



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

### ANÁLISIS DE LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN, Y DESAGREGACIÓN DE LA DEMANDA PRONOSTICADA; CASO DE ESTUDIO “CIVIL & ARQ. S.A. DE C.V.”.

Ing. Alejandro González Rodríguez<sup>1</sup>, Ing. Bernardino Ávila Martínez<sup>2</sup>

**Resumen-** La presente investigación se realizó para demostrar la importancia del estudio de la Administración de los Sistemas de Producción en sus diferentes técnicas de aplicación, para lo cual es necesario realizar un recorrido por una de las distintas nociones de esta materia, con el fin de acercarnos un poco más a su naturaleza, el caso de estudio fue en la empresa Civil & Arq. S.A.; se realizó una programación de la producción de acuerdo con la proporción de la demanda por tipo de producto para equilibrar la utilización del equipo con la capacidad del mismo y prevenir paros por mantenimiento correctivo.

**Palabras Clave-** Administración, Sistemas de Producción, Pronósticos, Desagregación.

#### Introducción

La planeación de la producción sin duda es uno de los temas de mayor relevancia en la Ingeniería Industrial a través de la administración de las operaciones. Las grandes industrias tienen herramientas y modelos complejos que ayudados con la tecnología permiten que la empresa tenga mejores resultados en la planificación de sus actividades mediante la utilización sincronizada de equipos, estableciendo la requisición de materiales y recursos humanos necesarios, reduciendo los costos asociados a la producción; sin embargo en las empresas pequeñas y microempresas de

---

<sup>1</sup> Ing. Alejandro González Rodríguez es docente de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale y alumno de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, Ciudad Tamazunchale, San Luis Potosí, México. [alegrez@tectamazunchale.edu.mx](mailto:alegrez@tectamazunchale.edu.mx)

<sup>2</sup> Ing. Bernardino Ávila Martínez es docente de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale y alumno de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, Ciudad Tamazunchale, San Luis Potosí, México. [berna\\_am0416@hotmail.com](mailto:berna_am0416@hotmail.com)



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

los países en desarrollo como México, aún existen problemas en este sentido, por ejemplo en la empresa Civil & Arq, ubicada en el municipio de Tamazunchale S.L.P.

La programación de la producción en esta organización se ha realizado a través de la experiencia del responsable del departamento de producción, lo que ha dado buenos resultados, sin embargo existen metodologías que ayudan a mejorar el desempeño en la programación de la producción, considerando algunos aspectos para optimizar la utilización de la capacidad instalada permitiendo además realizar actividades que contribuyen a mantener los equipos en buen estado, razón por la cual se determinó presentar una propuesta sobre la desagregación de la producción en dicha empresa.

La planeación agregada (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) se entiende como la medida global de la demanda de un producto determinado. Aun cuando es importante acercarse con el menor error posible a la demanda real a través de los pronósticos de la demanda, es igualmente importante realizar una desagregación adecuada de dichos pronósticos para la programación de la producción acorde a la capacidad de los recursos instalados y obtener los mejores resultados posibles cuando se llevan a cabo las actividades programadas, sin embargo como menciona (Nahmias, 2006) se debe tener cuidado cuando se desagregan familias grandes de productos.

Krayewski y Ritzman (2000), mencionan que la administración de la producción y las operaciones ayudan a las empresas a tomar decisiones tácticas y estratégicas que son esenciales para el análisis y mejoramiento de su desempeño.

### Metodología

Selección de los modelos a utilizar

Con los datos obtenidos de la demanda (entregas de producto) se realizó un pronóstico para los tres periodos siguientes a la serie de tiempo obtenida, así como la desagregación de la producción requerida por el responsable de producción de la empresa.

Parámetros

En la tabla 1 se muestran las entregas realizadas de los diferentes tipos de Block que se producen en la empresa hasta el mes de junio del año 2013, una vez analizados los datos a través de una gráfica de serie de tiempo que se observa en la figura1, se realizó un pronóstico de la demanda del producto para los siguientes 3 meses.

Tabla 1. Entrega de producto en el año 2013 de la empresa Civil & Arq S.A. de C.V.



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

Mes	Demanda de Producto										Total por mes
	BLOCK 10 PESADO PZA	BLOCK 10 MIXTO PZA	BLOCK 12 PESADO PZA	BLOCK 12 MIXTO PZA	BLOCK 12 CARA PIEDRA	BLOCK 15 PESADO PZA	BLOCK 15 SOLIDO PZA	BLOCK 15 MIXTO PZA	BLOCK 15 CARA DE PIEDRA	BLOCK 20 CARA DE PIEDRA	
Enero	1543	0	44356	0	0	11523	2000	0	0	0	59422
Febrero	1381	10	27472	6144	4500	10019	480	0	0	0	50006
Marzo	964	0	20966	4224	0	13943	1570	0	0	0	41667
Abril	1865	0	22589	8210	0	14040	656	0	0	0	47360
Mayo	1082	0	22005	1280	0	4959	5000	0	0	0	34326
Junio	748	0	11914	3874	0	6279	400	0	0	0	23215

Fuente: Elaboración propia (2013)

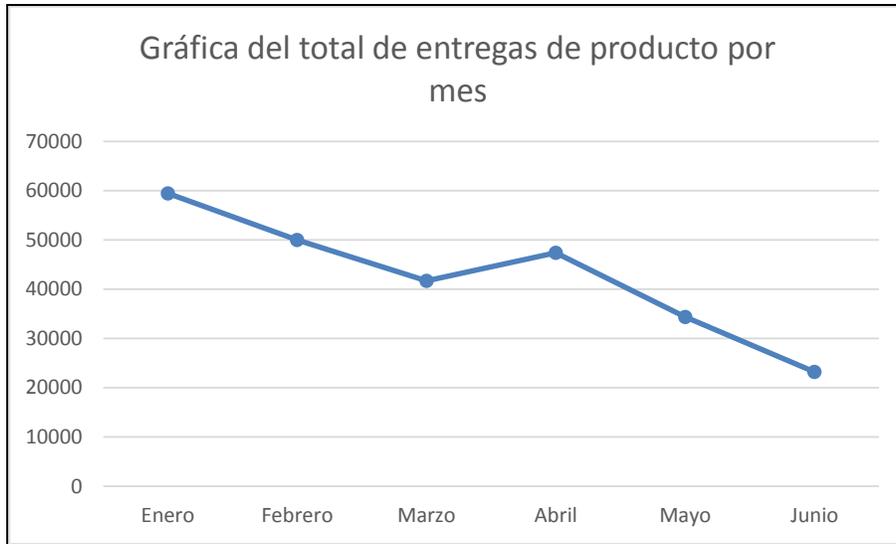


Figura 1. Gráfica de la demanda de Blocks en el año 2013

Fuente: Elaboración propia (2013)

Los modelos de pronósticos utilizados en la investigación se describen a continuación:

Promedio móvil simple

$$F_T = \frac{A_{T-1} + A_{T-2} + A_{T-3} + \dots + A_{T-n}}{n} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde

$F_T$  = Pronóstico del periodo futuro

$N$  = Número de periodos que se promediaran

$A_{T-1}$  = Hechos ocurridos en el periodo pasado



# “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

$A_{T-2}, A_{T-3}$  y  $A_{t-n}$  = Hechos ocurridos en dos periodos anteriores

Promedio móvil ponderado

$$F_T = w_1 A_{T-1} + w_2 A_{T-2} + \dots + w_n A_{t-n} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde

$w_1$  = Peso que se dará a la venta real en el periodo t-1

$w_2$  = Peso que se dará a la venta real en el periodo t-2

$w_3$  = Peso que se dará a la venta real en el periodo t-n

$n$  = Número total de periodos del pronóstico

Donde  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

Suavización exponencial

$$F_T = F_{T-1} + \alpha(A_{T-1} - F_{t-1}) \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde

$F_T$  = El Pronóstico exponencialmente suavizado para el periodo t

$F_{t-1}$  = El pronóstico exponencialmente suavizado para el periodo anterior

$A_{t-1}$  = La demanda real en el periodo anterior

$\alpha$  = La tasa de respuesta o la constante de suavización

Análisis de regresión lineal

$$Y = a + bx \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde

Y = Variable dependiente calculada (pronóstico para el periodo x)

a = Intersección con el eje Y (ordenada al origen)

b = Pendiente de la recta de regresión

x = Espacio de tiempo

Para realizar el pronóstico de la demanda se utilizó el software WINQSB, y se compararon los métodos, promedio simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y regresión lineal; de los resultados que se observan en la figura 2, se puede corroborar que el método más



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

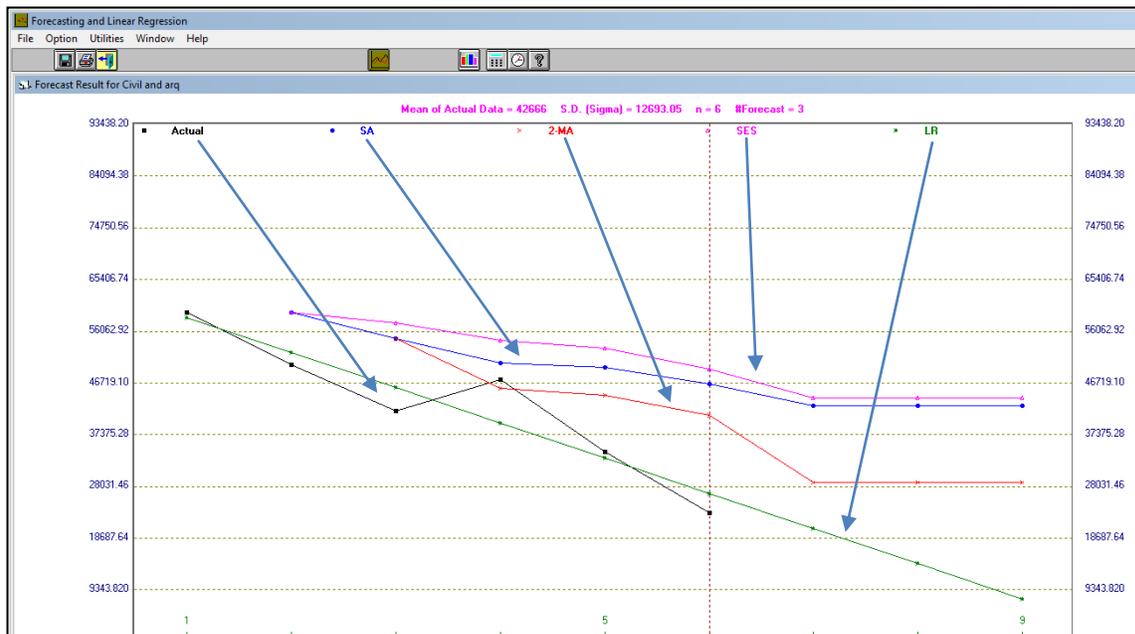
apropiado para elaborar el pronóstico es el método de regresión lineal, LR en la figura 2, que tiene una error del porcentaje absoluto medido (MAPE) de 8.55 menor que el resto de los métodos utilizados.

07-05-2013 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast by 2-MA	Forecast by SES	Forecast by LR	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	59422				58550.43	871.5703	871.5703	759634.8	1.466747		1	
2	50006	59422		59422	52196.66	-2190.656	-1319.086	1531.113	2779305	2.923767	-0.8615208	0.4749596
3	41667	54714	54714	57538.8	45842.88	-4175.883	-5494.969	2412.703	7665536	5.289857	-2.277515	0.5753999
4	47360	50365	45836.5	54364.44	39489.11	7870.887	2375.918	3777.249	2.123687E+07	8.122211	0.6290075	
5	34326	49613.75	44513.5	52963.55	33135.34	1190.656	3566.574	3259.93	1.727303E+07	7.191503	1.094064	
6	23215	46556.2	40843	49236.04	26781.57	-3566.57	3.90625E-03	3311.037	1.651426E+07	8.553454	1.179766E-06	0.8769991
7		42666	28770.5	44031.84	20427.8							
8		42666	28770.5	44031.84	14074.03							
9		42666	28770.5	44031.84	7720.256							
CFE		-64096.95	-39339	-76950.84	3.90625E-03							
MAD		12819.39	10596.5	15390.17	3311.037							
MSE		2.092884E+08	1.467692E+08	2.828181E+08	1.651426E+07							
MAPE		40.31357	35.03543	47.6189	8.553454							
Trk. Signal			.5	-3.712452	-5	1.179766E-06						
R-square						0.8769991						
			m=2	Alpha=0.2	Y-intercept=64904.20							
				F(0)=59422	Slope=-6353.771							

Figura 2. Pronostico de la demanda de los meses de julio, agosto y septiembre

Fuente: Elaboración propia (2013)

Es claramente observable en la figura 3 que el método que más se acerca a los valores de la demanda real es el método de regresión lineal, obteniendo que la demanda para los tres meses siguientes (Julio, agosto y septiembre) es de 20,427, 14,074 y 7720. Esto fue claramente observado en la figura 1 ya que mostraba una disminución en las entregas a medida que avanzaban los meses del año.





**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
Multidisciplinario  
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
ISBN: 978-607-95635

Figura 3. Gráfica del pronóstico de la demanda para los meses Julio, Agosto y Septiembre

Fuente: Elaboración propia (2013)

#### Análisis de la línea de tendencia

Analizando la información con el responsable del departamento de producción, comentó que el descenso en las entregas del material no se debe a la disminución de la demanda, esto se presentó debido a los paros que se tuvieron en algunos periodos de producción ocasionados por mantenimientos correctivos y con ello no se logró la entrega de algunos pedidos, los cuales no se registraron; mencionó que en la empresa se registran solo las entregas para un control del inventario de producto terminado.

De acuerdo a la experiencia del responsable del departamento de producción se determinó que la tasa de producción para los meses posteriores al mes de Junio será de aproximadamente 45,000 unidades mensuales con una capacidad de producción de 46,000, esto debido a la demanda de una importante empresa constructora que está solicitando pedidos de producto y también para prepararse para los meses de noviembre, diciembre y enero que son los meses que mayor demanda han presentado en años anteriores.

#### Desagregación

Una vez conocida la información de la demanda se realizó la desagregación de la producción de los meses de julio, agosto y septiembre con una demanda de 45,000 unidades por mes, una tasa de producción de 46,000 unidades mensuales.



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

Después de analizar la información de las entregas realizadas se obtuvieron los porcentajes de demanda de los productos que se observan en la tabla 2.

Tabla 2. Porcentajes de la demanda de productos de la empresa Civil & Arq.

Mes	BLOCK 10 PESADO PZA	BLOCK 10 MIXTO PZA	BLOCK 12 PESADO PZA	BLOCK 12 MIXTO PZA	BLOCK 12 CARA PIEDRA	BLOCK 15 PESADO PZA	BLOCK 15 SOLIDO PZA	BLOCK 15 MIXTO PZA	BLOCK 15 CARA DE PIEDRA	BLOCK 20 CARA DE PIEDRA
Porcentaje	3%	0%	58%	9%	2%	24%	4%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración Propia (2013)



Figura 4. Esquema de agregación

Fuente: Elaboración propia (2013)

En la tabla 3 se presentan los porcentajes de entrega de los datos históricos del producto y se determinó que el block con mayor demanda es el Block 12 pesado, que se considera como prioritario en este proceso. Una vez conocidos estos datos se realizó la desagregación.

En la tabla 4 se presentan las unidades agregadas, es decir, la producción requerida para los tres meses posteriores a la serie de tiempo.

Tabla 3. Esquema de desagregación con porcentajes

Esquema de desagregación					
BLOCK 12 pesado	BLOCK 15 pesado	BLOCK 12 mixto	BLOCK 15 solido	BLOCK 10 pesado	BLOCK 12 cara piedra
58%	24%	9%	4%	3%	2%

Fuente: Elaboración propia (2013)



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

Tabla 4. Unidades agregadas

Unidades Agregadas		
MES	Demanda (Dt) U	Producción (Pt) U
Julio	45000	46000
Agosto	45000	46000
Septiembre	45000	46000

Fuente: Elaboración propia (2013)

En la tabla 5 se puede apreciar la desagregación y la tabla 6 muestra el resumen de la desagregación, en ella se observa la producción necesaria por semana para cumplir con la demanda pronosticada para los tres meses programados.

Tabla 5. Desagregación de la producción requerida

MES/SEMANA	BLOCK 12 pesado	BLOCK 15 pesado	BLOCK 12 mixto	BLOCK 15 solido	BLOCK 10 pesado	BLOCK 12 cara piedra	BLOCK 12 pesado	BLOCK 15 pesado	BLOCK 12 mixto	BLOCK 15 solido	BLOCK 10 pesado	BLOCK 12 cara piedra	Suma producto (Pt) U	Capacidad Maxima	
	Demanda (Dt) U	Demanda (Dt) U	Demanda (Dt) U	Demanda (Dt) U	Demanda (Dt) U	Demanda (Dt) U	Producción (Pt) U	Producción (Pt) U	Producción (Pt) U	Producción (Pt) U	Producción (Pt) U	Producción (Pt) U			
JUL	1	26100	10800	4050	1800	1350	900	11500					11500	11500	
	2							11500					11500	11500	
	3							3100	8400					11500	11500
	4								2400	4050	1800	1350	900	10500	11500
AGO	1	26100	10800	4050	1800	1350	900	11500					11500	11500	
	2							11500					11500	11500	
	3							3100	8400					11500	11500
	4								2400	4050	1800	1350	900	10500	11500
SEP	1	26100	10800	4050	1800	1350	900	11500					11500	11500	
	2							11500					11500	11500	
	3							3100	8400					11500	11500
	4								2400	4050	1800	1350	900	10500	11500

Fuente: Elaboración propia (2013)

**Resultados**

Análisis del programa de producción propuesto



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
**Multidisciplinario**  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

Con el programa propuesto para la producción de Blocks en la empresa Civil & Arq S.A. de C.V. se da prioridad al producto estrella que en este caso es el Block 12 pesado, y se programa las tres primeras semanas de cada mes para completar la demanda del mismo, la semana restante se dedicará a producir el resto de producto demandado históricamente, de acuerdo a su porcentaje de demanda.

Comparando los resultados del modelo propuesto de la tabla 6, contra los datos de la programación de la producción de los meses de enero a marzo del presente año de la tabla 7, se observa que en la producción de los primeros tres meses del año, en algunas semanas se produce en pequeñas cantidades de productos, incluyendo al producto más demandado, lo que lleva a la necesidad de producir en grandes cantidades en algunos periodos, lo que podría ser una causa de las fallas en el equipo, debido a que no se encuentra un equilibrio en la producción y se requiere del funcionamiento al máximo del equipo.

Tabla 6. Resumen de la desagregación para la producción

		BLOCK 12 pesado	BLOCK 15 pesado	BLOCK 12 mixto	BLOCK 15 solido	BLOCK 10 pesado	BLOCK 12 cara piedra
MES	SEMANA	Producción (Pt) U					
JULIO	1	11500					
	2	11500					
	3	3100	8400				
	4		2400	4050	1800	1350	900
AGOSTO	5	11500					
	6	11500					
	7	3100	8400				
	8		2400	4050	1800	1350	900
SEPTIEMBRE	9	11500					
	10	11500					
	11	3100	8400				
	12		2400	4050	1800	1350	900

Fuente: Elaboración propia (2013).

Tabla 7. Programación de la producción de los meses de Enero–Marzo 2013



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

		BLOCK 12 pesado	BLOCK 15 pesado	BLOCK 12 mixto	BLOCK 15 solido	BLOCK 10 pesado	BLOCK 12 cara piedra
MES	SEMANA	Producción (Pt) U					
Enero	1	0					
	2	2520					
	3	25232					
	4	6340					
Febrero	1	4620					
	2	8736					
	3	4264					
	4	18936					
Marzo	1	9240	3780				
	2		5844				
	3						
	4						

Fuente: Elaboración propia (2013)

### Conclusiones

Una vez que se aplicó el modelo de desagregación de la producción y de acuerdo a la comparación realizada se observa claramente la diferencia entre la producción realizada y la manera en el que se ha realizado la programación a través de la desagregación; una vez que se aplica una metodología apropiada se muestra el equilibrio en la utilización del equipo, lo que mejora la distribución de la producción de acuerdo a los porcentajes de demanda histórica, dejando un margen de capacidad para la realización del mantenimiento preventivo y disminuir los paros por mantenimiento correctivo, que pudiera ser causado por la desproporcionalidad en la producción que se ha tenido en periodos anteriores.

Con esto se visualiza la importancia de la administración de las operaciones en los sistemas de producción que ayuda a las empresas a optimizar la utilización de sus recursos para beneficio propio y el de sus clientes.

### Bibliografía



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

- Nahmias, S. (2006). *Análisis de la producción y las operaciones*. México: CECSA.
- Chase, R., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y Cadena de Suministros*. México: Mc Graw Hill
- Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, (2000). *Administración de operaciones*, 5ª edición. México: Prentice Hall.
- Russell, R. & Taylor, B. (1998). *Operations Management. Focusing on quality and competitiveness. Second edition*. New Jersey: Prentice Hall,
- Meredith, J. & Gibbs, T. (1986). *Administración de operaciones*. México: Limusa.
- Sule D.R. (2008). *Production Planning and Industrial Scheduling*. CRC Press.
- Vollmann T.E., Berry W.L., Whybark D.C., Jacobs F.R. (2005). *Manufacturing Planning and Control Systems for Supply Chain Management*. McGraw Hill.