



Santa Fe

PROVINCIA

Secretaría de Energía de Santa Fe

Módulo I

Eficiencia en las Instalaciones Productivas

Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética

Dirección Provincial de Eficiencia Energética

Formación y Actualización de «Gestores Energéticos para la Industria», edición 2024



CONTENIDO

I.1. INTRODUCCIÓN

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

Tipos de sistemas de producción. Métricas de Tiempos Operativos. Manufactura Esbelta y Teoría de los desperdicios. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP. Estado del arte y prácticas inadecuadas en relación con sistemas energéticos.

I.3. CALIDAD

Calidad en bienes y servicios y su relación con energía. Herramientas de la calidad. ISO 9001:2015 y su relación con ISO 50001:2018.

I.4. LOGÍSTICA

Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética.

I.5. INFRAESTRUCTURA DE NAVES Y GALPONES

Normas básicas. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía. Iluminación eficiente: conceptos, clasificación, características generales, equipos, métodos de control y recomendaciones.

I.1. INTRODUCCIÓN

I.1. INTRODUCCIÓN

Acorde con el Programa «E+e Productiva», un Gestor Energético para la Industria es un profesional reconocido por la provincia que, con conocimiento sobre instalaciones hidráulicas, neumáticas y electro y termomecánicas con el fin de asistir a la producción, es capaz de realizar Diagnósticos Energéticos en Industrias. Atendiendo a su definición, realizar un diagnóstico energético permite detectar y relevar oportunidades de mejora para el desempeño energético.

Tengamos siempre presente que el objetivo de la energía en la industria es poder satisfacer el funcionamiento de múltiples equipos y dispositivos para poder producir.

Ahora bien, ¿cuál es el motivo por el cual se ubica este contenido en el curso actual?

Repasemos algunas definiciones:

I.1. INTRODUCCIÓN

- Diagnóstico Energético: documento estandarizado que recoge un análisis sistemático de la eficiencia energética, el uso de la energía y consumo de la energía en un determinado establecimiento e incorpora oportunidades de mejora del desempeño energético (adaptado de ISO 50002:2014, definición 3.3).
- Desempeño energético: refiere a resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso de la energía y el consumo de la energía. (Fuente: ISO 50001:2018, definición 3.4.3).
- Eficiencia energética: proporción entre los productos y servicios obtenidos y la energía consumida para obtener dichos productos o servicios.

I.1. INTRODUCCIÓN

- Uso de la energía: es la aplicación de la energía. Ejemplos. Ventilación; iluminación; calefacción; enfriamiento; transporte; proceso de producción. (Fuente: ISO 50001:2018, definición 3.5.4)
- Consumo de energía: refiere a la cantidad de energía utilizada. (Fuente: ISO 50001:2018, definición 3.5.2).
- Factor Estático: factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria (Fuente: ISO 50001:2018, definición 3.4.8).
- Variable Relevante: factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia de forma rutinaria (Fuente ISO 50001:2018, definición 3.4.9)

I.1. INTRODUCCIÓN

El sector industrial consume energía para transformar materias primas en bienes y servicios, por lo tanto, mejorar el desempeño energético puede abordarse desde la dimensión energética (uso, consumo y/o eficiencia) de los equipos y procesos así como de mejoras en el sistema de producción.

Es más, en el corto plazo, posiblemente las mejoras se obtengan desde dos puntos: por un lado, a partir de técnicas de uso racional de energía en el manejo, manipulación y funcionamiento de equipos y, por otro lado, en acciones que permitan reducir las tareas en donde no se agrega valor al producto en proceso (lo cual consume energía) y/o en aspectos que aumenten la productividad del proceso.

I.1. INTRODUCCIÓN

Por tanto, el Gestor Energético debe ser capaz de identificar oportunidades de mejora del desempeño energético como así también desde el plano productivo. Es decir, debe ser un Gestor Energético «Productivo».

Por lo anteriormente expuesto, desde el Ministerio de Desarrollo Productivo se considera necesario este módulo. El Gestor Energético debe poder comprender los sistemas productivos de la instalación objeto de estudio para la más completa identificación de las mejoras para el desempeño energético.

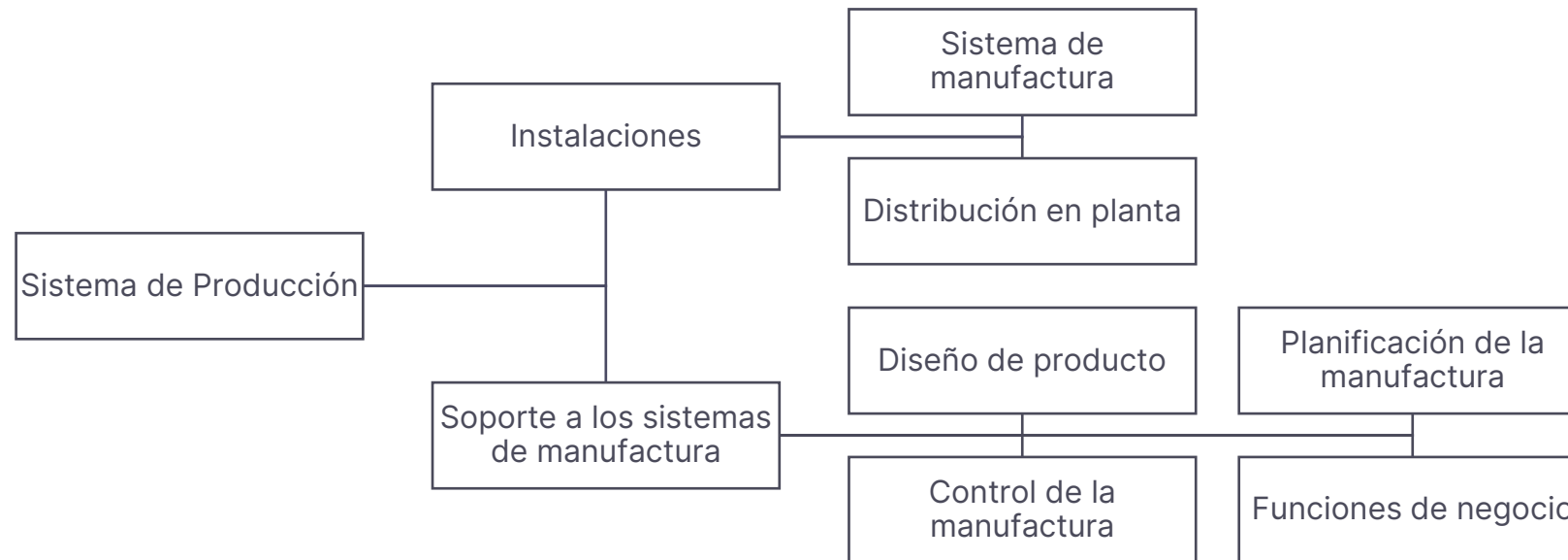
El siguiente contenido es solamente una introducción a todas las disciplinas abordadas.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON ENERGÍA

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Un sistema de producción se compone de la siguiente manera:

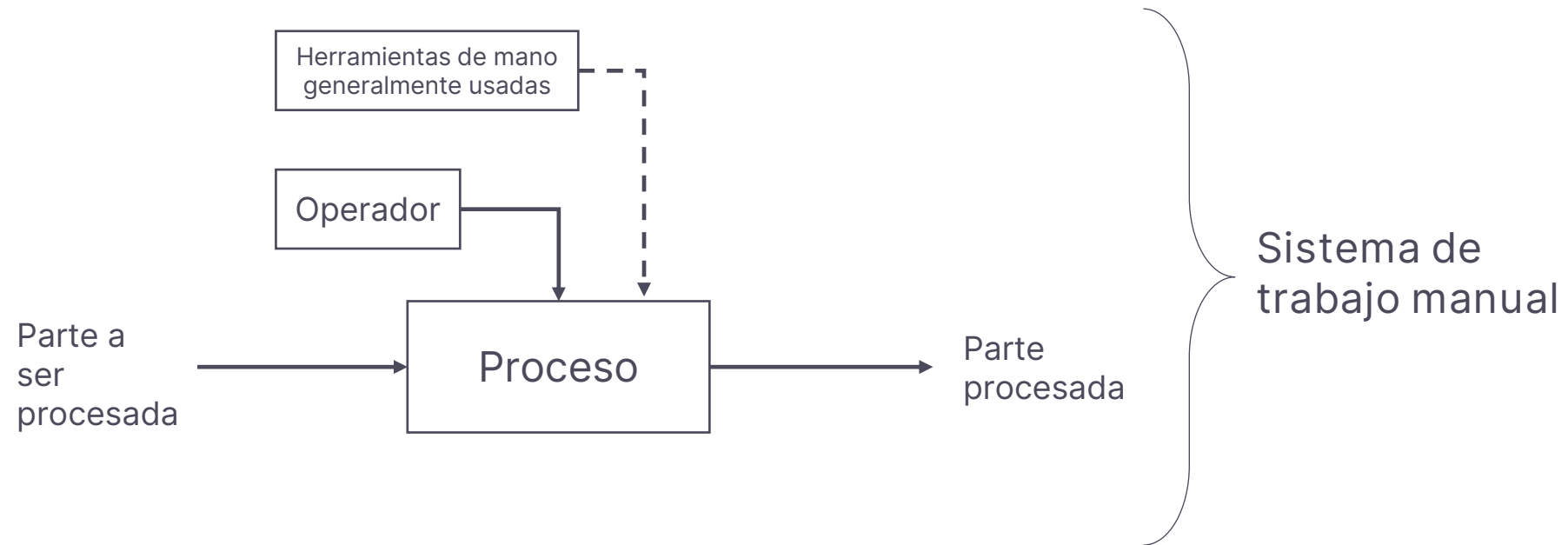


Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los sistemas de manufactura puros se clasifican según el siguiente diagrama:

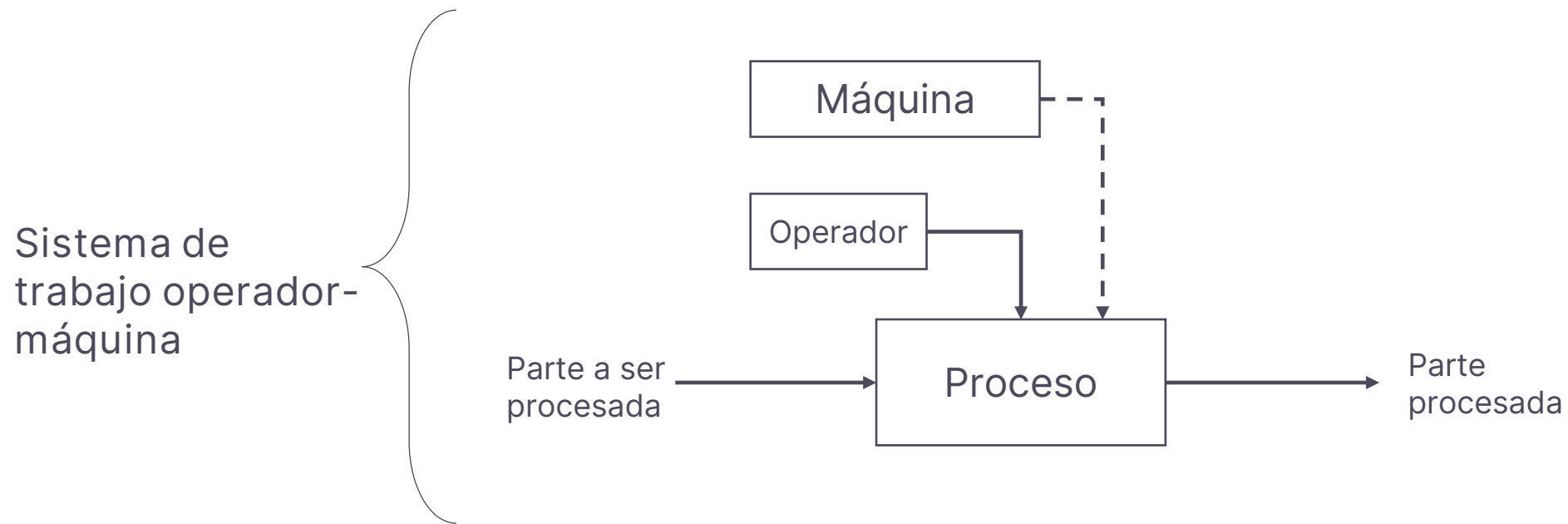


Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los sistemas de manufactura puros se clasifican según el siguiente diagrama:

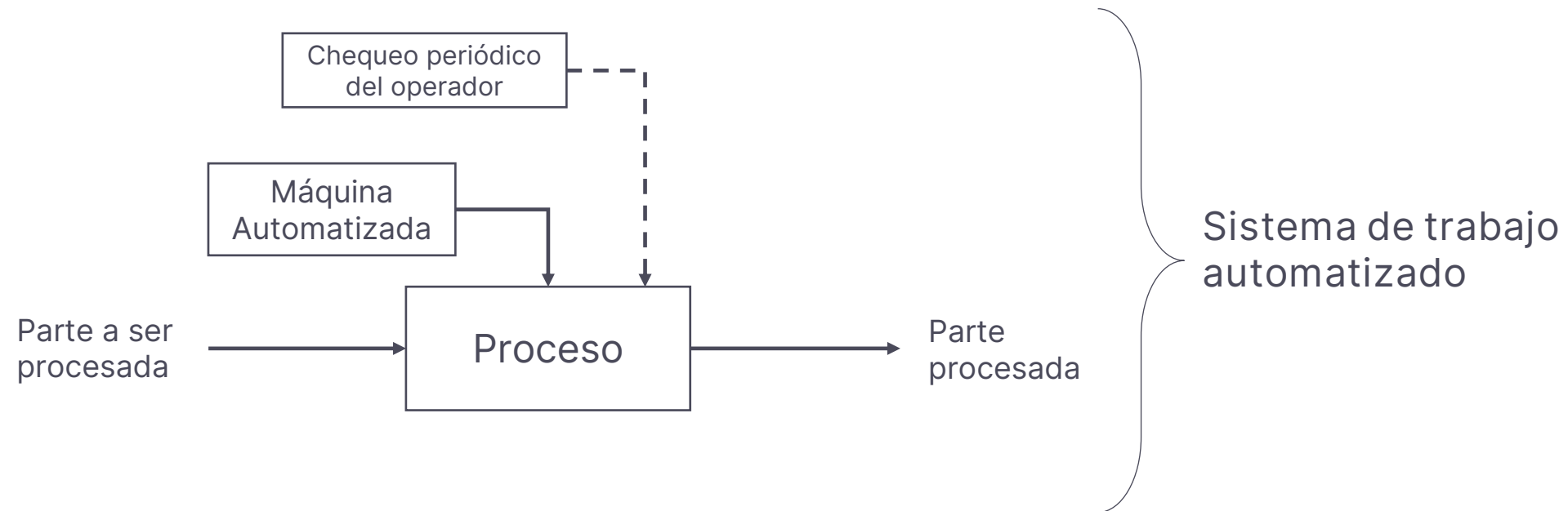


Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los sistemas de manufactura puros se clasifican según el siguiente diagrama:

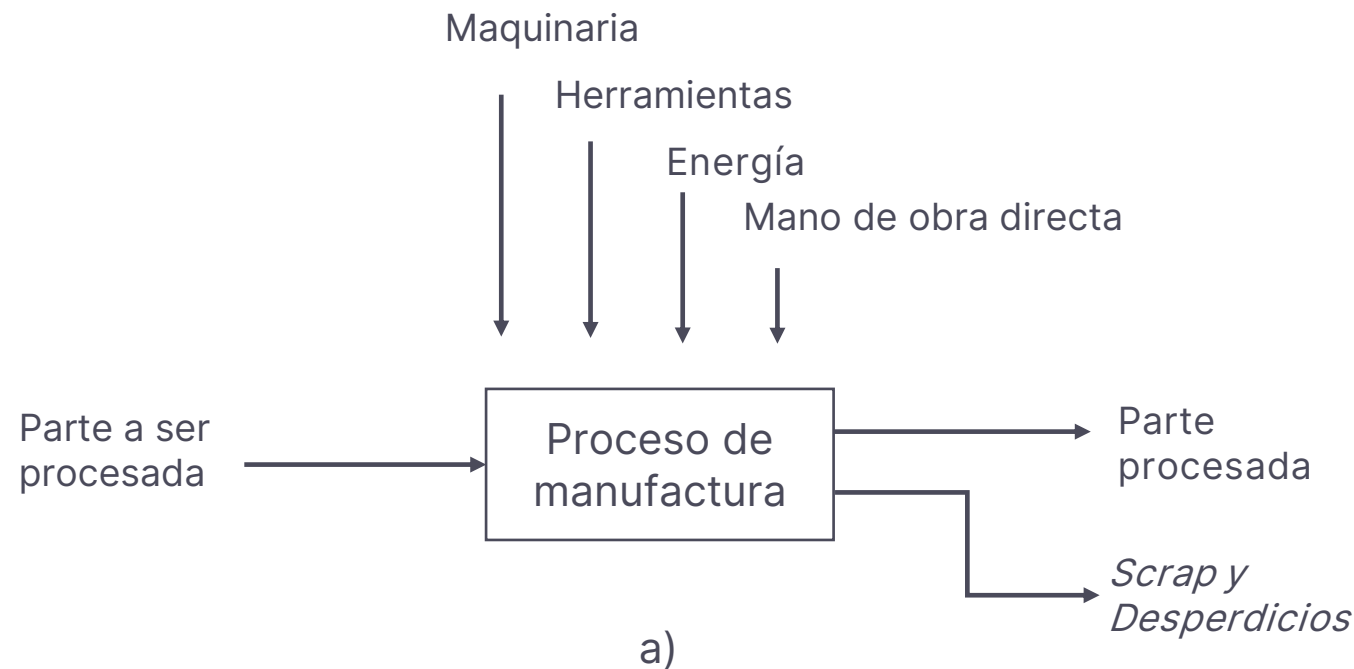


Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Un proceso de manufactura puede verse como un proceso: a) tecnológico; b) económico

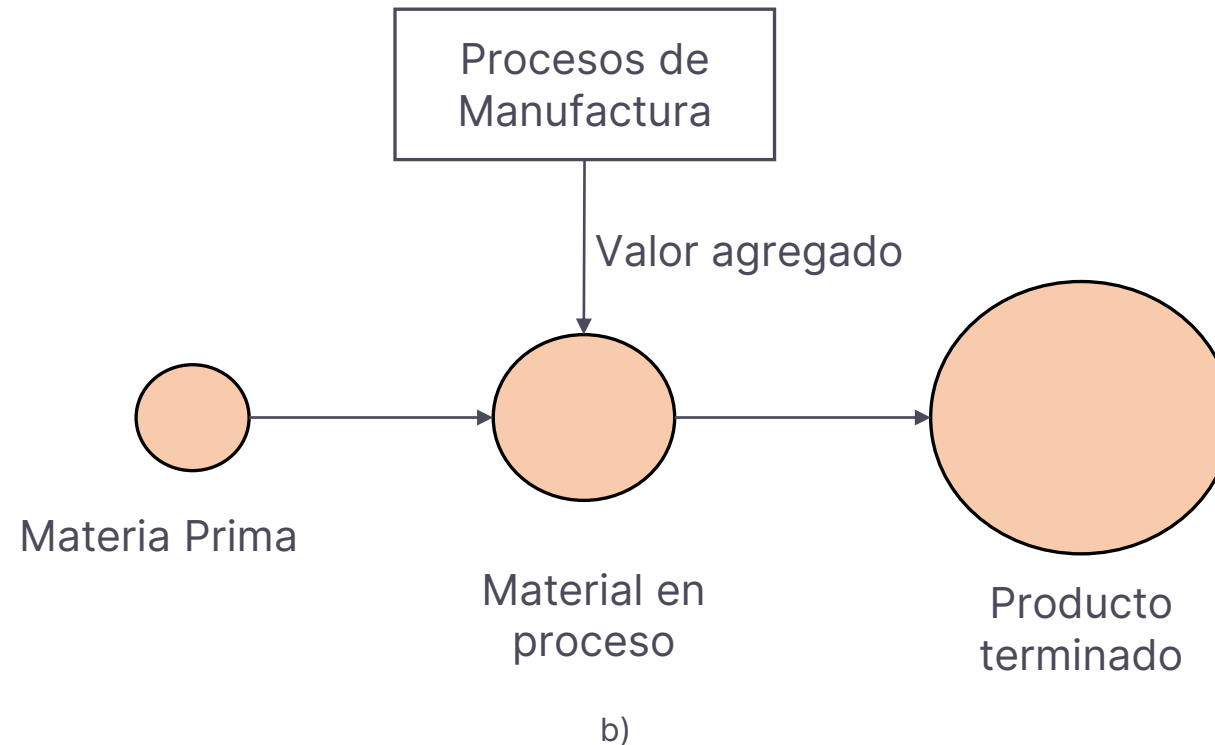


Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Un proceso de manufactura puede verse como un proceso: a) tecnológico; b) económico



Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los sistemas de manufactura se clasifican de la siguiente manera según su tipología:

- Celda de estación única:
 - Manual
 - Automática
- Estación múltiple con ruteo fijo:
 - Línea de producción manual
 - Línea de producción automatizada
- Estación múltiple con ruteo variable:
 - Celda de manufactura
 - Sistema de manufactura flexible (FMS) automatizado

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los sistemas de producción se clasifican según el tipo de industria:



Industria de procesos



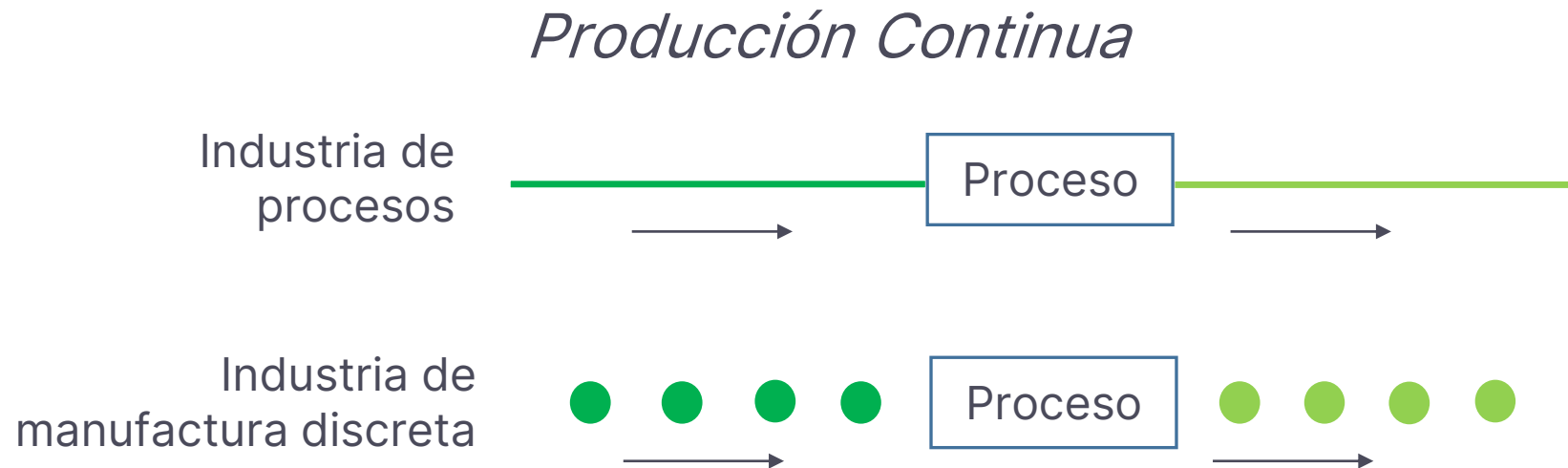
Industria de producción discreta

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

En función del tipo de industria, los flujos de producción se clasifican en:



Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

En función del tipo de industria, los flujos de producción se clasifican en:

Producción por Lotes



Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

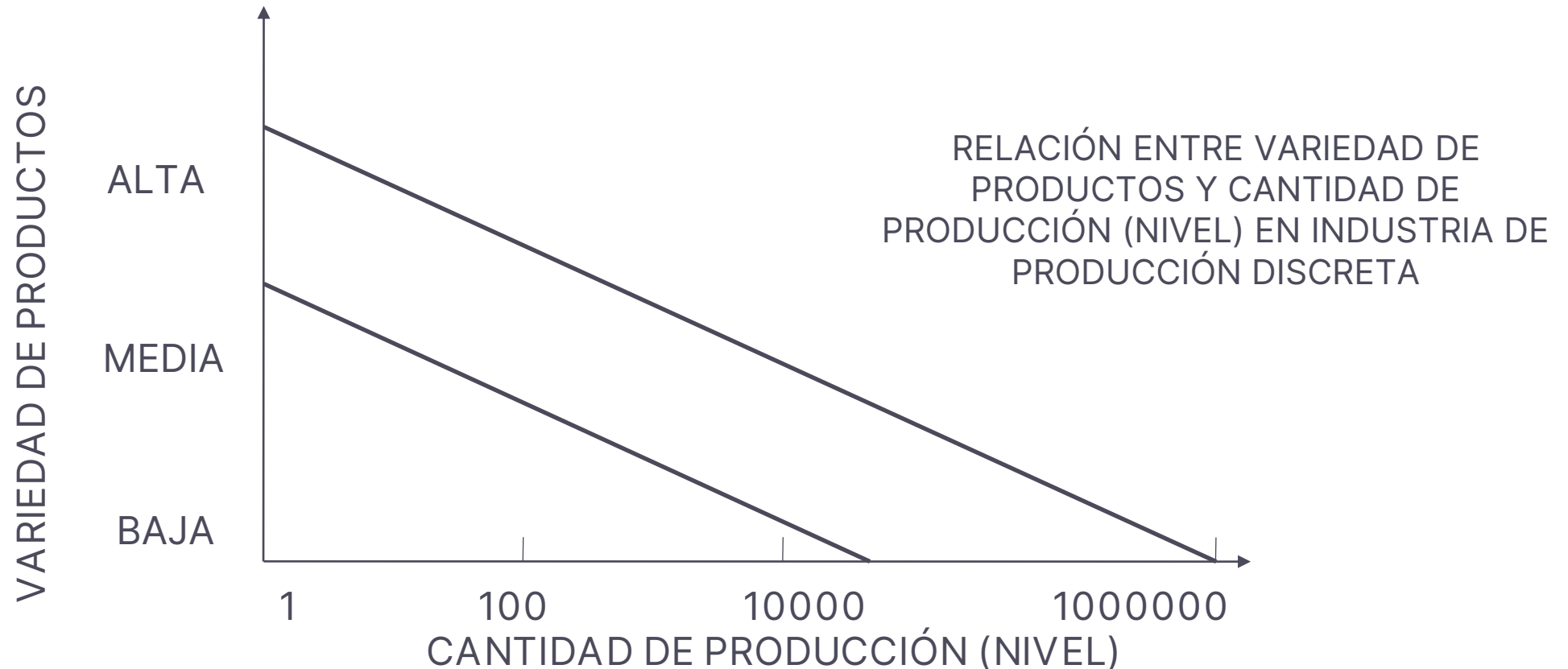
I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

En la industria de procesos (muy presente en el sector primario), la energía forma parte integral dado el empleo de los múltiples vectores energéticos existentes para transformar las materias primas en productos. En este sentido, por lo general se trata de instalaciones fabriles de gran volumen en las cuales se trabajan las 24 h del día, con alta preponderancia de sistemas energéticos basados en fluidos caloportadores, los que operan de manera continua.

Así, los módulos de formación del programa recogen la totalidad de las características de este tipo de industria. En este sentido, acercamos contenido respecto de la industria de la manufactura discreta.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

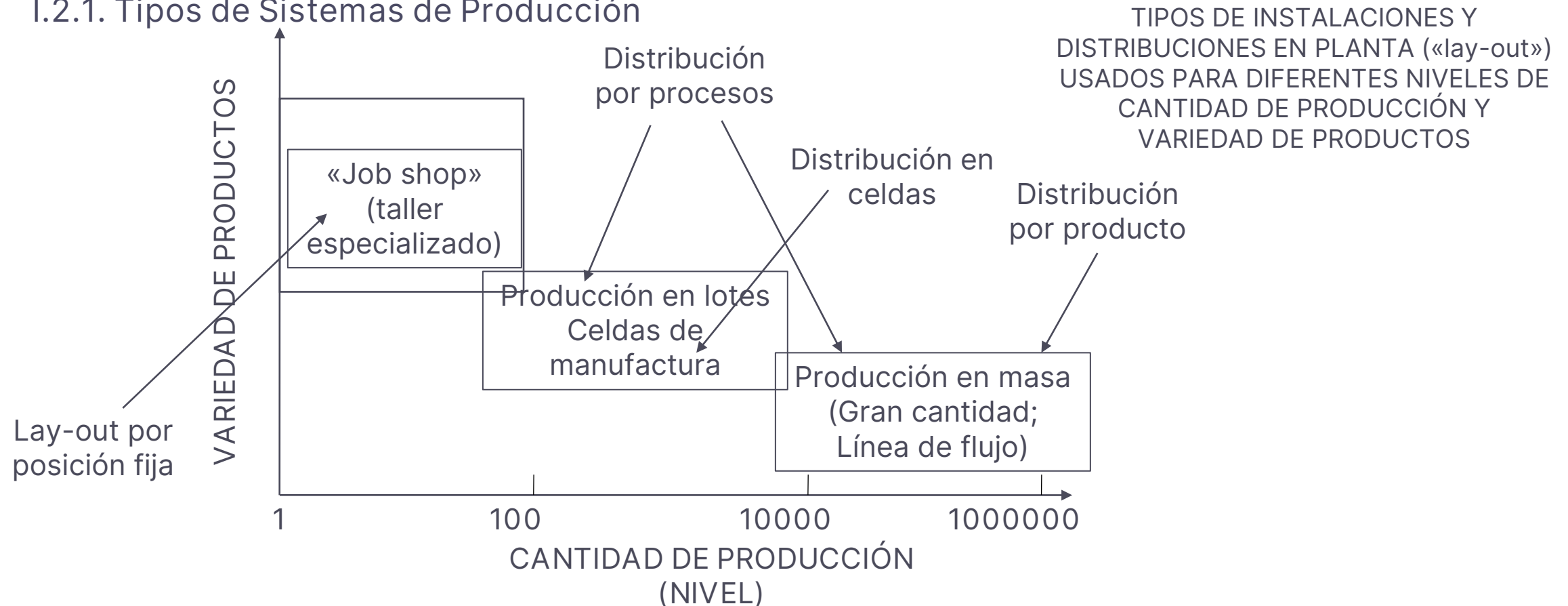
I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción



Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

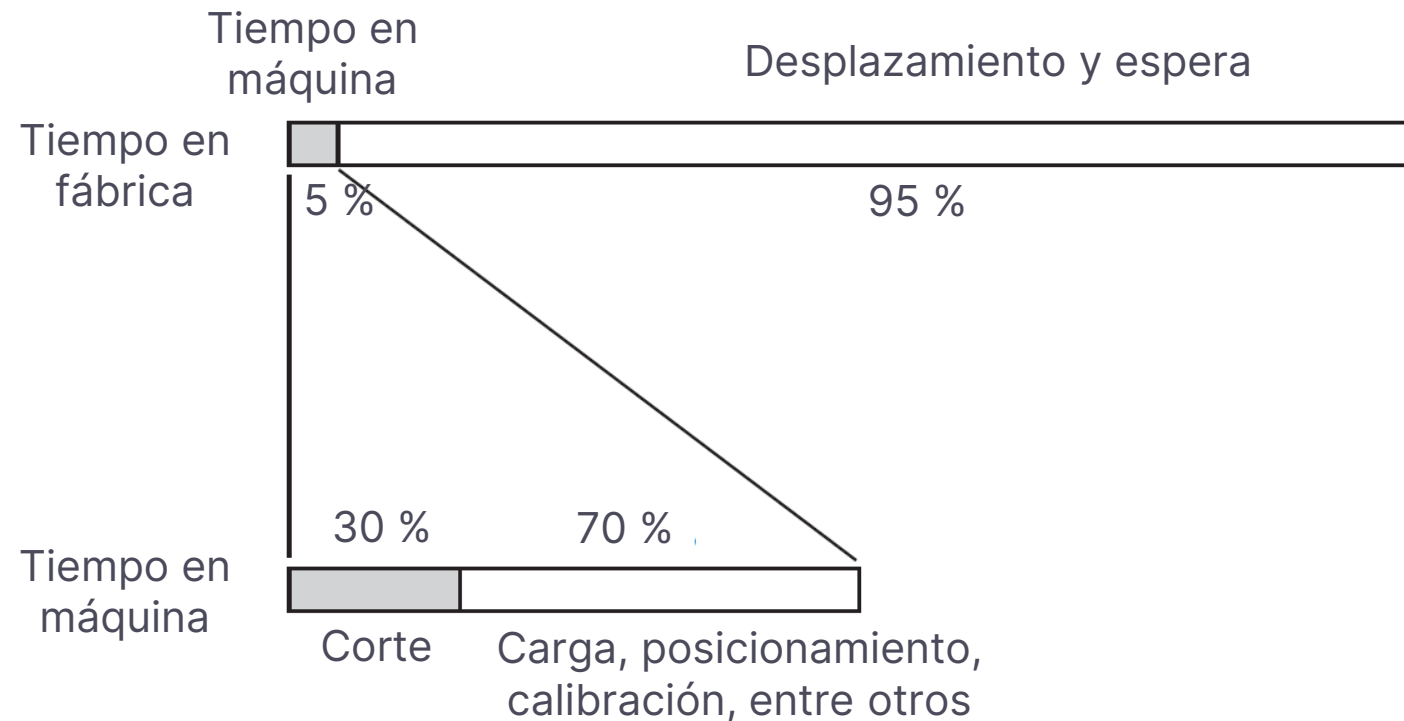


Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

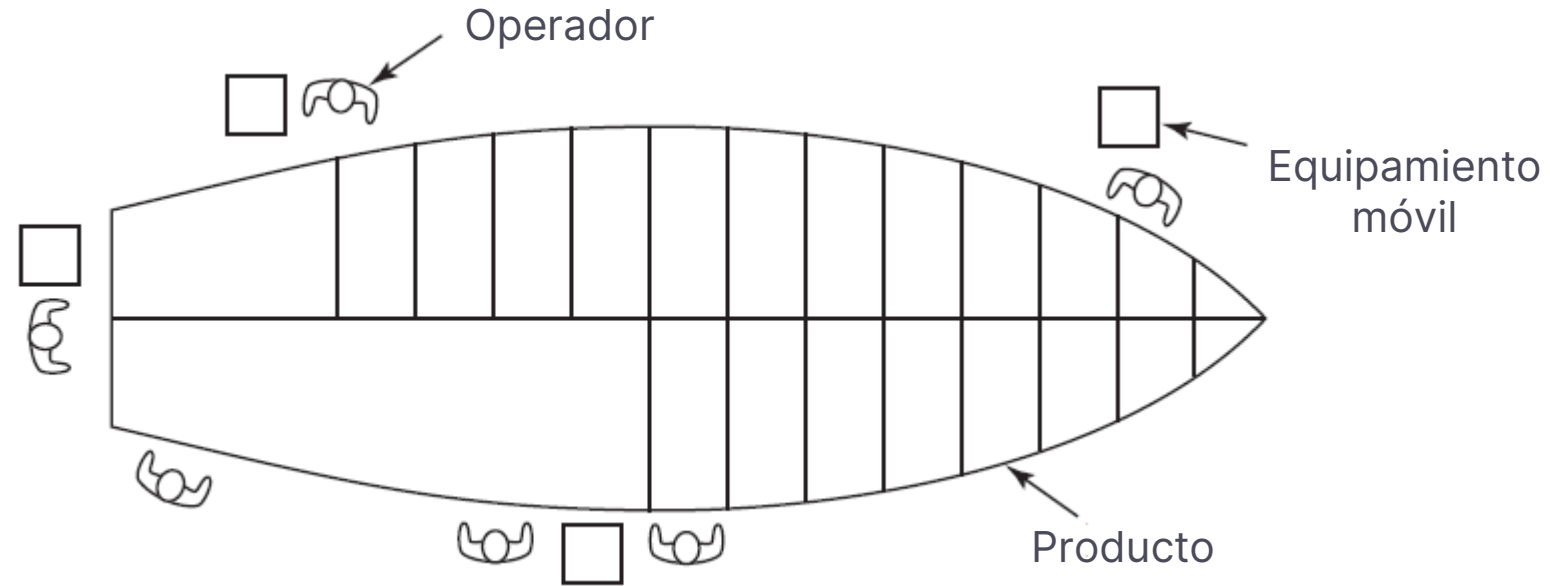
Esquema de distribución de los tiempos en una típica pieza en lotes de una metalmecánica:



Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

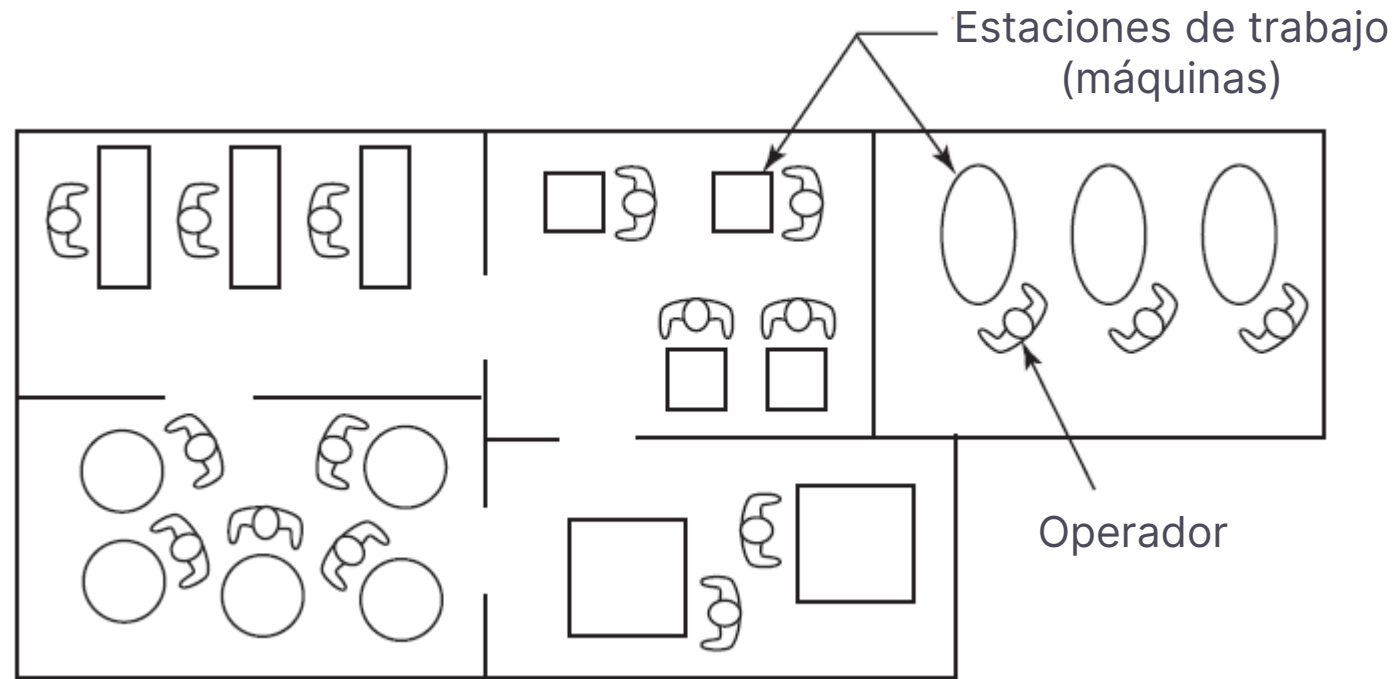


DISTRIBUCIÓN POR POSICIÓN FIJA

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

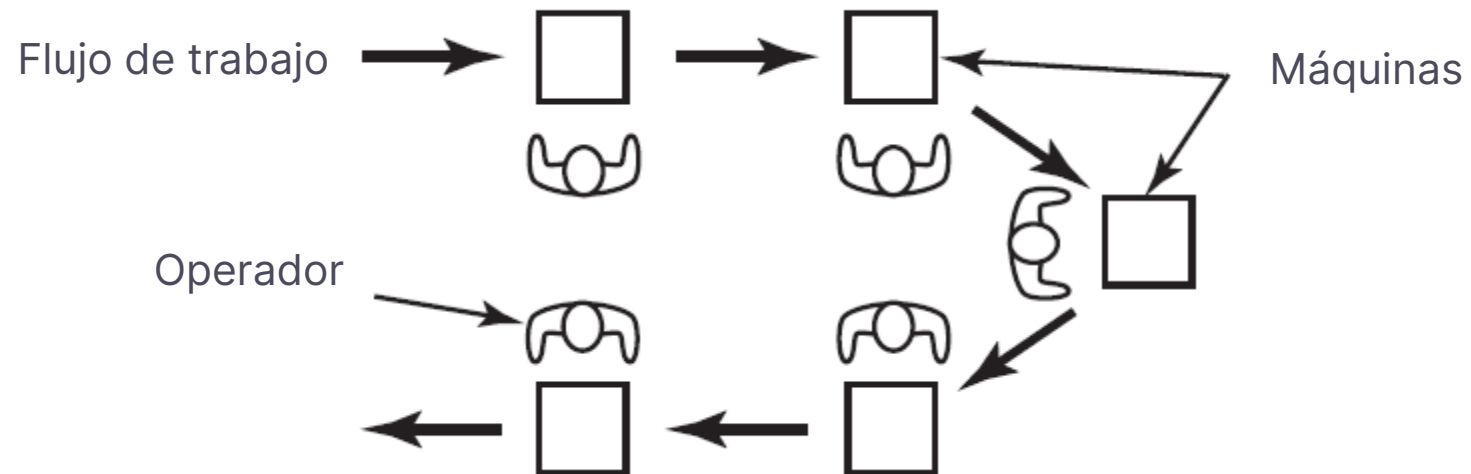


DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

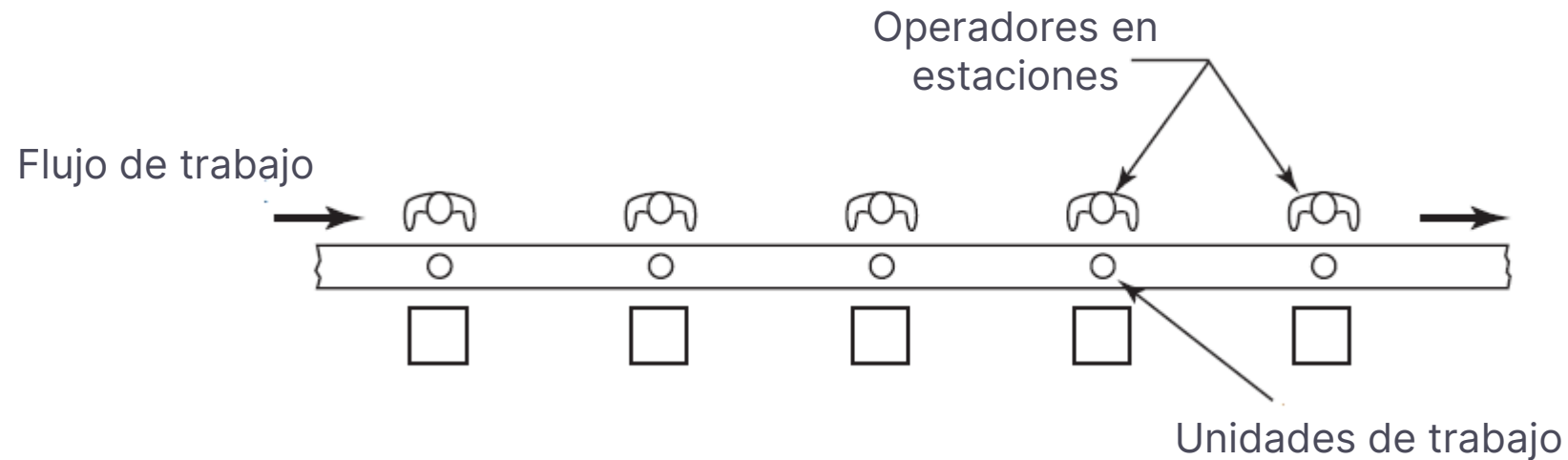


DISTRIBUCIÓN EN CELDAS

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción



DISTRIBUCIÓN POR PRODUCTO

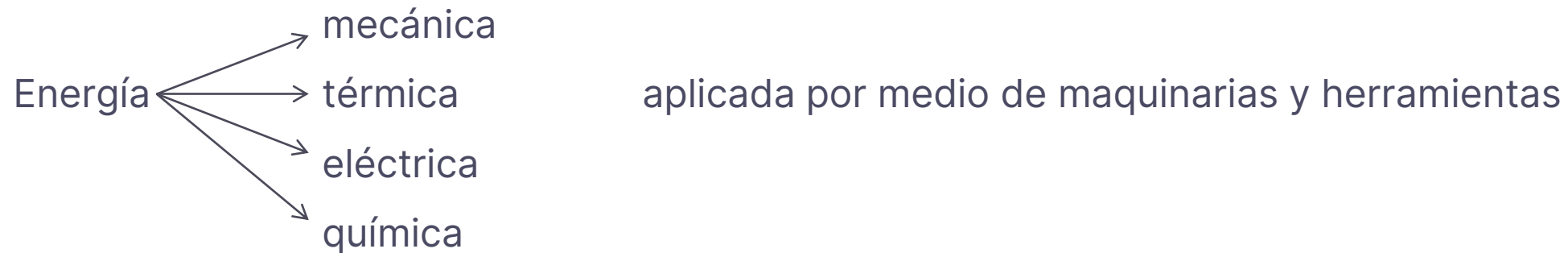
Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los procesos de manufactura se clasifican en operaciones de Procesos y de Ensamble.

Las operaciones de proceso utilizan energía para modificar la forma, propiedades físicas o la apariencia de una pieza o sustancia a fin de agregar valor al material.



También se requiere de la energía humana para, según el proceso, controlar, supervisar, cargar o descargar en las operaciones.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los procesos de manufactura se clasifican en operaciones de Procesos y de Ensamble.

Dentro de las operaciones de proceso se distinguen las siguientes actividades:

- Conformado: procesos de solidificación, de procesamiento de partículas, de deformación y de remoción de material.
- Mejoras de propiedades: procesos de tratamiento térmico.
- Tratamiento de superficies: procesos de limpieza y/o terminación de superficies (abrasión, granallado, arenado, pulido mecánico, entre otros).

(sigue)

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los procesos de manufactura se clasifican en operaciones de Procesos y de Ensamble.

Dentro de las operaciones de proceso se distinguen las siguientes actividades:

(sigue)

- Procesos físico/químicos: procesos de revestimiento (pintado, galvanizado, cromado, entre otros).
- Procesos químicos: reacciones, formulaciones y destilaciones.
- Procesos físicos: trituración/molienda y separación de sólidos.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.1. Tipos de Sistemas de Producción

Los procesos de manufactura se clasifican en operaciones de Procesos y de Ensamble.

Dentro de las operaciones de ensamble se distinguen las siguientes actividades:

- Unión permanente: forman una unión de componentes que no pueden separarse fácilmente a través de soldadura o mediante adhesivos.
- Unión semi-permanente: es un ensamblado mecánico que se puede desarmar a conveniencia. Puede ser a través de ajustes a presión y expansión, o bien mediante separación a rosca, remachado, abulonado, entre otros.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

La manufactura se ejecuta como una secuencia de operaciones unitarias, cada una de las cuales transforma la pieza o producto y la acerca a su forma final según las especificaciones de diseño (y también de calidad). Las operaciones unitarias son frecuentemente llevadas adelante por máquinas productivas atendidas por operadores, ya sean de tiempo completo (trabajo manual) o periódicamente (trabajo automatizado pleno).

En el caso de líneas de producción en masa, las operaciones son realizadas en estaciones de trabajo que comprenden dicha línea.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Para una operación unitaria, se define al tiempo de ciclo « T_c » como el lapso en que una pieza componente está siendo procesada o ensamblada. Técnicamente, es el intervalo de tiempo entre que inicia el procesamiento una pieza a ser procesada y la siguiente, pero no todo es tiempo de proceso. En una operación de procesamiento típica (como mecanizado), resulta:

$$T_c = T_o + T_h + T_t$$

donde T_c = tiempo de ciclo, T_o = tiempo de la operación de procesamiento o ensamble; T_h = tiempo de manipulación; T_t = tiempo promedio de manipulación de herramientas, si corresponde. Todos los tiempos se miden en [min/pieza].

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

En una operación de mecanizado, T_t es el tiempo transcurrido cuando se cambian herramientas que se desgastan, el tiempo de cambio entre una herramienta y la siguiente, la indexación de la herramienta o de los husillos, el reposicionamiento, entre otros. Algunos de ellos no ocurren en cada ciclo, por lo que debe distribuirse sobre la base de la cantidad de piezas que se realizan entre dichas ocurrencias.

Debemos tener en cuenta que esta situación, realmente necesaria, no aporta a la producción de manera directa, y su dilación/falta de práctica consume tiempo productivo no recuperable.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

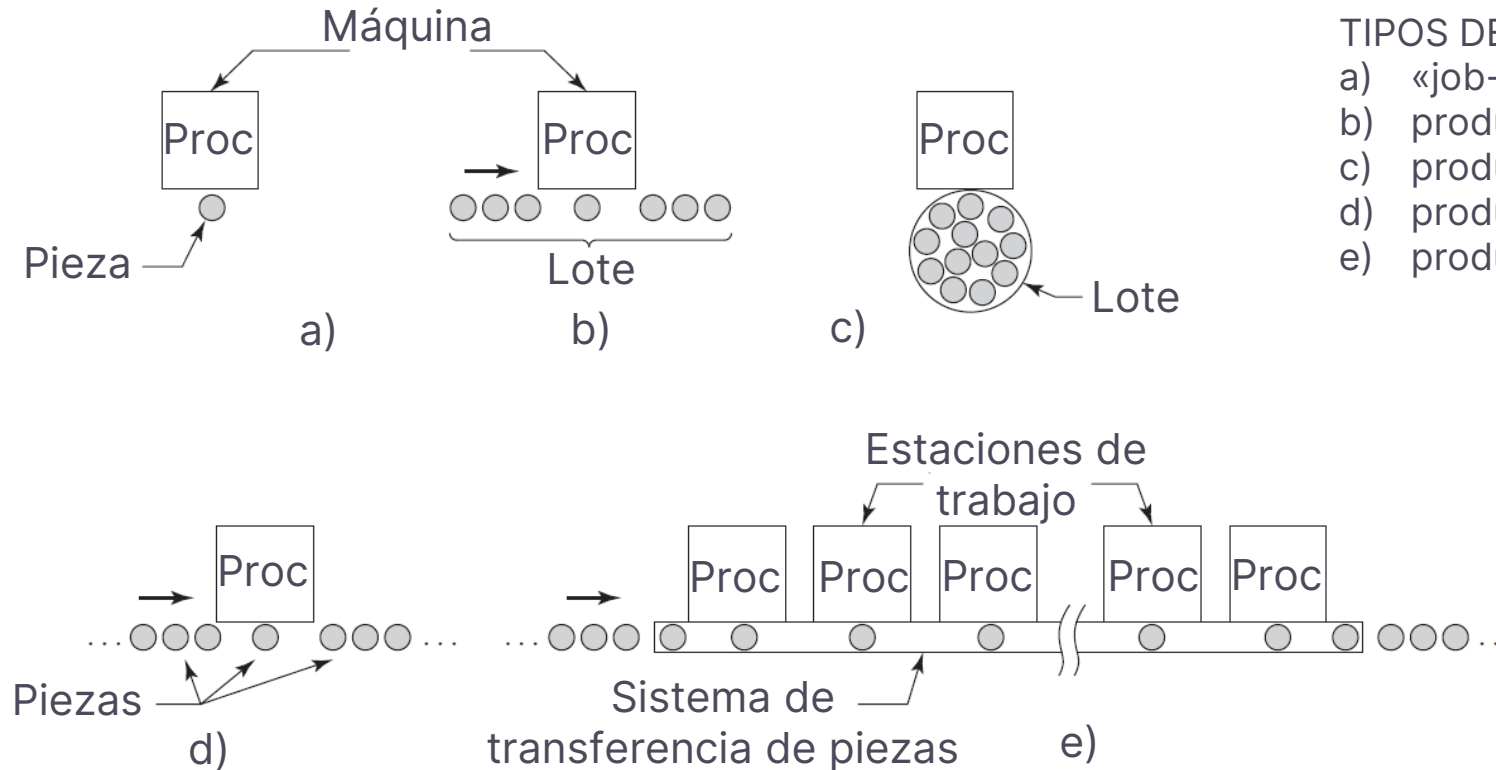
La *tasa de producción* de una operación se expresa por lo general en términos horarios, esto es, [piezas/h] o bien [piezas/día] (según el tipo de producto en fabricación). Este parámetro se define según el tiempo de ciclo de la operación en estudio. Así, se tienen tres tipos:

- Producción «job-shop» (tipo taller especializado);
- Producción en lotes;
- Producción en masa

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos



TIPOS DE OPERACIONES DE PRODUCCIÓN:

- a) «job-shop» de 1 pieza;
- b) producción en lotes secuencial;
- c) producción en lotes en simultáneo;
- d) producción en masa;
- e) producción en masa tipo flujo

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Considerando el caso b, la producción en lotes generalmente implica piezas que son procesadas una a la vez (de ahí que sea «secuencial»). Ejemplos de ello son: mecanizado, plegado, estampado e inyección de plástico. No obstante, hay casos en donde el lote se procesa todo al mismo tiempo (caso c): son los casos de tratamiento térmico y operaciones de galvanoplastia, secado de piezas, entre otros.

En ambas situaciones, el consumo de energía base puede ser más que importante. En el caso b, el aumento de consumo de energía por pieza fabricada depende de las máquinas-herramienta (ciertos motores operan de manera continua mientras está encendida); en el caso c, la puesta a punto térmica es significativa, y su peso unitario decae con la cantidad.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

En producción tipo «job-shop», las cantidades suelen ser bajas (menores a 100). En el caso de que esta sea 1, el tiempo de producción por pieza es la suma siguiente:

$$T_p = T_{su} + T_c$$

donde T_p = tiempo de producción promedio; T_{su} = tiempo de puesta a punto de la máquina para producir la pieza; T_c = tiempo de ciclo. Todos los tiempos se miden en [min/pieza].

A partir de lo anterior, la tasa de producción se calcula como:

$$R_p = \frac{60}{T_p}$$

donde R_p = es la tasa de piezas producidas por hora [piezas/h].

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

En el procesamiento de lotes secuencial, el tiempo para procesar un lote que consiste de Q_b piezas es la suma del tiempo de puesta a punto y el de procesamiento; este último se compone de la suma del tamaño del lote multiplicado por el tiempo de ciclo. Así:

$$T_b = T_{su} + Q_b \cdot T_c$$

donde T_b = tiempo de procesamiento del lote [min/lote]; T_{su} = tiempo de puesta a punto de la máquina [min/lote]; Q_b = tamaño del lote [piezas/lote]; T_c = tiempo de ciclo por pieza [min/pieza].

Si más de una pieza se fabrica en cada ciclo, debe ajustarse la expresión (por ejemplo, inyección de plástico en dos cavidades, lo que produce dos moldes en cada ciclo).

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

En el procesamiento de lotes en simultáneo, el tiempo para procesar un lote de Q_b piezas es la suma del tiempo de puesta a punto y el de procesamiento; este último es la suma del tiempo de todos los procesos en simultáneo del lote. Así:

$$T_b = T_{su} + T_c$$

donde T_b = tiempo de procesamiento del lote; T_{su} = tiempo de puesta a punto de la máquina; T_c = tiempo de ciclo del lote. Todos estos tiempos se miden en [min/lote]. Finalmente, para saber el tiempo promedio por pieza T_p para la operación unitaria, se procede a:

$$T_p = \frac{T_b}{Q_b}$$

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Para producciones en masa, ocurre que R_p tiende a igualarse con R_c de la máquina (el recíproco de T_c) dado que, luego de que se alcanzó el régimen estacionario, la puesta a punto (que al inicio puede durar días) se vuelve despreciable ante la inmensa cantidad de productos fabricados. Así:

$$Q_b \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{T_{su}}{Q_b} \rightarrow 0 \Rightarrow R_p \rightarrow R_c = \frac{60}{T_c}$$

donde R_c = tasa de ciclo de operación de la máquina [piezas/h]; T_c = tiempo de ciclo de la operación [min/pieza].

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Para producción en masa en flujo, la tasa de producción se aproxima a la tasa de ciclo de la línea dado que, nuevamente, se va haciendo despreciable el tiempo de puesta a punto. De todas maneras, el funcionamiento en líneas es complicado por la interdependencia de las estaciones de trabajo.

Además, por lo general es casi imposible dividir el trabajo total de igual manera en cada una de las estaciones de trabajo de la línea (esto se conoce como «carga de trabajo»), con lo cual una estación se destaca como la que marca el ritmo de la línea, teniendo el mayor tiempo de operación. Esta estación es precisamente el «cuello de botella».

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

En este tiempo de ciclo también se incluye el transporte de piezas entre estaciones (lo cual consume energía y/o productividad). En las fábricas más automatizadas, el transporte es sincrónico, moviéndose todas las piezas al mismo momento de una estación a la otra.

Considerando lo anterior, el tiempo de ciclo de estas líneas de producción es la suma del tiempo procesamiento/ensamble más largo y el tiempo de transferencia entre estaciones. Así:

$$T_c = \text{Máx}\{T_{0i}\} + T_r$$

donde T_c = tiempo de ciclo de la línea; T_{0i} = tiempo de operación de la i -ésima estación;

$\text{Máx } T_0$ = tiempo de la operación «cuello de botella» (el máximo de todas las operaciones);

T_r = tiempo de transferencia entre estaciones en cada ciclo. Todo se mide en [min/ciclo].

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Todas estas expresiones de métricas ignoran todo tipo de reprocesos (piezas mal fabricadas irrecuperables que deben volver a fabricarse o aquellas recuperables en las cuales deben destinarse recursos para lograr alcanzar la calidad especificada). Ya sea en uno u otro tipo:

- Si la pieza no se puede/intenta recuperar, no se vuelve a consumir energía para dicha pieza, pero la tasa de producción cae.
- Si la pieza se retrabaja, la tasa de producción no cae tanto como si no se refabricara, pero vuelve a consumir: tiempo (horas hombre), materia prima y fundamentalmente energía.

Por tales motivos, en la industria energía va acompañada intrínsecamente de CALIDAD.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Mencionamos otras métricas que pueden ser de utilidad, de las cuales sólo comentaremos su definición :

- MLT, o «Lead Time de Manufactura»: tiempo total requerido para procesar una determinada pieza o producto a lo largo de todas las operaciones de la planta. Incluye Tiempos No Operativos, compuestos de toda demora que pudiera existir, transporte de piezas, espera en colas, entre otros.
- WL, o «carga de trabajo»: es el tiempo total requerido para completar un cierto trabajo. Puede emplearse tanto para operadores como para máquinas.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Mencionamos otras métricas que pueden ser de utilidad, de las cuales sólo comentaremos su definición :

- PC, o «capacidad de producción»: es la máxima salida que una instalación fabril (o departamento o estación de trabajo) es capaz de producir bajo ciertas condiciones.
- WIP, o «work-in-process»: es la cantidad de piezas actualmente dentro de la instalación que están siendo procesadas o bien se encuentran entre operaciones. Es *inventario en plena transformación*.
- Takt-time: es el tiempo en el cual se debe tener una pieza para satisfacer la demanda del cliente (semanal, mensual, anual). El T_c se debe reducir y acercársele lo más posible.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Mencionamos otras métricas que pueden ser de utilidad, de las cuales sólo comentaremos su definición:

- U_{planif} , o «Utilización planificada»: es el indicador que compara la carga de trabajo con la capacidad de producción de cierta estación [%]. Así: $U_{planif} = WL/PC$
- U_{real} , o «Utilización real»: es el indicador que compara el nivel de producción respecto de carga de trabajo planificada de cierta estación [%]. Así: $U_{real} = Q/WL$

Como se desprende, esta métrica se relaciona estrechamente con el factor de carga que presentan las máquinas de producción (motores fundamentalmente), lo cual influye en el comportamiento de los sistemas auxiliares (energéticos sobre todo, como aire comprimido).

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Mencionamos otras métricas que pueden ser de utilidad, de las cuales sólo comentaremos su definición:

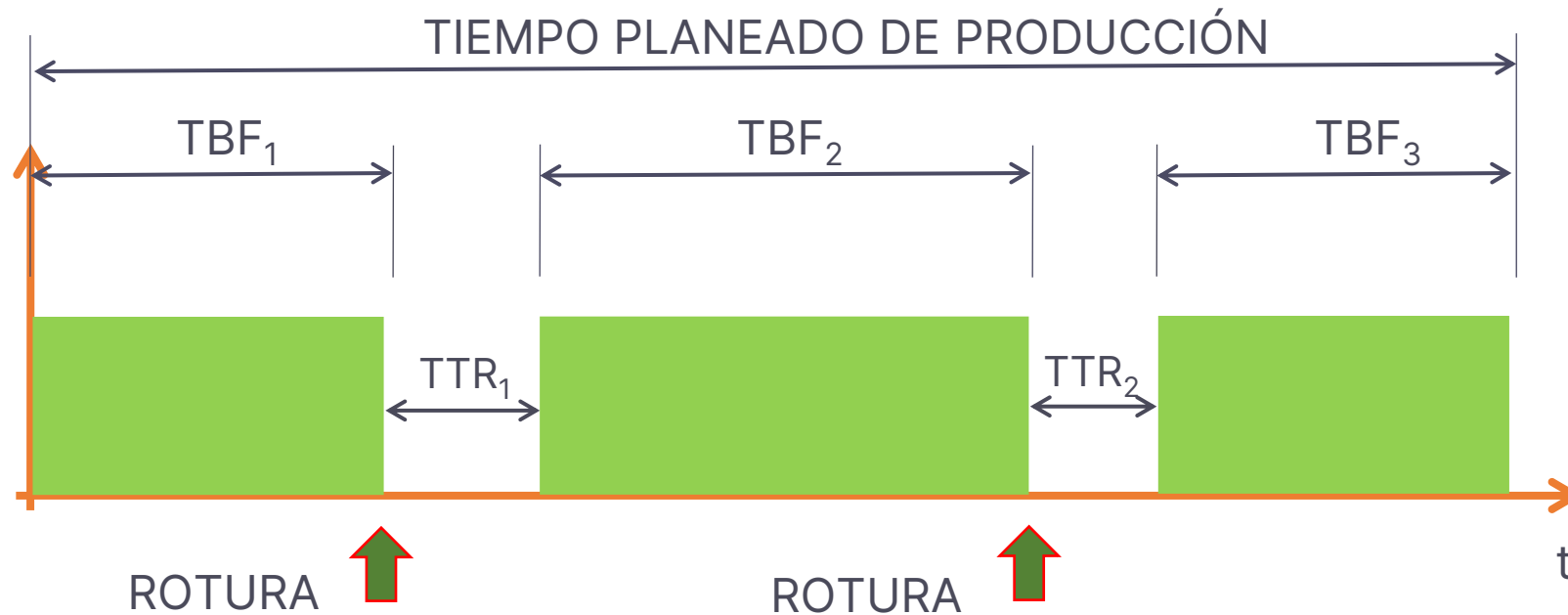
- A, o «Disponibilidad de máquina»: es una medida de la confiabilidad* de un equipo en función de las paradas por rotura. Para ello se nutre de dos indicadores:
 - MTBF, o «Tiempo medio entre fallas», que se basa en la cantidad de las fallas.
 - MTTR, o «Tiempo medio de reparaciones», que se basa en la calidad de las fallas.

*Probabilidad de que un equipo opere sin fallas. A mayor confiabilidad, menores fallas.

Fuente: adaptado de «Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing», de Mikell P. Groover, 5ta edición, editorial Pearson

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos



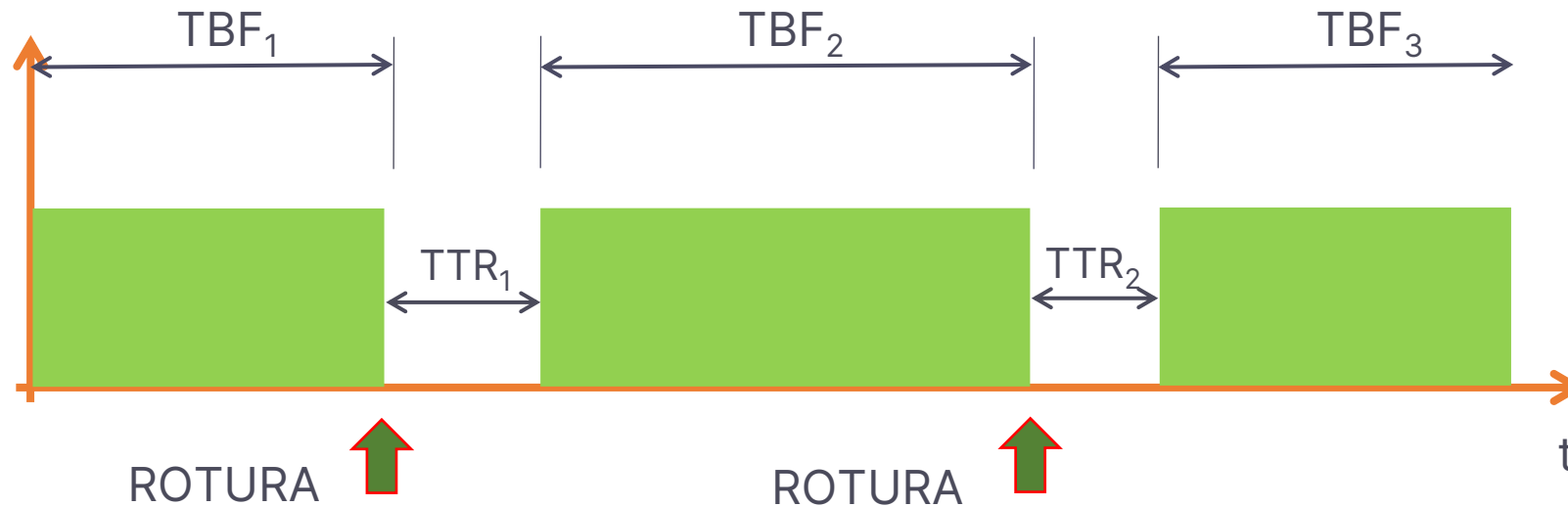
$$MTBF = \frac{\text{tiempo de funcionamiento del equipo (uptime)}}{\text{n}^\circ \text{ de fallas}}$$

$$MTTR = \frac{\text{tiempo total de paradas hasta restaurar (downtime)}}{\text{n}^\circ \text{ de fallas}}$$

Cortesía de Ing. Pedro Rodríguez

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos



$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad [\%]$$

Cortesía de Ing. Pedro Rodríguez

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

A partir de lo anterior, queda evidente que la importancia del sector/área/departamento de Mantenimiento no es únicamente alcanzar/extender la vida útil de equipos y activos, sino también evitar el lucro cesante, el cual afecta a la producción.

En términos de energía, buenos valores de los indicadores de mantenimiento reflejan un cuidado de los equipos y permiten preservar las condiciones más adecuadas de funcionamiento.

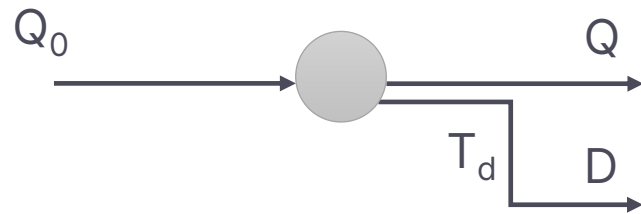
El estudio de la calidad de las fallas es muy útil para mantenimiento predictivo, el cual emplea instrumentos asociados a termografías, revisión de consumos, niveles de ruido, entre otros.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

La última métrica que veremos tiene especial importancia para con los reprocesos:

- Eft, o «Efectividad en el proceso»: es la medida que da cuenta del rendimiento de un determinado proceso, el cual es semejante a la Eficiencia Energética:



$$Q = Q_0 \cdot (1 - T_d)$$

$$D = Q_0 \cdot T_d$$

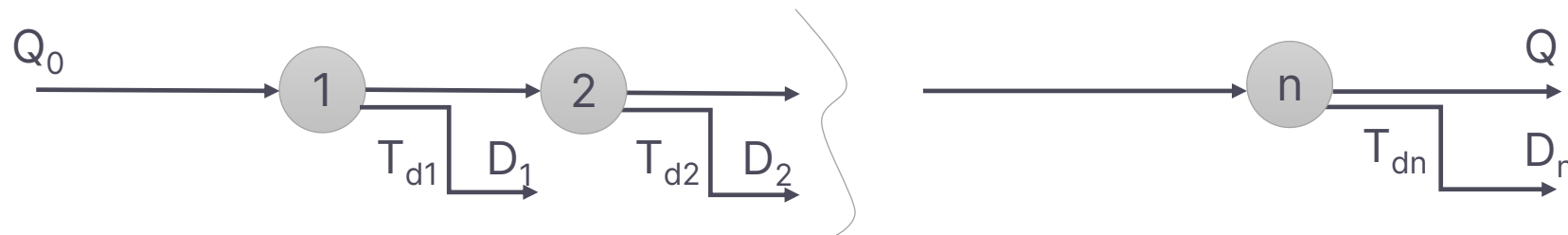
$$Eft = Q/Q_0$$

donde Q_0 = la cantidad de piezas que ingresan al proceso, Q = la cantidad OK de piezas saliente; D = cantidad de piezas NOK salientes (*scrap*); T_d = tasa de defectos del proceso

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.2. Métricas de Tiempos Operativos

Considerando que la salida de un proceso es la entrada al siguiente, podemos extender este concepto a todo el sistema de producción. Así:



$$Q = Q_0 \cdot (1 - T_{d1}) \cdot (1 - T_{d2}) \cdot \dots \cdot (1 - T_{dn})$$

Eft aplicado a toda la planta simboliza la cantidad de piezas OK respecto de la cantidad que ingresó, y es un indicador de calidad. Contribuye al concepto de «Rendimiento Global de Equipamiento», o bien «OEE» (por *Overall Equipment Effectiveness*).

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

El esquema imperante hasta la década de 1970 en Occidente era el *fordismo*, el cual se caracterizaba por lotes de gran tamaño, puestas a punto altas (lo que derivaba también en tamaños de lote enormes, de manera de compensar esas puestas a punto), niveles elevados de «stock» e inventario de materias primas y ciclos de producción largos. Como principal escuela de pensamiento, el fordismo se centraba en *empujar* la oferta hacia la demanda, modelo productivo y económico conocido como «push system».

Observando supermercados de EE.UU, Taiichi Ohno, de formuló su visión de una producción centrada más en la demanda, modelo que se llamaría «pull system», sentando las bases del TPS, o sistema de producción Toyota, fundamentado en el *justo-a-tiempo* («Just-In-Time»).

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Originalmente «lean manufacturing», el primer término es la traducción para algo «magro, esbelto, sin grasas». En el contexto productivo, manufactura esbelta es la filosofía que propone la identificación de actividades que no aporten valor agregado y su tendencia a ser reducidos (en el mejor de los casos, eliminadas por completo).

Así, representa el contenido mínimo de actividades que deben realizarse en pos de lograr un objetivo. En el caso de las industrias, si bien el fin ulterior es la rentabilidad, el medio para lograrlo es a través de la oferta de bienes y servicios, por tanto, una producción esbelta es el concepto técnicamente buscado, pues representa las actividades puras que agregan valor.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Aplicada la manufactura esbelta, lo resultante es un sistema ágil, flexible, responsivo a la demanda pues contiene el mínimo de los trabajos necesarios para cumplir con las necesidades de la demanda. De esta manera, emplea menos recursos (incluyendo energía) para lograr su cometido ya que se centra en la eliminación de los desperdicios y maximiza la productividad en las operaciones que sí agregan valor en la cadena de transformación.

Esta filosofía, espejo occidental de los principios del sistema de producción «Toyota», categoriza a las actividades en tres según su valor: a) trabajo real (valor agregado); b) trabajo auxiliar (actividades que dan soporte); c) «muda» (actividad que no agrega valor).

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Los desperdicios se agrupan en ocho categorías:

- Sobreprocesamiento: repetir o agregar una actividad sin agregar valor producto de otra causa, como rebabas en la operación, limpieza, deben repasarse ciertos filos porque no se dispone del herramental adecuado, entre otros.
- Movimientos innecesarios/método: refiere a movimientos o tareas que podrían ser reducidas o eliminadas a través de un método de trabajo más eficaz.
- Esperas: indica que la máquina está a disposición del operador y que no está siendo utilizada para producir. Además del impacto en la producción, la máquina sigue estando activa, ergo, consumiendo energía sin producir.
- *(sigue)*

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Los desperdicios se agrupan en ocho categorías:

(sigue)

- Sobre-producción, o *stock*: se emplean recursos para producir bienes los cuales serán almacenados, con incertidumbre de su rotación, perjudicando capital e indicadores. Refiere a producir *más de lo necesario*.
- Inventarios de materia prima: de manera semejante al stock, estos inventarios de insumos y materia prima demandan condiciones de almacenamiento (iluminación, ventilación, eventualmente climatización o refrigeración) y representan capital inmovilizado.

(sigue)

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Los desperdicios se agrupan en ocho categorías:

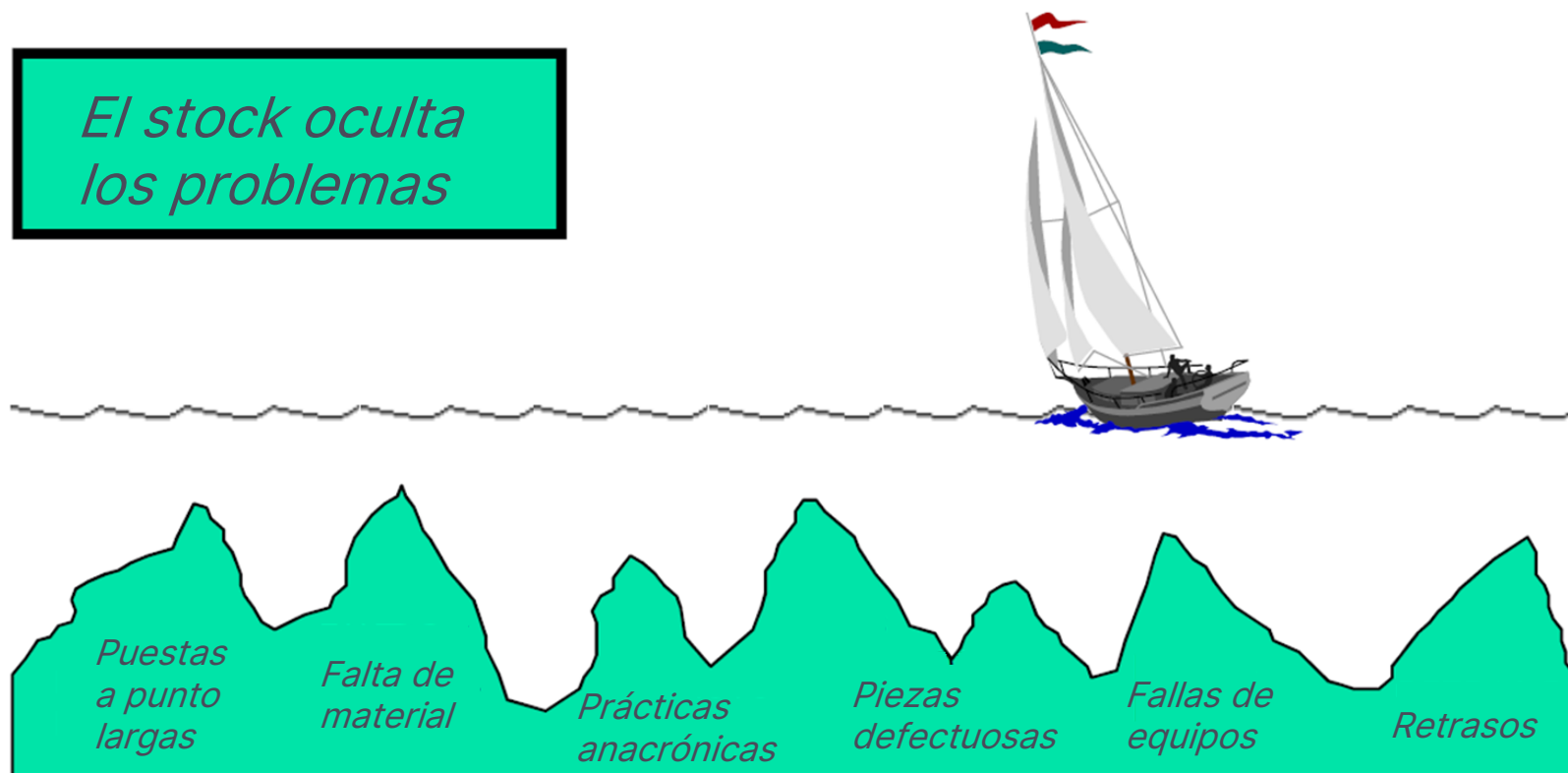
(sigue)

- Transporte: la materia prima y/o los productos terminados deben ser desplazados de un punto a otro debido al diseño de layout y condiciones de naves y galpones, lo que demanda energía (combustibles en autoelevador por ejemplo) y recursos humanos y/o tecnológicos. Si el layout fuese perfecto, el transporte sería inexistente.
- Reprocesos: significa tratar de recuperar una pieza o volverla a procesar; en ambos casos demanda recursos y puede representar un valor apreciable. Depende de CALIDAD:
- No aprovechar el talento humano, que son quienes operan la planta continuamente.

De todos los desperdicios, el *peor* es el stock por lo siguiente:

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios



Fuente: adaptado de la Unidad I de «Planificación y Control de la Producción», Ing. Rogelio A. A. Morán (EII, FCEIA, UNR, 2012)

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Sostener los desperdicios lo más pequeños posibles permite mejorar la eficiencia de los procesos (incluyendo la energética), permitiendo adaptarse mejor a los cambios de un mercado cada vez más cambiantes.

La estrategia más eficaz para abordar los desperdicios se basa en la vinculación entre las estrategias de negocio y la CALIDAD, concepto que forma parte del léxico industrial desde la década de 1990, con el advenimiento de la norma ISO 9001 «Sistema de Gestión de la Calidad – requisitos».

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Como se ha visto en el módulo correspondiente, ISO 50001 «Sistema de Gestión de la Energía – requisitos con orientación para su uso» propone un modelo semejante al de calidad, pero enfocado no solo en dicho sistema, sino también en el desempeño energético.

Ambos sistemas de gestión (y todos los elaborados por ISO) plantean el ciclo de Deming (también llamado «círculo de la calidad») como escuela de pensamiento fundamental. Este planteo consiste en una secuencia que permite la mejora continua («*kaizen*») de los procesos:

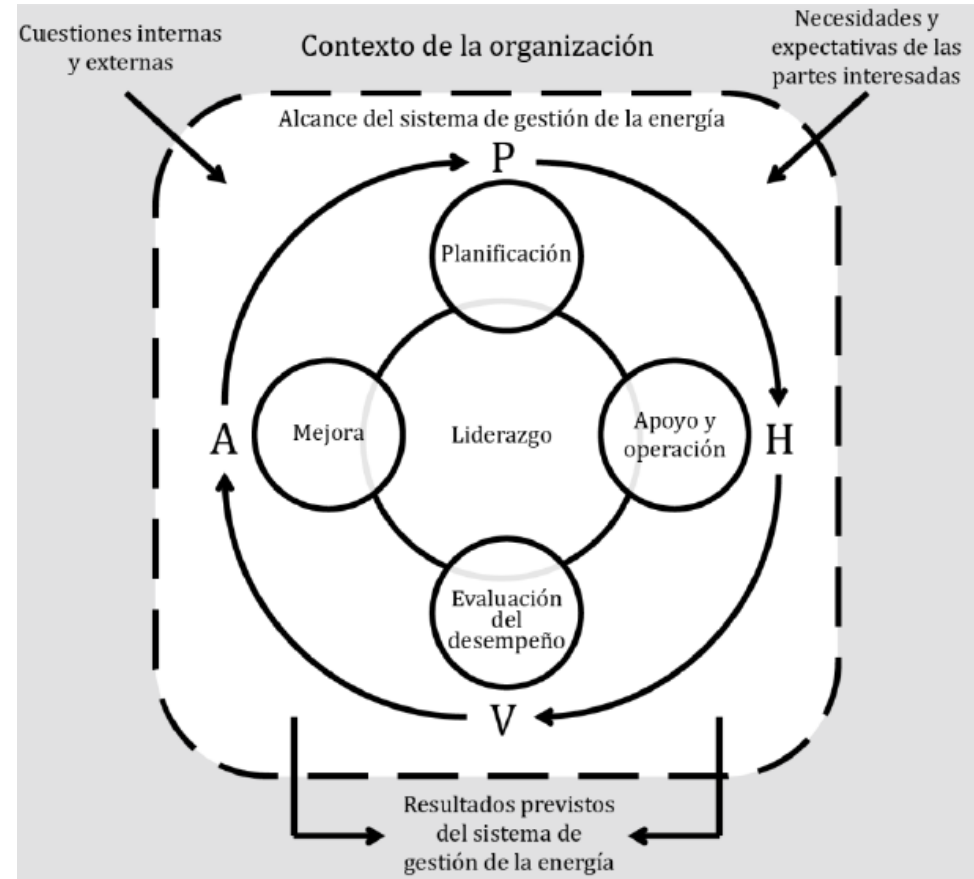
- Planificar
- Hacer
- Verificar
- Actuar

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Círculo de Deming aplicado a un SGen en el marco de la norma ISO 50001:2018

Fuente: IRAM-ISO 50001:2018 «Sistema de Gestión de la Energía – requisitos con orientación para su uso», ISO, 2018.



Capítulos de la norma:

- 4. Contexto de la organización
- 5. Liderazgo

- (P)
- 6. Planificación

- (H)
- 7. Apoyo
- 8. Operación

- (V)
- 9. Evaluación del desempeño

- (A)
- 10. Mejora

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Sin embargo, cuando se inicia con gestiones de apoyo a la producción, se empieza a detectar que los recursos son finitos y que su aprovechamiento debe ser buscado como si se tratara de un conjunto de variables a las cuales hay que maximizar.

Esta idea es precisamente en lo que se constituye la «investigación operativa», disciplina de la producción que persigue la mejor solución para una función objetivo (maximizar la rentabilidad o disminuir los costos) a partir de requerimientos de las variables del sistema, las cuales no son infinitas. Por tal, lo que se busca es encontrar la decisión sobre estas variables que optimicen el efecto deseado.

En la década de 1980, Eliyahu Goldratt propone el modelo de la «Teoría de las Restricciones» en su libro «La Meta», donde plantea una serie de reglas para un sistema productivo.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.3. Manufactura Esbelta y Teoría de los Desperdicios

Dentro de estas nueve reglas se destacan tres para este contenido:

- N°4: «Una hora perdida en un cuello de botella (CB) es una hora que pierde todo el sistema: los recursos CB también pueden ser definidos como aquellos cuyas limitaciones locales de capacidad se convierten en limitaciones para todo el programa de producción.»
- N°5: «Una hora ganada en un recurso no cuello de botella es un espejismo: Si equilibramos la utilización de todos los recursos no cuellos de botella con la capacidad del recurso CB, ello significará, necesariamente, que los primeros tienen capacidad ociosa.»
- N°6: «Los cuellos de botella rigen tanto el inventario como la facturación del sistema: los CB determinan la facturación, siendo los que verdaderamente fijan la capacidad de la planta (del proceso global).»

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

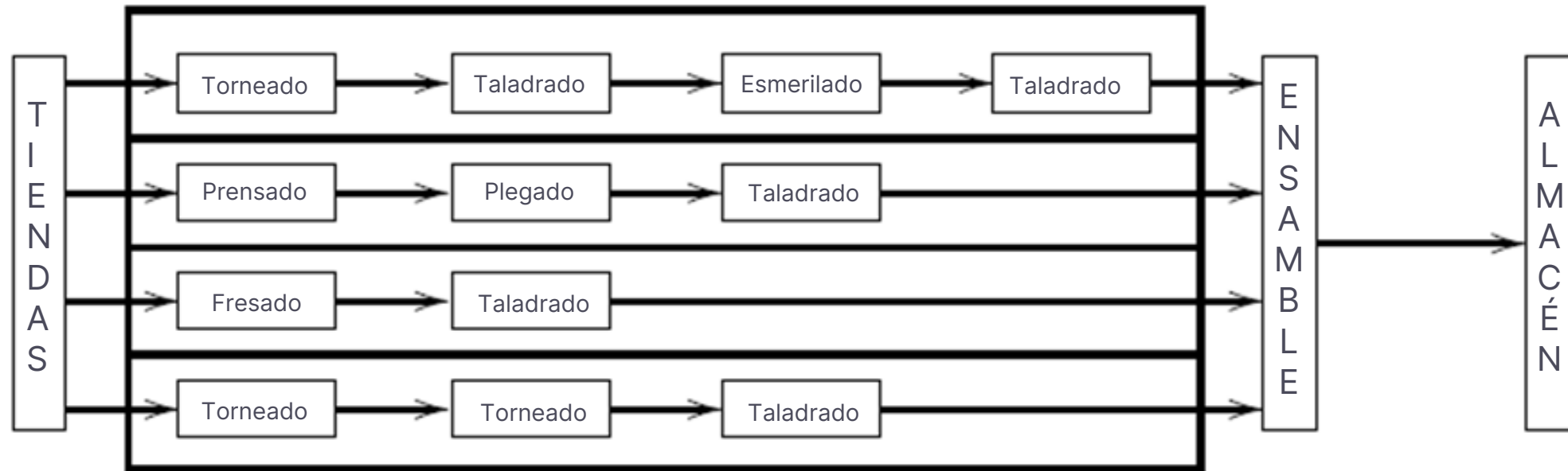
Conforme la definición de «factor estático» indicada por la norma ISO 50001, el layout juega un papel fundamental en la productividad de una instalación fabril, lo que tiene impacto directo con el consumo de energía y, sobre todo, con los IDEn.

Por tanto, es menester al menos tener presente ciertas definiciones, las cuales pueden proponer algunos cambios, desde menores, como un nuevo capacho de transporte de piezas, hasta mayores (incluyendo el rediseño por completo del layout).

El objetivo del diseño del layout es poder dar la respuesta necesaria a la producción, considerando que puede deber ajustarse, pero será un bajo número de veces conforme una escala de producción. Se identifican algunos modelos puros a continuación:

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

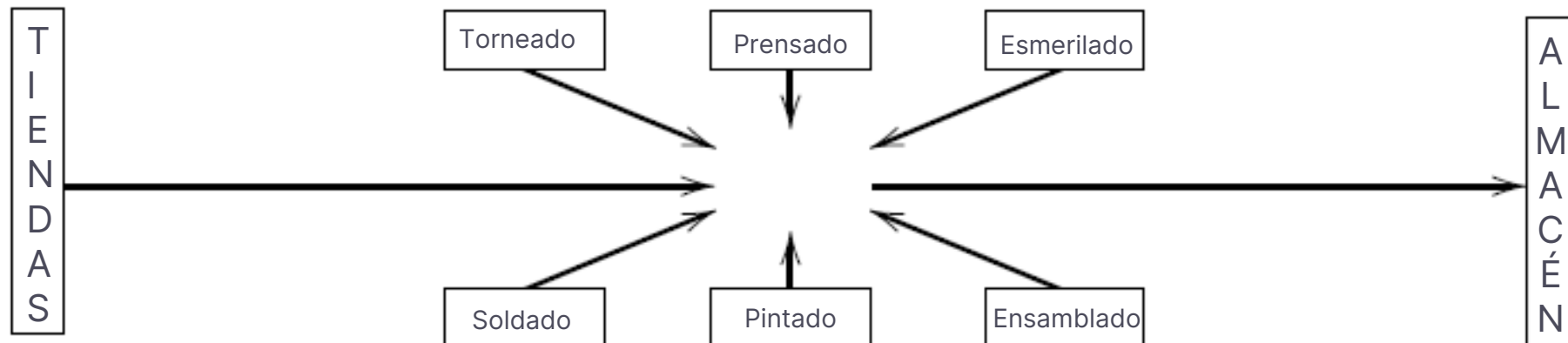


Layout de producción en línea

Fuente: adaptado de «Facilities Planning», de Tompkins et al, 4ta edición, editorial Wiley

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

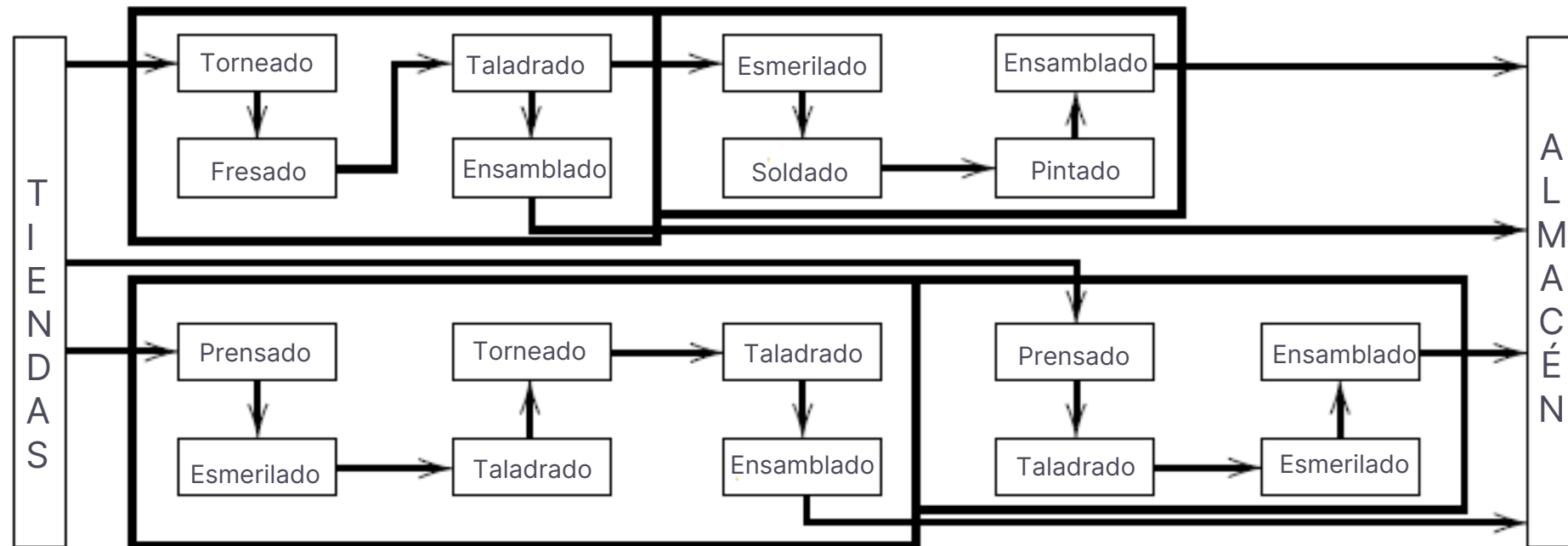


Layout por posición fija

Fuente: adaptado de «Facilities Planning», de Tompkins et al, 4ta edición, editorial Wiley

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

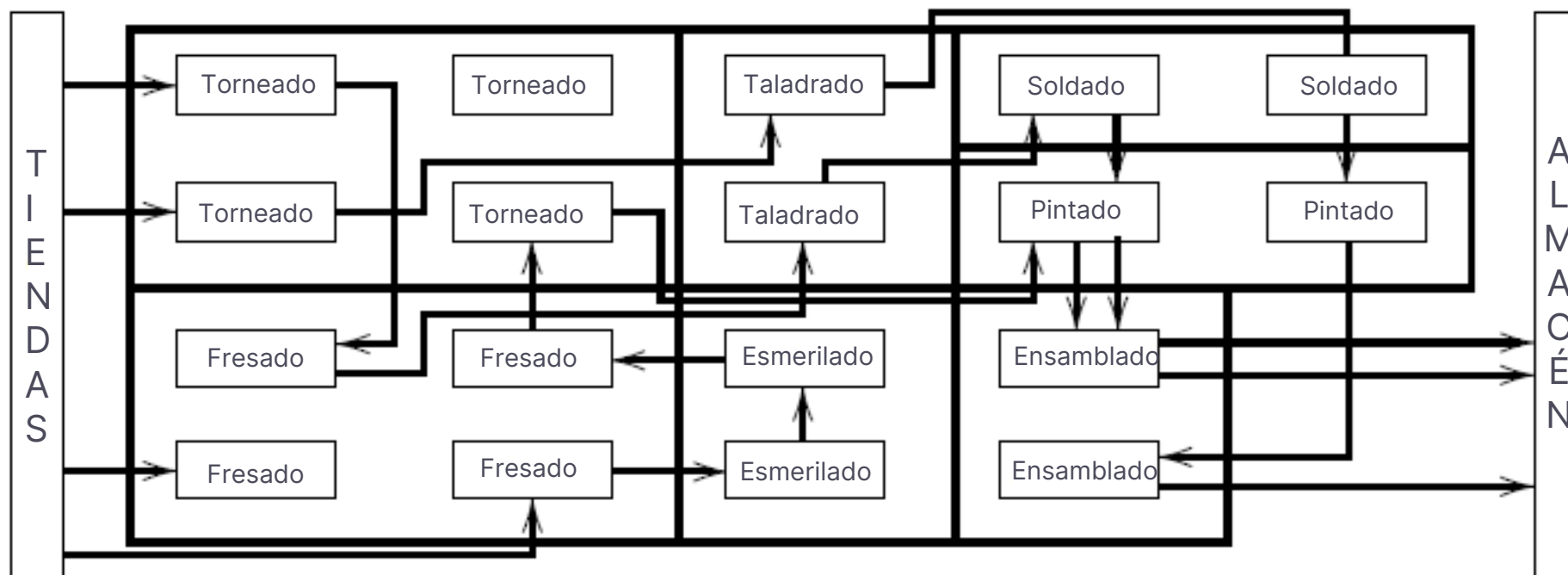


Layout por familia de productos (celda de manufactura)

Fuente: adaptado de «Facilities Planning», de Tompkins et al, 4ta edición, editorial Wiley

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP



Layout por procesos

Fuente: adaptado de «Facilities Planning», de Tompkins et al, 4ta edición, editorial Wiley

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

Para determinar la mejor de las distribuciones en planta, se deben considerar:

- a) el flujo de materiales, compuesto por el sujeto (materiales, piezas, suministros, productos), los recursos (control de producción, almacenamiento, ENERGÍA, entre otros) y las comunicaciones (programas de producción, órdenes de trabajo, señales tipo «Kanban» -principal elemento señal en el sistema *Justo-A-Tiempo*, hojas de ruta o de ruteo de procesos, entre otros).
- b) las relaciones entre actividades;
- c) el espacio disponible.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

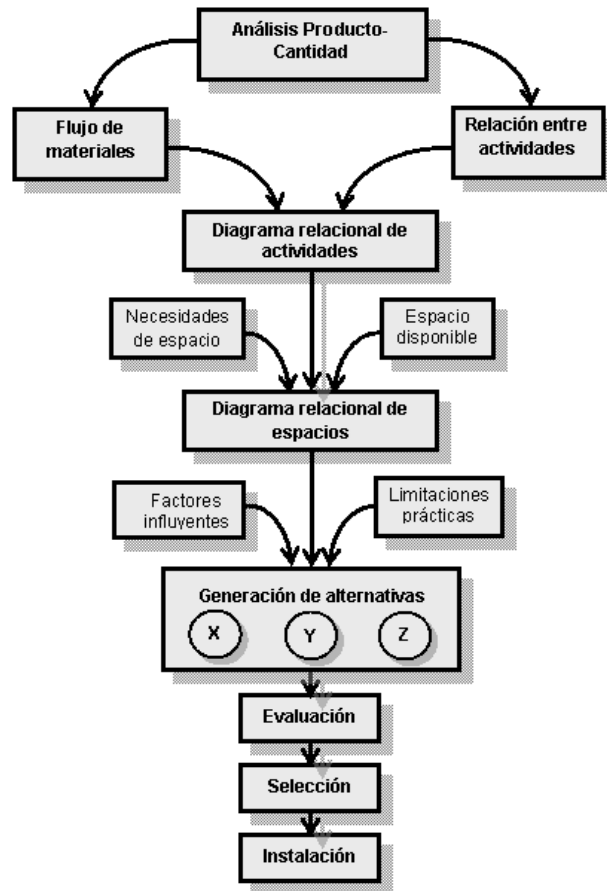
I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

Pensándolo en términos de restricciones, la definición del layout debe buscar optimizar la producción sujeto a los múltiples requerimientos y variables finitas. Esta optimización consiste en la minimización del flujo de materiales e información (y por ende, el costo asociado) a partir de:

- Planear el flujo entre dos puntos consecutivos (reducir movimientos)
- Combinar flujos y operaciones
- Eliminar movimientos innecesarios de material
- Eliminar manejo de materiales, mecanizando o automatizando el flujo
- Reducir la densidad de flujo mediante el empleo de contenedores (*capachos*)

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

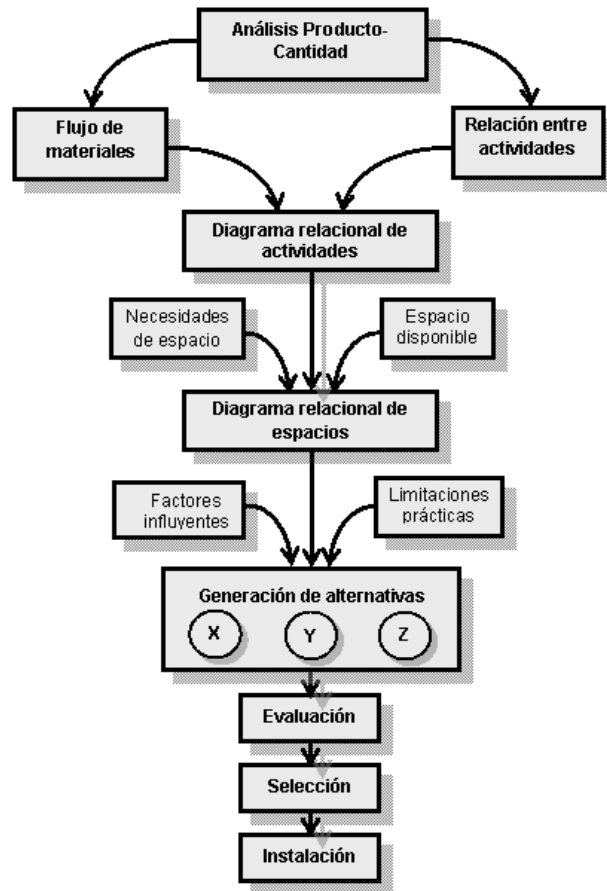


Uno de los métodos más empleados es el de Muther, mejor conocido como «Planeación Sistemática del Layout» (o SLP por su sigla en inglés), y consiste de una serie de pasos para encontrar la mejor solución de un conjunto de alternativas.

La etapa de Análisis comprende hasta la realización del Diagrama Relacional de espacios, la cual es el último paso de la Búsqueda de Soluciones termina con la generación de alternativas, dejando el camino para la Selección de la mejor opción.

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP



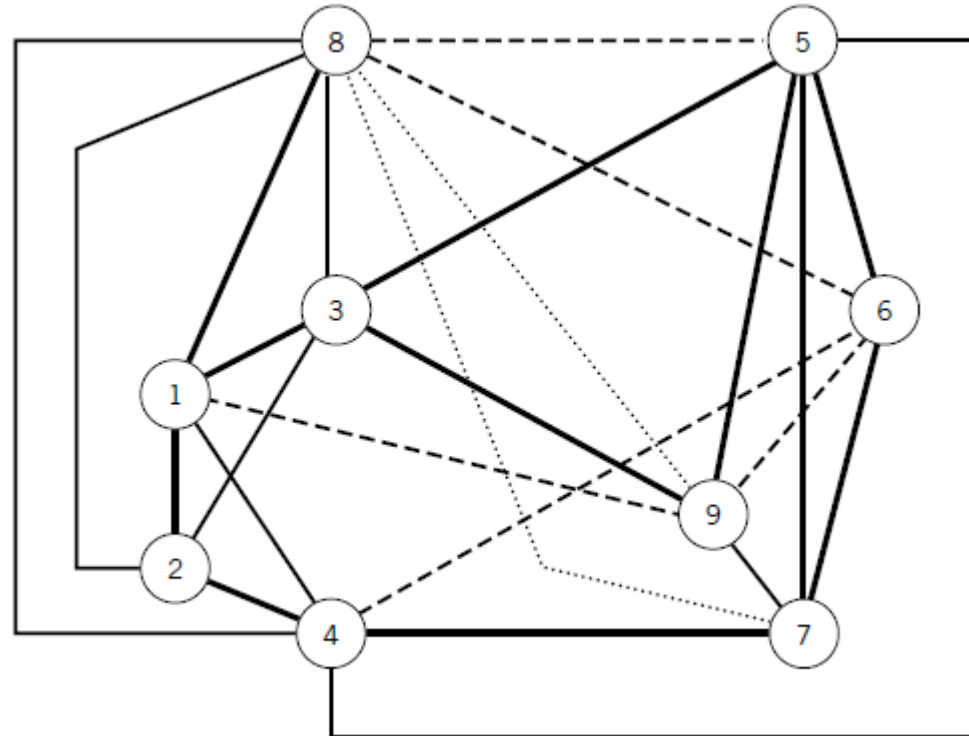
ANÁLISIS.

A partir de la interpretación entre producto y calidad, se miden cuantitativa y cualitativamente el flujo de materiales y la relación entre actividades resultante.

Para dicha relación se emplean matrices de origen-destino, así como el establecimiento de relaciones entre actividades: A – absolutamente necesaria; E – muy importante; I – importante; O – cercanía normal; U – cercanía no importante; X – cercanía no deseable (como la descarga de calor en la toma de aire de la sala de compresores)

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

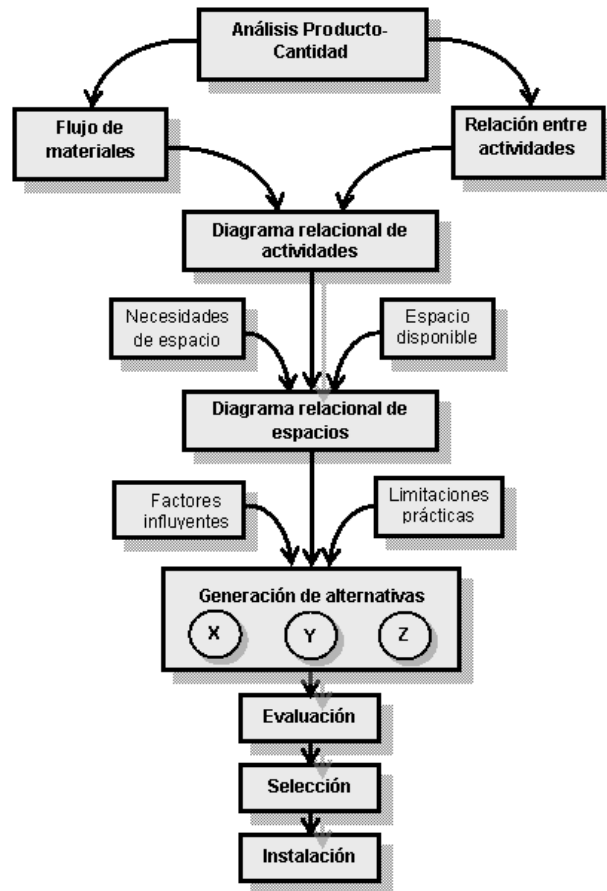


Ejemplo de diagrama relacional de actividades

Fuente: adaptado de «Facilities Planning», de Tompkins et al, 4ta edición, editorial Wiley

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

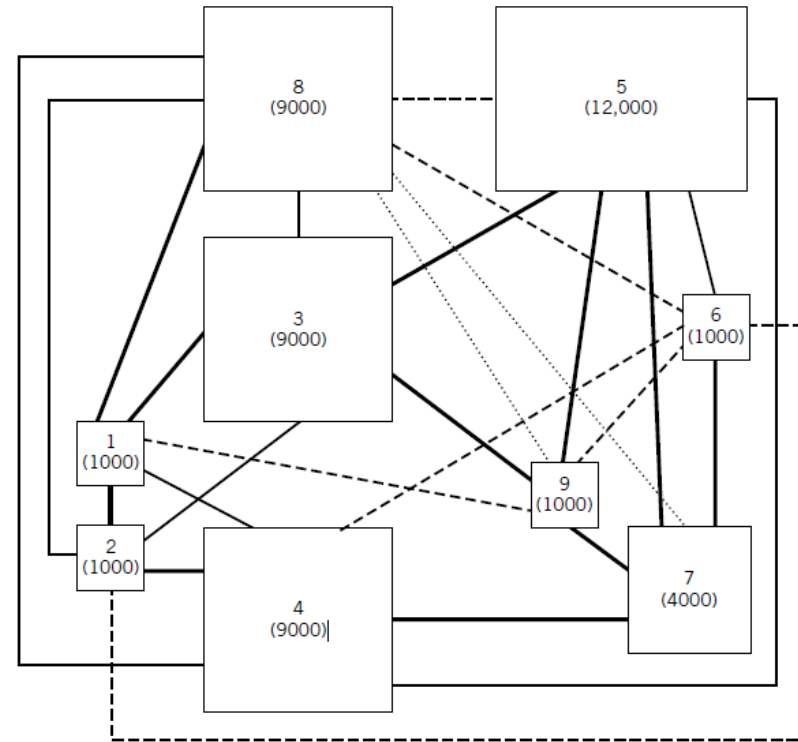


BÚSQUEDA.

A partir del Diagrama relacional de actividades, las necesidades de espacio según las estaciones de trabajo y transporte y el espacio disponible, se construye el Diagrama relacional de espacios (este último contiene un adicional por pasillos).

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

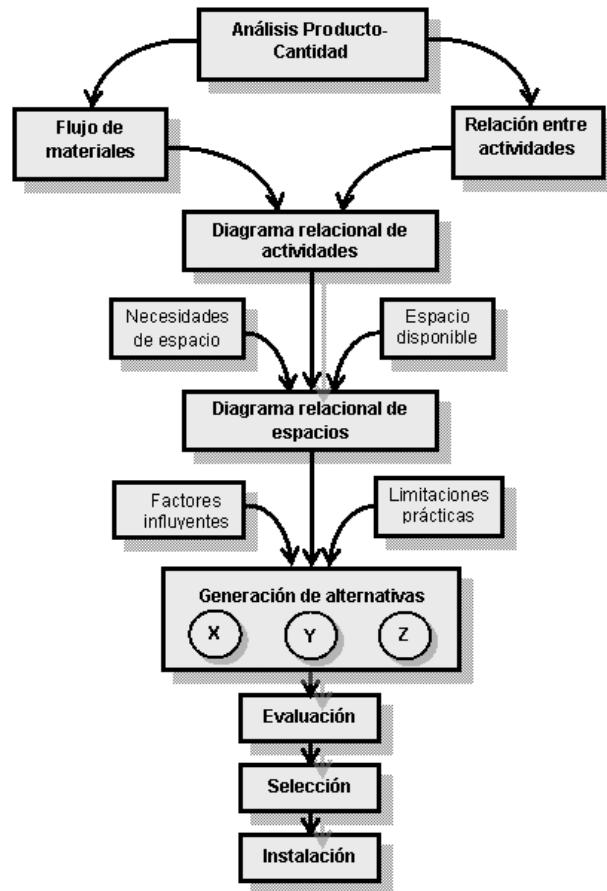


Ejemplo de diagrama relacional de espacios

Fuente: adaptado de «Facilities Planning», de Tompkins et al, 4ta edición, editorial Wiley

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP

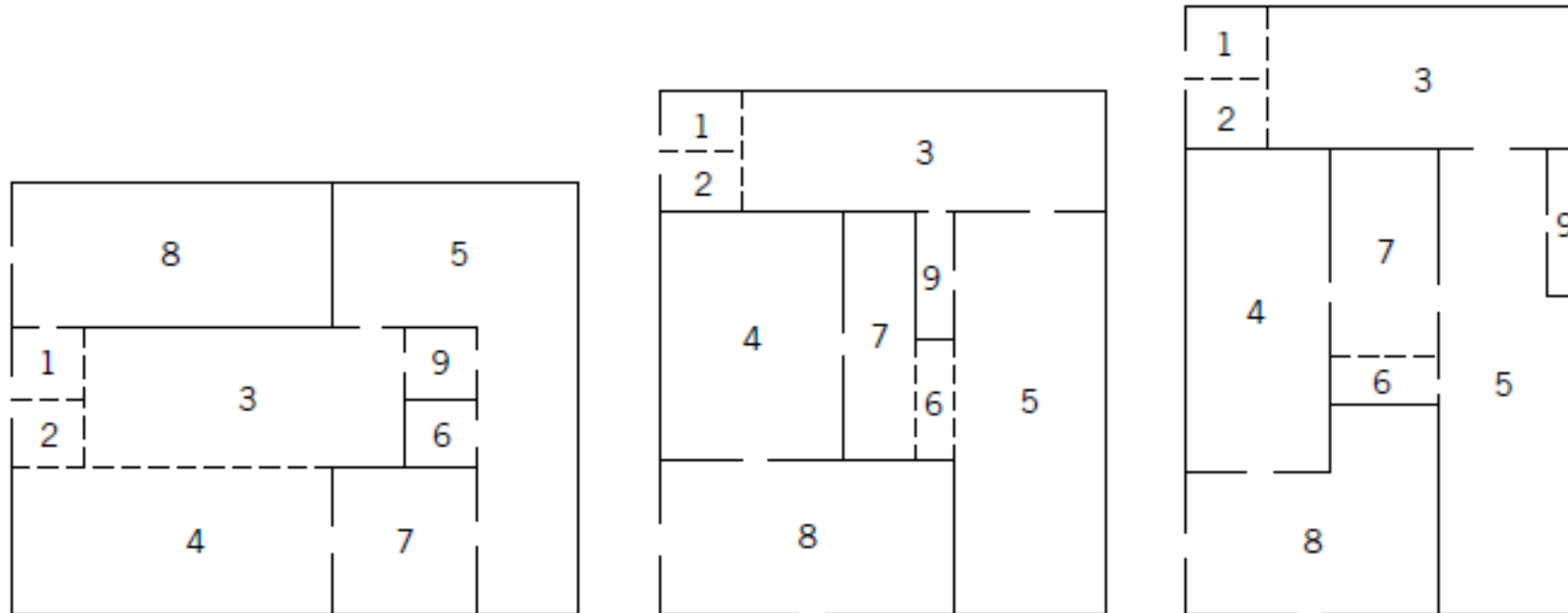


SELECCIÓN.

El resultado de la etapa de Búsqueda es la generación de alternativas posibles. A continuación, cada una de ellas debe evaluarse considerando distancias recorridas, espacios ocupados, limitaciones prácticas (una tubería que circula o una columna vuelven inviable la opción, por ejemplo).

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.4. Layout: tipologías y breve introducción a la metodología SLP



Ejemplo de alternativas posibles

Fuente: adaptado de «Facilities Planning», de Tompkins et al, 4ta edición, editorial Wiley

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.5. Estado del arte y prácticas inadecuadas en relación con sistemas energéticos

ESTADO DEL ARTE

- faltante de mediciones de variables referidas a energía una vez pasado el medidor de la empresa prestataria o eventuales medidores por sector, zona o nave industrial.
- el rango de tecnologías de estos medidores va desde la obsolescencia hasta los de última generación.
- las instalaciones fueron creciendo y la planificación "acompañó como podía".
- en varios casos los layout no están actualizados, no son adecuados y/o faltan.
- falta de diagramas instrumentales (P&ID).
- diagramas unifilares desactualizados.
- listado incompleto de dispositivos consumidores de energía, tanto en cantidad como en calidad de información.
- carencia del registro de mantenimiento vinculado al listado de dispositivos.

Fuente: extraído de «Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina», 2020

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.5. Estado del arte y prácticas inadecuadas en relación con sistemas energéticos

INEFICIENCIAS COMUNES

Independientemente del rubro, se destacan ineficiencias en las siguientes áreas:

- generación y uso de aire comprimido
- producción y uso de vapor
- retorno de los condensados
- cargas desequilibradas en transformadores
- enfriamiento de agua
- sistemas de producción de frío y su uso
- equipos sobredimensionados (para el servicio al que suministran energía, muchas veces fue una decisión del inicio de la planificación)
- motores de baja eficiencia o convencionales (IE1 o IE2) y/o con alta cantidad de rebobinados

Fuente: extraído de «Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina», 2020

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.5. Estado del arte y prácticas inadecuadas en relación con sistemas energéticos

PRÁCTICAS INADECUADAS

- equipos que permanecen en marcha sin dar el servicio para el que han sido diseñados
- lugares de trabajo con iluminación y/o con aire acondicionado a pleno sin personal trabajando
- paradas de línea por contingencias, descanso del personal y/o cambios de turno con continuidad de equipos encendidos sin necesidad o por un tiempo excesivo
- uso inadecuado del aire comprimido (barrido, limpieza de ropa y/o de equipos, como *enfriamiento corporal*)

Fuente: extraído de «Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina», 2020

I.2. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA ENERGÍA

I.2.5. Estado del arte y prácticas inadecuadas en relación con sistemas energéticos

PRÁCTICAS INADECUADAS

- no se han evidenciado corrientes no aprovechadas de fluidos caloportadores al ambiente, sea de vapor o agua caliente ("pérdidas"), pero sí de aire comprimido
- el estado de los aislamientos térmicos para fluidos caloportadores era satisfactorio (aunque no excelente)
- si bien en líneas generales la industria conoce el aspecto de la distorsión por armónicos de la red eléctrica (causada por lámparas LED, VSDs, reactancias de arranque, balastos electrónicos), no se detectaron inversiones para disminuir este efecto

Fuente: extraído de «Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina», 2020

1.3. CALIDAD

I.3. CALIDAD

I.3.1. Calidad en bienes y servicios y su relación con energía

Entendemos por «calidad» a la *satisfacción y lealtad del cliente*. Para ello, debemos identificar *quién* es el cliente. Un *cliente externo* puede ser un usuario final (reales y potenciales), así como proveedores y entidades que se encuentran fuera del alcance del establecimiento en cuestión. Por otro lado, *cliente interno* alude a la parte de la organización que recibe aquello que procesa la anterior (por ejemplo, si luego del plegado continúa el soldado de piezas, el cliente interno del plegado es precisamente el soldador).

No obstante, la acepción debe ser conforme a si la organización ofrece bienes tangibles, bienes intangibles (como un software) o servicios. Así, podemos detectar ciertas características ante estos casos:

Fuente: adaptado de «Método Juran: Análisis y Planeación de la Calidad», de Gryna et al, 5ta edición, editorial McGraw-Hill

I.3. CALIDAD

I.3.1. Calidad en bienes y servicios y su relación con energía

Industrias de bienes tangibles	Industrias de servicios/bienes intangibles
CARACTERÍSTICAS	
Desempeño. Confiabilidad. Durabilidad. Facilidad de uso. Capacidad de servicio. Estética/diseño. Disponibilidad de opciones y expansibilidad. Reputación	Exactitud. Puntualidad. Totalidad. Amabilidad y cortesía. Anticipación a las necesidades de los clientes. Conocimiento del servidor. Apariencia de las instalaciones y del personal. Reputación
AUSENCIA DE DEFICIENCIAS	
Producto libre de defectos y errores en la entrega, en el uso y en el servicio. Todos los procesos libres de correcciones, redundancia y otros gastos.	Servicio libre de errores durante las operaciones de servicio originales y derivadas/futuras. Todos los procesos libres de correcciones, redundancia y otros gastos.

Fuente: adaptado de «Método Juran: Análisis y Planeación de la Calidad», de Gryna et al, 5ta edición, editorial McGraw-Hill

I.3. CALIDAD

I.3.1. Calidad en bienes y servicios y su relación con energía

A esta altura ya se hizo evidente la relación entre la calidad, la producción y energía. Debemos considerar que nuestro cliente, interno o externo, establece un estándar de especificaciones para poder aceptar nuestro trabajo, y coloquialmente llamamos a esto *de calidad*. «La calidad cuesta, pero más cuesta la mala calidad».

Aquí se observa también como el desperdicio de sobreproducir y de inventario de materias primas puede *esconder* a la calidad: conservar altos niveles de stock (materia prima, productos semiprocesados o terminados) oculta problemas referidos a calidad. A nivel piso de planta, se vuelve observable en la calidad de trabajo a pie de máquina y tamaño y condiciones de los almacenes.

Fuente: adaptado de «Método Juran: Análisis y Planeación de la Calidad», de Gryna et al, 5ta edición, editorial McGraw-Hill

I.3. CALIDAD

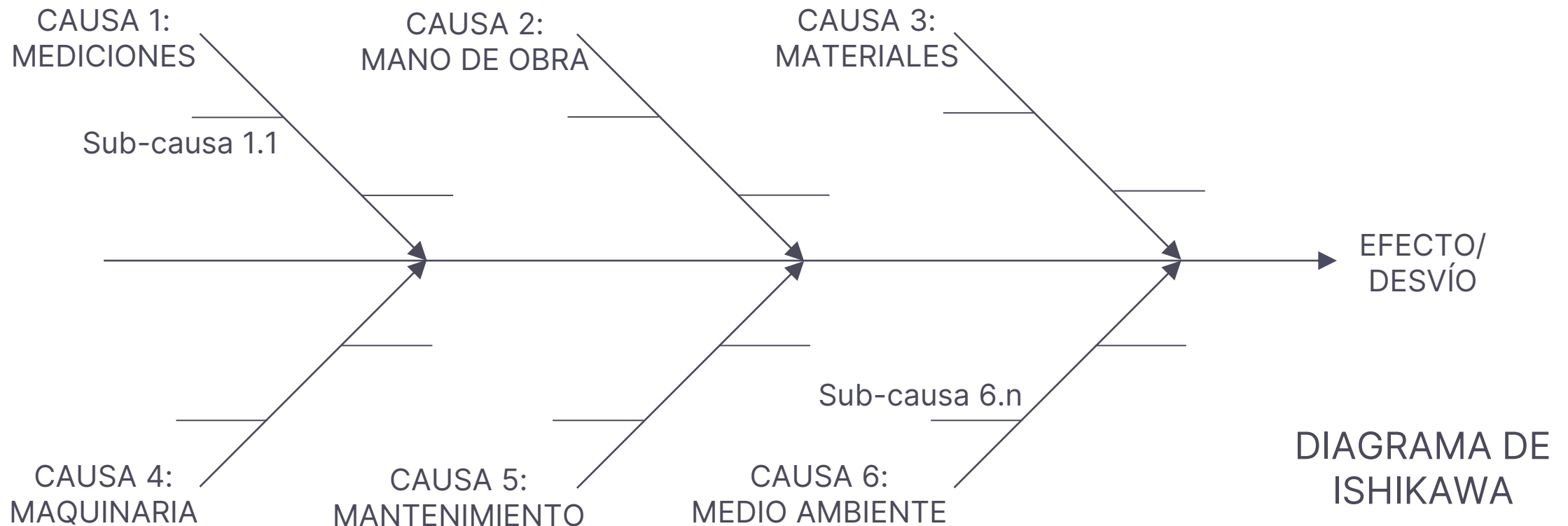
I.3.2. Herramientas de la calidad

Para poder analizar cuantitativamente la calidad, se han desarrollado siete herramientas básicas, las cuales se nutren de la disciplina de la Estadística:

- Hoja de recolección de datos
- Histograma
- Diagrama de Pareto (descripta a continuación)
- Diagrama de Ishikawa (descripta a continuación)
- Gráfico de control
- Diagrama de Dispersión (descripta a continuación)
- Estratificación

I.3. CALIDAD

I.3.2. Herramientas de la calidad



I.3. CALIDAD

I.3.2. Herramientas de la calidad

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como de causa-efecto o *espina de pescado* ayuda a identificar y categorizar las múltiples causas de un determinado fenómeno.

Como el consumo de energía es por definición una variable dependiente, el efecto o desvío puede ser un consumo excesivo para cierto proceso o bien un valor de los IDEn fuera de cierto rango admitido. Usar este diagrama ayuda a identificar la causa más probable.

Veamos el siguiente ejemplo: si el indicador consumo eléctrico/pieza creció un 10 % sobre el promedio, ¿a qué puede deberse? Múltiples causas pueden derivar en el mismo efecto, y cada causa tiene su naturaleza distinta. No es lo mismo falta de mantenimiento que instrumento mal calibrado, materia prima de peor condición o método de trabajo ineficiente.

I.3. CALIDAD

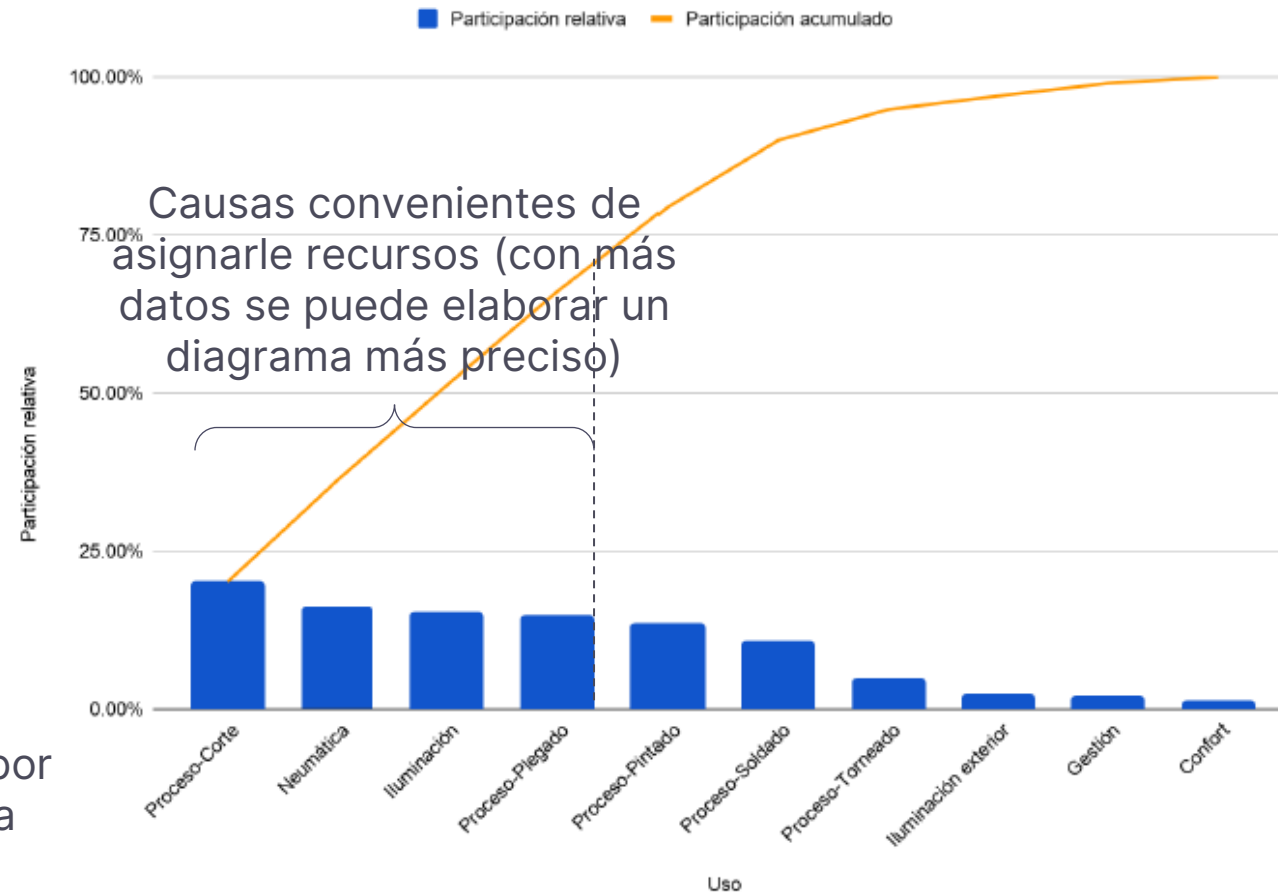
I.3.2. Herramientas de la calidad

Ahora bien, no toda causa es igual de probable que otra (aunque bien podría haber simultaneidad de varias y repotenciarse, como es el caso de falta de mantenimiento en máquinas que deben secar piezas que se han humedecido producto de haber quedado a la intemperie).

De igual manera, no todo el consumo en un establecimiento está idénticamente distribuido. No consume lo mismo el sistema de aire comprimido con el de climatización de una oficina. Por tal, suele suceder que gran parte del consumo de energía se debe a unos pocos usos. Esto se conoce como el «Principio de Pareto», el cual, aplicado al consumo energético, se manifiesta como que aproximadamente *el 20 % de los usos de un cierto vector energético representa el 80 % del consumo de ese vector energético.*

I.3. CALIDAD

I.3.2. Herramientas de la calidad



Participación acumulada de las causas

DIAGRAMA DE PARETO

CAUSAS, ordenadas por participación relativa

I.3. CALIDAD

I.3.2. Herramientas de la calidad

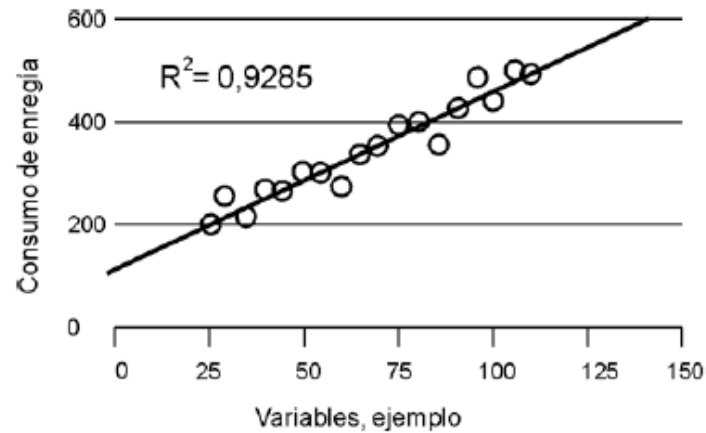
Para encontrar la relación entre una potencial variable independiente y la dependiente (en el caso de energía, por ejemplo, el consumo de energía en función de la producción y/o temperatura), es necesario determinar qué grado de dependencia existe entre una y otra, a efectos de detectar tendencia alguna, si la hubiera.

Precisamente, el Diagrama de Dispersión ayuda a identificar gráficamente cómo se distribuyen los pares de coordenadas, de manera que podamos determinar si una variable impacta en la otra. Esta interpretación es la base de la cláusula «6.5 – Línea de base energética» de la norma ISO 50001:2018. Un parámetro muy usado para identificar el grado de correlación es R^2 : si se acerca a 1 hay correlación perfecta; si es cero, no hay relación.

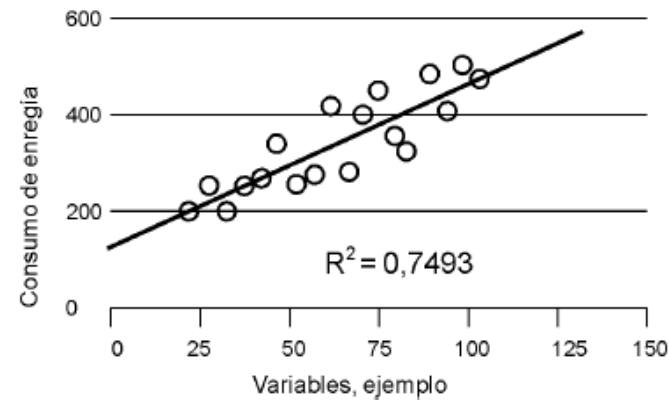
A continuación, algunos ejemplos:

I.3. CALIDAD

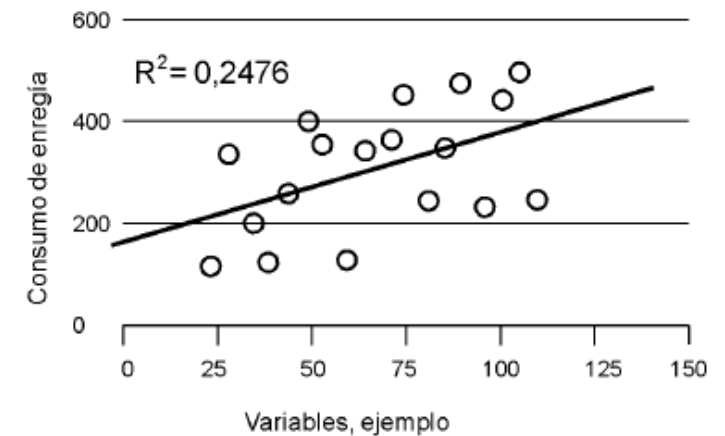
I.3.2. Herramientas de la calidad



a) Variable significativa



b) Variable menos significativa



c) Variable no significativa

Fuente: IRAM-ISO 50006:2014: «Sistemas de gestión de la energía – medición del desempeño energético utilizando LBE_n e IDE_n»

I.3. CALIDAD

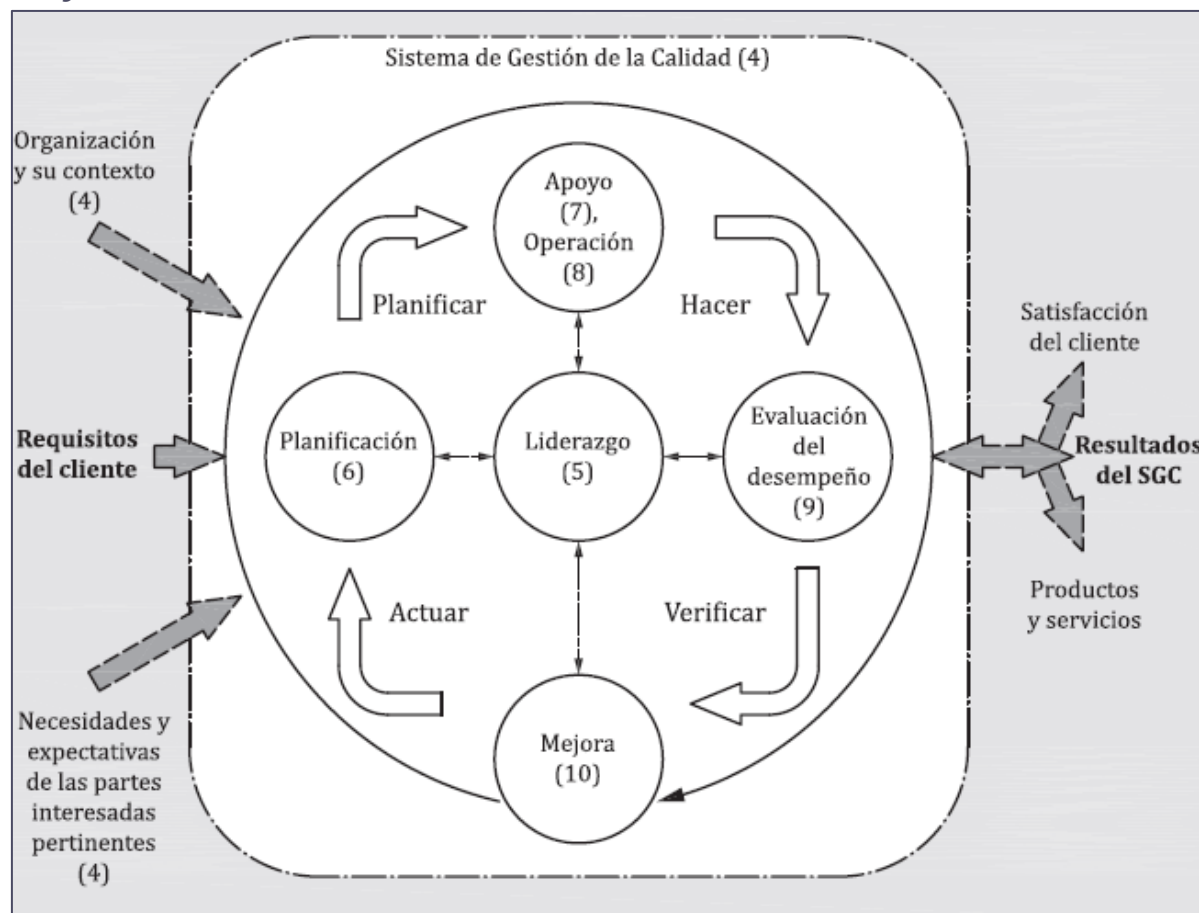
I.3.3. ISO 9001:2015 y su relación con ISO 50001:2018

En 2015 se lanza la nueva versión de ISO 9001, ya estructurada con la «arquitectura de alto nivel». Esto representa una forma común y estandarizada de los capítulos de la norma, lo que evita documentos en duplicado o en gran cantidad y, sobre todo, facilita la integración entre normas. Así, el capítulo 6 es «Planificación» tanto para ISO 9001 como para ISO 14001 e ISO 50001.

Además, una organización con ISO 9001 ya presenta una práctica o habilidad de gestionar sus procesos conforme la norma, lo que facilita que puedan acoplarse otras más técnicas a la de Calidad. Se presenta a continuación el ciclo de Deming aplicado a un SGC:

I.3. CALIDAD

I.3.3. ISO 9001:2015 y su relación con ISO 50001:2018



Fuente: IRAM-ISO 9001:2015:
«Sistemas de gestión de la calidad – requisitos»

Nota: el número entre paréntesis refiere al orden de los capítulos.

I.3. CALIDAD

I.3.3. ISO 9001:2015 y su relación con ISO 50001:2018

No obstante, si bien el último subcapítulo de ISO 9001 «Mejora continua» solicita el compromiso de la mejora continua del sistema de gestión (como en ISO 14001:2015), el subcapítulo equivalente en ISO 50001:2018 plantea que: «La organización debe mejorar continuamente la idoneidad, adecuación y eficacia del SGen. La organización debe demostrar la mejora continua del desempeño energético.»

Así, ISO 50001 requiere no solamente la mejora continua del propio SGen, sino también la mejora continua del desempeño energético, condición que no presenta otra norma de gestión.

I.4. LOGÍSTICA

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

«La logística es un término que se refiere a las funciones administrativas que apoyan el ciclo completo de flujos de materiales: de la compra y el control interno de las materias para producción, a la planeación y control del trabajo, y la compra, embarque y distribución del producto terminado.» (Chase & Aquilano, 2007). Este análisis dio lugar a la «gestión de la cadena de suministros», también conocido como *supply chain management*.

La disciplina que abarca todas las etapas se denomina «logística integral», y se compone de: «logística de aprovisionamiento», «logística interna» y «logística de distribución».

Vemos así que el atributo maestro de la Calidad (extendida a bienes tangibles, no tangibles y servicios) es clave para sostener la eficiencia de los sistemas lo más alto posible.

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

En cada una de las categorías de logística mencionadas, aparece el transporte como un área clave a gestionar. Por ello, deben implementarse medidas de uso racional y eficiencia energética en dicho sector, lo cual comprende:

- Optimización de los recorridos. Esto puede lograrse de manera empírica o usando criterios de programación lineal (conocido como «problema del transporte», el cual se basa en minimizar el costo de dicha actividad conforme los requisitos de combustible, velocidades y nodos por donde pasar.
- Técnicas de conducción eficiente, como las mencionadas a continuación:

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

Ocho pasos para conducir de forma eficiente



1 Planificá tu ruta

Utilizá rutas más cortas y menos congestionadas con ayuda de GPS y aplicaciones móviles.



2 Reducí la velocidad

Consultá con el proveedor sobre el rango de velocidad donde el motor tiene mejor desempeño.



3 Evitá aceleraciones y frenadas repentinas

Frená suavemente, ayudándote con la caja de cambios (sin el embrague, ni pasar a neutro). Esto reduce la inyección de combustible.



4 Encendé el motor sin pisar el acelerador

No es necesario en los vehículos modernos.



5 Preferí los cambios más altos

En 4a o 5a para transporte urbano o en mayores para interurbanos, consumen menos combustible para la misma velocidad.



6 Arrancá el vehículo en frío

Los vehículos modernos no necesitan calentar el motor para iniciar la marcha. Esto ensucia los filtros y consume combustible.



7 Conducí por inercia

Soltá el pedal del acelerador y dejá el vehículo con una marcha puesta para que la velocidad se reduzca de forma gradual utilizando el motor



8 Utilizá el freno motor

Ayuda a frenar en curvas y a bajar pendientes fuertes con seguridad, disminuye costos de mantenimiento al usar menos los sistemas de frenado hidráulico.

Fuente: «Guía de GESTIÓN EFICIENTE para el TRANSPORTE AUTOMOTOR DE CARGAS de la República Argentina», ex Ministerio de Energía y Minería de la Nación, 2017.

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

En cada una de las categorías de logística mencionadas, aparece el transporte como un área clave a gestionar. Por ello, deben implementarse medidas de uso racional y eficiencia energética en dicho sector, lo cual comprende:

- Gestión adecuada de la flota, incluyendo mantenimiento preventivo y predictivo de la tecnología de transporte (chasis, aerodinámica del diseño, tipo de combustible, tipo de neumático, estado de la batería), repuestos (fundamentalmente filtros) y lubricantes de calidad.
- Reducción de la marcha del ralentí.

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

Existen disciplinas derivadas de la gestión de la cadena suministros en las cuales podemos apoyarnos para mejorar la eficiencia de los sistemas. A continuación, describiremos algunas:

- Gestión de los almacenes:
 - El mantenimiento de productos consume energía, más aún si demandan climatización o refrigeración, por lo tanto toda gestión que pueda hacerse sobre ellos puede mejorar el desempeño energético de la instalación (el capítulo siguiente complementa).
 - La ubicación y codificación de los productos o materias primas en los almacenes contribuye a reducir tiempos de espera y de equipos encendidos. Para lograr ello se emplean estrategias tales como ABC, FIFO o LIFO.

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

«ABC»: refiere a categorizar los ítems en función de la rotación. Esto significa detectar cuáles rotan más, luego los de media salida y finalmente los que salen poco. Aplicando el Principio de Pareto, por lo general el 20 % de los artículos representan el 80 % de las rotaciones totales, lo que conlleva a ubicar más cerca del alcance de la mano a aquellos «A», luego los «B» y finalmente los «C».

«FIFO» y «LIFO», por *First-In-First-Out* o *Last-In-First-Out*. indica la prioridad con la que salen del almacén los distintos ítems, lo que deriva en la selección y dimensionamiento de las estanterías y racks. Su elección depende de la necesidad y del tipo de producto (en alimentos, por lo general es FIFO).

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

Estas disciplinas también son muy útiles a la hora de producir: cuando se disponen de servidores en paralelo (como en una distribución por procesos), debería conocerse:

- La tasa de arribos de piezas a la estación (velocidad a la que llegan piezas)
- La tasa de servicio de la estación (velocidad a la que salen piezas)

Cuando los arribos superan a los servicios, comienza a producirse una cola («fenómeno de espera»), y dicha estación comienza a comportarse como un cuello de botella. Esto generalmente ocurre cuando existe un equipo, único en la planta, por el cual pasa toda la familia de productos (un horno, una guillotina, una plegadora).

I.4. LOGÍSTICA

I.4.1. Definiciones y características asociadas con la Eficiencia Energética

Como se evidencia, el layout reviste de una especial importancia, lo que afecta a la logística en todas sus dimensiones, métricas de tiempos operativos, consumo de energía, calidad, entre otros aspectos.

Si bien existen modelos puros como los vistos, cada industria tiene su propia versión de layout (o sea, de diseño *empírico*). Sin embargo, replantearse la distribución y orden en algún punto de un funcionamiento sostenido no debería ser algo que siempre se postergue, porque por lo general se desconoce el lucro cesante de no hacer las mejoras a tiempo.

El otro aspecto al que hay que atender es la infraestructura de servicios en naves y galpones, la cual veremos brevemente a continuación.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.1. Normas básicas

Técnicamente, previo a aplicar medidas de mejora, debería corroborarse la aplicación correspondiente de ciertas normativas y/o requisitos legales que la organización debería cumplir, sobre todo si se trata de una industria del sector primario o secundario. No es intención o competencia de este documento listar estas normas, pero destacamos:

- Ley N° 19587 de «Higiene y Seguridad en el Trabajo» y su decreto reglamentario N° 351/79, que fija requisitos laborales para, entre otras cosas, minimizar los riesgos en lo siguiente: «Provisión de agua potable», «Contaminación ambiental», «Ventilación», «Iluminación y color», «Ruidos y vibraciones», «Instalaciones eléctricas», «Máquinas y herramientas», «Aparatos que pueden desarrollar presión interna», «Estrés por frío y carga térmica», «Acústica».

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.1. Normas básicas

- IRAM 10005-1: determina la codificación de colores correspondiente a tuberías de servicios en instalaciones industriales. Así, permite la detección de sistemas según la siguiente tabla:

Producto	Color
Elementos para la lucha contra el fuego	Rojo
Vapor de agua	Naranja
Combustibles (líquidos y gaseosos)	Amarillo
Aire comprimido	Azul
Electricidad	Negro
Vacío	Castaño
Agua fría	Verde
Agua caliente	Verde con franjas naranjas

Fuente: IRAM 10005-1 «Colores y señales de seguridad. Colores y señales fundamentales»

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

El funcionamiento en las industrias requiere de sistemas de apoyo y de servicios generales para poder asistir a la producción. Así, principios de diseño de instalaciones en las pérdidas de carga, dispensadores de agua caliente y fría que consumen energía 24*7, grado de iluminación natural que ingresa a través de los techos, envolvente edilicia y su relación con el confort de las personas, entre otros.

Describiremos a continuación esta serie de tópicos que puede tener especial incidencia en los costos indirectos de la organización fabril y, a su vez, ayudar a mejorar el desempeño energético de la organización (sobre todo cuando el único consumo medido es a través del medidor de la distribuidora):

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

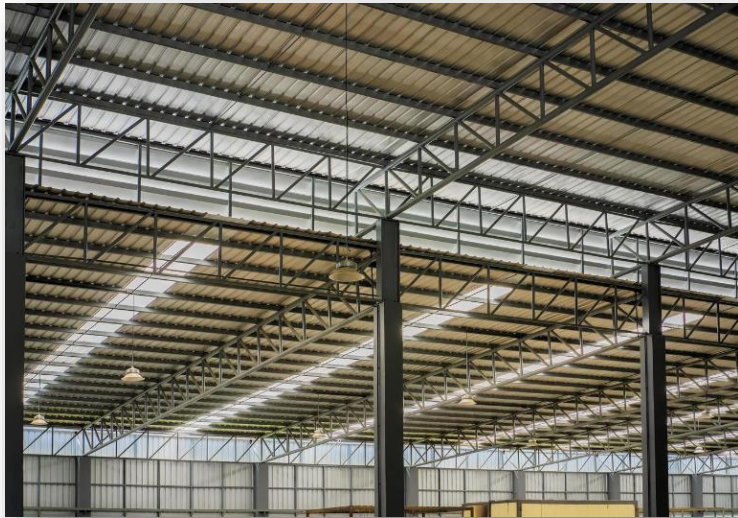
CARACTERÍSTICAS DE TECHOS INDUSTRIALES:

Las cubiertas industriales más utilizadas actualmente, por sus beneficios, aislamiento, y rapidez de montaje son:

- Chapa metálica simple: ligera y económica.
- Panel *sándwich*: incorpora aislamiento térmico (espuma de poliuretano generalmente, o bien lana de vidrio) entre chapas de metal.
- Cubierta curva autoportante: cubierta sin vigas, para grandes superficies, en forma de arcos. Se los conoce también como *techos parabólicos*.

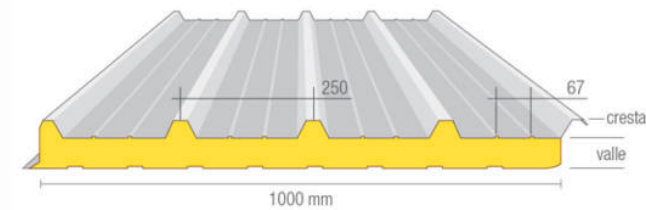
I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

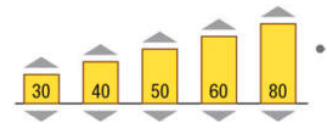


Techo de chapa convencional

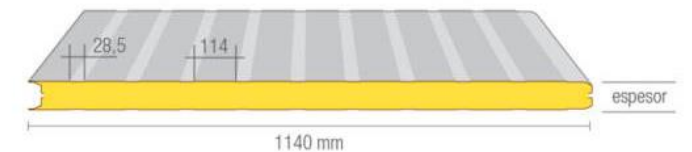
Detalle panel



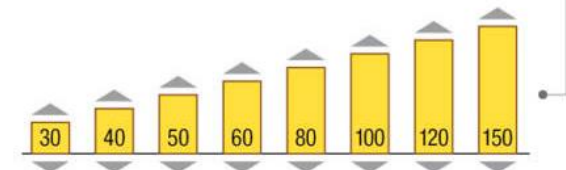
Espesores de valles disponibles en mm



Detalle panel



Espesores disponibles en mm



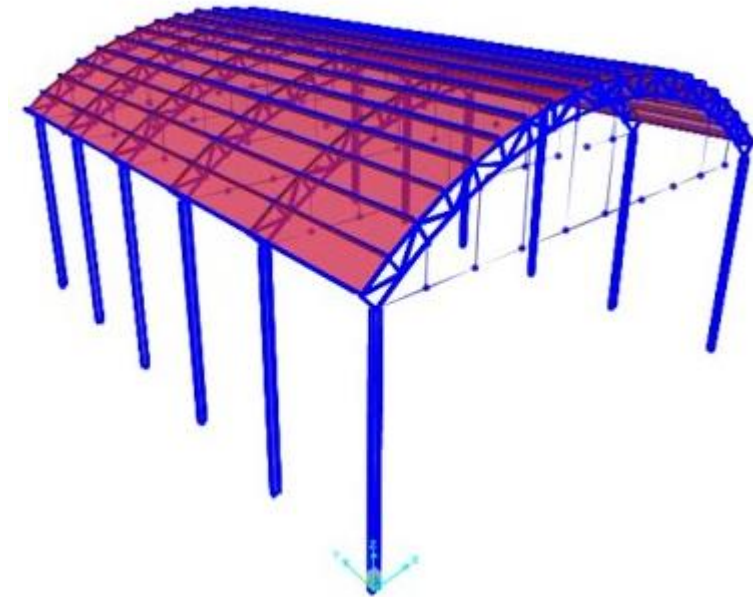
Modelos de paneles de espuma de poliuretano (cortesía de *Arneg Argentina*)

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía



Foto de techo de paneles de espuma de poliuretano (Cortesía de *Tecnomateriales*)



Fuente: «Diseño y Calculo de Nave Industrial con Techo Parabólico, con SAP2000 - Parte#1», YouTube

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

¿Qué se debe considerar al elegir la cubierta?

En primer lugar los factores externos:

- La radiación solar (a mayor superficie, mayor transferencia)
- El ruido que pueda generar la lluvia o el granizo
- La carga de viento (o nieve, si aplica)

En segundo lugar, se deben tener en cuenta las condiciones dentro del edificio:

- Las humedades por condensación de vapor de agua en la pared o techo
- Las corrientes de aire dentro del edificio
- El exceso de calor o de estrés por frío en el inmueble
- El ruido que se genere con la maquinaria

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

ENVOLVENCIA EDILICIA DE LAS NAVES Y GALPONES:

Siguiendo con los elementos constructivos de las naves, otros ítems contribuyen al desempeño energético de la instalación propiamente dicha:

- La altura (tiro natural) en las porciones de la nave;
- La cantidad de ventanas y su acristalamiento (vidrio simple o DVH);
- Requerimientos de la propia industria, por ejemplo, garantizar 24°C en ciertos lugares de la industria farmacéutica;
- El espesor de los muros exteriores;

(sigue)

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

ENVOLVENCIA EDILICIA DE LAS NAVES Y GALPONES:

Siguiendo con los elementos constructivos de las naves, otros ítems contribuyen al desempeño energético de la instalación propiamente dicha:

(sigue)

- La cantidad de renov/h del aire (se recomienda entre 30 y 60 en estas naves);
- La carga térmica del establecimiento, tanto la generada localmente por los calores sensible y latente debido a los procesos y personas, como el balance térmico resultante de la transferencia de calor entre el medio y los espacios internos de la nave, a climatizar a o no, que atraviesan la frontera de la envolvente.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

SOBRE LA CARGA TÉRMICA SENSIBLE Y LATENTE PARA DISEÑO DE LOS SISTEMAS HVACR:

La determinación del balance térmico resultante entre el exterior y el interior, más los distintos calores sensible y latente que se producen en la planta (no contemplando aquellos de los procesos productivos, los cuales tendrán su sistema de refrigeración como ya hemos visto) son fundamentales para el diseño y dimensionamiento de los sistemas HVACR.

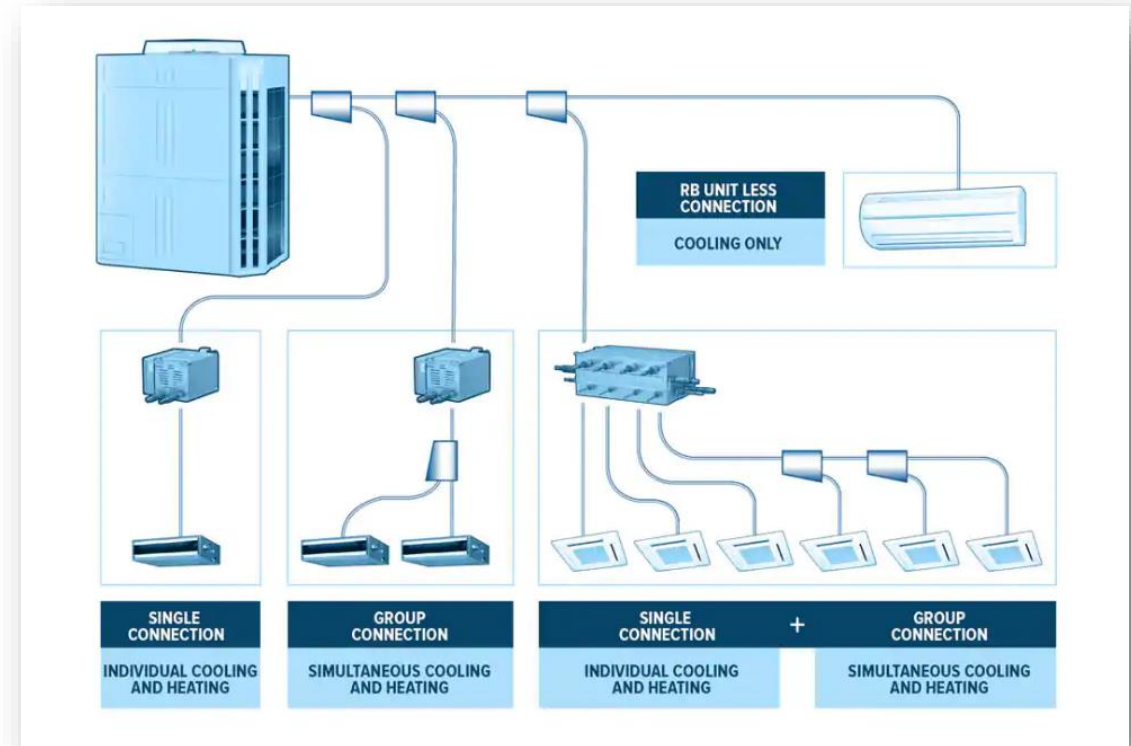
No todas las salas deben ser climatizadas, pero aquellos espacios que sí lo sean (cerrados o abiertos) deben contar con un sistema (centralizado o distribuido; *rooftop*, *split*, *multi-split*, VRV, calentador con radiadores) acorde con la necesidad. Para ello, el perfil de curva de la carga térmica permite el diseño y dimensionamiento más adecuado y eficiente.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía



Foto de un *rooftop* (Cortesía de Nergiza)



Esquema de un sistema de volumen de refrigerante variable (VRV)

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

SECTORIZACIÓN Y SENSORIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN:

Es frecuente encontrar en naves que una llave termomagnética enciende la iluminación de toda la sala. En gran cantidad de casos, probablemente no sea necesario iluminar todo de manera continua, por tanto para esos casos se recomienda:

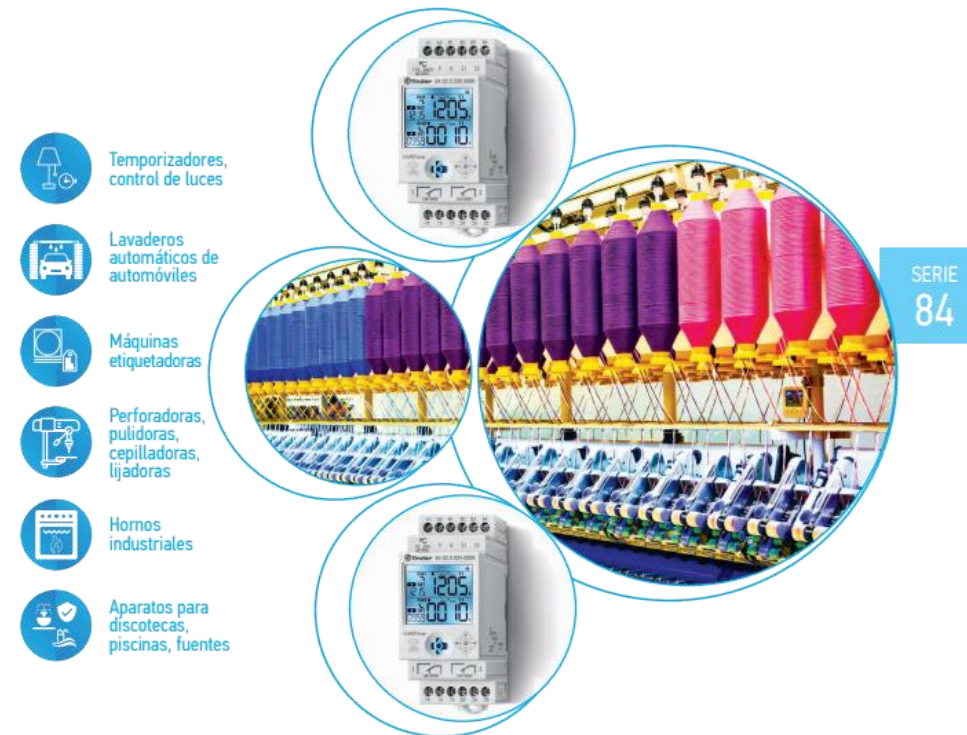
- Distribuir el encendido de las luminarias con varias llaves, bien identificadas, de manera tal de sólo encender la iluminación en el lugar donde es necesario;
- Complementar lo anterior con la instalación de sensores de presencia, lo que permite apagar las luminarias cuando no hay personas recorriendo.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía



Ejemplo de sensor 360° de movimiento
(Cortesía de *MercadoLibre*)



Ejemplo de temporizador digital de 16 A
con aplicaciones (Cortesía de *FINDER*)

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

TRANSPORTE DE FLUIDOS MEDIANTE TUBERÍAS (generalidades):

Ante la necesidad de transportar fluidos, se repasan algunas buenas prácticas:

- Si son fluidos gaseosos que pueden tener contenido de humedad (condensado de vapor o de aire comprimido), una caída de 1:250 partes para favorecer el drenaje es recomendado.
- Fluidos gaseosos son menos densos que los líquidos, y el peso de la infraestructura necesaria hace al costo. Asimismo, mayor sección de conducto implica más costo pero menores pérdidas de carga, en comparación con secciones de menores diámetros, en las cuales la velocidad es mayor y por tanto la pérdida de carga, pero costos menores.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

TRANSPORTE DE FLUIDOS MEDIANTE TUBERÍAS (generalidades):

Ante la necesidad de transportar fluidos, se repasan algunas buenas prácticas:

(sigue)

- Respetar la codificación de productos según la norma IRAM 10005.
- Mantener en condiciones los elementos vinculantes y de calidad apropiada para con el productos (conexiones, accesorios hidráulicos, materiales e insumos de sujeción).
- Dimensionar los tanques y depósitos para que actúen como amortiguador/batería únicamente (el aire comprimido no puede generar electricidad, pero sí a la inversa).

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

IMPACTO DE LOS DISPENSADORES DE AGUA:

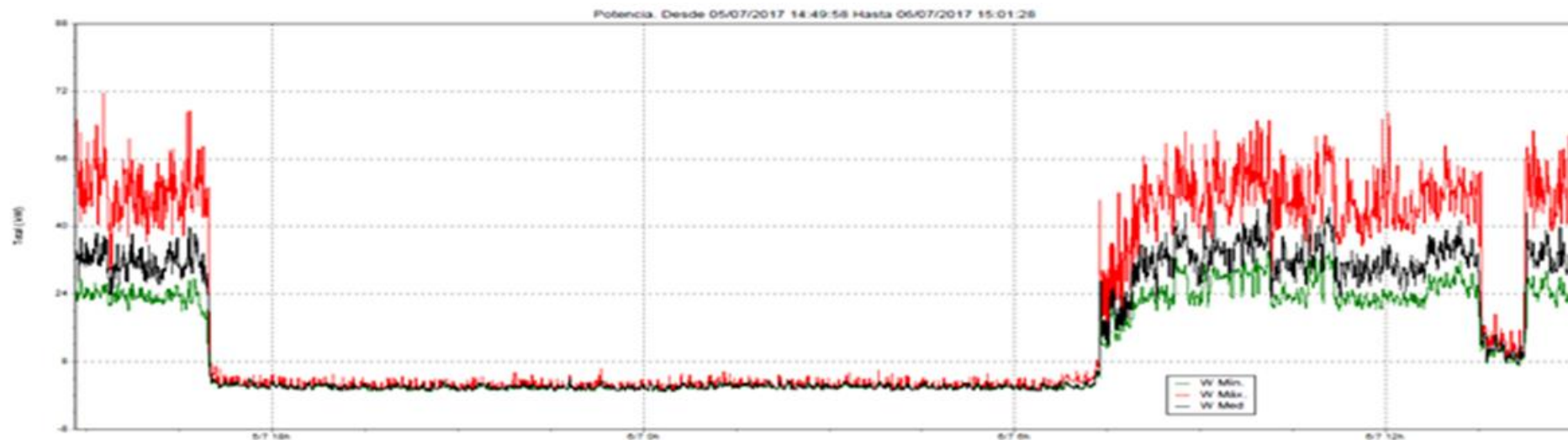
Un equipo que suele estar en cantidad en las plantas y al que no se le suele prestar atención son los dispensadores de agua caliente y fría. Por lo general se usan aquellos que no tienen posibilidad de discriminar entre producir agua caliente y fría, y su consumo puede ser significativo; asimismo, rara vez son apagados y/o desenchufados de la red eléctrica.

En modo frío, la potencia media activa es de 70 W, pero en modo calor, la misma es de 660 W; cuando operan en simultáneo, se dispara a más de 730 W.

El IEDS de la CNEA midió que, encendido y sin uso, un dispensador consume más de 2 kWh diarios.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía



Consumo medido en una PyME metalúrgica que opera de 7 a 17 h. Puede verse durante la jornada no hábil el consumo de potencia estable en alrededor de 4 kW compuesto, fundamentalmente, por dispensadores de agua. De aquí se desprende el gran ahorro que puede obtenerse desconectando o al menos temporizando su encendido.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía

IoT. IIoT. INDUSTRIA 4.0:

Potenciar las mediciones y automatizaciones a través de secuencias y algoritmos basado en toma de datos en tiempo real empleando los conceptos de Domótica, Internet de las cosas (*IoT*), Internet industrial de las cosas (*IIoT*) y, fundamentalmente, Industria 4.0.

Cada vez existe más hardware, incluyendo las tecnologías actuales de instrumentación y sensorización de variables, que cargan sus datos en nubes a las que se puede acceder.

Poder regular la luminosidad, la presión o la temperatura y generar los KPI en tiempo real constituye una enorme ventaja por sobre tecnologías primitivas.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.2. Características de los servicios generales de naves y oficinas y su relación con energía



«Lo que no se define, no se puede medir.
Lo que no se mide, no se puede mejorar.
Lo que no se mejora, se degrada siempre.»

William Thomson, titulado
Lord Kelvin (1824-1907)

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: conceptos

LUZ EMITIDA. La luz emitida o flujo luminoso es la totalidad de la luz producida por una lámpara o fuente de luz.

Una habitación resulta más luminosa cuanto más luz emita la lámpara que coloquemos en ella, es decir, cuanto mayor sea el flujo luminoso.

La luz emitida se mide en lúmenes (lm).

NIVEL DE ILUMINACIÓN. La luz emitida por una lámpara finalmente incide en una superficie. Por ejemplo, en un escritorio donde está la revista que leemos. El nivel de iluminación es la cantidad de luz por unidad de superficie.

El lux (lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Medidas para la iluminancia o nivel de iluminación. *Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$).*

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: conceptos

El nivel de iluminación necesario en un espacio depende del trabajo que se realiza en él.

La norma IRAM-AADL J 20-06 suministra tablas indicando los niveles mínimos de iluminación necesarios para cada clase de tarea visual.

La medición del nivel de iluminación realiza con un luxómetro.

El Nivel de Iluminación se ve influenciado no solo por el flujo luminoso que emite la fuente luminosa, sino también por la luminaria y las características del ambiente.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: conceptos

La luminaria *absorbe parte de la luz emitida* por la lámpara instalada en ella. Cuanto más eficiente sea la luminaria, menor es la luz absorbida y mayor la entregada al ambiente.

El ambiente a través de las características reflexivas de paredes y techos influye en la cantidad de luz que finalmente llega a la superficie de trabajo. *Paredes y techos claros, aumentan la eficiencia del sistema de iluminación.*

Un *buen mantenimiento de la luminaria y del local* favorece que se mantenga el flujo inicial en mejores condiciones.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: conceptos

Existen dos criterios generales para la correcta iluminación de un ambiente:

- ✓ Contar con un nivel de iluminación adecuado en el plano de trabajo.
- ✓ Que el nivel de iluminación sea uniforme en el lugar.

Cuando prendemos una lámpara, *sólo una parte de la energía eléctrica que consume se convierte en luz emitida*, otra parte se convierte en calor y otras radiaciones no visibles.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: conceptos

Para saber cuánta energía, del total consumida, es emitida en forma de luz, se utiliza la *eficacia luminosa*. Una *lámpara eficaz derrochará menos energía*, ya que la mayor parte de la energía que recibe la transforma en radiaciones visibles o luz.

Por ejemplo, tenemos una lámpara de 100 W y otra de 30 W y ambas emiten 1500 lúmenes. La eficacia de la primera lámpara está dada por $1500 \div 100 = 15 \text{ lm/W}$ y la de la segunda por $1500 \div 30 = 50 \text{ lm/W}$. Ambas tienen el mismo nivel de iluminación, utilizando 10 h la primera lámpara, consumimos 1 kWh, con la segunda consumimos 0.3 kWh. Esto se debe a que la segunda lámpara es más eficaz.

La eficacia luminosa se especifica en lúmenes por vatio (lm/W). Un valor más alto caracteriza una lámpara más eficiente y, por los tanto, con la que ahorramos más energía.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: clasificación

Según el principio de funcionamiento se clasifican en:

TERMORRADIACIÓN O INCANDESCENCIA. Consiste en calentar un sólido hasta su incandescencia. Haciendo circular una corriente eléctrica por el filamento de la lámpara se alcanza una temperatura elevada donde emite radiaciones visibles por el ojo humano. En esta categoría se encuentran las **lámparas incandescentes convencionales** y las **halógenas**.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: clasificación

Según el principio de funcionamiento se clasifican en:

LUMINISCENCIA. Consiste en la radiación luminosa emitida por un material por efecto de la excitación de los átomos del mismo. Las principales lámparas disponibles comercialmente utilizan la *electroluminiscencia* y la *fotoluminiscencia*. La electroluminiscencia se produce al pasar una descarga eléctrica a través de un gas, el que excita los átomos del mismo, produciéndose radiaciones de diferentes longitudes de onda según el gas utilizado. Los gases más utilizados son el mercurio, el sodio y los gases nobles (argón, neón, helio, kriptón y xenón).

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: clasificación

En esta categoría se encuentran las **lámparas de sodio y de mercurio**, muy usadas en alumbrado público, las lámparas de mercurio con haluros metálicos, y los **tubos y placas luminiscentes** utilizadas para anuncios publicitarios. La *fotoluminiscencia* se produce por la acción de otras radiaciones que inciden en un material, excitando los átomos del mismo, los cuales a su vez emiten radiaciones en el espectro visible. En particular, los **tubos fluorescentes** y las **lámparas fluorescentes compactas**, utilizan la electroluminiscencia y la fotoluminiscencia. La descarga en el tubo produce radiaciones por electroluminiscencia, algunas de las cuales se encuentran en el visible. Otras, principalmente ultravioletas, excitan los polvos que recubren el tubo, los que emiten radiaciones en el visible a través de la luminiscencia.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: clasificación

Si bien existen múltiples agentes excitadores que pueden producir la luminiscencia (por ejemplo, *fenómenos químicos que dan lugar a la quimioluminiscencia o fenómenos radioactivos que dan lugar a la radioluminiscencia*), la mayoría de las lámparas disponibles comercialmente utilizan la descarga en gas, es decir la electroluminiscencia (pudiendo utilizar además, o no, la fotoluminiscencia).

Este tipo de lámparas son de extenso uso hoy en día por ser una alternativa más eficiente que las lámparas incandescentes. En la mayoría de los casos, las lámparas de descarga requieren de elementos auxiliares para su funcionamiento, como ser balastos y arrancadores o ignitores.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: clasificación

Dentro de las lámparas de descarga en gas se encuentran además las **lámparas de inducción** y las **lámparas de descarga de alta intensidad** (HID, por su sigla en inglés). Estas últimas son las de mayor eficacia y más larga vida útil.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: clasificación

LED (Light Emitting Diode). Consiste en un material semiconductor (juntura p-n) que emite radiación cuando se lo somete a una diferencia de potencial (terminal positivo conectado al ánodo y el negativo al cátodo). Al circular la corriente eléctrica, las cargas positivas y negativas se combinan en la juntura produciendo fotones.

El color de la luz emitida depende del tipo de material semiconductor, siendo los colores usuales, el rojo, el verde, el azul y el amarillo.

Sin embargo, se pueden obtener lámparas de otros colores de luz combinando los anteriores.

Las lámparas de LED se caracterizan por una gran vida útil siendo ideales para aplicaciones de señalización luminosa.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: características generales

VIDA ÚTIL. Una de las características a considerar de cada tipo de lámpara es la vida útil o la duración aproximada en horas.

Durante este período se garantiza el mantenimiento del flujo luminoso.

En el caso de la iluminación interior, las lámparas incandescentes son las de menor vida útil y las fluorescentes compactas, las de mayor.

La vida útil de las lámparas disminuye cuando se las apaga y prende con mayor frecuencia.

También se reduce si la tensión (V) de la red eléctrica es mayor que aquella para la cual está diseñada la lámpara.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: características generales

TEMPERATURA DE COLOR CORRELACIONADA (TCC). La apariencia de color de una fuente luminosa se describe por su temperatura de color correlacionada.

La TCC es definida como la temperatura absoluta a la que un cuerpo negro emitirá el mismo nivel de radiación, o sea, provocando la misma apariencia de color. La TCC es medida en grados Kelvin. Si

1500 K (anaranjada/roja) < TCC < 3100 K (amarillenta)  Cálidas

3100 K (anaranjada/roja) < TCC < 4000 K (azulada)  Neutras

4000 K < TCC < 9000 K (azul)  Frías

Para luz blanca natural (emitida por el sol en cielo abierto a medio día), es TCC = 5800 K

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: características generales

INDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICA (IRC). Indica la capacidad de una fuente de luz en reproducir los colores de un objeto en comparación con una fuente de referencia.

El índice de reproducción cromática (Ra) varía de 0 a 100, siendo 100 el que se obtiene para la luz de referencia.

Las lámparas incandescentes son las que presentan mejor IRC (100) ya que tienen un espectro de emisión continuo.

DEPRECIACIÓN DEL FLUJO LUMINOSO. El flujo luminoso de una lámpara corresponde al valor medido luego de 100 horas de funcionamiento.

Este valor va disminuyendo con el tiempo de funcionamiento.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: características generales

DESLUMBRAMIENTO. Sensación producida, en el campo visual del observador, por una luminancia significativamente mayor o menor que aquella a la cual los ojos se habían adaptado causante de molestias, incomodidad o pérdida temporal de la visibilidad.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

FLUORESCENTES. Son lámparas de descarga a baja presión. Constan de un bulbo o tubo de descarga con vapor de mercurio en su interior y recubierto de polvos fluorescentes en la pared interior del tubo.

La descarga eléctrica que se da en la atmósfera de mercurio a baja presión excita el gas provocando que éste emita principalmente radiación ultravioleta (UV).

Esta radiación estimula los polvos fluorescentes que convierten la radiación UV en luz visible.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

FLUORESCENTE COMPACTA (LFC). Fabricada a partir de un tubo fluorescente retorcido, logrando el tamaño de una lámpara incandescente.

La luz es producida por el pasaje de la corriente a través de mercurio y gas inerte.

Requiere balasto para regular la corriente de operación y producir un pico de voltaje para el encendido, el cual puede venir incorporado en la lámpara.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

Utilizan balastos especiales para permitir el uso de dimmers en lámparas fluorescentes.

Mejoras tecnológicas resultaron en LFC con temperaturas de color e índices de reproducción de colores comparables a las lámparas incandescentes.

Hoy en día existen LFCs de formas similares a las incandescentes, lo que las convierte en su reemplazo ideal.

Estas lámparas consumen 4 veces menos y tienen una vida útil de 5 a 15 veces la de la incandescente.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

En sus varias formas, dominan las aplicaciones comerciales e industriales. Su prolongada vida útil y alta eficacia las hace ideales para el uso en interiores durante períodos prolongados, en lugares de difícil acceso para el reemplazo de la lámpara, excepto aquellos con alta frecuencia de encendido.

Tienen amplias aplicaciones en edificios, oficinas, escuelas, hospitales, supermercados, entre otros.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

LUZ MIXTA (MEZCLADORAS). Son una combinación entre las lámparas de mercurio de alta presión y las lámparas incandescentes, además del tubo de descarga en gas de mercurio poseen un filamento de tungsteno. El filamento cumple dos funciones: *emitir luz* como una lámpara incandescente, y *estabilizar el arco* de descarga en gas (igual que el balasto o impedancia lo hace en lámparas de descarga).

No necesitan de dispositivos auxiliares externos para el encendido pero, como en las lámparas de descarga tardan unos minutos en alcanzar su flujo nominal y, una vez apagadas demoran algunos minutos en reencender.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

Presentan eficacia luminosa intermedia entre las lámparas incandescentes y las de mercurio de alta presión, un tipo de luz blanco cálido y una reproducción cromática aceptable.

Son utilizadas en locales industriales, talleres, depósitos e iluminación exterior.

Están siendo sustituidas cada vez más por lámparas de mayor eficacia luminosa, como las fluorescentes, las de mercurio de alta presión y las de halogenuros metálicos.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

LED. Es un dispositivo fabricado con los mismos materiales de los chips electrónicos.

Son ideales para aplicación en señales de tránsito o iluminación decorativa.

Se caracterizan por una larga vida útil y con el transcurso del tiempo han logrado aumentar su eficacia lumínica.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

EQUIPOS AUXILIARES:

Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesaria la presencia de elementos auxiliares: Arrancadores (cebadores o ignitores) y Balastos.

Estos son necesarios ya que las lámparas de descarga no son capaces de arrancar ni de controlar por si solas la corriente de circulación.

Adicionalmente, se necesitan capacitores para el control del factor de potencia.

Los cebadores o ignitores son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

EQUIPOS AUXILIARES:

Luego de encendido, sigue un periodo transitorio donde el gas se estabiliza y que se caracteriza por consumo de potencia superior a la nominal.

Los balastos, por el contrario, son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara, estabilizando el circuito. De lo contrario, se daría un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

El equipamiento auxiliar depende de la potencia de la lámpara a alimentar y cumple un importante rol en las condiciones de servicio, duración y eficacia de las mismas.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

EQUIPOS AUXILIARES:

El consumo eléctrico de estos elementos puede representar entre 15 % y 30 % del consumo de la lámpara.

Los balastos pueden ser de diferente tipo con diferente eficiencia: *balastos electromagnéticos* y *balastos electrónicos*.

El balasto electromagnético fue el primer tipo que se utilizó en las lámparas fluorescentes.

Fabricados para trabajar conectados a la línea de suministro eléctrico de corriente alterna de 50 Hz.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

EQUIPOS AUXILIARES:

Los balastos electrónicos superaron los electromagnéticos operando a altas frecuencias (25 a 32 kHz) evitando parpadeos.

La lámpara operando a alta frecuencia tiene una mayor emisión de flujo luminoso, para el mismo consumo eléctrico.

El funcionamiento óptimo de la lámpara reduce su consumo y la sobrecarga a la que se ve sometida, aumentando su vida y eficacia.

Los balastos electrónicos por sí mismos, consumen a su vez menos energía eléctrica y poseen un alto factor de potencia.

Estos balastos generan armónicos, que son suprimidos con filtros en el propio equipo.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: equipos

	Gama de potencias (W)	Vida útil (h)	Eficacia (lm/W)	Tª Color (K)	IRC (%)	Encendido y Reencendido	Equipo auxiliar
Incandescentes	25-2000	1000	8-21,5	2700	100	Instantáneo	no
Halógena	40-100	2000	15-27	2800	100	Instantáneo	si
Tubos fluorescentes	16-65	5000-6000	48-80	2700-6000	70-98	Instantáneo	si (balasto y cebador)
Fluorescente compacta	7,5-50	8000	57-65	2700-6000	85	Instantáneo	Si (balasto electrónico)
Luz de mezcla	160-500	6000	19-28	3600	60	E: 2min, R: 5-10 min	no
Mercurio A.P.	50-2000	24000	32-60	3500-4500	40-70	E:4-5 min, R:3-6 min	no
Halogenuro metálico	70-3500	10000	75-105	3000-6000	80-90	E: 3-10 min	si (arrancador)
Inducción	70-150	60000	80	3000	>80	Instantáneo	Si (balasto electrónico)
Sodio B.P.	18-180	6000-8000	100-199	-	-	E:15min R:3min	si
Sodio A.P.	35-1000	8000	60-130	2000-2200	25-50	E:5-10min R:1min	si
Sodio Blanco	35-150	12000-15000	40-50	2500	85	E: 12min, R: 3min	Balasto y unidad control
LEDs	1,5-50	50000	60 - 120	2500 - 8000	70 - 98	Instantáneo	Si, incorporado en luminaria

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: métodos de control

La correcta utilización de métodos de control en la iluminación contribuye también al ahorro de energía y a crear el ambiente más adecuado en cada caso.

- ✓ **REGULADORES O ATENUADORES DE ILUMINACIÓN.** El regulador lineal o dimmer, permite regular el flujo luminoso de fuentes (incandescentes o de descarga) de acuerdo a las condiciones de servicio.

La atenuación se especifica como porcentaje del flujo luminoso sin atenuar, algunos productos declaran capacidades de 0 al 100 %, o sea regulación total.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: métodos de control

La correcta utilización de métodos de control en la iluminación contribuye también al ahorro de energía y a crear el ambiente más adecuado en cada caso.

- ✓ **REGULADORES O ATENUADORES DE ILUMINACIÓN.** Las posibilidades son mucho más amplias que las obtenibles vía conmutación de grupos de lámparas o luminarias, sin afectar la regularidad. Los atenuadores aprovechan ventajas que la electrónica y la técnica de alta frecuencia ofrecen, siendo en muchos casos una prestación incorporada en los propios balastos electrónicos.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: métodos de control

La correcta utilización de métodos de control en la iluminación contribuye también al ahorro de energía y a crear el ambiente más adecuado en cada caso.

- ✓ **REGULADORES ELECTRÓNICOS HF.** Son balastos electrónicos controlables que proporcionan a las lámparas fluorescentes o fluorescentes compactas una alimentación de alta frecuencia, permitiendo variar el flujo luminoso en un rango de 3 % al 100 % del valor máximo. Permiten un arranque de la lámpara sin parpadeo evitando efecto estroboscópico. Cuentan con entradas de control permitiendo integrar el equipo a sistemas inteligentes. *La utilización de estos equipos puede producir ahorros importantes en el consumo de energía eléctrica de la instalación.*

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: métodos de control

La correcta utilización de métodos de control en la iluminación contribuye también al ahorro de energía y a crear el ambiente más adecuado en cada caso.

- ✓ **DIMMER AUTORREGULADO POR SEÑAL HORARIA.** Diseñado para instalaciones cuyo nivel de iluminación se desea variar según horarios preestablecidos (como el de un sistema de alumbrado público que modifique la potencia de la lámpara, según la variación horaria del flujo de tránsito).

La señal es aportada por un timer electrónico incorporado al equipo, y el flujo se regula en uno o varios escalones, en cada lámpara.

Se destacan las ventajas de estos sistemas frente al método convencional consistente en apagar grupos de luminarias, afectando la regularidad de la iluminación.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: métodos de control



La correcta utilización de métodos de control en la iluminación contribuye también al ahorro de energía y a crear el ambiente más adecuado en cada caso.

- ✓ **SENSORES DE PRESENCIA.** Son detectores Infrarrojos Pasivos permiten la conmutación de lámparas en zonas donde no se detecta presencia de personas durante un lapso de tiempo.
- ✓ **DETECTORES DE PRESENCIA DE LUZ DIURNA.** Se trata de fotocélulas que captan iluminación de una parte del local, censando la cantidad de luz que llega del exterior para así atenuar la iluminación artificial de esa zona.

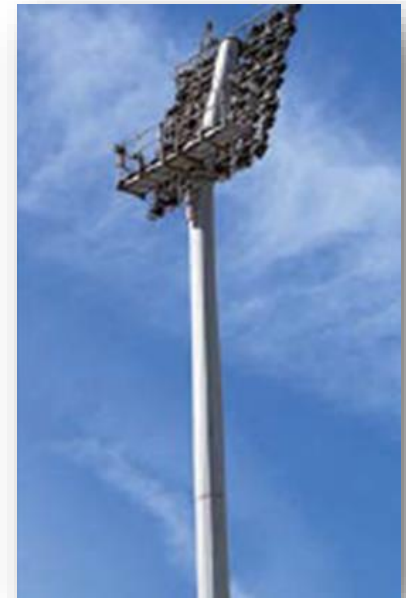
Tiene la finalidad de disminuir el consumo de energía y los resultados dependen de la cantidad de iluminación natural que se disponga.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: métodos de control

Al conjunto de elementos que se necesitan para ubicar y proteger una o más lámparas de cualquier tipo y los elementos auxiliares, en caso que corresponda, se lo denomina luminaria.

Es importante considerar el tipo de luminaria a utilizar, ya que ésta influye sobre el nivel de iluminación y la adecuada distribución del flujo luminoso.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: métodos de control

Una luminaria debe cumplir con las siguientes funciones:

- ✓ Distribuir adecuadamente la luz en el espacio.
- ✓ Evitar molestias provocadas por deslumbramiento o brillo excesivo.
- ✓ Cubrir necesidades estéticas del espacio donde están destinadas.
- ✓ Optimizar el rendimiento energético, aprovechar la mayor cantidad de flujo luminoso entregado por las lámparas.
- ✓ Proteger equipos de las condiciones ambientales.

Existen prácticas sencillas para mejorar la reflectividad de las luminarias existentes, como el agregado de placas de aluminio pulido en la parte posterior de la luminaria, mejorándose el nivel de iluminación.



I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: recomendaciones

Iluminar un espacio es más que poner lámparas para cuando falte la luz natural.

Una correcta iluminación debe brindar la sensación de confort que se busca y al mismo tiempo debe ser parte de la estética global del lugar que se ilumina: resaltar zonas, ampliar espacios, destacar avisos y facilitar la realización de las tareas que se desarrollan en ella en forma segura.

La iluminación, en muchos casos, implica un costo importante por consumo de energía, por ello debemos pensar en iluminar correctamente y sin derrochar energía. Por eso se debe seleccionar adecuadamente el tipo de lámpara a usar en cada espacio según las tareas que serán desarrolladas en estos.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: recomendaciones

CONSEJOS GENERALES

- ✓ Apagar luces cuando no se utilicen, o cuando la iluminación natural lo permita.
- ✓ Evitar el apagado y encendido frecuente de lámparas fluorescentes ya que reduce su vida útil.
- ✓ Seleccionar niveles de iluminación apropiados de acuerdo a las tareas a desarrollar. Utilizar iluminación apropiada para cada necesidad.
- ✓ En lugares donde se desarrollan diversas tareas conviene contar con iluminación focalizada en áreas o superficies de trabajo manteniendo un nivel de iluminación más bajo en el resto del ambiente (2 a 1).

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: recomendaciones

CONSEJOS GENERALES

- ✓ Seleccionar las lámparas y luminarias más adecuadas. Tener en cuenta ambas eficacias. Considerar temperatura de color y el índice de reproducción cromática de la lámpara.
- ✓ Utilizar dimmers regulando el nivel de iluminación al mínimo necesario. Las lámparas fluorescentes pueden dañarse a menos que se especifiquen como *dimmerizables*.
- ✓ Sectorizar la iluminación por áreas. Encender áreas donde sólo sea necesario.
- ✓ Etiquetar controles de iluminación, facilitando a las personas el encendido o apagado del área requerida.
- ✓ Designar personal responsable de apagar las luces al final de la jornada.

I.5. INFRAESTRUCTURA EN NAVES Y GALPONES

I.5.3. Iluminación eficiente: recomendaciones

CONSEJOS GENERALES

- ✓ Realizar mantenimiento periódico del sistema de iluminación. Al envejecer el flujo luminoso decae, por la depreciación de la lámpara, o por la acumulación de polvo sobre la luminaria, lámpara o superficies de reflexión. La limpieza de estos componentes debe realizarse periódicamente.
- ✓ Pintar las superficies con colores claros y mantenerlas limpias. Esto ayuda a aprovechar mejor la luz, tanto natural como artificial.

Gracias por su atención.

eficiencia@santafe.gov.ar

Secretaría de Energía

Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética



Ministerio de
Desarrollo Productivo