

1. Planificación de Centros de Trabajo

PLANIFICACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO

En la planificación de una empresa nueva o en la modificación de un establecimiento ya existente, es necesario considerar el tipo de producto que se va a fabricar, así como los materiales y los sistemas de operación que se emplearán. Asimismo, deben adoptarse medidas que permitan a los trabajadores realizar sus tareas sin fatiga y sin deteriorar su salud, con lo cual se reducen las pérdidas de tiempo productivo, el trabajo defectuoso, el desperdicio de material y, en general, el aumento en los costos de producción que pudiera afectar la vida de la empresa misma.

Es conveniente, por tanto, efectuar un planteamiento de la empresa que considere las variaciones posibles en la demanda de sus productos o servicios, que implique en el futuro traslados o cambios en la línea de producción, a fin de reservar los espacios correspondientes, prevenir el hacinamiento y controlar los posibles riesgos que incidan en la salud de los trabajadores.

En términos generales, la planificación física de una empresa contempla tres grandes aspectos: A) proceso de producción; B) necesidades humanas; y C) aspectos sanitarios.

Proceso de producción

Comprende el estudio del proceso productivo, su distribución, la maquinaria, su ordenación y sus relaciones con las materias primas.

El planteamiento general estudia el centro de trabajo de manera integral, y analiza todos los sectores y los cambios necesarios del proceso de producción, de tal manera que la disposición general, los enlaces y el aspecto de cada área o sector, queden precisados. El planteamiento detallado del establecimiento determina la distribución física del equipo industrial y de cada una de las unidades de producción, los detalles de construcción, el espacio necesario para el movimiento de materiales, el almacenamiento de materias primas y productos acabados, etc., y la localización de otras actividades y servicios dependientes. Del mismo modo se planifican los sectores administrativos, las instalaciones para servicios médicos, los servicios de comedor y otros.

Como un ejemplo de las reglas de seguridad que deben seguirse en la planificación de un establecimiento, en el cuadro 1.1 se detallan las distancias mínimas entre un lugar de almacenamiento de sustancias inflamables y explosivas y lugares de producción, sitios habitados y vías públicas.

Normas de ubicación y zonas de seguridad para las fábricas y polvorines*

Capacidad máxima en el local de fabricación y capacidad máxima del polvorín (capacidad de la unidad)	Respecto de núcleos de población (m)	Respecto de complejos industriales, de comunicación, lugares turísticos, históricos o monumentales (m)	Respecto de líneas de comunicación, transporte y edificaciones aisladas (m)	Ancho de la zona de seguridad (m)
Hasta 500 kg	270	215	160	50
De 501 a 1 000 kg	340	270	200	75
De 1 001 a 4 500 kg	560	445	330	150
De 4 501 a 10 000 kg	735	580	430	250
De 10 001 a 25 000 kg	1 000	790	580	375

* Estas distancias podrían reducirse a la mitad, cuando la topografía del terreno presente defensas naturales o artificiales que ofrezcan protección suficiente contra los efectos de una explosión. En el caso de existir varios polvorines o instalaciones comprendidas dentro de un mismo lote de terreno, las medidas que se aplican corresponderán al edificio o polvorín de máxima capacidad, siempre y cuando en estas distancias queden comprendidas las de las otras unidades.

Necesidades humanas

Incluyen el estudio de los aspectos relacionados directamente con los seres humanos, es decir, sus componentes fisiológicos, antropométricos, psicológicos y sociales. Se requiere de un análisis completo de las necesidades de las personas vinculadas con la producción, en términos de sus necesidades básicas ambientales y específicas.

Para la identificación de las necesidades básicas se consideran los sentidos de la vista, el oído, el tacto y el olfato; las sensaciones de calor y de frío; la posición y el movimiento de los músculos y las articulaciones y el sentido del equilibrio.

Las necesidades ambientales se refieren a la dimensión física espacial para cada función y a las condiciones para que las diversas actividades humanas puedan llevarse a cabo adecuadamente y con comodidad, y se relacionan con el control térmico, acústico, olfativo y de ventilación.

Las necesidades específicas son aquéllas requeridas para la prevención y el control de las enfermedades profesionales y los accidentes de trabajo.

Aspectos sanitarios

Para que un centro de trabajo pueda funcionar correctamente, es necesario considerar los siguientes aspectos, desde el punto de vista sanitario:

- Procesos industriales, materias primas que se utilizarán y productos que se elaborarán.
- Ubicación del establecimiento y su relación con las construcciones cercanas.
- Destino de cada área del establecimiento, superficie y dimensiones.
- Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano y puntos de toma.
- Fuentes de abastecimiento y de almacenamiento de agua, para uso industrial y contra incendio.

- Distribución del agua potable, con hincapié en su recorrido desde el sitio de toma hasta los depósitos de agua, lugares de distribución y artefactos sanitarios.
- Depósitos y tuberías de conducción de agua, en cuanto a sus materiales de construcción y dimensiones.
- Artefactos sanitarios, en cuanto a su ubicación, construcción, cantidad y especificaciones de tubos y conexiones para su instalación, especialmente de los tubos de agua y de los conductos de desagüe y ventilación.
- Sistemas de disposición de aguas negras, basura y desechos industriales, así como trayectoria de las aguas negras y de los desechos industriales hasta el alcantarillado público o sitio de disposición final.
- Especificaciones de los diferentes sistemas de disposición de aguas negras y desechos industriales, como tanques sépticos, separadores de grasa y desarenadores.
- Sistema de drenaje de la edificación y especificaciones de sus diámetros y pendientes de los conductores, así como su ubicación respecto a los depósitos de agua y a las tuberías de conducción de agua.
- Requisitos mínimos de ventilación e iluminación.
- Sistema de ventilación, incluyendo la tubería principal y la de cada área.
- Instalaciones eléctricas, ubicación de equipos, tableros y energía de cada circuito, diámetro y tipo de cables y conductos.
- Sistemas de extinción de incendios.
- Superficies de trabajo, pisos, escaleras, patios, pasillos, salidas y ventanas.
- Ubicación de la maquinaria y de los sistemas de iluminación.
- Ubicación de calderas y recipientes a presión, diámetro y tipos de tuberías y sistemas de tratamiento de agua.
- Servicio de alimentos y salas de descanso.
- Instalaciones sanitarias y de primeros auxilios.
- Sistemas para el control de riesgos de trabajo.

- Limpieza de los locales de trabajo.
- Servicios de alojamiento que suministra la empresa a sus trabajadores.

UBICACION DEL ESTABLECIMIENTO

Selección del lugar

La selección del lugar implica un análisis de los siguientes elementos:

- Tipo de industria.
- Normas legales vigentes.
- Topografía y factores climáticos.
- Naturaleza del terreno.
- Riesgos de inundación.
- Condiciones meteorológicas (incluyendo humedad del aire, temperatura y lluvias).

Personal

- Posibilidad de conseguir la mano de obra.
- Competencia con otros empresarios.
- Posibilidad de alojamiento y costo.
- Calificación del personal.
- Clima social.
- Nivel de salarios.
- Costo de vida.
- Costo del transporte.
- Costo del servicio de alimentación.

Condiciones de localización

- Riesgos potenciales por las diferentes operaciones, riesgos por y para vecindades, espacios disponibles para futuras ampliaciones, tipo y tamaño de los edificios e instalaciones que van a construirse.

Servicios públicos:

- Agua.
- Tipo y posibilidades de disposición de desechos industriales.
- Energía eléctrica.
- Alcantarillado.
- Estación de bomberos.

Fuentes de energía:

- Eléctrica
- Gas natural, de coke, de altos hornos.

Transportes

- Próximidad a las diferentes vías de acceso.
- Facilidades para el acceso de los operarios.
- Ubicación de los proveedores y de los clientes.
- Necesidades presentes y de expansión futura.

Costo de la instalación

A fin de calcular el costo del establecimiento, se considerarán los siguientes aspectos:

- Valor del terreno.
- Costo de las comunicaciones.
- Costo de aprovisionamiento del material.

Precauciones

Es necesario considerar que las fábricas, como fuentes de trabajo, generan y atraen núcleos de población que se establecen en sus alrededores y crean grandes problemas de saneamiento.

Las empresas que por su actividad necesiten emplear o producir materiales de gran toxicidad e inflamabilidad deben localizarse en lugares fuera de los perímetros urbanos y alejadas de cualquier centro habitacional, distantes de fuentes de abastecimiento de agua, de escuelas y de explotaciones animales, es decir, en sitios que no ofrezcan riesgos para la salud de las comunidades ni para el ambiente en general, tanto habitualmente como en situaciones de desastre.

En el caso de aplicación aérea de plaguicidas, se recomienda que las pistas de operación estén ubicadas por lo menos a 2 000 m en sentido longitudinal y a 500 m en el transversal, de cualquier núcleo humano (poblaciones, case-ríos, escuelas) o de fuentes de agua para consumo del hombre.

Es importante que las áreas de aplicación cuenten con una zona de seguridad, que variará de acuerdo con las características del producto: forma de presentación, dosis, categoría toxicológica, manera de aplicación, clase de cultivo y condiciones ambientales del lugar. Dicha zona estaría a un mínimo de 10 m para aplicación terrestre y 100 m para aplicación aérea, de los cursos de agua potable, las carreteras y los asentamientos humanos.

Los formuladores y depósitos de plaguicidas deben estar ubicados en sitios distantes, 25 a 50 m por lo menos, de comercios destinados a la venta de productos alimenticios elaborados o por elaborar, y a no menos de 100 m de las industrias procesadoras de alimentos e instituciones educativas, recreativas y asistenciales.

Para evitar la contaminación en las fábricas donde se elaboran, producen, transforman o envasan alimentos para consumo humano, éstas deben localizarse en lugares retirados de cualquier foco de insalubridad, e igualmente impedir que su funcionamiento ocasione molestias a la comunidad. Por ejemplo: para la ubicación de las fábricas y depósitos de explosivos es necesario considerar las distancias entre éstas y los lugares de producción, sitios habitados y vías públicas, según se indica en el cuadro 1.1.

Por lo general y salvo contadas excepciones en virtud de la actividad que se realiza y por la toxicidad de los productos que se manipulan, la localización de los centros de trabajo sigue las normas de zonificación establecidas en cada país, que ordenan o clasifican el área de la comunidad en zonas diferen-

tes, de acuerdo con el uso de la tierra y de las edificaciones, determinándose zonas residenciales, comerciales, industriales, agropecuarias, de conservación de recursos, de recreación y aquéllas destinadas a usos suburbanos y rurales.

Esta zonificación exige a su vez una codificación de los establecimientos industriales, según el tamaño de la empresa, el volumen de materias primas y productos elaborados que maneja, el tipo de riesgos, sus concentraciones y las molestias que puede producir a la comunidad.

DISTRIBUCION DE LA PLANTA

La distribución de la planta se encuentra relacionada con toda la organización de la empresa y no podrá resolverse aisladamente. Consiste en la combinación óptima de las instalaciones industriales dentro de un espacio disponible, e implica armonizar e integrar el equipo, la mano de obra, el material, las áreas de movimiento, el almacenamiento, la administración y todos los elementos que hacen posible una actividad industrial.

Los objetivos principales que se pretende alcanzar mediante una correcta distribución de la planta, son:

- Aumentar la seguridad y la tranquilidad del trabajador.
- Incrementar la producción.
- Utilizar racionalmente el espacio.
- Lograr la mejor utilización del equipo, de la mano de obra y de los servicios.
- Reducir el tiempo de elaboración.
- Disminuir los costos.
- Prevenir los accidentes y enfermedades profesionales.
- Proporcionar bienestar a los trabajadores.

La distribución de la planta se basa en los principios de integración, distancia mínima, flujo de operaciones, flexibilidad, dimensiones, satisfacción y seguridad.

Para planificar la distribución de la planta, es necesario examinar previamente el producto o material que se va a fabricar, el volumen de producción, el tráfico de

los materiales, la circulación de las personas, la calidad del trabajo, las condiciones del mismo, las relaciones entre las actividades, la distribución general del equipo necesario, la conservación de instalaciones y máquinas, los costos de construcción y de instalación y las posibles ampliaciones.

Los sistemas clásicos de distribución de la planta agrupan todas las máquinas, las operaciones, o los procesos del mismo tipo. Las diferentes clases según estos sistemas son:

Disposición por organización de productos o por departamento

Distribución funcional. Agrupa los puestos de trabajo por el tipo de actividad. Ejemplo: talleres de torno, de forja, de fresa, oficinas, hilados, tejidos teñido, estampado, etcétera.

Distribución en cadena. Los puestos de trabajo se ubican uno junto al otro, de acuerdo con el orden en que se efectuarán las operaciones. Ejemplo: fábrica de radios, ensambladora de vehículos.

Distribución en línea. Los puestos de trabajo se ubican en cadena y cada cadena se destina a la ejecución de una serie de trabajos diferentes. Ejemplo: fábrica de electrodomésticos (refrigeradores, lavadoras, estufas).

Distribución por puesto fijo. Los materiales y las máquinas se desplazan y convergen hacia la pieza principal. Ejemplo: construcción de calderas, construcción de edificios, construcciones navales.

Distribución por línea en puestos fijos. Es lo contrario del montaje en cadena. Las piezas principales de los productos que se van a fabricar se disponen en línea, una junto a otra. Las demás piezas convergen hacia estas principales. Los operarios son quienes se desplazan de un sitio a otro, para efectuar en cada sitio las diferentes operaciones. Ejemplo: cultivo de flores.

Disposición por tipo de industria, línea de producción o producto

Industrias monolineales. La fabricación se realiza a lo largo de un circuito único, que es recorrido sucesivamente por todos los productos. Es el caso de las industrias que transforman una materia prima, o que tratan un conjunto de materias para obtener un producto único. Ejemplos: fabricación de harina, de cemento, de laminados.

Industrias convergentes. En estas empresas, las materias primas y los productos semiacabados llegan de diversas procedencias y convergen en la línea final de producción. Ejemplos: fabricación en serie de aparatos de radio, montaje de automóviles, embotelladoras.

Industrias divergentes. En estas empresas se parte de una materia prima, que en el curso del tratamiento diverge en diferentes líneas particulares de fabricación; de cada una se obtiene un producto distinto. Ejemplos: destilerías, fabricación de productos químicos.

Industrias convergentes - divergentes. Se inicia con un cierto número de materias primas, a fin de obtener un producto intermedio que posteriormente diverge en varias líneas de fabricación, hasta llegar a productos terminados diferentes. Ejemplo: elaboración de chocolates.

En la práctica, la mayor parte de los establecimientos aplican sistemas mixtos (figura 1.1).

DIMENSIONES DE LA PLANTA DE PRODUCCION

Factores de la industria

La planta de producción es una unidad de la fábrica o establecimiento, por lo que es necesario determinar las dimensiones de su área, para definir inicialmente lo relacionado con el equipo y el proceso.

Equipo

Se obtiene midiendo directamente la maquinaria, o por medio de catálogos de los fabricantes, que indican las dimensiones principales de los equipos y de sus elementos de protección, debiendo considerarse las respectivas normas de higiene y seguridad industrial.

Proceso

Se trata del espacio indispensable para que el equipo pueda funcionar perfectamente, de acuerdo con sus características y con las operaciones de la producción. Incluye el espacio para la alimentación, el desmontaje de los equipos, el retiro de piezas procesadas, la colocación y el retiro de dispositivos, y la preparación del equipo.

Las dimensiones del área para el proceso se obtienen de los catálogos de fabricantes, las especificaciones técnicas, los análisis del proceso, de movimiento de material y de la preparación de máquinas.

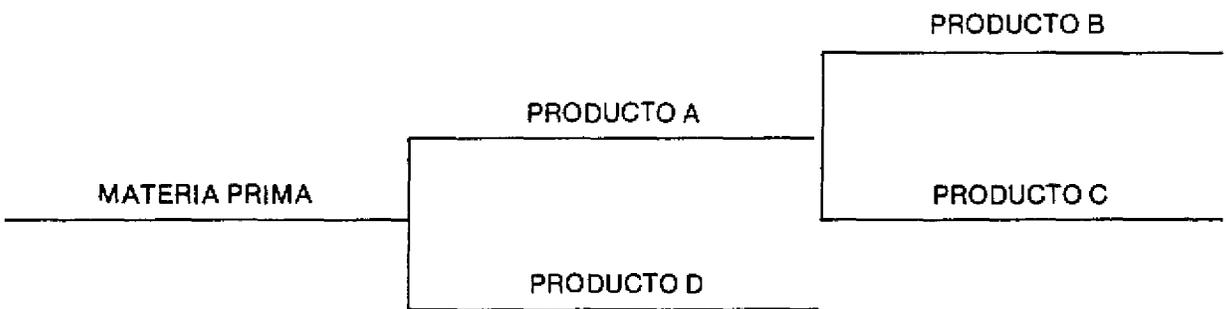
Factores del operador

Se refiere a los movimientos y a los desplazamientos que debe realizar el operario, para llevar a cabo la operación industrial de manera segura y cómoda. A fin de obtener la dimensión del área, es necesario analizar:

Figura 1.1



a) Distribución de industrias convergentes



b) Distribución de industrias divergentes



c) Distribución de industrias convergentes - divergentes

Fuente: Distribución en planta. Pierre Michel. Serie B. Tomo 1.

Movimientos

Los que el operario debe efectuar para la realización del trabajo; los movimientos y los desplazamientos de los miembros del cuerpo involucrados en la actividad; lo referente a seguridad para una plena libertad de movimientos; el alcance de los miembros, posición; dimensión de asientos; distancia de los controles; y diferentes aspectos psicológicos, como sensación de encerramiento y otros.

Locales

Los locales de trabajo deben cumplir con las siguientes normas mínimas, en cuanto a dimensiones de área y volumen, sin considerar en el cálculo de tales dimensiones los espacios ocupados por máquinas, aparatos, instalaciones y materiales: 3 m de altura, de piso a techo, para el caso de establecimientos comerciales, de servicios y locales destinados a oficinas. Puede reducirse hasta 2.50 m, 2 m² de superficie y 10 m³ por trabajador.

Vías de acceso para los operarios

Incluye los aspectos de circulación interna y de entrada y salida de los trabajadores al centro de producción, para garantizar su libre movimiento y su seguridad.

Mantenimiento

Comprende las áreas para servicios de mantenimiento preventivo, regular y ocasional, lubricación, limpieza e inspección.

Medios de transporte y movimientos de materiales

Es necesario precisar los materiales a transportar, los métodos para el manejo y apilamiento de los mismos, su demanda y el sistema de transporte que se empleará.

Materias primas no procesadas y productos elaborados

Para fijar las dimensiones de estas áreas, es necesario conocer el sistema de programación y entrega de materiales, las cantidades de materias primas y de productos elaborados, el tamaño de éstos, así como los métodos de almacenamiento y de transporte.

Desechos y material sobrante

Casi todas las operaciones industriales producen material sobrante en volumen significativo, por lo que se requiere un sitio especial para su almacena-

miento. Se hace necesario especificar: naturaleza y estado físico de los desechos; método de recolección y transporte; frecuencia de recolección; y otras características de los desechos, como temperatura, dimensiones máximas y mínimas, aristas cortantes, toxicidad, inflamabilidad y otras.

Servicios para la industria

Incluye, entre otros, los de ventilación, iluminación, agua, calefacción, aire acondicionado, aire comprimido, de higiene personal, además de equipos y medidas para prevenir y reducir la exposición a riesgos de trabajo.

SUPERFICIE NECESARIA

Uno de los métodos utilizados para calcular las superficies a distribuir es el de Guerchet, que estima la superficie total necesaria para cada elemento como la suma de tres superficies parciales.

Superficie estática. Corresponde a muebles, máquinas e instalaciones.

Superficie de gravitación. Utilizada alrededor de los puestos de trabajo por el operario y el material para las diferentes operaciones (no se tiene en cuenta al calcular las áreas para almacenamiento). Esta superficie se obtiene para cada elemento, mediante la ecuación:

$$S_g = S_s \times N$$

donde:

S_g = Superficie de gravitación

S_s = Superficie estática

N = Número de lados en que el mueble o la máquina deben ser utilizados.

Superficie de evolución. Corresponde a la superficie que debe existir entre los puestos de trabajo, destinada a los desplazamientos de personal y para suministrar los elementos con que se realiza el trabajo.

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

donde:

S_e = Superficie de evolución

K = Coeficiente que varía entre 0.05 y 3

El coeficiente K se obtiene de la relación entre las dimensiones promedio de las personas o los objetos desplazados, y el doble de las dimensiones pro-

medio de máquinas y muebles entre las cuales los operarios se desenvuelven. En el cuadro 1.2 se muestran algunos ejemplos de estos coeficientes.

Cuadro 1.2

Valores de K según tipo de industria*

Gran industria, alimentación y evacuación mediante grúa puente	0.05 a 0.15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0.10 a 0.25
Textil - hilado	0.05 a 0.25
Textil - tejido	0.50 a 1
Relojería - joyería	0.75 a 1
Pequeña mecánica	1.50 a 2
Industria mecánica	2 a 3

* Valores obtenidos en casos particulares.
Fuente: *Distribución en planta*. Pierre Michel. Serie B, tomo 1

PISOS

Factores y características

La naturaleza del piso en los lugares de trabajo tiene importancia desde los puntos de vista de resistencia, de generación de focos de infección, de acumulación de sustancias tóxicas y de ocurrencia de accidentes. Se presentan situaciones adversas cuando el material de construcción de los pisos no ha sido seleccionado de acuerdo con la actividad de trabajo, o también por un mantenimiento y una limpieza deficientes.

Los pisos son un elemento esencial en cualquier local de trabajo, constan principalmente de una parte estructural diseñada para soportar las cargas estáticas y dinámicas, y de otra superficial.

El comportamiento del piso superficial depende del comportamiento del estructural. Los movimientos resultantes de un diseño deficiente, las sobrecargas, las dilataciones y las contracciones térmicas, pueden producir fallas en el piso superficial.

La selección del piso superficial debe basarse en el uso que se le dará, los requerimientos de seguridad y sanidad que exige el proceso, y las actividades industriales que se efectúen; igualmente, en un conocimiento profundo de los materiales y de las condiciones de trabajo.

Los principales factores y propiedades que deben tomarse en cuenta al elegir el material para la construcción de los pisos, son:

Carga. Para las estimaciones de carga sobre los pisos, se consideran los valores promedio de 73 y 63 kilogramos como peso de hombres y mujeres, respectivamente. El peso de los equipos puede obtenerse en los catálogos de los proveedores.

Resistencia estructural. La resistencia estructural debe ser igual a cuatro veces la carga estática, o a seis veces la carga móvil prevista. Todo piso debe ser suficientemente resistente para que en ningún caso presente irregularidades en su superficie.

Antirresbaladizo. Esta característica depende de la naturaleza del material utilizado para la construcción del piso, de su inalterabilidad, de la presencia en el suelo de materiales como grasas, ácidos y agua, de su mantenimiento y limpieza, así como de las suelas utilizadas en el calzado del personal.

Drenaje. La pendiente máxima de la superficie del piso debe ser superior a 5 por ciento.

Resistencia química. El material seleccionado para la construcción del piso debe ser resistente a las sustancias químicas empleadas en el proceso de producción. En el cuadro 1.3 se señala la resistencia de diferentes materiales y de distintas sustancias químicas.

Otros factores. Además de las características anotadas, es conveniente tomar en cuenta otros aspectos, que refuerzan la selección de tal o cual material, como la resistencia a golpes y rozamientos, inalterabilidad química y térmica, insensibilidad a la luz, impermeabilidad, conductividad eléctrica, amortiguamiento del sonido, facilidad de reparación, facilidad de descontaminación, etcétera.

Mantenimiento. Es posible que las cualidades iniciales de los pisos se alteren rápidamente, debido a los desperdicios con que se ensucian, a los esfuerzos y a los choques a que están sometidos, así como a otros factores. Es por esto que deben ser limpiados con frecuencia y repararse oportunamente.

CUADRO 1.3
Resistencia química de diferentes materiales para pisos

Recubrimiento	Acidos		Sosas		Aceltes		
	Concentrado Debil	Concentrado Fuerte	Concentrado Debil	Concentrado Fuerte	Amoniaco Sales de Abono	Bencina Benzol Grasas	
Capa de cemento	5	5	2	4	5	2	4-5
Terrazo	4	5	2	4	5	1	4-5
Hormigón duro	4	5	1	3-4	5	1	4
Cartón piedra	3-5	5	2-3	3-5	4-5	1-2	3-4
Suelo apisonado	2-3	4-5	1-3	2-5	4	1	2-4
Suelo de emplaste	1	1-2	1-2	3-5	1-2	1-3	1-3
Recubrimiento "Erba"	1	2	1-2	3-5	1-2	2	1-3
PVC blanco	1	1-2	1-2	4-5	1	3-5	3-5
Recubrimiento "Buna"	1	2-5	1	3-5	1	5	4-5
Goma (natural)	1	3-5	1	3-5	1	5	5
Lινόleo	4-5	5	3-5	5	-	5	4
Lινόleo de corcho	5	5	5	5	5	5	5
Asfalto fundido	1-3	3-5	1-3	2-4	1	5	5
Asfalto duro fundido	1-2	2-5	1-2	2-4	1	5	5
Planchas de asfalto	1-2	2-5	1-5	3-4	1-2	5	5
Planchas de asfalto de alta presión	1-2	2-5	1-4	2-4	1	4-5	4-5
Planchas de asfalto homogéneo	1	1-2	1	1-2	1	1	1
Planchas de terrazo asfáltico	2-4	3-5	1-4	2-3	1-2	5	5
Planchas de cartón piedra	3-5	5	2-3	3-5	4-5	1-2	3-4
Planchas de terrazo	2-4	3-5	2	2-4	5	1	3-5
Planchas de piedra de hormigón	5	5	2	3-4	5	1-2	4-5
Pavimento de ladrillos	3	5	2-4	4-5	5	2	3-4
Ladrillos de arcilla	1	1	1-2	1-3	1	1	1
Planchas de ladrillo refractario	1	1-4	1	1-2	1-2	1	1
Recubrimiento de madera blanda	3-4	4-5	1-3	3-5	1-3	1-3	1-3
Recubrimiento de madera dura	2-4	3-5	1-2	2-5	1-3	1-3	1-2
Recubrimiento de resina fundible sobre base de poliéster o resina epóxidica ?	1	1-2	1-2	2-3	1-2	1	1

1 Buena resistencia, 2 aún resistente, 3 medianamente resistente condicionalmente, 4 escasamente resistente, 5 no resistente.
Fuente: Laboratorios químicos y biológicos: Proyecto, construcción, instalaciones DE WERNER SCHRAMN.

Materiales

Existe una gran diversidad de materiales que se utilizan para la construcción de pisos en centros de trabajo. A continuación se hace referencia a algunos.

Hormigón. Adecuado para la mayor parte de los pisos. Presenta tres formas: hormigón normal, hormigón granítico, ambos fraguados *in situ*, y losas de hormigón.

Los factores que determinan la calidad del hormigón son la relación entre sus materiales básicos —agua y cemento—, su coloración y el acabado. El hormigón debe dosificarse, de tal modo que sea lo más denso y absorbente posible.

El hormigón normal es aquél cuyas proporciones en volumen son una parte de cemento, dos de arena fina y cuatro de arena gruesa.

No deben utilizarse más de 25 litros de agua por cada 50 kilogramos de cemento. Se requiere un espesor de 0.10 m. Tiene buena resistencia a la abrasión producida por camiones, carretillas y tráfico similar. No es adecuado para bandejas metálicas.

El piso de hormigón más duradero es el que se forma con losas fabricadas en moldes a presión. Algunas contienen sustancias endurecedoras que se incorporan al mortero como cuarzo, carburos de silicio, esmeril, granallas de acero, o resinas, de tal forma que se obtiene un material de gran resistencia a la abrasión, el aplastamiento, el agrietamiento, y es antirresbaladizo.

Materiales bituminosos. Se usan generalmente dos tipos de materiales: brea de asfalto y brea de alquitrán. Ambos se aplican en estado fundido, pero el asfáltico también puede obtenerse en losetas que se aplican con mortero. Los pisos bituminosos son impermeables a los líquidos o a mezclas de vapor y líquido, resisten soluciones alcalinas y sulfatos y, con rellenos especiales como el sílice, adquieren cierta resistencia a los ácidos. Los asfálticos son afectados por el aceite y las grasas. En general, no producen polvo, son resistentes a la abrasión, antirresbaladizos, económicos y de limpieza fácil. Presentan poca resistencia al aplastamiento y a la perforación, pero no son aconsejables en lugares donde ocurren fluctuaciones de temperatura (calor y frío).

Lámina de acero. Para superficies de circulación o talleres de fabricación ligera, puede emplearse lámina de acero. La estriada, se utiliza para lugares de gran circulación o en sitios de fabricación pesada; es ruidosa, muy buena conductora del calor y de la electricidad y antirresbaladiza si no está demasiado usado o no contiene aceite.

Caucho. Los materiales utilizados son las resinas epoxy y de poliéster. La resina epoxy tiene buena resistencia a la abrasión y a los agentes químicos; es resistente a los ácidos, incluido el clorhídrico, pero es vulnerable al acético. Se reblandece con solventes como el tricloroetileno y la acetona.

Por su parte, los suelos a base de resinas de poliéster tienen una resistencia química inferior a la que muestran los de resina epoxy. En general, estas resinas tienen gran resistencia dieléctrica, pero debe advertirse que no son adecuadas para lugares en los que se presenta electricidad estática. Son además resbaladizas, condición que puede corregirse mediante el empleo de abrasivos.

Madera. En cuanto a la industria, la madera utilizada para pisos se usa en forma de tableros, placas o tablas. La aplicación depende de su clase, de la forma en que se halla serrada, de su espesor y de los métodos para fijarla.

El uso de la madera no es adecuado en sitios donde existen condiciones de humedad y sequedad, pues pueden ocasionarle distorsiones, grietas o levantamientos; igualmente, donde se empleen ácidos y sustancias tóxicas, como plaguicidas. Entre sus ventajas se señalan: buena apariencia, comodidad, facilidad de reparación y resistencia a la abrasión.

Pisos de corcho. Entre las cualidades de este material se encuentran: aislamiento térmico y sonoro, elasticidad, antirresbaladizo y resistente a tráficos ligeros. No es adecuado en sitios húmedos ni para soportar cargas pesadas.

Cerámica. Se utilizan baldosas, losas, baldosines de archilla, arenas y feldespatos. Son de fácil limpieza y resistentes a la acción de químicos. Pueden mejorar su poder antirresbaladizo si se fabrican con relieve. En establecimientos que requieren de gran limpieza, como es el caso de plantas pasteurizadoras de leche, se utilizan baldosas de cerámica vitrificada.

Comparación entre los diferentes materiales: en el cuadro No. 1.4 se presenta información basada en ensayos de laboratorio y observación de materiales.

CUADRO 1.4

Propiedades del suelo industrial

Tipo de terminado	Resistencia al				Calor	Regularidad	Facilidad de limpieza	Facilidad de reparación
	Uso	Impacto	Huella	Deslizamiento				
Cemento Portland <i>in situ</i>	MB-P	B-P	MB	B-N	P	P	P	P
Cemento prefabricado Portland	MB-B	B-N	MB	B-N	P	P	B-N	MB
Hormigón de alta alúmina, <i>in situ</i>	MB-P	B-P	MB	B-N	P	P	B-N	N
Cemento de óxido magnesio y cloro	B-N	B-P	B	N	N	N	B	N
Cemento con látex y caucho	B-N	B-N	N	B	N	N	B-N	B
Cemento de acetato de polivinilo	B-N	B-N	N	B	N	N	B-N	B
Bloque de madera dura	MB-N	MB-N	MB-N	MB	B	B	B-N	MB
Bloque de madera blanda	N-P	N-P	N	MB	B	B	B-N	MB
Baldosas de metal	MB	MB	MB	N-P			B-N	B-P
Baldosas de arcilla y ladrillos	MB-B	MB-N	MB	B-N	MP	MP	MB	MB-B
Resina epoxídica	B-N	B-N	MB	MB-N	N	N	B-N	B
Resina de poliéster	N	B-P	MB	B-N	N	N	B	B

CONVENCIONES

- MB = Muy bueno
- B = Bueno
- N = Normal
- P = Pobre
- MP = Muy pobre.

PASILLOS

Los pasillos deberán tener una amplitud adecuada al número de personas que transite por ellos y a las necesidades del trabajo que se realiza.

Algunas normas señalan las siguientes dimensiones:

- Pasillos principales, ancho mínimo: 1.20 m.
- Pasillos secundarios, ancho mínimo: 1.00 m.
- Separación entre máquinas y otros equipos: no menor de 0.80 m a partir del punto más sobresaliente de los elementos móviles de la máquina.
- Alrededor de hornos, máquinas o equipo generador de calor radiante, se dejará un espacio libre no menor de 1.50 m.
- Deben determinarse claramente los pasillos para tránsito de personas y de materiales. En las esquinas y en las intersecciones, se debe disponer de espejos y avisos de advertencia.
- Los pasillos no deben emplearse como sitios de almacenamiento.

RAMPAS Y ESCALERAS

Las rampas tendrán una pendiente que no exeda de 20° y deben construirse con material antirresbaladizo.

Las escaleras son planas, inclinadas, escalonadas y deben reunir ciertas características: las móviles, una pendiente de 30° a 35° , y las fijas de 75° a 90° respecto a la horizontal. Ambos tipos deberán construirse con material antirresbaladizo. La anchura de la escalera no debe ser inferior a 0.75 u 0.80 m; el ancho (huella) y la altura del peldaño (contrahuella) deben mantenerse uniformes. La altura de la contrahuella no debe ser superior a 0.20 m ni inferior a 0.12 m; el ancho mínimo recomendado para la huella es de 0.24 m más 0.25 m de reborde antirresbaladizo. Las escaleras fijas deberán llevar, como apoyo lateral, pasamanos ubicados a una altura entre 0.75 y 0.85 m respecto a los peldaños y separados de los muros unos 0.05 m. Para escaleras de más de 2 m de ancho se recomienda instalar, además, un pasamanos en la mitad. Los pasamanos de madera tendrán por lo menos 0.05 m de diámetro y los de tubo metálico 0.035 m. Todas las escaleras deben estar convenientemente iluminadas y contar con descansos cada 10 ó 12 peldaños. Tanto las escaleras como los descansos deben ofrecer suficiente resistencia para soportar una carga móvil no menor a 4.1 kg/cm^2 , con un factor de seguridad de 4.

SALIDAS

La salida es una vía de acceso continua y libre desde cualquier sitio de la edificación a otro situado en el exterior o en el vía pública.

Está constituida de tres partes:

- El trayecto recorrido internamente.
- La salida propiamente dicha o puerta.
- El área alcanzada externamente.

La salida puede ser horizontal o vertical e incluir salones, puertas, corredores, rampas, patios y escaleras, y debe conducir a un lugar seguro. Las escaleras en espiral no deben considerarse como una salida; las fijas a prueba de humos, con iluminación adecuada y aisladas del edificio por una puerta contra incendio, se estiman medios seguros de evacuación. Las exteriores son medios secundarios de escape y no se recomiendan para edificaciones con más de cuatro pisos o 13 m de altura.

Las salidas deberán ser suficientes en número y de dimensiones adecuadas, localizadas de tal forma que, en caso de fuego o emergencia, se pueda evacuar rápidamente el edificio sin pérdida de vidas humanas. El número de salidas depende del tipo y volumen del contenido del establecimiento.

La Norma 101 de la *National Fire Protection Agency* (NFPA), de los Estados Unidos de América, ordena dos puertas de salida por piso, incluyendo sótanos. Igualmente fija las distancias máximas desde cualquier sitio del establecimiento a la salida, que para locales muy peligrosos será de 23 m, de 30 m en los casos de riesgo intermedio y de 45 m si se trata de riesgo bajo.

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, señala para las puertas exteriores un ancho mínimo de 1.20 m, cuando el número de trabajadores no exceda de cincuenta, aumentándose 0.50 m por cada cincuenta trabajadores o fracción, adicionales.

Las puertas de salida deberán ser fácilmente visibles, iluminadas y señaladas, y abrirán hacia el exterior.