

Planificación táctico-operativa de la producción en la UEB Fábrica de Fusibles y Desconectivos de Santa Clara, Villa Clara.

Tactical-operative planning of production in the UEB Factory of Fuses and Disconnects of Santa Clara, Villa Clara.

Hector Cuellar Madrigal¹.

Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad Central de Las Villas. Cuba.
hcuellar@uclv.edu.cu

Resumen

La Unidad Empresarial de Base “Fábrica de Fusibles y Desconectivos” (Geysel), ha estado presentando deficiencias en cuanto a la planificación de la producción de fusibles a nivel táctico-operativo, al ser empleado el método del coeficiente para efectuar el balance de carga y capacidad, el cual no permite prevenir los desbalances que puedan surgir en el corto plazo y posibiliten tomar anticipadamente decisiones de balances de capacidad, a la vez que provoca incremento de inventario de los fusibles.

Es por ello que se plantea como objetivo aplicar la planificación táctico-operativo de la producción en la línea de fabricación de la familia de fusibles de manera que garantice el mejoramiento de la gestión productiva en la misma.

El procedimiento de cálculo utilizado en los resultados que en este trabajo se exponen están referidos en la literatura internacional en relación con el enfoque jerárquico de la planificación de la producción.

Con ello queda demostrada su aplicabilidad como herramienta para dar solución a los problemas presentes en el área productiva, en la búsqueda de la mejora en la planificación de la producción.

Los resultados de esta investigación son significativos respecto al método tradicional empleado por cuanto redundan en el mejoramiento del proceso de planificación.

La mejora consiste en la obtención del plan de capacidad en el cual se evidencia anticipadamente, las semanas donde existen los desbalances permitiendo tomar las medidas de ajustes racionales y oportunas con un mejor empleo de los trabajadores, así como disminuir los inventarios de fusibles.

Palabras claves: Producción; Planificación; Plan agregado; Plan de capacidad

Abstract

The Factory of Fuses and Disconnects (Geysel), has been presenting deficiencies in terms of production planning of fuses at the tactical-operational level. At same time, the coefficient method is used to carry out the load balance and capacity which does not allow to prevent the imbalances that may arise in short term, and make it possible to take decisions in advance of capacity balances and increase in the inventory level of the fuses. The objective of this paper is to apply the tactical-operative planning of the production in the line the family of fuses in a way that guarantees the improvement of the productive management in the factory. The calculation procedure used in the results presented in this paper are referred on international literature in relation to the hierarchical approach to production planning. This demonstrates its applicability as a tool to solve the problems present in the productive area, in the search for improvement in production planning. The results of this research are significant with respect to the traditional method used because it improves the planning process.

The improvement with respect to the traditional method consists of obtaining the capacity plan in which it is evidenced in advance, the weeks where there are imbalances allowing to take the rational and timely adjustments measures with a better employment of the workers, as well as to reduce the inventories of fuses.

Keywords: Production; Planning; Aggregate plan; Master production planning; Capacity plan.

INTRODUCCIÓN

La planificación de la producción anual y operativa en las empresas cubanas está regida por el empleo del método de balance.

Fundora, et al (1987) manifiesta que la forma más generalizada de planificación de la producción en nuestras empresas, para cualquier nivel de planificación, es el balance de capacidad con el empleo del método del coeficiente que mantiene su vigencia y se basa en la comparación entre el gasto requerido y los fondos disponibles. De este balance se obtiene el número de obreros por especialidades, de equipos y de turnos necesarios.

Es de señalar que en algunas ocasiones con la aplicación del método del coeficiente puede llegarse a criterios erróneos, al no establecerse un límite del porcentaje de utilización

acorde con el nivel de organización y el tipo de producción, a la vez que no permite prevenir los desbalances que puedan surgir en el corto plazo.

El enfoque jerárquico de la planificación de la producción tiene que ver fundamentalmente con las fases del proceso de planeación y decisión que deben desarrollarse en el sistema de producción.

El enfoque jerárquico define los tres niveles siguientes: estratégico, táctico y operativo. Son variados y similares los enfoques que con respecto al proceso de planificación de la producción han sido tratados por diversos autores tales como Company Pascual (1989); Díaz (1993); Fogarty et al. (1994); Schroeder (1992); Tawfik & Chauvel (1992); Buffa & Sarin (1995); Chase et al (2000) , Adam & Ebert (1991) entre otros, que a pesar de establecer un concepto integrador en el sentido vertical, no expresan claramente la integración en el sentido horizontal. Tal vez son Ramos Gómez (2002) y Domínguez Machuca et al (1995), quienes de acuerdo a la literatura consultada presentan un mejor enfoque, pues consideran la integración en ambos sentidos, en el que se logre una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos y además se establezca su relación horizontal con las otras áreas funcionales de la compañía para lo cual se establece la estructura de un sistema jerárquico de planificación y control de la producción.

Por su parte Alfalla Luque et al. plantea que la planificación táctico-operativa conlleva, entre otras, la planificación agregada de la producción, la programación de la producción y la programación detallada, proceder que se seguirá en el presente trabajo.

De la planificación agregada de la producción y la capacidad, se obtiene el plan agregado de producción, todavía en unidades agregadas (familias de productos), pero para períodos normalmente mensuales, los valores de las principales variables productivas (cantidad de productos, inventarios, mano de obra, etc.), tomando en consideración la capacidad disponible e intentando que permita cumplirse el plan al menor costo posible y mayor nivel de servicio.

Cuando existe una alta diversidad de productos para conformar las unidades agregadas se puede emplear el procedimiento general para reducir un programa de producción propuesto por Woithe, G. & Hernández Pérez, G. (1986) mediante el método del representante tipo.

Pero aún la planificación agregada no es suficiente para llevar a cabo la planificación operativa, siendo necesario descomponer las familias en productos concretos y pasar los períodos de meses a semanas, procediéndose a realizar la programación de la producción. Como resultado de la programación de la producción se obtiene el programa maestro de producción y su validación en términos de capacidad. El resultado será el programa maestro de producción con un horizonte temporal que no supere el año y se desglosa en semanas.

Para este plan también es necesario comprobar si es factible desde el punto de vista de la capacidad, ya que el nivel de desagregación es mayor (producto y períodos de tiempo). El hecho de que la capacidad para períodos trimestrales o mensuales sea suficiente de forma agregada, no quiere decir que no existan desajustes semanales, debiéndose realizar un análisis aproximado de capacidad.

La programación detallada se nutre de la programación maestra, que abarca un período entre una semana y un mes, desglosándose en intervalos de semanas y días. Las cantidades a producir se especifican al nivel de componentes. En esta etapa también se realiza la planificación detallada de capacidad requerida por las cantidades de componentes. Como resultado de todo este proceso se obtiene el Plan de Materiales.

DESARROLLO

La Fábrica de Fusibles y Desconectivos, GEYSEL, única de su tipo en el país, se encuentra localizada en el municipio de Santa Clara. La empresa cuenta con dos tipos de planes: anual y operativo mensual. Para realizar la planificación de la producción el método empleado es el balance de carga y capacidad tradicional utilizándose el método del coeficiente basado en la división entre el gasto requerido y los fondos disponibles, como se muestra en la tabla 1, método que se aplica para cada uno de los cinco tipos de fusibles según la distribución del plan en el año.

Como se podrá observar en la tabla citada, el método empleado, tanto a nivel táctico como operativo, no permite detectar los desbalances en el corto plazo y por tanto la no regulación del proceso de ejecución del plan de producción, al no existir criterios sobre la magnitud de los porcentajes de utilización admisibles según el tipo de producción y el nivel organizativo.

BALANCE DE CARGAS FINAL		P16T	TA	P8,Cr,MCR,P40T	PH,A,CU,PM	P4,	P3	BEST	CM	BT	BS	TOTALES
Totales de Carga	Horas-Equipo	3293	3455	1956	1332	1229	1537	842	1427	13823	3859	
	Horas-obrero	3293	3455	1956	1332	1229	1537	842	1427	13823	3859	
Cantidad de Equipos		1	3	4	4	1	1	1	1	1	1	4
Nro de Turnos		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CM en Horas -Equipo		1782	5130	7128	7128	1782	1782	1782	1782	35640	1782	
% de Utilizacion Previsto		185	67	27,44	18,69	68,97	86,25	47,25	80,08	38,79	216,55	
Cantidad de Obreros		1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	4
Ce -hr Obreros		1782	3564	1782	1782	1782	1782	1782	1782	1782	7128	
Variacion de la Capacidad Efectiva	Sobra(+)		x		x	x	x	x			x	
	Falta(-)	x		x						x		
Aumento o disminucion Planificada de Ce		1511	-109	174	-450	-553	-245	-940	-355	12041	-3269	
Aumento o disminucion Planificada del Nro de Obreros Ce		1		1					0			
Cantidad Planificada de Obreros		2	3	2	1	1	1	1	1	8	4	24
Cantidad Planificada de Equipos		2	3	4	4	1	1	1	1	1	4	22
Cantidad Planificada de Turnos		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CM planificada en horas Equipo		3564	5130	7128	7128	1782	1782	1782	1782	14256	7128	
Ce planificada en horas obreros		3564	5130	3564	1782	1782	1782	1782	1782	14256	7128	
% de Utilizacion de la CM Plan		92,40	67,35	27,44	18,69	68,97	86,25	47,25	80,08	96,96	54,14	

Tabla 1: balance de carga y capacidad final año 2018. Fuente: Area productiva de Fusibles

Tal característica promueve la aplicación del enfoque jerárquico de la planificación de la producción a nivel táctico- operativo a la línea de producción de fusibles siendo necesario reducir el plan de producción que está desagregado en fusibles de 1-8 Amp, 10-50 Amp, 65- 100 Amp, 125-140 y de 200 Amp para obtener una unidad agregada. La idea es que es posible seleccionar un representante tipo de cada grupo de productos y con ello reducir cálculos sin afectar la solución.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Se utilizó el método del representante tipo, como se muestra en tabla 2, para reducir el programa de producción y trabajar con un volumen de producción equivalente en cuanto a la cantidad de fusibles.

El producto representante tipo seleccionado fue el fusible de 10-50 Amperes por ser los únicos que pasaban por todas las operaciones con un tiempo tecnológico total de 266 s/fusible y tener el mayor valor del producto de la cantidad de productos y la suma de los tiempos de fabricación, como se muestra en la tabla 2.

Fusibles	Ti(s/fusibles)											Ni(fus/mes)		Σti	Kuj
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	15Kv	34Kv		
1-8 Amp	22	3	4	-	56	5	16	-	15	8	75	12208	3332	204	0,77
10-50 Amp	22	3	4	2	56	5	16	60	15	8	75	3166	2000	266	1
65-100Amp	-	3	5	2	70	5	16	77	15	10	75	0	0	278	1,04
125-140Amp	-	3	5	2	82	5	16	108	15	10	75	0	0	321	1,20
200 Amp	-	3	6	2	82	5	16	108	15	11	78	0	0	326	1,22

Tabla 2: Aplicación del método del representante tipo. Fuente: Elaboración propia

Representante tipo: Fusibles de 10-50 Amperes 15 kv con un tiempo total de 266 segundos/fusible.

Kuj: Coeficiente de reducción

$$Kuj = \frac{t_j}{t_{tipo}}$$

N equivalente = $\sum Kuj * Ni = (0,77*5418) + (1*7348) = 11520$ fusibles/mes.

Este proceso se repite para cada uno de los meses bajo estudio determinando la cantidad equivalente de fusibles de 10-15 Amperes de 15 kv.

La tabla 3 muestra la clasificación de los centros de trabajo de la ruta tecnológica.

No.	Centro de trabajo	Símbolo	No.	Centro de trabajo	Símbolo
1	Cizalla mecánica	Cme	8	Torno automático	TA
2	Prensa de 16t	P16t	9	Prensa Nro. 4	P4
3	Estañado con crisol	Cr	10	Prensa Nro. 3	P3
4	Máquina de corte de rabiza	MCR	11	Soldadura	BS
5	Prensa hidráulica	PH	12	Estañado	BE
6	Máquina de cortar alambre	A	13	Banco terminación	BT
7	Sierra de corte de tubo	SCT			

Tabla 3: Clasificación de los centros de trabajo. Fuente: Área de producción

Una vez obtenido el volumen de producción equivalente de fusibles de 10-15 Amperes de 15 kv para cada mes del primer semestre, se llevó cabo la determinación del plan agregado de producción bajo tres escenarios posibles:

Escenario 1: estrategia fuerza de trabajo nivelada, utilizada por la empresa (plantilla de 11 trabajadores fijos).

Escenario 2: fuerza de trabajo estable durante seis meses

Escenario 3: estrategia de persecución o de caza)

Para estos escenarios se consideraron las condiciones siguientes:

- Se trabaja un turno al día de 9 horas durante 5 días a la semana.

- El máximo de horas extras permitidas son 50 horas al mes.
- Tasa de producción: 0,074 h/fusible.

Elemento/mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Requerimientos de producción	11520	17132	14587	13500	20072	19977
Horas de producción requeridas	852,48	1267,77	1079,44	999	1485,33	1478,29
Inventario inicial	0	17912	27536	43719	56975	67673
Días laborables	22	20	23	20	23	22
Horas mensuales	198	180	207	180	207	198
Producción en tiempo normal	29432	26756	30770	26756	30770	29432
Fuerza de trabajo	11	11	11	11	11	11
Inventario final	17912	27536	43719	56975	67673	77128

Tabla 4: Escenario 1: Plan agregado de producción para el primer semestre del 2018. Método de la empresa. Fuente: Elaboración propia

Elemento/mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Requerimientos de producción	11520	17132	14587	13500	20072	19977
Horas de producción requeridas	852,48	1267,77	1079,44	999	1485,33	1478,29
Inventario inicial	0	7209	7104	12098	15625	15134
Días laborables	22	20	23	20	23	22
Horas mensuales	198	180	207	180	207	198
Producción en tiempo normal	18729	17027	19581	17027	19581	18729
Fuerza de trabajo	7	7	7	7	7	7
Inventario final	7209	7104	12098	15625	15134	13886

Tabla 5: Escenario 2: Plan agregado de producción para el primer semestre del 2018. Método fuerza de trabajo estable durante 6 meses. Fuente: Elaboración propia

Elemento/mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Demanda	11520	17132	14587	13500	20072	19977
Requerimientos de producción	11520	15274	12834	12348	17826	18222
Horas de producción requeridas	852,48	1130,28	949,716	913,752	1319,13	1348,43
Inventario inicial	0	1858	1753	1152	2246	1755
Días laborables	22	20	23	20	23	22
Horas mensuales	198	180	207	180	207	198
Producción en tiempo normal	13378	17027	13986	14594	19581	18729
Fuerza de trabajo	5	7	5	6	7	7
Trabajadores contratados	0	2	0	1	1	0
Trabajadores despedidos	6	0	2	0	0	0
Inventario final	1858	1753	1152	2246	1755	507

Tabla 6: Escenario 2: Plan agregado de producción para el primer semestre del 2018. Método estrategia de caza. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se muestran los resultados de la comparación de las estrategias en cuanto a nivel de servicio al cliente y unidades sobrantes al final del mes de junio.

Planificación Agregada		
Estrategias	Nivel de servicio al cliente	Unidades sobrantes
Fuerza de trabajo estable(empresa)	100%	77128
Fuerza de trabajo estable durante seis meses	100%	13886
Caza	100%	507

Tabla 7: Comparación de las estrategias utilizadas en la conformación del plan agregado de producción. Fuente: Elaboración propia

De los resultados siguientes se puede llegar a la conclusión de que todas las estrategias cumplen con un nivel de servicio al cliente del 100%; no obstante, la más acertada sería la estrategia de caza debido a que presenta el menor número de unidades en inventario a finales del mes de junio. Aunque el marco legal laboral del país tiene una política de no despedir, la empresa podría usar los trabajadores excedentes en otras áreas que requieran de su utilización, valiéndose de la manifiesta flexibilidad de la mano de obra.

La programación maestra se realiza a partir del plan anual de producción de la empresa desagregada en los cinco tipos de fusibles: de 1-8 amperes; 10-50; 65-100; 125-140 y 200 amperes y a su vez por semanas.

La tabla 8 muestra un ejemplo de cálculo del plan maestro para el primer semestre del año 2018 para el fusible de 1-8Amp y 15Kv

P.A(1-8Amp 15Kv)	5418				12208				11100			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
P.A semanal	1354	1354	1354	1356	3052	3052	3052	3052	2775	2775	2775	2775
Inventario inicial	0	46	42	38	32	30	28	26	24	49	24	49
Pedidos en curso												
Pedidos pendientes												
Pedidos comprometidos												
Necesidades netas	1354	1308	1312	1318	3020	3022	3024	3026	2751	2726	2751	2726
Inventario final	-46	-42	-38	-32	-30	-28	-26	-24	-49	-24	-49	-24
PMP	1400	1350	1350	1350	3050	3050	3050	3050	2800	2750	2800	2750

Tabla 8: Ejemplo de propuesta del plan maestro de producción para el primer trimestre del año 2018. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 se muestra un resumen del programa maestro de producción con los volúmenes a producir de algunos de los fusibles.

Mes	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
FMP 1-E 15KV	1400	1350	1350	1350	3050	3050	3050	3050	2800	2750	2800	2750	1250	1250	1250	1250	3000	3000	3000	3000	750	750	750	728
FMP 1-E 34KV					850	850	800	850	800	800	800	800	800	800	800	800	400	400	400	400	500	500	500	481
FMP 10- 50 15KV	1850	1850	1850	1800	800	800	800	800	1100	1150	1100	1150	750	750	750	750	2100	2100	2100	2100	880	880	880	880
FMP 10- 50 34KV					500	500	500	500									300	280	300	280	850	800	850	800
FMP 65- 100 15KV													250	250	250	250					800	800	800	800
FMP 65- 100 34KV													250	250	250	250					800	800	800	800
FMP 125-140 15KV													250	250	250	250								

Tabla 9: Programa maestro de producción de algunos tipos de fusibles para los primeros seis meses del año 2018. Fuente: Elaboración propia

La siguiente acción es realizar el balance entre el plan de carga y la capacidad disponible; esta acción nos brinda una visión para la realización del programa maestro de producción.

Para la consideración del plan de carga se utilizó la clasificación de los centros de trabajo donde se realizan los diferentes productos (tabla 3) y el total de horas disponibles por cada puesto de trabajo, teniendo en cuenta el tiempo perdido por mantenimiento y/o ausentismo determinados por Guerra Ramírez (2016) cuyo resultado se muestra en dos secciones en la tabla 10.

En la tabla 10 se observan los desbalances existentes, lo que permite anticipadamente analizar y tomar las medidas oportunas para lograr un exitoso cumplimiento del plan de producción elaborado y adecuado empleo de la fuerza de trabajo.

CT		Enero				Febrero				Marzo				Abril			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Croc.	Disp.	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55
	Req.	9,03	8,89	8,89	8,75	14,44	14,44	14,31	14,44	12,22	12,22	12,22	12,22	6,94	6,94	6,94	6,94
	Dif.	35,52	35,66	35,66	35,8	30,11	30,11	30,24	30,11	32,33	32,33	32,33	32,33	37,61	37,61	37,61	37,61
P16t	Disp.	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55
	Req.	32,5	32	32	31,5	52	52	51,5	52	44	44	44	44	32,81	32,47	32,81	32,47
	Dif.	12,05	12,55	12,55	13,05	-7,45	-7,45	-6,95	-7,45	0,55	0,55	0,55	0,55	11,74	12,07	11,74	12,08
BE	Disp.	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55
	Req.	7,22	7,11	7,11	7	11,56	11,56	11,44	11,56	9,78	9,78	9,78	9,78	8,66	8,71	8,66	8,71
	Dif.	37,33	37,44	37,44	37,55	32,99	32,99	33,11	32,99	34,77	34,77	34,77	34,77	35,89	35,84	35,89	35,84
BT	Disp.	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55	44,55
	Req.	67,71	66,67	66,67	65,63	108,33	108,33	107,29	108,33	91,66	91,66	91,66	91,66	76,38	75,29	76,38	75,29
	Dif.	-23,16	-22,12	-22,12	-21,08	-63,78	-63,78	-62,74	-63,78	-47,11	-47,11	-47,11	-47,11	-31,83	-30,74	-31,83	-30,74

Tabla 10: Sección resumen del balance de carga y las horas requeridas. Fuente: Elaboración propia

La propia tabla muestra que existen horas faltantes en determinadas semanas para la prensa de 16 toneladas (P16t) y el banco de terminación (BT), de la misma forma que horas sobrantes en otros puestos de trabajo.

Respecto al faltante de capacidad en la prensa en determinadas semanas, se puede tomar la medida de adelantar producción para semanas anteriores siempre que no se produzca un desbalance en el proceso de fabricación de fusibles.

En cuanto al banco de terminación la capacidad disponible no es suficiente, pero se puede aprovechar las horas libres de otros puestos de trabajo debido a que la operación es completamente manual, y se cuenta con una mano de obra flexible, lo que permite mover trabajadores de otros puestos de trabajo, cuestión que se efectúa en el área productiva tradicionalmente cuando surge esta situación.

Conclusiones

1. De acuerdo a las deficiencias encontradas en la planificación y gestión de la producción con el empleo del método del coeficiente, se da la necesidad del empleo de un nuevo enfoque en la planificación táctico-operativa de la producción en la línea de fusibles.
2. En empresas donde exista gran diversidad de productos en una misma familia se debe emplear el método de reducción del plan de producción mediante el método del representante tipo a los efectos de realizar la planificación a nivel táctico-operativo.

3. El enfoque de la planificación táctico-operativa aplicado permite, respecto al método del coeficiente, tanto como conocer anticipadamente las semanas donde existen los desbalances para tomar las medidas de ajuste racionales y oportunas, disminuir los inventarios de fusibles, como una mejor organización de la producción.

Referencias bibliográficas

1. ADAM, E. y EBERT, R. 1991. Administración de la producción y las operaciones, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 4ta. Edición.
2. ALFALLA LUQUE, R. ET AL. 2009. Introducción a la Dirección de Operaciones táctico-operativa. Un enfoque práctico, Delta, Publicaciones Universitarias.
3. BUFFA, E. & SARIN, R. 1995. Administración de la producción y de las operaciones, Limusa, México D.F.
4. COMPANY PASCUAL, R. 1989. Planificación y programación de la producción, Madrid.España., Marcombo.
5. DÍAZ, A. 1993. Producción Gestión y Control. Editorial Ariel. Economía SA Barcelona.
6. DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A. 1995. Dirección de Operaciones: Aspectos estratégicos en la producción y los servicios, McGraw-Hill Interamericana.
7. FOGARTY, W. D. 1994. Administración de la producción e inventarios, México, Compañía editorial continental, S.A.
8. FUNDORA, A. ET AL (1987). Organización y planificación de la producción, segunda parte. Editora ISPJAE.
9. GUERRA RAMÍREZ, R. (2016). Tesis en opción al título de master en Ingeniería Industrial. UCLV
10. RAMOS GÓMEZ, R. 2002. Tesis presentada en opción al título académico de doctor en ciencias UCLV.
11. SCHROEDER, R. 1991. Administración de Operaciones, Mc Graw Hill.
12. TAWFIK & CHAUVEL 1992. Administración de la producción, Editorial interamericana.
13. WOITHE, G. & HERNÁNDEZ PÉREZ, G. (1986). Fundamentos de la proyección de fábricas de construcción de maquinaria. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana, Cuba.