos con el inventario existente, en caso de retraso del producto.

8.2.3. Variable Capacidad de Transporte

- Para una demanda baja o normal una disminución de la capacidad de transporte tiene bastante impacto, esto se atribuye a que se envían las mismas cantidades pero con

menos recursos disponibles. Por otro lado un aumento de la capacidad de transporte no tiene mayor impacto, esto debido a que se está aumentando la capacidad de transporte pero la cantidad de pedidos permanece constante, de manera que la variable solo representa recursos ociosos para la empresa.

- En demanda alta una disminución o aumento de la capacidad de transporte tiene un leve impacto, esto se atribuye a que el sistema ya se encuentra en resonancia por la cantidad de pedidos que no puede satisfacer. Los recursos pueden estar disponibles, pero mientras no se cubra con la demanda no se apreciará una verdadera influencia de la variable.

7.2.24 Hacienda Santa Teresa:

Capitulo VII. Diseño y Análisis de Experimentos

VII.1.- Generación de la Matriz de Variables

Las variables a estudiar son las siguientes:

Variables	Nivel	Descripción	Areas Modificadas
Transporte	Alto = V1+ Bajo = V1-	Cantidad se vehiculos disponibles para la distribución	Transporter
Mantenimiento	Alto = V2+ Bajo = V2-	Tiempos de parada de la linea de producción por fallas de mantenimiento	Linea de Producción
Políticas de Inventario	Alto = V3+ Bajo = V3-	Niveles de Inventario de los Materiales de Empaque	Nivel de Inventario
Flujo de la Información	Alto = V4+ Bajo = V4-	Coordinación entre los departamento	Cantidad de Blending

Tabla 15. Variables a ser analizadas en el modelo simulado

Para cada nivel, se estudió el comportamiento de las variables en las condiciones de demanda alta, baja y normal; tal y como se muestra en la siguiente matriz.

	Variables	Nivel	Demanda Normal (DN)	Demanda Alta (DA)	Demanda Baja (DB)
1	Transporte	+	DNV1+	DAV1+	DBV1+
		-	DNV1-	DAV1-	DBV1-
2	Mantenimiento	+	DNV2+	DAV2+	DBV2+
		-	DNV2-	DAV2-	DBV2-
3	Políticas de Inventario	+	DNV3+	DAV3+	DBV3+
		-	DNV3-	DAV3-	DBV3-
4	Flujo de la Información	+	DNV4+	DAV4+	DBV4+
		-	DNV4-	DAV4-	DBV4-

Tabla 15-a. Variables a ser estudiadas en sus diversos escenarios

En donde:

- Demanda Normal (DN): comportamiento actual.
- Demanda Alta (DA): aumento en un 40 % del número de pedidos por día.
- Demanda Baja (DB): reducción en un 40 % del número de pedidos por día.

A continuación se describen los niveles de cada una de las variables:

Variable	Nivel Bajo (NB)	Normal (NN)	Alto (NA)
Transporte	40% de los Vehiculos	43 vehiculos	150% de los Vehiculos
Mantenimiento	30min de parada diaria	La linea de producción Trabaja a una Velocidad de 90 botellas/min aproximadamente	3 hora de parada diaria
Políticas de Inventario	50% del Nivel de Material de Empaque	Mantener un Stock de Seguridad	150% del Nivel del Material de Empaque
Flujo de la Información	Mala coordinacion entre el Dpto de Producción y el Dpto Envasado	Buena coordinacion entre el Dpto de Producción y el Dpto Envasado	Excenlente coordinación entre los Dptos de Producción y Envasado

Tabla 16. Descripción de cada uno de los niveles para cada variable.

En cada uno de los escenarios estudiados, se realiza un análisis de la varianza, mediante una prueba de hipótesis con un 95% de confianza, la cual se describe a continuación:

H_0: La variable **NO** afecta
H_1: La variable **SI** afecta

Para el análisis de las variables se tomará en cuenta el tiempo de respuesta expresado a través de la media y el nivel de descalabro o amortiguamiento representado por el valor de Ω, el cual mide la variación relativa de los valores en los niveles altos y bajo con respecto al nivel normal. El valor Ω es:

$$\Omega = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_2} \times 100$$

Donde,

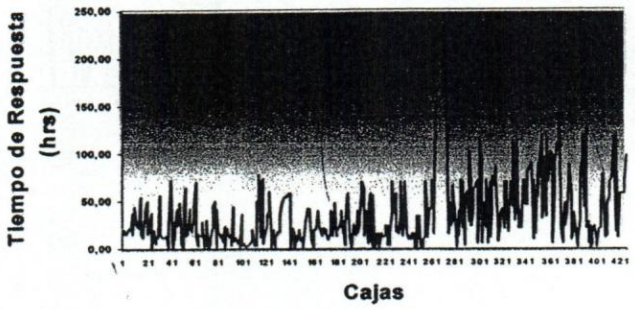
σ_1: Desviación estándar de los valores al modificar la variable.
σ_2: Desviación estándar de los valores sin modificar

VII.2..-Resultado de Experimentos

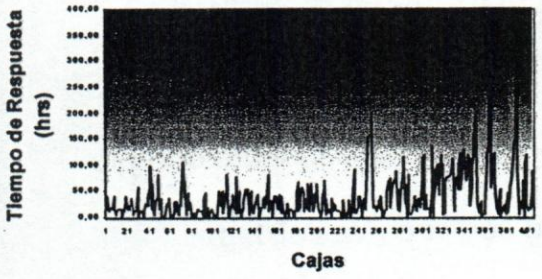
A continuación se presentan los resultados de los experimentos realizados en el modelo

Transporte (Demanda Normal)

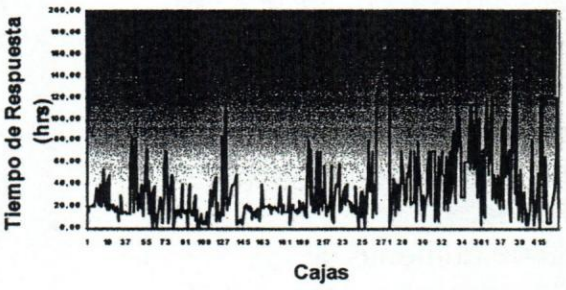
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Aumento de los tiempos de respuestas a medida que aumenta la producción.
- Aumento en la variabilidad de los valores.
- Presencia de Bullwhip recurrentes que no se estabilizan.
- No se vieron diferencia notables con la curva validada

Tabla ANOVA

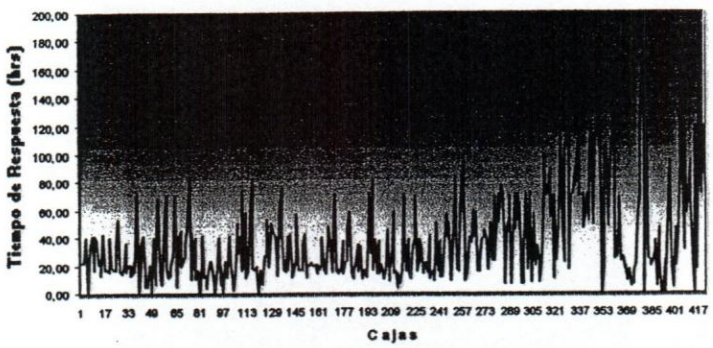
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	5527,307412	2	2763,653706	1,90948998	0,14859918	3,00310873
Dentro de los grupos	1762842,562	1218	1447,325585			
Total	1768369,87	1220				

tabla 17. Tabla ANOVA para transporte demanda normal

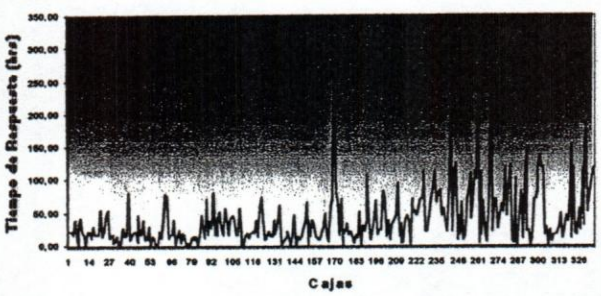
Se acepta Ho, la variable Transporte NO afecta para un nivel normal de demanda.

Transporte (Demanda Baja)

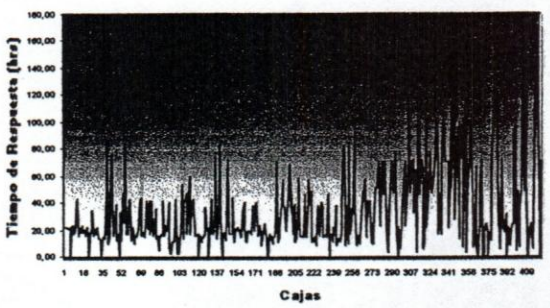
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Alta variabilidad de los datos.
- Diferencias notoria con respecto a la curva validada.
- Tendencia de aumento de los tiempos de respuesta a mitad de la simulación, pero luego tienden a bajar.

- Comportamiento ascendente durante toda la simulación.
- Similitud con la curva validada.

TABLA ANOVA

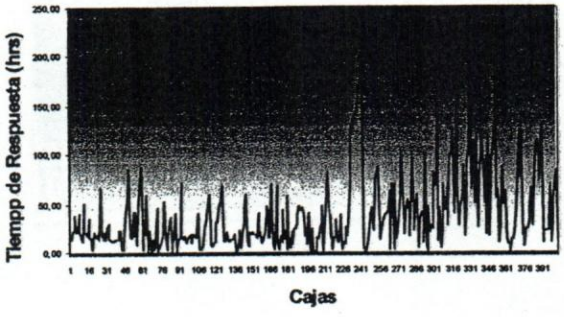
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	23573,20935	2	11786,60468	12,86660358	3,03701E-06	3,004679172
Dentro de los grupos	920642,159	1005	916,0618497			
Total	944215,3683	1007				

tabla 18. Tabla ANOVA para transporte demanda baja

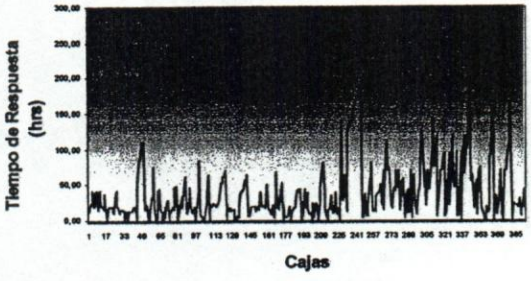
Se rechaza Ho, la variable Transporte SI afecta para un nivel Bajo de demanda.

Transporte (Demanda Alta)

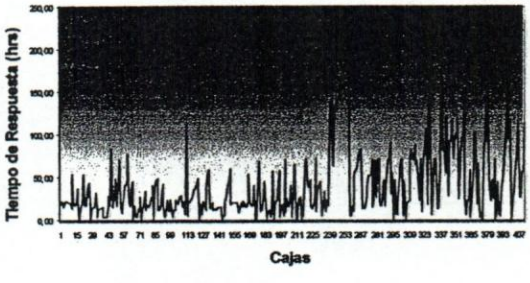
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Comportamiento inestable con presencia de pequeños Bullwhips que se hacen más grandes hacia el final de la producción y después vuelven a estabilizarse
- Tendencia ascendente durante toda la simulación, con cambios bruscos hacia el final.
- Similitud a la curva validada.

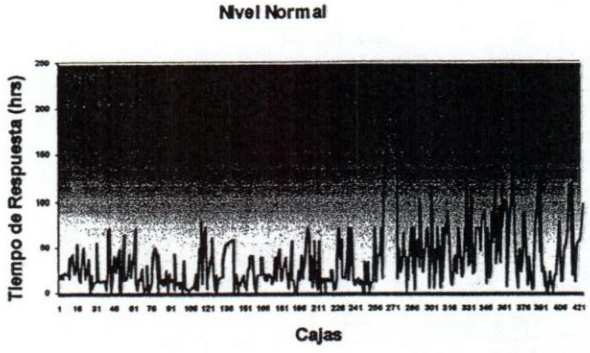
TABLA ANOVA

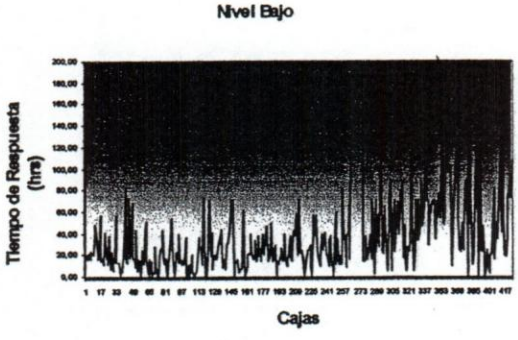
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	14176,62295	2	7088,311475	4,08951766	0,01698791	3,003435722
Dentro de los grupos	2022746,981	1167	1733,287901			
Total	2036923,604	1169				

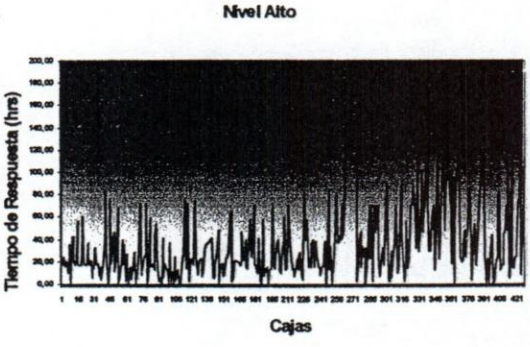
tabla 19. Tabla ANOVA para transporte demanda alta

Se rechaza Ho, la variable Transporte SI afecta para un nivel Alto de demanda.

Mantenimiento(Demanda Normal)







- Tendencia al aumento de los tiempos de respuestas, con una alza notoria al final de la simulación.
- No hay variabilidad significativa con respecto a la curva validada y sus media son bastante parecidas.
- Bullwhips recurrentes con leves aumentos y que al final tienden a estabilizarse.
- Las medias no presentan una diferencia relevantes y la varianza se comporta de la misma manera.

TABLA ANOVA

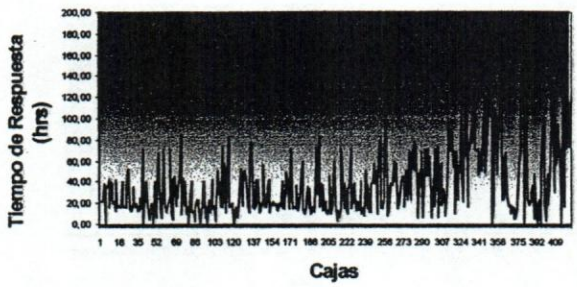
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	436,8275068	2	218,4137534	0,17566679	0,83891781	3,002796234
Dentro de los grupos	1581529,985	1272	1243,341183			
Total	**1581966,813**	**1274**				

tabla 20. Tabla ANOVA para mantenimiento demanda normal

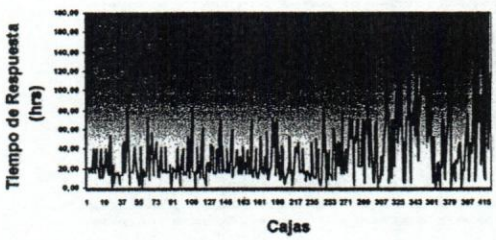
Se acepta Ho, la variable Mantenimiento NO afecta para un nivel normal de demanda.

Mantenimiento (Demanda Baja)

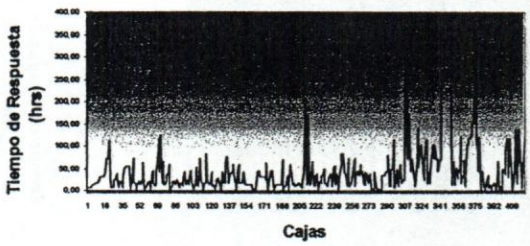
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Al principio se observaban bullwhip muy estables pero al final los tiempos de respuestas aumentaron.
- Similitud a la curva validad, media y varianzas parecidas.

- Bullwhip pequeños con significativos ascensos al final.
- Alta variabilidad de los valores.

TABLA ANOVA

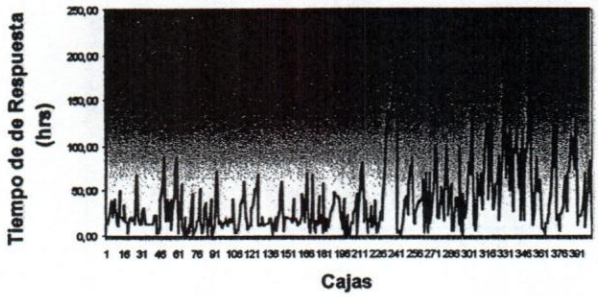
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	10719,77717	2	5359,888584	3,49639927	0,03059999	3,002853077
Dentro de los grupos	1936145,95	1263	1532,973832			
Total	**1946865,727**	**1265**				

tabla 21. Tabla ANOVA para mantenimiento demanda baja

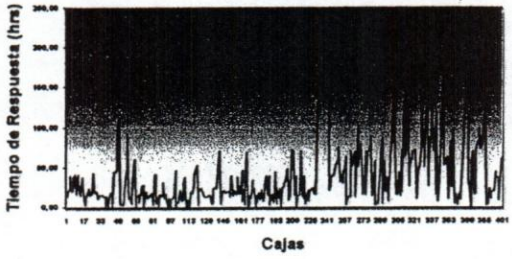
Se rechaza Ho, la variable Mantenimiento SI afecta para un nivel Bajo de demanda.

Mantenimiento (Demanda Alta)

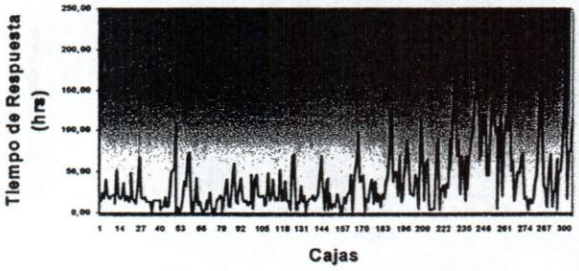
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Las media son bastantes parecidas por lo que la curva se asemeja a la curva validada.
- Incrementos significativos de los tiempos de respeustas al final de la simulación.

- Aumento de los tiempos de respuestas, con bullwhip grandes al final de la simulación.
- A pesar de que el nivel de descalabro es significativo hay similitud con la curva validada.

TABLA ANOVA

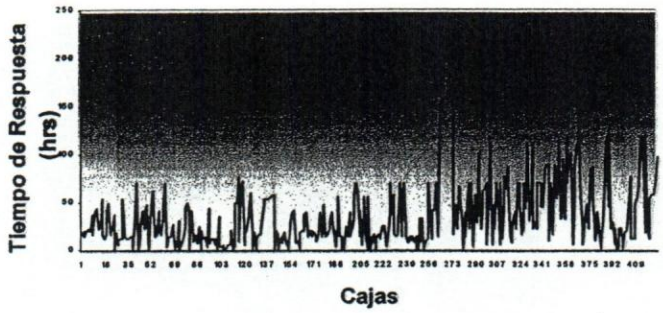
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	11681,79224	2	5840,896122	4,51101169	0,01123361	3,005595772
Dentro de los grupos	1180865,32	912	1294,808465			
Total	**1192547,113**	**914**				

tabla 22. Tabla ANOVA para mantenimiento demanda alta

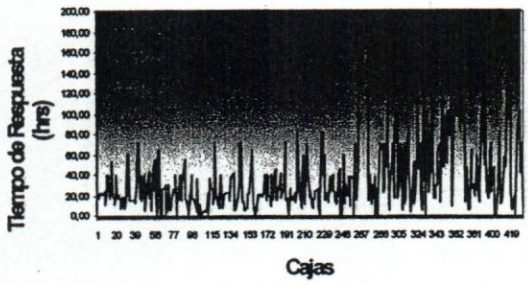
Se rechaza Ho, la variable Mantenimiento SI afecta para un nivel Alto de demanda.

Políticas de Inventario (Demanda Normal)

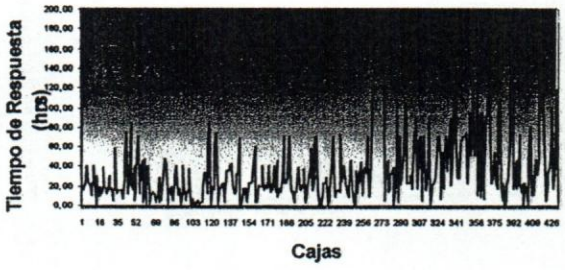
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Incremento de los tiempos de respuestas durante toda la producción,
- No hay diferencia notoria con la curva validada.

- Aumento de los tiempos de respuesta en toda la simulación.
- Bullwhip recurrentes que no se estabilizan.

TABLA ANOVA

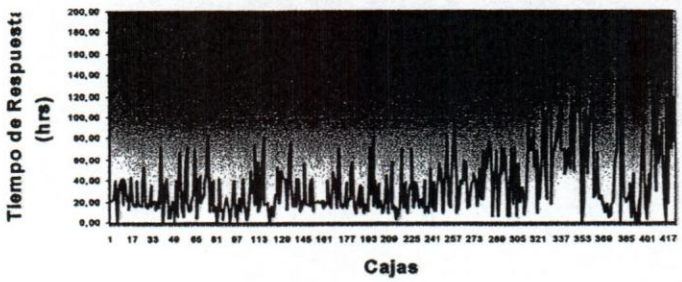
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1590,796874	2	795,398437	0,64990512	0,52226859	3,002796234
Dentro de los grupos	1556760,801	1272	1223,868554			
Total	1558351,598	1274				

tabla 23. Tabla ANOVA para política de inventario demanda normal

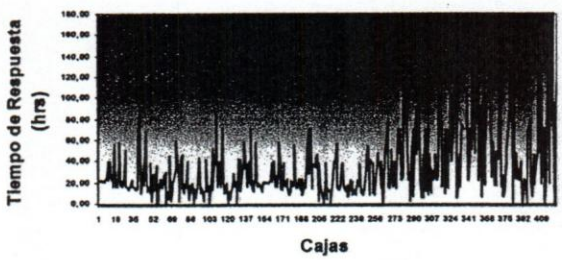
Se acepta Ho, la variable Políticas de Inventario NO afecta para un nivel normal de demanda.

Políticas de Inventario (Demanda Baja)

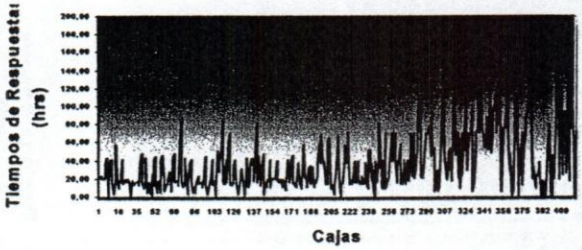
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Ascendencia de los tiempos de respuestas en toda la simulación.
- No hay variabilidad notoria en las medias y en las varianzas, con respecto a la curva validad.
- Presencia de bullwhip recurrentes.
- Aumento de los tiempos de respuestas en toda la silumación.

TABLA ANOVA

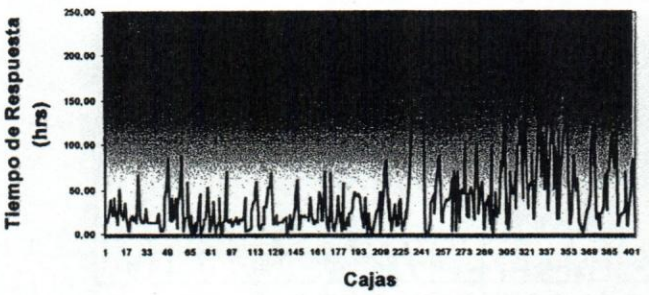
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1449,887847	2	724,9439234	0,74688748	0,47404826	3,002853077
Dentro de los grupos	1225893,063	1263	970,6200025			
Total	1227342,951	1265				

tabla 24. Tabla ANOVA para política de inventario demanda baja

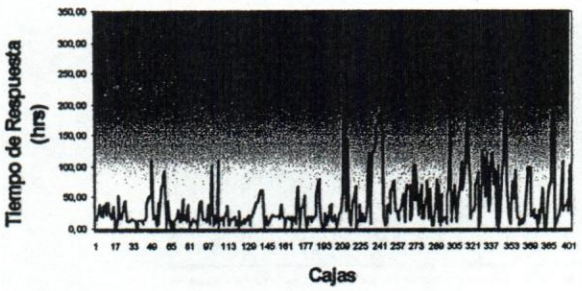
Se acepta Ho, la variable Políticas de Inventario NO afecta para un nivel Bajo de demanda.

Políticas de Inventario (Demanda Alta)

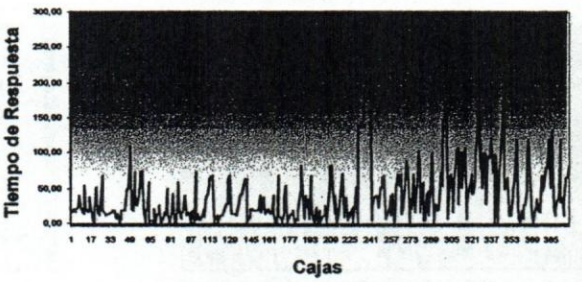
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Presencia de pequeños bullwhip de gran inestabilidad,
- Al final se hace notar que los tiempos de respuesta aumentan.
- Variabilidad de lo valores
- Comportamiento inestable de los tiempos de respuestas.
- Se observa la grafica como desplazada hacia abajo.

TABLA ANOVA

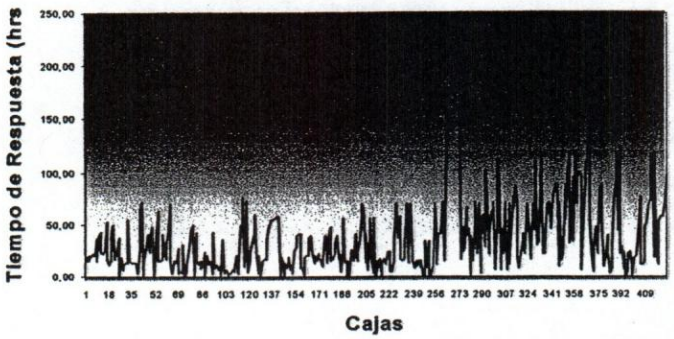
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	494,612609	2	247,3063045	0,15246058	0,85860945	3,003265192
Dentro de los grupos	1936787,427	1194	1622,100023			
Total	1937282,04	1196				

tabla 25. Tabla ANOVA para política de inventario demanda alta

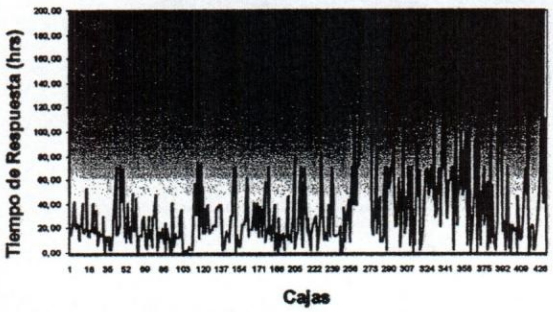
Se acepta Ho, la variable Políticas de Inventario NO afecta para un nivel Alto de demanda.

Flujo de la Información (Demanda Normal)

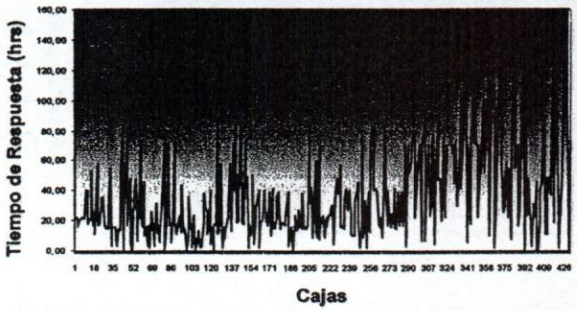
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Se observa un aumento en los tiempos de respuestas con una estabilización al final de simulación.
- No se ven diferencia con la curva ya validada.

- Inestabilidad de los valores.
- Aumento significativo durante toda la cadena, a pesar que la varianza de la curva validad es mayor.

TABLA ANOVA

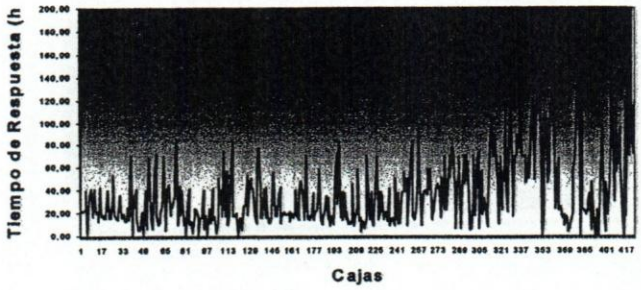
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	858,0657935	2	429,0328968	0,38278999	0,68203463	3,002796234
Dentro de los grupos	1425663,819	1272	1120,804889			
Total	1426521,884	1274				

tabla 26. Tabla ANOVA para flujo de información demanda normal

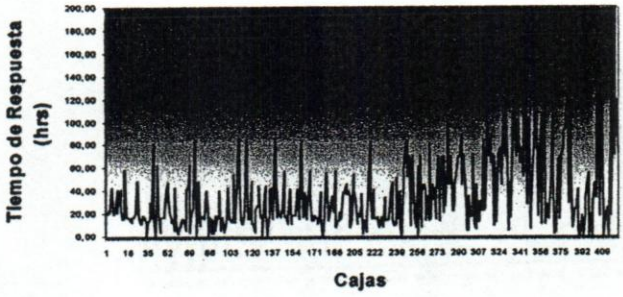
Se acepta Ho, la variable Flujo de la Información NO afecta para un nivel normal de demanda.

Flujo de la Información (Demanda Baja)

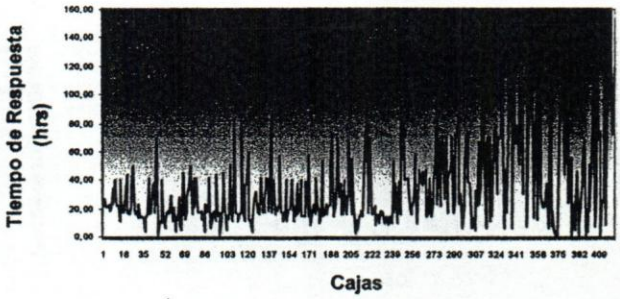
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Bullwhip recurrentes que aumentan a medida que la simulación aumenta.
- Tiempos de respuestas aumentan, y son mucho mas grande al final de la simulación
- Comportamiento ascendente durante toda la simulación.
- No hay similitud significativa con respecto a la curva validada.

TABLA ANOVA

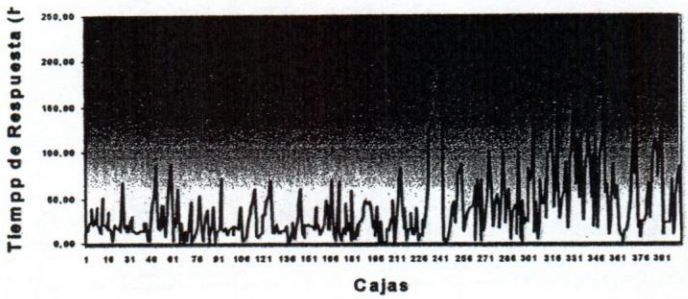
Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	1292,589211	2	646,2946057	0,69232621	0,50060046	3,002853077
Dentro de los grupos	1179025,264	1263	933,51169			
Total	1180317,854	1265				

tabla 27. Tabla ANOVA para flujo de la información demanda baja

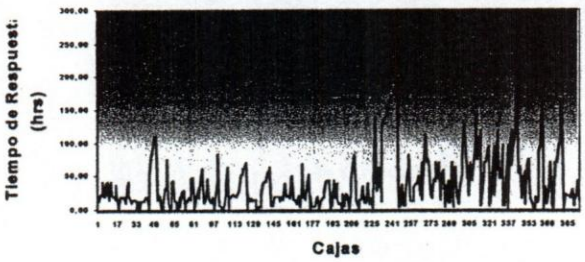
Se acepta Ho, la variable Flujo de la Información NO afecta para un nivel Bajo de demanda.

Flujo de la Información (Demanda Alta)

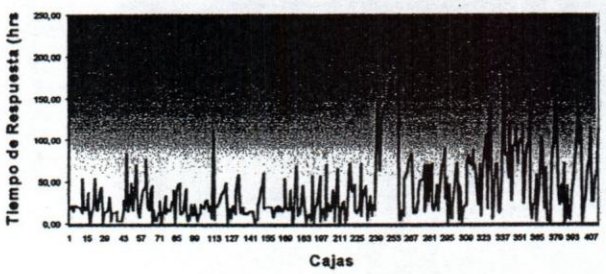
Nivel Normal



Nivel Bajo



Nivel Alto



- Se observan bullwhip pequeños e inestables, durante toda la simulación
- Hay una pequeña variabilidad en los valores.

- Se observan como los bullwhip se incrementan durante la simulación.
- Similitud a la curva de validación.

TABLA ANOVA

Origen de las variaciones	*Suma de cuadrados*	*Grados de libertad*	*Promedio de los cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Valor crítico para F*
Entre grupos	68,69795475	2	34,34897738	0,02211672	0,97812647	3,003357563
Dentro de los grupos	1831078,407	1179	1553,077529			
Total	1831147,105	1181				

tabla 28. Tabla ANOVA para flujo de la información demanda alta

Se acepta Ho, la variable Flujo de la Información NO afecta para un nivel Alto de demanda.

VII.3..-Análisis de las Variables

Variable		Transporte		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω =-10.87% descalabro suave del proceso con amortiguación. ✓ Disminuyeron levemente los tiempos de respuesta.	✓ Ω =-16.23% % leve descalabro del proceso con amortiguación.. ✓ Disminuyen levemente los tiempos de respuesta.	✓ Ω = --5% leve descalabro del proceso con amortiguación. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta
	NB	✓ Ω =216% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumentaron los tiempos de respuestas.	✓ Ω =56.84 % descalabro del proceso. ✓ Aumentan los tiempos de respuesta.	✓ Ω = 15% descalabro leve del proceso. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta ✓ .

Comentarios Generales

- ✓ En general se observa variabilidad en los tiempos de respuesta y descalabro en el proceso. .
- ✓ A demanda baja y nivel bajo los tiempos de respuesta aumentaron.
- ✓ A demanda baja y nivel alto los tiempos de respuesta disminuyeron.
- ✓ A demanda normal y nivel alto los tiempos de respuesta disminuyen.
- ✓ A demanda normal y nivel baja los tiempos de respuesta aumentan.

Tabla 29. Resumen e impacto por niveles de la variable transporte en cada escenario

Variable		Políticas de Inventario		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω =-1.15% descalabro suave del proceso con amortiguación. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta	✓ Ω =-0.84% % leve descalabro del proceso con amortiguación.. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta.	✓ Ω = 9.7% leve descalabro del proceso con amortiguación. ✓ Aumento leve en los tiempos de respuesta
	NB	✓ Ω =-3.48% descalabro leve del proceso. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta.	✓ Ω =-15.7 % descalabro del proceso. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta.	✓ Ω = 28.52% descalabro del proceso. ✓ Aumento leve del tiempo de respuesta.

Comentarios Generales

- ✓ En general se observa variabilidad en los tiempos de respuesta y descalabro en el proceso.
- ✓ A demanda alta en cualquiera de los niveles los tiempos de respuestas aumentaron levemente.

Tabla 30. Resumen e Impacto por niveles de la variable mantenimiento en cada escenario

Variable		Flujo de la Información		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω =-10% descalabro suave del proceso con amortiguación. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta.	✓ Ω =-34% % descalabro del proceso con amortiguación.. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta	✓ Ω = 5% leve descalabro del proceso con amortiguación. ✓ Disminución leve en los tiempos de respuesta
	NB	✓ Ω =-6% descalabro leve del proceso. ✓ Comportamiento similar de los tiempos de respuestas.	✓ Ω =6 % descalabro del proceso. ✓ Comportamiento similar en los tiempos de respuesta	✓ Ω = 15% descalabro leve del proceso. ✓ Comportamiento similar del tiempo de respuesta.

Comentarios Generales

- ✓ A demanda normal y baja la variable no afecta el proceso.
- ✓ A demanda alta y nivel alto la demanda tuvo una disminución leve.

Tabla 31. Resumen e impacto por niveles de la variable flujo de información en cada escenario

Variable		Mantenimiento		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	✓ Ω =170% descalabro significativo del proceso. ✓ Aumento de los tiempos de respuesta.	✓ Ω =7.5% leve descalabro del proceso. ✓ Aumentos leves en los tiempos de respuesta.	✓ Ω = 48.7% descalabro del proceso. ✓ Aumento leve en los tiempos de respuesta
	NB	✓ Ω =-4% leve descalabro del proceso con amortiguación. ✓ Los tiempos de respuestas no variaron significativamente.	✓ Ω =4.5 % leve descalabro del proceso. ✓ Aumentos leves en los tiempos de respuesta.	✓ Ω = 24.3% descalabro del proceso. ✓ Comportamiento similar del tiempo de respuesta.

Comentarios Generales

- ✓ En general se observa variabilidad en los tiempos de respuesta y descalabro en el proceso.
- ✓ A demanda alta y nivel alto hubo un leve aumento de los tiempos de respuestas.
- ✓ A demanda baja y nivel alto hubo un aumento en los tiempos de respuestas.
- ✓ A demanda normal y ambos niveles los tiempos respuestas aumentaron levemente.

Tabla 32. Resumen e impacto por niveles de la variable política de inventario en cada escenario

7.2.25 Bridgestone Firestone Venezuela C.A.:

Capítulo VII. Diseño y Análisis de Experimentos.

VII.1- Generación de la Matriz de Variables

Las variables seleccionadas, para estudiar el nivel de incidencia de las mismas en la función servicio, se presentan a continuación.

Variables	Niveles	Descripción	Áreas Modificadas
Políticas Producción	Alto = V1 + Bajo = V1 –	Producción diaria de cauchos	Línea de Producción
Políticas de Calidad	Alto = V2 + Bajo = V2 –	Niveles de Inspección Final	Inspección Final
Flujo de Información	Alto = V3 + Bajo = V3 –.	Recepción de la *"Explosión de Materiales"*	Compra de Materia Prima
Políticas de Inventario	Alto = V4 + Bajo = V4 –	Niveles de Inventario en Almacén de Producto Terminado	Almacén de Producto Terminado

Tabla No. 5. Matriz de Variables a Estudiar.

Para cada nivel se estudió el comportamiento de las variables en las condiciones de demanda alta, demanda baja y demanda normal, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

No.	Variables	Nivel	Demanda Normal	Demanda Baja	Demanda Alta
1	Políticas Producción	+	DNV1 +	DBV1 +	DAV1 +
		-	DNV1 -	DBV1 -	DAV1 -
2	Políticas de Calidad	+	DNV2 +	DBV2 +	DAV2 +
		-	DNV2 -	DBV2 -	DAV2 -
3	Flujo de Información	+	DNV3 +	DBV3 +	DAV3 +
		-	DNV3 -	DBV3 -	DAV3 -
4	Políticas Inventario	+	DNV4 +	DBV4 +	DAV4 +
		-	DNV4 -	DBV4 -	DAV4 -

Tabla No.6. Escenarios planteados para el estudio de Variables

En donde:

- Demanda Normal = Demanda estimada para el año 2004.
- Demanda Baja = Disminución en un 20% de la demanda estimada.
- Demanda Alta = Aumento en un 20% de la demanda estimada.

VII.2.- Descripción de Niveles en las Variables

VII.2.1- Políticas de Producción

V1 +. Aumento de la producción diaria en un 20%.

V1 -. Disminución de la producción diaria en un 20%.

VII.2.2- Políticas de Calidad

V2 +. Aumento significativo en las Políticas de Calidad, reflejado en un aumento del 5% de cauchos reparados en un lote de producción.

V2 -. Disminución significativa en las Políticas de Calidad, reflejado en un la disminución del 5% de cauchos reparados en un lote de producción.

VII.2.3- Flujo de Información

V3 +. Mayor fluidez en el proceso de emisión de *"Explosión de Materiales"* al Departamento de Compras, adelanto de un (1) mes al proceso anticipado de compra de materia prima.

V3 -. Menor fluidez en el proceso de emisión de *"Explosión de Materiales"* al Departamento de Compras, retraso de un (1) mes al proceso anticipado de compra de materia prima.



VII.2.4- Políticas de Inventario

V4 +. Manejo de dos (2) meses de inventario de producto terminado.

V4 -. Manejo de un (1) mes de inventario de producto terminado.

En cada uno de los escenarios estudiados, se realizó un análisis de la varianza, mediante una prueba de hipótesis con un 95% de confianza, la cual se describe a continuación:

H_0: La variable **NO** afecta el tiempo de respuesta del proceso

H_1: La variable **SI** afecta el tiempo de respuesta del proceso

Para el análisis de las variables se tomará en cuenta el tiempo de respuesta expresado a través de la media y el nivel de descalabro o amortiguamiento representado por el valor de Ω, el cual mide la variación relativa de los valores en los niveles altos y bajo con respecto al nivel normal. El valor Ω es:

$$\Omega = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\sigma_2} \times 100$$

Donde,

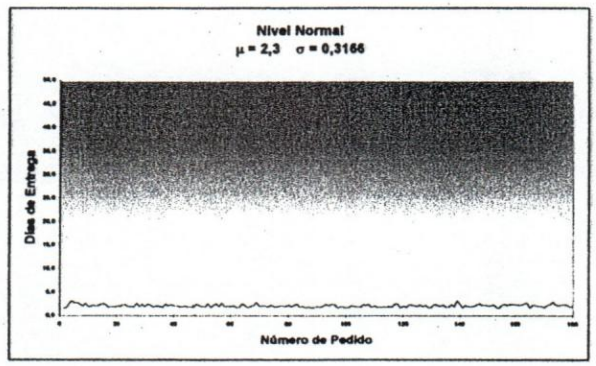
σ_1: Desviación estándar de los valores al modificar la variable.

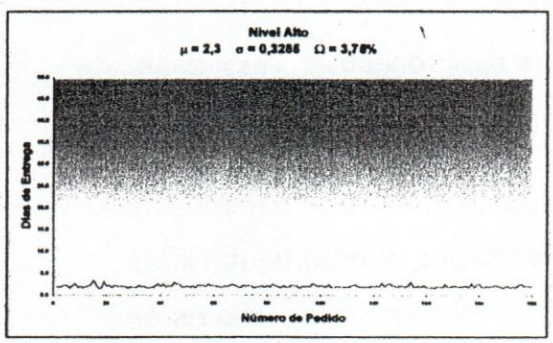
σ_2: Desviación estándar de los valores sin modificar

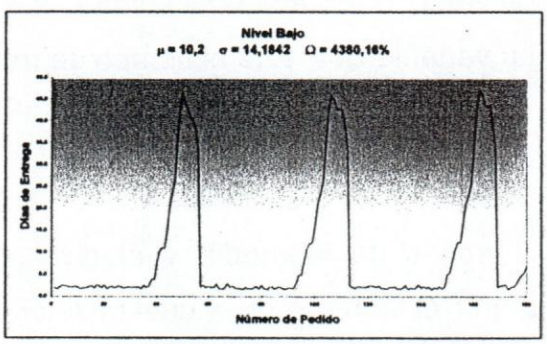
VII.3.- Resultado de Experimentos

VII.3.1- Políticas de Producción

Políticas de Producción (Demanda Normal)







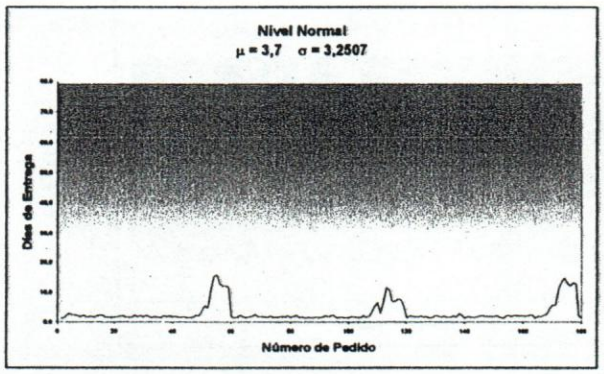
- No hay presencia de Bullwhips.
- Valor medio de respuesta igual al de la curva patrón.
- Variabilidad de los datos similar a los de la curva patrón.

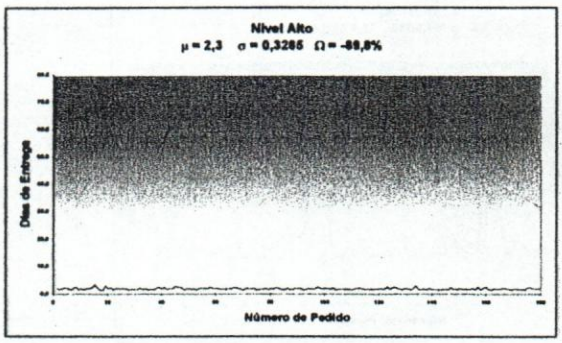
- Bullwhips pronunciados que aparecen con la misma periodicidad sin ninguna tendencia a desaparecer.
- Valor medio de respuesta y variabilidad mayor a la curva patrón.

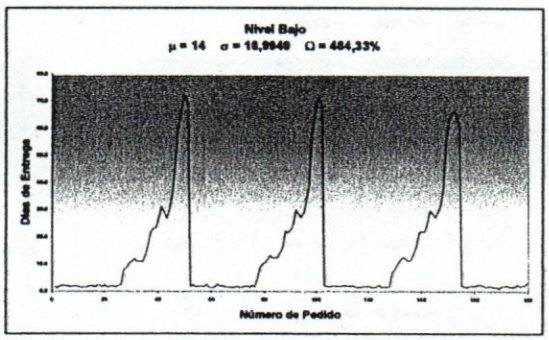
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	7379	3689,5	54,95	0,000
Dentro de los Grupos	537	36059	67,1		
Total	539	43438			

Se rechaza Ho, la variable Políticas de Producción SI afecta para un escenario de Demanda Normal

Políticas de Producción (Demanda Alta)







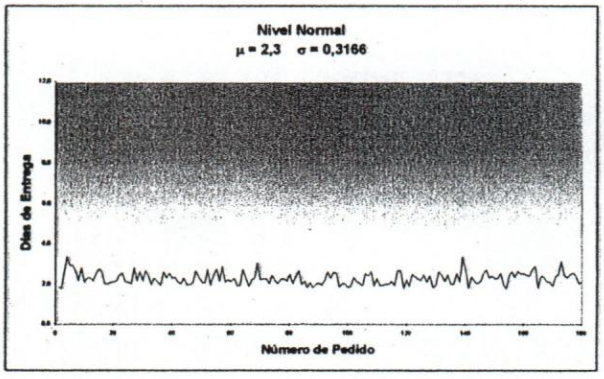
- Disminución del tiempo de respuesta.
- Estabilidad en la gráfica.
- Valor medio de respuesta y variabilidad significativamente menor a la curva.

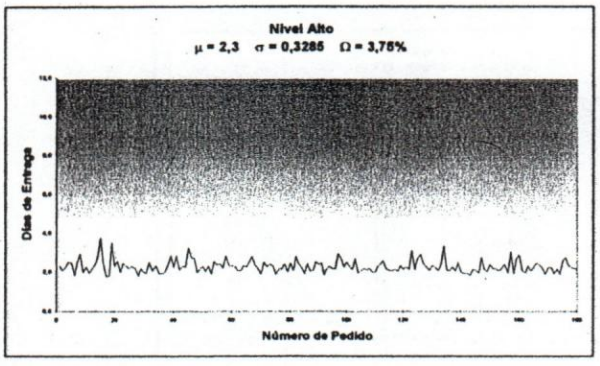
- Aumento notable en la magnitud de los Bullwhips.
- Valor medio de respuesta y variabilidad mayor a la curva patrón.

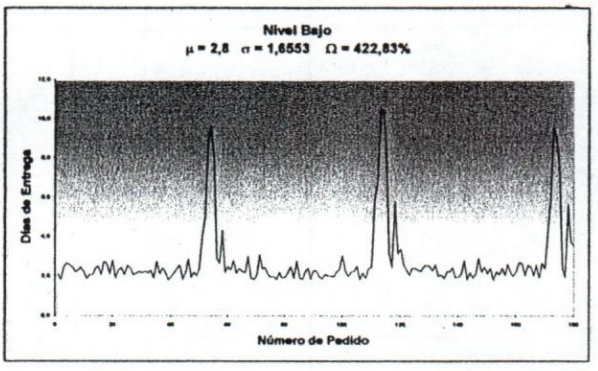
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	14619	7310	59,05	0,000
Dentro de los Grupos	537	66477	124		
Total	539	81096			

Se rechaza Ho, la variable Políticas de Producción SI afecta para un escenario de Demanda Alta

Políticas de Producción (Demanda Baja)







- Similitud con la gráfica patrón.
- Valor medio de respuesta igual a la curva patrón con poca variabilidad de los datos.

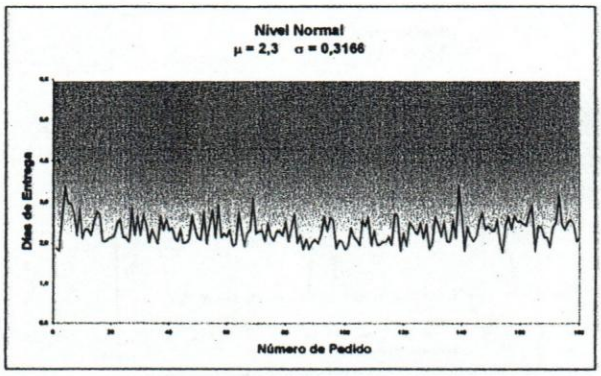
- Bullwhips recurrentes que aparecen después de cierto periodo, sin tendencia a desaparecer.
- Valor medio de respuesta similar al de la curva patrón, pero diferencia notable en la variabilidad de los datos.

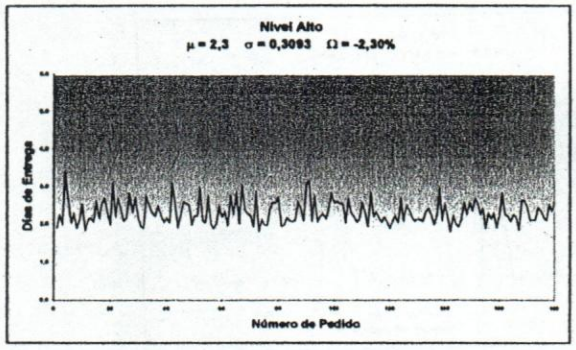
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	30,134	15,067	15,32	0,000
Dentro de los Grupos	537	528,137	0,983		
Total	539	558,272			

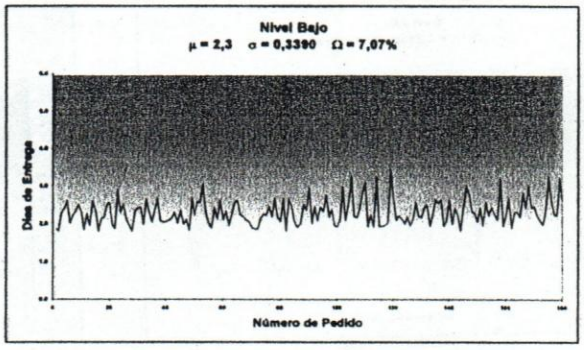
Se rechaza Ho, la variable Políticas de Producción SI afecta para un escenario de Demanda Baja

VII.3.2- Políticas de Calidad

Políticas de Calidad (Demanda Normal)







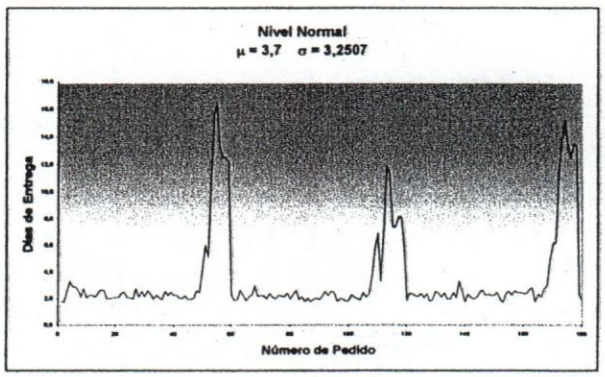
- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente inferior.

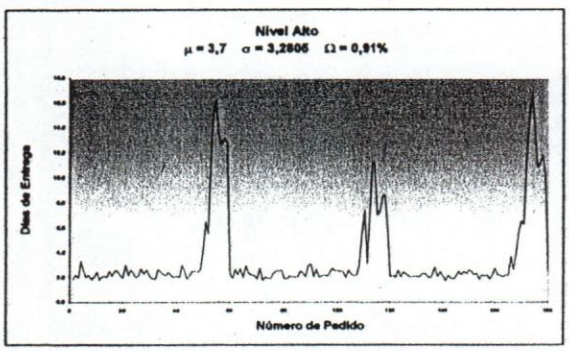
- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior.

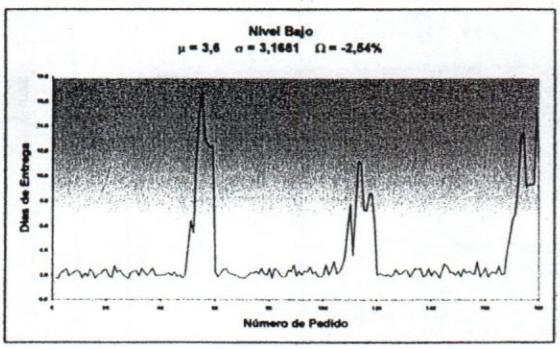
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	0,023	0,012	0,11	0,895
Dentro de los Grupos	537	55,966	0,104		
Total	539	55,989			

Se acepta Ho, la variable Políticas de Calidad NO afecta para un escenario de Demanda Normal

Políticas de Calidad (Demanda Alta)







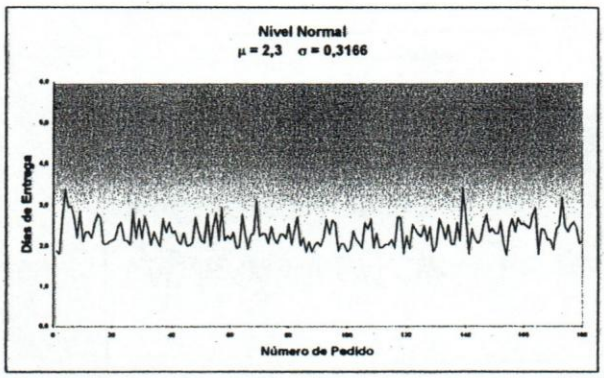
- Similitud notable con la curva patrón.
- Valores medios de respuesta iguales.
- Presencia de Bullwhips, sin tendencia a desaparecer.

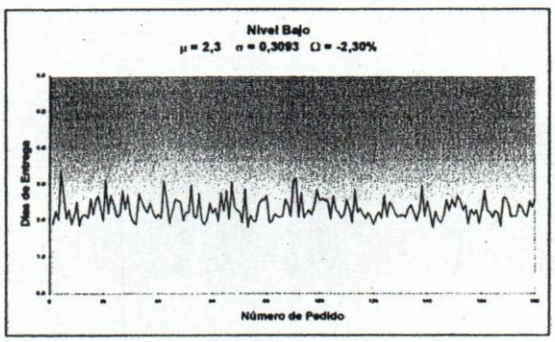
- Similitud notable con la curva patrón.
- Valor medio de respuesta levemente inferior.
- Presencia de Bullwhips, sin tendencia a desaparecer.

Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	0,4	0,2	0,02	0,979
Dentro de los Grupos	537	5612,5	10,5		
Total	539	5612,9			

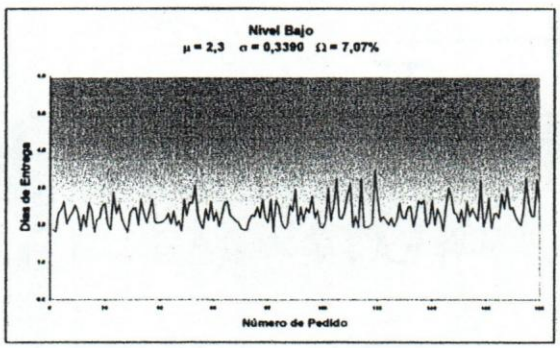
Se acepta Ho, la variable Políticas de Calidad NO afecta para un escenario de Demanda Alta

Políticas de Calidad (Demanda Baja)





- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente inferior.



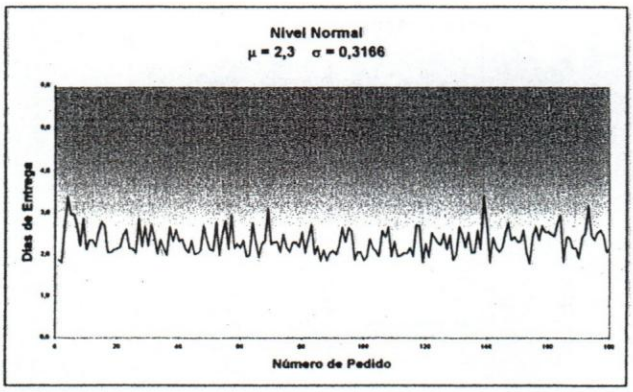
- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior.

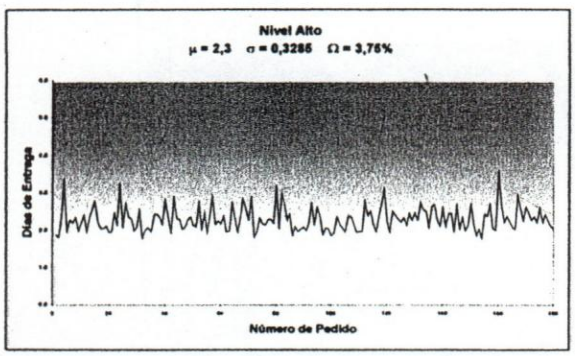
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	0,023	0,012	0,11	0,895
Dentro de los Grupos	537	55,966	0,104		
Total	539	55,989			

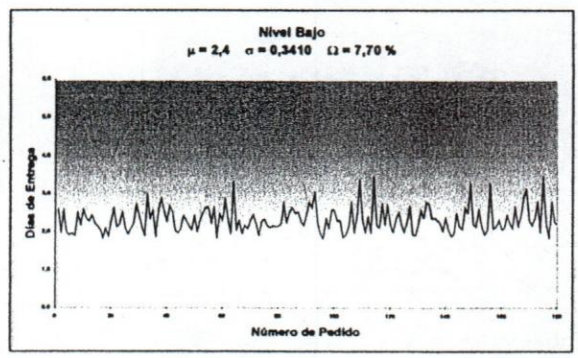
Se acepta Ho, la variable Políticas de Calidad NO afecta para un escenario de Demanda Baja

VII.3.3- Flujo de Información

Flujo de información (Demanda Normal)







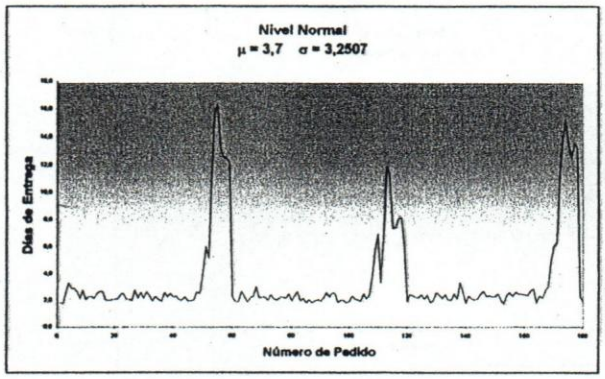
- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior.

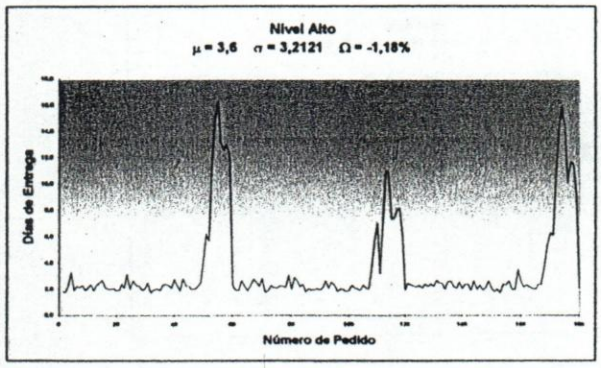
- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta y variabilidad de los datos levemente superior.

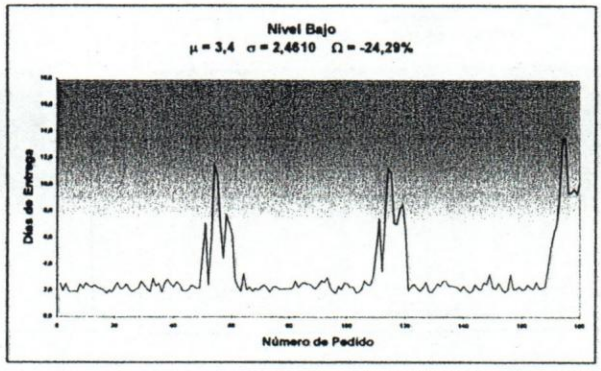
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	0,107	0,053	0,50	0,610
Dentro de los Grupos	537	57,858	0,108		
Total	539	57,965			

Se acepta Ho, la variable Flujo de Información NO afecta para un escenario de Demanda Normal

Flujo de Información (Demanda Alta)





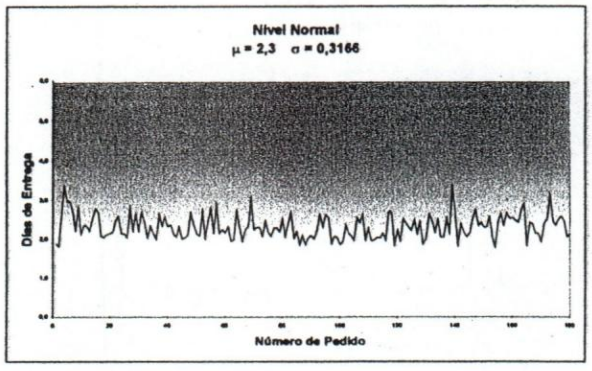


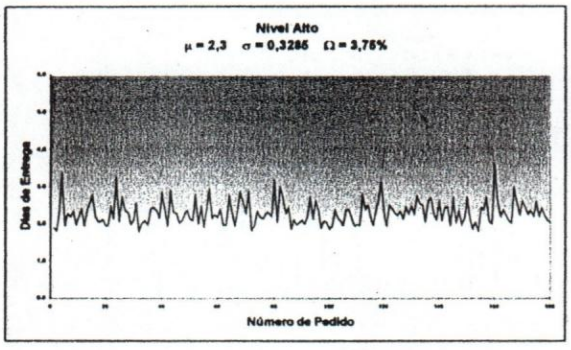
- Similitud notable con la curva patrón.
- Valores medios de respuesta con diferencia poco significativa.
- Presencia de Bullwhips, sin tendencia a desaparecer.
- Bullwhips sin tendencia a desaparecer, pero de menor magnitud que los presentes en la curva patrón.
- Valor medio de respuesta y variabilidad levemente inferiores.

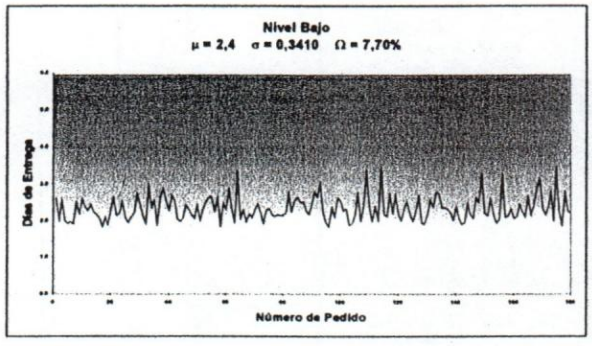
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	8,89	4,44	0,50	0,610
Dentro de los Grupos	537	4819,39	8,97		
Total	539	4828,28			

Se acepta Ho, la variable Flujo de Información NO afecta para un escenario de Demanda Alta

Flujo de Información (Demanda Baja)







- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior.

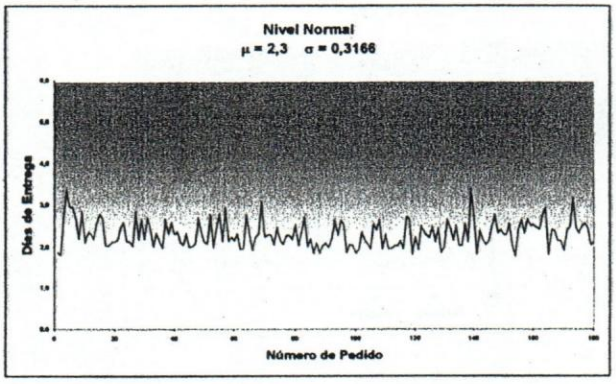
- Estabilidad a lo largo de toda la curva.
- Valor medio de respuesta y variabilidad de los datos levemente superior.

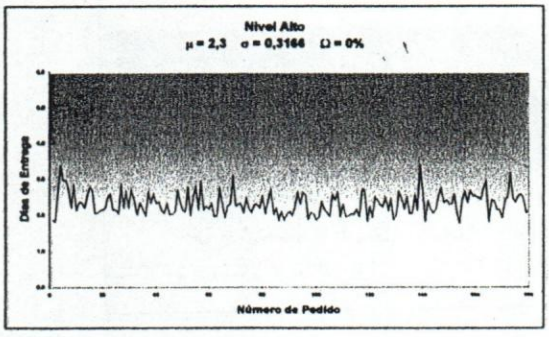
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	0,107	0,053	0,50	0,610
Dentro de los Grupos	537	57,858	0,108		
Total	539	57,965			

Se acepta Ho, la variable Flujo de Información NO afecta para un escenario de Demanda Baja

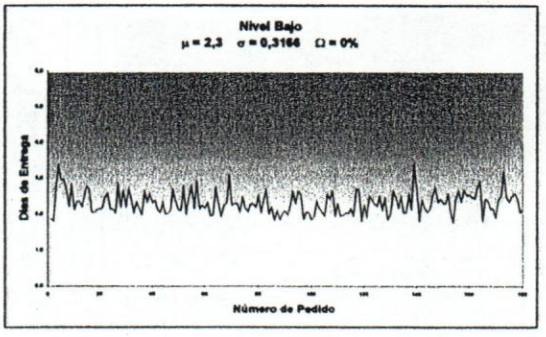
VII.3.4- Políticas de Inventario

Políticas de Inventario (Demanda Normal)





- Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad.

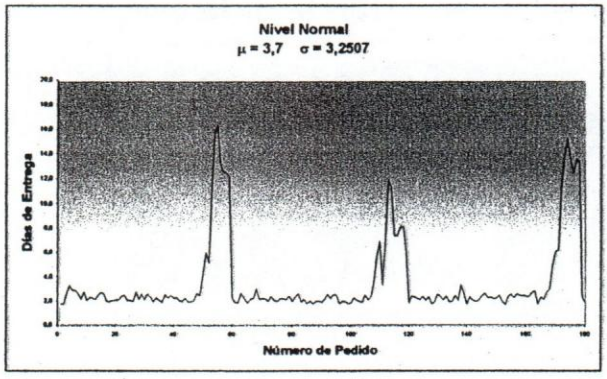


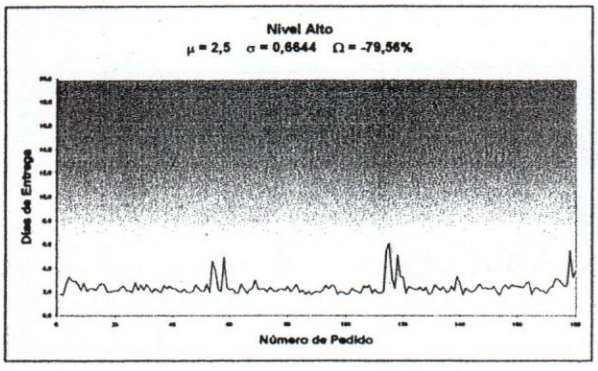
- Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad.

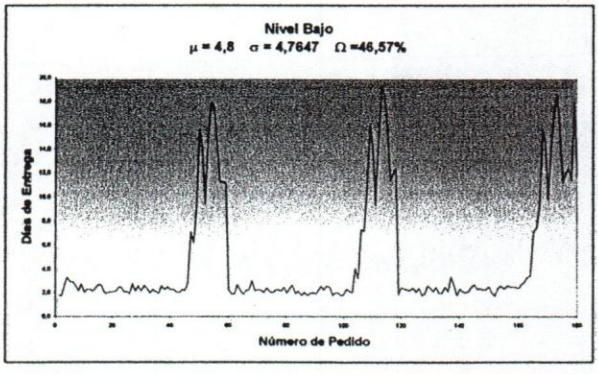
Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	0,0000	0,0000	0,00	1,000
Dentro de los Grupos	537	53,2440	0,0992		
Total	539	53,2440			

Se acepta Ho, la variable Políticas de Inventario NO afecta para un escenario de Demanda Normal

Políticas de Inventario (Demanda Alta)







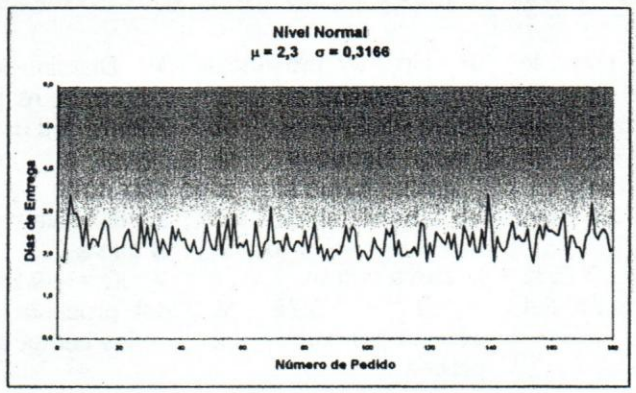
- Estabilidad en los tiempos de respuesta.
- Disminución significativa de la magnitud de los Bullwhips.
- Valor medio de respuesta y variabilidad menor que la curva patrón.

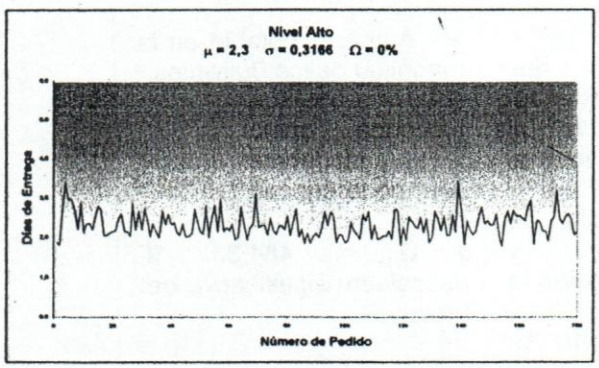
- Similitud con la gráfica patrón.
- Aumento leve en las magnitudes de los Bullwhips, que aparecen con la misma periodicidad.
- Leve aumento en el valor medio de respuesta y variabilidad de los datos.

Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	490,0	245,0	21,84	0,000
Dentro de los Grupos	537	6025,1	11,2		
Total	539	6515,1			

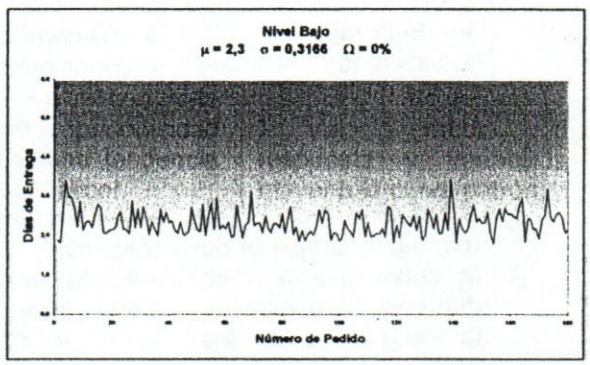
Se rechaza Ho, la variable Políticas de Inventario SI afecta para un escenario de Demanda Alta

Políticas de Inventario (Demanda Baja)





- Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad.



- Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad.

Fuente de Variación	*Grados de Libertad*	*Suma de Cuadrados*	*Cuadrado Medio*	*F*	*P*
Entre Grupos	2	0,0000	0,0000	0,00	1,000
Dentro de los Grupos	537	53,2440	0,0992		
Total	539	53,2440			

Se acepta Ho, la variable Políticas de Inventario NO afecta para un escenario de Demanda Baja

VII.4.- Análisis de las Variables

Variable		Políticas de Producción		
		Demanda Baja	**Demanda Normal**	**Demanda Alta**
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	➢ Similitud con la gráfica patrón. ➢ Valor medio de respuesta igual a la curva patrón con poca variabilidad de los datos. ➢ Ω = 3.75% descalabro suave del proceso.	➢ No hay presencia de Bullwhips. ➢ Valor medio de respuesta igual al de la curva patrón. Variabilidad de los datos similar a los de la curva patrón. ➢ Ω = 3.75 % descalabro suave del proceso.	➢ Disminución del tiempo de respuesta. Estabilidad en la gráfica. ➢ Valor medio de respuesta y variabilidad significativamente menor a la curva. ➢ Ω = -89.8% descalabro del proceso, pero mejora en los tiempos de entrega.
	NB	➢ Bullwhips recurrentes que aparecen después de cierto periodo, sin tendencia a desaparecer. ➢ Valor medio de respuesta similar al de la curva patrón, pero diferencia notable en la variabilidad de los datos. ➢ Ω = 422.83% descalabro significativo del proceso.	➢ Bullwhips pronunciados que aparecen con la misma periodicidad sin ninguna tendencia a desaparecer. ➢ Valor medio de respuesta y variabilidad mayor a la curva patrón. ➢ Ω = 4380.16 % descalabro significativo del proceso sin tendencia a amortiguarse.	➢ Aumento notable en la magnitud de los Bullwhips. ➢ Valor medio de respuesta y variabilidad mayor a la curva patrón. ➢ Ω = 484.33 % descalabro significativo del proceso.

Comentarios:

➢ En los tres escenarios se observa un comportamiento influyente importante de esta variable.

➢ El único caso que presenta una disminución de tiempos de entrega significativa es Nivel Alto con Demanda Alta.

➢ Los tiempos de respuesta aumentan para todos los escenarios para un Nivel Bajo.

Tabla No. 7. Incidencia de la Variable Políticas de Producción por niveles.

Variable	Políticas de Calidad		
	Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario — NA	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente inferior. ➢ Ω = -2.30% descalabro poco significativo.	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente inferior. ➢ Ω = -2.30% descalabro poco significativo.	➢ Similitud notable con la curva patrón. ➢ Valores medios de respuesta iguales. Presencia de Bullwhips, sin tendencia a desaparecer. ➢ Ω = 0.91% no presenta descalabro.
NB	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior. ➢ Ω = 7.07% descalabro poco significativo del proceso.	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior. ➢ Ω = 7.07% descalabro poco significativo del proceso.	➢ Similitud notable con la curva patrón. ➢ Valor medio de respuesta levemente inferior. ➢ Presencia de Bullwhips, sin tendencia a desaparecer. ➢ Ω = -2.54% descalabro poco significativo.

Comentarios:

➢ En ninguno de los escenarios se presencio un cambio brusco en los tiempos de entrega.

➢ El Análisis de la Varianza nos indica que esta variable no muestra un nivel importante de incidencia en ninguno de los 3 escenarios de demanda.

Tabla No. 8. Incidencia de la Variable Políticas de Calidad por niveles.

Variable		Flujo de Información		
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	NA	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior. ➢ Ω = 3.75 % bajo porcentaje de descalabro.	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta igual que el de la curva patrón, con variabilidad de datos levemente superior. ➢ Ω = 3.75 % bajo porcentaje de descalabro.	➢ Similitud notable con la curva patrón. ➢ Valores medios de respuesta con diferencia poco significativa. ➢ Presencia de Bullwhips, sin tendencia a estabilizarse. ➢ Ω = -1.18% descalabro poco significativo.
	NB	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta y variabilidad de los datos levemente superior. ➢ Ω = 7.07% porcentaje poco significativo de descalabro.	➢ Estabilidad a lo largo de toda la curva. ➢ Valor medio de respuesta y variabilidad de los datos levemente superior. ➢ Ω = 7.07% porcentaje poco significativo de descalabro.	➢ Bullwhips sin tendencia a desaparecer, pero de menor magnitud que los presentes en la curva patrón. ➢ Valor medio de respuesta y variabilidad levemente inferiores. ➢ Ω = -24.29% descalabro poco significativo.

Comentarios:

➢ En ninguno de los escenarios se presencio un cambio brusco en los tiempos de entrega.

➢ El Análisis de la Varianza nos indica que esta variable no muestra un nivel importante de incidencia en ninguno de los 3 escenarios de demanda.

Tabla No.9. Incidencia de la Variable Flujo de Información por niveles.

Variable	Políticas de Inventario			
		Demanda Baja	Demanda Normal	Demanda Alta
Impacto por niveles de la variable en cada escenario	N A	➢ Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad. ➢ Ω = 0 % el proceso no se descalabra.	➢ Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad. ➢ Ω = 0 % el proceso no se descalabra.	➢ Estabilidad en los tiempos de respuesta. ➢ Disminución significativa de la magnitud de los Bullwhips. ➢ Valor medio de respuesta y variabilidad menor que la curva patrón. ➢ Ω = -79.56% descalabro del proceso, disminución de los tiempos de entrega notable.
	N B	➢ Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad. ➢ Ω = 0 % el proceso no se descalabra.	➢ Igual comportamiento que el de la curva patrón, que se ve reflejado en la gráfica el valor medio de respuesta y la variabilidad. ➢ Ω = 0 % el proceso no se descalabra.	➢ Similitud con la gráfica patrón. ➢ Aumento leve en las magnitudes de los Bullwhips, que aparecen con la misma periodicidad. ➢ Leve aumento en el valor medio de respuesta y variabilidad de los datos. ➢ Ω = 46.57% descalabro medio del proceso.

Comentarios:

➢ Para los escenarios de Demanda Baja y Normal, la variable no presenta ningún tipo de incidencia sobre el proceso.

➢ En el caso de Nivel Alto y Demanda Alta, los tiempos de entrega se reducen significativamente, y la curva tiende a estabilizarse disminuyendo los Bullwhips. Por otro lado Nivel Bajo y Demanda Alta los tiempos presentan un leve aumento. Por todo esto se define que la variable influye.

Tabla No. 10. Incidencia de la Variable Políticas de Inventario por niveles.

7.2.26 Atento (Call Center Provincial):

1.- Análisis de Sensibilidad de las Variables Amortiguadoras del Proceso.

El análisis de sensibilidad vino luego del diseño de experimentos, pero por razones de conveniencia en la estructura se comenta este apartado antes de realizar el diseño de experimentos a las variables. El análisis de sensibilidad es para determinar cuáles son las variables que pueden influir en los resultados de un sistema y que pueden afectar a cada proceso. Al alterar cualquiera de estas variables cambian los resultados obtenidos, por ello se determinaron cuáles son las variables a través del análisis de sensibilidad.

Para este fin se estudió la gráfica del Tiempo de Respuesta que arrojó cada variable estudiada en los distintos escenarios y se analizó como vulneró y desequilibró al sistema con la herramienta Anova.

La hipótesis nula: La variable estudiada no descalabra el proceso $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$.

La hipótesis alterna: La variable estudiada descalabra el proceso $\sigma^2_1 \neq \sigma^2_2$.

Al hacer la prueba Fisher, si el F arrojado en la tabla anova es menor al F crítico, se acepta la hipótesis nula, que enuncia que la prueba no descalabra el proceso. El nivel Alfa utilizado es $\alpha = 0.05$.

2.- Diseño de Experimentos

Una vez definida la matriz de variables que pueden influir en los resultados del sistema de cada proceso, se construyó diferentes alternativas que dependen enteramente de los factores considerados en la construcción del modelo, luego y una vez validado el mismo, se realizó un diseño de experimentos para evaluar alternativas, en ella se colocaron los factores, niveles y respuestas de la matriz.

Para el diseño del experimento se procedió a hacer un estudio a dos niveles el cual contempló cada una de las variables por separado, es decir, se definió un nivel mayor y menor para cada variable y con cada uno de esos niveles se estudió la reacción del proceso sin la modificación de la demanda, así como también con el aumento y disminución de la misma.

Cada variable que se presenta a continuación, viene acompañada de unas tablas que contienen los valores con los que se alteró a los modelos para hacer los experimentos respectivos.

Variable 1: **Capacidad Instalada: Número de Agentes Disponibles**

Se define variable 1 nivel mayor = V_1+

Se define variable 1 nivel menor = V_1-

Tabla n° 14.- Valores de los niveles alterados para cada escenario de la V_1.

Escenarios	Nivel +	Nivel -
Demanda Alta	+80%	-80%
Demanda Normal	+80%	-80%
Demanda Baja	+80%	-80%

Variable 2: **Capacidad Instalada: Número de Canales Telefónicos**

Se define variable n nivel mayor = V_2 +

Se define variable n nivel menor = V_2 -

Tabla n° 15.- Valores de los niveles alterados para cada escenario de la V_2.

Escenarios	Nivel +	Nivel -
Demanda Alta	300 canales	10 canales
Demanda Normal	300 canales	10 canales
Demanda Baja	300 canales	10 canales

Siendo el nivel original, 60 canales o troncales.

Variable 3: **Fallas técnicas en el sistema interno**

Se define variable n nivel mayor = V_3 +

Se define variable n nivel menor = V_3^-

Tabla n° 16.- Valores de los niveles alterados para cada escenario de la V_3.

Escenarios	Nivel +	Nivel -
Demanda Alta	+30%	-30%
Demanda Normal	+30%	-30%
Demanda Baja	+30%	-30%

Variable 4: **Fallas técnicas en el sistema del Banco**

Se define variable n nivel mayor = V_4 +

Se define variable n nivel menor = V_4 -

Tabla n° 17.- Valores de los niveles alterados para cada escenario de la V_4.

Escenarios	Nivel +	Nivel -
Demanda Alta	0% del volumen de llamadas atendidas por el IVR	90% del volumen de llamadas atendidas por el IVR
Demanda Normal	0% del volumen de llamadas atendidas por el IVR	90% del volumen de llamadas atendidas por el IVR
Demanda Baja	0% del volumen de llamadas atendidas por el IVR	90% del volumen de llamadas atendidas por el IVR

Variable 5: **Habilidad del Operador**

(los valores de la tabla corresponden al TTM (Talk Time Multiplier) un factor que acelera si el valor es mayor o retraza en caso contrario, el tiempo de conversación de cada grupo de agentes respectivamente, el valor original es 1 para Agentes Multiskill y 1.2 para Agentes de Autorizaciones)

Se define variable n nivel mayor = V_5+

Se define variable n nivel menor = V_5-

Tabla n° 18.- Valores de los niveles alterados para cada escenario de la V_5.

Escenarios	Nivel +	Nivel -
Demanda Alta	TTM: 1.5 y 2.5	TTM: 0.6 y 0.9
Demanda Normal	TTM: 1.5 y 2.5	TTM: 0.6 y 0.9
Demanda Baja	TTM: 1.5 y 2.5	TTM: 0.6 y 0.9

Variable 6: **Familiaridad del Cliente con el Contact Center.**

(TTM original: 1 y 1.2 respectivamente)

Se define variable n nivel mayor = V_6+

Se define variable n nivel menor = V_6-

Tabla n° 19.- Valores de los niveles alterados para cada escenario de la V_6.

Escenarios	Nivel +	Nivel -
Demanda Alta	TTM: 2 y 3	TTM: 0.7 y 1
Demanda Normal	TTM: 2 y 3	TTM: 0.7 y 1
Demanda Baja	TTM: 2 y 3	TTM: 0.7 y 1

2.1.- Variable 1: **Capacidad Instalada: Número de Agentes Disponibles**

2.1.1.- Escenario Demanda Normal:

Gráfico 12.- Modelo Original. Media: 0.0038, s: 0,0218

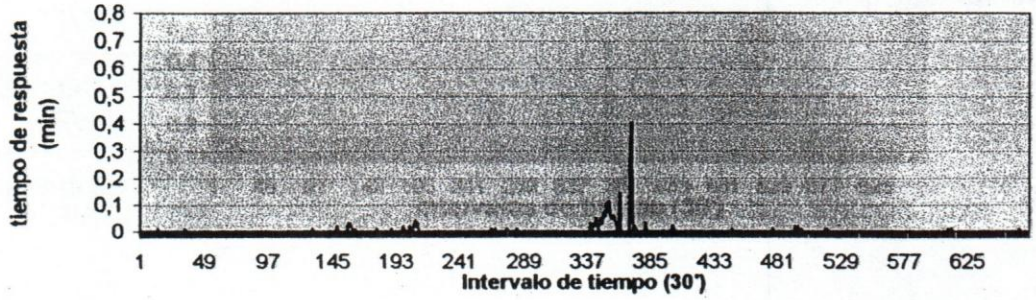


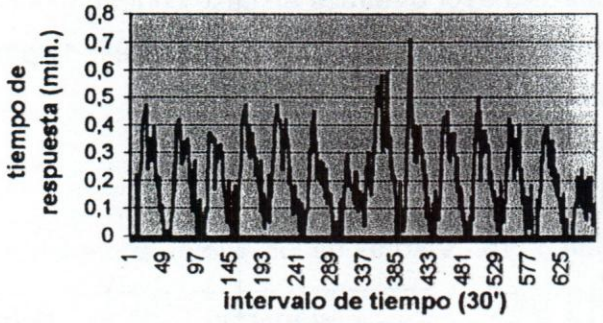
Gráfico n° 13.- nivel alto: Alto n° de Agentes.



Se observa un pequeño bullwhip, pero en general hay gran estabilidad en el sistema.

μ=0,00014; s=0.0039

Gráfico n°14.- Nivel Bajo: Bajo n° de Agentes.



Se dispara el tiempo de respuesta. Estabilidad muy baja. Los bullwhip se hacen frecuentes y se mantienen en ciclos recurrentes y de amplitudes similares.

μ= 0.2021; s=0.1410.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	*SS*	*GL*	*Prom cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítica*
Entre grupos	13,70934	1	13,70933601	1378,194	3,897E-208	3,84839893
Dentro de los grupos	13,3493	1342	0,009947317			
Total	27,05864	1343				

F>Fcrítico: La Hiótesis nula se rechaza, la variable descalabra el proceso.

2.1.2.- Escenario Demanda Alta:

Gráfico n° 15.- Demanda Alta. Modelo Original.
Media=0,0107; s= 0,0328

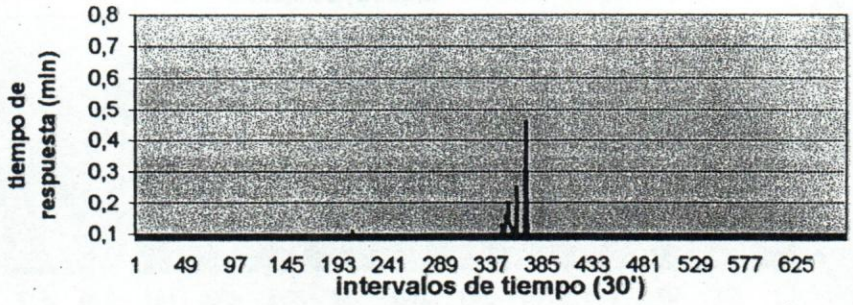
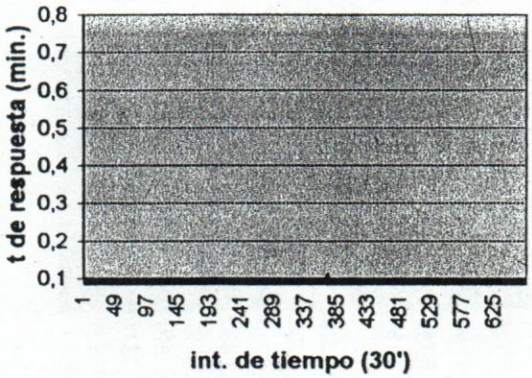
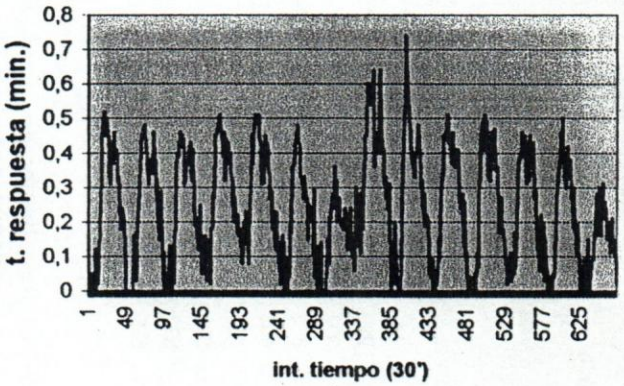


Gráfico n°16.- Nivel Alto: Alto n° de Agentes.



Mas estable que el patrón. No se observan bullwhip. Muy estable. μ=0.0003; s=0.0045

Gráfico n°17.- Nivel Bajo. Bajo n° de Agentes.



No hay estabilidad. Los tiempos de respuesta tienen comportamientos periódicos y sostenidos de parecida amplitud. μ=0.2448; s=0.1625

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom. cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	20,0754074	1	20,07540744	1519,42425	6,767E-223	3,84839893
Dentro de los grupos	17,7311878	1342	0,01321251			
Total	37,8065952	1343				

F>Fcrítico, Se rechaza la hipótesis nula, la variable descalabra el proceso.

2.1.3.- Escenario Demanda Baja

Gráfico n°18.- Demanda Baja. Modelo Original; media= 0,0013; s=0,0145

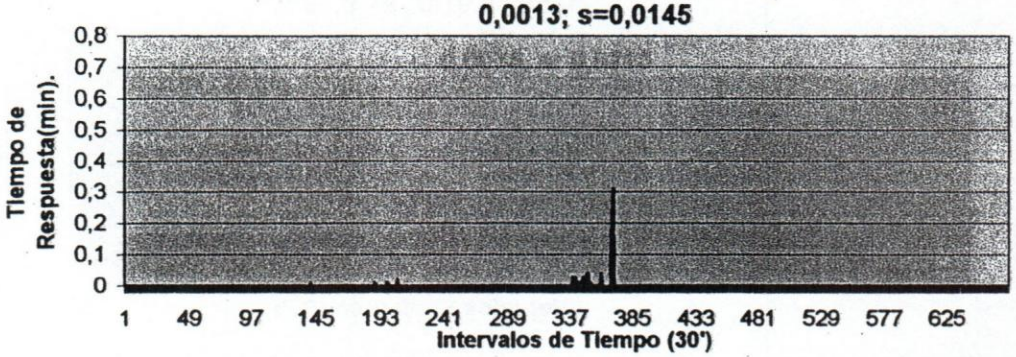


Gráfico n° 19.- Nivel Alto: Alto n° de Agentes

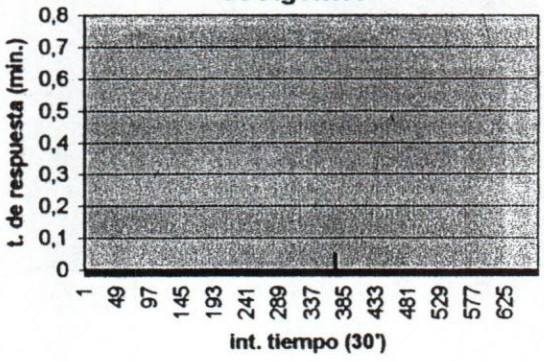
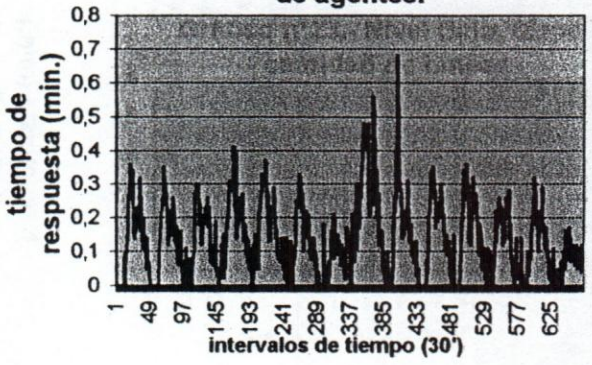


Gráfico n°20.- Nivel Bajo: Bajo n° de agentes.



La gráfica muestra alta armonía y estabilidad en del sistema. Hay un ligero látigo que se asoma entre los intervalos 337 y 385. μ=7,44048E-05; s=0,0019

Se disturba el equilibrio y se dispara el tiempo de respuesta, representados por bullwhips recurrentes y cíclicos. Demostrando la pérdida total de la estabilidad en el sistema en estas condiciones. μ=0,1407; s= 0,1114.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom. cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	6,64875067	1	6,64875067	1071,05014	3,419E-173	3,84839893
Dentro de los grupos	8,33072426	1342	0,006207693			
Total	14,9794749	1343				

F>Fcrítico: se rechaza la H. Nula, la variable descalabra el proceso.

2.2.- Variable 2: **Capacidad Instalada: Número de Canales Telefónicos**

2.2.1- Escenario Demanda Normal,

Gráfico n° 21.- Demanda Normal Modelo original. Media= 0.0038, s: 0,0218

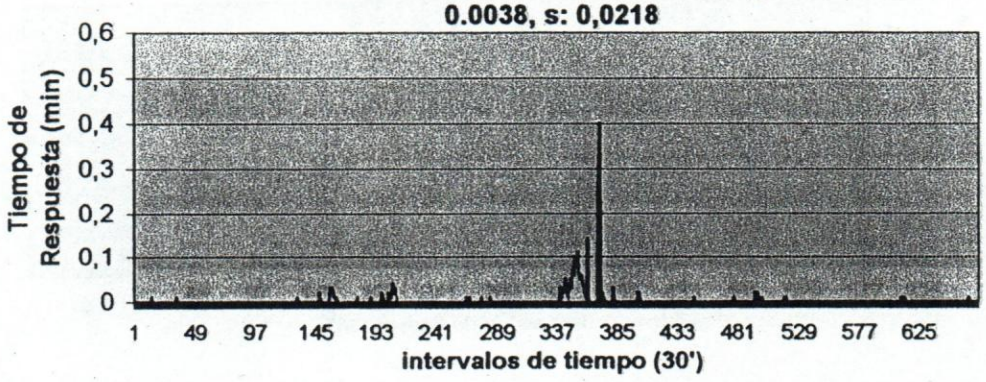


Gráfico n°22.- Nivel Alto:Mayor Cantidad de Líneas

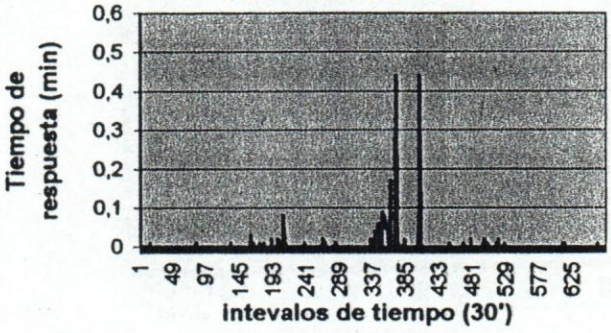
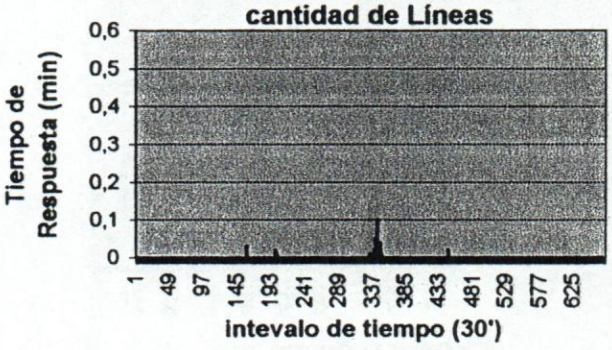


Gráfico n°23.- Nivel Bajo: Menor cantidad de Líneas



Se observa que el tiempo de respuesta aumenta ligeramente, la media se asemeja con el patrón. Hay un latigazo extra con respecto al patrón que puede leerse como un conato de descalabre del proceso, pero luego intenta la estabilidad. μ=0,0048; s= 0,0292.

La Gráfica muestra como visiblemente los tiempo de respuesta mejoran y se observa alta estabilidad. La frecuencia de los bullwhip disminuyen. μ=0,0007; s= 0,0057.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom.cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,00558601	1	0,005586012	12,5942131	0,00040029	3,84839893
Dentro de los grupos	0,59522798	1342	0,000443538			
Total	0,60081399	1343				

F>Fcrítico, se rechaza la nula, la variable descalabra el proceso

2.2.2.- Escenario Demanda Alta

Gráfico n°24.- Demanda Alta. Modelo Original .
Media=0,0107; s= 0,0323

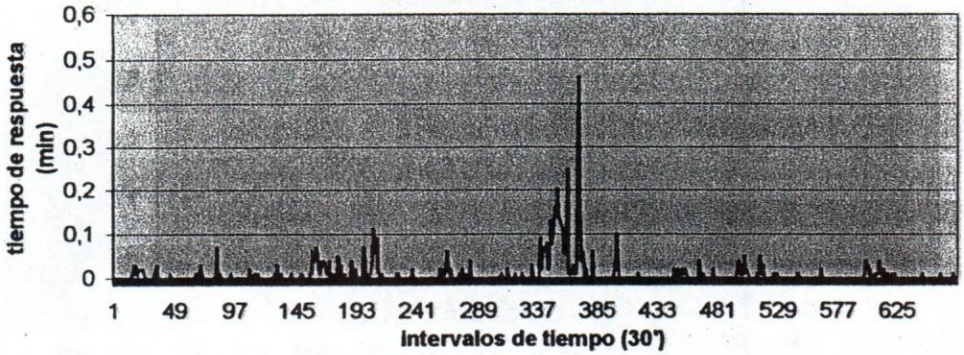
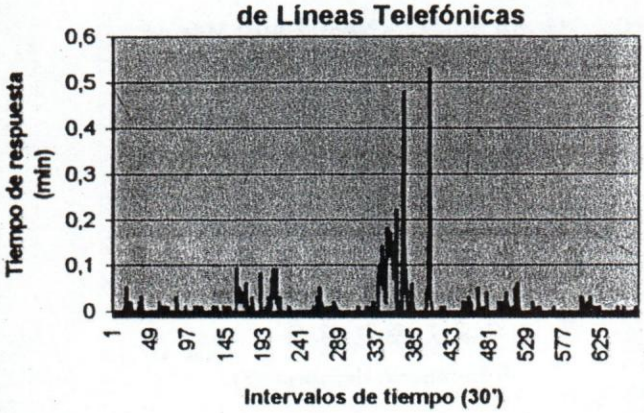
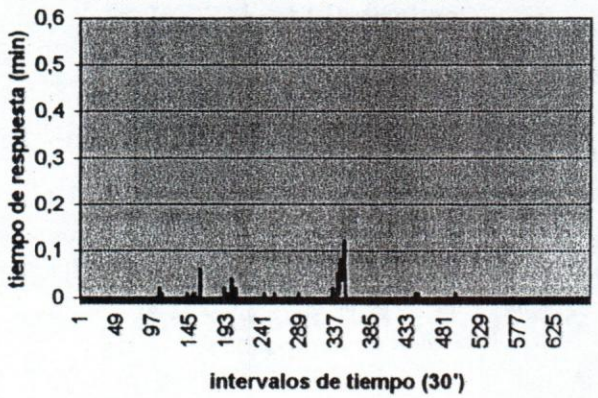


Gráfico n°25.- Nivel Alto: Mayor Numero de Líneas Telefónicas



Se observa poca diferencia con el patrón, hay bullwhips recurrentes, incluso un poco mas intensos que el en original, luego de estos hay más estabilidad . Las medias se asemejan. μ=0,0123; s= 0,0412

Gráfico n°26.- Nivel Bajo: Menor Número de Líneas Telefónicas



Se reducen los latigazos de manera representativa. Proceso bastante estable, interrumpido por pequeños latigazos poco significativos. μ=0,0015; s= 0,0089

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom. cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,03889353	1	0,038893527	43,7881362	5,2737E-11	3,84839893
Dentro de los grupos	1,19199211	1342	0,000888221			
Total	1,23088564	1343				

F>Fcrítico: Se rechaza la Hipotesis Nula, la variable descalabra el proceso.

2.2.3.- Escenario Demanda Baja

Gráfico n°27.- Demanda Baja. Modelo Original. media= 0,0013; s=0,0145

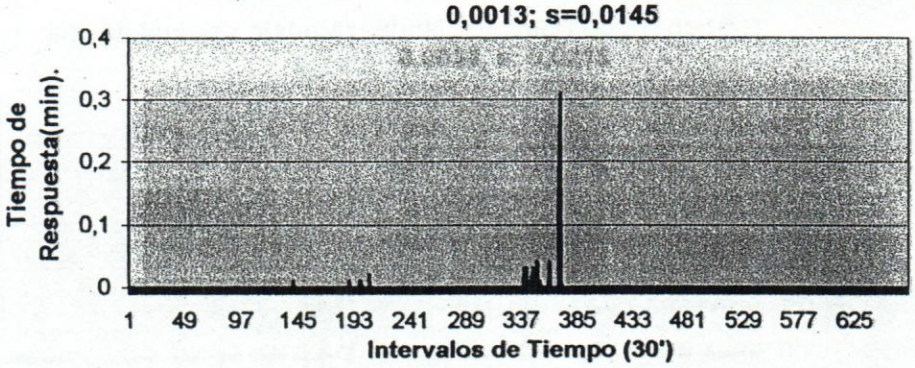


Gráfico n°28.- Nivel Alto: Mayor Número de Líneas Telefónicas

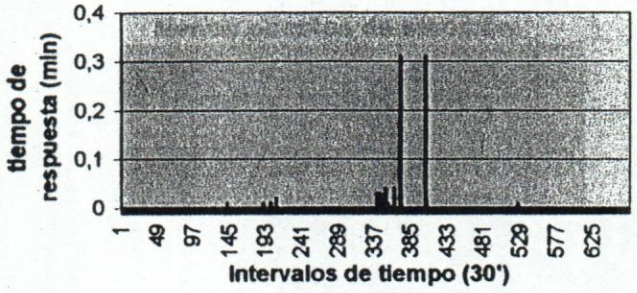


Gráfico n°29.- Nivel Bajo: Menor Número de Líneas



Se asemeja a la gráfica original, las medias se parecen, pero destaca un par de bullwhips que rompen con la armonía para luego volver a la estabilización. μ=0,0018; s= 0,0188

Evidentemente el tiempo de respuesta es armonioso . Se observa con notoriedad que el efecto bullwhip disminuye considerablemente originando un sistema muy estable. μ=0,0002; s= 0,0018

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom. cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,00083601	1	0,000836012	4,70868959	0,03018548	3,84839893
Dentro de los grupos	0,23826756	1342	0,000177547			
Total	0,23910357	1343				

F>Fcrítico, Se rechaza la hipótesis nula, la variable descalabra el proceso.

2.3.- Variable 3: **Fallas técnicas en el sistema Interno de Atento.**

2.3.1.- Escenario Demanda Normal.

Gráfico n°30.- Demanda Normal Modelo original. Media: 0.0038, s: 0,0218

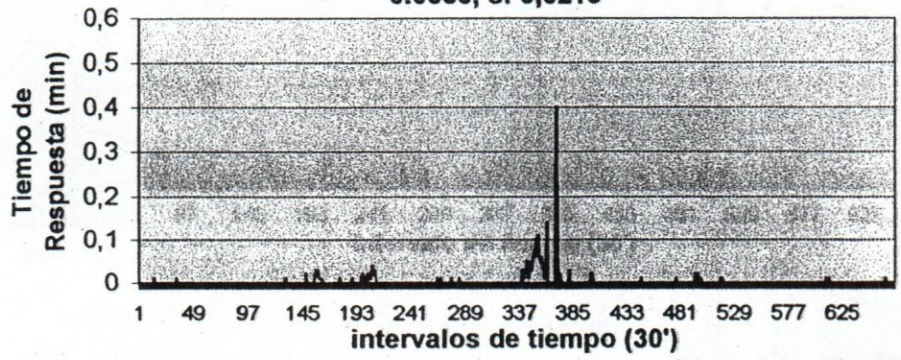


Gráfico n°31.- Alto nivel de Falla: Menos puestos de atención.

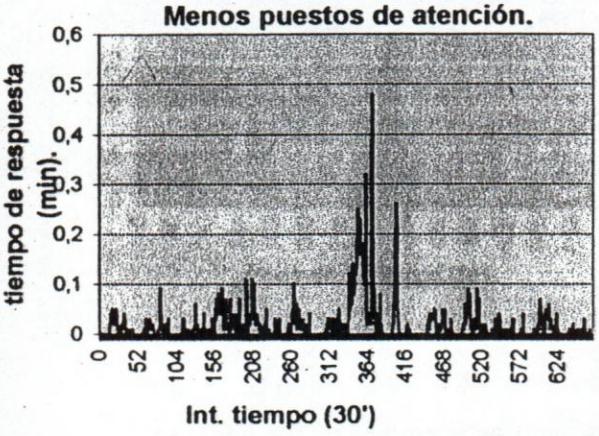
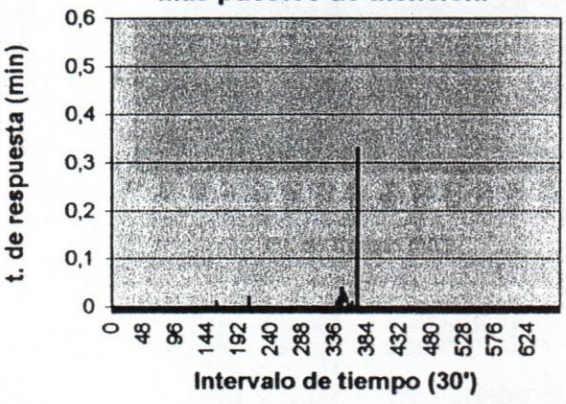


Gráfico n°32.- Nivel Bajo de Falla: Mas puestos de atención.



Presencia del efecto bullwhip. No hay estabilidad. Proceso distinto al patrón μ=0,0202; s= 0,0431

Ausencia del efecto bullwhip, salvo en el intervalo 370. Gran estabilidad en el resto de los intervalos. μ=0,0011; s= 0,0138

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen variaciones	*SS*	*GL*	*Prom. cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,122859	1	0,122859003	119,692466	9,5804E-27	3,84839893
Dentro de los grupos	1,37750342	1342	0,001026456			
Total	1,50036243	1343				

F>Fcrítico, Se rechaza la nula: la variable descalabra al proceso.

2.3.2.- Escenario de demanda Alta.

Gráfico n°33.- Demanda Alta. Modelo Original.Media=0,0107; s= 0,0323

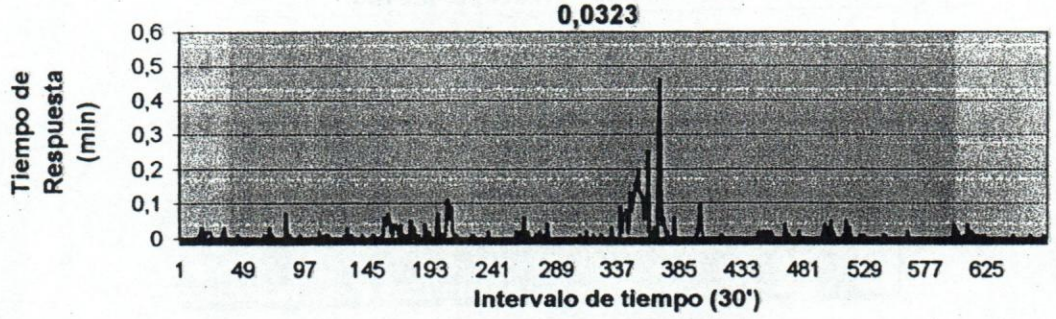


Gráfico n°34.- Nivel de Falla Alta: Menos puestos de atención.

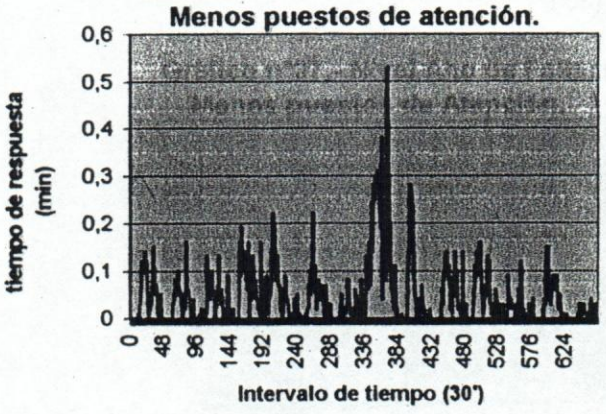
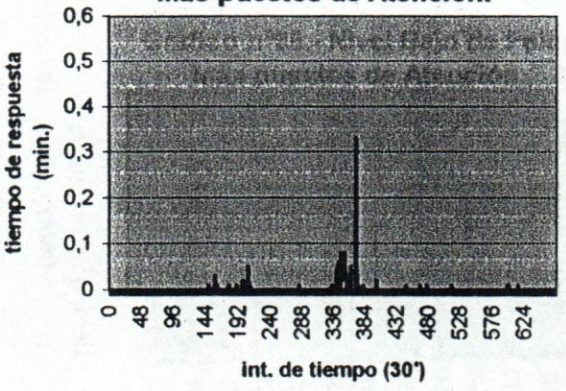


Gráfico n°35.- Nivel Bajo de Falla: Más puestos de Atención.



El efecto látigo es recurrente y desordenado, no hay equilibrio aparente. μ=0,0463; s= 0,0644.

El tiempo de respuesta se mantiene bajo, hay pequeños latigazos que en la mayoría de los intervalos que parecen mostrar cierta estabilidad. μ=0,0025; s= 0,0166

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen variaciones	*SS*	*GL*	*'rom cuadrado*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,64531436	1	0,64531436	291,412518	2,7887E-59	3,84839893
Dentro de los grupos	2,97177307	1342	0,00221444			
Total	3,61708743	1343				

F>Fcrítico, se rechaza la hipótesis nula: la variable descalabra al proceso.

2.3.3.- Escenario de demanda Baja.

Gráfico n°36.- Demanda Baja. Modelo Original
media= 0,0013; s=0,0145

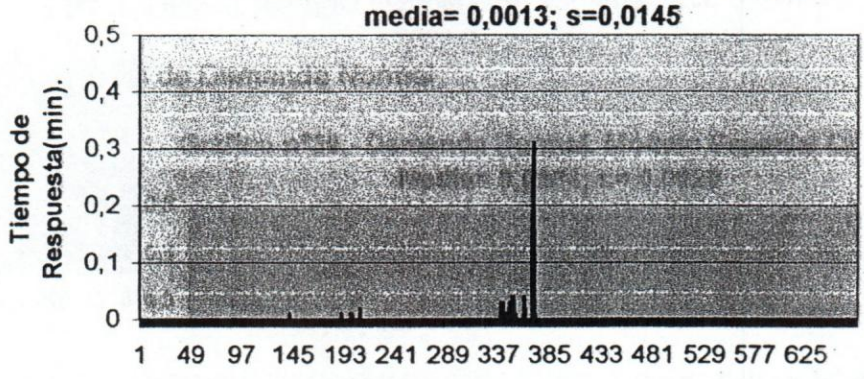


Gráfico n°37.- Nivel Alto de Falla: Menos puestos de Atención.

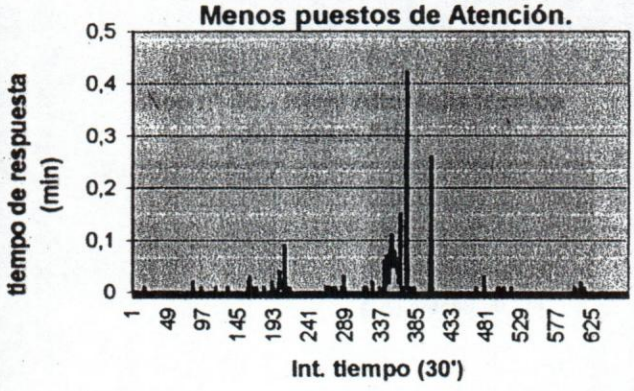
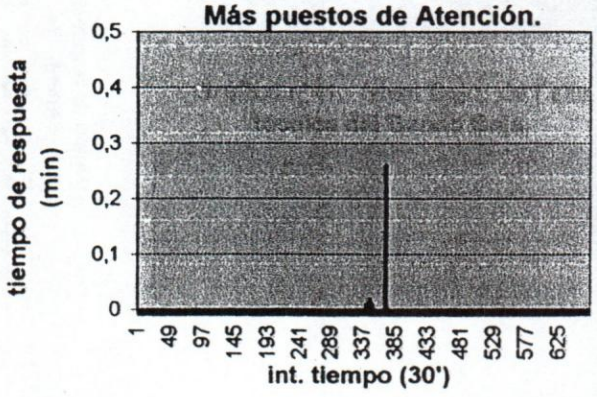


Gráfico n°38.- Nivel Bajo de Falla: Más puestos de Atención.



Efecto bullwhip presente, en diferentes grados de intensidad. Luego del mayor hay tendencia a la estabilidad. μ=0,0054; s= 0,0260.

Proceso bastante estable salvo por ser Interrumpido por el bullwhip en el intervalo 370, para luego volver a la estabilidad. Visualmente parecido al patrón, pero más estable. μ=0,0006; s= 0,0103

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen variaciones	*SS*	*GL*	*Prom cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*Fcrítico*
Entre grupos	0,00776257	1	0,007762574	19,8209831	9,2097E-06	3,84839893
Dentro de los grupos	0,52557307	1342	0,000391634			
Total	0,53333564	1343				

F>Fcrítico, Se rechaza la hipótesis nula: la variable descalabra al proceso.

2.4.- Variable 4: **Fallas técnicas en el sistema del Banco**

Para estudiar esta variable se experimentó sobre el modelo especial simulado hecho exclusivamente para este fin.

2.4.1.- Escenario de Demanda Normal

Gráfico n°39.- Demanda Normal. Modelo Especial Original. Media= 0,0004; s= 0,0029

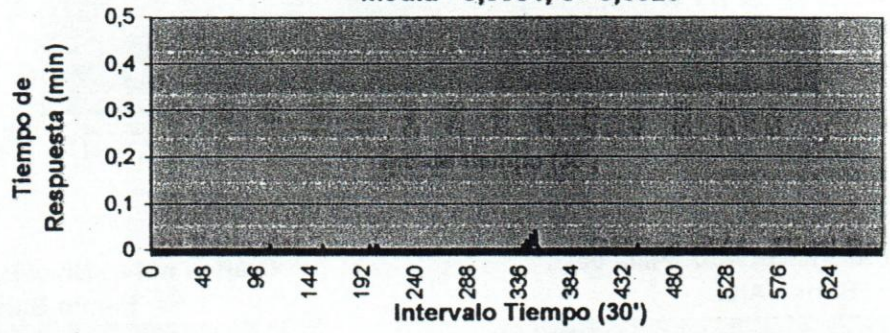
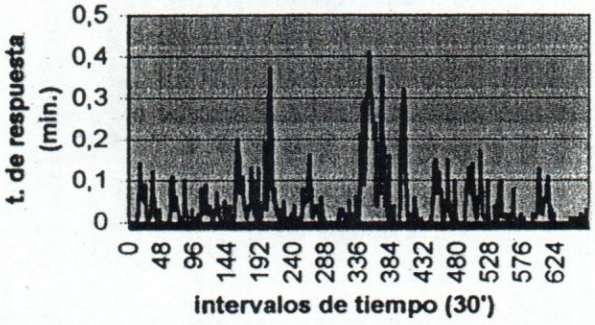
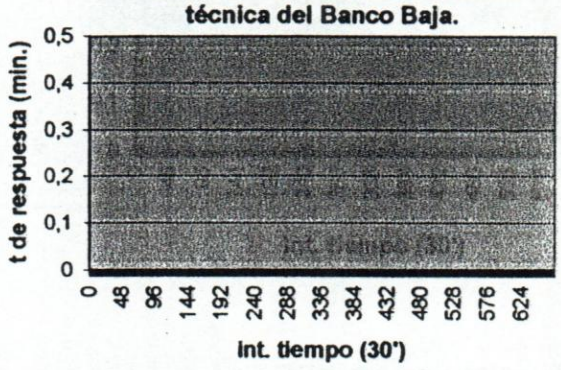


Gráfico n° 40.- Nivel Alto: falla técnica del banco Alta.



Se observa el efecto látigo desordenado y recurrente, sin estabilizarse en ningún momento, en amplitudes cerradas. μ=0,0422; s= 0,0673

Gráfico n°41.- Nivel Bajo: de Falla técnica del Banco Baja.



El proceso se observa totalmente estable. No hay ningún bullwhip. Se asemeja al patrón siendo aún más estable. u=0.0000; s= 0.0000.

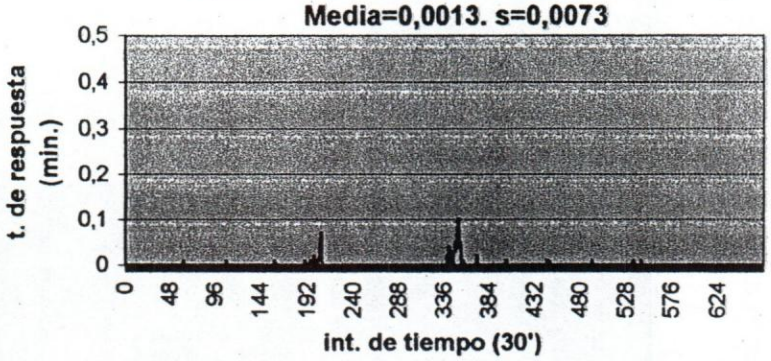
ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen variaciones	*SS*	*GL*	*Prom cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,59800781	1	0,598007813	264,242407	2,2437E-54	3,84839893
Dentro de los grupo:	3,03708437	1342	0,002263103			
Total	3,63509219	1343				

* F>Fcrítico, la variable descalabra al proceso.

2.4.2.- Escenario de Demanda Alta

Gráfico n°42.- Demanda Alta. Nivel Normal. Media=0,0013. s=0,0073



Gráfica n°43.- Nivel Alto: Falla del Banco Alta.

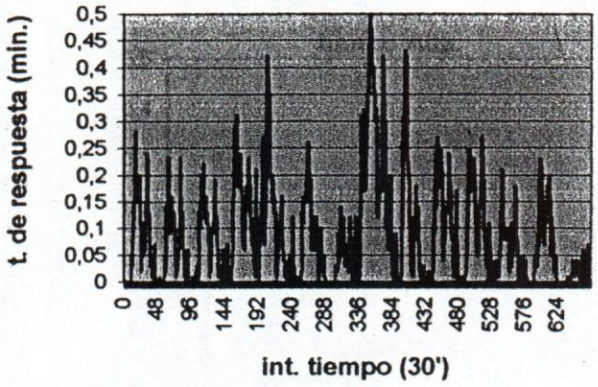
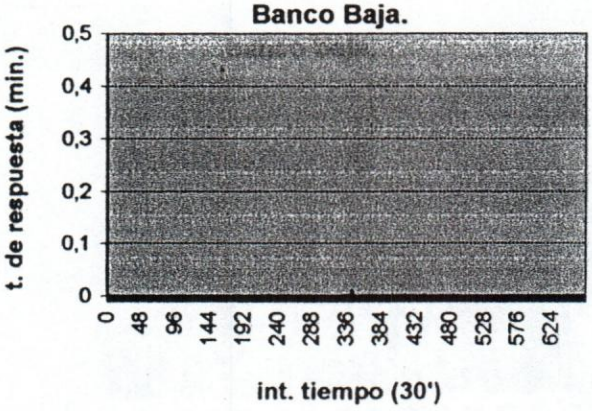


Gráfico n°44.- Nivel Bajo: Falla en Banco Baja.



Se muestra una situación donde no hay estabilidad. Fuerte presencia del efecto látigo y altos tiempos de respuesta. Muy distinto al patrón. μ=0,0901; s= 0,0978

Se observa gran estabilidad. El tiempo de respuesta no experimenta ningún bullwhip. Se parece un poco al patrón, aunque es más estable. μ=0,0000; s= 0,0004

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen variaciones	*SS*	*GL*	*Prom.cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	2,72790365	1	2,727903646	570,359462	2,447E-105	3,84839893
Dentro de los grupos	6,41849033	1342	0,00478278			
Total	9,14639397	1343				

* F>Fcrítico, la variable descalabra al proceso.

2.4.3.- Escenario de Demanda Baja.

Gráfico n°45.- Demanda Baja. Patrón normal. media=0,0000; s= 0,0000

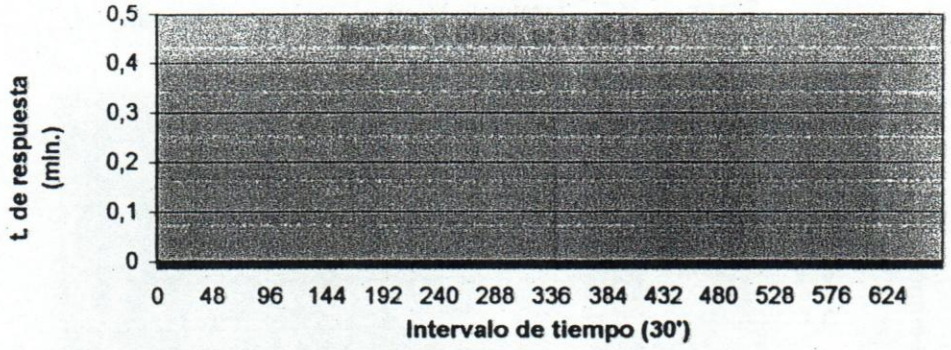
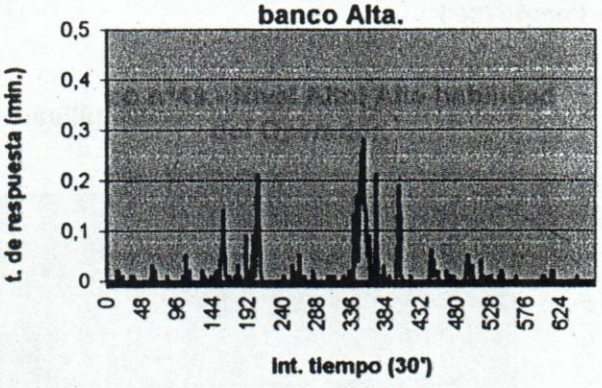
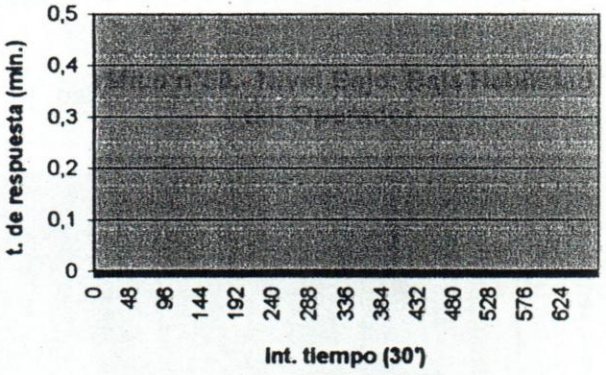


Gráfico n°46.- Nivel Alto: falla del banco Alta.



Se observa a la presencia de latigazos. Proceso inestable, al final pareciera haber cierta tendencia a la estabilidad. μ= 0,0118; s= 0,0352

Gráfico n°47.- Nivel bajo: falla del banco baja.



Estabilidad total. Ausencia del efecto látigo. Es igual al patrón. μ=0,0000; s= 0,0000

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen variaciones	*SS*	*GL*	*Prom cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,04667143	1	0,046671429	75,1665409	1,2263E-17	3,84839893
Dentro de los grupos	0,83325714	1342	0,000620907			
Total	0,87992857	1343				

F>Fcrítico. La variable descalabra al proceso.

2.5.- Variable 5: **Habilidad del Operador**

2.5.1.- Escenario de Demanda Normal

Gráfico n°48.- Demanda Normal. Modelo Original.
Media: 0.0038, s: 0,0218

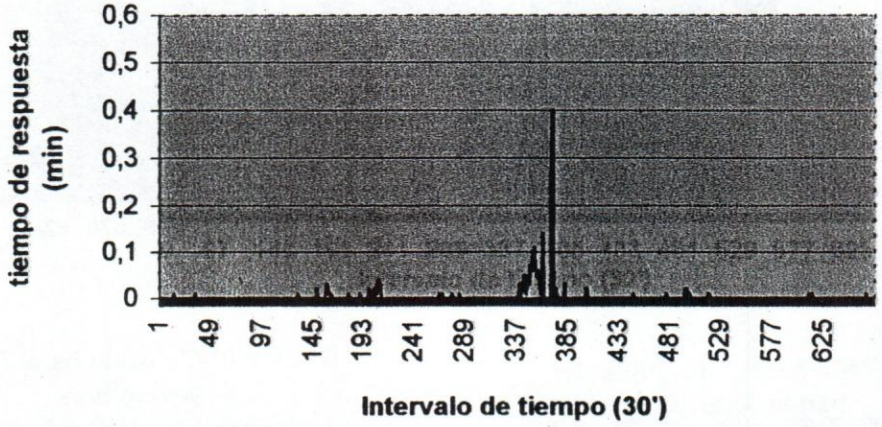
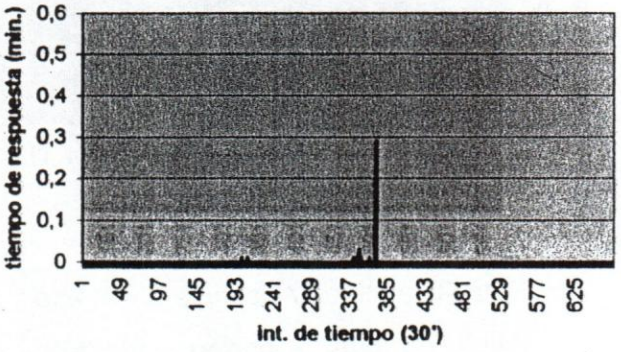
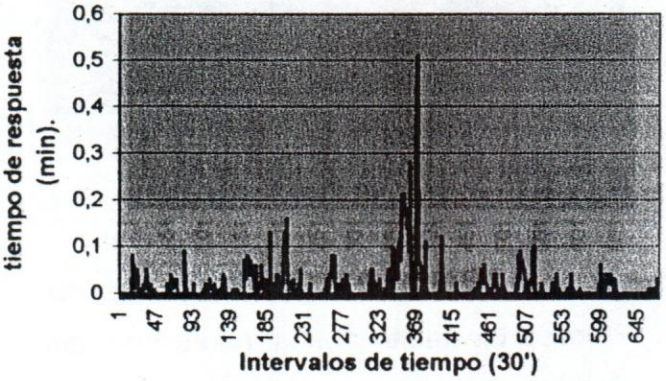


Gráfico n°49.- Nivel Alto: Alta habilidad del Operador.



Disminuye el tiempo de respuesta, se nota estabilidad puesto que el efecto látigo está mitigado, salvo por bullwhip en el intervalo 370.
μ= 0,0008, s= 0,0122

Gráfico n°50.- Nivel Bajo: Baja Habilidad del Operador.



Se incrementa el tiempo de respuesta que aún siendo bajo, no demuestra estabilidad. El efecto látigo está presente de forma recurrente. μ= 0,0174; s= 0,0405

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen variaciones	*SS*	*GL*	*Prom. cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,09200476	1	0,092004762	102,710211	2,6122E-23	3,84839893
Dentro de los grupos	1,20212381	1342	0,00089577			
Total	1,29412857	1343				

*F>Fcrítico, la variable descalabra al proceso.

2.5.2.- Escenario de Demanda Alta

Gráfico n°51.- Demanda Alta. Modelo Original.
Media=0,0107; s= 0,0323

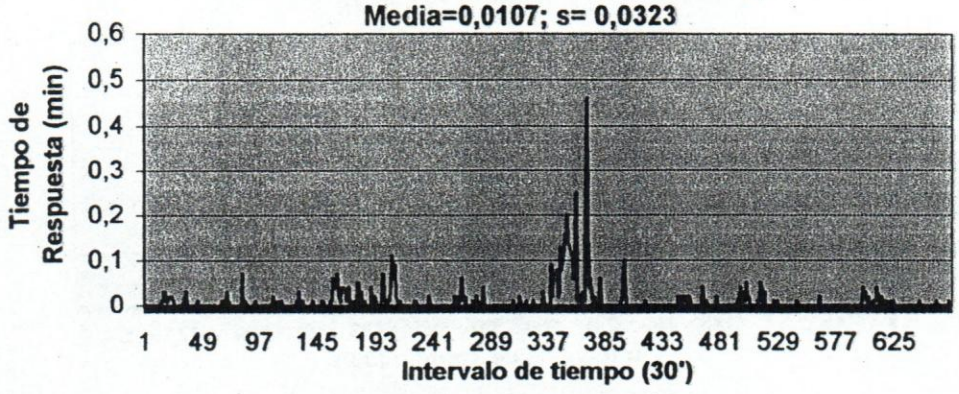
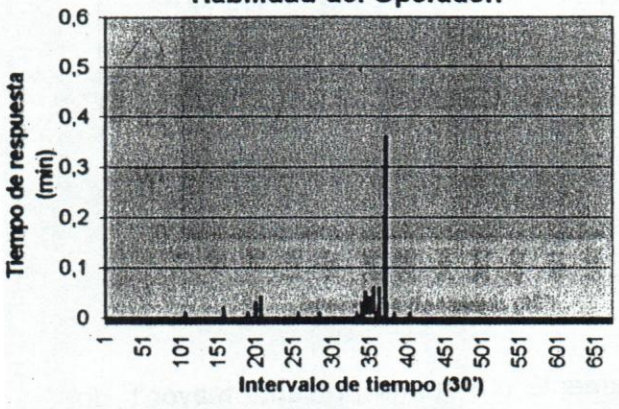
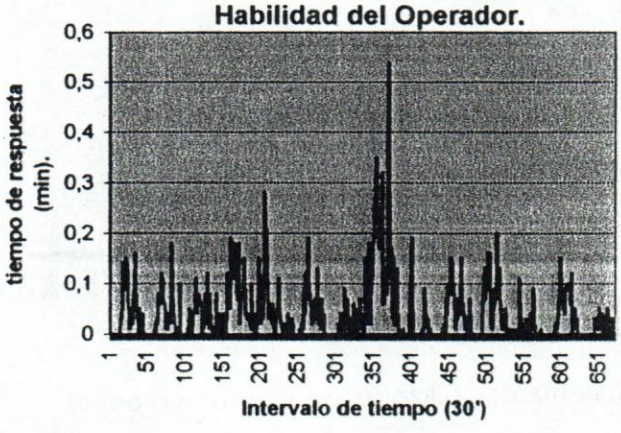


Gráfico n°52.- Nivel Alto: Alta Habilidad del Operador.



Proceso medianamente estable debido a que hay pequeños bullwhip y uno muy fuerte, pero que luego desaparecen y el proceso se estabiliza. μ= 0,0433, s= 0,0608

Gráfico n°53.- Nivel Bajo: Baja Habilidad del Operador.



Fuerte presencia del efecto látigo. No se observa estabilidad, sino una desordenada y fuerte secuencia de tiempos de respuesta sin orden. μ= 0,0019, s= 0,0169

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom.cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,57502976	1	0,575029762	288,498816	9,2784E-59	3,84839893
Dentro de los grupos	2,67484613	1342	0,001993179			
Total	3,24987589	1343				

F>Fcrítico: Rechazo la hipótesis nula, la variable descalabra al proceso.

2.5.3.- Escenario de Demanda Baja.

Gráfico n°54.- Demanda Baja. Modelo Original. media= 0,0013; s=0,0145

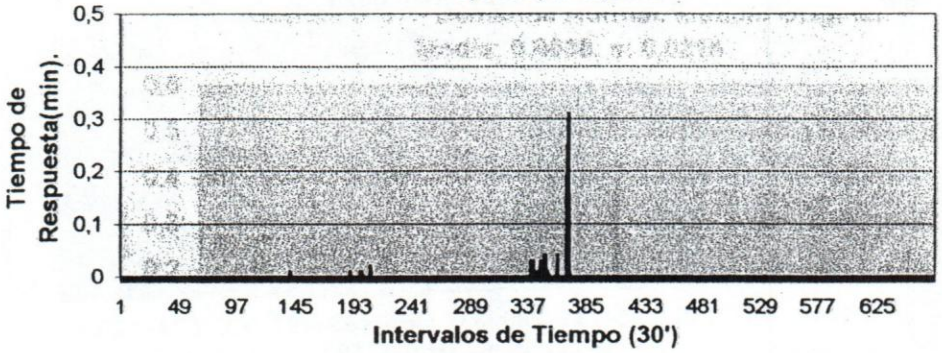


Gráfico n°55.- Nivel Alto: Alta Habilidad del Operador.

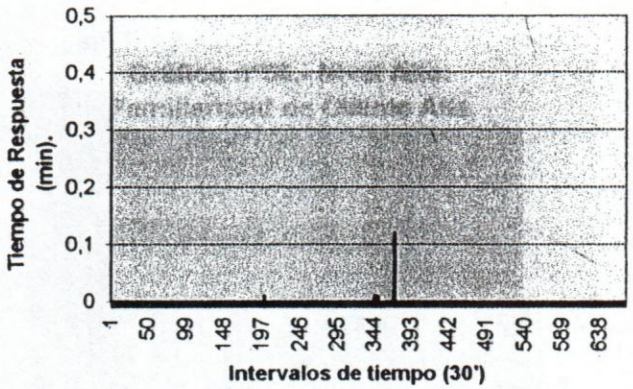
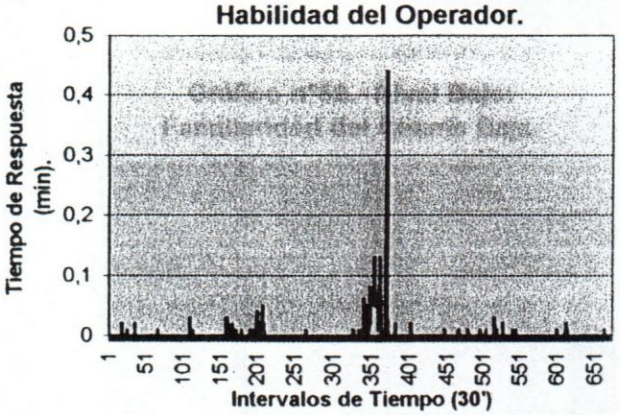


Gráfico n°56.- Nivel Bajo: Baja Habilidad del Operador.



Sistema estabilizado. Se interrumpe por el pequeño bullwhip, para luego volver a la estabilidad. Conducta parecida pero mas mitigada al patrón. μ= 0,0003, s= 0,0048.

Ligeramente el sistema presenta mayor t. de respuesta referido en pequeños bullwhips a lo largo del tiempo, inconstantes y desordenados, hay intentos de estabilidad al final. μ= 0,0042, s= 0,0238.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom.cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,00522507	1	0,005225074	17,7101581	2,7435E-05	3,84839893
Dentro de los grupos	0,39593378	1342	0,000295033			
Total	0,40115885	1343				

F>Fcrítico. Se rechaza la hipótesis nula, la variable descalabra el proceso.

2.6.- Variable 6: **Familiaridad del Cliente con la Línea Provincial.**

2.6.1.- Demanda Normal.

Gráfico n°57.- Demanda Normal. Modelo Original.
Media: 0.0038, s: 0,0218

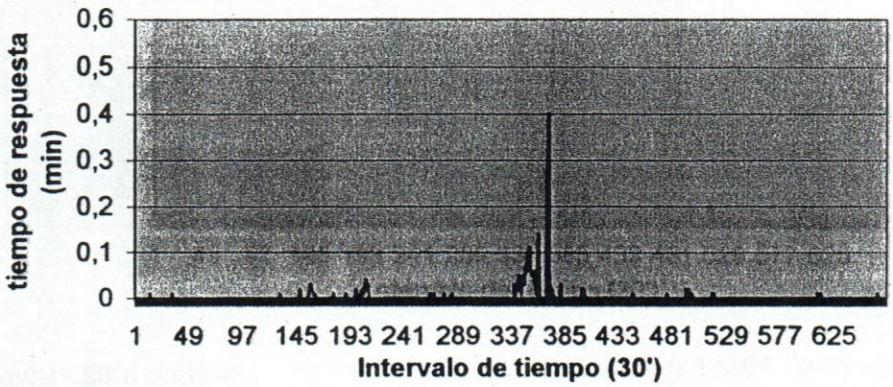
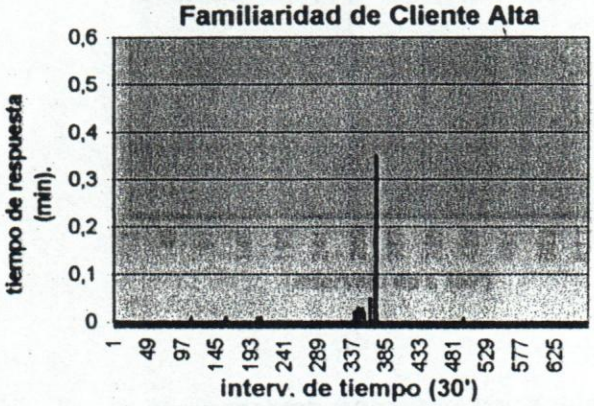
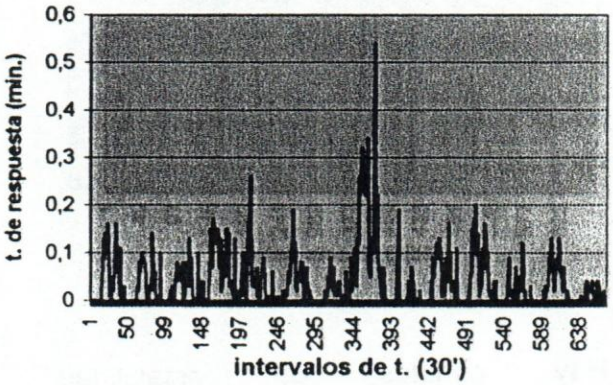


Gráfico n°58.- Nivel Alto: Familiaridad de Cliente Alta



Hay poca variación con respecto a la gráfica del modelo original, pero mucha mas estabilidad antes y después del bullwhip. μ= 0,0013, s= 0,0157.

Gráfico n°59.- Nivel Bajo: Familiaridad del Cliente Baja.



No hay estabilidad. Se incrementa el tiempo de respuesta representado por bullwhips recurrentes. μ= 0,0421, s= 0,0602.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom.cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,55941696	1	0,559416964	289,340924	6,5537E-59	3,84839893
Dentro de los grupos	2,59464702	1342	0,001933418			
Total	3,15406399	1343				

F>Fcrítico: Se rechaza la hipótesis nula, la variable descalabra el proceso.

2.6.2.- Escenario de Demanda Alta.

Gráfico n°60.- Demanda Alta. Modelo Original.
Media=0,0107; s= 0,0323

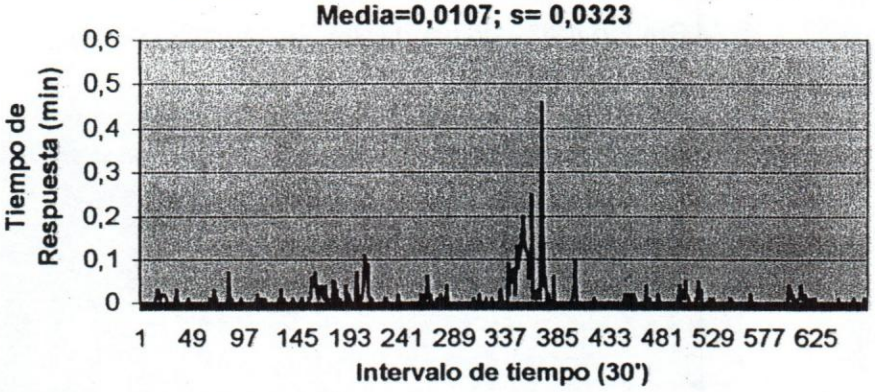


Gráfico n°61.- Nivel Alto: Familiaridad de los clientes Alta.

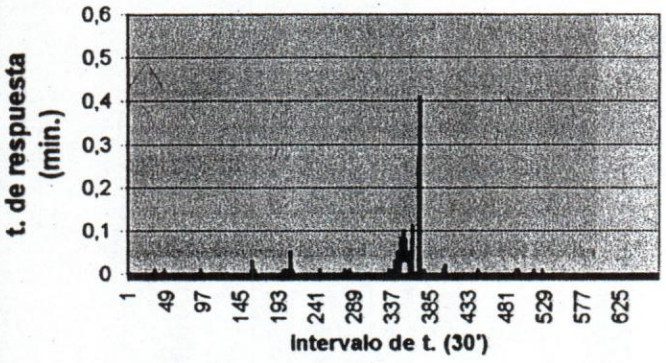
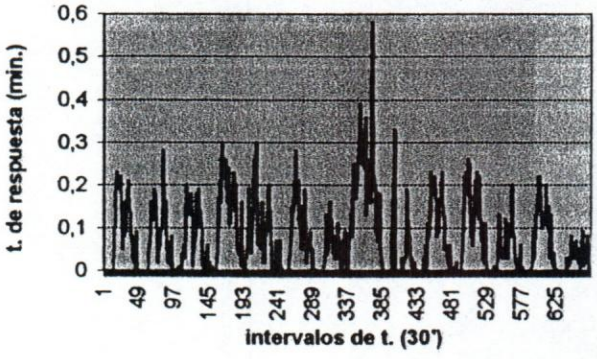


Gráfico n°62.- Nivel Bajo: Familiaridad de los clientes Baja.



Hay conatos de estabilidad interrumpidos por pequeños bullwhip, hay un fuerte repunte observado para luego entrar en una fase de estabilidad. μ= 0,0030, s= 0,0211.

Se intensifica el tiempo de respuesta, con amplitud y frecuencia similar en el tiempo, de manera cíclica pero desordenada. No hay estabilidad. μ= 0,0792, s= 0,0847.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom.cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	1,953525	1	1,953525	512,749359	2,0839E-96	3,84839893
Dentro de los grupos	5,11288899	1342	0,003809902			
Total	7,06641399	1343				

F>Fcrítica: Se rechaza la hipótesis nula, la variable descalabra el proceso.

2.6.3.- Escenario de Demanda Baja.

Gráfico n°63.- Demanda Baja. Modelo Original. media= 0,0013; s=0,0145

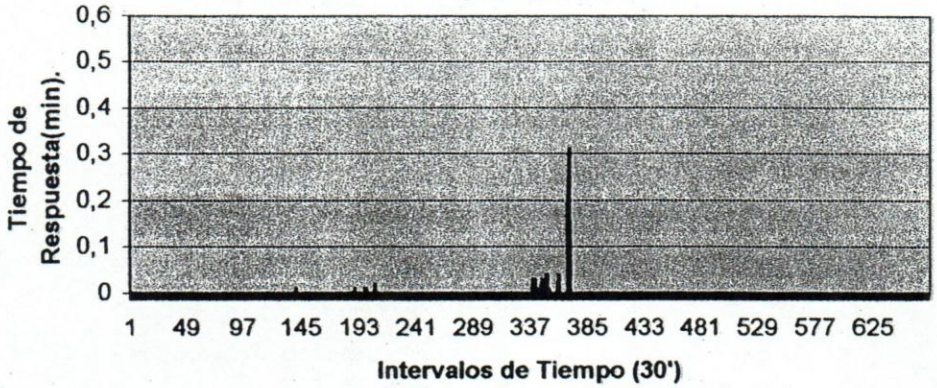


Gráfico n°64.- Nivel Alto: Familiaridad del cliente Alta.

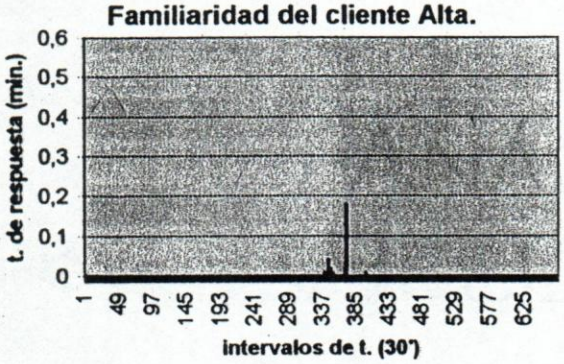
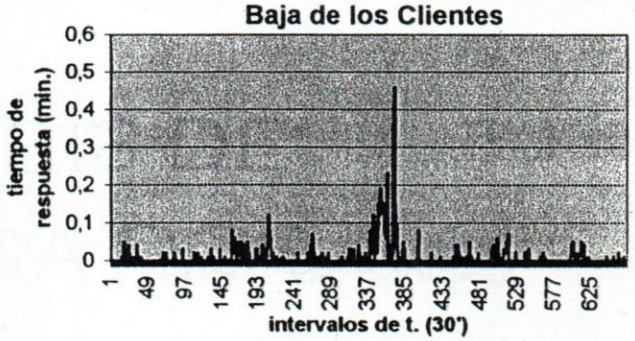


Gráfico n°65.- Nivel Bajo: Familiaridad Baja de los Clientes



Proceso muy estable hasta que ocurre un bullwhip que rompe, pero luego sigue con bastante estabilidad. La forma se parece a la patrón. μ= 0,0005, s= 0,0074.

No hay estabilidad. Presencia de bullwhips a lo largo del tiempo con diferentes intensidades, sin dejar que haya estabilidad. μ= 0,0119, s= 0,0336.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de variaciones	*SS*	*GL*	*Prom. cuadrados*	*F*	*Probabilidad*	*F crítico*
Entre grupos	0,04331615	1	0,043316146	73,1976157	3,1556E-17	3,84839893
Dentro de los grupos	0,79415521	1342	0,00059177			
Total	0,83747135	1343				

F>Fcrítico: se rechaza la hipótesis nula, la variable descalabra el proceso.

- Capítulo IX -

Análisis de Resultados

1. Análisis De Resultados

1.1.- Análisis de la variable Capacidad Instalada: Número de Agentes Disponibles

Fue notorio la intensidad con que repercute, a lo largo de los experimentos practicados, esta variable. Para los tres escenarios de demandas y en los dos niveles, se observó que difieren los bullwhip considerablemente. La variable descalabra al proceso, afectó su eficiencia perturbando el tiempo de respuesta y disparando la cantidad de llamadas abandonadas como a continuación se expone a pesar de mantenerse igual la cantidad de líneas disponibles.

En el caso de la demanda normal, al haber un número alto de agentes disponibles el tiempo de respuesta disminuyó con respecto al modelo original o pauta, estabilizándose el sistema; motivado a este sobre dimensionamiento, los clientes no se ven en la necesidad de esperar en cola. Al haber un número bajo de agentes disponibles en la Línea Provincial se notó un incremento significativo en el tiempo de respuesta (alrededor del 300%) notándose un evidente desequilibrio. Esto se origina debido al déficit de agentes presentado en las mismas condiciones de cantidad de llamadas recibidas e igual número de líneas telefónicas, por lo que los clientes deben esperar más y se incrementa el número de llamadas abandonadas (ver anexo n°8).

En el caso de demanda Alta y número de agentes disponibles alto, se observó que el tiempo de respuesta disminuyó con respecto a la pauta, estabilizándose cabalmente; motivado a este sobre dimensionamiento los clientes no se ven en la necesidad de esperar en cola. En el nivel de número bajo de agentes disponibles el sistema se descalabra por completo, ocurre una fuerte congestión que se reflejó en el alto tiempo de respuesta del sistema, pues el volumen de llamadas se incrementó existiendo el mismo troncal, por lo que el nivel de llamadas abandonadas se acrecentó. (ver anexo n°9) .

Al haber una demanda baja en el escenario de alto número de agentes, el tiempo de respuesta se mantuvo muy estable, tornándose evidente el sobre dimensionamiento puesto que hay menos volumen de llamadas y muchos más agentes. Al experimentar con un bajo número de agentes se descalabró el proceso, debido a que se presentan bullwhips y no hay estabilidad, aumentó el tiempo de respuesta de una manera desordenada e inconstante y el abandono del sistema por parte de los clientes pero en menor medida que en los casos anteriores. (ver anexo n°10).

1.2.- Análisis de la variable Capacidad Instalada: Número de Canales Telefónicos

Esta variable afectó la cantidad de llamadas que el sistema pudo recibir de las llamadas que entran (llamadas bloqueadas) y también varió las llamadas abandonadas. En los tres escenarios se observó un comportamiento parecido en los niveles semejantes, aunque con distinta intensidad en los tiempos de respuesta perjudicando la eficiencia del contact center. Todos los experimentos con esta variable descalabraron el sistema.

En general, en el escenario de demanda alta aumentó el tiempo de respuesta y en el escenario de demanda baja disminuyó, comparando ambos con el escenario normal.

En los escenarios de demanda alta y normal, al aumentar el número de canales el tiempo de respuesta aumentó sin equilibrio, dado a que más clientes tienen acceso al sistema mientras que se mantiene igual el número de agentes, por lo que el nivel de abandono aumentó (ver anexo n° 11). En el escenario de demanda baja, al aumentar el número de canales telefónicos el tiempo de respuesta baja un poco y hay menos espera por parte de los clientes puesto que hay pocos agentes ocupados, pero esta disminución no es significativa debido a que el número de agentes en el contact center es el mismo, en este escenario el abandono se mantuvo casi constante (ver anexo n°12).

En todos los escenarios, al disminuir el número de canales telefónicos el tiempo de respuesta disminuyó notablemente con respecto al de la pauta y mostró tendencias al equilibrio. En el caso de los escenarios de demanda normal el tiempo de respuesta disminuyó porque se reciben menos llamadas al contact center (ver anexo n°13) , esto provoca llamadas bloqueadas que no logran entrar al sistema (ver anexo n°14) y las que entran son atendidas rápidamente por los agentes disponibles que continúan siendo de igual número, lo que hace crear mayor estabilidad. En demanda baja, el tiempo de respuesta disminuyó aún más al haber menos líneas telefónicas, debido a la símil proporción entre el bajo volumen y el límite de líneas, además de que hay la misma cantidad de agentes disponibles para menos cantidad de clientes; a pesar de haber tenido un alto número de llamadas bloqueadas y abandonadas, estas fueron menores que en los otros escenarios .

1.3.- Análisis de la variable: Fallas técnicas en el sistema Interno

Esta variable se refiere a la cantidad de computadoras y/o manos libres (headset) disponibles, que por ende se traduce a la cantidad puestos de atención al cliente. En los experimentos realizados a esta variable se encontró que afecta al proceso, lo vulnera y perjudica pero en menor medida que las otras variables estudiadas. Esto se debe a que es una falla poco frecuente y la compañía cuenta con sustitutos si algo así sucede. De todas maneras se llevó a niveles extremos esta posibilidad para ver cómo respondía el proceso en los tres escenarios de demanda.

Al haber menos unidades físicas de trabajo disponibles (nivel alto de falla) se incrementó el bullwhip en la medida en que el volumen de llamadas se hacía mayor, esto conllevó a tener tiempos de espera más altos, no lograr estabilidad y a manejar un nivel alto de abandono del contact center, (ver Anexo n° 15) .

Cuando el nivel de falla disminuye, se tuvo un nivel alto de servicio, hay más computadoras, hay un flujo más rápido de clientes por lo que los tiempos de respuesta mejoraron considerablemente, el sistema logró el equilibrio y el abandono también fue menor. En el anexo n°16 se ilustran los cambios en el volumen de las llamadas abandonadas según el escenario. Se pudo analizar que al haber menos volumen y más computadoras se deriva en mejores condiciones para atender a más clientes de manera más rápida y eficiente.

1.4.- Análisis de la variable: Fallas técnicas en el sistema del Banco

Recordemos que ésta variable se trató como un caso especial a la que hubo que modelarla aparte pues, luego de ser validado, sus experimentos requirieron especiales condiciones que las otras variables no exigían. Consistió en incluir al Interactive Voice Reponse (IVR) en la simulación.

Esta variable es muy importante de ser estudiada, puesto que es un problema que sucede con regular frecuencia (aproximadamente 1 vez por cada mes y medio), y que a pesar de que dura por escasas horas, conlleva a consecuencias nefastas en la actividad de la Línea Provincial, perturbando enormemente la estabilidad del sistema, descalabrándolo por completo como se vio en las gráficas del nivel alto en los tres escenarios.

El valor más alto de tiempo de respuesta y mayor desequilibrio se obtuvo en el Nivel Alto de fallas técnicas en el enlace del Banco con Atento, siendo mayor en el escenario de demanda alta, luego en el normal y al final en el de demanda baja.

Al observar se dedujo que mientras más volumen de llamadas entran al sistema cuando está ocurriendo la falla, mayor carga tienen los agentes disponibles los cuales se mantienen en igual cantidad, esto ocasionó mayor tiempo de espera en colas y mayor abandono por parte de los clientes (ver Anexo n°17). Este caso es el que sucede cuando esta falla se genera, debido a que el IVR desvía el tráfico y lo dirige por completo a los agentes. Al ver los tiempos de respuesta se notó que el sistema se descalabra por completo. Ver el caso del escenario normal como ejemplo en el Anexo n°18.

En el nivel Bajo de fallas se consideró que el IVR procesa en casi por completo el flujo de llamadas, y se observó una gran estabilidad en la gráfica, esto se puede analizar planteando que en

estas condiciones los agentes reciben mucho menos clientes y estos no tienen que esperar para ser atendidos.

1.5.- Análisis de la variable: Habilidad del Agente Telefónico.

Esta variable tiene que ver con la pericia, experiencia y agilidad que tenga el agente, y afecta en todos los experimentos realizados. Lo notable de esta variable es que resulta imposible de controlarla a través de alguna dependencia existente de la empresa, pues varía de individuo a individuo, aun cuando estas personas han pasado por un proceso de selección minucioso y por curva de aprendizaje donde se les instruye a todos de igual manera antes de enfrentarse al computador y a las distintas situaciones con los clientes, lo que viene después de la selección e instrucción depende de la persona en particular, de su destreza, obviamente definida dentro de un rango de aceptación.

Analizando las gráficas de los tiempos de respuesta, se notó con claridad que el desequilibrio se hace evidente y que aumenta el tiempo cuando el agente tiene menos habilidad y que disminuye en el caso opuesto además logrando un total equilibrio, obteniéndose así el descalabre del sistema en todos los escenarios.

En el escenario de Demanda Normal, al operador tener menos destrezas se observó que aumenta la frecuencia de los bullwhip y la intensidad, sin llegar a estabilizarse. Al tener más habilidad se amortiguan los latigazos y se estabiliza en periodos largos.

En el escenario de Demanda Alta, al haber más congestión se hizo evidente que siendo el operador menos hábil o con menos experiencia, el tiempo de respuesta es alto, lo que conlleva a obtener mayor abandono por parte de los clientes que en cualquier otro experimento sobre esta variable (ver anexo n°19). Este mismo comportamiento se observó en el escenario de Demanda Baja, pero con más moderación. El efecto bullwhip se presenta varias veces sin llegar con claridad a estabilizar al sistema.

Al haber mayor habilidad por parte de los agentes se notó una total estabilidad y los tiempos de respuesta disminuyeron con notoriedad: los bullwhip se mitigaron en períodos de estabilidad donde el tiempo de respuesta alcanza valores con tendencias constantes. Siendo el escenario más estable el de demanda baja, pues el sistema se encuentra con menos exigencias.

1.6.- Análisis de la variable: Familiaridad del Cliente con el Sistema.

Esta variable tiene similitud con la anterior, se refiere a qué tanto conoce el cliente la secuencia del sistema de la Línea Provincial y cómo se desenvuelve en ella. En general, mientras más familiaridad tenga la persona que llama a la Línea Provincial con la lógica del sistema, con más seguridad se va a desenvolver en el uso del sistema, puesto que no habrán sorpresas en la rutina para el usuario, traduciéndose esto en menor tiempo de estadía en el contact center por parte del cliente y en menores tiempos de respuesta.

Si se observan las gráficas del tiempo de respuesta se advierte lo antes expuesto: al haber menor familiaridad éstos tiempos aumentan, pues el agente telefónico debe dedicarle más tiempo al cliente para que éste responda a los requerimientos del proceso. Al haber mayor tiempo de respuesta hay mayor abandono en el contact center. (ver anexo n°20).

En la demanda normal, se observó que en el nivel alto de familiaridad el sistema se estabiliza manteniéndose el efecto látigo mitigado en gran parte del tiempo; en el nivel bajo, los bullwhip no encuentran estabilizarse y se repiten fuertemente a lo largo del experimento.

En la demanda alta estos tiempos aparentaron parecerse al escenario anterior, pero se incrementaron. En el nivel bajo el efecto látigo se intensifica, y logra tener momentos de estabilidad en sus niveles máximos. En el alto, el tiempo de respuesta se estabilizó, aunque un poco más congestionado que el de los otros escenarios dado que el volumen de llamadas recibidas es mayor.

En el escenario de demanda baja se registraron los menores tiempos de respuesta de los tres, debido a la disminución del volumen de llamadas que recibe el contact center, pero para cada nivel sigue el mismo comportamiento que los otros anteriormente explicados.

7.2.27 IBM de Venezuela:

Capítulo VII

ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1. COMPORTAMIENTO DE LA CADENA DE SUMINISTRO ACTUAL PARA LA EORDER Y ORDEN DIRECTA

Los resultados del comportamiento de la cadena de suministro actual de la empresa fueron los siguientes:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
eOrder	458	200	212	412	90
Orden Directa	156	64	64	128	82

Tabla 5: *Cantidad de Pedidos emitidos y cantidad de pedidos recibidos por los clientes*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
eOrder	Área Metropolitana	25	46	91
	Interior del País	23	47	91
Orden Directa	Área Metropolitana	32	52	92
	Interior del País	41	64	87

Tabla 6: *Tiempo de Ciclo el Pedido por Zona de Entrega*

En base a los resultados expuestos, se determinó con el uso de la simulación, el valor de la demanda máxima que la cadena de suministro actual pueda soportar de manera tal de poder cumplir con los tiempos de entregas estipulados en contratos con los clientes, lo cual contempla un período de tiempo de 45 a 60 días para que el pedido sea recibido e instalado en el cliente. De esta manera, la mayor demanda que puede soportar

la cadena actual es de 860 pedidos en un año. A continuación se presentarán los resultados obtenidos para este valor de demanda:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	650	234	267	501	77
Orden Directa	200	75	83	158	79

Tabla 7: *Cantidad de Pedidos emitidos y cantidad de pedidos recibidos por los clientes*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	25	59	155
	Interior del País	27	57	154
Orden Directa	Área Metropolitana	30	60	146
	Interior del País	30	55	137

Tabla 8: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega para eOrder y Orden Directa*

Por encima de 860 pedidos en un año, los tiempos de respuestas eran cada vez mayores a los tiempos estipulados por la empresa.

La siguiente variable importante de analizar fue el comportamiento de la cadena frente a los cambios inesperados de los procesos de CADIVI, permitiendo de esta manera percatarse de los posibles cambios en los tiempos de respuestas al cliente. Para tal efecto, se aumentó los tiempos del proceso de CADIVI tres veces los valores actuales, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	38	85	154
	Interior del País	41	84	158
Orden Directa	Área Metropolitana	49	89	153
	Interior del País	50	93	143

Tabla 9: *Efectos del aumento de tiempos de CADIVI en el tiempo de ciclo del pedido para eOrder y Orden Directa*

7.2. Diseño de Experimentos para el Sistema Empujar de la Cadena de Suministro del Servidor xSeries (eOrder y Orden Directa)

Los diseños de los experimentos fueron basados según el comportamiento que presentó la Cadena de Suministro actual al momento de una alta demanda, y una baja demanda. De esta manera se observaron cuales eran los procesos críticos en donde el nivel de cola de pedidos era extrema, conocidos también como "cuellos de botellas", para realizar cinco escenarios diferentes de configuración de la cadena incluyendo horarios de trabajos distintos para los responsables de las aprobaciones de las eOrder y Ordenes Directas, cambios en la capacidad de producción de las plantas, disponibilidad de los aviones diferentes, etc.

Primeramente, la demanda se aumentó aproximadamente siete veces el valor actual, desde 709 pedidos en un año a 4.949 pedidos, posteriormente la demanda se disminuyó siete veces el valor actual, desde 709 pedidos en un año a 100 pedidos. Para ambos casos se conservó la proporcionalidad entre el alto volumen de ventas de los meses Junio, Septiembre y Octubre con el resto de los meses del año. A continuación se analizarán ambos casos.

7.2.1. Caso 1: *Aumento Significativo de la Demanda*

Al aumentar la demanda se observaron los siguientes resultados:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	3.723	332	297	629	17
Orden Directa	1.226	152	125	277	23

Tabla 10: *Cantidad de pedidos emitidos y cantidad de pedidos recibidos por los clientes*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	25	155	338
	Interior del País	29	157	345
Orden Directa	Área Metropolitana	28	148	318
	Interior del País	34	157	313

Tabla 11: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega en aumento de Demanda*

Observaciones:

- ✓ El cuello de Botella principal era el responsable 1 de las aprobaciones para la eOrder (Cobranzas), el cual presentó una cola de hasta 1700 pedidos en un día. El valor máximo en cola para el resto de los responsables para la aprobación de la eOrder fue de un máximo de 24 pedidos en cola en un día
- ✓ El segundo cuello de botella fue el responsable de las aprobaciones de la Orden Directa (Cobranzas), quien presentó hasta un total de 105 pedidos en cola en un día. Para el resto de los responsables fue de hasta 15 pedidos en cola para aprobar
- ✓ El tercer cuello de botella que se presenció fueron en las Plantas tanto la de Guadalajara con un total de 1540 pedidos en cola como la de Raleigh con 1080 pedidos para las eOrder. Para las Ordenes Directas los pedidos en cola fueron de 900 y 600 respectivamente

Escenarios Alternativos Propuestos

Dados los antecedentes anteriores se diseñaron los experimentos, se corrieron y se pudo concluir lo siguiente:

a) Experimento 1

- → Se aumentó el tiempo de los responsables tanto para las aprobaciones de la eOrder como para las aprobaciones de la Orden Directa. Todos los responsables de la eOrder dedicarán un horario de trabajo de dos días a la semana media mañana y el resto de la semana trabajarán de la manera como lo viene haciendo, es decir, le dedican media hora en la mañana y media hora en la tarde los cinco días a la semana. Mientras que los responsables de la Orden Directa trabajaran dos horas diarias en la mañana
- → Se aumentó la capacidad de las plantas de Raleigh y Guadalajara de 30 y 15 servidores y opciones diarios a 70 y 90 respectivamente. Al realizar este cambio se observó la formación de nuevos "cuellos de botellas" como lo fueron colas para el traslado Miami-Venezuela, y colas el responsable del CIR

→ Como resultado de la variación que se le realizó al modelo, se aumentó la capacidad del avión Miami-Venezuela de 35 servidores y/o opciones tres veces a la semana a 45 servidores y/o opciones, de manera tal de disminuir las colas en los nuevos "cuellos de botellas"

→ El responsable de realizar el documento de despacho CIR, trabajará dos días a la semana media mañana y el resto de la semana trabajará media hora en la mañana y media hora en la tarde los cinco días a la semana

Los resultados simulados fueron los siguientes:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	3.185	953	967	1.920	60
Orden Directa	1.212	343	345	688	57

Tabla 12: *Cantidad de pedidos emitidos y recibidos por los clientes experimento 1*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	26	91	183
	Interior del País	28	89	183
Orden Directa	Área Metropolitana	28	93	185
	Interior del País	33	94	185

Tabla 13: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega experimento 1*

Observaciones:

✓ Las colas de pedidos de eOrder en las plantas de Raleigh y Guadalajara fueron de 1300 y 820. Mientras que para el caso de las Orden Directa fueron de 260 y 260 pedidos respectivamente

✓ Las colas de los pedidos eOrder en los traslados de Guadalajara Miami tuvieron un valor máximo de 70 mientras que para las Ordenes Directas fueron de 50 pedidos

- ✓ Los traslados de equipos de Miami a Venezuela presentaron grandes niveles de cola de 560 y 160 pedidos para las eOrder y Ordenes Directas respectivamente

b) Experimento 2

- → Continuación del experimento 1, pero cambia los horarios de salidas del avión Miami-Venezuela de tres veces a la semana a todos los días, con la misma capacidad de 45 servidores y/o opciones
- → En vista de las amplias colas para los traslados Miami-Venezuela, se aumentó la capacidad del avión Guadalajara-Miami a 55 servidores, con los mismos horarios de salidas estipulados en la actualidad, es decir, miércoles, viernes y domingos

Los resultados simulados fueron los siguientes:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	3.677	1.163	1.133	2.296	62
Orden Directa	1.234	366	400	766	62

Tabla 14: *Cantidad de pedidos emitidos y recibidos por los clientes experimento 2*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	27	90	189
	Interior del País	24	87	186
Orden Directa	Área Metropolitana	30	87	188
	Interior del País	32	86	190

Tabla 15: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega experimento 2*

Observación:

- ✓ Las colas de los pedidos para ser traslados de Miami a Venezuela bajaron significativamente a 70 y 20 para las eOrder y Órdenes Directas respectivamente

c) Experimento 3

→ Todos los responsables de las aprobaciones de la eOrder trabajan toda la mañana. Los responsables de de las aprobaciones de la Orden Directa permanecen con los horarios de trabajos estipulados en el experimento 1 y 2

→ La capacidad de las plantas de Guadalajara y Raleigh se aumentó a 180 y 240 servidores y opciones respectivamente

→ La capacidad del avión que van desde Guadalajara-Miami fue de 40 servidores diarios mientras que desde Miami-Venezuela fue de 60 pedidos de servidores y/o opciones diarios respectivamente

→ El horario de trabajo del responsable de coordinar el despacho fue de todo el día los cinco días de la semana

Los resultados simulados fueron los siguientes:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	3.384	1.673	1.706	3.379	98
Orden Directa	1.148	515	498	1.013	88

Tabla 16: *Cantidad de pedidos emitidos y recibidos por los clientes experimento 3*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	21	32	48
	Interior del País	22	33	49
Orden Directa	Área Metropolitana	25	61	99
	Interior del País	27	62	99

Tabla 17: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega experimento 3*

Observaciones:

✓ La planta de Guadalajara presentó cola de hasta 270 servidores y la planta de Raleigh hasta 190 opciones para el caso de las eOrders. En lo que respecta a las Ordenes Directas los valores fueron de 20 y 9 respectivamente

- ✓ Los traslados de Miami a Venezuela presentaron cola de hasta 57 pedidos para las eOrders y 15 pedidos para la Ordenes Directas
- ✓ Durante toda la corrida el responsable 1 presenció una cola de aprobaciones de un valor máximo de 30, mientras que el resto de los responsables de las aprobaciones de las eOrders tuvieron un valor máximo de 6 pedidos
- ✓ El responsable 5 de las aprobaciones de las Ordenes Directas presenció una cola de aprobaciones de un valor máximo de 130 pedidos, mientras que el resto de los responsables fue de 10 pedidos el valor máximo

7.2.2. CASO 2: *Disminución de la Demanda*

Al disminuir la demanda se observaron los siguientes resultados:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje en cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	42	20	22	42	100
Orden Directa	8	5	3	8	100

Tabla 18: *Cantidad de pedidos emitidos y cantidad de pedidos recibidos por los clientes*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	23	32	39
	Interior del País	24	33	41
Orden Directa	Área Metropolitana	32	37	44
	Interior del País	36	39	46

Tabla 19: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega en disminución demanda*

Observaciones:

- ✓ No se presentan "cuellos de botella" en ninguno de los eslabones de la cadena de suministro
- ✓ Los responsables de las aprobaciones y la persona encargada de generar el documento de despacho generan tiempo ocioso que puede ser utilizado en otras áreas

- ✓ Las capacidades de las plantas, camiones y aviones son bastantes elevadas para los pocos pedidos que llegan

Escenarios Alternativos Propuestos

a) Experimento 4

- → A los responsables de aprobar las eOrder se les disminuyó su horario de trabajo a 30 minutos durante todas las mañanas y los aprobadores correspondientes a las órdenes directas se les asignó realizar la tarea, durante 3 minutos, los días Lunes, Martes y Miércoles en la mañana
- → La capacidad de la planta fue reducida de 15 a 5 equipos en la planta de Guadalajara y 30 a 20 equipos en la planta de Raleigh
- → Se asignó una capacidad de 30 equipos para los camiones que se trasladan de Raleigh a Miami y una capacidad de 20 para los camiones que se dirigen de la aduana al almacén de la empresa; a diferencia de la situación actual los cuales poseen una capacidad de 40 y 30 respectivamente
- → Los aviones que transportan el pedido de Guadalajara a Miami y de Miami a Venezuela presentaron una reducción en la capacidad de 35 a 15 productos y días de salida Miércoles, Viernes y Domingo
- → La persona responsable del CIR dedica 1 hora todos los días de la semana a generar los documentos de despacho

Los resultados simulados fueron los siguientes:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	32	14	18	32	100
Orden Directa	8	3	5	8	100

Tabla 20: *Cantidad de pedidos emitidos y recibidos por los clientes experimento 4*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	27	32	39
	Interior del País	26	32	40
Orden Directa	Área Metropolitana	38	43	47
	Interior del País	41	43	47

Tabla 21: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega experimento 4*

b) Experimento 5

→ El horario de trabajo para los responsables de la eOrder es de 30 minutos en la mañana los días Lunes, Miércoles y Viernes, a diferencia de los responsables de las órdenes directas, los cuales dedican 30 minutos en la mañana únicamente los días Lunes

→ Las capacidades de las plantas se conservan como en el experimento 4 con un valor de 5 equipos para la planta de Guadalajara y de 20 para la planta de Raleigh

→ El traslado de los equipos de Raleigh a Miami y de la aduana al almacén conservan las capacidades de 30 y 20 respectivamente realizadas en el experimento 4

→ Los aviones con destino de Miami a Venezuela tienen una capacidad de transportar 15 equipos los días Miércoles

→ Los vuelos con destino Guadalajara-Miami se cambiaron para los días Miércoles con una capacidad en cada vuelo de 10 servidores

→ Las personas encargadas de la realización del CIR cuentan con 30 minutos los días lunes en la mañana.

Con los cambios realizados anteriormente se obtuvo lo siguiente:

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje de cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	39	18	21	39	100
Orden Directa	10	4	6	10	100

Tabla 22: *Cantidad de pedidos emitidos y recibidos por los clientes experimento 5*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	45	58	74
	Interior del País	58	63	69
Orden Directa	Área Metropolitana	33	44	66
	Interior del País	36	50	71

Tabla 23: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega experimento 5*

Observaciones generales para ambos experimentos:

- ✓ El tiempo utilizado en los experimentos 4 y 5 por los responsables de la eOrder y Orden Directa son menores a los iniciales, se presentan valores bajos de 3 a 4 aprobaciones en cola por día
- ✓ Las capacidades correspondientes a las plantas, camiones y aviones que trasladan los servidores y opciones requeridos por el cliente siguen sin presentar "cuello de botella"

Ver Tabla resumen.

7.2.3. Comparación Estadística de Escenarios

Una vez conocidos los distintos tiempos de ciclos de pedidos promedios para los diferentes experimentos de acuerdo a cada tipo de pedido, se establecieron pruebas de hipótesis para corroborar cual de estos experimentos cumplían con tiempo de ciclo de pedido menores o iguales a los establecidos actualmente, de manera tal de poder contribuir significativamente al proceso.

	Pedido	Configuración
Situación Actual	eOrder/Orden Directa	- Horario Responsables de eOrder: - Toda la semana 30min en la mañana y 30min en la tarde - Horario Responsables de Orden Directa: - Toda la semana 30min en la mañana y 30min en la tarde - Capacidad de Planta Raleigh 30 opciones - Capacidad de Planta Guadalajara 15 servidores - Capacidad camión Raleigh-Miami 40 opciones - Capacidad camión aduana-almacén 30 equipos - Capacidad Avión Guadalajara-Miami y Miami-Venezuela 35 servidores y/opciones Miércoles, Viernes y Domingo - Horario Responsable CIR: - Todos los días 3 horas en la mañana y 3 horas en la tarde
Experimento 1	eOrder/Orden Directa	- Horario Responsables de eOrder: - 2 días a la semana 30min en la mañana, - Resto de la semana 30min en la mañana y 30min en la tarde - Horario Responsables de la Orden Directa: - 2 horas diarias en la mañana - Capacidad de Planta Raleigh 70 opciones - Capacidad de Planta Guadalajara 90 servidores - Capacidad Avión Miami-Venezuela 45 servidores y/opciones Miércoles, Viernes y Domingo - Horario Responsable CIR: - 2 días a la semana 30min en la mañana, - Resto de la semana 30min en la mañana y 30min en la tarde
Experimento 2	eOrder/Orden Directa	- Horario Responsables de eOrder: - 2 días a la semana 30min en la mañana, - Resto de la semana 30min en la mañana y 30min en la tarde - Horario Responsables de la Orden Directa: - 2 horas diarias en la mañana - Capacidad de Planta Raleigh 70 opciones - Capacidad de Planta Guadalajara 90 servidores - Capacidad Avión Guadalajara-Miami 55 servidores Miércoles, Viernes y Domingos - Capacidad Avión Miami-Venezuela 35 servidores y/opciones todos los días de la semana - Horario Responsable CIR: - 2 días a la semana 30min en la mañana, - Resto de la semana 30min en la mañana y 30min en la tarde
Experimento 3	eOrder/Orden Directa	- Horario Responsables de eOrder: - Trabajan toda la mañana - Horario Responsables de la Orden Directa: - 2 horas diarias en la mañana - Capacidad de Planta Raleigh 240 opciones - Capacidad de Planta Guadalajara 180 servidores - Capacidad Avión Guadalajara-Miami 40 servidores todos los días de la semana - Capacidad Avión Miami-Venezuela 60 servidores y/opciones todos los días de la semana - Horario Responsable CIR: - 8 horas diarias
Experimento 4	eOrder/Orden Directa	- Horario Responsables de eOrder: - Todos los días de la semana 30min en la mañana - Horario Responsables de la Orden Directa: - 3min los días Lunes, Martes y Miércoles - Capacidad de Planta Raleigh 20 opciones - Capacidad de Planta Guadalajara 5 servidores - Capacidad Avión Guadalajara-Miami y Miami-Venzuela 15 servidores Miércoles, Viernes y Domingo - Capacidad camión Raleigh-Miami 30 equipos - Capacidad camión Aduana-Almacén 20 equipos - Horario Responsable CIR: - 1 hora todos los días de la semana
Experimento 5	eOrder/Orden Directa	- Horario Responsables de eOrder: - Lunes, Miércoles y Viernes 30min en la mañana, - Horario Responsables de la Orden Directa: - Lunes 30min en la mañana - Capacidad de Planta Raleigh 20 opciones - Capacidad de Planta Guadalajara 5 servidores - Capacidad Avión Guadalajara-Miami 55 servidores Miércoles, Viernes y Domingos - Capacidad camión Raleigh-Miami 30 equipos - Capacidad camión Aduana-Almacén 20 equipos - Capacidad Avión Miami-Venezuela 15 equipos días Miércoles - Capacidad Avión Guadalajara-Miami 10 servidores días Miércoles - Horario Responsable CIR: - Lunes 30min en la mañana

Tabla 24: *Tabla Resumen de las Configuraciones de la Cadena en la Situación Actual y en los diferentes Experimentos (eOrder y Orden Directa)*

	Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos	Total Pedidos Recibidos	Porcentaje de Cumplimiento de la Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
Situación Actual	eOrder	Área Metropolitana	458	200	412	90	25	46	91
		Interior del País		212			23	47	91
	Orden Directa	Área Metropolitana	156	64	128	82	32	52	92
		Interior del País		64			41	64	87
Caso 1: Aumento Significativo de la Demanda									
Experimento 1	eOrder	Área Metropolitana	3.185	953	1.920	60	26	91	183
		Interior del País		967			28	89	183
	Orden Directa	Área Metropolitana	1.212	343	688	57	28	93	185
		Interior del País		345			33	94	185
Experimento 2	eOrder	Área Metropolitana	3.677	1163	2.296	62	27	90	189
		Interior del País		1133			24	87	186
	Orden Directa	Área Metropolitana	1.234	366	766	62	30	87	188
		Interior del País		400			32	86	190
Experimento 3	eOrder	Área Metropolitana	3.384	1673	3.379	98	21	32	48
		Interior del País		1706			22	33	49
	Orden Directa	Área Metropolitana	1.148	515	1013	88	25	61	99
		Interior del País		498			27	62	99
Caso 2: Disminución Significativo de la Demanda									
Experimento 4	eOrder	Área Metropolitana	32	14	32	100	27	32	39
		Interior del País		18			26	32	40
	Orden Directa	Área Metropolitana	8	3	8	100	38	43	47
		Interior del País		5			41	43	47
Experimento 5	eOrder	Área Metropolitana	39	18	39	100	45	58	74
		Interior del País		21			58	63	69
	Orden Directa	Área Metropolitana	10	4	10	100	33	44	66
		Interior del País		6			36	50	71

Tabla 25: *Tabla Resumen de los Resultados en los Diferentes Experimentos (eOrder y Orden Directa)*

Prueba	Hipótesis
Prueba 1	**Ho:** Media experimento ≤ Media modelo original **H1:** Media experimento > Media modelo original
Prueba 2	**Ho:** Media experimento ≤ Media modelo original **H1:** Media experimento > Media modelo original
Prueba 3	**Ho:** Media experimento ≤ Media modelo original **H1:** Media experimento > Media modelo original
Prueba 4	**Ho:** Media experimento ≤ Media modelo original **H1:** Media experimento > Media modelo original
Prueba 5	**Ho:** Media experimento ≤ Media modelo original **H1:** Media experimento > Media modelo original

Tabla 26: *Prueba de Hipótesis para los diferentes experimentos*

La comparación estadística de escenarios se realizó con el uso también de la herramienta Minitab, mediante pruebas de hipótesis estadísticas empleando el método no paramétrico Mann-Whitney. Se utilizó un nivel de significación de 5% y la siguiente prueba de hipótesis (ver anexo XIII-XVII):

$H_o: \mu_S \leq \mu_R$ $H_1: \mu_S > \mu_R$

μ_R: Media Real
μ_S: Media Simulada

En resumen:

	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 3	Experimento 4	Experimento 5
eOrder Metropolitana	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Acepto Ho	Acepto Ho	Acepto Ho
eOrder Interior País	Acepto Ho	Acepto Ho	Acepto Ho	Acepto Ho	Acepto Ho
OD Metropolitana	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Acepto Ho	Rechazo Ho	Acepto Ho
OD Interior	Rechazo Ho	Rechazo Ho	Acepto Ho	Rechazo Ho	Acepto Ho

Tabla 27: *Respuesta de las Pruebas de Hipótesis para los diferentes experimentos por tipo de pedido*

Los cambios en la configuración de la cadena de suministro de los experimentos 3 y 5 son los que garantizan tiempos de ciclo de pedido iguales o inferiores a los tiempos dispuestos por la empresa a pesar de una alta demanda, y con una utilización razonable de los recursos para el caso de una demanda baja.

7.2.4. Configuración de la Cadena de Suministro Propuesta (eOrder y O.D)

Considerando los resultados obtenidos de la comparación estadística de los diferentes escenarios que contemplan variaciones en la cadena, al aumentar y disminuir significativamente la demanda, se configuraron cambios en la misma buscando un equilibrio entre las configuraciones de los experimentos 3 y 5, que contemplan las siguientes premisas:

- → Responder a los clientes según los tiempos estipulados por la empresa, es decir, de 45 a 60 días, a fin de efectuar la entrega a tiempo aún cuando la demanda sea alta
- → La capacidad ociosa de los procesos de la cadena sea la menor posible en situaciones de demanda baja
- → Capacidades de las plantas y medios de transporte acoplados a valores viables
- → Disminución de los "cuellos de botellas" a lo largo de la cadena
- → Colas de espera bajas en los diferentes recursos

Los cambios planteados son los siguientes:

Cambios	Valor Actual	Valor Propuesto
Horario de Responsables eOrder y CIR	- De Lunes a Viernes 30min en la mañana y 30min en la tarde	- Lunes y Jueves 4 horas en la mañana - Martes, Miércoles y Viernes 30min en la mañana y 30min en la tarde
Horario de Responsables Orden Directa	- De Lunes a Viernes 1hora y 30min en la mañana	- De Lunes a Viernes 3 horas diarias
Horario y Capacidad Avión Guadalajara-Miami	- Miércoles, Viernes y Domingos. Capacidad 35 equipos	- Miércoles, Viernes y Domingos. Capacidad 55 equipos
Horario y Capacidad Avión Miami-Venezuela	- Miércoles, Viernes y Domingos. Capacidad 35 equipos	- Todos los Días. Capacidad 45 equipos
Capacidad de la Planta de Guadalajara	- Capacidad de 15 Servidores	- Capacidad de 120 Servidores
Capacidad de la Planta de Raleigh	- Capacidad de 30 Opciones	- Capacidad de 130 Opciones

Tabla 28: *Cambios Propuestos en la Cadena de Suministro*

Tipo de Pedido	Cantidad de Pedidos Emitidos	Cantidad de Pedidos Recibidos			Porcentaje en cumplimiento de la Entrega
		Área Metropolitana	Interior del País	Total	
eOrder	3.733	1.455	1.445	2.900	78
Orden Directa	1.204	476	444	920	76

Tabla 29: *Cantidad de pedidos emitidos y recibidos por los clientes en Cadena Propuesta*

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
eOrder	Área Metropolitana	24	57	130
	Interior del País	25	58	131
Orden Directa	Área Metropolitana	26	60	146
	Interior del País	29	60	150

Tabla 30: *Tiempo de Ciclo del Pedido por Zona de Entrega en Cadena Propuesta*

La configuración de la cadena planteada anteriormente ofrece altos porcentajes en el cumplimiento de las entregas tanto para los pedidos destinados al interior del país como para los destinados al área metropolitana. Los tiempos promedios de entregas se encuentran dentro de los tiempos estimados por la empresa, por lo cual, se propone tal configuración para aumentar la eficiencia de la misma ante cambios inesperados (anexo XVIII-XIX).

7.3. Comportamiento de la Cadena de Suministro Actual para Pedidos FOM

A partir de la realización de la simulación se obtuvo el siguiente resultado proveniente del comportamiento actual de la cadena de suministro para los pedidos realizados para inventario, analizando la cantidad de productos què son almacenados en inventario al final de cada trimestre (anexo XX)

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	40	21	19	14	16	75
Opción	137	108	96	97	121	75

Tabla 31: *Cantidades de Inventario por Trimestre situación actual*

De igual manera se presentan los tiempos de ciclo de pedido hasta el almacén, para los servidores y las opciones de la cadena de suministro actual de la empresa:

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
FOM para Servidor	Almacén	77	120	157
FOM para Opción		50	80	100

Tabla 32: *Tiempo de Ciclo del Pedido hasta el Almacén para FOM*

Una de las variables de gran importancia a tomar en cuenta es el análisis de la cadena de suministro ante los cambios imprevistos de los procesos de CADIVI, lo cual advierte como puede afectar en los tiempos de respuesta la llegada del producto en el almacén. El análisis se basó en èl aumento en los tiempos de proceso de CADIVI, tres veces los valores actuales, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Tipo de Pedido	Zona de Entrega	Tiempo de Entrega (Días)		
		Mínimo	Promedio	Máximo
FOM para Servidor	Almacén	102	123	139
FOM para Opción		90	113	143

Tabla 33: *Efectos del aumento de tiempos de CADIVI en el tiempo de ciclo del pedido para FOM*

7.4. Diseño de Experimentos pára el Sistema halar de la Cadena de Suministro del Servidor xSeries (FOM)

El análisis del FOM fue basado en una serie de experimèntos que permitieron determinar los cambios en los niveles de inventario cuando existía un mayor o menor porcentaje de requerimiento por parte del cliente, de manera tal de contar en todo momento con niveles óptimos que garanticen la entrega de productos ante cambios bruscos de la demanda y de evitar manejar niveles superiores a los requeridos.

Para la realización de los experimentos se aumentó cinco veces su valor actual, desde 40 servidores a 200 servidores por cada FOM emitido por trimestre y para el caso

de las opciones de 137 a 685, seguidamente se disminuyó cinco veces su valor actual de 8 en el caso de los servidores y 27 para el caso de las opciones. Para cada uno de los casos se analizó la posibilidad de aumentar a un 95% las cantidades que salen de inventario a diferencia de su valor inicial de 75% y también de disminuir a un 25% las cantidades que salen por concepto de inventario.

A continuación se presentan los experimentos realizados:

7.4.1. CASO 1: *Mantener Porcentaje Actual de Equipos despachados*

Escenarios Alternativos Propuestos

a) Experimento 1

→ Se aumentó cinco veces el valor actual de equipos pedidos por FOM

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	200	61	59	53	56	75
Opción	685	245	233	234	258	75

Tabla 34: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 1*

b) Experimento 2

→ Disminuyendo cinco veces la cantidad actual de FOM

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	8	13	11	5	8	75
Opción	27	80	69	69	94	75

Tabla 35: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 2*

Los datos obtenidos gráficamente pueden ser observados en el anexo XX

7.4.2. CASO 2: *Disminución del Porcentaje Actual de Equipos despachados*

Escenarios Alternativos Propuestos

a) Experimento 3

→ Cantidades actuales pedidas por FOM

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	40	63	57	40	48	25
Opción	137	324	290	291	364	25

Tabla 36: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 3*

b) Experimento 4

→ Aumentando cinco veces el valor actual de los equipos pedidos por FOM

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	200	183	177	160	168	25
Opción	685	735	701	702	775	25

Tabla 37: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 4*

c) Experimento 5

→ Se disminuye cinco veces el valor actual del porcentaje de equipos despachados

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	8	39	33	16	24	25
Opción	27	241	207	208	282	25

Tabla 38: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 5*

Ver anexo XXI para detallar los gráficos correspondientes

7.4.3. CASO 3: *Aumento del Porcentaje Actual de Equipos despachados*

Escenarios Alternativos Propuestos

a) Experimento 6

→ Manteniendo los valores actuales de pedido para el FOM

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	40	4	3	2	3	95
Opción	137	21	19	19	24	95

Tabla 39: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 6*

b) Experimento 7

→ Aumentando el número de pedido

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	200	12	11	10	11	95
Opción	685	49	46	46	51	95

Tabla 40: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 7*

c) Experimento 8

→ Disminuyendo el número de pedidos por FOM

Equipo	Cantidades por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados (%)
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	
Servidor	8	2	2	1	1	95
Opción	27	16	13	13	18	95

Tabla 41: *Cantidades de Inventario por Trimestre Experimento 8*

La representación gráfica de los valores obtenidos puede ser observada en el anexo XXII.

Sólo fue posible recolectar data histórica del pedido para inventario (FOM) del año 2004, en el cual se pueden realizar cuatro pedidos de FOM, por tal motivo no se pudieron ajustar los experimentos realizados con herramientas estadísticas, ya que para emplear este tipo de análisis son necesarias muestras poblacionales más grandes a las obtenidas.

	Equipo	Configuración
Situación Actual	Servidor/Opción	- Porcentaje de Equipos Despachados: 75% - Cantidades pedidos por FOM: - 40 Servidores - 137 Opciones
Experimento 1	Servidor/Opción	- Porcenaje de Equipos Despachados: 75% - Se aumentó 5 veces el valor actual de equipos pedidos por FOM: - 200 Servidores - 685 Opciones
Experimento 2	Servidor/Opción	- Porcenaje de Equipos Despachados: 75% - Se disminuyó 5 veces el valor actual de equipos pedidos por FOM: - 8 Servidores - 27 Opciones
Experimento 3	Servidor/Opción	- Porcenaje de Equipos Despachados: 25% - Cantidades Actuales pedidas por FOM: - 40 Servidores - 137 Opciones
Experimento 4	Servidor/Opción	- Porcenaje de Equipos Despachados: 25% - Se aumentó 5 veces el valor actual de equipos pedidos por FOM: - 200 Servidores - 685 Opciones

	Equipo	Configuración
Experimento 5	Servidor/Opción	- Porcenaje de Equipos Despachados: 25% - Se disminuyó 5 veces el valor actual de equipos pedidos por FOM: - 8 Servidores - 27 Opciones
Experimento 6	Servidor/Opción	- Porcentaje de Equipos Despachados: 75% - Cantidades pedidos por FOM: - 40 Servidores - 137 Opciones
Experimento 7	Servidor/Opción	- Porcenaje de Equipos Despachados: 95% - Se aumentó 5 veces el valor actual de equipos pedidos por FOM: - 200 Servidores - 685 Opciones
Experimento 8	Servidor/Opción	- Porcenaje de Equipos Despachados: 95% - Se disminuyó 5 veces el valor actual de equipos pedidos por FOM: - 8 Servidores - 27 Opciones

Tabla 42: *Tabla Resumen de las Configuraciones de la Cadena en la Situación Actual y en los diferentes Experimentos (FOM)*

	Equipo	Cantidad por FOM	Niveles de Inventario				Porcentaje de equipos Despachados
Situación Actual	Servidor	40	21	19	14	16	75
	Opción	137	108	96	97	121	75
	Caso 1: Mantener el Porcentaje Actual de Equipos Despachados						
Exp. 1	Servidor	200	61	59	53	56	75
	Opción	685	245	233	234	258	75
Exp. 2	Servidor	8	13	11	5	8	75
	Opción	27	80	69	69	94	75
	Caso 2: Disminución del Porcentaje Actual de Equipos Despachados						
Exp. 3	Servidor	40	63	57	40	48	25
	Opción	137	324	290	291	364	25
Exp.4	Servidor	200	183	177	160	168	25
	Opción	685	735	701	702	775	25
Exp.5	Servidor	8	39	33	16	24	25
	Opción	27	241	207	208	282	25
	Caso 3: Aumento del Porcentaje Actual de Equipos Despachados						
Exp. 6	Servidor	40	4	3	2	3	95
	Opción	137	21	19	19	24	95
Exp. 7	Servidor	200	12	11	10	11	95
	Opción	685	49	46	46	51	95
Exp. 8	Servidor	8	2	2	1	1	95
	Opción	27	16	13	13	18	95

Tabla 43: *Tabla Resumen de los Resultados en los Diferentes Experimentos (FOM)*

7.4.4. Configuración de la Cadena de Suministro Propuesta (FOM)

Con los resultados que se observan en los experimentos anteriores, al aumentar y disminuir los porcentajes de productos que salen de inventario, como también las cantidades que pueden ser ordenadas en cada FOM se proponen los siguientes cambios de manera de optimizar los pedidos que deben realizarse para inventario de acuerdo a la demanda existente en el momento.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- ✓ En el manejo de la situación actual en donde el 75% de los productos que llegan para inventario son despachados en cada trimestre, la situación recomendada consta en reducir las cantidades pedidas en el FOM de 40 servidores a 8 servidores y de 137 opciones a 27, ya que al observar los resultados de las tablas correspondiente al primer experimento estos son los valores más bajos que permiten contar con cantidades suficientes para responder a los clientes y de igual manera evitar tener una gran cantidad de equipos que por ser productos tecnológicos cambian muy rápidamente
- ✓ El caso en el cual se presenta una reducción a un 25% de cantidades solicitadas, los pedidos que deben realizarse para el FOM deben ser como en el caso anterior de 8 servidores y 27 opciones. Si se observan los otros dos casos los niveles de inventario son muy elevados para las cantidades que usualmente son requeridas por los clientes
- ✓ Si se presentara un aumento en las cantidades despachadas de un 95%, el pedido solicitado en el FOM debe ser significativamente mayor, aumentando de 40 servidores a 200 y en el caso de las opciones de 137 requeridas actualmente a 685, para garantizar tener niveles óptimos de inventario

8 Análisis de Resultados (Discusión General)

8.1 Casos de procesos automatizados.

8.1.1 Estabilidad en la respuesta

A pesar que en Venezuela sean casi inexistentes los casos de procesos manufactureros altamente automatizados, el estudio incluyó algunos que pueden considerarse automatizados o medianamente automatizados, en los cuales el componente de mano de obra no es la variable crítica a la hora de determinar la respuesta de amortiguación del efecto latigazo. Es obvio que un proceso automatizado, que goza de una planificación saludable y responde a un mercado con demanda estable o con incrementos marginales predecibles, tiende a ser un proceso cuya respuesta, en términos de tiempos de espera, tiende a ser estable. Sin embargo en Venezuela la demanda en la mayoría de los mercados tiende a no ser estable, con incremento y decrementos marginales poco predecibles, y sujeta a los vaivenes de una economía subdesarrollada, y a políticas gubernamentales compulsivas, muchas veces desmedidas y/o carentes de una planificación adecuada.

En un panorama como el anterior, los procesos automatizados estudiados, demuestran ser muy rígidos a la hora de adecuarse a las fuerzas externas a las que tienen que hacer frente. La estabilidad en la respuesta, que en condiciones normales, debería ser una fortaleza, se vuelve una debilidad peligrosa, tomando en cuenta que estos son procesos amarrados fuertemente al uso eficiente de su capacidad instalada y a retornos de la inversión perentorios, son "máquinas" de alto rendimiento que al ser empujadas o haladas fuera de sus márgenes de maniobra simplemente se vuelven tan ineficientes que, en ciertos casos, es preferible paralizar la producción que intentar seguir a la demanda.

En sistemas estables debido a su automatización, el surgimiento de un efecto latigazo puede ser absorbido con cierta facilidad, siempre que el porcentaje de capacidad instalada utilizada no se ubique en niveles críticos (90% - 100%) o supercríticos (más del 100%), si esto último sucede, el proceso se apalancará fuertemente en el mantenimiento de las máquinas que integran las líneas de producción, volviéndose éste en el factor crítico de amortiguación del efecto latigazo y de la vuelta a la estabilidad de los tiempos de entrega. Si el mantenimiento sufre de fallas en la planificación, o en los tiempos de respuesta, el efecto latigazo simplemente demostrará una amortiguación momentánea, sobreviniendo

poco tiempo después y generando una "resaca" todavía mayor, estresando aún más la capacidad instalada y produciendo el descalabro de la línea de producción, en cuyo caso a la empresa no le quedará otro remedio que separarse de la demanda, de manera de eliminar el estímulo del efecto latigazo, volver a niveles normales de uso de la capacidad instalada y tolerar la consiguiente pérdida de margen de mercado.

Si por el contrario, un sistema automatizado estable, se consigue con tener que hacer frente a una demanda pobre y en disminución, que conlleva al uso intermitente de porcentajes bajos de capacidad instalada y de reducción de costos en mantenimiento, sufrirá tarde o temprano de un efecto latigazo producido por un estímulo inverso (demanda muy por debajo de la demanda de diseño), pero con los mismos síntomas y posibles consecuencia del efecto latigazo tradicional. Ante este panorama, los casos estudiados demostraron la inviabilidad de seguir produciendo en esas condiciones, siendo mejor parar la línea y minimizar el daño, a la espera de mejores condiciones en el mercado. En algunos casos esto conlleva la desaparición momentánea o definitiva del margen de mercado, en otros (caso de las transnacionales), se apoyan en líneas de producción establecidas en el extranjero de tal manera de no perder su presencia en el mercado, con el consiguiente cambio en precios y/o tiempos de entrega.

8.1.2 Automatización y sistema "pull"

En Venezuela los procesos de manufactura y/o logísticos automatizados y estables tienden a no adoptar este sistema, porque los amarra peligrosamente a los vaivenes de la demanda, haciendo prácticamente imposible enfrentar un eventual efecto latigazo, sin embargo existen sus excepciones, en los casos de bienes suntuarios (vehículos automotrices) o en el caso de empresas de servicio (analizadas más abajo). En algunos casos estudiados, en momentos de baja demanda, la empresa ha decidido poner la línea a trabajar "bajo pedido", en un esfuerzo, algunas veces exitoso, de amortiguar un efecto latigazo de estímulo inverso. Los casos estudiados que experimentaron esta transformación momentánea, sólo tuvieron éxito en tiempos cortos y completamente dependientes de la flexibilidad del cliente en cuanto a tolerancia en los tiempos de entrega y/o calidad del producto, que es una variable cultural que genera una elasticidad de la demanda que se podría calificar como artificial.

Algunos casos ya establecidos de procesos automatizados con sistema "pull" en Venezuela, han sido básicamente impulsados por una baja oferta del bien ante aumentos compulsivos en la demanda, causados primordialmente por un mejoramiento aparente del

entorno macroeconómico y un aumento del gasto público gubernamental que causa una mejora compulsiva y coyuntural en la microeconomía del venezolano; es el caso de las ensambladoras de vehículos[5] que en los últimos tiempos, por motivos fuertemente ligados al financiamiento de sus producciones, han tenido que adaptarse a sistemas de tipo "pull", apalancando la amortiguación del efecto latigazo con la tolerancia, que el consumidor venezolano de vehículos demuestra tener, al tiempo de entrega, y muchas veces, a la calidad y fidelidad al pedido que manifiestan las ensambladoras venezolanas.

De esta manera, queda demostrado que el uso del sistema "pull" en procesos automatizados en Venezuela, sólo es posible gracias a la presencia de la variable cultural asociada a un mercado poco exigente, acostumbrado a sistemas monopólicos u oligopolicos, que ejercen una fuerza definitiva sobre el cliente, amortiguando artificialmente un efecto latigazo, que en otras latitudes sería fatal.

8.1.3 Automatización y sistema "push"

Exactamente por el contrario de las razones expuestas arriba, las empresas con procesos automatizados prefieren trabajar bajo el sistema "push", manteniendo un cierto control sobre sus inventarios finales y un aceptable nivel de planificación de su producción y los inventarios de materia prima. Obviamente, este sistema requiere de un empuje de mercadeo adecuado y una muy buena estimación a la hora de generar los pronósticos de venta. Lamentablemente, en un porcentaje relativamente alto (cercano al 60%) de los casos estudiados, las estimaciones asociadas a los pronósticos de ventas tienden a ser poco acertadas, o por lo menos requieren de ajustes periódicos demasiado cercanos como para que el pronóstico se constituya en una verdadera herramienta de planificación de la producción. Sin embargo, éste es un punto más fácil de manejar internamente que el del seguimiento de la demanda en un sistema "pull", además con un adecuado sistema de planificación financiera, la empresa logra mantener los niveles de inventario aceptables que amortiguan los efectos latigazo causados por una sobre demanda, basta con financiar, producir y almacenar la suficiente cantidad de producto terminado que cubra el tiempo de rotación de inventario igual al tiempo de reestimación del pronóstico, de tal manera de estar siempre un paso adelante de la posible aparición y subsecuente amortiguación de un efecto latigazo.

[5] Hasta los momentos Ven-Probe no ha tenido una ensambladora como caso de estudio, pero el caso Brigestone (principal proveedor de las grandes ensambladoras en Venezuela) permitió obtener datos de funcionamiento y comportamiento de las líneas y mercados de las ensambladoras en Venezuela.

Por consiguiente las variables importantes a tomar en cuenta cuando un proceso automatizado trabaja con sistema "push" son: Una adecuada planificación de inventario, suficiente músculo financiero, suficiente capacidad instalada y buen mantenimiento; toda una serie de variables internas propias del proceso mucho más controlables que las que intervienen en el caso anterior.

8.1.4 Actualización vs. Rezago tecnológico.

Cuando se habla de suficiencia en la capacidad instalada, además de cantidad de producción, se habla también de calidad y rapidez, estas variables no sólo están asociadas a las ventajas competitivas del producto en mercados cada vez más difíciles, por la baja en las barreras de entrada de competidores internacionales, sino que están también e inequívocamente asociadas a la inversión en actualización de la tecnología de producción.

En un país como Venezuela, cuya producción en tecnología de manufactura es prácticamente nula, la inversión en este rubro se hace muy onerosa, y muchas veces casi imposible, si además se agrega el ingrediente de una demanda inestable y de mercados volátiles, que no permiten planificar el retorno financiero con un horizonte más allá de la siguiente campaña electoral, el fantasma del rezago tecnológico se hace presente en casi la mayoría de los casos estudiados, excepción hecha por aquellas compañías transnacionales que han asumido el riesgo de invertir en Venezuela, mejorando o expandiendo sus líneas de producción con miras a satisfacer mercados foráneos en el área del Caribe o la región andina.

Como se dice arriba, la mayoría de los casos estudiados presentan un grado moderado a fuerte de rezago tecnológico. En una economía con rasgos marcados de subdesarrollo, la desinversión en actualización tecnológica no suena como una táctica absolutamente descabellada, después de todo, de lo que se trata es de sobrevivir más que de crecer, la simple permanencia en el mercado es suficiente alternativa a la desaparición física del producto. En cuanto al efecto latigazo, se debe decir que mientras la tecnología existente sea suficiente para sostener el embate de la demanda, y producir a niveles aceptables de tiempos de espera, el rezago tecnológico no constituirá un problema mayor. Más sin embargo, la segura entrada de competidores provenientes de países como Brasil o Argentina, pudieran indirectamente acelerar la demanda y hacer al consumidor más exigente en cuanto a calidad de producto, lo que causaría un efecto latigazo lo suficientemente grande como para dar al traste con líneas de producción antiguas e ineficientes, llevar a utilizaciones de capacidad instalada a niveles supercríticos y sacar

definitivamente al producto del mercado, mediante un efecto latigazo tan pronunciado que obligaría a la empresa a desconectarse de la demanda.

Una vez más, quizás por poco tiempo, los procesos de producción automatizados apalancan su ineficiencia con la tolerancia del consumidor venezolano en cuanto a tiempo de espera y calidad del producto. A pesar de ser esta una variable de tipo cultural, que por su propia naturaleza tiende a estar muy arraigada en el comportamiento del consumidor, se ha demostrado en otros países y en casos muy específicos en Venezuela, que una buena campaña de educación de la demanda, proveniente sobretodo de un competidor agresivo, puede revertir el efecto de esta variable generando graves problemas a los productores autóctonos.

8.1.5 Mantenimiento, una variable cultural.

En los procesos automatizados la componente cultural de la variable "mantenimiento" juega un papel de primera línea cuando se trata de amortiguar un efecto latigazo. La mayoría de los casos estudiados no posee una verdadera planificación del mantenimiento preventivo, o si la posee no se cumple. Normalmente lo urgente priva sobre lo importante, el tiempo de espera de los repuestos excede la programación de uso, los inventarios de los mismos están mal planificados o son completamente aluvionales, por consiguiente el mantenimiento preventivo no siempre se hace a tiempo, causando más fallas de las esperadas aumentando el tiempo fuera de línea de la máquina involucrada.

La componente cultural, proveniente de una época en la que era más fácil, y a veces más económico, adquirir una máquina nueva que repararla, ha hecho que la inversión en el mantenimiento todavía en Venezuela sea vista como "no productiva", y se adopte como táctica el mantener trabajando la línea "como sea" hasta sus últimas consecuencias. Además los técnicos asociados a las labores de mantenimiento normalmente no están suficientemente capacitados y tienden a "inventar", "puentear", "eliminar" y "parapetear", siempre que la máquina pueda volver a la línea. El operador no está dispuesto a ser parte del mantenimiento preventivo de la máquina y en la mayoría de los casos ni siquiera mantiene su puesto de trabajo limpio, viéndose casos en los que el operador, por falta de supervisión adecuada, opera la máquina fuera de los parámetros de funcionamiento, causando mayores fallas que redundan en tiempos de descanso remunerados para el operador.

Es obvio que el venezolano no es japonés, y que por consiguiente es difícil implantar filosofías de mantenimiento tipo TPM u otras en las que el operador y todo el

personal de planta, tanto gerencial como obrero, se vea involucrado en el buen funcionamiento de las máquinas, pero en momentos en que la reinversión en las líneas de producción es cada vez más difícil, un cambio de cultura organizacional sería de mucha ayuda. Algunas de las empresas que constituyen los casos estudiados están dando pasos positivos en la dirección de lograr un cambio de cultura organizacional, sin embargo no hay que menospreciar la extrema ingerencia de las políticas gubernamentales en el manejo del personal (inamovilidad laboral, intervención partidista en los sindicatos, leyes contrapuestas a la productividad, etc.), lo que hace mucho más difícil y oneroso un cambio de cultura organizacional.

Los tiempos fuera de servicio (down time) de las máquinas tienen un efecto directo y a veces aditivo en el tiempo de espera, siendo el mantenimiento una de las variables más importante en la amortiguación del efecto latigazo en los procesos automatizados.

8.2 Casos de procesos con un alto componente de mano de obra.

8.2.1 Flexibilidad en la respuesta

De los casos estudiados de empresas manufactureras, la mayoría presentan un alto componente de trabajo realizado por mano de obra especializada o no. En un mercado caracterizado por fluctuaciones de la demanda, muchas veces impredecibles, el componente de mano de obra vs. automatización, proporciona un grado de libertad adicional al proceso. Los casos estudiados presentan mayor flexibilidad en la respuesta ante un efecto latigazo, tanto de estímulo positivo como de estímulo negativo, el reordenamiento de la mano de obra y la posibilidad de aumentar el número del personal con una baja inversión, produce una respuesta más rápida ante un efecto impulsivo que debe ser contrarestado con rapidez. En muchos casos, la respuesta rápida ante un efecto latigazo incipiente lo minimiza o anula por completo, y seguramente previene la formación de réplicas del efecto o "resacas" producidas por respuestas desmedidas.

Sin embargo, en Venezuela, la legislación laboral, la falta de regulación en el comportamiento de los sindicatos y la existencia de contratos colectivos negociados negligentemente, mediatizan la posibilidad de maniobra apalancada en el movimiento, contratación y disposición del personal, haciendo la respuesta un tanto más lenta de la que se puede observar en otros países. Cabe destacar que el componente "capacitación" cumple un papel extremadamente importante en la rapidez de la respuesta y por consiguiente en la flexibilidad de maniobra del proceso, este fenómeno afecta con más fuerza ciertas

empresas de servicio que serán analizadas posteriormente, pero sus efectos están presente también en los procesos manufactureros, causando problemas de calidad, mantenimiento e incluso de incumplimiento de programaciones de producción o despacho. En la mayoría de los casos estudiados, la capacitación formal es dirigida mucho más al componente gerencial y al supervisorio, pero en muy pocos casos al componente obrero, para el cual se forman estructuras informales de capacitación mediante una especie de "tradición oral", que pasa de una generación a otra de trabajadores. La falta de sistematización en la capacitación del obrero, produce graves rigideces a la hora de generar movimientos en las líneas de producción y en los procesos logísticos.

Aquí es bueno mencionar la presencia de las empresas de trabajo temporal, que en los últimos tiempos, en Venezuela, han jugado un papel muy importante en proveer a las empresas de mano de obra temporal, calificada o no, generando un efecto de "colchón" que ayuda a amortiguar efectos latigazos estaciónales o que se pueden detectar a distancia, no así los indetectables o no esperados, debido a la respuesta no siempre rápida de este tipo de sistema. En este caso también cabe destacar que la aparición de nuevas legislaciones del trabajo amenazan con hacer inviable la operación de este tipo de empresas, sacando del mercado un factor que ha demostrado ser muy importante en la amortiguación de efectos latigazo en los países industrializados.

8.2.2 Inestabilidad de la respuesta

Tan importante como la flexibilidad, es la inestabilidad de la respuesta, que también presentan la mayoría de los casos estudiados con procesos de alto componente manual. El estudio no pudo aclarar con certeza cuales son las cusas exactas de dicha inestabilidad, lo cierto es que la respuesta real de los procesos difiere de la simulada, dando a entender que las condiciones de validación de los modelos cambian con el tiempo. Es también definitivo que esto se debe a una presencia masiva del componente humano en los procesos estudiados, la interacción entre curvas de aprendizaje, estabilidad laboral, fluctuaciones en la calidad del trabajo recibido del personal obrero, ambientes de trabajo y de vida del personal y toda una serie de variables sociales propias del ambiente venezolano, producen diferencias marcadas a la hora de hacerle frente a los efectos latigazos.

Esta es una característica negativa que, en Venezuela, definitivamente diferencia los procesos automatizados de los que no lo son, y es quizás una de las razones primordiales por las que las empresas son impulsadas a realizar inversiones en automatización, contra invertir más en la capacitación del personal de planta. Si se pudiera

calcular con exactitud los costos asociados a la rapidez de respuesta contra los propios de la inestabilidad, es muy probable que el balance obtenido fuera negativo al ser comparado con automatizaciones, incluso primarias, de algunos procesos.

8.2.3 Sistema "pull" vs. Sistema "push"

En los casos con procesos altamente manuales no se observa una clara tendencia a adoptar un sistema u otro, y en la mayoría de ellos existe la flexibilidad necesaria para pasar de uno a otro o para trabajar bajo el sistema "pull-push". En este sentido se genera una clara fortaleza a la hora de hacerle frente a un efecto latigazo.

La posibilidad de reordenamiento del recurso humano permite intensificar o suspender cualquier proceso logístico según haga falta para contener el embate de un efecto latigazo; permite también flexibilizar o incluso reestructurar toda una planificación de tal manera de ajustar la rotación de inventario, trabajar "just in time" o, por el contrario, con alta acumulación de inventario en proceso, redireccionar rutas de distribución, cambiar rápidamente distribuciones de planta, maximizar su control en el flujo de efectivo y ser más independiente del retorno de la inversión en activos, de tal manera de poder pasar de un sistema "pull" a uno "push", o viceversa, con ventajas competitivas apreciables contra procesos automatizados.

De esta forma la línea puede mantenerse conectada mucho más tiempo a una demanda cambiante y minimizar el riesgo de perder márgenes de mercado de sus productos, incluso a la hora de una emergencia causada por un efecto latigazo generalizado, que pudiera estar afectando a todo el mercado venezolano, una empresa con alto componente manual pudiera entrar, con muchas posibilidades de éxito, a una guerra de precios con competidores cuyas líneas sean más automatizadas, simplemente cambiando rápidamente de un sistema "pull" a uno "push"[6].

8.2.4 Capacitación, curva de aprendizaje y rotación de personal.

Ya se habló arriba sobre la importancia y el manejo que los casos estudiados dan a la variable "capacitación", esta variable está íntimamente ligada a otras dos, que a su vez están muy relacionadas, como lo son la curva de aprendizaje y la rotación de personal. Los casos estudiados, demuestran que el personal venezolano exhibe una curva de aprendizaje, en su mayoría, muy acelerada, es decir, el recurso humano aprende rápidamente y

detalladamente todo lo referente a los parámetros de funcionamiento del proceso en el que está involucrado, inclusive en los casos en los que recibe poca o nula capacitación formal.

Sin embargo, este hecho no garantiza que el proceso tenga la misma curva de aprendizaje. Cuando un proceso posee un alto grado de componente manual, la curva de aprendizaje del proceso, no la del personal, está directamente relacionada con la permanencia del personal capacitado dentro del proceso, es decir, con la rotación de personal asociado al proceso. En los casos estudiados, esta rotación es muy alta, la permanencia del personal capacitado, en la mayoría de los casos, no es suficiente como para que la curva de aprendizaje del proceso se considere desarrollada, de esta manera, el proceso nunca llega a su nivel de máximo rendimiento, produciéndose fallas asociadas con la calidad del producto, mantenimiento de las máquinas y, por supuesto, en los tiempos de espera.

Esta mezcla "cultural", muy venezolana, de rápido aprendizaje y de rápida rotación de personal, produce una significativa debilidad en los procesos altamente manuales a la hora de hacerle frente a un efecto latigazo, también es obvio que constituye una desventaja competitiva con respecto a líneas cuyos procesos son más automatizados. A pesar que lo anterior es un hecho bien conocido, en los casos estudiados, no se nota una disposición clara a disminuir la rotación en los puestos de trabajo, o "anclar" al personal con una mayor y más específica capacitación que los volviera "expertos" en un área en particular; muy probablemente esto se deba a una asociación con el nivel salarial de los trabajadores, los cuales indefectiblemente pasarían a exigir más remuneración en la medida en que fueran más capacitados, además que la empresa correría el riesgo de hacerse menos flexible en su respuesta al tener más personal "anclado" en ciertos procesos. La solución de esta ecuación no es fácil, pero la simulación de los casos demuestra que, una menor rotación de personal aunada a una mejor curva de aprendizaje de los procesos, produce mejores resultados de amortiguación de efectos latigazo no esperados tanto de estímulo positivo como de estímulo inverso.

8.2.5 Supervisión y calidad, una variable cultural

El estilo de supervisión en los casos de alto componente manual estudiados, es una variable muy importante y definitivamente comprometedora de la capacidad de respuesta que los procesos tienen ante un efecto latigazo. En casi la totalidad de los casos estudiados

[6] Esta aseveración sólo es válida para mercados pequeños, con demandas muy cambiantes, poca fidelidad de marca y muy sensibles al precio.

se notó un estilo de supervisión que se podría calificar como "aluvional", un estilo muy poco instruido, que demuestra que el supervisor no ha tenido casi ninguna capacitación formal en el área, un estilo producto de la "tradición oral" mencionada arriba. Esta forma de supervisión es exhibida tanto por aquellos supervisores que han llegado al puesto como producto de una evolución natural en sus carreras (de obrero a supervisor), como por aquellos que teniendo una instrucción formal, normalmente universitaria, están a nivel de supervisores de línea.

No siempre la supervisión "aluvional" en Venezuela es necesariamente un punto negativo, en condiciones normales, el supervisor que pertenece a la cultura del supervisado logra resultados muy importantes en el desempeño de los recursos humanos, incluso llega a exhibir respuestas muy rápidas ante efectos latigazo de poca potencia; sin embargo tanto los casos reales, como las simulaciones, demuestran que ese tipo de supervisión es muy laxa para hacerle frente a casos pronunciados de efectos latigazo de estímulo positivo, minimizando fuertemente la capacidad de maniobra de la línea, y causando además de aumentos significativos en los tiempos de espera, fuerte fallas de calidad con los consecuentes retrabajos asociados.

Además, una falta de disciplina sistemática, asociada también al estilo de supervisión, en muchos de los casos estudiados, es un obstáculo a la implementación o adaptación de filosofías de trabajo como "just in time", Kanban, lean manufacturing, TPM y certificaciones tipo ISO, lo cual constituye definitivamente una desventaja competitiva. Sin embargo, y como se ha mencionada en otras ocasiones, una gran parte de las ineficiencias producto de esta variable se apalancan en la falta de exigencia del consumidor venezolano, que para este tipo de empresas con procesos muy manuales constituye prácticamente el 100% de su mercado, pudiendo ser ésta una variable cultural que indefectiblemente viene a ayudar a la amortiguación del efecto latigazo.

8.3 Diferencia entre casos de empresas de servicio y manufactureras

El estudio demuestra que definitivamente Venezuela es un país con "vocación de servicio", las empresas estudiadas más estables son aquellas que prestan algún tipo de servicio, muchas veces derivado de la misma función producción de bienes de consumo masivo. El venezolano es culturalmente hábil en intuir y adaptar el servicio personal a la demanda que enfrenta, esta capacidad de adaptación es la variable más fuerte en la amortiguación de efectos latigazo muy pronunciados que a menudo se ven en empresas de servicio.

El venezolano, como recurso de un proceso de servicio, posee la "habilidad" de adaptar un manual de procedimientos a las circunstancias enfrentadas, esta característica no es necesariamente vista como positiva o más bien es muy negativa en las culturas organizacionales de empresas extranjeras, pero es muy importante en el devenir de las empresas de servicios radicadas en el país. Por otro lado, el venezolano, como consumidor de servicios, le gusta sentirse importante y atendido "personalmente", con adaptaciones fundamentales a sus características particulares, la frase "atendido por su propio dueño" tiene connotaciones mucho más positivas que "nosotros nos ceñimos a nuestros procedimientos" o "lo siento este es el procedimiento", la participación de robots de voz en los "call centers" causa mucho desagrado en los consumidores venezolanos, que prefieren ser atendidos por otro venezolano dispuesto a oír y solucionar problemas, el cual en algún momento podría dejar de lado algunos procedimientos y llegar a la verdadera solución de la situación. La falta de vocación de estandarización que demuestra ser una variable muy perjudicial en la amortiguación del efecto latigazo en las empresas manufactureras, podría ser la clave del éxito en las empresas de servicio.

Como se ha dicho arriba, los procesos manufactureros en Venezuela poseen graves problemas de capacidad instalada, lo que los ha llevado a un descenso importante de su presencia en la economía venezolana, y a pesar que eso no es tema de esta discusión, ha de decirse que esto constituye un problema muy grande para Venezuela y un aspecto muy negativo en el desarrollo del país. Las empresas de servicio han venido a llenar el vacío dejado por la manufactura debido a que, en la mayoría de los casos, necesitan menor inversión inicial, menores costos de mantenimiento y operación, y son intensivas en mano de obra fácilmente instruible aunque con problemas de permanencia en el puesto. Desde el punto de vista logístico, la mayoría de los casos estudiados, son fácilmente adaptables a los cambios de la demanda, sus estructuras logísticas tienden a ser sencillas y muy estables y por consiguiente exhiben funciones servicio fácilmente manipulables.

En cuanto a la sencillez y estabilidad, también existen sus excepciones, como por ejemplo las empresas bancarias y los prestadores de servicio de telefonía celular. Es obvio que ninguno de los dos sectores presentan sistemas logísticos sencillos y la mayoría de las veces son inestables, el estudio demuestra que existe una alta probabilidad que esto se deba a que ambos dependen fuertemente de canales de transmisión de información y de transporte de bienes físicos, tales como efectivo, documentos, aparatos celulares, accesorios, etc., lo cual hace difícil el sostenimiento de la calidad del servicio y la generación de verdadero valor agregado en el transcurso de la cadena de suministro.

Además, las simulaciones demuestran que precisamente en los canales antes mencionados es donde se producen los efectos latigazo más importantes, y donde es más difícil amortiguarlos, puesto que se está en presencia de procesos de producción y transporte ajenos a la función de prestador de servicio y más afín a un proceso manufacturero o de distribución, lo cual prescinde por completo de las características "fortalezas" de las que se habló arriba en la prestación de servicio, y necesita de un alto grado de cultura organizacional en estandarización y ceñimiento a los procesos que son más bien debilidades en este tipo de empresa, siendo ésta la principal causa de los efectos latigazo que se producen en el "back office" de las empresas de servicio.

Aguas abajo en la función servicio se encuentra el consumidor final de servicios, a pesar de ser exigente en cuanto al trato recibido, muchas veces demuestra ser también flexible en la solución o en la calidad del servicio obtenido. Acostumbrado a que su derecho a reclamo no es tomado en cuenta por el sistema legal venezolano, el consumidor autóctono está dispuesto a afrontar largas esperas con resultados infructuosos o, en el mejor de los casos, mediocres en cuanto a la consecución del verdadero valor agregado de la inversión de tiempo realizada. También es fácilmente ajustable a la solución dada por el procurador del servicio, a pesar que ésta no se ajuste a los requerimientos iniciales del consumidor. Esta variable de tipo cultural es un fuerte colaborador en la amortiguación de los efectos latigazos que se causan en los "front office" de las empresas de servicio.

9 A Manera de Conclusión (Discusión Particular)

9.1 Casos de procesos tipo "pull"

9.1.1 Factores que flexibilizan o hacen más rígida la respuesta

Ya se ha hablado de los casos cuyo sistema de producción es del tipo "pull", ser "halado" por la demanda en país con la inestabilidad de mercado tan acentuada como Venezuela, conlleva asociado un alto grado de riesgo operativo y financiero, sin embargo para muchos de los casos estudiados ésta ha sido la única manera de seguir la demanda, manteniendo los costos de operación contenidos. Flexibilidad y rigidez son conceptos claves en este tipo de operación, a continuación se analizan los factores preponderantes asociados a estas dos palabras.

9.1.2 Planificación vs. Improvisación

En un sistema de producción tipo "pull", la planificación se sitúa, en la mayoría de los casos estudiados, "aguas arriba" de la producción, generando un centro de gravedad situado entre el proceso de compras y el de control de inventarios.

En Venezuela el "proveedor" y el "proveedor de mi proveedor", sufren exactamente los mismos efectos de la distorsión de los mercados que la cadena de suministro estudiada, por consiguiente la relación con la zona de abastecimiento de la cadena de suministro debe tratar de ser muy controlada y planificada, de tal forma de obtener el máximo de control en la gestión del inventario. Para países cuyos mercados son relativamente estables, la teoría de abastecimiento de un proceso de producción tipo "pull", se inclina hacia mantener los inventarios a niveles relativamente bajos intentando, y como condición ideal, llegar a un sistema "Just In Time", donde la carga financiera del inventario se mueva hacia el proveedor o más arriba; esto sólo es posible si la zona de abastecimiento de la cadena estudiada es estable, confiable y eficiente. En Venezuela en la mayoría de los casos estudiados esas condiciones no se dan, o por lo menos no se dan al mismo tiempo, así pues, a veces se tienen proveedores confiables, más o menos eficientes, otras veces son inestables y muchas veces no son confiables; de esta forma el planificador de compras tiende a sobredimensionar la demanda del proceso de producción, aumentando fuertemente el peso financiero del inventario.

El gestor y planificador de inventario de los casos estudiados, debe vivir con un plomo en el ala proveniente de las acciones de los procesos de compra, debe y no siempre lo es, ser muy eficiente en el manejo de la rotación del inventario, tiempos de re-orden y tiempos de entrega; en los casos estudiados donde esto no ocurre, la aparición de un efecto latigazo de estímulo negativo golpea fuertemente a la parte financiera del inventario haciéndola ver todavía más sobreestimada y provocando una reacción de desinversión severa en inventarios que ahora son de baja rotación, una posterior resaca, causante de un efecto latigazo de estímulo positivo, podría definitivamente dar al traste con el proceso productivo tipo "pull" y obligarlo a separarse de la demanda con las consecuencias que se discutieron arriba.

Todo lo anterior causa que muchos de los casos estudiados hayan apostado a la "improvisación", proveniente sobre todo de la experiencia y de las "mejores prácticas" de supervivencia en el ambiente venezolano. De esta manera el "planificador" y "gestor" de compras e inventario tienden a revisar en períodos muy cortos de tiempo, la supuesta planificación que no es más que una improvisación altamente cambiante de curso oscilante y adaptativo, de manera de mantener bajo control el peso financiero y la rotación de los inventarios, y así poder amortiguar un posible efecto latigazo de cualquier tipo de estímulo. Cabe destacar que esto produce el efecto de "correr la arruga" aguas arriba de la cadena de suministro, haciendo que el proveedor se vea en la necesidad de improvisar en su planificación de la producción, en la gestión de su inventario y en la planificación de compras, y así sucesivamente, haciendo que se implante todo un sistema de "improvisación" industrial dentro de un sector dado de la economía.

9.1.3 Criticidad del concepto "tiempo de espera"

No es casualidad que en la mayoría de los casos estudiados (a excepción de empresas grandes o transnacionales), el concepto de "tiempo de espera", sea manejado muy poco o nada. No es de culpar a los planificadores de las cadenas de suministro, sino a los factores asociados a la improvisación antes descrita.

Este es el concepto primordial sobre el cual se ha basado el estudio del efecto latigazo, por consiguiente su criticidad es absoluta a la hora de estudiar el comportamiento de los procesos, y el hecho de que la mayoría de los casos estudiados no lo manejen lleva a concluir rápidamente, que la amortiguación (que sí ocurre) de los efectos latigazo proviene sobre todo por la vía de la improvisación.

Un fenómeno, esperado, en la relación de los procesos estudiados con sus proveedores, es el del manejo artificial del tiempo de espera, de esta forma se pueden observar presiones en ambos sentidos, a manera de negociación, para que los tiempos de espera se alarguen o se acorten según sea el caso, siempre inestables, los tiempos de espera se vuelven inmanejables y caóticos, haciendo del proveedor un eslabón no confiable de la cadena y del manejador de inventario un proceso no predecible y absolutamente vulnerable a los embates de un efecto latigazo, pero a su vez, constituye el colchón más confiable a la hora de tratar de amortiguar el mismo efecto. De esta manera se puede ver como se presiona fuertemente un eslabón para lograr la amortiguación, que a la larga se consigue, pero que causa daños crónicos en la zona de planificación de compras de la cadena estudiada.

Si las cadenas de suministro en Venezuela pusieran mayor atención a la criticidad del concepto "tiempo de espera", se podría romper esta especie de círculo vicioso que lleva a todos aquellos que se mueven "pull" a tener a la improvisación como su arma más preciada, y se podría instaurar un sistema incipiente de verdadera planificación, que al moverse aguas abajo y arriba de la función servicio de las cadenas de suministro, redundaría en procesos definitivamente más estables.

9.1.4 Disciplina en el seguimiento de la planificación

Después de lo discutido arriba, parece "bizantino" hablar de disciplina en el seguimiento de la planificación en procesos de tipo "pull" en Venezuela. Quizás si lo sea, pero no se puede concluir un estudio como este, diciendo que la improvisación es definitivamente la "mejor práctica" a la hora de amortiguar un efecto latigazo de procesos tipo "pull" en Venezuela, en este caso en particular el dicho de "mal de muchos, consuelo de tontos" es completamente aplicable.

Es definitivo que el objetivo a alcanzar en los procesos estudiados debe ser una buena planificación aguas arriba de la cadena de suministros, y una vez que esto se alcance, se debe superar una variable cultural muy arraigada constituida por la indisciplina en el seguimiento de la planificación. Los pocos casos estudiados que exhibían una verdadera planificación, normalmente también mostraban una indisciplina muy fuerte en su seguimiento.

Gozar de una "buena" planificación y ser indisciplinado en seguirla, es extremadamente peligroso a la hora de hacerle frente a un efecto latigazo de cualquier índole, porque genera una serie de fuertes rigideces, que a su vez, reducen el margen de

maniobra, volviendo caótico el tiempo de espera y en muchos casos obligando al proceso productivo a separarse de la demanda. Todo esto es debido a que la cadena de suministros se estructura alrededor de una planificación que se vuelve la columna vertebral de la producción, si dicha planificación es ignorada o sobreseída, por aquello de la urgencia en la producción para hacerle frente a un efecto latigazo, simplemente el proceso produce el descalabro de los inventarios, quizás amortiguando la primera oleada de un efecto latigazo, pero quedando desprovisto para la segunda ola, que normalmente es más fuerte, obligando a presionar de tal manera a compras e inventario que simplemente se rompe la función servicio y descalabra los tiempos de espera, obligando al proceso de ventas a separarse de la demanda con las consecuencias ya conocidas.

La conclusión es, si hay planificación debe haber disciplina en su seguimiento, sino las consecuencias pueden ser peores que basarse en la improvisación.

9.1.5 Flexibilidad del mercado, una variable cultural.

A medida que la investigación avanzaba una interrogante surgía con mucha fuerza. ¿Si la mayoría de los componentes de la función servicio en los casos estudiados se ven afectados, como es posible que se sostengan en pie los procesos logísticos tipo "pull" en Venezuela?

Definitivamente, la respuesta la posee una variable cultural que se ha llamado dentro del estudio, la "Flexibilidad del Mercado". En este caso la indisciplina que se nota en el seguimiento de la planificación, está también presente en la función compra del mercado. De esta forma, aguas arriba de la cadena de suministro se establece la salvación de la función servicio de los sistemas "pull" en Venezuela. El mercado venezolano o más directamente, la demanda venezolana, no sólo es inestable por los factores económico-sociales-políticos propios de países en vía de desarrollo, sino que además ha sido educada, por muchos años de alta demanda y poca oferta dentro de una economía sometidas a vaivenes importantes del gasto público y a desinversiones industriales, a altos tiempos de espera, falta de calidad, desabastecimiento de inventarios, servicios deficientes y toda una serie de condiciones que han menguado su fuerza como demanda, haciéndola poco exigente en cuanto tiempo de espera y calidad.

Para nada es extraño a un venezolano, con cierto poder adquisitivo, el hecho de hacer largas colas para la adquisición de un vehículo nuevo, el cual recibirá en un plazo prácticamente inaceptable para un ciudadano de un país medianamente organizado, del color que no quería, a un precio superior, y con la presión de otro comprador a su lado, que

está dispuesto a llevarse ese vehículo si el primero simplemente vacila en tomar la decisión. No es el único caso, el venezolano es flexible hasta en casos tan "triviales" como el de recibir en una cafetería el café diferente al pedido, y con el aseguramiento por parte del "productor" de que esa taza de café se ajusta exactamente el pedido realizado.

De esta forma, el comprador final de las cadenas de suministros venezolanas, en la mayoría de las veces, pierde la batalla en la negociación con el eslabón de ventas finales, y así se salva la parte de la ecuación diferencial de la función servicio que mantiene a flote los sistemas tipo "pull" en Venezuela.

9.2 Casos de procesos tipo "push"

9.2.1 Comprensión del comportamiento de la demanda

Se ha repetido infinidad de veces que la demanda de la mayoría de los productos y servicios de consumo masivo en Venezuela, es errática y la mayoría de las veces es impredecible. Pero ¿Qué sucedería si se dijera que muchas empresas de las estudiadas poseen un sistema informal de gerencia de la demanda que ni siquiera saben que existe?

Este concepto relativamente nuevo en su formulación, pareciera no ser tan nuevo como protagonista del funcionamiento de las empresas con sistemas "push" en Venezuela. En un país acostumbrado a una escasez de oferta casi crónica, a cartelizaciones, oligopolios, monopolios, control de precios, distorsiones de mercado generadas desde la administración gubernamental, control de importaciones, acaparamiento, etc., resulta relativamente fácil manejar la demanda de productos y servicios de consumo masivo. Una vez más, el consumidor final, último eslabón aguas debajo de la función servicio, viene a salvar la situación. Durante años, el productor "push" ha instruido (o se debería decir desinstruido) al consumidor venezolano a tener que escoger de un catálogo muy pequeño los productos y servicios que recibe, al punto que el consumidor venezolano muchas veces, se siente incómodo ante una explosión de ofertas y no sabe como reaccionar, refugiándose casi siempre en los productos o marcas tradicionales, siendo esto una barrera de entrada muy alta para nuevos productos y marcas provenientes de la globalización del mercado. Esto definitivamente es un proceso prolongado de gerencia de la demanda, el consumidor y el productor se conocen muy bien mutuamente. Es así como las ensambladoras de vehículos en Venezuela, que trabajan "push", poseen una oferta de modelos muy limitada con muy pocos "opcionales"; todas las granjas de productoras de huevos, sólo ofrecen un tipo de huevo, casi siempre con la misma presentación, al mismo precio entre

competidores, mantienen la producción a niveles de "escasez", controlando la demanda y pulverizando cualquier posibilidad de un efecto latigazo; los bancos tienen muy pocos servicios gratuitos, cobrando por otros que no son interesantes para sus operaciones, la calidad de servicio es casi la misma a niveles de demanda similares. Incluso la reciente "guerra" entre prestadores de telefonía celular, que aparenta ser una competencia limpia y perfecta, termina siendo una vil manipulación de una demanda acostumbrada a ser apabullada por el productor, con ofertas engañosas a las cuales es muy difícil hacerle frente legalmente una vez que el consumidor es atrapado en ellas, en pocas palabras, no hay derecho a reclamos una vez que la venta está firmada.

Si, definitivamente el productor o dador de servicio venezolano conoce muy bien al consumidor, simplemente porque lo ha modelado con años de mercados imperfectos y restringidos, la pregunta que queda en el aire es ¿De verdad le conviene al productor "push" venezolano una verdadera política de libre mercado? La respuesta de los casos estudiados es NO.

9.2.2 Dificultad de los pronósticos en un ambiente de inestabilidad político-económica.

Pero no todo es bonito en el paraíso del productor "push" venezolano, pareciera que el efecto de "manipulación" de la demanda en Venezuela es una simple reacción de defensa ante un panorama de inestabilidad político-económica históricamente arraigado en el devenir de Venezuela. La ya "tradicional" secuencia de políticas económicas de marcha y contramarcha, de apertura primero y controles después o viceversa, sin darle la oportunidad a ninguna de las tendencias a desarrollarse y estabilizarse, ha generado oleadas de cambios conductuales en la demanda venezolana muy difíciles de predecir.

Los casos "push" estudiados demuestran, como se dijo arriba, que la función planificación en Venezuela tiende a ser inútil debido al horizonte de planificación tan corto y el porcentaje de cumplimiento tan pequeño, por consiguiente se instaura la función control o gerencia de la demanda como única medicina preventiva ante un efecto latigazo, que en algunos casos ha tenido consecuencias letales.

9.2.3 Otros mercados como "buffer" atenuador del efecto latigazo.

El estudio demuestra que algunas pocas empresas "privilegiadas" por el hecho de ser transnacionales o simplemente exportadoras, se dan el lujo de hacer planificaciones a

largo plazo y tener grados de cumplimiento adecuados de sus pronósticos. Esto sucede porque utilizan a los mercados foráneos como "buffers" o colchones que amortiguan el efecto de la variabilidad político-económica en Venezuela, y por consiguiente asumen mayores riesgos dentro de la función producción, pudiendo amortiguar un efecto latigazo de estímulo negativo o positivo, simplemente desviando sus inventarios finales a un mercado u otro.

De esta manera se demuestra que la capacidad de exportación de empresas radicadas en Venezuela, es una variable de extrema importancia para la amortiguación del efecto latigazo. Un estímulo estructural y sostenido a la exportación proveniente del gobierno le permitiría a éste, si así lo deseara, mantener controles distorsionantes del mercado venezolano sin poner en peligro la estabilidad de las empresas "push" venezolanas. Al final del día, pareciera ser esto precisamente lo que hacen muchos países industrializados, protegiendo su industria nacional a tal punto de darse el lujo de mantener sus mercados abiertos sin que esto cause mayores perjuicios a la producción autóctona.

9.3 Matriz de variables, multiplicadores y funciones matemáticas

Una vez realizados los análisis de resultados y concluido al respecto, se puede determinar que los Factores Primordiales que Amortiguan el Efecto Latigazo, Asociado a las Cadenas de Suministro, en Venezuela son:

V_1: Capacidad Instalada	V_7: Eficiencia Administrativa
V_2: Cultura Organizacional	V_8: Políticas de Producción
V_3: Curva de Aprendizaje	V_9: Automatización de Procesos
V_4: Filosofía de Mantenimiento	V_{10}: Control de la Cadena de Suministros
V_5: Filosofía de Control de Calidad	V_{11}: Pronostico de la demanda
V_6: Estandarización de Procesos	

De esta forma se tiene la siguiente matriz de variables de dimensión 11 x 1, dada por todos los V_i desde 1 hasta 11, que corresponden los once factores identificados, a la que se le dará el nombre de matriz V, siendo ésta:

$$V=\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \\ V_5 \\ V_6 \\ V_7 \\ V_8 \\ V_9 \\ V_{10} \\ V_{11} \end{pmatrix}$$

También se tienen todos los valores X_i correspondientes a los multiplicadores de los diferentes factores formàndo una matriz de dimensión 11 x 1, a la que se le dará el nombre de **X**:

$$X = [X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}]$$

Si se tiene el "Tiempo de Espera" = T_e y n es el numero de los pedidos realizados, haciendo ***seteris paribus*** de otras variables menores y tomando en cuenta las derivadas parciales de los factores asociados, se obtiene que la forma de las ecuaciones diferenciales que describen la amortiguación del efecto latigazo en los casos estudiados es:

$$1)\ \partial\, T_e / \partial\, n = \partial\, f(X,V) / \partial n$$

Siendo que los X_i son multiplicadores de los factores V_i , y que todas las variables contribuyen de alguna forma a la generación o amortiguación del efecto latigazo, entonces la ecuación **1)** se convierte en:

$$2)\ \partial\, T_e / \partial\, n = \partial\, (\sum X_i * V_i) / \partial n \quad (\text{con } i = 1 \text{ a } 11)$$

Considerando el tener los valores constantes o las funciones que describen a los multiplicadores $\mathbf{X_i}$, y las funciones que describen el comportamiento de los factores $\mathbf{V_i}$, se obtiene que la ecuación **2)** se convierte en:

$$\mathbf{3)}\ \partial\, T_e / \partial\, n = \partial\, (\sum (\mathbf{f(X)_i} * \mathbf{f(V)_i})) / \partial n \quad (\text{con } \mathbf{i} = 1 \text{ a } 11)$$

Haciendo la salvedad que la ecuación **3)** es valida "si y solo si" las funciones $\mathbf{f(X)_i}$ y $\mathbf{f(V)_i}$ son funciones que están incluidas en el espacio real y son "suaves a trozos". En el caso en el que la derivada parcial de T_e con respecto a n tienda a infinito, se puede inferir que se está en presencia de un efecto latigazo de carácter impulsivo, para el cual no es válida la ecuación. Por consiguiente se puede asegurar que las condiciones de borde de la ecuación **3)** se localizan en las zonas de las funciones cuyos límites antes y después de las inflexiones tiendan a infinito.

En los objetivos de esta investigación no se encuentra la determinación de las funciones $\mathbf{f(X)_i}$ y $\mathbf{f(V)_i}$, las cuales deben ser determinadas "ad hoc" para cada caso en estudio.

Con la inclusión de las apropiadas funciones $\mathbf{f(X)_i}$ y $\mathbf{f(V)_i}$, la ecuación **3)** es válida tanto para los casos cuyos procesos sean "pull", como para aquellos cuyos procesos sean "push".

Es de destacar que la ecuación **3)** es una ecuación de amortiguación de un efecto impulsivo, por consiguiente si a la hora de obtener una solución numérica de la misma, presenta un comportamiento de tipo resonante, hay que revisar las funciones $\mathbf{f(X)_i}$ y $\mathbf{f(V)_i}$, debido que se podría estar en presencia de un error en la consecución de alguna de ellas, o en una mala escogencia de los factores $\mathbf{V_i}$ que afectan al caso en particular.

10 Próximos Pasos

Como se dijo arriba, los próximos pasos de esta línea de investigación serían los de determinar las funciones $\mathbf{f(X)_i}$ y $\mathbf{f(V)_i}$ para casos emblemáticos de sistemas cuyos procesos trabajen tipo "push", o "pull" o "push-pull".

Al realizar una observación simple de los diferentes casos y de las gráficas que se obtienen al someter a prueba las respectivas funciones servicio, se puede inferir que los factores $\mathbf{f(X)_i}$ y $\mathbf{f(V)_i}$ pueden tener forma de funciones muy complejas o ser un simple elemento independiente de cualquier otra variable. Es evidente que el grado de complejidad será dado por el nivel de interacción que tendrán las diferentes variables y el grado de especificidad que se le quiera dar a la ecuación.

En un caso push muy emblemático, como puede ser la granja productora de huevos de gallina, o cualquiera de las embotelladoras, así como las empresas textiles, es de esperarse que las funciones $\mathbf{f(X)_i}$ que multiplican a las funciones $\mathbf{f(V)_i}$ relacionadas con las variables de amortiguación sean funciones complejas en las que intervengan otras variables en interacción cruzada, tales como $\mathbf{V_1}$: Capacidad instalada, $\mathbf{V_{10}}$: Control de la Cadena de Suministros, $\mathbf{V_5}$: Filosofía de Control de Calidad, $\mathbf{V_3}$: Curva de Aprendizaje y $\mathbf{V_{11}}$: Pronóstico de la Demanda, como factores importantes, debido que han demostrado ser variables determinantes en el estudio del efecto latigazo en ese tipo de sistema productivo y logístico. Así se podría esperar que una ecuación que describiera el comportamiento amortiguador del efecto latigazo para un sistema tipo "push" tuviera una forma similar a la ecuación 4):

$$\mathbf{4)}\ \partial\, T_e / \partial\, n = \partial\, ((X_1 * V_1) + (X_2 * V_3) + (X_3 * V_5) + (X_4 * V_{10}) + (X_5 * V_{11}))\ * f \sum (V)_i) / \partial n$$

(con $\mathbf{i} = 1$ a 11)

Siendo $\mathbf{V_1}$, $\mathbf{V_3}$, $\mathbf{V_5}$, $\mathbf{V_{10}}$ y $\mathbf{V_{11}}$, funciones del T_e con respecto a n.

Siendo $\mathbf{X_1}$, $\mathbf{X_2}$, $\mathbf{X_3}$, $\mathbf{X_4}$ y $\mathbf{X_5}$ valores a ser calculados mediante consideraciones de tipo estadístico, según el peso que cada variables tenga en la función servicio específica.

En casos tipo "pull" como pueden ser las líneas aéreas, algunas textileras y manufactureras, las entidades bancarias y los call centers, es de esperarse que las funciones $f(X)_i$ que multiplican a las funciones $f(V)_i$ relacionadas con las variables de amortiguación sean funciones complejas en las que intervengan otras variables en interacción cruzada, obviamente debido a la diferente naturaleza de los sistemas de trabajo, las variables de interacción serán diferentes o tendrán pesos distintos en la ecuación. De esta manera cabe esperarse, en orden de importancia, variables tales como: V_1: Capacidad Instalada, V_3: Curva de Aprendizaje, V_7: Eficiencia Administrativa, V_6: Estandarización de Procesos, V_4: Filosofía de Mantenimiento y V_5: Filosofía de Control de Calidad. Así se podría esperar que una ecuación que describiera el comportamiento amortiguador del efecto latigazo para un sistema tipo "pull" tuviera una forma similar a la ecuación **5)**:

5) $\partial T_e / \partial n = \partial ((X_1 * V_1) + (X_2 * V_3) + (X_3 * V_4) + (X_4 * V_5) + (X_5 * V_6) + (X_6 * V_7)) * f \sum (V)_i) / \partial n$ (con $i = 1$ a 11)

Siendo V_1, V_3, V_4, V_5, V_6 y V_7 funciones del T_e con respecto a n.

Siendo X_1, X_2, X_3, X_4 y X_5 valores a ser calculados mediante consideraciones de tipo estadístico, según el peso que cada variables tenga en la función servicio específica.

En casos de trabajo de tipo "push-pull", o en los mismos casos anteriores que se quiera demostrar la eficacia o no de la adopción de un sistema hibrido y tomando en cuenta todas las discusiones anteriores, seguramente se deberán tomar en cuenta las variables antes mencionadas tanto para los casos tipo "push" como para los casos tipo "pull" y adicionar una variable, que si bien no es la más importante, ahora pasaría a tomar un papel preponderante en la amortiguación del efecto latigazo en la función de servicio "push-pull", esa variable es, V_8: Políticas de Producción, de esta manera la ecuación tomaría su forma más general, similar a la ecuación **6)**:

6) $\partial T_e / \partial n = \partial ((X_1 * V_1) + (X_2 * V_8) + (X_3 * V_2) + (X_4 * V_3) + (X_5 * V_4) + (X_6 * V_5) + (X_7 * V_6) + (X_8 * V_7) + (X_9 * V_9) + (X_{10} * V_{10}) + (X_{11} * V_{11})) * f \sum (V)_i) / \partial n$ (con $i = 1$ a 11)

Siendo $V_1 \ldots V_{11}$ funciones del T_e con respecto a n.

Siendo $X_1 \ldots X_{11}$ valores a ser calculados mediante consideraciones de tipo estadístico, según el peso que cada variables tenga en la función servicio específica.

Es necesario acotar que para establecer con exactitud las funciones $f(V)_i$ y los valores de los de los X_i , es necesario realizar un estudio a fondo del caso interesado, con simulaciones que incluyan estudios estadísticos de los efectos cruzados de las variables implicadas en la ecuación de hipótesis, y mantener siempre abierta la posibilidad de la existencia de otras variables propias del caso que deben ser sometidas a las mismas pruebas de las variables originales.

11Índice de Tablas.

Tabla 1: Ejemplo de experimento....22
Tabla 2: Modulos de Rockwell Arena 5.0 14
Tabla 3: Observaciones....16
Tabla 4: Metodología....26
Tabla 5: Formato 1....30
Tabla 6: Flujograma de procesos del laboratorio 32
Tabla 7: Flujograma de procesos del laboratorio (continuación)....33
Tabla 8: Flujograma de procesos del laboratorio (continuación)....34
Tabla 9: Flujograma de procesos del laboratorio (continuación)....35
Tabla 10: Validación del modelo .... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 11: Estadísticas de validación....39
Tabla 12: Experimento....42
Tabla 13: Análisis de resultados....43

12 Bibliografía

12.1 Libros:

1) Baldwin, Carliss. **Harvard Business Review on Managing the Value Chain**. Harvard Business School Press. 2000

2) Ballou, Ronald. **Business Logistics, Supply Chain Management**. Pearson. 2001

3) Blanchard, Benjamin. **Logistic Engineering & Management.** Prentice-Hall 1986

4) Bowersox, Donald. **Supply Chain Logistics Management**. McGraw Hill. 2002

5) Bunge, Mario. **La Ciencia su Método y su Filosofía.** Editorial Sudamericana. 1995

6) Burt, David N. **World Class Supply Management: The Key to Supply Chain Management**. Prentice Hall. 2003

7) Christopher, Martin. **Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Cost and Improving Service.** Prentice Hall. 2003

8) Daganzo Carlos. **Logistic Systems Analysis.** Springer-Verlag Telos. 1999

9) Dolgui Alexandre. **Supply Chain Optimization Product Process.** SPRINGER @ NY INC 2005

10) Frazelle, Edward. **Supply Chain Strategy.** Logistic Management Library. McGraw Hill 2001

11) García Criollo, R. **Estudio del trabajo Tomo II**. McGRAW-HILL. 2000

12) García, Rolando. **La Epistemología Genética y la Ciencia Contemporánea.**. Gedisa Editorial. 1997

13) Hugos, Michael H. **Essentials of Supply Chain Management** . John Wiley & sons INC. 2003.

14) Kelton, W. David. **Simulation With Arena.** McGraw Hill. 2002

15) Kerlinger, Fred N. **Investigación del Comportamiento Métodos de Investigación en Ciencias Sociales.** McGraw Hill. 2002

16) Poirier Charles C. **Advanced Supply Chain Management: How to Build a Sustained Competitive Advantage.** Berrett-Kochler Publishers. 1999

17) Popper, Kart R. **Objective Knowledge, an Evolutionary Approach.** Claredon Press Oxford 1979

18) Santalla Peñalosa, Z. **Guía Para La Elaboración Formal De Reportes De Investigación.** Caracas. Universidad Católica Andrés Bello. 2003.

12.2 Artículos de Investigación:

1) Ayers, James B. **A Primer on Supply Chain Management.** Information Strategy: the Executive's Journal. 2000

2) Ayers, James B. **Rooting Out Supply-Chain Costs**. Information Strategy: the Executive's Journal. 2003

3) Ayers, James B. **Reengineering the Supply Chain, The Next Hurdle.** 1999

4) Ayers, James B. **Is Supply Chain Management the Same as ERP?** 2001

5) Ayers, James B. **A Holistic Approach to Supply Chain Management The impact on IT professionals.** Medical Industry Information Report. 2000

6) Ayers, James B. **Supply Chain Strategies.** 2001

7) Ayers, James B. **Backbone of the Lean Enterprise.** Society of Manufacturing Engineers. 2004

8) Braithwaite, Alan. **Achieving World Class Supply Chain And Logistics In The Chemical Industry**. EPCA Logistics Meeting

9) Christopher, Martin. **Supply Chain Confidence, The Key to Effective Supply Chains Through Improved Visibility and Reliability.** Cranfield University and Stanford University. 2001

10) Lee, Hau L. **Continuous and Sustainable Improvement Through Supply Chain Performance Management.** Stanford University

11) Lee, Calvin B. **Demand Chain Optimization: Pitfalls and Key Principles.** Evant Inc.

12) Orzech, Dan. **Case Study: Garrett Engine Turbocharges Its Supply Chain.** 2001

12.3 Trabajos de Investigación:

1) Alonso García, Mariana. Petrovich Gómez, Karina Elena. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Gillette de Venezuela"**. UCAB. 2004.

2) Angeli, Luis. Hernández, Manuel. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Avon Cosmetics de Venezuela".** UCAB. 2004.

3) Aristimuño Ávila, María Teresa. Silva Maurielo, Sylvia Corina. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Maternidad Concepción Palacios".** UCAB. 2003.

4) Arrieta, Salvador. D'Elia, Bernardo. Gasparin T. Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Microtel Electrónica S.A.".** UCAB.2003.

5) Báez García, Entio José, Ruíz Torres, María Fernanda. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Mc Cormick"**. UCAB. 2003

6) Camargo, Wilmer. Lara, Manuel. Gasparin T. Henry. **Proyecto VEN-PROBE "El Nacional"**. UCAB. 2003

7) Campos Quintana, Jeanine Katiuska. Gonzalez Bautista, Germania Mercedes. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Pepsi Cola de Venezuela" .** UCAB. 2003.

8) Carrera Soler, Henry. Couto Collazo, Guillermo Manuel. Gasparin T., Henry. **"Cadena de Sumnistro de la Industria Maderera en Venezuela"**. UCAB. 2004.

9) Carati, Vanesa, Escalante, Francia. Gasparin T. Henry **Proyecto VEN-PROBE "Clína El Ávila"**. UCAB. 2003

10) Cornejo Blanco, María Enriqueta. Silva Toledo, Cristina Isabel. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "CANTV".** UCAB. 2003.

11) Cowles Fuenmayor, Mark. Vázquez Torrealba, Delimar. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Farmatodo".** UCAB. 2004.

12) De Freitas De Farias, Venicio Jose. Vera Posligua, Dolly Tatiana. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Snack´s América Latina"** . UCAB. 2003

13) Díaz Medina, Ramón. Sosa Dávila, Maria Gariela. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Hacienda Santa Teresa".** UCAB. 2004.

14) Dielingen L, Valentina. Galavís R, José Antonio. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Bridgestone Firestone Venezuela C.A.".** UCAB. 2004.

15) Dold, Jennifer. Paris, Luis Felipe. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "ETI-TEX".** UCAB. 2003.

16) Francis, Harold. Vázquez, Rober. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Mediterránea de Alimentos".** UCAB. 2003.

17) Garrido, Guillermo. Morales, Henry. Gasparin T. Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Empresa Lony".** UCAB. 2003

18) González Guillén, Jennifer. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Suplast C.A.".** UCAB. 2003.

19) González Sánchez, Josmar. Narvares Márquez, Marjorie. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Santa Bárbara Airlines".** UCAB. 2003.

20) Gutiérrez H, Lorena. Villanueva B., Alirio **"Determinación De Tiempos Estándares Para El Proceso Productivo De La Revista Todo En Domingo".** UCAB. 2003.

21) Layrisse Boschetti, Andrés Miguel. Sansiberio Martín, Alberto. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Agropecuaria 48".** UCAB. 2003

22) Marcano L, Maria Corina. Marcano L, María Eugenia. Gasparin T., Henry. **"Estudio Estratégico De La Industria Maderera En Venezuela, Enfocado Al Posible Desarrollo De Nuevos Productos".** UCAB. 2004.

23) Olaizola Story, Eloy. Ríos Días, Juan. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Inversiones Papachongas C.A.".** UCAB. 2003.

24) Ortoll, Daniela. Osorio, Ricardo. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Ponce & Benzo".** UCAB. 2003.

25) Palma, Paulina. Villanueva B., Alirio. **"Levantamiento Del Proceso Y Estudio De Tiempo De La Fabricación De Bobinas Y Bolsas Plásticas".** UCAB. 2003.

26) Pérez Salas, Adolfo José. Villanueva. B., Alirio. **"Determinación De Los Tiempos De Respuesta Del Proceso En La Sala De Emergencias De La Clínica El Ávila".** UCAB. 2003.

27) Piñerua Epinoza, Josmar. Facchi Nava, Sergio. Gasparin T., Henry **Proyecto VEN-PROBE "Telares de Palo Grande".** UCAB. 2003

28) Pittari Volcán, Irene. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Atento".** UCAB. 2004.

29) Rodriguez Niño, Carlos Agustín Ruíz Azuaje, María Alejandra, Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Maltin Polar".** UCAB. 2003

30) Sánchez, Jollmark. Dávila, Ornella. Villanueva B., Alirio. **"Determinación De Tiempos Estándares Para El Proceso De Fabricación De Tequeños".** UCAB. 2003

31) Source, Francisco. Caldera, Rubén. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Inversiones Rodven".** UCAB. 2003

32) Torres Mendiri, Adriana Valentina. Vicens Morton, Ann Marta. Gasparin T., Henry. **Proyecto VEN-PROBE "Banco de Venezuela".** UCAB. 2003

12.4 Otras Fuentes:

1) **2002 Annual Conference Proceedings Institute of Industrial Engineering.** Orlando, Fl. USA. 2002.

2) **2003 Annual Conference Proceedings Institute of Industrial Engineering.** Portland, Or. USA. 2003.

3) **2004 Annual Conference Proceedings Institute of Industrial Engineering.** Houston, Tx. USA. 2004.

4) **2005 Annual Conference Proceedings Institute of Industrial Engineering.** Atlanta, GE. USA. 2005.

5) **http://forum.logistics.ust.hk/**

6) **http://logistics.about.com/cs/a.htm**

7) **http://www.stanford.edu/group/scforum/Welcome/**

8) **http://supplychain.ittoolbox.com/documents/default.asp?Section=Academic+Articles**

9) **http://www.ayers-consulting.com/scm-articles.htm**

10) **http://www.cio.com/research/scm/cases.html**

13 Curriculum del Autor

1.- DATOS PERSONALES

NOMBRE:	Henry
APELLIDOS:	Gasparin Tognon
EDAD:	46
FECHA Y LUGAR DE NACIMIENTO:	25/08/60, Caracas
DIRECCION OFICINA:	Escuela de Ingeniería Industrial, Edificio de Laboratorios, UCAB, Montalban, Caracas, Venezuela
TELEFONOS:	+58-212-4074331, +58-212-4074147
E-MAIL:	end6465@cantv.net hgaspari@ucab.edu.ve
C.I.V.:	43.017

2.- ESTUDIOS REALIZADOS

TITULO OBTENIDO	INSTITUCION	AÑO
Doctorado en Ingeniería (tesis finalizada, pendiente de presentación)	U.C.A.B.	2006
Maestría en Teología (Tesis en ejecución)	U.C.A.B.	2.000
Master en Administración De Empresas, Especialidad Finanzas.	U.C.A.B	1.990
Ingeniería Mecánica	U.S.B.	1.984
Bachiller en Ciencias	Col.San Ignacio	1.978

3.- EXPERIENCIA LABORAL (Desde 1.982)

Experiencia en el área de la metalmecánica como supervisor de mantenimiento, gerente de mantenimiento, gerente de aseguramiento de calidad, gerente de planta y gerente de operaciones en dos empresas medianas trasnacionales radicadas en Valencia y los Valles del Tuy.
Desde 1.990 director de una empresa propia de ingeniería y construcción, dedicada a IPC y IPGC. **Desde 2002 director de UCAB-Consulting**, consultora en el área de mejoramiento de procesos empresariales y eficiencia energética.

4.- PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS IPC, IPGC. (Ingeniería, Compra de Equipo y Construcción)

Desde 1.983 participación en cerca de 90 proyectos de tipo multidisciplinario de los cuales 3 son considerados grandes y el resto medios o pequeños, como parte del equipo y/o como gerente de proyectos, en las áreas de ingeniería, especificación y compra de equipos, instalación de los equipos, auditorias técnicas y puesta en marcha de plantas industriales.

5.- EXPERIENCIA ACADEMICA (Desde 1.994)

Actualmente: Director de UCAB-Consulting y del Centro de Emprendedores de la UCAB

Miembro activo del Consejo de Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Andrés Bello, desde el año 1.995
Miembro del directorio del CDTI de CONINDUSTRIA como representante de las Universidades.

Profesor a tiempo completo en la U.C.A.B., con escalafón de Agregado, en la facultad de ingeniería, escuela de ingeniería industrial de las siguientes materias:
- Técnicas de Simulación de Procesos Industriales
- Manufactura
- Diseño de Plantas Industriales
- Mecánica de los Fluidos
- Laboratorio de Maquinas Térmicas
- Laboratorio de Máquinas Hidráulica
- Etica profesional
- Deontología Tecnológica

Profesor de varios seminarios de capacitación de profesores en el área de **simulación de procesos** en la UCAB-Guayana.

Profesor de Diseños de Plantas en la Escuela de Ingeniería Industrial de UCAB-Guayana.

Profesor del postgrado de Ingeniería Industrial y Productividad de la UCAB, Diplomado Internacional Conjunto UCAB-EOI(España) en Logistica y Postgrado en Gerencia de Sistemas de Salud (UCAB).

Profesor invitado de las universidades:
North Carolina State University
Rochester Institute of Technology
Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá

Investigador permanente (Scholar Researcher) del North Carolina State University Department of Wood and Paper Sciences, en las áreas de simulación de procesos industriales y logísticos.

6.- TRABAJOS ESPECIALES DE GRADO DIRIGIDOS O EVALUADOS:

Tanto desde el punto de vista metodológico como técnico, tutoría de cerca de 60 trabajos especiales de grado en diferentes universidades. Jurado examinador de más de 50 trabajos de grado en ingeniería y administración.
Faculty advisor del Proyecto SAE-Mini-Baja UCAB (2004-2006)
Faculty advisor del SAE-Aero-design UCAB
Faculty advisor del IIE-UCAB estudiantil.

8.- TRABAJOS DE INVESTIGACION Y PUBLICACIONES:

Director del proyecto Ven-Probe (Venezuela Process Behavior Equations)(2003), línea de investigación destinada a establecer las variables que rigen la función servicio en las cadenas de suministro de Venezuela, hasta la fecha, han participado más de 80 investigadores y 30 pasantes, ha generado 45 trabajos especiales de grado tanto en pregrado como en postgrado. El proyecto Ven-Probe será próximamente replicado en Bogotá, Colombia con el nombre de Col-Probe.
Investigador participante en el grupo "Logístikos" de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Investigador reconocido por Colciencias de Colombia.

Codirector del IAC_UCAB (Industrial Assesment Center – UCAB) filial del IAC-University of Florida, dedicado al estudio y puesta en marcha de soluciones para el uso más eficiente de la energía.

Miembro activo del directorio del CIDI (Centro de Investigaciones de Ingeniería) UCAB.

Conferencista en los años 2000, 2001, 2002, y 2004 en las Jornadas de Ingeniería Industrial de la UCAB-Caracas, en las áreas de gerencia empresarial y cadenas de suministro. Conferencista en 2003 y 2004 en las Jornadas de Investigación de la UCAB.

Coautor de la conferencia y publicación, **"Diseño de una Silla de Ruedas Adaptada a Venezuela"**, Conferencia anual del IIE, Orlando, Fl. 2002.

Autor principal de la conferencia y publicación, **"Herramienta de Investigación del Proyecto Ven-Probe"**, Conferencia anual del IIE, Portland, Or. 2003.

Autor principal de la conferencia y publicación, **"Resultados Preliminares del Proyecto Ven-Probe",** Conferencia anual del IIE, Houston, Tx. 2004.

Autor Principal de la conferencia y publicación, **"Estudio Preliminar, Sobre la Influencia de la "Variable Cultural" en la Amortiguación del Efecto Latigazo en las Cadenas de Suministro Venezolanas, con un Enfoque de Gerencia Transcompleja",** presentada en la Conferencia anual del IIE, Atlanta, Ge. 2005. y en las Jornadas de Ingeniería Industrial de UCAB-Guayana 2004.

Autor principal de la conferencia y publicación, **"Resultados Preliminares del Proyecto Ven-Probe en Grandes Cadenas de Suministro",** presentada en la Conferencia anual del IIE, Atlanta, Ge. 2005.

Coautor de la conferencia y publicación, **"Dimensionamiento de un Call Center a fin de Funcionar como Outsorcing de Servicios de Información"**, presentada en la Conferencia anual del IIE, Atlanta, Ge. 2005.

Coautor de la conferencia y publicación, **"Rediseño Integral de Procesos, Distribución y Puestos de Trabajo de las Divisiones de Facturación de Grandes Consumidores de una Empresa Generadora y Distribuidora de Energía Eléctrica"**, presentada en la Conferencia anual del IIE, Atlanta, Ge. 2005.

Coautor de la conferencia y publicación, **"Design, Development and Deployment of Low Impact Ovens for Impoverished Populations"**, presentada en la Conferencia annual del IIE, Orlando, Fl. 2006.

Coautor de la conferencia y publicación, **"Simulation of the wood abrasive machining process"**, presentantada en la WWW Annual Conference, NewPort Beach, Ca. 2006.

Coautor de la conferencia y publicación, **"Use of simulation techniques for analyzing and predicting the belt life during abrasive machining"** presentada en la WWW Annual Conference, NewPort Beach, Ca. 2006.

7.- IDIOMAS EXTRANJEROS:

Dominio completo del italiano.
Ingles fluido en forma escrita y oral.