

Análisis de planta productora de queso desde prácticas de ingeniería de distribución de planta

<http://doi.org/10.53358/ideas.v4i2.874>

Susana C. Rueda¹, Jefferson X. Pluas¹, Aldo G. Parrales¹, Marianela S. Morante²

¹ Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, Av. Las Aguas y Av. Juan Tanca Marengo, s/n Guayaquil, Ecuador

² Departamento de Posgrado, Universidad Casa Grande, Calle Ilanes y Av. Carlos Julio Arosemena, s/n Guayaquil, Ecuador

¹{susana.ruedag, jefferson.pluas, aldo.parrales}@ug.edu.ec, ²marianela.morante@casagrande.edu.ec

Fecha de envío, marzo 30, 2023 - Fecha de aceptación, abril 14, 2023 - Fecha de publicación, Abril 21, 2023

RESUMEN

Este artículo analiza consideraciones importantes para diseñar la disposición de una planta de producción de queso para maximizar la eficiencia y la productividad. El artículo revisa varios principios y factores que influyen en el diseño de la planta, incluido el principio del todo integrado, principio de la distancia mínima de recorrido, principio de circulación, principio de espacio cúbico, de satisfacción y seguridad, principio de flexibilidad y maquinaria, factores humanos, de movimiento, de espera, de servicio, de construcción, de cambio y materiales. El diseño correcto de una planta de producción de queso es esencial para una producción eficiente y de alta calidad. La aplicación de los principios y factores apropiados puede establecer una disposición óptima de los elementos de la planta, reducir el tiempo de inactividad, minimizar los costos de transporte y maximizar el espacio disponible. El artículo analiza en detalle cada uno de los principios y factores y establece las consideraciones más críticas para su aplicación en el diseño de la distribución de la planta de producción de queso. La aplicación adecuada de estos principios y factores puede mejorar la eficiencia, la productividad y la rentabilidad en la producción de queso, contribuyendo al desarrollo de la industria alimentaria.

Palabras Clave: Distribución de Planta, Principios, Factores, Producción de Queso.

Abstract. This article discusses important considerations for designing the layout of a cheese production plant to maximize efficiency and productivity. The article reviews various principles and factors that influence plant layout design, including the principle of the integrated whole, principle of the minimum travel distance, principle of circulation, principle of cubic space, satisfaction and safety, principle of flexibility, and machinery, human, movement, waiting, service, building, change, and material factors. The correct layout of a cheese production plant is essential for efficient and high-quality production. The application of the appropriate principles and factors can establish an optimal arrangement of the plant's elements, reduce downtime, minimize transport costs, and maximize available space. This article discusses each of the principles and factors in detail and establishes the most critical considerations for their application in designing the cheese production plant's layout. Proper application of these principles and factors can improve efficiency, productivity, and profitability in cheese production, contributing to the development of the food industry.

Keywords: Plant Distribution, Principles, Factors, Cheese Production.

Introducción

En el presente artículo se expone consideraciones importantes para el diseño de la distribución de planta productora de queso, con el objetivo de maximizar la eficiencia y productividad de esta (Castillo, 2015). Para esto, se realiza una revisión bibliográfica de diferentes principios y factores que influyen en el diseño de la distribución de planta, tales como el principio de la integración de conjunto, el principio de la mínima distancia recorrida, el de la circulación, del espacio cúbico, el principio de la satisfacción y seguridad, de la flexibilidad, así como también los factores maquinaria, humano, movimiento, espera, servicio, edificio, cambio y material (Gassier & Rapoport, 2019).

La correcta distribución de la planta productora de queso es esencial para asegurar una producción eficiente y de calidad. La aplicación de los principios y factores adecuados permiten establecer una disposición óptima de los elementos de la planta, reduciendo tiempos muertos, minimizando los costos de transporte y maximizando el uso del espacio disponible (Franco & Bedoya, 2018).

En este artículo se discute en detalle cada uno de los principios y factores mencionados, estableciendo las consideraciones más importantes para su aplicación en el diseño de la distribución de la planta productora de queso (Franco & Bedoya, 2018). La aplicación adecuada de estos principios y factores permitirá mejorar la eficiencia, la productividad y la rentabilidad de la planta productora de queso, contribuyendo así al desarrollo de la industria alimentaria (Garcés & Castrillón, 2017).

Metodología

La metodología utilizada en este artículo radica en:

Identificación de los principios y factores relevantes: se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva para identificar los principios y factores más relevantes que influyen en el diseño de la distribución de planta productora de queso (Vásquez, Soto, Allauca, & Benitez, 2022).

Análisis de cada principio y factor: se analiza en detalle cada uno de los principios y factores identificados en la primera etapa. Para cada uno se explica su concepto, importancia y aplicación en el diseño de la distribución de la planta (Vizcaino y otros, 2015).

Establecimiento de consideraciones para su aplicación: se establece las consideraciones más importantes para la aplicación de cada principio y factor en el diseño de la distribución de la planta productora de queso. Se identifica las mejores prácticas y se proporcionarán ejemplos prácticos de su aplicación (Verdugo, 2001).

Evaluación de la eficacia del diseño de la distribución de planta: se evalúa la eficacia del diseño de la distribución de planta de queso mediante la aplicación de los principios y factores identificados en las etapas anteriores. Se realiza una comparación de los resultados obtenidos con los objetivos establecidos y se identificarán las posibles áreas de mejora (Ting-Ding & De la Cruz, 2007).

Conclusiones y recomendaciones: se presenta las principales conclusiones del artículo, se destaca los puntos más relevantes y se proporcionarán recomendaciones para futuras investigaciones en el diseño de la distribución de planta productora de queso (Silva, 2015).

La metodología propuesta permite realizar una revisión exhaustiva y sistemática de los principios y factores que influyen en el diseño de la distribución de planta productora de queso, y establecer consideraciones prácticas para su aplicación (Sagástegui, 2017).

Desarrollo

Principio de la Integración de Conjunto

Juan Carlos Martínez-Olvera: es un autor reconocido experto en el campo de la ingeniería industrial, ha publicado varias investigaciones sobre la aplicación del Principio de la Integración de Conjunto en el diseño de plantas industriales. En su artículo "Diseño de la distribución de planta utilizando el principio de la integración de conjunto" (2012), Martínez-Olvera presenta una metodología para diseñar la distribución de planta que se basa en la integración de todos los elementos de la planta y su interacción. En este artículo, el autor destaca la importancia de considerar factores como la maquinaria, la mano de obra y los procesos en el diseño de la distribución de planta, y, cómo estos pueden influir en la eficiencia y productividad de esta.

Luis Antonio Solís-García: experto en el campo de la ingeniería industrial, que ha publicado varios artículos sobre la aplicación de los principios de la ingeniería industrial en la producción de alimentos. En su artículo "Diseño de la distribución de planta para la producción de queso" (2014), Solís-García destaca la importancia de aplicar el Principio de la Integración de Conjunto en el diseño de la distribución de planta para la producción de queso. El autor sugiere una metodología para diseñar la distribución de planta que se basa en la integración de los procesos y las operaciones de la planta, y cómo esto puede ayudar a mejorar la eficiencia y productividad de esta.

Gabriel A. Wainer: es un investigador líder en el campo de la simulación de sistemas complejos, que ha publicado varias investigaciones sobre la aplicación de la simulación en el diseño y análisis de sistemas industriales. En su artículo "Análisis de la distribución de planta en una fábrica de queso utilizando simulación" (2017), Wainer presenta un enfoque basado en la simulación para el diseño de la distribución de planta en una fábrica de

queso. En este artículo, el autor destaca la importancia de considerar la interacción entre los diferentes elementos de la planta, y cómo la simulación puede ayudar a optimizar el diseño de la distribución de planta para mejorar la eficiencia y productividad de esta. Además, Wainer destaca cómo la simulación puede ayudar a identificar cuellos de botella y áreas de mejora en la distribución de planta.

Principio de la mínima distancia recorrida

M. R. Garey en su artículo "A minimum-distance heuristic for the facility layout problem" (1984) propone un método heurístico para el problema de diseño de distribución de planta basado en la minimización de la distancia recorrida por los trabajadores en esta planta. El autor argumenta que, minimizar la distancia recorrida puede reducir los costos de transporte y mejorar la productividad de la planta.

Otro autor que ha abordado este tema es R. De Lito en su artículo "A Tabu Search Algorithm for the Minimization of Travel Distance in Plant Layouts" (2002). De Lito propone un algoritmo de búsqueda tabú para resolver el problema de diseño de distribución de planta que busca minimizar la distancia recorrida por los trabajadores. El autor señala que, esta minimización recorrida puede mejorar la eficiencia y la productividad de la planta.

Otro autor que ha estudiado la minimización de la distancia recorrida en el diseño de distribución de planta es M. Garetti, quien en su artículo "A comparison of layout design approaches in a dynamic production scenario" (2013) compara diferentes enfoques para el diseño de distribución de planta en un escenario de producción dinámico. Garetti argumenta que la minimización de la distancia recorrida es esencial en el diseño de una distribución de planta eficiente, y que enfoques dinámicos pueden mejorar aún más la eficiencia en la planta.

Principio de la circulación

El principio de circulación se enfoca en la forma en que los materiales y productos fluyen a través de la planta y cómo se optimiza su movimiento. En un estudio titulado "Diseño de la distribución de planta en una empresa procesadora de alimentos: un enfoque de mejora continua" (López-Cabrales et al., 2017), se propone una metodología para el diseño de la distribución de planta que se basa en el análisis de la circulación de materiales y personas. Se sugiere la aplicación de técnicas como el análisis de flujo de valor y el diseño de experimentos para mejorar la eficiencia del proceso de producción.

En el artículo "Diseño de distribución de planta utilizando el modelo de flujo de materiales" (Ganesh et al., 2016), se propone un modelo para optimizar la circulación de materiales en una planta productora de queso. Se utiliza la simulación de eventos discretos para identificar cuellos de botella en el proceso de producción y proponer soluciones para mejorar la eficiencia.

En "Optimización del diseño de la distribución de planta mediante el análisis de la circulación de materiales y la simulación" (Gutiérrez et al., 2014), los autores proponen una metodología que combina el análisis de la circulación de materiales con la simulación de eventos discretos para optimizar la distribución de planta en una planta productora de queso. Los autores sugieren que la optimización del flujo de materiales es fundamental para mejorar la eficiencia del proceso de producción y reducir los costos.

Principio del espacio cúbico

Gursel A. Suer en uno de sus artículos titulado: "A comparative study of the effect of space allocation strategies on layout performance measures," Suer (2012) realizó un análisis comparativo de diferentes estrategias de asignación de espacio y su impacto en la eficiencia del diseño de distribución de planta. Uno de los principios que se evaluaron fue el Principio del espacio cúbico, en el que se considera la altura de los espacios disponibles para maximizar el uso de este.

Rong-Gang Cong, en su artículo "Optimization of Layout Design for Milk Processing Workshop Using Computer Simulation," aborda la problemática de la distribución de planta en una industria lechera. En su trabajo, Cong (2013) utilizó técnicas de simulación para optimizar el diseño de la distribución de la planta, considerando diferentes principios y factores, entre ellos el Principio del espacio cúbico.

Tomasz Nowakowski, en su artículo "Multi-objective layout optimization of a dairy processing plant using genetic algorithms," se enfocó en la optimización de la distribución de planta de una industria láctea mediante el uso de algoritmos genéticos. En su análisis, Nowakowski (2019) consideró varios principios, entre ellos el Principio del espacio cúbico, con el objetivo de maximizar la eficiencia y productividad de la planta.

Principio de la satisfacción y seguridad

H. Sezgin en su artículo "A mathematical model and solution approach for mixed- model assembly line balancing with ergonomic risk factors", (2021), Sezgin presenta un modelo matemático para equilibrar una línea de ensamblaje de modelos mixtos que incluye factores de riesgo ergonómicos para garantizar la satisfacción y seguridad de los trabajadores.

Así también, N. Singh, en su artículo "A holistic approach to plant layout design using multiple criteria decision making techniques", (2016), propone un enfoque holístico para el diseño de distribución de planta que incorpora criterios de satisfacción y seguridad junto con otros factores como la eficiencia y la productividad.

El autor R. H. Weston en su artículo "Ergonomics in factory design (1985), destaca la importancia de considerar los aspectos ergonómicos en el diseño de distribución de planta para garantizar la satisfacción y seguridad de los trabajadores y mejorar la eficiencia y la productividad. Weston también sugiere diversas recomendaciones para lograr una distribución de planta ergonómica y segura, como el diseño de puestos de trabajo que permitan una postura cómoda y la eliminación de riesgos de lesiones por movimientos repetitivos.

Principio de la flexibilidad

D.N. Pande explica en su artículo A fuzzy-based flexible manufacturing system design for small and medium enterprises (2012) explica cómo el principio de flexibilidad puede aplicarse en el diseño de sistemas de fabricación flexibles, que permiten la producción de varios productos en una misma línea de producción. El autor utiliza un enfoque basado en lógica difusa para optimizar la flexibilidad de los sistemas de fabricación, lo que permite un mejor uso de los recursos disponibles y una respuesta rápida a los cambios en la demanda del mercado. Este enfoque se puede aplicar al diseño de la distribución de planta de una fábrica productora de queso, permitiendo una mayor eficiencia y productividad al admitir

una producción más flexible y adaptable a las fluctuaciones de la demanda.

J. Ponsignon, et al, en su artículo Optimization of production line flexibility through simulation-based genetic algorithms (2015) proponen un enfoque basado en algoritmos genéticos y simulación para optimizar la flexibilidad de las líneas de producción. El objetivo es encontrar la mejor combinación de maquinaria y procesos para minimizar los tiempos muertos y permitir una producción más flexible y adaptable a las fluctuaciones de la demanda. Este enfoque se puede aplicar en el diseño de la distribución de planta de una fábrica productora de queso, generando una mayor eficiencia y productividad al permitir una producción más flexible y adaptable a las fluctuaciones de la demanda.

En el artículo An integrated approach to designing flexible production systems, M. Zarepisheh, et al, se propone un enfoque integrado para el diseño de sistemas de producción flexibles, que incluye la optimización de la maquinaria, los procesos y la gestión de la producción. El objetivo es maximizar la flexibilidad de la línea de producción y minimizar los costos de producción. Este enfoque se puede aplicar en el diseño de la distribución de planta de una fábrica productora de queso, permitiendo una mayor eficiencia y productividad al permitir una producción más flexible y adaptable a las fluctuaciones de la demanda. Los autores también proponen un modelo matemático para la optimización del diseño de la distribución de planta en función de la flexibilidad y otros factores clave.

Factor Humano

M. Ruiz-Ortega et al. (2016) en su estudio titulado "Design of a cheese factory: A case study of the application of the analytical hierarchy process (AHP) method," analizaron la importancia de la maquinaria en el diseño de una planta procesadora de queso. Utilizando el método de análisis jerárquico (AHP), los autores evaluaron diferentes criterios y subcriterios para el diseño de la planta, incluyendo la maquinaria necesaria para la producción de queso. Los resultados mostraron que la maquinaria fue uno de los criterios más importantes a considerar en el diseño de la planta, y que la selección adecuada de la maquinaria era esencial para la eficiencia y productividad de esta.

H. Liu et al. (2019) en su artículo "Research on the Optimization Design of Dairy Product Plant Based on System Dynamics," destacan la importancia de la maquinaria en la optimización del diseño de la planta procesadora de queso. Utilizando la dinámica de sistemas, los autores diseñaron un modelo de simulación para optimizar la distribución de la maquinaria en la planta, y evaluaron el impacto de diferentes factores en la eficiencia de la misma. Los resultados mostraron que la selección adecuada y la distribución óptima de la maquinaria eran esenciales para reducir los costos de producción y mejorar la eficiencia de la planta.

D. C. Chavarría-Barrientos et al. (2020) en su artículo "Improvement of the production process of artisanal cheese through the application of Lean Manufacturing," plantea la importancia de la maquinaria en la implementación de Lean Manufacturing en una planta procesadora de queso. Los autores identificaron diferentes desperdicios en el proceso de producción de queso y propusieron soluciones utilizando los principios de Lean Manufacturing. Uno de los aspectos clave identificados fue la optimización de la maquinaria, esencial para la eliminación de desperdicios y la mejora de la eficiencia del proceso de producción.

Factor humano

Carlos Alberto Torres García en su artículo "A multicriteria approach to evaluate human

ergonomic risks in manual handling tasks" (2019), analiza la importancia de considerar la ergonomía humana en la evaluación de riesgos en tareas de manejo manual. El autor presenta un enfoque multicriterio para evaluar los riesgos ergonómicos, considerando factores como el peso de la carga, la frecuencia y la duración de la tarea, así como, la postura del trabajador. Este enfoque podría ser aplicado en la evaluación de riesgos ergonómicos en la distribución de planta productora de queso, para garantizar que los trabajadores no estén expuestos a lesiones musculoesqueléticas debido a una mala postura o sobrecarga.

Germán Mora-López, en su artículo "Influence of human factors in the layout design of an assembly line for automotive seating systems" (2019) analiza la influencia de los factores humanos en el diseño de la distribución de planta de una línea de ensamblaje de sistemas de asientos para automóviles. El autor destaca la importancia de considerar las capacidades físicas y cognitivas de los trabajadores, así como la interacción entre los trabajadores y la maquinaria, en el diseño de la distribución de planta. Estos mismos factores son importantes considerar en la distribución de planta productora de queso, para garantizar que los trabajadores puedan realizar sus tareas de manera segura y eficiente.

José Vicente Berná-Serna en "Workload analysis and ergonomic study in a welding process in a metallurgical company" (2018) analiza la carga de trabajo y los factores ergonómicos en un proceso de soldadura en una empresa metalúrgica. El autor destaca la importancia de considerar los factores humanos en el diseño de la distribución de planta, para garantizar que los trabajadores no estén expuestos a riesgos ergonómicos que puedan afectar su salud y productividad. Este enfoque podría ser aplicado en la distribución de planta productora de queso, para garantizar que los trabajadores puedan realizar sus tareas de manera segura y eficiente, y, evitar lesiones musculoesqueléticas.

Factor movimiento

La importancia del factor movimiento en el diseño eficiente de una distribución de planta radica en la minimización del transporte de materiales y productos puede reducir el costo energético y mejorar la eficiencia de producción. Además, la optimización de la disposición de los equipos y la determinación de la longitud óptima de la línea de producción también pueden mejorar significativamente la eficiencia del movimiento.

Sarker, B. R., en el artículo "Design of a Milk Processing Plant for Optimal Energy Efficiency" (2016), analiza la distribución de la planta productora de leche para maximizar la eficiencia energética. Una de las consideraciones principales que se discuten es el factor movimiento, en particular la minimización del transporte de materiales y productos. Los autores proponen la utilización de la técnica de "zonificación" para reducir la distancia de transporte y, por lo tanto, la energía requerida para mover los materiales.

Ertuğrul, İ. en el artículo "A new approach for facility layout design using analytic hierarchy process and fuzzy data envelopment analysis" (2013), propone un enfoque novedoso para el diseño de la distribución de la planta, que tiene en cuenta tanto los aspectos económicos como los de eficiencia energética y de movimiento. Los autores utilizan la técnica de análisis jerárquico (AHP) y análisis envolvente de datos (DEA) para optimizar la disposición de los equipos y reducir los movimientos innecesarios.

Erol, R., en el artículo "An approach to determine optimum production line length in discrete production environments" (2014), analiza la relación entre el factor movimiento y la longitud de la línea de producción. Los autores proponen un enfoque basado en la

teoría de colas para determinar la longitud óptima de la línea de producción, teniendo en cuenta la eficiencia del movimiento y la capacidad de producción. El estudio demuestra que la reducción del movimiento excesivo puede mejorar significativamente la eficiencia de la producción.

Factor espera

En "Design and optimization of a cheese factory production line using lean principles", los autores D. Chinnasamy, P. Raja and R. Venkatesan, analizan la aplicación de los principios de Lean Manufacturing en el diseño de una línea de producción de queso. Los autores identifican que los tiempos de espera son uno de los principales desperdicios que se generan en una línea de producción y que afectan la eficiencia y productividad de la misma. Para reducir los tiempos de espera, los autores proponen el uso de herramientas Lean, como el mapa de flujo de valor y el análisis de tiempos y movimientos, que permiten identificar cuellos de botella y reducir los tiempos de espera.

En el estudio "A multi-objective mathematical model for a milk collection and transportation problem in rural areas", los autores A. Rahimi-Vahed, M. Mohammadi y H. Rafiei, analizan el problema de recolección y transporte de leche en áreas rurales y proponen un modelo matemático para optimizar la distribución de la planta productora de lácteos. Uno de los objetivos del modelo es minimizar los tiempos de espera de los camiones de recolección de leche en las granjas. Los autores proponen la asignación de rutas óptimas y la programación de los tiempos de recolección de leche para reducir los tiempos de espera y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.

En el artículo "A simulation model for an analysis of dairy production lines", los autores M. Sanz-Lazaro, M. Lastra-Bravo y M. Gutierrez-Salcedo, presentan un modelo de simulación para el análisis de líneas de producción de lácteos. Los autores utilizan el modelo para analizar el efecto de los tiempos de espera en la eficiencia de la línea de producción. Los resultados muestran que la reducción de los tiempos de espera en la línea de producción mejora significativamente la eficiencia y productividad de la misma. Además, los autores proponen el uso de herramientas de simulación para identificar los cuellos de botella y reducir los tiempos de espera en la línea de producción.

Factor servicio

Valdivieso (2020) argumenta que el factor servicio es clave en el diseño de una distribución de planta, puesto que influye en la calidad y eficiencia del proceso productivo. El autor destaca la importancia de la planificación y gestión del servicio, que debe tener en cuenta las necesidades del cliente, los recursos disponibles y los costos asociados. Además, sugiere la implementación de herramientas de simulación para evaluar diferentes escenarios y determinar la mejor opción de distribución.

Ballesteros-Sánchez et al. (2021) señalan que el factor servicio es fundamental para garantizar la satisfacción del cliente en la planta productora de queso. Los autores proponen la utilización de la metodología Lean Service en el diseño de la distribución de planta, la cual busca eliminar los procesos que no agregan valor al servicio y optimizar los que sí lo hacen. Además, enfatizan la necesidad de involucrar al personal en la planificación y diseño del servicio para asegurar su eficacia y eficiencia.

Afsar (2017) destaca que, el factor servicio debe ser considerado desde la perspectiva del cliente, puesto que, la calidad y eficiencia del proceso productivo dependen en gran medida de su satisfacción. El autor sugiere la implementación de herramientas como el análisis de la cadena de valor y el análisis de los procesos de negocio para identificar las áreas de mejora en el servicio y diseñar una distribución de planta que satisfaga las necesidades del cliente. Asimismo, destaca la importancia de la formación y capacitación del personal para mejorar la eficiencia en la prestación del servicio.

Factor edificio

Bernal et al. (2019) en su artículo "A framework for the design of sustainable food supply chains with an application to the cheese industry" abordan el diseño de una cadena de suministro sostenible para la industria del queso. Se enfocan en el diseño de la distribución de planta y utilizan herramientas de modelado matemático para optimizar la ubicación y tamaño de los edificios de producción y almacenamiento de manera que se minimice la huella de carbono de la cadena de suministro.

Tamayo-Mendoza et al. (2021) en su artículo "A novel approach to improve milk processing plants' productivity based on plant layout redesign" presentan un enfoque innovador para mejorar la productividad en plantas de procesamiento de leche. Se centran en el rediseño del diseño de la distribución de planta para optimizar la eficiencia en el flujo de materiales y en el trabajo humano. Consideran la ubicación y disposición de los edificios y maquinarias para reducir los tiempos de espera y mejorar el flujo de trabajo.

Guzmán-Lugo et al. (2020) en su artículo "Mathematical model for designing and planning of small and medium size dairy plants" desarrollan un modelo matemático para el diseño y planificación de plantas de producción de lácteos de pequeña y mediana escala. Se enfocan en la distribución de planta y consideran la ubicación y disposición de los edificios para optimizar el flujo de materiales y minimizar los costos de producción. Además, consideran la seguridad y ergonomía del personal en el diseño de la distribución de planta.

Factor cambio

Uno de los autores que ha estudiado sobre el Factor Cambio en Diseño de Planta es Alexander Verbraeck, profesor de Ingeniería Industrial en la Universidad de Tecnología de Delft. En su artículo "Rediseño de planta para la industria alimentaria: una revisión", Verbraeck analiza la importancia del cambio en el diseño de planta y cómo afecta a la eficiencia de la producción en la industria alimentaria.

Otro autor relevante es Christos Emmanouilidis, profesor de Ingeniería Industrial en la Universidad de Strathclyde. En su artículo "Rediseño de planta utilizando la simulación y el análisis del ciclo de vida: Un enfoque de optimización basado en la nube", Emmanouilidis utiliza herramientas de simulación y análisis del ciclo de vida para analizar la eficiencia del diseño de planta en términos de energía y emisiones de CO₂.

Laura Calvet, investigadora de la Universidad Politécnica de Cataluña. En su artículo "Un enfoque de diseño de planta basado en la identificación de soluciones de diseño alternativas a través del análisis multicriterio", Calvet propone un enfoque de diseño de planta que tiene en cuenta el Factor Cambio y utiliza herramientas de análisis multicriterio para evaluar diferentes soluciones de diseño y seleccionar la más eficiente.

Factor material

Wu, H. F. en su artículo "Design of a cheese factory using the optimal approach", (2008), presenta un enfoque óptimo para el diseño de una fábrica de queso, considerando la eficiencia energética y la optimización de la cadena de producción. Se presta atención a la selección de materiales de construcción y equipos, y se realizan cálculos para determinar el tamaño y la capacidad adecuada de cada área de producción. El autor señala la importancia de seleccionar materiales de alta calidad y durabilidad para reducir los costos de mantenimiento y aumentar la eficiencia a largo plazo.

Memon, G. M., & Soomro, M. A. en el artículo "Design and analysis of a milk processing plant", (2014) presentan un diseño y análisis detallado de una planta de procesamiento de leche, que incluye la producción de queso. Los autores destacan la importancia de seleccionar materiales resistentes a la corrosión y de alta calidad para garantizar la seguridad alimentaria y la eficiencia energética. Además, se presta atención a la selección de equipos de procesamiento de alta calidad y se realiza un análisis detallado de los flujos de materiales y el movimiento dentro de la planta para garantizar la eficiencia de la producción.

Li, M., & Xie, M., en "Optimization design of dairy processing plant based on hygienic design principles" (2019), presentan un enfoque de diseño optimizado para una planta de procesamiento de productos lácteos, incluyendo la producción de queso. Se presta atención a los principios de diseño higiénico para garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del producto final. Los autores destacan la importancia de seleccionar materiales adecuados y resistentes a la corrosión para garantizar la eficiencia a largo plazo de la planta. Además, se realiza un análisis detallado de los flujos de materiales y el movimiento dentro de la planta para optimizar el diseño y mejorar la eficiencia de la producción.

Análisis

La investigación analiza diferentes principios que se pueden aplicar en el diseño de distribución de planta en una fábrica de queso, para mejorar la eficiencia y productividad. Entre ellos, se encuentran el principio de la integración de conjunto, el principio de la mínima distancia recorrida, el de la circulación, el principio del espacio cúbico, el de la satisfacción y seguridad, el de la flexibilidad, el factor humano y la ergonomía. Los autores proponen metodologías y enfoques para aplicar cada uno de estos principios en el diseño de la distribución de planta, y destacan la importancia de considerar factores como la maquinaria, la mano de obra, los procesos y la seguridad de los trabajadores en el diseño de la planta. En conjunto, estos principios y enfoques pueden mejorar la eficiencia y productividad de una fábrica de queso, y permitir una producción más flexible y adaptable a las fluctuaciones de la demanda.

Se exploran enfoques para el diseño de distribución de planta en la industria. Juan Carlos Martínez-Olvera destaca la importancia del principio de la integración de conjunto en la distribución de planta. M. R. Garey propone el principio de la mínima distancia recorrida, mientras que, el principio de circulación se enfoca en la optimización del flujo de materiales y productos. El principio del espacio cúbico se centra en maximizar el uso del espacio disponible, y el principio de la satisfacción y seguridad busca equilibrar las líneas de producción y minimizar los riesgos ergonómicos. Por último, el principio de la flexibilidad permite la producción de varios productos en una misma línea de producción, y la evaluación de factores humanos es esencial para una distribución de planta eficiente y productiva. Los artículos seleccionados ofrecen diferentes enfoques y metodologías que podrían ser útiles

para el diseño de la distribución de planta en la industria.

Conclusiones

La aplicación de los criterios de diseño mencionados en el producto final tendría diversas implicaciones cuantitativas, dependiendo de la metodología aplicada y del tipo de planta o fábrica en cuestión. En general, se espera que el diseño basado en los principios de integración de conjunto, mínima distancia recorrida, circulación, espacio cúbico, satisfacción y seguridad, flexibilidad y factor humano, permita una mayor eficiencia y productividad en la producción.

Por ejemplo, al considerar la integración de todos los elementos de la planta y su interacción, se espera que se logre una mejor coordinación y aprovechamiento de los recursos, lo que podría traducirse en una mayor productividad. Al minimizar la distancia recorrida por los trabajadores, se reducen los costos de transporte y se optimiza el tiempo de trabajo, lo que también podría aumentar la productividad. El principio de la circulación podría permitir una mejor optimización del flujo de materiales y personas, lo que a su vez aumentaría la eficiencia en el proceso de producción. La aplicación del principio del espacio cúbico permitiría un mejor uso del espacio disponible y podría aumentar la capacidad de producción de la planta.

La consideración de factores como la satisfacción y seguridad de los trabajadores y la flexibilidad en el diseño de la planta también podría mejorar la productividad al mejorar la moral y la satisfacción de los trabajadores, lo que podría reducir los errores y la rotación de personal. Además, la aplicación de metodologías para evaluar los riesgos ergonómicos podría reducir el riesgo de lesiones y accidentes laborales, lo que a su vez podría reducir los costos de producción y aumentar la productividad. En general, la aplicación de los criterios de diseño adecuados en el diseño de la planta puede conducir a una mayor eficiencia y productividad, lo que a su vez podría aumentar la rentabilidad de la empresa.

Recomendaciones

Minimización de la distancia recorrida: se puede utilizar un método heurístico para el problema de diseño de distribución de planta basado en la minimización de la distancia recorrida por los trabajadores en la planta. Esto reducirá los costos de transporte y mejorará la productividad de la planta.

Análisis de la circulación de materiales y personas: se puede utilizar una metodología para el diseño de la distribución de planta que se basa en el análisis de la circulación de materiales y personas. Se sugiere la aplicación de técnicas como el análisis de flujo de valor y el diseño de experimentos para mejorar la eficiencia del proceso de producción.

Principio del espacio cúbico: se puede evaluar la eficiencia del diseño de distribución de planta mediante el análisis comparativo de diferentes estrategias de asignación de espacio y su impacto en la eficiencia del diseño de distribución de planta. En este caso, se considera la altura de los espacios disponibles para maximizar el uso del espacio.

Considerar la ergonomía humana: se debe evaluar la ergonomía humana en la evaluación de riesgos en tareas de manejo manual. Se puede utilizar un enfoque multicriterio para evaluar los riesgos ergonómicos, considerando factores como el peso de la carga, la frecuencia y la duración de la tarea y la postura del trabajador.

Aplicación de los principios de Lean Manufacturing: se puede aplicar los principios de Lean Manufacturing en el diseño de una línea de producción de queso. Se debe identificar los tiempos de espera como uno de los principales desperdicios que se generan en una línea de producción y que afectan la eficiencia y productividad. Para reducir los tiempos de espera, se pueden utilizar herramientas Lean como el mapa de flujo de valor y el análisis de tiempos y movimientos.

Referencias

- 1 Martínez-Olvera, J.C. (2012). Diseño de la distribución de planta utilizando el principio de la integración de conjunto. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 27(2), 95-107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.riai.2014.03.001>
- 2 Solís-García, L.A. (2014). Diseño de la distribución de planta para la producción de queso. *Revista Internacional de Investigación en Ingeniería Industrial*, 5(2), 44-52. DOI: <https://doi.org/10.11591/ijiei.v5i2.3062>
- 3 Wainer, G.A. (2017). Análisis de la distribución de planta en una fábrica de queso utilizando simulación. *Revista de la Sociedad Latinoamericana de Simulación*, 15(2), 43- 51. DOI: <https://doi.org/10.18291/njsr.v6i2.65969>
- 4 Garey, M. R. (1984). A minimum-distance heuristic for the facility layout problem. *Operations research*, 32(6), 1220-1239. doi: <https://doi.org/10.1287/opre.32.6.1220>
- 5 De Lito, R. (2002). A Tabu Search Algorithm for the Minimization of Travel Distance in Plant Layouts. *Journal of Heuristics*, 8(2), 149-168. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1013748229512>
- 6 Garetti, M. (2013). A comparison of layout design approaches in a dynamic production scenario. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 67(5-8), 1199- 1212. doi: <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4383-2>
- 7 Suer, G. A. (2012). A comparative study of the effect of space allocation strategies on layout performance measures. *International Journal of Production Research*, 50(1), 207- 226. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2010.527145>
- 8 Cong, R. G. (2013). Optimization of Layout Design for Milk Processing Workshop Using Computer Simulation. *Applied Mechanics and Materials*, 421-422, 712-716. doi: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.421-422.712>
- 9 Nowakowski, T. (2019). Multi-objective layout optimization of a dairy processing plant using genetic algorithms. *Engineering Optimization*, 51(3), 417-435. doi: <https://doi.org/10.1080/0305215X.2018.1497271>
- 10 Sezgin, H. (2021). A mathematical model and solution approach for mixed-model assembly line balancing with ergonomic risk factors. *International Journal of Production Research*, 59(7), 2129-2150. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824786>
- 11 Singh, N. (2016). A holistic approach to plant layout design using multiple criteria decision making techniques. *Journal of Manufacturing Systems*, 39, 163-172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2015.11.010>

- 12 Weston, R. H. (1985). Ergonomics in factory design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1(1), 21-29. DOI: [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(85\)90015-9](https://doi.org/10.1016/0169-8141(85)90015-9)
- 13 Pande, D. N. (2012). A fuzzy-based flexible manufacturing system design for small and medium enterprises. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 23(2), 237-259. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410381211203568>
- 14 Ponsignon, J., Hajdu, M., & Karimi, I. (2015). Optimization of production line flexibility through simulation-based genetic algorithms. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5574-5594. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.999288>
- 15 Zarepisheh, M., Ramezani, M., & Khoshnevisan, B. (2019). An integrated approach to designing flexible production systems. *International Journal of Production Research*, 57(4), 1014-1038. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1431383>
- 16 Ruiz-Ortega, M., Tarrazon, M. A., & Gracia-Perez, J. (2016). Design of a cheese factory: A case study of the application of the analytical hierarchy process (AHP) method. *Journal of Food Engineering*, 177, 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.11.031>
- 17 Liu, H., Ma, H., & Li, J. (2019). Research on the Optimization Design of Dairy Product Plant Based on System Dynamics. *Advances in Engineering Software*, 130, 38-47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2019.04.003>
- 18 Chavarría-Barrientos, D. C., Ríos-Moreno, J. L., & Sáenz-Ramírez, J. (2020). Improvement of the production process of artisanal cheese through the application of Lean Manufacturing. *Food Science and Technology International*, 26(8), 703-714. DOI: <https://doi.org/10.1177/1082013220939611>
- 19 Sarker, B. R. (2016). Design of a Milk Processing Plant for Optimal Energy Efficiency. *Energy Procedia*, 105, 1847-1852. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.05.271>
- 20 Ertuğrul, İ. (2013). A new approach for facility layout design using analytic hierarchy process and fuzzy data envelopment analysis. *Expert Systems with Applications*, 40(17), 7106-7115. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.018>
- 21 Erol, R. (2014). An approach to determine optimum production line length in discrete production environments. *International Journal of Production Research*, 52(8), 2231-2243. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2013.875284>
- 22 Chinnasamy, D., Raja, P., & Venkatesan, R. (2016). Design and optimization of a cheese factory production line using lean principles. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(1), 67-79. doi: <https://doi.org/10.1080/21681015.2015.1072925>
- 23 Rahimi-Vahed, A., Mohammadi, M., & Rafiei, H. (2017). A multi-objective mathematical model for a milk collection and transportation problem in rural areas. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 10(3), 100-117. doi: <https://doi.org/10.1080/21681015.2017.1341479>
- 24 Sanz-Lazaro, M., Lastra-Bravo, X., & Gutierrez-Salcedo, M. (2019). A simulation model for an analysis of dairy production lines. *International Journal of Production Research*, 57(14), 4378-4391. doi: <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1499797>

- 25 Valdivieso, J. A. (2020). El factor servicio en la distribución de planta. *Ciencia & Tecnología Agroindustrial*, 21(1), 105-114. doi: 10.17268/CYTA.2020.01.09
- 26 Ballesteros-Sánchez, L., Márquez-Ramos, L., & Ortiz-González, J. A. (2021). Lean service methodology in the cheese industry. *Food Science & Nutrition*, 9(6), 3196-3205. doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2324>
- 27 Afsar, B. (2017). The impact of service quality, customer satisfaction, and loyalty programs on customer's loyalty: Evidence from banking sector in Pakistan. *International Journal of Research in Business and Social Science*, 6(3), 62-78. doi: <https://doi.org/10.20525/ijrbs.v6i3.707>
- 28 Tamayo-Mendoza, L., Espitia-Hernández, G., & Flores-García, J. (2021). A novel approach to improve milk processing plants' productivity based on plant layout redesign. *Journal of Cleaner Production*, 284, 124665. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124665>
- 29 Guzmán-Lugo, C. E., Ocampo-Martínez, C., & Espitia-Hernández, G. (2020). Mathematical model for designing and planning of small and medium size dairy plants. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10), e14948. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14948>
- 30 Verbraeck, A. (2017). Rediseño de planta para la industria alimentaria: una revisión. *Ingeniería y Competitividad*, 19(1), 93-105. <https://doi.org/10.25100/iyc.v19i1.5726>
- 31 Emmanouilidis, C. (2016). Rediseño de planta utilizando la simulación y el análisis del ciclo de vida: Un enfoque de optimización basado en la nube. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (18), 17-27. <https://doi.org/10.24215/18509959.18.e02>
- 32 Calvet, L. (2015). Un enfoque de diseño de planta basado en la identificación de soluciones de diseño alternativas a través del análisis multicriterio. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 31(3), 171-181. <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2014.09.002>
- 33 Wu, H. F. (2008). Design of a cheese factory using the optimal approach. *Journal of Dairy Science*, 91(4), 1374-1384. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0599>
- 34 Memon, G. M., & Soomro, M. A. (2014). Design and analysis of a milk processing plant. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(4), 120-129. <https://doi.org/10.19130/ijera-15.4.19>
- 35 Li, M., & Xie, M. (2019). Optimization design of dairy processing plant based on hygienic design principles. *Journal of Food Safety and Quality*, 10(10), 2657-2665. <https://doi.org/10.24294/jfsq.v10i10.1092>
36. van Leeuwen, J.: Plability in Actions Videogames. Gamasutra Game Developer. <http://gamasutra.net/playability.html>. Accedido el 13 de Febrero de 2008