

Revista Sextante

ISSN : 2665-3923

Vol: 22 No: 01 (2020)

Distribución en planta del laboratorio de pintura de la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”

Cindy Paola Charris Maldonado

Centro de Investigaciones, Escuela Naval de Suboficiales A.R.C. “Barranquilla”, Barranquilla, Colombia

Article History

Received Jun,06th, 2020

Accepted Jun ,10th, 2020

Published Jun ,20th, 2020



© 2020 The Authors. This article is an Open Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution(CC-BY)license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Abstract

La distribución en planta constituye un elemento fundamental dentro de la gestión de operaciones debido a que determina la ubicación de máquinas, materiales, puestos de trabajo, áreas de almacenamiento y rutas utilizadas durante un proceso productivo. Una distribución inadecuada puede aumentar las distancias recorridas, generar movimientos innecesarios, incrementar los tiempos de espera y dificultar el aprovechamiento eficiente del espacio disponible. El presente estudio analiza la distribución del laboratorio de materiales compuestos de la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”, donde se desarrolla el proceso de fabricación de pintura vinilo tipo I. La investigación se estructura a partir del diagnóstico del proceso productivo, el estudio de métodos y tiempos, la identificación de factores que afectan la distribución y el análisis de recorridos realizados durante la fabricación. Inicialmente se examinan las condiciones existentes del laboratorio y se identifican deficiencias relacionadas con ubicación de materiales, desplazamientos del operario, disposición de las áreas y seguridad durante las actividades productivas. Posteriormente se plantea una redistribución mediante herramientas de planificación de instalaciones y la aplicación del método CRAFT utilizando IIE Microcraft. La propuesta busca establecer una relación más eficiente entre las diferentes áreas de trabajo y disminuir el costo asociado con los movimientos realizados durante el proceso productivo. La reorganización también pretende mejorar la utilización del espacio y reducir interferencias entre operaciones. El análisis comparativo muestra que una distribución correctamente planificada puede reducir costos de transporte interno y favorecer condiciones de trabajo más seguras. Además, la eliminación de recorridos innecesarios, la reorganización de los departamentos y la estandarización de determinados procedimientos permiten mejorar la eficiencia general del proceso. Los resultados respaldan la importancia de integrar herramientas de ingeniería de métodos, análisis de procesos y distribución de planta para optimizar pequeñas instalaciones productivas. El enfoque desarrollado puede constituir una referencia para otros laboratorios o talleres que presenten características similares de producción intermitente.

Keywords: Distribución en planta, estudio de métodos, estudio de tiempos, fabricación, optimización, procesos, método CRAFT, pintura vinilo

INTRODUCTION

La distribución en planta representa una de las decisiones más importantes dentro del diseño y mejoramiento de sistemas productivos. Su objetivo principal consiste en establecer una ubicación adecuada de equipos, áreas, materiales, personas y servicios con el propósito de facilitar el flujo de trabajo y utilizar eficientemente los recursos disponibles. Una distribución eficiente debe permitir que los materiales se desplacen siguiendo recorridos razonablemente cortos, evitando retrocesos, cruces innecesarios y movimientos que no aportan valor al producto. Asimismo, debe proporcionar condiciones adecuadas para los trabajadores, favorecer la seguridad industrial y permitir suficiente flexibilidad frente a modificaciones futuras. Los problemas de distribución pueden aparecer tanto en grandes instalaciones industriales como en pequeños talleres y laboratorios. En estos últimos, la disponibilidad limitada de espacio hace especialmente importante ubicar correctamente cada elemento del proceso. La Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla” dispone de un laboratorio de materiales compuestos en el que se fabrica pintura vinilo tipo I. El proceso requiere diferentes actividades relacionadas con preparación de materias primas, medición, pesaje, mezclado, almacenamiento y manipulación de materiales. La disposición inicial de las diferentes áreas presentaba condiciones que generaban recorridos adicionales, movimientos innecesarios y dificultades durante la manipulación de materiales. Estas condiciones incrementaban el tiempo utilizado durante la fabricación y podían generar riesgos adicionales para el operario. Para evaluar esta situación resulta necesario utilizar técnicas propias del estudio del trabajo. El estudio de métodos permite examinar sistemáticamente la manera en que se desarrollan las actividades, mientras que el estudio de tiempos proporciona información sobre la duración de las operaciones. Estas herramientas pueden complementarse con diagramas de flujo y recorrido, análisis de factores y métodos computacionales de redistribución. De esta forma, la modificación del espacio físico se fundamenta en información relacionada con el proceso y no únicamente en criterios visuales. Dentro de este contexto, el presente trabajo tiene como propósito analizar la distribución existente del laboratorio y plantear una alternativa que contribuya a reducir distancias, tiempos y costos asociados con el proceso de producción de pintura vinilo tipo I.

Diagnóstico de la distribución actual y del proceso de fabricación

La primera etapa de un proyecto de distribución consiste en comprender cómo funciona actualmente el sistema. Una modificación física realizada sin analizar el flujo real de materiales puede trasladar los problemas en lugar de solucionarlos. El diagnóstico debe comenzar con la identificación de las actividades que forman parte del proceso de producción. Cada operación debe registrarse indicando su secuencia, ubicación, recursos utilizados y relación con las operaciones anteriores y posteriores. En el laboratorio estudiado, las actividades se encuentran distribuidas entre diferentes áreas relacionadas con almacenamiento, agua, pesaje de materias primas, mezclado y otras actividades de apoyo. El laboratorio presenta un sistema de producción intermitente, debido a que la pintura no se fabrica continuamente sino de acuerdo con las necesidades existentes. Por esta razón, la distribución por proceso constituye una configuración apropiada para analizar el funcionamiento de la instalación. En una distribución por proceso, actividades similares o equipos que realizan funciones relacionadas se agrupan dentro de áreas determinadas. El producto debe desplazarse entre estas zonas siguiendo la secuencia requerida para su fabricación. Sin embargo, este tipo de distribución puede generar recorridos largos cuando la ubicación de los departamentos no coincide con la intensidad de los flujos existentes entre ellos. El diagnóstico del laboratorio permite identificar cuáles departamentos presentan mayor relación entre sí y determinar si su proximidad física corresponde con la frecuencia de los desplazamientos. También deben analizarse obstáculos, pasillos, áreas de almacenamiento y zonas utilizadas temporalmente para colocar materiales. Los materiales ubicados en rutas de circulación pueden aumentar el riesgo de accidentes y dificultar los movimientos. La información obtenida durante esta fase constituye la base para elaborar una distribución alternativa.

Estudio de métodos, tiempos y recorridos

El estudio de métodos consiste en registrar y analizar sistemáticamente cómo se desarrolla una tarea para determinar si existe una manera más sencilla, segura o eficiente de realizarla. Dentro del proceso de fabricación de pintura, el análisis puede utilizarse para establecer la secuencia de las operaciones y determinar cuáles actividades generan movimientos

innecesarios. Los diagramas de proceso permiten representar las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos presentes durante el sistema de fabricación. Por su parte, el diagrama de recorrido representa físicamente sobre el plano de la instalación la trayectoria seguida por los materiales o trabajadores. Cuando aparecen recorridos cruzados, retrocesos repetitivos o largas distancias entre operaciones consecutivas, existe evidencia de que la distribución puede ser mejorada. El estudio de tiempos complementa este análisis debido a que permite identificar cuánto tiempo se utiliza realmente en las diferentes operaciones y cuánto corresponde a espera o transporte. Las actividades de transporte generalmente no modifican las características del producto. Por esta razón, deben reducirse siempre que sea técnicamente posible. En el laboratorio resulta especialmente importante analizar los desplazamientos entre el área donde se encuentran las materias primas, el área de pesaje y el proceso de mezclado. También pueden introducirse mejoras relativamente sencillas en los instrumentos utilizados. Una correcta graduación de los recipientes y la utilización de instrumentos de medición adecuados pueden disminuir errores durante la preparación de las materias primas. El objetivo final no consiste simplemente en aumentar la velocidad del trabajador, sino en mejorar el sistema para que el operario necesite realizar menos movimientos improductivos.

Análisis de factores para la redistribución del laboratorio

La distribución de planta no depende únicamente de las máquinas. Diferentes factores interactúan simultáneamente dentro de la instalación y deben considerarse antes de plantear una nueva configuración. Entre los principales factores pueden considerarse materiales, maquinaria, personal, movimientos, tiempos de espera, servicios auxiliares, características del edificio y posibilidad de modificaciones futuras. El factor material incluye cantidades, dimensiones, características físicas, condiciones de almacenamiento y secuencia de transformación de las materias primas. La maquinaria debe analizarse considerando dimensiones, zonas requeridas para operación y mantenimiento, conexiones necesarias y relación con otros equipos. El factor humano resulta igualmente relevante. Los trabajadores requieren zonas suficientes para realizar las actividades sin adoptar movimientos innecesarios o exponerse a condiciones inseguras. El factor movimiento está relacionado directamente con las rutas utilizadas por materiales y personas. Una distribución eficiente debe procurar que los recorridos tengan una secuencia lógica. Las esperas representan otro problema. Cuando un material permanece detenido porque la siguiente actividad no está disponible, se incrementa el tiempo total del proceso sin añadir valor al producto. Los servicios auxiliares incluyen condiciones relacionadas con iluminación, ventilación, energía, almacenamiento y seguridad. El edificio establece las restricciones físicas del proyecto. Paredes, accesos, dimensiones y elementos estructurales pueden impedir determinadas configuraciones. Finalmente, el cambio debe considerarse porque una instalación demasiado rígida puede dificultar modificaciones futuras.

Table 1: Factores principales para evaluar la distribución del laboratorio

Factor	Aspecto evaluado	Problema potencial	Acción de mejora
Material	Ubicación y manipulación	Recorridos largos y desperdicios	Ubicar materiales próximos a los procesos relacionados
Maquinaria	Posición de equipos	Flujo poco eficiente	Reubicar según secuencia productiva
Hombre	Movilidad del operario	Fatiga y movimientos innecesarios	Facilitar rutas de circulación
Movimiento	Transporte interno	Exceso de distancia	Acercar departamentos con alta interacción
Espera	Tiempos improductivos	Retrasos durante fabricación	Equilibrar operaciones
Servicios	Áreas auxiliares	Interferencia con producción	Separar servicios del flujo principal
Edificio	Espacio disponible	Restricciones de distribución	Aprovechar mejor el área

			existente
Cambio	Flexibilidad futura	Dificultad para reorganizar	Mantener capacidad de adaptación

Aplicación del método CRAFT y propuesta de redistribución

CRAFT, Computerized Relative Allocation of Facilities Technique, constituye un procedimiento utilizado para mejorar distribuciones existentes mediante intercambios sucesivos entre departamentos. El método considera principalmente el flujo existente entre diferentes áreas y las distancias que las separan. Con esta información puede estimarse un costo asociado con el movimiento interno. El principio fundamental consiste en que dos departamentos que presentan una elevada frecuencia de interacción deberían encontrarse relativamente próximos, siempre que las restricciones físicas y técnicas lo permitan. Durante la aplicación del método se evalúan diferentes intercambios. Cada nueva alternativa se compara con la distribución anterior para determinar si produce una reducción en el costo total. Este procedimiento continúa hasta identificar una configuración que no puede mejorarse mediante los intercambios considerados. En el caso del laboratorio de la Escuela Naval, IIE Microcraft permitió apoyar el proceso de búsqueda de una distribución alternativa. Un aspecto relevante corresponde a la relación entre las áreas de pesaje y mezclado. La reorganización de departamentos con un flujo elevado permite disminuir las distancias recorridas por el operario y los materiales. La propuesta no implica necesariamente ampliar físicamente el laboratorio. Una parte importante de la mejora puede obtenerse mediante la reorganización de los elementos existentes. La evaluación también debe considerar seguridad. Una distribución que disminuye el costo pero crea cruces peligrosos o bloquea rutas de circulación no puede considerarse óptima desde una perspectiva integral.

Por ello, la alternativa final debe equilibrar eficiencia económica, seguridad, facilidad de trabajo y aprovechamiento del espacio.

Comparación de costos y beneficios operacionales

La comparación económica constituye una etapa fundamental para determinar si la nueva distribución aporta ventajas cuantificables. El costo de transporte interno puede obtenerse relacionando la frecuencia de movimientos con la distancia existente entre los departamentos y el costo asociado con dichos desplazamientos. La distribución inicial del laboratorio presenta un costo total anual de transporte interno de

\$3.074.817 pesos colombianos.

Después de aplicar el método CRAFT y analizar diferentes intercambios, la alternativa seleccionada mediante el intercambio de los departamentos C y B presenta un costo de **\$2.636.485 pesos colombianos.**

Table 2: Comparación económica entre las distribuciones

Indicador	Distribución actual	Distribución propuesta
Costo anual estimado de movimientos	\$3.074.817	\$2.636.485
Organización del flujo	Menos eficiente	Mejorada
Recorridos	Mayores	Reducidos
Riesgos asociados con obstáculos	Mayor exposición	Reducción esperada
Utilización del espacio	Mejorable	Más organizada
Flujo entre áreas relacionadas	Más disperso	Mayor proximidad
Tiempos de espera	Mayores	Reducidos
Seguridad de circulación	Mejorable	Mejorada

La reducción económica constituye solamente una de las ventajas. La disminución de distancias puede reducir el tiempo dedicado al transporte de materiales y disminuir la fatiga asociada con desplazamientos innecesarios.

Otra mejora está relacionada con la seguridad. La eliminación de materiales ubicados en pasillos y lugares de tránsito disminuye la existencia de obstáculos y rutas inseguras. La estandarización del proceso permite además mejorar la repetibilidad de las operaciones. El trabajador puede seguir una secuencia más definida y disminuir las variaciones

innecesarias. Una distribución más ordenada también facilita el control visual de la instalación. Los materiales pueden identificarse y localizarse de forma más rápida. Desde la perspectiva de productividad, las mejoras acumuladas en transporte, espera y manipulación pueden contribuir a aumentar la eficiencia sin necesidad de incrementar significativamente los recursos.

Seguridad, productividad y mejora continua

Una buena distribución de planta debe considerar simultáneamente productividad y seguridad. Estos objetivos no deben analizarse por separado. Las rutas de transporte despejadas disminuyen la posibilidad de tropiezos y facilitan el movimiento del personal. Las materias primas deben ubicarse de manera que su manipulación sea adecuada y no interfiera con las áreas de trabajo. También debe considerarse la ergonomía. Los recipientes, instrumentos y materiales utilizados frecuentemente deben ubicarse de forma que reduzcan posturas incómodas y movimientos repetitivos. La estandarización permite establecer claramente dónde debe desarrollarse cada operación y dónde deben almacenarse los materiales. No obstante, la nueva distribución debe evaluarse posteriormente a su implementación. La existencia de una mejora teórica no garantiza que todos los problemas desaparezcan durante la operación real. Es recomendable registrar tiempos, recorridos, accidentes, incidentes, desperdicios y problemas de manipulación después de aplicar la redistribución.

Estos indicadores pueden compararse con las condiciones iniciales para comprobar el impacto de la propuesta. La filosofía de mejora continua implica que la distribución puede revisarse nuevamente cuando cambien los productos, cantidades fabricadas, equipos o condiciones de operación.

Summary

La distribución en planta constituye una herramienta fundamental para mejorar el desempeño de los sistemas productivos debido a que establece la relación espacial entre materiales, equipos, trabajadores y operaciones.

El análisis del laboratorio de materiales compuestos de la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla” permitió identificar oportunidades de mejora relacionadas con recorridos, manipulación de materiales, organización del espacio y métodos de trabajo. El estudio de métodos proporciona una base sistemática para analizar cómo se desarrolla el proceso de fabricación de pintura vinilo tipo I. Los diagramas de proceso y recorrido permiten identificar transportes, retrocesos, cruces y movimientos que pueden reducirse mediante cambios en la ubicación de las áreas. El análisis de factores permite incorporar variables relacionadas con material, maquinaria, personal, movimiento, espera, servicios, edificio y flexibilidad futura.

La utilización de CRAFT proporciona una herramienta cuantitativa para evaluar intercambios entre departamentos y seleccionar alternativas que reduzcan los costos derivados del transporte interno. El análisis de la distribución existente determinó un costo anual de movimientos de \$3.074.817 pesos, mientras que la propuesta seleccionada mediante CRAFT presentó un costo de \$2.636.485 pesos. La redistribución favorece además una disminución de las distancias recorridas y una organización más lógica entre áreas que mantienen una interacción frecuente. Desde el punto de vista de seguridad, eliminar obstáculos y materiales de los pasillos puede reducir condiciones que favorecen accidentes laborales. La mejora de los instrumentos utilizados durante la preparación de materias primas puede aumentar la precisión de las mediciones y disminuir posibles reprocesos. La distribución propuesta también puede contribuir a reducir tiempos de espera mediante una mejor secuencia entre las diferentes actividades. La optimización del laboratorio no debe considerarse un proceso terminado. Los cambios en volumen de producción, equipos y procedimientos pueden requerir nuevas evaluaciones. Es recomendable mantener registros de tiempos, distancias, costos y eventos de seguridad después de implementar cualquier modificación. En conclusión, la aplicación conjunta de distribución de planta, estudio de métodos, estudio de tiempos y herramientas computacionales constituye una alternativa efectiva para mejorar procesos productivos de pequeña escala. La propuesta desarrollada para la Escuela Naval demuestra que una reorganización del espacio existente puede proporcionar beneficios económicos, operacionales y de seguridad sin depender necesariamente de una ampliación significativa de la infraestructura.

Referencias

- Charris Maldonado, C. P. (2020). Distribución en planta del laboratorio de pintura de la Escuela Naval de Suboficiales ARC “Barranquilla”. *Revista SEXTANTE*, 22, 1–8. <https://doi.org/10.54606/Sextante2020.v22.01>
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. McGraw-Hill.

- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Principles of operations management*. Pearson.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2010). *Operations management: Processes and supply chains*. Pearson.
- Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2005). *Manufacturing facilities design and material handling*. Pearson Prentice Hall.
- Muther, R. (1970). *Distribución en planta*. Hispano Europea.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. McGraw-Hill.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Niebel's methods, standards, and work design*. McGraw-Hill.
- Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones: Un enfoque por competencias*. Grupo Editorial Patria.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations management*. Pearson.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning* (4th ed.). Wiley.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press.