

Aplicación de metodología SLP para redistribución de planta en micro empresa colombiana del sector marroquinerero: Un estudio de caso

Application of SLP methodology for plant redistribution in Colombian micro-enterprise in the leather sector: A case study

DOI: <https://doi.org/10.17981/bilo.4.1.2022.11>

Fecha de Recepción: 23/03/2022. Fecha de Publicación: 21/06/22

Daniel Álvarez – Arias
Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
Dalvarez20@cuc.edu.co

Jeniffer De Ávila- Moore
Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
Jdeavila11@cuc.edu.co

Josué Hurtado – Rivera
Universidad de la Costa CUC. Barranquilla, (Colombia)
Jhurtado12@cuc.edu.co

Resumen

La distribución óptima en una planta o edificio permite desarrollar actividades de manera segura, que se desarrollen en el menor tiempo posible; eficiencia de uso de espacios y optimización de flujos internos. La metodología systematic layout planning (SLP) diseñado por Richard Muther en 1968, permite resolver problemas de distribución de planta, esta utiliza criterios cuantitativos para diseñar una distribución con el fin de aumentar el nivel de productividad y reducir costos.

Se aplica la metodología SLP en una microempresa marroquinera del sector industrial colombiano donde, en esta actualmente, se presentan retrasos en sus operaciones, ineficiencia en la utilización de espacios, dificultades para el mantenimiento de su planta y reducción en su productividad. La microempresa desea redistribuir la planta con fines de incrementar su capacidad productiva y optimizar el desarrollo de sus operaciones. Se establece una redistribución en planta mediante técnicas de estudio del trabajo e implementando la metodología SLP, donde se definen las relaciones de espacio y de proximidad entre áreas. La redistribución óptima se obtiene mediante el estudio, diseño y evaluación de diversas alternativas de distribución.

Por medio del SLP, se propone una redistribución de planta que permite minimizar los retrasos en las operaciones, aumentar la eficiencia en el uso de espacios, realizar mantenimientos y monitoreo de una manera más óptima a los procesos. Por otra parte, permite incrementar la capacidad productiva a partir de la reducción de recorridos, también, contribuye a la mejora del flujo interno y reducción de la congestión de este.

Palabras clave

Systematic layout planning, SLP, redistribución, optimización, flujo de materiales.

Abstract

The optimal distribution in a plant or building allows to develop activities in a safe way, that the product is developed in the shortest possible time, efficiency of use of spaces and optimization of internal flows. The systematic layout planning (SLP) methodology designed by Richard Muther in 1968, allows solving problems of plant distribution, this methodology uses quantitative criteria to design a distribution in order to increase the level of productivity and reduce costs.

The SLP methodology is applied in a leather goods micro-enterprise in the Colombian industrial sector where currently there are delays in its operations, inefficiency in the use of spaces, difficulties in maintaining the plant and reducing its productivity. The micro-enterprise wants to redistribute the plant in order to increase its productive capacity and optimize the development of its operations. A redistribution in the factory is established through work study techniques and implementing the methodology SLP, where the relationships of space and proximity between areas are defined. Optimal redistribution is achieved through the design, study, and evaluation of various distribution alternatives.

Through the SLP, a plant redistribution is proposed that allows to minimize delays in operations, increasing efficiency in the use of spaces, performing maintenance and monitoring processes in a more optimal way. On the other hand, it allows to expand the productive capacity from the reduction of routes, also contributes to the improvement of the internal flow and reduction of congestion.

Key Words

Systematic layout planning, SLP, redistribution, optimization, materials flow.

I. INTRODUCCIÓN

El tiempo y los costos son los factores más importantes en la planeación de las actividades operativa de una compañía, en general, una organización busca desarrollar procesos donde se emplee el menor tiempo posible, garantizar la calidad de sus productos, cumplir el tiempo pactado con el cliente y que los costos sean mínimos. La productividad en un taller se encuentra dependiente al diseño de planta, este último, permite el óptimo flujo de materiales y la distribución de espacios en una planta. La planeación sistemática de diseño (SLP) es el método más utilizado en el diseño de planta, en su ejecución se observa esquemáticamente la evolución de las mejorías y evaluaciones del diseño, el SLP surge una nueva distribución que permite mejor flujo de materiales y reducción de recorridos dentro del taller.

Se desarrolla la metodología systematic layout planning (SLP) en una microempresa marroquinera del sector industrial colombiano. Actualmente, esta compañía cuenta con una experiencia de 6 años en el mercado, su catálogo de venta se clasifica en productos de calzados, suvenires y bolso, la mayoría de sus productos son ofertados en un canal de distribución mayorista. La empresa se encuentra ubicada en Soledad-Atlántico y cuenta con una planta de 72 metros cuadrados. La empresa está presentando un incremento en su volumen de venta lo que le está permitiendo ser competitiva en el mercado.

La compañía está presentando retrasos en sus operaciones, ineficiencia en la utilización de espacios disponibles, dificultades para el manteniendo de su planta y reducción en su productividad. La microempresa desea redistribuir la planta con fines de incrementar su capacidad productiva y realizar las operaciones con mínimos recorridos, optimizando el flujo de materiales, desplazamiento de los operarios y reduciendo la congestión del flujo interno. En estudios previos, se determinó que una óptima distribución en planta afecta de manera positiva la reducción de tiempo de producción para cada producto. No se tiene en cuenta el factor económico en este estudio.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La metodología SLP fue diseñado por Richard Muther como una guía para el planeamiento de distribución en planta publicado en 1968, aunque creado para aplicar en cualquier uso se ha abordado con más fuerza para el área industrial [1]. La técnica del Systematic Layout Planning es de las más usadas en el mundo para la resolver problemas de distribución de planta, esta utiliza criterios cuantitativos para plantear la distribución de planta con el fin de aumentar el nivel de productividad y reducir costos [2] entonces las empresas tienden a contar con este método a la hora de tomar una decisión y ver cuál será más conveniente.

Este método resulta bastante beneficioso y efectivo para reducir costos en distintas áreas del proceso como puede ser el mantenimiento de este [3] por lo que hay que ver que esta técnica no solo se enfoca a dar soluciones generales del diseño de planta sino también a los procesos llevados alrededor de esta. Pero antes de proceder con cualquier planificación de diseño, se debe obtener todos los detalles relacionados con el proceso de producción y el flujo de materiales [4] siendo

así se debe tener en cuenta cada detalle para consolidar la mejor opción; es significativo evaluar los efectos a largo plazo de la modificación antes de hacer cualquier cambio en la distribución de las instalaciones [5] estos gastos se deben justificar y tener bases sólidas; conociendo las necesidades de espacio para cada una de las actividades involucradas, el área total necesaria debe ser en comparación con la superficie disponible [6] para que no se tenga planes sobre un espacio que no se posee.

Se tiende a relacionar todo este tema la ubicación de las máquinas, pero en realidad muchas veces este se ve más enfocado en darle seguridad al operario un ejemplo de esto puede ser en las plantas nucleares, estos operarios deben tomar decisiones, corregir problemas menores y evitar riesgos imprevistos utilizando los sistemas de alarma [7] por lo que se hace indispensable tener un diseño correcto de este sistema para la seguridad dentro de la planta y permitirles a los operarios desempeñarse con total libertad.

No por ser una metodología desarrollada hace bastante tiempo no significa que las industrias recientes no la empleen, al contrario de cómo se cree estas para sostenerse, hacen uso de metodologías o actividades que les permitan aumentar la eficacia de los procesos internos en las empresas, mejorando la calidad de los productos y sus tiempos de entrega, lo que satisface cada vez las expectativas de los clientes [8] por lo que es común encontrar esta metodología como la opción escogida para el layout.

La distribución dentro de la planta no se plantea para que sea fija y que no se le puedan aplicar cambios, eso se puede ver reflejado en empresas dedicadas a la fabricación de repuesto automotrices [9] estas buscan llevar su diseño actual hacia uno más flexible, capaz de adaptarse a las necesidades de producción futuras y todo lo referente a este campo.

También se puede ver en los fabricantes de productos electrónicos donde esta metodología es utilizada para como parte de la estrategia para representar la relación entre cada departamento para generar alternativas de diseño mejoradas [10] y con este tipo de industrias enfocada en distintos campos se nos muestran herramientas que facilitan la aplicación de esta metodología como lo es el software ARENA, este software actualmente es utilizado en el grado de ingeniería electrónica y automática como herramienta para la simulación de procesos discretos [11] entonces nos da la posibilidad de crear gemelos digitales de las posibles opciones de Layout dentro de la empresa sin necesidad de afectar muchos los costos dentro del presupuesto que se tiene hasta al momento. La manera de aplicar esta metodología depende directamente del capital que se posee debido a que este nos limita desde el comienzo las opciones al cambio que se tiene.

Las fases de esta metodología que según Muther [12] son 4:

Fase I: Localización

Se debe identificar el área que se pretende organizar. No es necesario que dicha área sea nueva debido a que puede ser el mismo, que necesita una redistribución, o de un espacio que está disponible. La localización de la planta o edificio se debe seleccionar teniendo en cuenta condiciones sociales, climatológicas, vías de acceso, ubicación de clientes, ubicación de salas de venta y otras consideraciones. En el proceso de localización se debe definir la macro localización y seguidamente la micro localización.

En esta fase se puede utilizar métodos de ubicación por centro de gravedad, ubicación por programación línea, método de ubicación Gibson and Brown, entre otros.

Fase II: Planteamiento General.

Se dispone totalmente de toda la superficie a utilizar, por lo cual, se identifican los sectores y los recorridos de manera que la disposición general, los una y el aspecto general de cada área importante queden determinados.

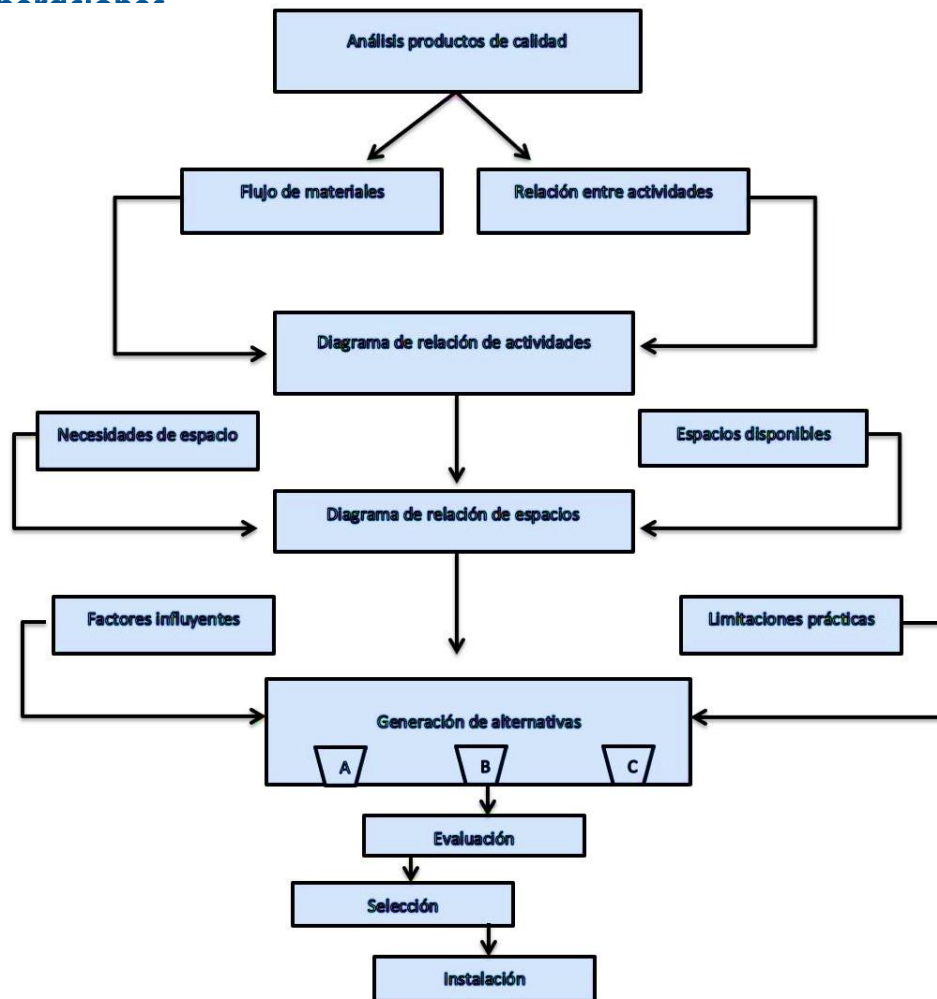
Fase III: Planteamiento Detallado

En esta fase se determina el emplazamiento de cada uno de los elementos físicos (máquina y equipo) de las zonas que se ha planteado con anterioridad.

Fase IV: Instalación

En esta última fase, se ve la preparación de la instalación, la obtención del conforme de la Dirección y los desplazamientos que requieren cada una de las máquinas y de los equipos.

Definida las fases y en que consiste cada una, se debe desarrollar la metodología mostrada a continuación para implementar SLP.



III. METODOLOGÍA

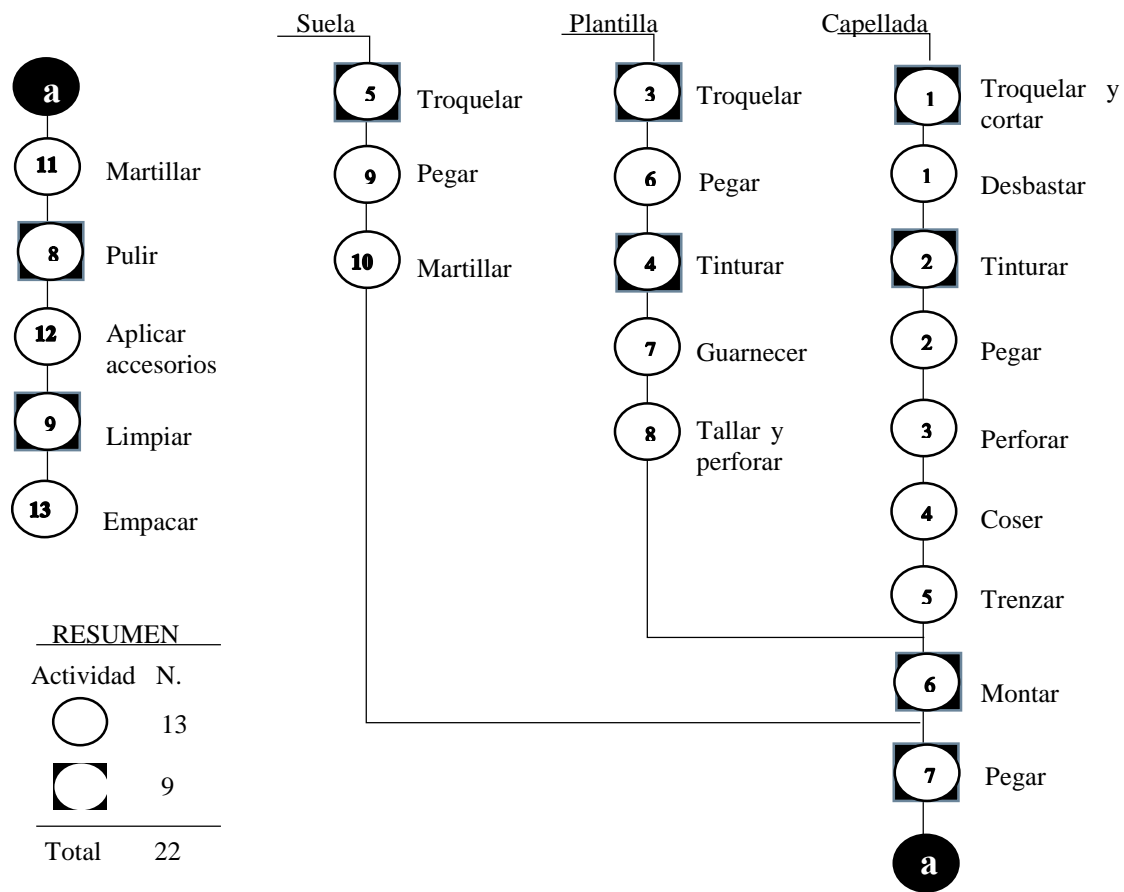
Se hace un diagnóstico en la microempresa para conocer información actual de la distribución en planta, dimensiones de área utilizada para cada departamento, el producto con mayor demanda histórica. A partir de la información de este último, se desarrolla un diagrama sinóptico esquematizando en él las actividades productivas necesarias para su fabricación, con respecto al recorrido que se debe realizar para las actividades productivas, se muestran en un diagrama de hilo.

Para el desarrollo de SLP, se desarrolla un diagrama de relaciones y uno relacional de espacios con el fin de conocer la relación de proximidad en cada actividad y área. Se estudia el área necesaria para cada departamento con el fin de mejorar el espacio utilizado y establecer las necesidades de espacio. Por otra parte, se evalúan alternativas de distribución del flujo materiales, recorrido para cada actividad y flujo de personal (todas estas variables incluidas en cada alternativa). Se determina la alternativa óptima y se representa en la distribución detallada.

IV. PLAN DE DISTRIBUCIÓN GENERAL

En la categorización de productos de venta de la microempresa, las abarcas trenzadas se encuentran en tipo A. La categorización está basada en unidades de venta, en este caso, los productos tipo A representan la mayor cantidad de unidades vendidas en un determinado tiempo. Por medio del diagrama sinóptico del proceso de fabricación de las abarcas trenzadas como se muestra en la figura 1, se conocen la agrupación de operaciones productivas en esta empresa. Se indica que, todas las agrupaciones involucradas en la elaboración de este producto son todas las áreas productivas con las que cuenta la empresa.

Figura 1, Diagrama sinóptico de la fabricación de sandalia tranzada.



Las operaciones productivas similares y el equipo están agrupada al proceso en función que llevan a cabo, la agrupación de operaciones son la siguiente: Troquelado y corte, desbastado y guarnecido, perforado y martillado, pintado - pegado y montado, pulido y limpiado y aplicar accesorio y empaçado. En la distribución en planta, esta también cuenta con las áreas de administración y almacenamiento de materias primas.

La microempresa, actualmente cuenta con 72 metros cuadrados en el punto de fábrica. Teniendo en cuenta la agrupación de operaciones, se esquematiza en la figura 2 la distribución actual y el área utilizadas para cada departamento

Figura 2, Distribución en planta actual

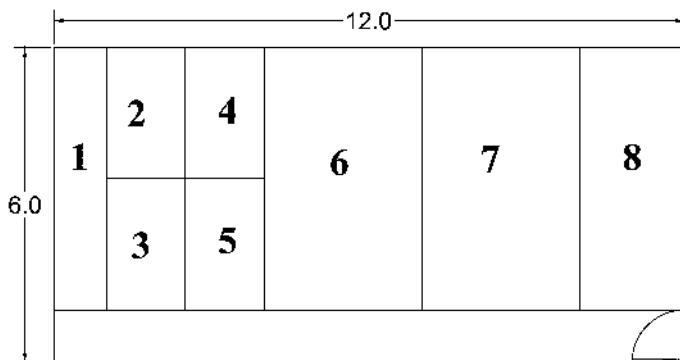


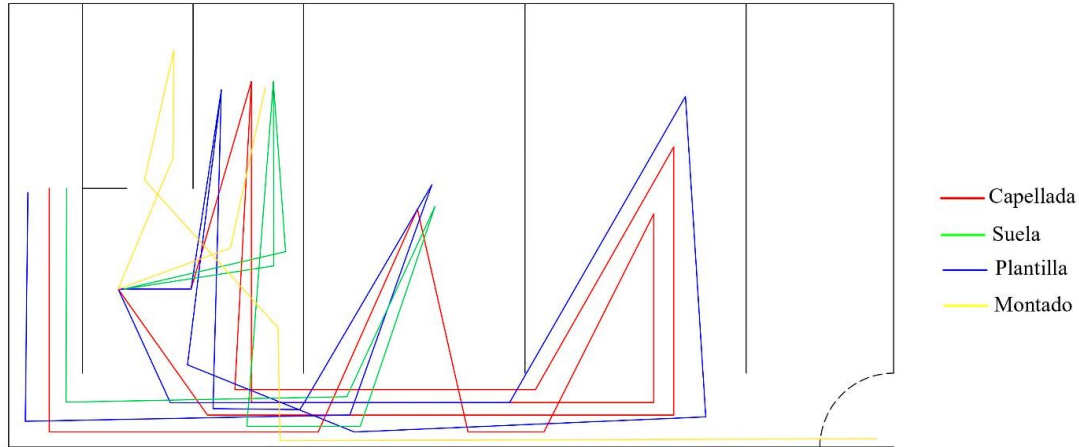
Tabla 1, Área utilizada por dto.

Cód.	Departamento	Área Utilizada
1	Almacén MP	5,00 M ²
2	Pulido	3,75 M ²
3	Perforado	3,75 M ²
4	Pintado	3,75 M ²
5	Empacado	3,75 M ²
6	Troquelado	15,00 M ²
7	Guarnecido	15,00 M ²
8	Administración	10,00 M ²
Total		60,00 M²

En la tabla1, se muestra el área que actualmente está establecido para cada departamento ocupando estos el 83% de la planta. El índice de ocupación restante, está diseñado para el pasillo que comunica cada departamento, en él transitan los trabajadores y el flujo de materiales. Por medio de un diagrama de hilos, se representa el flujo de materiales actual de la fabricación de las abarcas tranzadas. En la figura 3, se muestran el flujo que los materiales deben realizar para fabricar

dicho producto. Los colores representan a cada una de los elementos independientes necesario para la fabricación de las abarcas (Capellada, plantilla, suela y montaje). Se muestra que actualmente el lugar más recorrido es el de troquelado, sin embargo esta distanciado del almacén de materias primas lo que genera mayor desplazamiento en el flujo interno no productivo, también, que el lugar menos transitado es el pulido. El pasillo, es usado para el flujo de material y también para el desplazamiento de los operarios lo que puede generar accidentes laborales y congestión en el flujo.

Figura 3, Diagrama de hilo Método: Actual



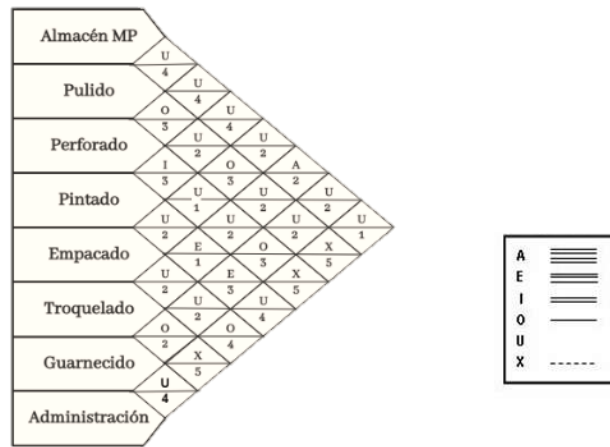
Habiendo conocido el recorrido de materiales, se deben establecer las relaciones y el tipo de interacción entre cada una de las actividades llevadas a cabo en el taller como la circulación de documentos, desplazamiento de materiales y personas, áreas auxiliares y servicios de planta para el óptimo desarrollo de cada proceso. Por medio de un diagrama de doble entrada, también conocido como diagrama relacional de actividades se muestra la necesidad de proximidad entre las áreas de la planta según factores establecidos. Estos factores se representan mediante letras, A: Absolutamente necesaria, E: Especialmente importante, I: Importante, O: Importancia ordinaria, U: No importante y X: Indeseable. Al establecer un factor en la relación de proximidad se debe determinar una justificación de cada interacción, esta justificación se establece como: 1: Contacto directo con personal, 2: Por flujo de materiales, 3: El proceso utiliza el mismo material, 4: Por el flujo de información, 5: Por ruido, polvo y peligro. En la figura 4, se muestra el diagrama relacional de actividades establecidos en la microempresa de estudio.

Identificando los requerimientos de espacio para cada una de las actividades que se desarrollan en el taller, se hace una relación entre el espacio necesario para la actividad con el espacio actualmente dispuestos cada una de estas, esto permite conocer el margen de aprovechamiento de espacio actual. Se establece en la tabla 2 los espacios necesarios por departamentos para cada unidad de puesto de trabajo y las cantidades puesto de trabajo necesario.

Tabla 2. Espacio necesario

Departamento	Cant. De Puesto	Dimensiones Necesarias	Área Necesaria
Almacén MP	1	3,80 x 1	3,8 M ²
pulido	2	0,98 x 1,5	2,94 M ²
Perforado	2	0,85 x 0,5	0,85 M ²
Pintado	1	1,45 x 2,3	3,335 M ²
empacado	1	2,30 x 1,2	2,76 M ²
Troquelado	1	1,70 x 3,5	5,95 M ²
Guarnecido	3	1,30 x 1,35	5,265 M ²
Administración	1	3,80 x 1,2	4,56 M ²
Total			29,46 M ²

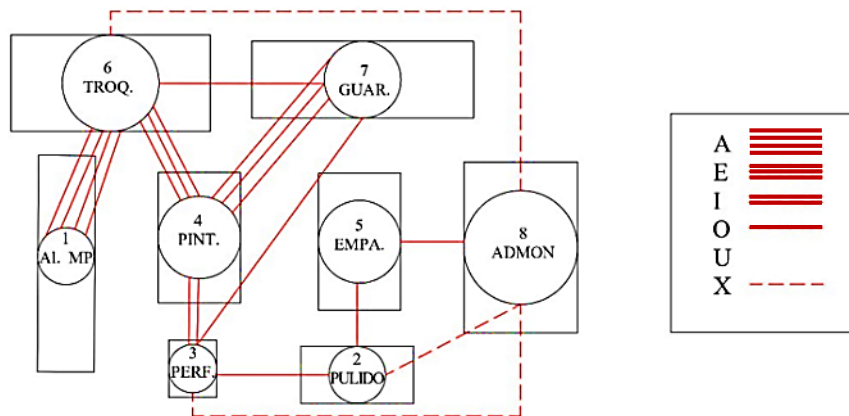
Figura 4. Diagrama relacional de actividades



A partir de las dimensiones necesarias por puesto de trabajo, el 51% de espacio dispuesto para las operaciones dentro del taller es innecesario. El departamento que tiene mayor aprovechamiento es el Pintado con 89%, mientras que no se está aprovechando el 77% de espacio dispuesto en el perforado, siendo este el que presenta el menor índice de uso de espacio.

A partir de la información de la tabla 2, las dimensiones necesarias por departamento del taller y las relaciones por actividades establecidas en el diagrama de doble entrada que se muestra en la figura 4, se establece el diagrama relacional de espacio. Con este se busca definir las relaciones de actividades por cada espacio (dimensiones reales) donde estas actividades son desarrolladas para construir un conjunto de planos alternativos que den solución a problemas de redistribución de plantas. En la figura 5 se representa el diagrama relacional de espacio.

Figura 5, Diagrama relacional de espacio



En la selección de alternativas óptima para la redistribución del taller, cada opción debe ser evaluada en relación a los factores establecidos en la tabla 3-b, estos son los factores requeridos para el cumplimiento de la óptima distribución en planta en esta microempresa, ellos han sido definidos por el representante legal de esta compañía.

Tabla 3. Factores y niveles de evaluación para alternativas

Nivel	Punto
Critico	0
Regular	1
Bueno	2
Excelente	3

3-a

Factores	Ponderación
Flujo de materiales	0,23
Uso óptimo de espacio	0,14
Condición de Seguridad	0,19
Facilidad de control y supervisión	0,18
Facilidad de mantenimiento	0,12
Facilidad de crecimiento	0,14

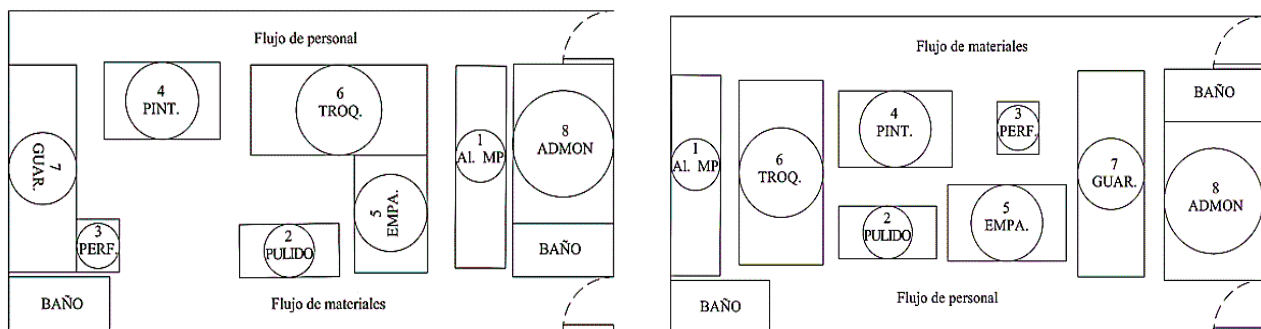
3-b

Por otra parte, a cada alternativa se le debe asignar puntos según el beneficio que genera en cada factor con el fin de conocer el margen de contribución (Ver ecuación 1).

$$\text{Margen de contribución} = \text{Ponderación}_i * \text{Puntos}_{ij} \quad (i, \text{Factor} ; j, \text{alternativa}) \quad \text{Ecuación 1}$$

A continuación, se presentan dos alternativas de distribución en planta definidos a partir del diagrama relacional de espacio, con estas, se busca definir una redistribución en el taller que permita el óptimo flujo de materiales y que garantice la salud y la seguridad de los colaboradores en esta microempresa.

Figura 6, Alternativas



Alternativa 1

Alternativa 2

La opción óptima que se debe implementar en la redistribución de la planta es aquella opción que presente el mayor margen, para el caso de estudio se determina en la tabla 4.

Tabla 4, Selección de alternativa

Factores	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Puntos	Margen	Puntos	Margen
Flujo de materiales	0,23	3	0,69	2	0,46
Uso óptimo de espacio	0,14	3	0,42	3	0,42
Condición de Seguridad	0,19	2	0,38	2	0,38
Facilidad de control y supervisión	0,18	3	0,54	3	0,54
Facilidad de mantenimiento	0,12	2	0,24	2	0,24
Facilidad de crecimiento	0,14	2	0,28	1	0,14
*Seleccionar mayor margen		Total	2,55	Total	2,18

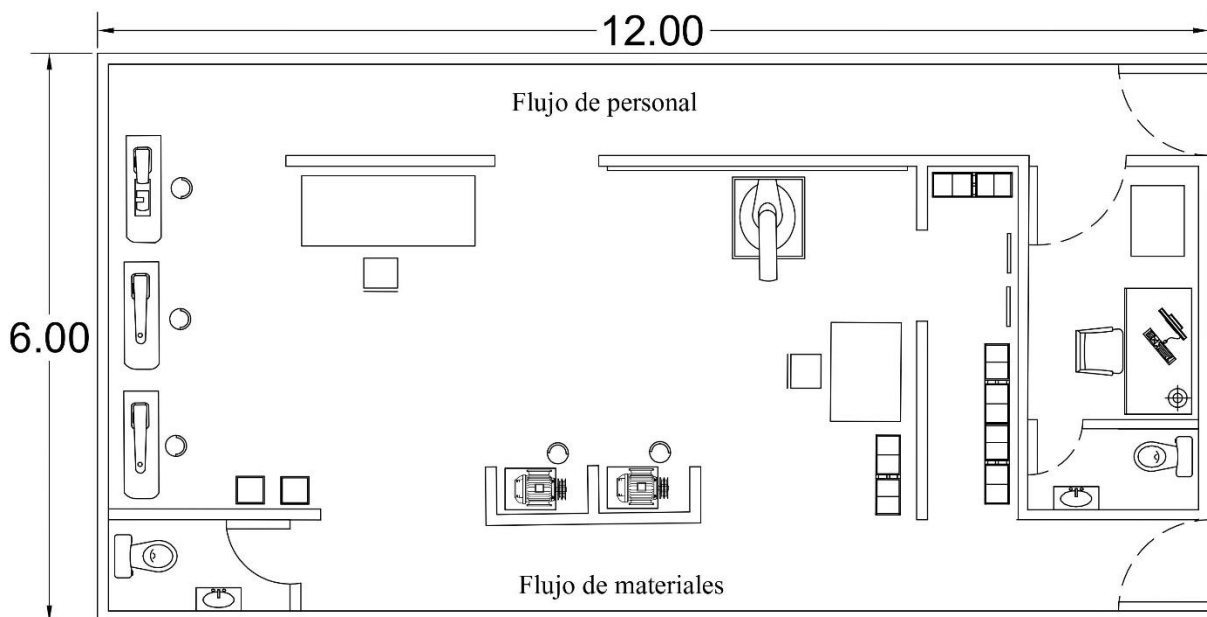
Las alternativas presentan mejor uso de espacios en comparación con la actual, estas tienen presente necesidades de los operarios, la relación de proximidad entre áreas y de más, para estas dos opciones de redistribución, que permite mejores beneficios basados en los factores requeridos, es la Alternativa 1.

V. DISTRIBUCIÓN DETALLADA

En esta fase, se estudia y se definen los detalles del plan de distribución que utiliza eficientemente el espacio disponible en taller en un distribución en planta, complementando también con el estudio de lugares donde se van a colocar los puestos de trabajaos.

Definida la mejor alternativa, es necesario establecer la redistribución detallada donde se muestra la ubicación de cada máquina, herramienta, pasillo y material dentro del taller. En la figura 7, se establece la ubicación de cada elemento dentro del layout.

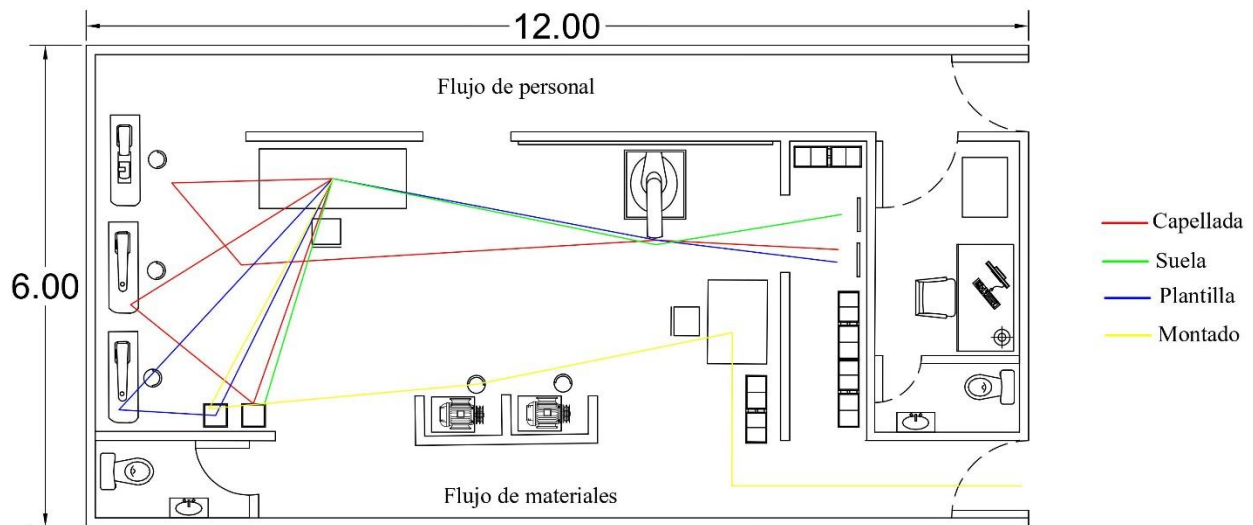
Figura 7, Distribución detallada



VI. RESULTADOS

La redistribución propuesta, permite minimizar la congestión en el flujo de materiales y personal, para esto se establecen dos pasillos uno para el flujo de material y otro para el flujo de personal donde este, permite a los directivos realizar monitoreo visual y control sin interrumpir el flujo de materiales, con esto también se elimina una posible fuente de accidente laboral al no transitar los inspectores en el mismo pasillo junto a las herramientas y materiales necesario para cada operación. También se implementa un nuevo espacio para las necesidades fisiológicas de los operarios. En la figura 8, se muestra el diagrama de hilos del método propuesto, en él se evidencia un mejor flujo teniendo en cuenta la secuencia de operaciones y necesidad de proximidad entre áreas, disminución de congestión y reducción de distancia recorrida de los operarios.

Figura 8, Diagrama de hilos. Método: Propuesto



VII. CONCLUSIÓN

La metodología systematic layout planning (SLP), permite mejorar los flujos, seguridad y desarrollo de operaciones en plantas y edificios administrativos, en ella se evidencia la consecución de fases por medio de diversos esquemas, generar alternativas y analizar cuál tiene mayor adaptación a necesidades de las compañías; sin dejar de lado que esta metodología exige tener en cuenta una gran cantidad de detalles referentes a la empresa así que para este punto el equipo de trabajo debe recolectar información, necesidades de los departamento y la relación de aproximación entre las distintas áreas de trabajo.

Por medio del SLP, se propone una redistribución de planta que permite minimizar los retrasos en las operaciones, aumentar la eficiencia en el uso de espacios, realizar mantenimientos y monitoreo de una manera más óptima a los procesos. Por otra parte, permite incrementar la capacidad productiva a partir de la reducción de recorridos, también, contribuye a la mejora del flujo interno y reducción de la congestión de este.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ortega Devia and Paola Antonietta, “Systematic Layout Planning SLP” y ‘Teoría de la Topogénesis’ como bases metodológicas para proponer un cambio de paradigma en la concepción de diseño de un edificio industrial.” 2012. Accessed: May 20, 2021. [Online]. Available: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/115297/6_04_PaolaOrtega_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [2] H. Quispe-Roncal, M. Takahashi-Gutierrez, E. Carvallo-Munar, I. Macassi-Jauregui, and L. Cardenas-Rengifo, “Modelo combinado de SLP y TPM para la mejora de la eficiencia de producción en una MYPE del sector textil confecciones peruano,” 2020. Accessed: May 20, 2021. [Online]. Available: <https://ezproxy.cuc.edu.co:2093/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096801070&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=9e5f383241cf4bc3a2f12fdc7f54ec7a&sot=b&sdt=cl&cluster=scolang%2C%22Spanish%22%2Ct&sl=18&s=TITLE-ABS-KEY%28SLP%29&relpos=2&citeCnt=0&searchTerm=>.
- [3] S. Khariwal, P. Kumar, and M. Bhandari, “Layout improvement of railway workshop using systematic layout planning (SLP)-A case study,” Nov. 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.10.444.
- [4] G. L. Tortorella and F. S. Fogliatto, “Systematic layout planning aided by multicriteria decision analysis,” *Producao*, vol. 18, no. 3, pp. 609–624, 2008, doi: 10.1590/s0103-65132008000300015.
- [5] J. Montalvo-Soto, C. Astorga-Bejarano, R. Salas-Castro, I. Macassi-Jauregui, and L. Cardenas-Rengifo, “Reducción del tiempo de entrega de pedidos utilizando un modelo adaptado de gestión de almacén, SLP y Kanban aplicado en una Mype textil en Perú,” Lima, 2020. Accessed: May 20, 2021. [Online]. Available: <file:///C:/Users/user/Downloads/Reduction-of-order-delivery-time-using-an-adapted-model-of-warehouse->

- management-SLP-and-Kanban-applied-in-a-textile-micro-and-small-business-in-PerReducin-del-tiempo-de-entrega-de-pedidos-utilizando-un-modelo-adapt.pdf.
- [6] C. S. Tak and M. Lalit Yadav, “Improvement in Layout Design using SLP of a small size manufacturing unit: A case study,” 2012. Accessed: Mar. 17, 2021. [Online]. Available: www.iosrjen.org.
- [7] K.-H. Liu, S.-L. Hwang, M.-H. Hsieh, S.-F. M. Liang, and C.-F. Chuang, “Systematic layout planning in human system interface: An evaluation of alarm displays with spatial proximity for accidents diagnosis of advanced boiling water reactor,” 2014, doi: 10.1016/j.ergon.2014.12.014.
- [8] K. J. Torres, L. S. Florez Peña, C. W. Sánchez, and M. Castañeda Peñaranda, “Metodología SLP para la distribución en planta de empresas productoras de Guadua Laminada Encolada (G.L.G),” *Ingeniería*, vol. 25, no. 2, pp. 103–116, Jul. 2020, doi: 10.14483/23448393.15378.
- [9] Maina E. C., Muchirir P. N, and Keraita J. N, “Improvement of Facility Layout Using Systematic Layout Planning,” 2018. Accessed: May 20, 2021. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/343933376_Improvement_of_Facility_Layout_Using_Systematic_Layout_Planning.
- [10] A. Chee, “FACILITY LAYOUT IMPROVEMENT USING SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP) AND ARENA.” 2008, Accessed: May 20, 2021. [Online]. Available: https://www.academia.edu/32380670/FACILITY_LAYOUT_IMPROVEMENT_USING_SYSTEMATIC_LAYOUT_PLANNING_SLP_AND_ARENA.
- [11] S. López Hernández, “MODELADO Y SIMULACIÓN EN ARENA DE SISTEMAS DE PROCESOS CONTINUOS,” VALLADOLID, 2016. Accessed: Apr. 23, 2021. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/211103093.pdf>.
- [12] R. Muther, *PLANIFICACION Y PROYECCION DE LA EMPRESA INDUSTRIAL*, Primera ediciOn Esp. Barcelona: editores tecnicos asociados, s. a, 1968.