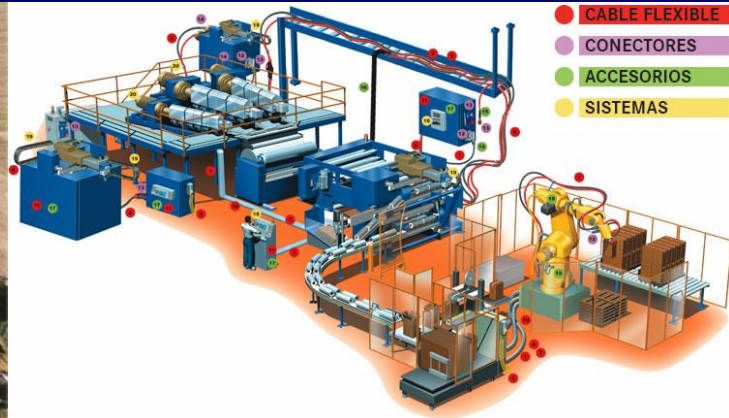


INGENIERÍA DE PLANTAS

CÁLCULO DE ÁREAS



Expositor: Ing. ADOLFO VALENCIA NAPÁN



REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE EMPLEADOS

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

FÓRMULA DE GUERCHET

REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

- Luego de haber construido el diagrama de flujo del material, la tabla de relación de actividades y el diagrama de relación de actividades, estamos en la posición de evaluar el espacio requerido para la distribución de planta.
- Encontraremos que la solución ideal que planteemos estará forzada por la cantidad y forma del área y capital disponible.
- Para determinar el espacio requerido es necesario conocer el volumen y estándar (para las operaciones asociadas) de los productos a elaborar.
- Debemos recordar que el volumen-variedad de producción fue un elemento de decisión para determinar si la distribución es por producto o por proceso.

REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

- La información necesaria es la siguiente:
 - Pronostico de ventas
 - Tipo de distribución
 - Standard de producción
 - Tiempo disponible por semana, mes o año (política de la empresa).
 - Dimensiones de la maquinaria, equipo, puesto de trabajo (para ensambles).
 - Área destinada pasillos.
 - Método de almacenamiento para los materiales a emplear
 - Método de almacenamiento para el producto en proceso
 - Método de almacenamiento para el producto terminado

REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

- ❑ Política de inventarios.
- ❑ Área para servicios a proceso productivo y maquinaria (grupo electrógeno, compresoras, planta vapor, pozos para agua, control de calidad, taller mantenimiento, etc.).
- ❑ Área para servicio de personal (servicios higiénicos, vestuarios, comedor, tópicos, estacionamiento, etc.).
- ❑ Área para labores administrativas en planta.
- ❑ Área para labores administrativas fuera de planta.
- ❑ Espacio disponible
- ❑ Forma del espacio disponible.



REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE EMPLEADOS

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

FÓRMULA DE GUERCHET

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

- Dado los volúmenes de producción, las operaciones asociadas al producto, el estándar y eficiencia de cada operación y el tipo de distribución.

- Se define como:

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij} \times T_{ij}}{H_{ij}}$$

- Donde:

- M_j : Número de máquinas requeridas de tipo “j”
- P_{ij} : Volumen de producción del producto “i” en la máquina “j” en un periodo.
- T_{ij} : Estándar de producción del producto “i” en la máquina “j”
- H_{ij} : Horas disponibles, por periodo, del producto “i” en la máquina “j”
- n : Número de productos.



REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE EMPLEADOS

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

FÓRMULA DE GUERCHET

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE EMPLEADOS

- Dado los volúmenes de producción, las operaciones (de ensamble) asociadas al producto, el estándar y eficiencia de cada operación.

- Se define como:

$$A_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij} \times T_{ij}}{H_{ij}}$$

- Donde:

- A_j : Número de empleados requeridos para la operación de tipo “j”
- P_{ij} : Volumen de producción del producto “i” en la máquina “j” en un periodo.
- T_{ij} : Estándar de producción del producto “i” en la máquina “j”
- H_{ij} : Horas disponibles, por periodo, del producto “i” en la máquina “j”
- n : Número de productos.

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE EMPLEADOS

- La determinación dependerá de:
 - Grado de automatización de la máquina.
 - Grado de supervisión a los parámetros de máquina e inspección de las operaciones y producto (control en el proceso)
 - Análisis de métodos de trabajo.
- En todo caso se debe desarrollar el diagrama hombre-máquina.





REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE EMPLEADOS

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

FÓRMULA DE GUERCHET

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS POR CÁLCULO

- Se debe tener como datos, las dimensiones de la maquinaria o puesto de trabajo (para ensambles).
- Esta data se toma de catálogos para la maquinaria o por medición directa (usada especialmente para puestos de trabajo en ensamble).
- Luego, el espacio requerido es el producto del numero de máquinas (y/o puestos de trabajo) por el espacio requerido.
- A este se le debe añadir el espacio necesario para el operario, espera de producto, pasillos y otros necesarios.
- Este método es recomendable para la “DISTRIBUCIÓN GENERAL DE CONJUNTO” y “DISTRIBUCIÓN DETALLADA”, sobre todo para las áreas de manufactura.

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

MÉTODO DE CONVERSIÓN

- Se halla el espacio actual requerido, se realiza el ajuste para hacerla mas eficiente; luego es usado como base (factor) para hallar el espacio requerido para la distribución propuesta.
- Se debe tener mucho cuidado de lo asumido en la determinación del factor.
- Se debe recordar que el espacio requerido no es función lineal de la cantidad a producir.
- Este método es recomendable para áreas de servicio y almacenes.

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

ESPACIOS ESTÁNDAR

- En ciertas industrias se pueden emplear estándares para la determinación del espacio requerido.
- Si se ha tenido éxito en distribuciones anteriores, se pueden establecer ratios para proyectar los espacios requeridos.
- Para el empleo de los estándares se debe tener pleno conocimiento de las consideraciones tomadas, sino, sería peligroso.

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

PROYECCIÓN DE RATIOS

- Es empleado para calculo de áreas generales.
- Este método es el menos preciso.
- Se deben determinar ratios que relacione metros cuadrados con algún factor que puede ser medido para propósitos de distribución.
- Por ejemplo:
 - m^2 / horas directas
 - m^2 /cantidad producida
 - m^2 / supervisor

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

PROYECCIÓN DE RATIOS

- Se puede usar este método para el calculo de :
 - Almacén de materia prima
 - Almacén de producto en proceso
 - Almacén de producto terminado
 - Pasillos
 - Mantenimiento
 - Despacho
 - Tópicos
 - Comedor
 - Servicios higiénicos
 - Oficinas.





REQUERIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE MAQUINARIA

CÁLCULO DE REQUERIMIENTO DE EMPLEADOS

MÉTODOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESPACIOS

FÓRMULA DE GUERCHET

MÉTODO GUERCHET

- Por este método se calcularán los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta.
- Por lo tanto, se hace necesario identificar el número total de maquinaria y equipo llamados **elementos estáticos o fijos (EF)** y también el número de operarios y el equipo de acarreo, llamados **elementos móviles (EM)**.
- Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

S_T = Superficie total

S_s = Superficie estática

S_g = Superficie de gravitación

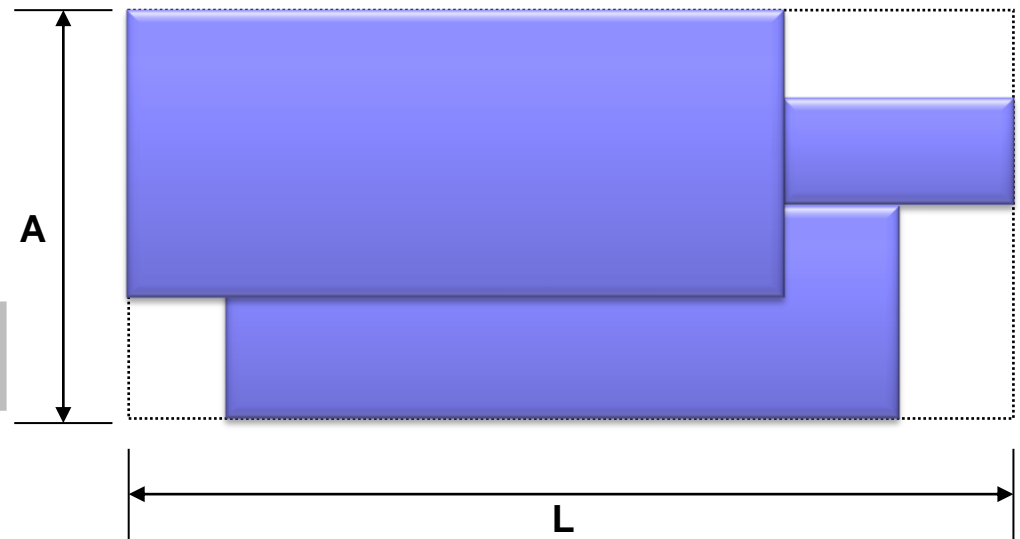
S_e = Superficie de evolución.

MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE ESTÁTICA (S_e)

- Corresponde al área de terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos.
- Esta área debe ser evaluada en la posición de uso de la máquina o equipo, esto quiere decir que debe incluir las bandejas de depósito, palancas, tableros, pedales, etc., necesarios para su funcionamiento.

$$S_s = \text{Largo} \times \text{Ancho} = L \times A$$



MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE DE GRAVITACIÓN (S_g)

- Es la superficie utilizada por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo.
- Esta superficie se obtiene para cada elemento, multiplicando la superficie estática (S_s) por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s \times N$$

Siendo:

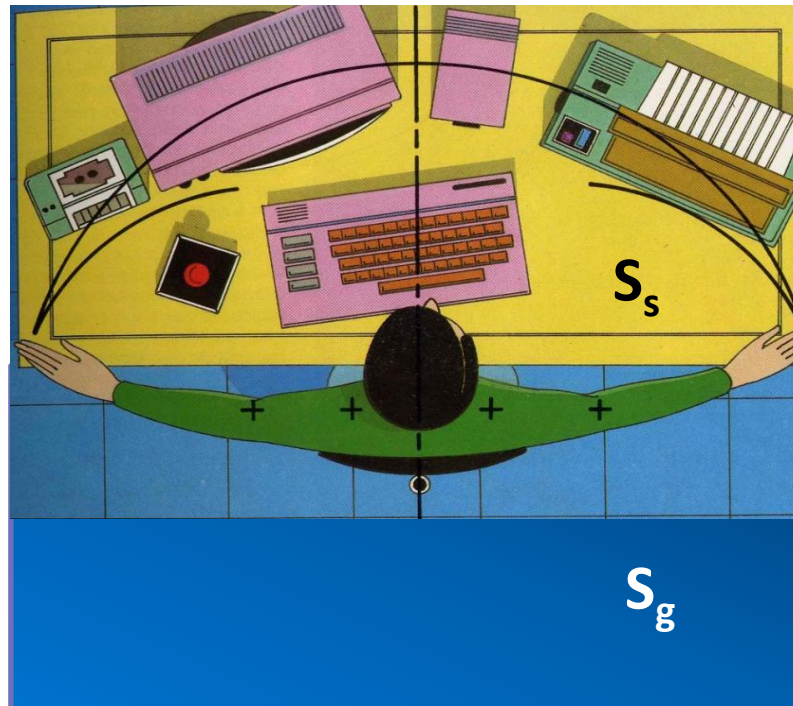
S_s = Superficie estática

N = número de lados

MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE DE GRAVITACIÓN (S_g)

- La superficie gravitacional depende del requerimiento de áreas de trabajo.
- En el siguiente diagrama, sólo se utiliza un lado, en este caso.



MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN (S_e)

- Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado.
- Para su cálculo se utiliza un factor “K” denominado **coeficiente de evolución**, que representa una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos.

$$S_e = (S_s + S_g)K$$

- Siendo:

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EF}} = 0.5 \times \frac{h_{EM}}{h_{EF}}$$

MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN (S_e)

■ Siendo:

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n}$$

h_{EM} : Altura promedio ponderada de los elementos móviles

r : variedad de elementos móviles

A_i : superficie estática de cada elemento

h : altura del elemento móvil

n : número de elementos móviles de cada tipo

MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN (S_e)

■ Siendo:

$$h_{EF} = \frac{\sum_{i=1}^t S_s \times n \times h}{\sum_{i=1}^t S_s \times n}$$

h_{EF} : Altura promedio ponderada de los elementos fijos o estáticos

t : variedad de elementos estáticos

S_s : superficie estática de cada elemento

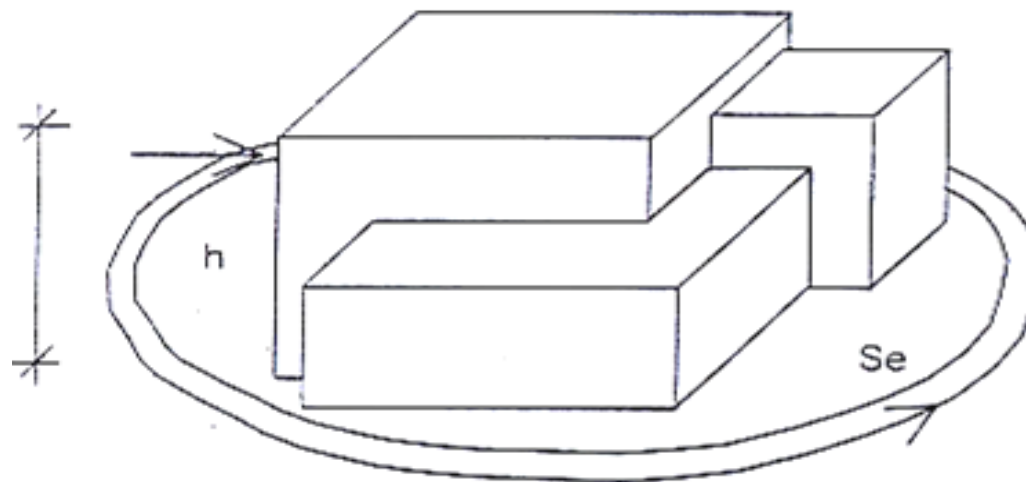
h : altura del elemento estático

n : número de elementos estáticos de cada tipo

MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN (S_e)

- Es la superficie requerida para el movimiento alrededor de la máquina.
- La altura incluida nos da una idea de volumen y visibilidad para el movimiento
- Para el cálculo de la superficie que se asigna a los inventarios, bien sea en almacén o en puntos de espera, no se considera la superficie gravitacional, sino únicamente la superficie estática y de evolución.



MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN (S_e)

- Normalmente, la superficie ocupada por las piezas o materiales acopiados junto a un puesto de trabajo para la operación en curso, no da lugar a una asignación complementaria, ya que está comprendida entre las superficies de gravitación y de evolución.
- Sin embargo, si ocupara una superficie mayor que la del área gravitacional, se debe calcular como en el caso anterior.
- Para el caso del cálculo de K, se puede utilizar como área ocupada por el trabajador 0.5 m^2 y una altura promedio de 1.65 m.

MÉTODO GUERCHET

SUPERFICIE TOTAL (S_T)

- Se han estimado algunos valores de K para diferentes tipos de industria, los cuales se citan a continuación:

Gran industria, alimentación	0.05 – 0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0.10 – 0.25
Textil-hilado	0.05 – 0.25
Textil-tejido	0.50 – 1.00
Relojería, joyería	0.75 – 1.00
Pequeña mecánica	1.50 – 2.00
Industria mecánica	2.00 – 3.00

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO 1

- En una planta procesadora de hierbas aromáticas se requiere determinar el área más adecuada para el procesamiento de té filtrante.
- Se han tomado datos de las máquinas y el equipo de acarreo requerido, los cuales se presentan en el siguiente cuadro:

MÁQUINAS	n	N	l	a	h
Secadora	1	1	2.00	1.50	1.90
Molino	3	2	2.00	2.00	1.50
Tamiz	2	3	2.50	1.20	1.60
Balanza	1	1	0.70	0.70	1.00
Mezcladora	2	2	1.20	1.20	1.50
Envasadora	10	3	1.90	1.00	2.00
Empaquetadora	1	2	1.40	1.00	0.90
Faja transportadora	1	2	11.50	0.70	0.90

Dato: $K = 0.65$

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO 1 - SOLUCIÓN

MÁQUINAS	S_s	S_g	S_e	S	S_T
Secadora	3.00	3.00	3.90	9.90	9.90
Molino	4.00	8.00	7.80	19.80	59.40
Tamiz	3.00	9.00	7.80	19.80	39.60
Balanza	0.49	0.49	0.64	1.62	1.62
Mezcladora	1.44	2.88	2.81	7.13	14.26
Envasadora	1.90	5.70	4.94	12.54	125.40
Empaquetadora	1.40	2.80	2.73	6.93	6.93
Faja transportadora	8.05	16.10	15.70	39.85	39.85
Total					296.95

Conclusión: El área requerida será de 297 m²

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO 2

- Estime la superficie total requerida para la maquinaria y mobiliario básico de un taller de confecciones considerando los siguientes datos:

ELEMENTO	CANTIDAD n	Nº DE LADOS N	LARGO L (m)	ANCHO A (m)	ALTURA H (m)	
Estante de herramientas	1	1	1,80	0,80	1,25	ESTÁTICOS O FIJOS
Remalladora	5	1	1,20	0,70	0,75	
Recta	1	1	1,20	0,70	0,75	
Collaretera	1	1	1,50	0,75	0,80	
Mesa de corte	2	2	6,00	2,00	0,95	
Mesa de inspección	1	4	2,00	1,20	0,90	
Coche	3	-	0,90	0,75	0,80	MÓVILES
Carretilla	1	-	1,20	0,80	0,80	
Operarios	10	-	-	-	1,65	

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO 2

ELEMENTO	CANTIDAD n	Nº DE LADOS N	LARGO L (m)	ANCHO A (m)	ALTURA H (m)	Ss = Área	Área Total= Área x n	Sg= Ss x N	Área Total x Altura	Ss + Sg	
Estante de herramientas	1	1	1,80	0,80	1,25	1,44	1,44	1,44	1,80	2,88	
Remalladora	5	1	1,20	0,70	0,75	0,84	4,20	0,84	3,15	1,68	
Recta	1	1	1,20	0,70	0,75	0,84	0,84	0,84	0,63	1,68	
Collaretera	1	1	1,50	0,75	0,80	1,13	1,13	1,13	0,90	2,25	
Mesa de corte	2	2	6,00	2,00	0,95	12,00	24,00	24,00	22,80	36,00	
Mesa de inspección	1	4	2,00	1,20	0,90	2,40	2,40	9,60	2,16	12,00	
TOTALES								34,01		31,44	
Coche	3	-	0,90	0,75	0,80	0,68	2,03	-	1,62	-	
Carretilla	1	-	1,20	0,80	0,80	0,96	0,96	-	0,77	-	
Operarios	10	-	-	-	1,65	0,50	5,00	-	8,25	-	
TOTALES								7,99		10,64	

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO 2

- Calculando k:

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^r \text{Área}_i \times n} = \frac{10.64}{7.99} = 1.332$$

$$h_{EF} = \frac{\sum_{i=1}^t S_s \times n \times h}{\sum_{i=1}^t S_s \times n} = \frac{31.44}{34.01} = 0.924$$

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EF}} = 0.5 \times \frac{h_{EM}}{h_{EF}} = 0.5 \times \frac{1.332}{0.924} = 0.72$$

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO 2

ELEMENTO	CANTIDAD n	Ss = Área	Área Total= Área x n	Sg= Ss x N	Área Total x Altura	Ss + Sg	K	Se = k(Ss+Sg)	St por estación	ST
Estante de herramientas	1	1,44	1,44	1,44	1,80	2,88	0,72	2,07	4,95	4,95
Remalladora	5	0,84	4,20	0,84	3,15	1,68	0,72	1,21	2,89	14,45
Recta	1	0,84	0,84	0,84	0,63	1,68	0,72	1,21	2,89	2,89
Collaretera	1	1,13	1,13	1,13	0,90	2,25	0,72	1,62	3,87	3,87
Mesa de corte	2	12,00	24,00	24,00	22,80	36,00	0,72	25,92	61,92	123,84
Mesa de inspección	1	2,40	2,40	9,60	2,16	12,00	0,72	8,64	20,64	20,64
Coche	3	0,68	2,03	-	1,62	-	-	-	-	-
Carretilla	1	0,96	0,96	-	0,77	-	-	-	-	-
Operarios	10	0,50	5,00	-	8,25	-	-	-	-	-
										170,64

Área total: 170.64 m²

¿Ajustes? (por dónde circulan los coches, carritos ...)

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO DE ÁREA PATRÓN

Layout de bloques unitarios

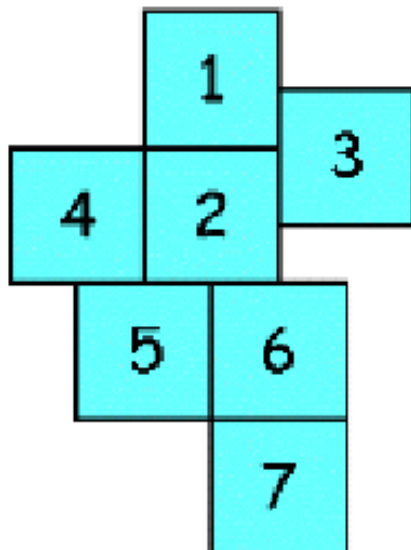
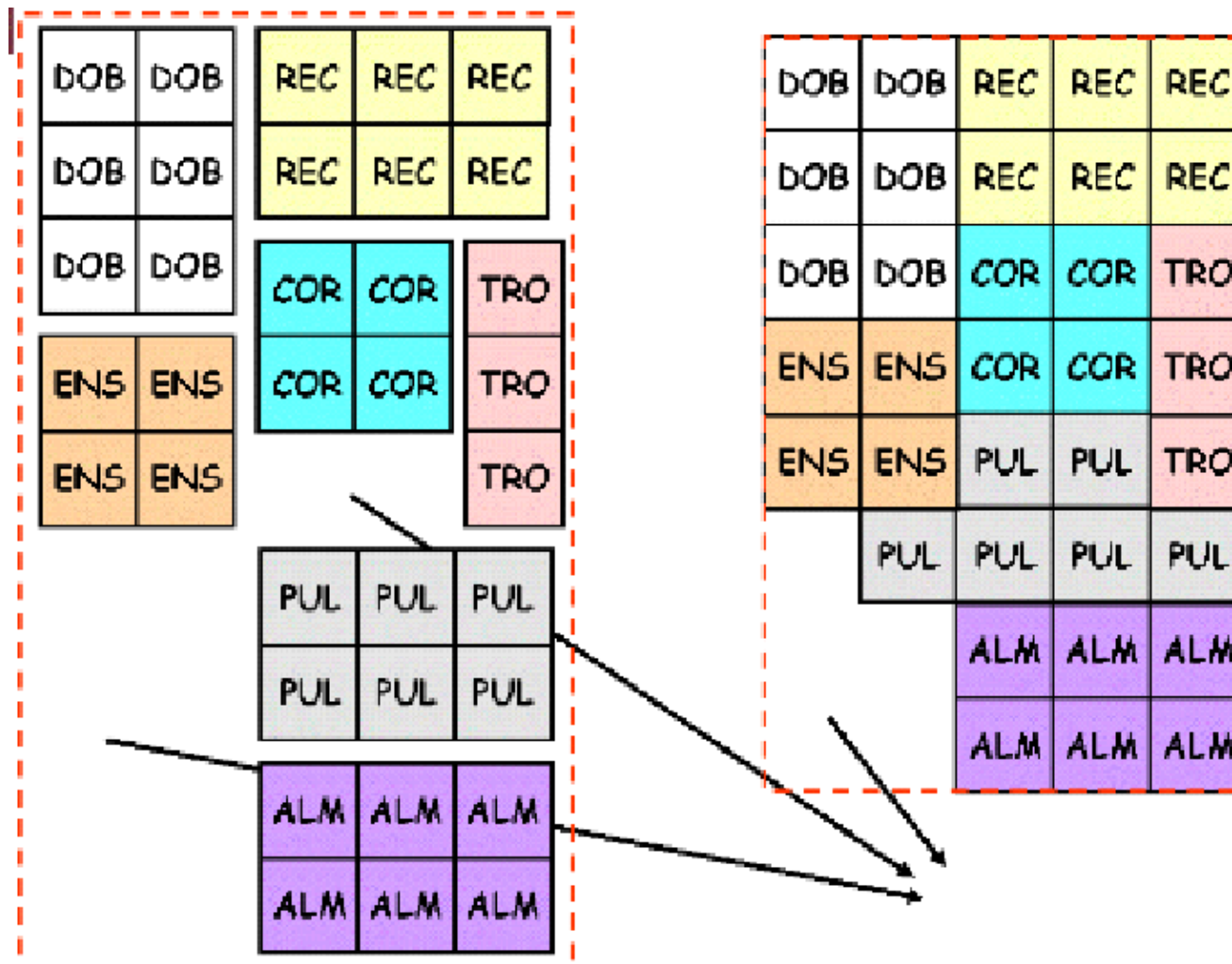


Tabla de áreas:

ACTIVIDADES		AREA TOTAL	AREA MAXIMA PATRON	CANTIDAD UNIDADES PATRON
#	FUNCION			
1	RECEPCION	1200	200	6
2	CORTE	800		4
3	TROQUEL	600		3
4	DOBLADO	1200		6
5	ENSAMBLE	800		4
6	PULIDO	1200		6
7	ALMACEN	1200		6

MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO DE ÁREA PATRÓN



MÉTODO GUERCHET

EJEMPLO DE ÁREA PATRÓN

REC	REC	REC	REC	TRO
REC	REC	COR	COR	TRO
DOB	DOB	COR	COR	TRO
DOB	DOB	PUL	PUL	PUL
DOB	DOB	PUL	PUL	ALM
ENS	ENS	PUL	ALM	ALM
ENS	ENS	ALM	ALM	ALM