

# RADICACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (LAYOUT) COMO GESTIÓN EMPRESARIA

ROBERTO A. SORTINO \*

**RESUMEN:** En el presente artículo se realizaron acotaciones sobre la distribución (LAYOUT) y radicación de plantas, tendientes a optimizar esta distribución. Al acercarnos a un mundo cada vez más globalizado, de movimientos virtuales, es evidente que toda regla, experiencia o método adquirido a través de años quedan de lado rápidamente. Lo más dificultoso precisamente se halla en que, en la complejidad de las decisiones, tanto para la radicación como para la distribución, aparecen innumerables factores macro no relacionados con reglas básicas de la ingeniería, sino con un sinnúmero de variables mucho más complejas. El autor intenta proveer herramientas de análisis de estos factores tan importantes, de cuyo acierto o error puede depender la vida de la propia empresa.

**ABSTRACT:** *The layout of the plant as business management.*

In this paper comments about the layout and the location of a plant as elements tending to optimize distribution, will be made. As we come closer to a more globalized world, a world of virtual movements, it is evident that the rules, the experience and methods previously acquired along the years, are quickly being left behind. The main difficulty appears when making complex decisions, related either to location or to distribution, because there appear innumerable macro factors, unrelated to the basic rules of Engineering, but related to innumerable much more complex variables. The author attempts to provide tools for the analysis of such important factors, keeping in mind that the life of the company may depend on whether the decision made is right or wrong.

## Radicación

Establecer definiciones sobre la radicación de la *empresa* requiere análisis macro-económicos que escapen al trabajo neto de áreas técnico-administrativas internas, en la actividad que normalmente desarrollan.

En un contexto cada vez más competitivo el hecho de disponerse a realizar

un emprendimiento productivo requiere analizar parámetros relacionados con estudios de mercado, ventajas impositivas, suministros de materias primas, obtención de mano de obra cada vez más especializada, proveedores de partes y servicios y todo lo relacionado con la funcionalidad de la empresa, teniendo servicios, energías y transportes disponibles en oportunidad y costos.

---

\* *Roberto A. Sortino* es ingeniero mecánico, con especialidad en Ingeniería Industrial. Asesora varias empresas del país en Diseño, Construcción, Productividad y Aseguramiento de la Calidad. Se ha especializado en Ingeniería de Planta. Es profesor universitario, de grado y posgrado, en la Universidad Tecnológica Nacional y en la Universidad del Centro Educativo Latinoamericano.

## **Distribución de plantas (Layout)**

Distribución de planta implica un ordenamiento físico de los elementos considerados este ordenamiento requiere espacio para movimientos de materiales, almacenamientos y procesos, además de las actividades de servicio relacionadas.

Realizar un análisis sobre errores cometidos en la distribución de gran cantidad de *empresas* de nuestro país (y de muchos otros) sería sumamente extenso.

Lo importante no es efectuar una prolija descripción de los errores cometidos, sino aprender de ellos, sus causas y buscar posibilidades para corregirlos.

Comenzaremos destacando la importancia de un buen Layout. Incluida esta expresión en nuestro vocabulario de uso técnico diario, como generalidad para todo lo que es distribución, ordenamiento de un sector, máquinas y equipos. Asimismo en el estudio de operaciones para equipos de última generación es aceptado internacionalmente que la expresión Layout, en sentido genérico, es también la distribución del herramental sobre los mismos y la relación de éstos con el producto (Layout de las operaciones).

Comprendida esta definición analizaremos como individualizar caminos correctos a fin de arribar a una buena solución.

Utilizaremos el término Layout particularizado para la distribución de planta y de sus áreas auxiliares.

Uno de los factores que afectan los *Layout*, de una empresa o depósito, es la decisión acerca de quién debe tener la responsabilidad del nuevo diseño.

El primer error es asignar esta responsabilidad a las personas que dirigen la operación de la empresa, a medida que realicemos el análisis de lo que representa una buena distribución, veremos que

distancia separa las funciones mencionadas.

La segunda fuente de error es encarar esta tarea una vez decidida la localización, en lugar de seguir una metodología coherente.

Si es un hecho consumado, generalmente no habrá un buen *Layout* a menos que la ubicación de la planta y el tamaño del terreno no nos impongan restricciones al diseño.

Suele cometerse el error de asignarle a la estética del diseño una importancia exagerada, desmereciendo la funcionalidad. No significa descuidar la estética, simplemente debemos enmarcar el diseño en una correcta escala de valores. Cuando el *empresario* se preocupa demasiado por el frente de su fábrica y descuida la distribución, el diseño resulta deficiente.

La Distribución de Planta es enseñada como disciplina de la Organización Industrial, por distintos factores no se han realizado experiencias sobre este punto pues las mismas son relativas. Estudiamos técnicas de trabajo, métodos auxiliares, fórmulas de evaluación, recorridos, equipos sofisticados para el manipuleo, etc. pero no el concepto profundo que rige el diseño de planta. La bibliografía con la que se cuenta no es condición suficiente por lo expuesto para alcanzar con éxito el mejor *Layout*.

### **Información existente**

Bibliografías de los años '60, fueron seleccionadas por distintos institutos y universidades de nuestro país. Hablaban de tendencias en el diseño del edificio en cuanto a un piso o varios, y formas que puede presentar la planta, mencionando combinaciones de rectángulos, que denominamos plazoletas de trabajo o circulación asemejándose en su distribución a las letras U y T (*Doble Circuito*), sistemas de trabajo en peine, etc.

Difícil es llegar a través de los mismos a alguna conclusión relacionada con criterios óptimos de diseño, pueden confundirse reglas básicas y perder la visión del problema.

También se explica que el edificio de una *empresa* diseñado en una planta es más económico que el de multi-planta, y así de esta manera lograr requerimientos que flexibilicen el diseño.

En estudios escritos hace unos años, se evalúan distribuciones de empresas que no se individualizan, pero se muestran características de sus edificios. Las alternativas, presentadas como posibles, no dejan de tener graves fallas de base en el diseño.

Tampoco se mencionan ejemplos reales y cuáles medidas adoptar, a mediano o largo plazo en la resolución de los problemas.

En información proveniente de Estados Unidos, Europa y Japón fundamentalmente, aparecen instrucciones referentes a detalles para tener en cuenta, como parámetros fundamentales, a fin de lograr un buen diseño y donde apenas se menciona el problema de la flexibilidad de diseño.

Resulta extraño que no exista conciencia, en nuestro medio por lo menos, sobre la importancia de una buena distribución y el método a emplear para llegar al resultado deseado.

### **Localización y distribución de la empresa**

Algunos empresarios, directores de áreas operativas y profesionales de Ingeniería, piensan en la distribución de planta como consecuencia de dimensiones y características del terreno escogido. Sucede exactamente lo contrario, la localización es una función compleja y las dimensiones del terreno son consecuencia

del Layout.

Solamente podrá pensarse en una localización definitiva conocidas las dimensiones adecuadas del terreno, estas últimas serán las que surjan como consecuencia de un estudio que se emprenderá como objeto de la distribución y de un delicado equilibrio entre posición geográfica y otros parámetros a analizar en la decisión.

Como concepto importante destacamos que la mejor distribución obtenida por métodos, procesos y circulación es la que deberíamos adoptar y sobre estos elementos teóricos recién estudiar el tipo de cobertura que adoptaríamos para cubrir el Layout resultante, alturas de entresijos, diferencias de niveles y cantidad de pisos que adoptemos.

Será en definitiva la más flexible, de menor recorrido, mejor método entre equipos e instalaciones, desarrollo ergonómico adecuado para el trabajador y diseño arquitectónico moderno como buena resolución para su comodidad y confort.

No siempre se presenta la posibilidad de efectuar un estudio global como deseáramos, pues existen restricciones. Por ejemplo, ubicación fijada, inversiones ya realizadas no permiten llegar a la solución óptima. No implica decir al empresario que cierre su empresa y cree una nueva, por el contrario, de los problemas existentes sacar las alternativas menos inconvenientes. Este concepto es solo aplicable para iniciar actividades en un nuevo lugar cuando el proceso a implantar requiera una inversión significativa, o las posibilidades técnico-económicas sean tan ventajosas que condicionen la vida del proceso futuro de toda la empresa.

Se acumulan en la experiencia conocimientos de casos, resueltos de manera diferente para el diseño de Empresas con menores restricciones.

Tomemos como ejemplo la evaluación de un proyecto de distribución de planta para una empresa fabricante y comercializadora de artículos comestibles, propietaria de un terreno. El primer resultado de la evaluación fue que la ubicación no era adecuada. La distribución parte de un proyecto de un edificio que ya estaba en marcha, viciada por graves defectos de estructura. Resultó como consecuencia una vida estimada del proyecto corta respecto a lo que debió haber sido. A pesar de que se estudiaron alternativas de distribución interna de la planta, el problema era irre recuperable.

¿Por qué se tomo esa decisión? La cercanía con la primer planta, domicilio de directivos u otra razón, difícilmente mensurable en términos Técnico-económicos.

Tiempo después los directivos volvieron a realizar un nuevo análisis sobre las consecuencias que había traído la incorrecta decisión. Solo de esta manera, por el sistema de prueba y error se comprenden los efectos de ciertas decisiones, cuyas consecuencias no se alcanzan a evaluar en el momento inicial por falta de experiencia en estas técnicas.

En contraposición, teniendo un crecimiento ordenado, se produce la fusión en solo lugar para las áreas de producción, almacenes de materias primas, y productos terminados, accesos extraordinarios para vehículos, centralidad económica administrativa y controles de alta rigurosidad y precisión. Otro ejemplo fue el de una empresa fabricante de máquinas y equipos para la conservación y exhibición de alimentos, que había instalado su planta en el centro de una ciudad de alta densidad poblacional.

Construyeron un edificio cuya arquitectura había sido copiada de otra Empresa. Por la sencilla razón que al propietario le gusto, sin considerar ca-

racterísticas del terreno, ubicación, crecimiento futuro, etc. El resultado fue que en una de las expansiones no planificadas, debió ser sacrificada dicha arquitectura, mudando a un costo muy alto, instalaciones a otro edificio y modificando la distribución, sin que por ello se llegase a una solución realmente satisfactoria. Tiempo después la segunda distribución volvió a quedar chica y se traslado el área de almacenes a una tercera planta.

## Conclusión

La Empresa tenía tres plantas, implicaba traslados de mercadería y partes.

Analizado un nuevo crecimiento se decide realizar la radicación en un área donde los problemas enunciados no existan y cada expansión pueda realizarse sin inconvenientes logrando que lo desperdigado en tres plantas se junte en una, con ahorro de movimientos de materiales, optimización general de mano de obra, logística interna y externa, reducción de trámites entre sectores, control de cantidad y calidad eficientes.

Cabe acotar que además de las ventajas enunciadas, se logró en el área de radicación, beneficios extraordinarios relacionados con impuestos y costos de servicios.

Los casos mencionados no son únicos, ni representan un esquema global del problema, muestran solo algunos de los errores en la distribución de planta. Lo aquí explicado ayudará a buscar una metodología adecuada para resolverlos.

## Premisas para la distribución de la empresa

Con los razonamientos vistos en Ingeniería industrial, la planta es siempre una combinación de rectángulos más o menos

angostos y alargados. Tengamos en cuenta el origen de este proceso de diseño. Hace 50 años la iluminación artificial era costosa y difícil, por lo cual el nivel de iluminación natural imponía distancias relativamente pequeñas entre paredes opuestas de la planta. Las estructuras existentes, todavía de madera, no permitían diseñar edificios con luces mayores de 12 a 14 metros sin caer en edificios extremadamente caros.

Para obtener un edificio más ancho forzosamente se debía recurrir a filas intermedias de columnas, se lograba la distribución buscada pero los rectángulos a los que hicimos referencia y los pasillos internos de circulación quedaban condicionados para la ubicación de los equipos. Salvo en las aceras, en general se trabajaba con alturas relativamente bajas. Las estructuras metálicas, el posterior surgimiento de premoldeadas y pretensadas permite realizar coberturas sin columnas con extraordinarias luces y alturas. Facilitó esto el trabajo de distribución al no existir condicionamientos, en la distribución de plazoletas y pasillos de circulación, no supeditadas ahora al módulo entre columnas.

En los primeros años de las estructuras metálicas, se reprodujo el panorama de las construcciones de madera, el aspecto de los edificios no cambió sustancialmente.

Trabajando con luces de 12 a 14mts y alturas por debajo de los 5mts. en el nivel inferior de cabriadas, esto complicaba las distribuciones. Máquinas y equipos más grandes, procesos que requieren puentes de cañerías y la inclusión de movimientos de materiales : puentes grúas, monorrieles, plumas giratorias, etc.

Posteriormente se aumentó la luz entre columnas y altura al nivel inferior de cabriadas, pasando a 18 y 24 mts. de luz entre columnas y de 7 a 8 mts. libres en el nivel inferior de la estructura utilizada, logrando de esta manera, distribuciones procesales

excelentes y funcionamiento de equipos sin dificultad, con productividad y eficiencia.

Las estructuras de hormigón modifican la forma de los techos (trapeziales o parabólicas) y comienzan a surgir plantas compuestas por figuras rectangulares de 40 metros de ancho o más. Desaparecen las restricciones enunciadas, aumentando la velocidad de montaje y construcción de las naves industriales sean éstas destinadas a manufacturas o para área de servicios.

Mientras en Europa las estructuras son livianas y reticuladas con fijación por remaches y tornillería, en E.E.U.U, las mismas son más pesadas y totalmente soldadas.

La explicación para estas diferencias son los costos de materiales y mano de obra empleadas en uno y otro lugar.

En la época que se inicia la construcción industrial las plantas se ubicaban forzosamente en zonas densamente pobladas para obtener la fuerza de trabajo de áreas vecinas; con el nacimiento del transporte colectivo de pasajeros también se eliminó esta restricción. La mayor parte de las ciudades se encontraban incomunicadas.

Las *empresas* hoy se encuentran a pocos kilómetros de los centros de actividad comercial, administrativa y educativa de grandes ciudades, normalmente se prepararon parques industriales con servicios, transportes y requerimientos necesarios para el conjunto con beneficios grupales imposibles de otorgar en forma individual.

*Resulta difícil pensar por qué motivo tenemos todavía plantas obsoletas. El mayor desafío como parte de la productividad global es hacer que las mismas se inserten en esta nueva concepción.*

En la construcción de edificios aprovechamos hoy todas las ventajas com-

parativas de que disponemos. Realizamos razonamientos de manera completamente diferente: en lugar de discutir si debe tener el edificio uno o varios pisos, reconocamos que la planta puede tener más de un piso solamente en casos de excepción. En general cuando se trate de plantas industriales, serán edificios de un solo nivel.

Para una empresa fabricante de artesanías, donde se producen en escala relativamente pequeña, artículos de tamaño y pesos reducidos, máquinas livianas o casi inexistentes, podrá pensarse en un edificio vertical. Éste estará obligatoriamente dentro de un área semi-residencial, justificado desde muchos puntos de vista antes de tomar la decisión al respecto.

Las *empresas* de un país extenso, llano y poco poblado no tienen por qué copiar las características de plantas más antiguas, instaladas en países de superficie reducida, montañosos y de alta densidad de población. No copiemos en Argentina, Brasil, o Uruguay, características de Suiza, Alemania, Italia ó E.E.U.U.

### **Parámetros y excelencia para un buen diseño**

*El primer parámetro* a respetar sería el de *flexibilidad*. La empresa bien diseñada debe servir para producir hoy los mismos productos que la más avanzada del resto del mundo, en la fabricación de similares, artículos que se reemplazarán en 5 a 10 años o menos, de los que hoy consume el mercado globalizado, elementos de grupos distintos de los actuales, en un mundo cambiante y cada vez más rápido en sus desarrollos.

Es inimaginable afirmar que debemos diseñarla, para producir en ella productos que no conocemos, con procesos tecnológicos aún no desarrollados, pero bien vale la pena el esfuerzo.

Los reemplazos se producen

bruscamente, son continuos, y no podemos permitirnos el lujo de *desechar* una planta tantas veces como cambie el artículo fabricado o el proceso aplicado.

Es preferible realizar el esfuerzo de imaginación para pensar hoy como será en el año 2010, antes que reemplazar el edificio varias veces.

El edificio permitirá que se lleven a cabo, cambios difíciles de prever sin que se destruya lo fundamental de la estructura productiva.

Justificaremos el razonamiento anterior. Hace 50 años el mundo no conocía los adelantos espaciales, desarrollos electrónicos y comunicación satelital, *todo ello en tiempo real*, construcción de equipos musicales, computadoras y microondas producidos todos, industrialmente en edificios proyectados y construidos para algo distinto, en los cuales los costos de operación hoy son más altos de lo que podrían ser con otro tipo de edificación.

En la bibliografía sobre el futuro, puede darse como un hecho la robótica, cibernética-informática y comunicaciones, CAD-CAM, (diseño y manufactura asistida por computadoras), F.M.S (Sistemas de Manufactura Flexible) y Bio-Ingeniería, adelantos que la mayor parte de los pobladores del mundo hoy día no pueden imaginar.

Realizado el primer análisis ahora ya sin restricciones respecto a luces, iluminación, tamaño de plazoletas, etc., estudiaremos por proceso, cuál será la distribución más conveniente para la configuración de la planta. Buscaremos una organización donde el flujo de materiales sea armónico sin esperas ni interrupciones.

La respuesta es una planta altamente *flexible*, preparada para cambios radicales de equipos o sistemas de manipuleo, almacenaje, distribución, recepción y características generales de comercia-

lización.

Cómo afectará a nuestras plantas el adelanto del diseño y manufactura asistida por computadoras. Es otro aspecto de respuesta difícil, no quisiéramos que el mismo nos obligue en próximos años a reemplazar totalmente nuestros edificios industriales de grandes dimensiones por haber quedado obsoletos.

Si observamos el gráfico siguiente apreciamos cuán condicionado esta el Layout a la cantidad de partes diferentes y a la producción anual de partes.

Definimos en el aspecto relacionado con la fabricación las distintas acepciones sobre la transformación del producto.

Al cambio de forma o transformación lo

denominamos proceso de *fabricación*.

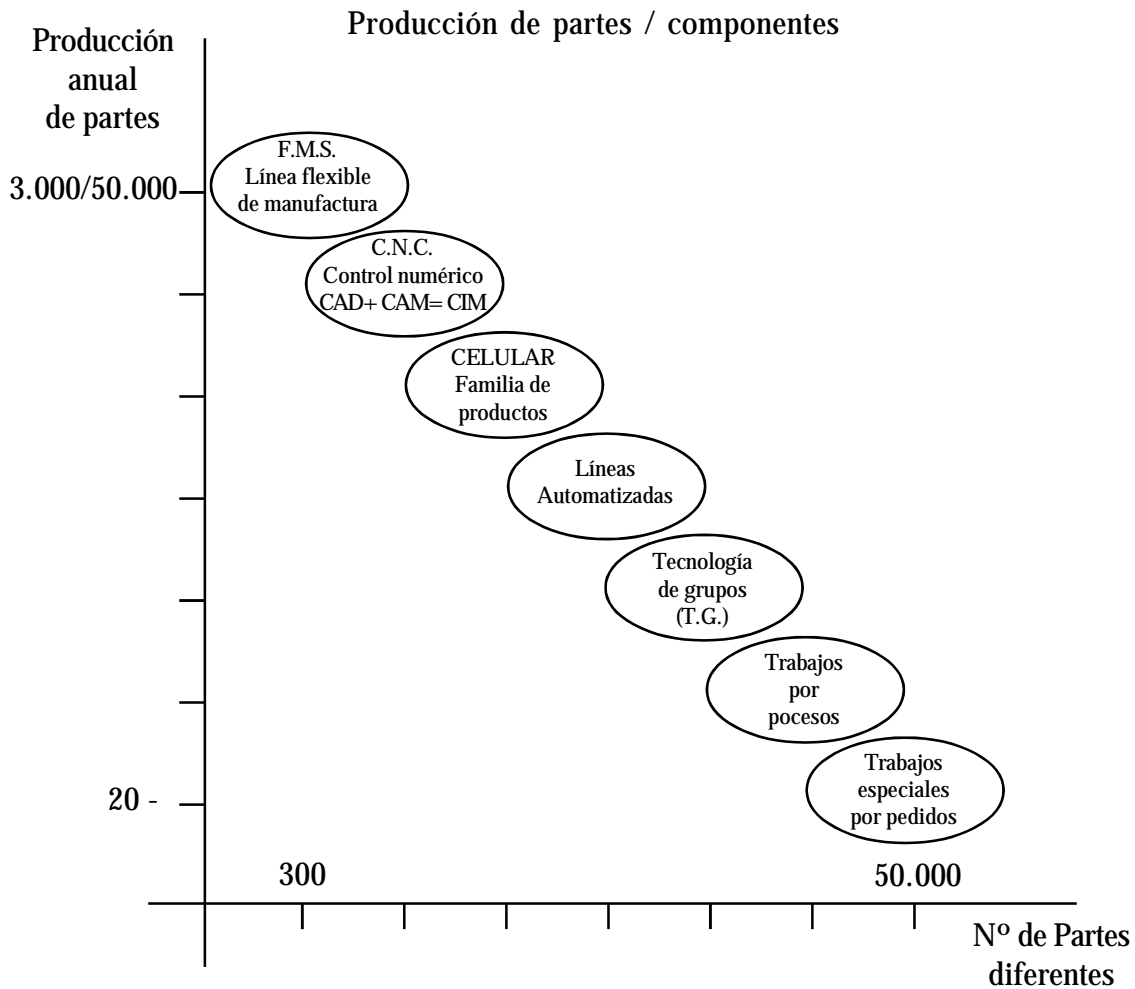
Al cambio de propiedades y aspectos internos se lo denomina *tratamiento*.

Adicionar otros materiales a una primer componente se lo llama *montaje*.

El operador de los equipos de cualquiera de las ideas de procesamiento anteriores, es tratado cada vez más humanamente, buscando hoy ambientes confortables y climatizados.

Experiencias realizadas en este sentido dan aumento de la productividad global para toda la empresa. Japón es un país que ha trabajado fuertemente con este concepto.

Un principio de diseño respetado normalmente por especialistas, sobre todo



hombres con formación tecnológica, es costo mínimo y eficiencia máxima .

*El segundo parámetro*, el del costo mínimo, es un arma de doble filo en manos inexpertas: dejar el diseño de una planta en el “super especialista” en tecnología, que mira los costos sin visión de futuro. Una planta con costos presentes muy bajos, que van subiendo, al principio lentamente, luego en forma cada vez más acelerada, debido a la aparición de un número cada vez mayor de factores distorsionantes en el esquema.

Si analizamos una concepción más flexible mostrará un esquema presente de costos unitarios mayores y los valores irían disminuyendo con el transcurso del tiempo, hasta llegar a un mínimo, aumentar suavemente, volver a reducirse, con variaciones más o menos razonables. Finalmente, promedios de costos de producción menores que la planta diseñada con esquema rígido.

### **Proyectando hacia el futuro con amplitud de criterio**

Los ingenieros son afectos a hablar de las ampliaciones de una planta a partir de un esquema dado, el presente.

*El tercer parámetro* implica mirar este aspecto desde un enfoque totalmente opuesto al aceptado hasta hoy .

Creemos correcto plantear inicialmente el esquema del Layout, que tendrá la empresa en 10 ó 20 años, planeamiento futuro, luego retroceder en el tiempo, y obtener etapas compatibles con el proyecto final. Por último, la planta actual, será aquella que permita llevar a cabo la operación, en los primeros cinco años de la vida del proyecto.

Parece que el enfoque no ha cambiado, no obstante eliminamos la idea de ampliación para reemplazarla, por el *concepto*

*de pasaje a la fase siguiente de expansión de la planta.*

Como hipótesis para un *proyecto*, en 1998 verificamos la vigencia de programas trazados en 1984, estando en marcha la construcción de una planta, no quedando obsoleta la misma antes del 2015 / 2020. Sufirá expansiones planificadas en años cercanos al 2005, verificando si alguno de los supuestos del plan no ha perdido su valor.

*El cuarto parámetro* de diseño no se refiere a técnicas de decisión debido a procesos relacionados con el desarrollo del proyecto. Se trata de estudiar a quien asignamos la responsabilidad de esta área tan controvertida. Puede realizarlo internamente Producción o Ingeniería. Criterio que generalmente produce resultados defectuosos. Carecen estos sectores de los conocimientos suficiente respecto de la política general de la Empresa.

Contratar la distribución a especialistas externos suele traer la ventaja que los mismos pueden emplear mayor parte de su tiempo, en el análisis de problemas inherentes a estos estudios que el personal interno.

Pero al consultor externo también le resultará difícil llegar a definir políticas de la empresa, sobre todo si esta convencido que el diseño es meramente parte de Ingeniería.

Buenos diseños se han obtenido en equipo, donde existe una mezcla equilibrada de personal interno, con conocimientos específicos de problemas de producción, y dirección de profesionales externos, que los analizan con imparcialidad no favoreciendo a un área determinada, en el trazado del esquema general.

El equipo de trabajo que realice la distribución de planta deberá acostumbrarse desde el primer día a escuchar opiniones, inclusive de personas, que aparentemente



por sus funciones no tienen vinculación con la misma y tendrá además directivas claras de la política general de la empresa. Por ejemplo, el punto de vista del Director Económico-Financiero, puede introducir en el esquema un equilibrio, que por el origen técnico de la productividad no fue tenido en cuenta; áreas de abastecimiento, marketing y planeamiento externo, deberían opinar sobre esta distribución.

Demoras en entregas a clientes deben ser decididas por la Dirección de Producción. El diseño de planta, influirá en los plazos que demande la terminación de una orden de fabricación y será motivo para que tenga en cuenta los detalles del nuevo Layout.

La flexibilidad operatoria, nivel de calidad, inversión, política de entregas a clientes, etc., son aspectos íntimamente relacionados con costos de producción, la eficacia, medida en cualquier forma, y las características de la planta. Por lo tanto, el criterio de la distribución escapa rápidamente a las mejores posibilidades, como ya adelantáramos, del Gerente de Producción.

### **Diseño flexible: centros de responsabilidades**

Resueltos los problemas de política general empresarial involucrados en la primera etapa del Layout, se inicia el diseño en detalle, teniendo primordial importancia los conceptos de Ingeniería Industrial. Se puede tratar de definir un buen Layout diciendo que es lo que permite llegar a optimizar recorridos de las diferentes componentes de un producto, para obtener la interrelación efectiva y económica entre equipos, hombres y movimientos de materiales, recepción, fabricación, despacho del producto terminado.

De acuerdo al producto y sus

componentes a fabricar definiremos cuál será el tipo de distribución:

- Por flujo continuo.
- En racimos ordenados o desordenados.
- Celular.
- Estación de ensamble ó máquina unitaria.
- Línea de flujo dedicada.

Es posible que en la misma empresa convivan distintas organizaciones de trabajo, máquinas y equipos.

Una buen Layout requiere un profundo estudio del movimiento de materiales. No hay dos áreas de actividad tan íntimamente relacionadas, como el trabajo de distribución y el manipuleo de materiales, en Ingeniería Industrial aplicada a producción.

Será necesario estudiar el manipuleo y considerarlo integrado como un sistema y no como la suma de soluciones locales a problemas individuales.

El movimiento de materiales planteado como un sistema integral, es un conjunto orgánico, de elementos humanos y mecánicos interactuantes, integrados para lograr un objetivo común, mediante el manejo, control de materiales, información y energías. De igual forma cuando se estudia la distribución de una planta nueva o para resolver, mediante redistribución, problemas de una existente.

Algunos especialistas piensan que se trata de problemas diferentes, en realidad una planta nueva o una existente, representan exactamente el mismo planteo, en el segundo caso, el número de restricciones es mayor.

Para cumplir con el objetivo del óptimo manipuleo, deberá considerarse al problema generándose desde el momento en que el proveedor prepara la materia prima, para su entrega, concluyendo cuando el usuario final empieza a utilizar el producto

terminado. (Teoría del *just-in-time* para todo el ciclo.)

El problema escapa del sector Ingenieril, ahora las políticas de compras y comercial intervienen activamente en esta compleja interrelación.

Métodos de carga de los vehículos en los depósitos propios y proveedores, transporte, recepción, características del envase o de la materia prima, forma como se entrega el producto terminado y descarga en cada etapa, canales de comercialización, son aspectos importantes para el diseño de la planta. Principios de programación de producción, tipo de máquinas y equipos a emplear y niveles de inventarios de las diferentes etapas de fabricación, o sea toda la logística relacionada. En productos perecederos es de fundamental importancia la no rotura de cadenas de frío. (Cámaras de despacho, recepción y transportes acondicionados ).

Manipuleo eficiente significa, que recorridos de diferentes materiales, se aproximarán a líneas rectas, paralelas que se dirijan desde la entrada hasta la salida de planta, sin interrupciones, cambios de sentido o vueltas. Las mismas son una simplificación ideal de los recorridos, complicados con pequeños circuitos en cada estación de trabajo. En ellos deberá cuidarse que no se produzcan vueltas hacia atrás de los materiales.

Las células ya definidas se ordenan de manera tal que puedan procesarse familias de productos parecidos, que utilizan máquinas comunes, los mismos materiales, herramientas, procedimientos, tiempos de ciclos y en especial flujo o trayectorias de trabajos.

Si pudiéramos sacar una fotografía de la planta, quitándole el techo y marcando recorridos, deberían verse líneas rectas, uniendo estaciones de armado, donde llegan dos o más componentes, para formar un

producto o conjunto, pasando luego a la etapa final de armado. Aprenderíamos el diagrama de flujo de materiales y cada símbolo de operación representado por una máquina, posición de trabajo o equipo en general.

### **Recorridos y transportes: concepto de carga unitaria**

La ubicación de equipos debe ser flexible para permitir a futuro, cambios de diseño o método y que sean llevados a la práctica sin dificultad. Un cambio de métodos futuro no implica, un cambio radical en el recorrido, sino una posibilidad de rápida modificación de la distribución para mantenerlos o mejorarlos. Es conveniente que los responsables de la distribución comprendan que no debe ser rígida, podrá cambiarse sin interrumpir demasiado tiempo la producción, todas las veces que resulte necesario, como mejora de productividad, eficiencia y calidad.

Cambios en volúmenes de producción, significarán mayores requerimientos de espacio para un área determinada; puede desaparecer una parte del proceso, alguna componente o parte del subconjunto, el área donde se efectúan entonces las operaciones correspondiente será eliminada, así no mantendremos recorridos más largos.

Serían mayores las dificultades por estas pequeñas y frecuentes complicaciones en un edificio de varios niveles. Cambios en la distribución también pueden ser requeridos sin necesidad de que aparezcan modificaciones de diseño o método al reemplazar algún equipo por obsolescencia del mismo o razones de economía de producción, al término de la vida útil del bien considerado.

Al planearse el manipuleo con criterio de sistema aparece como variable importante el tamaño de la carga desplazada en cada

movimiento.

El transporte resultará económico a medida que crece el volumen o el peso correspondiente a cada viaje, hasta cierto límite, por encima del cual el cambio de escala produce un salto brusco hacia arriba en los costos.

Aparece el criterio de *carga unitaria* asignado a cierto tamaño normalizado, que no se separa en partes al pasar de una etapa a la siguiente del circuito de materiales. La carga unitaria no es solamente un bulto grande, sino un conjunto, homogéneo o no, que se mantiene con su estructura en el transporte externo, almacenamiento, manipuleo dentro de la planta, espera en las estaciones de trabajo, etc. Por ejemplo carrocerías de automóviles, partes agrícolas soldadas, motores y cajas de transmisión, en este caso tenemos volumen y peso no divisibles.

Al tamaño que disminuye el costo, se agrega el hecho de que la cantidad de materiales esté prefijada, siendo un número redondo, 10 piezas, 100 cajas, 2000 kilos, etc. Cada paso de manipuleo, servirá para un efectivo control de producción de todo el proceso, hoy simplificado por sistemas informatizados y aplicación de códigos de barras.

Tendremos así un inventario permanente en el transcurso de todas las etapas de la producción y la rastreabilidad cuali-cuantitativa de lo que se produce.

La determinación del tamaño de la carga que se transportará y almacenará en la planta a ser diseñada, es de primordial importancia para la obtención de una correcta distribución. Cantidades y volúmenes permitirán asignar áreas y ubicar espacios necesarios. Los criterios de diseño para la carga unitaria también pueden variar, porque cambie la escala de la economía de producción, diseño de nuevos acarreadores y contenedores, o modificación en la escala

de valores para la empresa considerada.

Dimensionar la carga unitaria es uno de los problemas típicos que se nos plantea cuando se empieza a estudiar el manipuleo de materiales como sistema. Ocurre esto cuando se trata de dar a la planta una característica flexible. Manipuleo planteado como sistema significa aumento de rentabilidad total e incremento de productividad .

Ya no limitada esta reducción de costos como objetivo sectorial de cada área o de cada porción física de la empresa.

La rentabilidad total no significa necesariamente la máxima de cada uno de los subsistemas componentes. Las características de la carga unitaria pasa a ser de interés para proveedores y clientes, que forman parte de la cadena logística. Sus opiniones forman parte de la información necesaria para diseñar el sistema de manipuleo e implican también la entrada de información para el equipo que diseña la planta. Iniciamos el trabajo en la manipulación de los productos terminando dichos movimientos con el reciclado de envases, contenedores, raks, palets, etc.

Para ilustrar este problema, en nuestras plantas, llega a adquirir a veces características de extrema gravedad. Los equipos que las diseñan no tienen en cuenta métodos de recepción de materiales, los circuitos referentes a la parte administrativa, controles de calidad, manipuleo, etc. Se producen entonces prolongadas esperas de vehículos, debido a que los sistemas de descarga se congestionan formando cuellos de botella.

La administración es más lenta que el flujo físico de materiales debido a falta de informatización y a errores no previstos.

Resultado final, larga fila de vehículos estacionados dentro y fuera de la planta, riesgos de robo, tiempo de detención y deterioro de cargas, etc. Normalmente todo esto lo paga la empresa en cuestión, con

reducción de su rentabilidad e inconvenientes. Aumentan y se hace crítico cuando se entregan productos perecederos ó animales vivos.

Al diseñar la *empresa*, se analiza el problema de flujo de materiales con criterio amplio mejorando accesos y circulación, el beneficio se repartirá entre todos los interesados. El análisis realizado es aplicable no solamente a empresas industriales, sino también en supermercados, distribuidoras o reparticiones publicas, donde el subdimensionamiento de uno de los eslabones de la cadena de movimientos de materiales produce finalmente la rotura de todo el sistema.

### **Layout con criterio amplio**

Analizaremos el detalle de la distribución de la planta con criterio amplio. Esta afirmación tiene gran importancia, es habitual ver que las empresas piensan primero en el tamaño de la planta y después en la forma de distribuir sus partes.

El método correcto consiste en estudiar por equipo su relación con otros, entre celdas de trabajo, volúmenes almacenados en espera de proceso, procesados que esperan manipuleo para la etapa siguiente, áreas reservadas para mantenimiento de equipos, circulación de operadores espacios destinados al acceso de materiales y pasillos de tránsito de carga.

Las superficies obtenidas unitariamente, constituirán las “estaciones de trabajo”. Es casi obvio afirmar que las mismas presentan varias alternativas más o menos convenientes, mediante una integración, resolveremos cuál será la correcta. La suma de las superficies correspondientes a las estaciones de trabajo de todos los sectores de producción, permitirá tener una noción del área requerida, en la etapa considerada de desarrollo. (Denominada

también Block Layout ) .

Terminado este proceso, se impone volver a estudiar todo el problema con espíritu crítico, a efectos de verificar si realmente cumple la condición de transporte interno en línea recta, tanto en general como en particular. De no suceder ello así, será necesario rectificar el estudio de algunas de las estaciones de trabajo, mejorar recorridos de los materiales y proveer pasillos lo más rectos posibles, con desviaciones solo imprescindibles.

La mayor parte de las distribuciones constituyen una combinación. Los recorridos hacia atrás, si la economía general de la planta no permite eliminarlos, deberán ser llevados al mínimo.

Algunas recomendaciones que suelen darse también en el diseño son las de mantener cercanas operaciones previas y posteriores a la que se considere complicado el movimiento por tamaños de la componente, minimizando manipuleo entre operaciones sucesivas por la complejidad de enganchar y desenganchar partes.

No obligar a operarios que trabajen en máquinas o bancos de armado, donde para efectuar el manipuleo de materiales, deben requerir mano de obra indirecta, sino que la realicen con elementos auxiliares como ser carretillas, transportadores, autoelevadores, etc.

En muchas empresas se expresa que “se ha mejorado la eficiencia porque se redujo personal indirecto” y esto realmente no significa nada, si no se analiza qué tareas realizaba ese personal aparentemente tan perjudicial. Habrá que analizar si conviene mantener el personal indirecto, aun estando el mismo inactivo durante una pequeña parte de la jornada como personal de movimientos generales, dado que al mismo se lo puede aprovechar en tareas de ordenamiento y descarga general, o si resulta conveniente que operarios de producción abandonen

durante unos minutos su tarea específica para mover materiales como ya adelantáramos, con lo cuál se reduce la capacidad de entrega de la planta.

Tomemos un caso para una planta pequeña, en la cual las distancias entre máquinas eran tan exiguas que el manipuleo de unas piezas livianas de una etapa de fabricación, a la siguiente requería que el operario interesado en obtener su materia prima se desplazara molestando a otros empleados y por este motivo el tiempo real empleado en producción se viese reducido notablemente; parte de la jornada se empleaba en búsquedas de materiales requeridos para producción de la máquina propia, dar paso a los otros empleados, ayudar a mover un bulto de poco peso pero de dimensiones desproporcionadas para ser movido por un solo hombre, etc. (Tanques plásticos fabricados por rotomoldeo).

Después de reducir un 20 por ciento el número de máquinas no utilizadas, y aportando elementos tecnológicos como ayuda en el movimiento se elevó en el 10 por ciento la producción, lógicamente sin efectuar grandes inversiones, salvo traslados de equipos y mejoras en el manipuleo, ahora sin interferencias. Convendrá pues, antes de pensar en una nueva planta, verificar si nuestro problema no son una suma de causas parecidas a las descriptas.

En una planta que ensambla computadoras pasar de racimos desordenados a racimos en línea de flujo y acortar las distancias de movimientos de materiales, posibilitó eliminar controles intermedios de proceso. Aumentó así el resultado de la productividad global de la empresa en un 15%, con una reducción de la superficie ocupada del 10%. Recordemos que los edificios son parte del activo de la compañía y la superficie mal utilizada o realizar su utilización en forma deficiente conspira contra la mejora global.

## Equilibrio y continuidad

La base del equilibrio es la economía de las operaciones. Si la operación (A) es dos veces más tiempo que la (B), los empleados de la segunda permanecen la mitad del tiempo ocioso, *principio de igualdad cantidad de trabajo para todas las celdas u operaciones*, todas las operaciones de la cadena de producción deben tener el mismo tiempo de ejecución. (*Balanceo*)

En cuanto a continuidad la falta de transporte para el material, hará que la estación siguiente se detenga, se perderá entonces la continuidad de la producción y se perderá el flujo productivo.

Equipos para movimiento de materiales y elementos auxiliares de los mismos: envases no retornables, contenedores y redes, ganchos y equipos relacionados, son producto de la especialización, denominada logística del movimiento, con normas y regulaciones internacionales en dimensiones, calidades y volúmenes a cubicar según el tipo de transporte que utilicemos .

Solo con el estudio minucioso, al desarrollar el Layout general habremos cubierto todas las expectativas de crecimiento y expansión futuras, adecuación de procesos y métodos .

## Estudio integral: otras áreas integrantes

Diseñar una *empresa* en su distribución no significa circuncribirse a etapas de fabricación solamente, el resto es tan importante como lo anterior y se deberán evaluar todos los problemas con el mismo criterio ya mencionado. Generalmente, el depósito suele presentar graves dificultades de flexibilidad, los diseñadores de plantas desprecian esta función y creen que se trata solamente de una superficie donde se protegen los materiales, o un mal necesario según los contables, material inmovilizado,

debe por lo tanto reducirse a su mínima expresión. El depósito es más que eso; forma parte del sistema lógico empresarial y su diseño depende, en parte, de que las materias primas, ofrezcan una eficaz provisión a fábrica y al área de productos terminados, una eficaz respuesta de comercialización hacia el mercado de consumo, fortaleciendo la posición de la empresa frente a entregas eficientes de la competencia.

*El proyecto de las áreas de depósitos* será llevado a la práctica con total armonía con el diseño de la planta a largo plazo. Los tipos de edificación, niveles y otras características permitirán, en futuras etapas de desarrollo, reemplazar una función por otra en la misma área edificada. Como expresáramos encarece el costo inicial de la construcción, es cierto, pero más caro será tener que reemplazar una construcción en buen estado por una ampliación no planeada.

*Los otros locales o áreas*, como ser vestuarios, instalaciones sanitarias, comedor, esparcimiento, deberán ubicarse en posiciones tales que no obliguen a una demolición en el mediano plazo. No es tan grande el esfuerzo que debe llevarse a cabo para trazar el esquema de una planta de largo plazo, como para renunciar a ello y provocar graves desajustes cuando todavía podría seguir utilizándose al no existir restricciones del terreno.

Cuantas veces se ha visto ubicada la torre de agua, planta depuradora de líquidos o reguladoras de gas, estación transformadora, comedor del personal en el único lugar donde no debería haber sido puesta jamás.

El proyecto detallado de cada área, excluida la de fabricación que tiene otras consideraciones, deberá seguir criterios de mínimo manipuleo, máxima facilidad de control, óptima supervisión, máxima seguridad, menor desplazamiento del personal, etc., ya observadas en la primera parte del estudio.

*Las oficinas* se tratarán con idéntica

manera de pensar, a partir de considerar a la administración como un movimiento eficiente de personas, información escrita y de otros tipos, con criterio de máximas posibilidades de cambio, mínimos gasto y demoras.

El primer aspecto a considerar es la relación espacial entre edificios de oficinas, puerta de acceso a planta y área fabril, con vistas al futuro con que se diseña el conjunto.

En las oficinas el problema del número de pisos no es tan crítico como en producción, se deberá tener en cuenta la resistencia inconsciente que opone el ser humano a cualquier esfuerzo físico por encima del mínimo.

Esto significa que una persona que trabaja en planta alta lo pensará dos veces antes de bajar un piso y volver a subirlo para ir a buscar una información que necesita. Tamaño de oficinas, número de edificios y ubicación relativa deberán ser motivo de discusión dentro del grupo de trabajo de distribución de planta, también aquí el error que se cometa en el momento inicial repercutirá a lo largo de toda la vida de la *empresa*.

### **Fundamentos o principios-guía**

La distribución de la *empresa* requiere una visión de largo plazo respecto de su actividad. Por afectar a la política empresarial, será realizada en el más alto nivel.

El área de producción representa el mayor monto de dificultades en el proceso de diseño, pero no es ni remotamente, el único problema que debemos resolver .

Es aconsejable que la tarea de producir una correcta distribución quede en manos de un grupo de trabajo interdisciplinario, que conozca a fondo el funcionamiento de toda la empresa, en forma conjunta con especialistas externos.

Es importante el dominio de la política de compras y comercialización para lograr una buena planta, como asimismo cono-

cimientos de tecnologías de fabricación y métodos de última generación:

- 1) Definir aspectos relacionados con la radicación e implantación del *proyecto*.
- 2) Planear el todo (Block Layout), comenzar la distribución y elaborar los detalles, realizar balances de áreas para comprobar, superficies asignadas a cada función.
- 3) Planear las disposiciones ideales y luego la disposición práctica.
- 4) Realizar ajustes por costos según las limitaciones impuestas.
- 5) Estudiar ciclos en la distribución y hacer que las fases se superpongan.
- 6) Planear el proceso teniendo en cuenta las maquinarias y equipos a emplear y los materiales a desplazar en todo el flujo productivo.
- 7) Proyectar el edificio a partir de la distribución, aprovechando, materiales, equipos y condiciones óptimas

funcionales y de confort para los operadores.

- 8) Planear con la ayuda de todos los departamentos intervinientes: siempre por más alejados de la faz técnica que estén, aportarán detalles que serán de suma utilidad.
- 9) La colaboración de terceros permitirá con sentido objetivo, redondear las ideas disponiendo los mismos de mayor tiempo para dedicarle al Proyecto.
- 10) Prever todo lo relacionado con la *seguridad* de la planta.

Errores que se cometan durante el análisis de las alternativas de distribución pueden repercutir en la vida útil del proyecto. Dejaremos todo el margen posible para que, con naturalidad se produzcan cambios impuestos por el desarrollo del mercado, mejoras tecnológicas, etc., sin que sufra alteraciones importantes la planta y sus instalaciones relacionadas, no requiriendo inversiones desproporcionadas; aunque los costos operativos y fijos parezcan abultados en el momento inicial.

*La flexibilidad máxima en el diseño de toda la empresa será  
sinónimo de mayores defensas frente a contingencias  
de cualquier índole tecno-económicas.*

## **BIBLIOGRAFÍA**

- MUTHER, Richard. *Distribución de plantas*. Barcelona, Hispano-Europea, 1965.
- MAYNARD, H. B. *Manual del ingeniero industrial*. México, Mc Grow –Hill, 1996.
- SOLANAS, J. *Administración de las organizaciones en el umbral del tercer milenio*. Bs. As., Interamericana, 1993.
- CHASE, J. Y AQUILANO, J. *Dirección y administración de la producción y de las operaciones*. México, Irwin, 1995.
- SCHONBERGER, R. *Manufactura de categoría mundial*. Barcelona, Norma, 1996.
- GOLDRATT, E. Y FOX, R. *La carrera*. México, Castillo, 1996.
- GLODRATT, E. *La meta*. México, Castillo, 1996.
- SCHOROEDER, G. *Administración de las organizaciones*. México, Mc. Grow-Hill, 1998.