

## Distribución de Planta para la fabricación de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas

### Plant distribution for the manufacture of energy suppressing devices applied to work safety at heights

NAVA, Francisca†\*, ALVA, Rodrigo, FLORES, Francisco y BALTAZAR, Carlos

*Universidad Tecnológica del Valle de Toluca, Carretera del DF. Km. 7.5, Santa María Atarasquillo, Lerma, Edo. De México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Francisca, Nava*/ ORC ID: 0000-0001-8931-6770, CVU CONACYT ID: 507130

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Rodrigo Alva*/ ORC ID: 0000-0001-9434-4610

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Francisco Flores*/ ORC ID: 0000-0002-9354-2006, CVU CONACYT ID: 333455

ID 3<sup>er</sup> Coautor: *Carlos, Baltazar*/ ORC ID: 0000-0003-4131-7138

Recibido 2 de Enero, 2018; Aceptado 8 de Marzo, 2018

#### Resumen

El objetivo del proyecto realizado dentro de una empresa fabricante de dispositivos supresores de energía, es diseñar e implementar la distribución de planta adecuada que satisfaga los requerimientos del proceso de fabricación, mínimas distancias de recorrido, y condiciones de seguridad necesarias de un producto innovador. Para lograr el objetivo se identifican primeramente los equipos a instalar, (características y necesidades de operación), el proceso de fabricación y las condiciones adecuadas de seguridad para el personal y material. A partir de la información obtenida se inicia la distribución de equipamiento, mobiliarios, herramientas y pasillos, plasmándose en un plan layout del proceso, y complementario a este, se desarrolla un layout de riesgos basados en las normatividades vigentes, asegurando la confiabilidad en el proceso para los trabajadores y materiales. Para asegurar un manejo adecuado de materiales en sus diferentes etapas se diseñan equipos y contenedores que apoyarán en su manipulación y almacenaje. La contribución principal del proyecto es que la empresa inicie la fabricación de su producto innovador de forma planificada y ordenada y de esta forma minimizar costos de fabricación.

**Proceso, Distribución, Seguridad, Planta, Diseño.**

#### Abstract

The objective of the project was carried out in an energy suppression devices manufacturing company, is to design and implement the appropriate plant distribution that meets the requirements of the manufacturing g process, minimum distances of rounds, and necessary safety conditions of an innovative product. To achieve the objective, the equipment to be installed is first identified (characteristics and operational needs), then the manufacturing process and the adequate safety conditions for the personnel and material are identified too. Based on the information obtained, the distribution of equipment, furniture, tools and corridors begins and is captured in a layout of the process, thereupon, a risk layout is developed based on current regulations and ensuring reliability in the process for workers and materials. Equipment and containers are designed to support handling and storage to guarantee proper handling of materials in its different stages. The main contribution of the project is that the company starts the manufacturing of its innovative product in a planned and orderly manner to minimize manufacturing costs.

**Process, Distribution, Security, Plant**

**Citación:** NAVA, Francisca, ALVA, Rodrigo, FLORES, Francisco y BALTAZAR, Carlos. Distribución de Planta para la fabricación de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas. Revista de Invención Técnica 2018. 2-5:1-8

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: francisca.nava@utvtol.edu.mx )

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La distribución de equipos y áreas de trabajo dentro de cualquier empresa, representa un problema ineludible, que de no realizarse estratégicamente puede desencadenar situaciones críticas como: elevados recorridos, tiempos ociosos, pérdidas de materiales, accidentes, entre otros, por lo tanto al realizar una distribución de planta se debe buscar como objetivo; diseñar una disposición física que satisfaga de la manera más económica la cantidad y la calidad requeridas de producción, (Rigs, 2005).

Por lo anterior Richard Muther, afirma que la distribución en planta implica una ordenación física de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de la planta.

Una empresa fabricante de equipos supresores de energía aplicados a la seguridad del trabajo en alturas, requiere el diseño de su línea de producción de un producto innovador y para ello desea planear estratégicamente el proceso de fabricación, ya que en un lapso de seis meses desea iniciar operaciones en la fabricación del producto central y otros complementarios. Cabe señalar que la empresa recibe un apoyo económico gubernamental lo que demanda demostrar la operación de las instalaciones.

Por lo anterior, el proyecto realizado dentro de la empresa, consiste en diseñar e implementar una distribución de planta del área de maquinado, textil y de pintura, donde se fabricarán las etapas del proceso del producto innovador. Así mismo se pretende que el valor agregado que tenga el proyecto, es que conforme se vayan incorporando el equipamiento en las instalaciones de la planta, se vaya siguiendo una ubicación trascendental y evitar realizar al mínimo ajustes o redistribuciones de planta que podrían generar costos elevados. Cabe señalar que se tomaron en consideración algunas futuras ampliaciones que se realizarán en un mediano plazo.

Para lograr el objetivo del proyecto se inicia con la identificación de cada maquinaria, equipos de manejo de materiales y mobiliarios, necesarios para el proceso de fabricación, así como sus características dimensionales y de operación que se deben considerar para su correcta ubicación. Simultáneamente se estructurará el proceso de fabricación, identificando cada etapa y la secuencia que debe seguirse.

A partir de la información recopilada se distribuyen estratégicamente las áreas de trabajo, considerado primordialmente la secuencia del proceso de fabricación, las dimensiones de la maquinaria, el mobiliario de trabajo, los equipos de manejo de materiales, medidas de pasillos, ubicación de suministros (luz, agua, aire) y las necesidades de los trabajadores, lo anterior se representa en un layout, generando varias alternativas, para ser evaluadas e implementar la que satisfaga los principios de la distribución de planta y consecutivamente se realiza el diseño de equipo de manejo de materiales considerando la capacidad de planta esperada.

Para lograr un diseño óptimo de distribución de planta, se realiza conjuntamente un layout de riesgos, apegándose a las normatividades vigentes, para evitar algún tipo de sanción administrativa y económica por parte de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social al iniciar operaciones en la empresa.

## Desarrollo de Secciones y Apartados

### Identificación del equipamiento y sus características principales

Para la Distribución de Planta se determina el equipo que se requiere para la fabricación del producto, así como sus características principales como dimensión, necesidades de operación y mantenimiento, equipo y mobiliario. También se consideran los productos que se fabricaran en el proceso, además del producto innovador que es el elemento central del proceso. Dentro de la maquinaria se encuentran:

- Centro de maquinado
- Máquina dobladora y roladora
- Torno CNC
- Esmeril

- Sierra Cinta
- Máquinas de coser
- Mesas de trabajo

Las dimensiones en las que se realizó la distribución de planta del área de maquinado y textil, fue en un espacio de 388 m<sup>2</sup> y del área de pintura en 14.84m<sup>2</sup>.

Para la ubicación de los equipos se considera el espacio necesario para operarlos y así como el requerimiento de área para el mantenimiento de los mismos.

### Desarrollo del Proceso de Fabricación

En el diseño y operación de un proceso de fabricación se deben considerar cada una de las etapas de transformación de un producto iniciando desde la entrada de la materia prima, hasta el embalaje del producto terminado.

Para diseñar correctamente la línea de producción del producto innovador, se analizan cada una de las operaciones, tomando de referencia un producto del mismo ramo. Las principales operaciones secuenciales que se determinan son:

1. Transporte de todos los insumos del arnés de la bodega de almacenaje hacia la línea de ensamble.
2. Fabricación de anillos en D, hebillas y elementos de ajuste (en áreas de maquinado).
3. Ensamble y cocido de trabillas, hebillas, etiquetas y elementos de ajuste a cinta de alta resistencia de parte superior, revisión respecto de la hoja de instrucción de trabajo de ensamble de elementos de unión parte superior.
4. Ensamble y cocido de arnés a sistema ergonómico, revisión respecto de la hoja de instrucción de trabajo de ensamble arnés-sistema ergonómico.
5. Espera del proceso de certificación del producto.
6. Liberación y embalaje del producto.

### Layout de Distribución de Planta

Para diseñar una correcta distribución en planta, se requiere encontrar la forma más ordenada de ubicar los equipos y áreas de trabajo y así lograr la forma más eficiente y económica de generar algún producto, garantizando la seguridad y satisfacción del personal que realiza el trabajo. Antes de iniciar las propuestas de distribución de planta, que serán evaluadas por la dirección de la empresa, se establecen los principios a los cuales se debe apegar el proyecto.

1. El control y supervisión del proceso; debe existir la visibilidad de las diferentes áreas de producción, por lo tanto, determinar la orientación que tendrán los equipos.
2. Satisfacción del personal, se atienden cuestiones de espacio para realizar sus tareas, iluminación, ventilación y rutas directas de acceso.
3. Flujo del trabajo, seguir movimientos de trabajo directos, evitando retrocesos, cruces y esperas.
4. Utilización efectiva del espacio, analizar los diferentes movimientos que realiza el producto, las personas y la información, buscando su minimización y por lo tanto la cercanía entre las tareas secuenciales.
5. Seguridad en el proceso, considerar la seguridad en el movimiento y trabajo tanto del personal como de los materiales, atendiendo los requisitos de operación.
6. Flexibilidad. En la distribución se considera una expansión de la planta, ya que la empresa planea a mediano plazo un área de inyección de plástico y un laboratorio de pruebas.

Finalmente, se consideran los servicios que se requieren durante el proceso, como son; el suministro de energía (instalación eléctrica), aire (instalación neumática - compresores) y agua (instalación hidráulica).

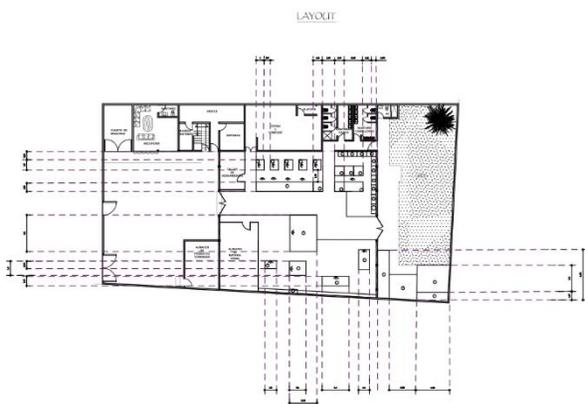
Las dimensiones en las que se realizó la distribución de planta del área de maquinado y textil, fue en un espacio de 388 m<sup>2</sup> y del área de pintura en 14.84m<sup>2</sup>.

El área de pintura aún no está acondicionada, caso contrario a las otras dos áreas, pero se toma en consideración para seguir el flujo correcto del proceso. En la siguiente figura 1 se muestra el área designada para la etapa de pintura del producto.



Figura 1 Área de pintura

Otro elemento a considerar dentro de la distribución de planta, es la relación del proceso con los almacenes de materia prima y producto terminado, ya que el primero es donde se inicia el proceso y por lo tanto es factor determinante para cumplir con los objetivos organizacionales de la empresa. Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (por ejemplo: inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares). (Maynard, 2014) En la figura 2 se muestra la distribución de planta aprobada por la empresa, no sin antes manifestar para llegar a esta aprobación se realizaron alrededor de cinco propuestas, que fueron evaluadas metódicamente y que se apegaron a los principios establecidos previamente.



MAQUINARIA	
SIERRA CINTA	o
CENTRO DE MAQUINADO	o
TORNO CNC	o
ESMERIL	o
ÁREA DE ENSAMBLE	o
DOBLADORA Y ROLADORA	o
MAQUINA DE COSER 1-5	o
MESA DE ENSAMBLE	o
CONTENEDOR 1-5	o
MESA DE INSPECCION	o
RACK 1 - 10	o
ALMACEN DE TUBO	o
ALMACEN DE BARRANDAS TER	o
AREA DE PINTURA	o
ALMACEN DE PINTURA	o

Figura 2 Layout de distribución de planta

### Layout de riesgos de trabajo

Una correcta distribución de planta, debe garantizar un mínimo de riesgos de trabajo, que no pongan en peligro tanto la integridad del trabajador como de los materiales, es por ello que se señalizan las áreas de riesgo y se colocan las señalizaciones correspondientes y esto se plasma en un layout de riesgos.

En este layout se especifican las áreas de riesgo, de acuerdo a las normas:

- a. Norma Oficial Mexicana NOM-003 SEGOB/2002. Señales y avisos para protección civil. Colores, formas y símbolos a utilizar.
- b. Norma Oficial Mexicana NOM-018 STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- c. Norma Oficial Mexicana NOM-026 STPS-2008. Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

En el layout de riesgo se representan las señalizaciones en materia de protección civil que permitan al personal de la empresa identificar los mensajes de información, precaución, prohibición y obligación para actuar de manera correcta ante una situación y evitar algún tipo de siniestro.

Las señalizaciones se realizaron de acuerdo a un estudio previo considerando las condiciones existentes y se colocaron en el lugar donde se necesite su uso, donde el personal tenga un tiempo suficiente para captar el mensaje.



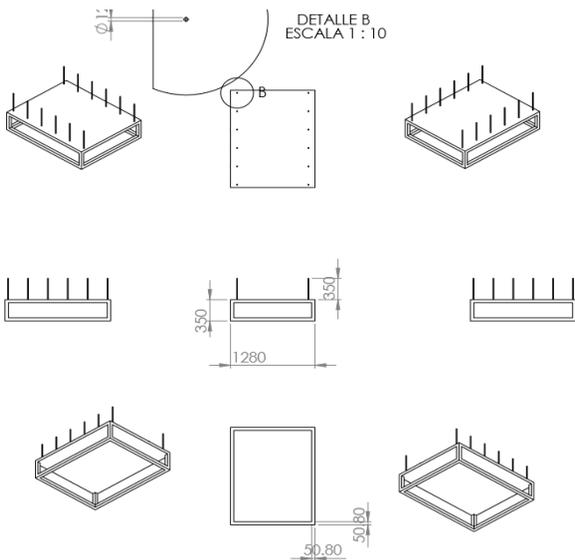


Figura 5 Diseño de soporte de barandas

Una característica que tendrá el soporte de barandas es que puede emplearse tanto para el proceso de pintado, como de secado y almacenamiento de las mismas y esto se visualiza en el diseño 3D de las figuras 6 y 7.

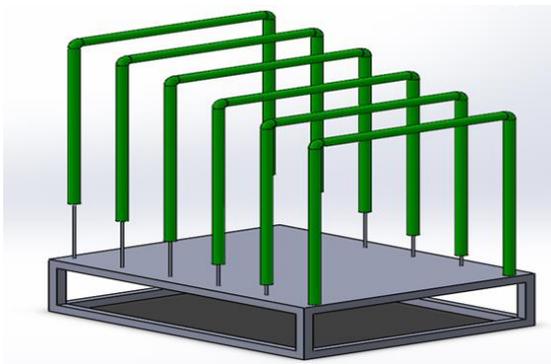


Figura 6 Vista frontal de soporte de barandas

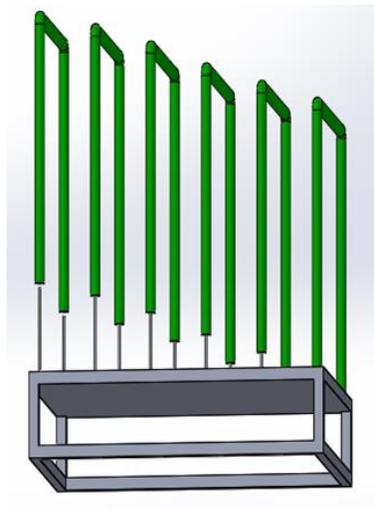


Figura 7 Vista lateral de soporte de barandas

### Contenedor para materia prima de la maquina dobladora y roladora

Para el área de la máquina dobladora y roladora se propone un contenedor metálico donde se puedan colocar los tubos metálicos de forma vertical y con una charola movable para colocar materiales con menor longitud. Los tubos son la materia prima del proceso de doblado y rolado, cabe resaltar que se consideran las diferentes dimensiones que puede tener el tubo, de acuerdo a la gama de productos que se pretenden fabricar en este proceso. En la siguiente figura 8 se muestra el diseño y dimensiones del contenedor.

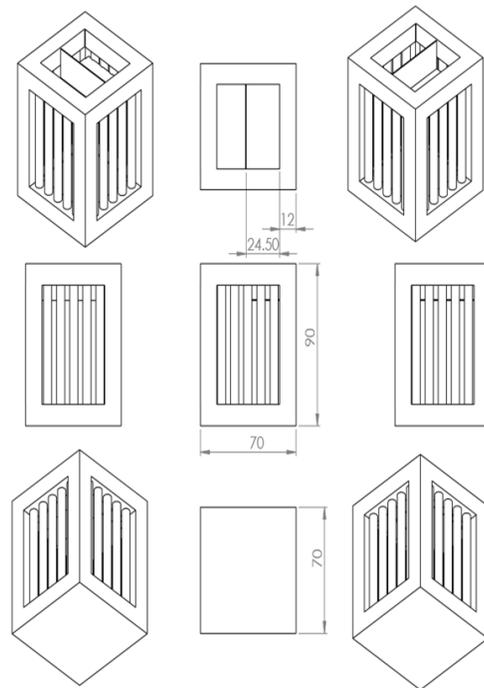
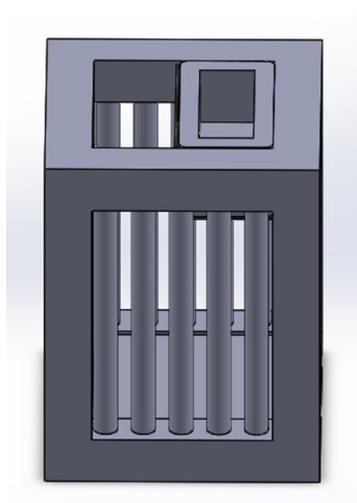


Figura 8 Contenedor del proceso de doblado y rolado

En las figuras 9 y 10 se observa el contenedor y la posición que tendrían los tubos al ser almacenados, siendo referencia importante la capacidad de producción que tendrá el área.



Figura 9 Contenedor de tubos



**Figura 10** Contenedor de tubos

## Resultados

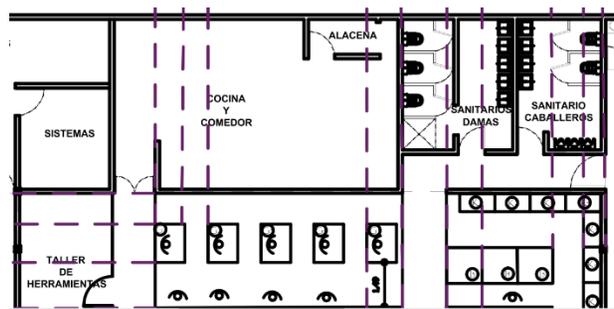
Considerando cada uno de los criterios establecidos para la distribución de planta, se generaron alrededor de cinco propuestas, las cuáles fueron evaluadas, desde de la distancia, seguridad, secuencia del proceso, supervisión y control, servicio, capacidad de planta entre otras.

Espacio asignado por área	
Planta Baja	M <sup>2</sup>
Producción	388.06
Cuarto de máquinas	21.95
Ventas	48.07
Sanitarios	8.13
Escalera	6.77
Recepción	28.59
Sanitarios	41.21
Cocina y Comedor	51.55
Total	594.33

**Tabla 1** Asignación de áreas

A partir de la aprobación de la mejor propuesta de distribución de planta, en la Tabla 1, se presenta el espacio designado para cada uno de los departamentos y áreas en la empresa, necesarias para cumplir con los planes de producción.

Finalmente una vez aprobado el layout de la distribución de planta, se realiza la delimitación física de las áreas de trabajo y marcación del contorno de equipos y mobiliario, para que al ingresar la maquinaria a la planta ubicarlas de acuerdo al lugar asignado en el layout. En la figura 11 se pueden observar algunas de las áreas delimitadas.



**Figura 11** Delimitación de áreas

## Agradecimientos

A las alumnas Emelin Paola Ballesteros Ortega y Gabriela González Velázquez.

A la Universidad Tecnológica del Valle de Toluca.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (Comecyt)

## Conclusiones

La distribución de planta conlleva a una serie de análisis de información que permitan realizar una ubicación correcta de todos los elementos que intervienen en un proceso de fabricación, siempre buscando la minimización de costos.

Para las pequeñas empresas, o de nueva creación muchas veces la ubicación que se asigna a sus equipos, mobiliario y personal se realiza acuerdo a la disponibilidad de espacio, y con el paso del tiempo es difícil percatarse que se tienen altos costos de fabricación por movimientos innecesarios en el flujo de materiales y personal.

Las nuevas empresas o pequeñas empresa deben planear correctamente su proceso de fabricación desde la distribución de planta, ya que esto generará disminución de costos en una redistribución de planta o expansión de la misma. Lo anterior fue la razón principal por la cual, la empresa fabricante de dispositivos supresores de energía aplicados a la seguridad de trabajo en alturas, solicitó el proyecto de la distribución de planta de su nueva línea de producción.

El objetivo del proyecto se cumplió satisfactoriamente, ya que se logró una ubicación estratégica de cada uno de los elementos del proceso de fabricación, considerando sus necesidades y la ampliación a corto plazo con el proceso de inyección de plástico y un laboratorio de pruebas.

Finalmente es importante señalar que fue posible participar en la instalación de algunos equipos y observar el cumplimiento de los requerimientos de operación.

### Referencias

Monks, Joseph G. (2004) *Administración de Operaciones*, Editorial Mc Graw Hill

Muther, R. (1981). *Distribución de planta*. Barcelona: S.A. Editorial Hispano Europea.

Riggs James L.(2005), *Sistemas de Producción, Planeación, Análisis y Control*, Tercera Edición, Editorial Limusa Wiley

Zandim, Kjell B., (2014) *Manual del Ingeniero Industrial*, Quinta Edición, Editorial Mc Graw Hill