

Estudio de localización y distribución de planta para una maquiladora de productos textiles de la región de Misantla, Ver.



Colaboración

César Argüelles López; Edwin Daniel Méndez Cruz; Miguel Ángel López Ramírez; Instituto Tecnológico Superior de Martínez de la Torre, Ligia Herrera Franco, Investigador independiente

RESUMEN: Esta investigación muestra un caso de estudio de localización y distribución de planta para una empresa de confeccionistas y maquiladores, la cual fue generada a través de dos fases: en la primera, se realizó un diagnóstico de las necesidades de la empresa y se determinó la localización del nuevo taller mediante la aplicación del método de Brown and Gibson; en la segunda fase, se obtuvo la distribución de las áreas de trabajo de acuerdo con la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP). Además de la determinación de la localización y distribución del nuevo taller, se usó software de Diseño Asistido por Computadora (CAD) para la creación del Layout. El objetivo de la investigación fue determinar la localización y generar la distribución óptima para el mejoramiento de las operaciones de la empresa “Confeccionistas y maquiladores del ejido La isla”, obteniendo mejoras como reducción de recorridos, mejora del flujo de materiales y áreas mejor distribuidas. La metodología empleada demuestra que se pueden reducir problemas por la mala localización y distribución de planta, los cuales afectan a la mayoría de las empresas a largo plazo, generando costos elevados por transporte y entorpecimiento del flujo de materiales en el proceso productivo.

PALABRAS CLAVE: Diseño, Distribución, Localización, Mejora, Planta.

ABSTRACT: This research shows a case study of plant location and distribution for a garment and maquiladora company, which was generated through two phases: in the first, a diagnosis of the company's needs was made and the location was determined of the new workshop by applying the Brown and Gibson method; In the second phase, the distribution of the work areas was obtained according to the application of the Systematic Layout Planning (SLP) methodology. In addition to determining the location and distribution of the new workshop, Computer Aided Design (CAD) software was used to create the Layout. The objective of the investigation was to determine the location and generate the optimal distribution for the improvement of the operations of the company “Confeccionistas y maquiladores del ejido La isla”, obtaining improvements such as reduction of routes, improvement of the flow of materials and better distributed areas. The methodology used shows that problems can be reduced due to the poor location and distribution of the plant, which affect most of the companies in the long term, generating high costs for transport and impeding the flow of materials in the production process.

KEYWORDS: Design, Distribution, Location, Improvement, Plant.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se presenta un estudio de localización y distribución de planta para la PyME denominada “Empresa de confeccionistas y maquiladores del ejido La isla”, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Nautla, Ver. Actualmente, la empresa mantiene una distribución inadecuada donde las áreas han ido agregándose de acuerdo con las necesidades que van surgiendo a través del tiempo. Esto ha ocasionado el interés del propietario por crear un nuevo taller en una mejor ubicación que le permita estar más cerca de sus proveedores y con mayor posibilidad de crecimiento. Para ello, se aplicó el método de Brown y Gibson y la

metodología SLP para posicionar a la empresa en un área geográfica dentro de la región, donde exista un equilibrio entre los costos generados por suministros, el transporte y las relaciones con los clientes, disminuyendo distancias y mejorando a su vez el flujo de las operaciones productivas de la empresa.

Fundamentos teóricos

La localización y distribución de instalaciones es una de las decisiones clave que determinan la eficiencia de las operaciones a largo plazo. La distribución de instalaciones tiene numerosas implicaciones estratégicas porque establece las prioridades competitivas de la organización en relación con la capacidad, los procesos, la flexibilidad y el costo [1].

De acuerdo con Meyers y Matthew [2], el diseño de las instalaciones de manufactura y manejo de materiales afecta casi siempre a la productividad y a la rentabilidad de una compañía, más que cualquiera otra decisión corporativa importante. Las actividades industriales desarrolladas en entornos competitivos se rigen cada vez más por las condicionantes de un mercado exigente y selectivo, en el que la eficiencia en el desempeño de todas las facetas del proceso productivo se hace condición necesaria para la subsistencia de la empresa. El éxito vendrá condicionado, entre otros factores, por la optimización de los costos de producción y una flexibilización de los procesos que permita hacer frente a un entorno cambiante [3].

Moore [4] establece siete objetivos básicos a cumplir por la distribución en planta: simplificar al máximo el proceso productivo, minimizar los costos de manejo de materiales, tratar de disminuir la cantidad de trabajo en curso, aprovechar el espacio de la manera más efectiva posible, aumentar la satisfacción del operario y procurar la seguridad en el trabajo, evitar inversiones de capital innecesarias, y aumentar el rendimiento de los operarios estimulándolos convenientemente.

A través del tiempo, el problema de distribución en planta ha sido entendido de distintos puntos de vista; Caputo, et al. [5] afirman que este problema consiste en encontrar la disposición espacial óptima de un conjunto de instalaciones teniendo en cuenta las conexiones que debe existir entre ellas para organizar de manera más eficiente la producción y aumentar la seguridad de la planta. Existen diferentes métodos para generar propuestas de localización de planta, tanto métodos cualitativos como cuantitativos. Los métodos cualitativos, del tipo de matrices de selección por puntos, consisten en calificar a las localizaciones propuestas, a partir de una valoración de los factores ponderados, que son objeto del análisis [6], de esta forma, las puntuaciones obtenidas en la calificación corresponden a un porcentaje de la localización ideal (100 %) [7]. En cuanto a las escalas de valoración, se utiliza una técnica denominada "Escala de Orden" [8] en la cual se establece una jerarquía entre los distintos elementos objeto de valoración. Estas son escalas cualitativas, la unidad que ocupa el primer puesto vale más que la segunda y ésta que la tercera, pero no puede inferir-

se cuanto más. Una variación del método anterior fue propuesta por Brown y Gibson, donde se combinan factores posibles de cuantificar con factores subjetivos, asignándoles una ponderación relativa, para obtener una medida de preferencia de localización [9].

En la actualidad, las empresas se enfrentan a un ambiente cambiante e incierto, por lo que cada vez los proyectos de localización y redistribución de planta son más comunes; es necesario aclarar que los proyectos de redistribución de planta consisten en la reorganización de los equipos, departamentos y recursos existentes en la planta, con el fin de mejorar su desempeño [10], mientras que la localización sirve para determinar la ubicación ideal para que la planta se instale, considerando diversos factores que detonaran el crecimiento de esta a futuro. De acuerdo con la investigación realizada por Valencis [11] se obtuvo una reducción de costos del 46% aplicando metodología SLP en una planta procesadora de alimentos, de igual manera Martínez, et al. [12] en su aplicación de la misma metodología obtuvo una tasa de retorno superior al 600% debido a una mejor distribución.

El objetivo de la investigación es generar una alternativa viable de ubicación y distribución de planta para la empresa de confeccionistas y maquiladores del ejido "La isla", a través del método de Brown y Gibson y la metodología SLP.

MATERIAL Y MÉTODOS

El proyecto fue desarrollado para un taller de confeccionistas y maquiladores ubicado en la comunidad de la Isla de Chapa Chapa, perteneciente al municipio de Nautla, Veracruz, el cual presenta áreas de oportunidad para su desarrollo y posicionamiento en el mercado, a pesar de la notoria demanda de sus productos.

De acuerdo con un diagnóstico realizado y las necesidades de la empresa, se propuso realizar un estudio de localización y distribución de un nuevo taller para mejorar sus operaciones desde un punto estratégico.

La metodología utilizada para el desarrollo del proyecto se presenta en la figura 1.

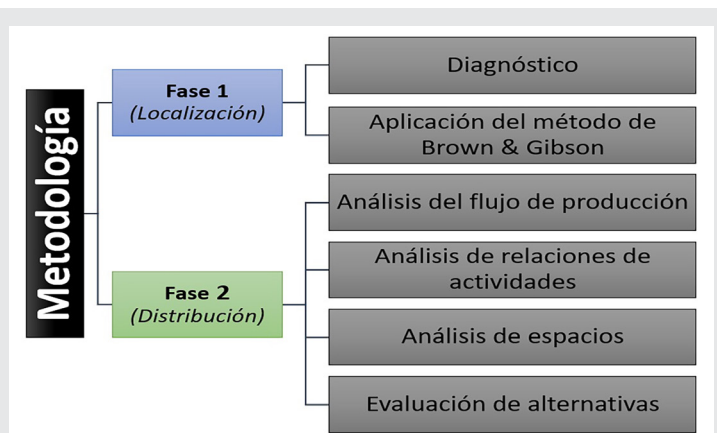


Figura 1. Metodología de localización y distribución. Elaboración propia.

Fase 1.- Localización

La determinación de la mejor alternativa para la localización del nuevo taller se llevó a cabo considerando un diagnóstico preliminar de la empresa y a través del método de Brown y Gibson, por el cual, mediante la definición de los factores de interés y su evaluación, se pudo obtener la mejor alternativa. Para ello, se definieron los factores de impacto, se hizo el cálculo del factor objetivo por cada locación (FO_i), la estimación de los factores subjetivos (FS_i) y el cálculo de la medida de preferencia (MPL_i) para obtener la mejor alternativa de localización.

Definición de factores

El primer paso para la aplicación del método de Brown y Gibson es identificar los factores de mayor impacto de acuerdo con las necesidades de la empresa como el suministro de servicios, cercanía con los proveedores que suministran la materia prima, los costos por transporte y arrendamiento principalmente (Tabla 1).

Obtención del factor objetivo (FO_i)

Después de identificar los factores de mayor impacto se procedió a calcular el factor objetivo (FO_i) aplicando la ecuación 1. La tabla 1 muestra los costos por cada factor de acuerdo con las tres alternativas para la localización de la nueva planta.

$$FO_i = \left[COF_i \sum \frac{1}{COF_{in}} \right]^{-1} \quad \text{Ec. (1)}$$

Tabla 1. Costos de los factores por cada locación propuesta.

	MARTÍNEZ DE LA TORRE (a)	MISANTLA (b)	LA ISLA DE CHAPA CHAPA (c)
Gastos de arrendamiento	\$81,600.00	\$64,800.00	\$10,800.00
Contratación de luz y agua	\$86,400.00	\$85,300.00	\$91,700.00
Gasolina	\$38,400.00	\$41,200.00	\$45,400.00
Contratación de MO calificada	\$1,041,566.40	\$1,035,014.40	\$1,674,188.00
Gastos de materia prima	\$112,600.50	\$110,015.00	\$114,000.38
Teléfono	\$6,580.00	\$6,216.00	\$5,800.00
TOTALES	\$1,367,154.90	1,342,545	\$1,941,888.33

De acuerdo con la sustitución de los datos de la tabla 1 en la ecuación 1, se obtuvo el factor objetivo de cada locación i .

$$FO_a = \left[1367154.90 \left(\frac{1}{1367154.90} + \frac{1}{1342545.40} + \frac{1}{1941888.38} \right) \right]^{-1} = 0.853$$

$$FO_b = \left[1342545.40 \left(\frac{1}{1367154.90} + \frac{1}{1342545.40} + \frac{1}{1941888.38} \right) \right]^{-1} = 0.087$$

$$FO_c = \left[1941888.38 \left(\frac{1}{1367154.90} + \frac{1}{1342545.40} + \frac{1}{1941888.38} \right) \right]^{-1} = 0.06$$

Estimación de factores subjetivos (FS_i)

Después de realizar el cálculo de los (FO_i), se procedió a estimar cada factor subjetivo por locación (FS_i) aplicando la ecuación 2.

$$FS_i = \sum (R_{ij} * W_j) \quad \text{Ec. (2)}$$

Para aplicar la formula, se procedió a definir los factores identificados en la tabla 2 (K_i).

Tabla 2. Ponderación de cada factor subjetivo.

	A	B	C	SUMA
(K1) Efecto sobre las inversiones en altura sobre el nivel del mar	0.60	0.60	0.60	1.80
(K2) Temperatura/Humedad	0.70	0.70	0.70	2.10
(K3) Disponibilidad	0.90	0.90	0.30	2.10
(K4) Proveedores	0.90	0.70	0.60	2.20
(K5) Los suministros y servicios existentes en la zona	0.90	0.60	0.60	2.10
(K6) La posibilidad de abastecerse en la zona	0.90	0.80	0.10	1.80
SUMA	4.90	4.30	2.90	

*(A) Martínez de la Torre; (B) Misantla; (C) Chapa Chapa

El cálculo del índice de importancia relativa (W_j) para cada factor K_i , se obtuvo al dividir la suma de las ponderaciones por factor entre cada ponderación aplicada a cada locación i . Como resultado se obtuvo la tabla 3.

Tabla 3. Índices de importancia relativa W_j

SUMA	Wa	Wb	Wc
1.80	0.333	0.333	0.333
2.10	0.333	0.333	0.333
2.10	0.429	0.429	0.143
2.20	0.409	0.318	0.273
2.10	0.429	0.286	0.286
1.80	0.500	0.444	0.056

El cálculo del ordenamiento jerárquico (R_{ij}) se obtuvo al dividir cada ponderación entre la suma de ponderaciones de cada locación i . Como resultado se obtuvo la tabla 4.

Tabla 4. Ordenamiento Jerárquico R_{ij} .

SUMA	4.90	4.30	2.90
RK1	0.122	0.110	0.207
RK2	0.143	0.163	0.241
RK3	0.184	0.209	0.103
RK4	0.184	0.163	0.207
RK5	0.184	0.140	0.207
RK6	0.184	0.186	0.034

Al sustituir los W_j y los R_{ij} en la ecuación 2, se obtuvo el factor subjetivo por cada alternativa:

$$FS_A = 0.333 * 0.122 + 0.333 * 0.143 + 0.429 * 0.184 + 0.409 * 0.184 + 0.429 * 0.184 + 0.500 * 0.184 = 0.413$$

$$FS_B = 0.333 * 0.140 + 0.333 * 0.163 + 0.429 * 0.209 + 0.318 * 0.163 + 0.286 * 0.140 + 0.444 * 0.186 = 0.365$$

$$FS_C = 0.333 * 0.207 + 0.333 * 0.241 + 0.143 * 0.103 + 0.273 * 0.207 + 0.286 * 0.207 + 0.056 * 0.034 = 0.281$$

Obtención de la medida de preferencia de localización (MPL)

Finalmente, con los (FO_i) y los (FS_i) calculados, se obtuvieron las medidas de preferencia de localización para evaluar cada alternativa. Para realizar el cálculo se aplicó la ecuación 3.

$$MPL_i = k(FO_i) + (1 - k)(FS_i) \quad \text{Ec. (3)}$$

Al sustituir los valores, se obtuvo:

$$MPL_A = (0.7 * 0.853) + (0.3 * 0.413) = 0.721$$

$$MPL_B = (0.7 * 0.087) + (0.3 * 0.365) = 0.170$$

$$MPL_C = (0.7 * 0.060) + (0.3 * 0.281) = 0.126$$

Determinación de la mejor localización

De acuerdo con la aplicación del método de Brown y Gibson y la medida de preferencia de localización calculada, se determinó que la mejor alternativa para la localización del nuevo taller de la empresa es en Martínez de la Torre, Veracruz.

Fase 2.- Distribución

La segunda fase del proyecto fue determinar la distribución del nuevo taller, ya que diversos autores coinciden que una buena distribución de las áreas ayuda a mejorar significativamente las operaciones productivas. Para ello, fue necesario realizar un análisis del flujo de la producción, determinar las relaciones entre las actividades del taller, analizar las necesidades del sistema productivo y la disponibilidad de espacios.

Análisis del flujo de producción.

Este análisis se llevó a cabo utilizando diagramas de proceso y recorrido, determinando las características de cada subproceso para la fabricación de cada producto. Como resultado de este análisis se obtuvieron las etapas necesarias para la fabricación y las áreas requeridas, así como los espacios necesarios para las operaciones productivas.

Análisis de relaciones entre actividades.

Después de realizar el análisis del proceso, se procedió a generar un estudio para identificar las relaciones entre las actividades productivas con el propósito de determinar las áreas que mantienen mayor comunicación y requieren mantener relación cercana (Figura 2).

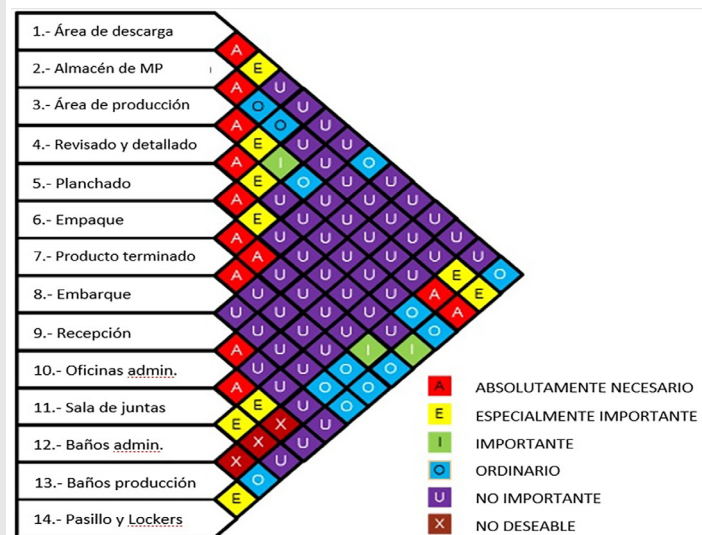


Figura 2. Diagrama de relaciones de actividades. Elaboración propia.

Análisis de necesidades y disponibilidad de espacios.

El análisis de las necesidades y la disponibilidad de espacio se llevó a cabo mediante la generación de diagramas de relación de espacios, siendo similar al diagrama relacional de actividades (Figura 3). También se realizó el cálculo para determinar las dimensiones de las áreas necesarias (Figura 4).

De acuerdo con los cálculos realizados, se obtuvo que para el espacio estático se requieren e 28.88 m², para el espacio gravitacional 31.65m² y finalmente para el espacio evolutivo 50.95m².

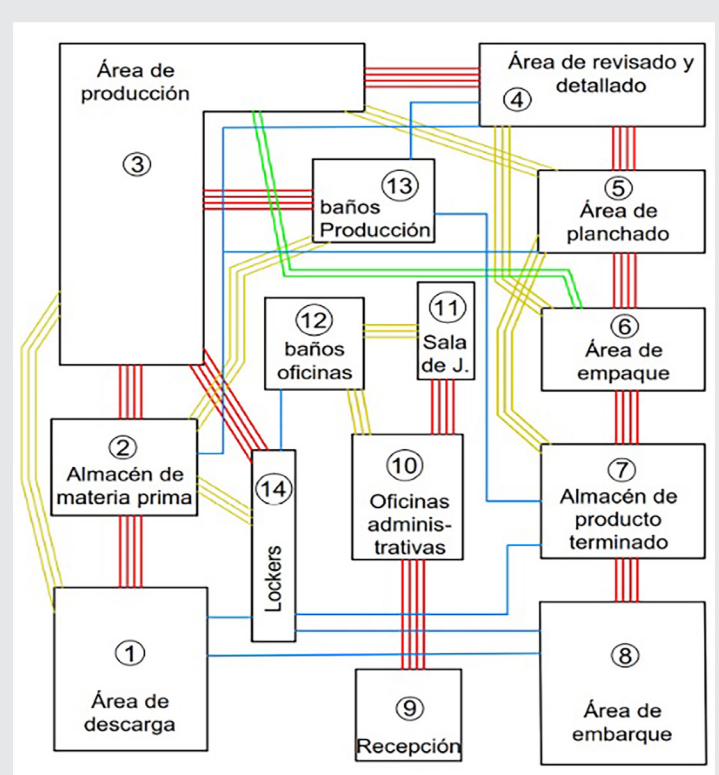


Figura 3. Diagrama relacional de espacios. Elaboración propia.

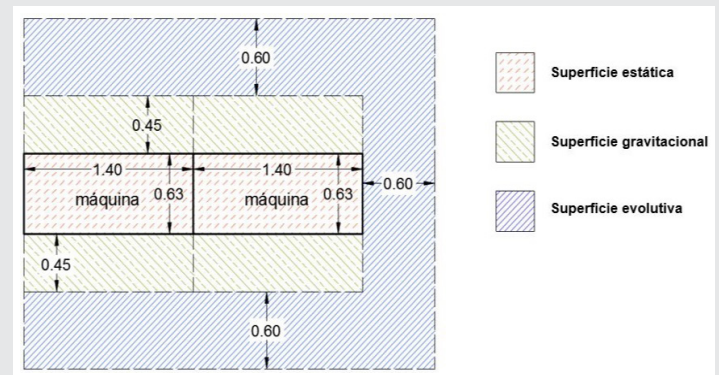


Figura 4. Requerimientos de espacios. Elaboración propia.

Evaluación de alternativas

Las alternativas fueron propuestas de acuerdo con el análisis relacional de áreas de trabajo con el fin de disminuir los recorridos y mejorar el flujo de proceso pro-

ductivo. De acuerdo con las alternativas generadas, la mejor de ellas se muestra en la figura 5.

de pérdida de tiempo y merma de materia prima hasta de un 20% aproximadamente. Además, al no contar con un área de carga y descarga apropiada, los empleados realizaban recorridos excedentes interrumpiendo otras tareas de manera frecuente, esto implicaba que el sistema productivo se viera retrasado hasta en un 30%.

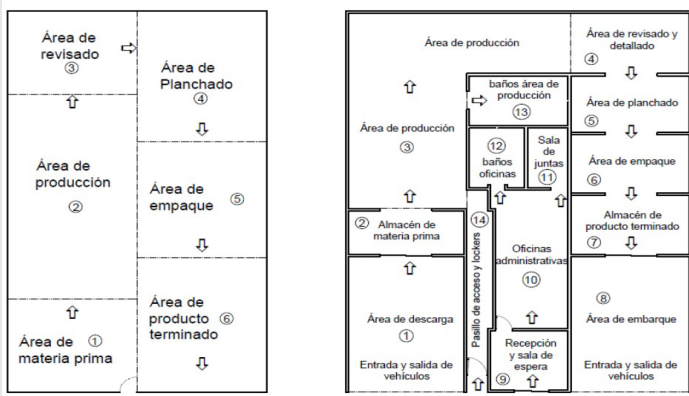


Figura 5. Distribución actual vs. distribución propuesta. Elaboración propia.

RESULTADOS

De acuerdo con el desarrollo de la metodología planteada para la localización y distribución de las áreas de trabajo para la empresa de maquiladores y confeccionistas. Se obtuvo que la localización para el nuevo taller es en la ciudad de Martínez de la Torre, Veracruz. La distribución resultante para el taller se muestra en la figura 6. La figura 7 muestra el layout del taller realizado en software CAD.

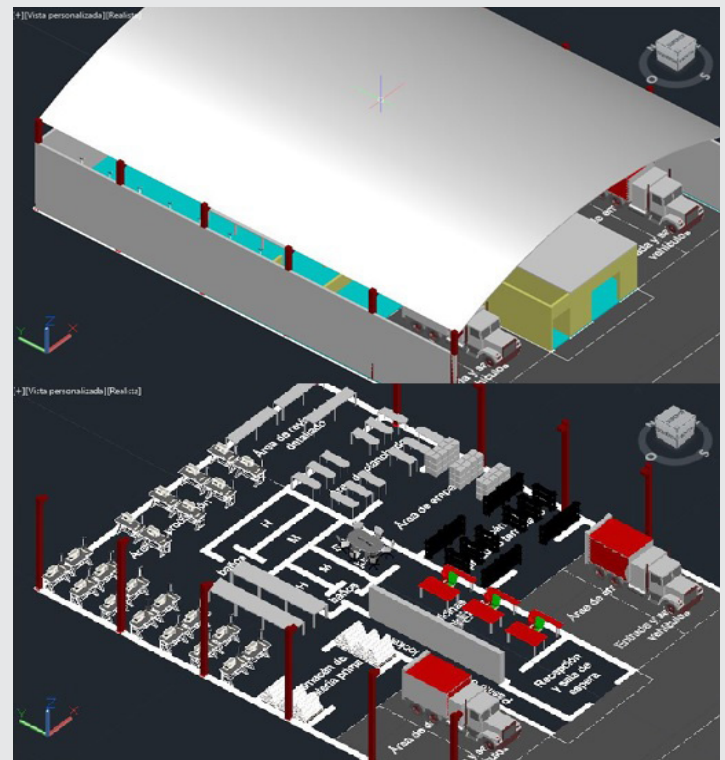


Figura 7. Layout de la distribución resultante de la planta. Elaboración propia.

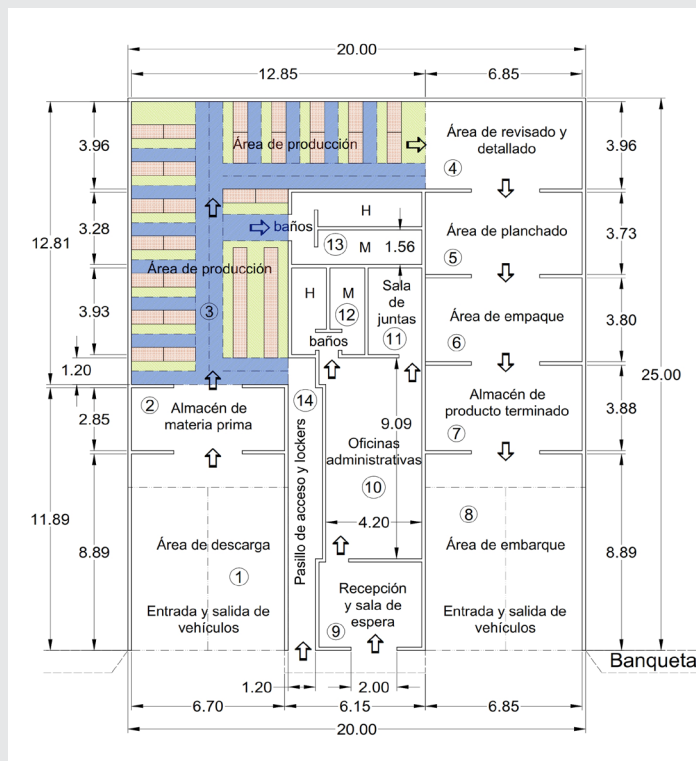


Figura 6. Propuesta de distribución del taller. Elaboración propia.

Con la nueva ubicación de la planta y la distribución propuesta, los recorridos serán más cortos debido al ordenamiento de las áreas y se espera que las cargas y descargas de los vehículos sean 50% más rápidas en comparación con la distribución anterior.

Discusión.

De acuerdo con Orozco y Cervera (2013), la simulación permite tomar mejores decisiones, es por esto que la simulación de las diversas alternativas generadas por la metodología SLP tienen como propósito el “organizar algunos elementos (departamentos, grupos de trabajo, puestos de trabajo, maquinarias y equipos, entre otros), de manera tal que garantice un flujo de trabajo uniforme (en una fábrica) o un patrón de tráfico determinado.

Además, el uso de la metodología SLP permite afrontar el problema de distribución de planta de manera ordenada debido a la necesidad de desarrollar un procedimiento verdaderamente sistemático. La aplicación de esta metodología en el caso de estudio presentado en este artículo confirma que es necesario, para cualquier empresa, planear y organizar el diseño de sus instalaciones, ya que a largo plazo se generaran mejores beneficios.

Teniendo en cuenta la poca organización del sistema productivo de la planta actual, se detectaron problemas

CONCLUSIONES

La correcta localización y distribución de planta ha sido y seguirá siendo clave para el crecimiento de las empresas, ya que se minimizan algunos problemas de suministro y se mejora el flujo del proceso productivo al mantener cercanas aquellas áreas que mantienen una estrecha relación en sus operaciones.

Actualmente existen diversas metodologías para la distribución de planta, sin embargo, la metodología Systematic Layout Planning (SLP) ha sido de las más aceptadas por diversos autores para la solución de problemas de distribución de planta.

El estudio de localización y distribución del nuevo taller para "La empresa de confeccionistas y maquiladores del ejido La isla" representa una alternativa para el crecimiento y posicionamiento de la empresa. Sin embargo, es necesario mencionar que la empresa deberá emprender proyectos para mejorar su proceso productivo desde diferentes aspectos, desde la organización laboral hasta la estandarización de sus procesos administrativos y productivos.

Como trabajo futuro, se espera que se estandaricen los procesos de la empresa y se genere un plan estratégico y operativo para mejorar su productividad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] J. Heizer y B. Render, *Principios de administración de operaciones*, Séptima ed., México: PEARSON EDUCACIÓN, 2009, p. 752.

[2] F. Meyers y S. Matthew, *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, Tercera ed., México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006, p. 528.

[3] J. Diego, *Optimización de la distribución en planta de instalaciones industriales mediante algoritmos genéticos: aportación al control de la geometría de las actividades*, Valencia: Universidad de Valencia, 2006.

[4] J. Moore, *Plant layout and design*, New York: MacMillan Company, 1962.

[5] A. Caputo, P. Pelagagge, M. Palumbo y P. Salini, «Safety-based process plant layout using genetic algorithm», *Journal of Loss Prevention in the Process*, pp. 139-150, 2015.

[6] M. Tavella y J. Giordano, *Planificación Ambiental Estratégica y Desarrollo Sostenido. Asentamiento de Parques Industriales.*, Buenos Aires: Actas del XXII Congreso Interamericano de Ingeniería Química, 2006.

[7] M. Tavella, A. Miropolsky y M. Roxana, *Los Parques Industriales como Estrategia para el Desarrollo Sostenible en Ciudades de la Provincia de Córdoba. Córdoba.*, Córdoba: Actas del IV Congreso Internacional de Municipios y Servicios Públicos., 2007.

[8] D. Gómez, *Evaluación Ambiental Estratégica*, Madrid: Mundi Prensa Libros, 2007.

[9] N. Sapag y R. Sapag, *Preparación y Evaluación de Proyectos*, Santiago: McGraw-Hill Interamericana, 2000.

[10] L. Rivera, L. Cardona y L. Vásquez, «Selección de alternativas de redistribución de planta: un enfoque desde las organizaciones», *Sistemas & Telemática*, pp. 9-26, 2012.

[11] C. J. Collazos Valencis, *Rediseño del sistema productivo utilizando técnicas de distribución de planta*, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2013.

[12] A. Martínez Martínez, T. Lozada Trujillo, F. A. L. Carlos y C. g. Moras Sanchez, «Aplicación de la metodología SLP en la empresa "La vieja Molienda de Santa Maty" Para mejorar la distribución de sus componentes y uso de los espacios.» *Revista de la Ingeniería Industrial*, pp. 29-50, 2012.

[13] G. Arroyave Loaiza, P. Isaza Nieto y E. C. Jarrillo Soto, «Análisis de Sensibilidad en los Proyectos de inversión en Salud», *Salud pública de México*, pp. 318-327, 1993.

[14] G. Baca Urbina, *Evaluación de Proyectos*, México, D.F.: Mc GrawHill, 2010.

[15] C. & Calidad, «Consultoría en crecimiento de Pymes y Empresas Familiares», 17 Julio 2013. [En línea]. Available: <http://www.clasec.net/como-hacer-presupuestos-parte-3-presupuesto-de-inversiones/>. [Último acceso: 17 Octubre 2014].

[16] S. García Echevarría, *Teoría económica de la empresa*, Madrid, España: Díaz de Santos, 1994.

[17] H. M. D. P. A. Gonzales, *Proteccion releas*.

[18] L. Krajewski, L. Ritzman y M. Malhotra, *Principios de Administración de Operaciones*, México: Pearson Educación, 2008.

[19] M. Leyva, D. Mauricio y J. Salas Bacalla, «Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución.» *Industrial Data*, pp. 132-143, 2013.

[20] E. E. Orozco y J. E. Cervera, «Diseño y Distribución de Instalaciones Industriales apoyado en el uso de la Simulación de Procesos», *Investig.innov.ing.*, pp. 6-12, 2013.

[21] A. M. Paredes Rodríguez, K. A. Peláez Mejía, V. L. Chud Pantoja, J. L. Payan Quevedo y D. R. Alarcón Grisales, «Rediseño de una planta productora de lácteos mediante la utilización de las metodologías SLP, CRAFT y QAP», *Scientia et Technica*, pp. 318-327, 2016.