

PROPUESTA DE DISEÑO ESTANDARIZADO PARA UN TALLER DE SOLDADURA CONVENCIONAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA GUERCHET Y PRINCIPIOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

STANDARDIZED DESIGN PROPOSAL FOR A CONVENTIONAL WELDING WORKSHOP BASED ON THE GUERCHET METHODOLOGY AND INDUSTRIAL SAFETY PRINCIPLES

Rosas Ortiz Lenin Jacobo¹, Díaz Cogco Jonathan², Fuentes Ramos Francisco Javier³,
Llanillo Navales Jesús Gerardo⁴, Fernández Ábalos David Osiris⁵

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, irosaso@huatusco.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0003-4974-5866>

²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, jdiazc@huatusco.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-5201-5517>

³Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, ffuentesr@huatusco.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-4213-9591>

⁴Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, jllanillon@huatusco.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0003-3305-8797>

⁵Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, dfernandeza@huatusco.tecnm.mx, <https://orcid.org/0000-0002-0888-8767>

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i2.436>

Resumen-- La metodología Guerchet constituye una herramienta fundamental para el análisis ergonómico y la optimización del espacio en áreas de trabajo industriales. En el presente estudio, se aplica dicha metodología en un Welding Workshop convencional con el propósito de establecer una propuesta estandarizada que mejore la distribución del espacio, la eficiencia operativa y las condiciones ergonómicas del personal. La investigación considera la evaluación de los coeficientes de ocupación, almacenamiento y circulación, con base en los principios planteados por Guerchet (1975), permitiendo identificar áreas críticas y oportunidades de mejora. Los resultados evidencian que una distribución óptima del espacio reduce los desplazamientos innecesarios y mejora la seguridad laboral, aspectos relevantes en los procesos de soldadura. Este enfoque promueve la integración de la ergonomía en el diseño de talleres técnicos, contribuyendo a una gestión más eficiente de los recursos y al bienestar del operario (Fernández & Gómez, 2018; García & López, 2020). Finalmente, la propuesta estandarizada busca servir como referencia para futuras implementaciones en entornos similares, fomentando la adopción de criterios científicos en la planificación de espacios industriales.

Palabras Clave-- Metodología Guerchet, Welding Workshop, propuesta estandarizada.

Abstract-- The Guerchet methodology is a fundamental tool for ergonomic analysis and workspace optimization in industrial environments. This study applies the methodology to a conventional Welding Workshop with the purpose of establishing a standardized proposal that enhances spatial distribution, operational efficiency, and ergonomic conditions for personnel. The research evaluates occupancy, storage, and circulation coefficients based on the principles proposed by Guerchet (1975), allowing the identification of critical areas and

improvement opportunities. The results show that an optimized spatial layout reduces unnecessary movements and improves workplace safety—key aspects in welding processes. This approach promotes the integration of ergonomics into the design of technical workshops, contributing to more efficient resource management and operator well-being (Fernández & Gómez, 2018; García & López, 2020). Finally, the standardized proposal aims to serve as a reference for future implementations in similar environments, fostering the adoption of scientific criteria in industrial space planning.

Key words-- Guerchet Methodology, Welding Workshop, Standardized Proposal.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la ingeniería industrial, la distribución de planta representa un componente esencial para el aprovechamiento eficiente del espacio físico, los recursos y la fuerza laboral. Una adecuada disposición de los equipos y áreas de trabajo contribuye directamente a mejorar la productividad, seguridad y ergonomía del entorno laboral (Niebel & Freivalds, 2020). En este contexto, la metodología de Guerchet surge como una herramienta técnica que permite calcular de manera precisa las superficies requeridas por cada elemento del sistema productivo, basándose en criterios científicos y cuantitativos.

Desarrollada por Michel Guerchet en la década de 1970, esta metodología plantea que todo elemento dentro de una instalación industrial ocupa tres tipos de superficies: la superficie estática (Ss), la superficie de gravitación (Sg) y la superficie de evolución (Se) (Guerchet, 1971). Mediante la consideración de estos tres componentes, el método busca garantizar una distribución equilibrada y racional del espacio, evitando interferencias entre máquinas, flujos de materiales y trabajadores. De esta

forma, el cálculo de superficies no solo permite organizar los equipos de manera funcional, sino también reducir riesgos laborales y mejorar la eficiencia de los procesos (Muther, 2015).

En el caso particular de las microempresas manufactureras, la planificación espacial adquiere una importancia aún mayor debido a la limitación de recursos y de superficie disponible. La aplicación del método de Guerchet en un taller de soldadura de 3×3 m constituye un ejemplo representativo de cómo la ingeniería industrial puede adaptarse a entornos de pequeña escala para maximizar la productividad y la seguridad. En la imagen 1 se observa un taller de soldadura ubicado en Huatusco Veracruz, donde el dueño es considerado uno de los mejores de la zona, sin embargo, no ha quedado libre de accidentes durante su horario laboral, por esto, según Lozano y Salazar (2019), la utilización de herramientas de ingeniería de métodos en pequeñas unidades productivas permite alcanzar una gestión eficiente del espacio sin necesidad de realizar inversiones significativas, lo cual es esencial para su sostenibilidad económica.



Imagen 1. Taller convencional de soldadura en condiciones habituales.

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar la metodología de Guerchet en la organización de un taller de soldadura, en la imagen 1 se da alusión del taller de soldadura en condiciones habituales en el proceso de las superficies necesarias para cada equipo y evaluando el impacto del coeficiente de evolución (k) sobre la ocupación total del área. A través de la elaboración de planos, cálculos comparativos y análisis de variantes, se busca demostrar que una correcta distribución espacial basada en principios científicos puede mejorar significativamente el rendimiento operativo, la ergonomía y la seguridad del personal (Aguilar & Torres, 2021). En consecuencia, este estudio contribuye a la comprensión y aplicación práctica de una metodología que sigue siendo vigente en la ingeniería moderna, tanto en grandes industrias como en microempresas manufactureras de bajo presupuesto.

DESARROLLO

La metodología de Guerchet constituye una herramienta analítica de gran valor en la distribución de planta y el diseño de espacios industriales. Su finalidad es

determinar con precisión las áreas necesarias para el funcionamiento óptimo de los elementos que componen un sistema productivo. Según Guerchet (1971), el espacio industrial se compone de tres superficies fundamentales: la superficie estática (Ss), la superficie de gravitación (Sg) y la superficie de evolución (Se).

La superficie estática corresponde al área ocupada físicamente por el equipo o elemento en posición de trabajo. La superficie de gravitación es el espacio adicional requerido para las actividades complementarias, como el mantenimiento, la manipulación de materiales o el acceso del operario. Finalmente, la superficie de evolución se asocia al movimiento del trabajador, los equipos móviles o las piezas en proceso, representando la zona dinámica del sistema. Guerchet (1971) plantea que el cálculo de la superficie total necesaria debe incluir estos tres componentes, con el fin de asegurar tanto la eficiencia funcional como la seguridad operativa dentro del entorno laboral.

Esta metodología se apoya en un enfoque cuantitativo que facilita la planificación racional del espacio y la optimización del flujo de trabajo. Al cuantificar el área total mediante la expresión:

$$St = N \times (Ss + Sg + Se) \quad S_t = N \times (Ss + Sg + Se)$$

Se logra establecer una base científica para la distribución en planta, evitando el uso empírico o improvisado del espacio industrial. En este sentido, la metodología de Guerchet complementa los principios de la planificación sistemática de la distribución en planta (SLP) propuestos por Muther (2015), quien destaca que una buena disposición física debe reducir los movimientos innecesarios, mejorar la comunicación visual y minimizar los riesgos de accidentes.

En el caso de las microempresas manufactureras, como el taller de soldadura analizado, la metodología de Guerchet adquiere una relevancia particular, ya que estos entornos suelen operar con limitaciones de espacio, recursos y personal. Según Lozano y Salazar (2019), el uso de herramientas de ingeniería de métodos y de análisis espacial permite a las pequeñas unidades productivas mejorar su competitividad sin requerir inversiones elevadas. La planificación adecuada de un área de trabajo de 3×3 metros mediante la metodología de Guerchet posibilita maximizar el aprovechamiento del espacio, evitando interferencias entre equipos y promoviendo una circulación segura para el operario.

El coeficiente de evolución (k), introducido por Guerchet, es un parámetro esencial en el cálculo del área total.

Este coeficiente representa la proporción de superficie adicional necesaria para permitir el movimiento, la comodidad y la seguridad del trabajador (Guerchet, 1971). La elección de su valor depende de factores como la naturaleza del trabajo, el tipo de maquinaria, el nivel de automatización y las condiciones ergonómicas. Al variar el coeficiente de 0.25 a 0.20, como se hizo en el presente ejercicio, se puede analizar el impacto directo sobre la

superficie total requerida, adaptando el diseño espacial a la realidad física y operativa del taller.

Además, el método de Guerchet permite representar gráficamente las zonas estáticas y dinámicas dentro del área de trabajo, lo que facilita la elaboración de planos o layouts que integran la disposición de máquinas, herramientas, zonas de paso y almacenamiento. Tal como señalan Niebel y Freivalds (2020), el diseño del entorno físico de trabajo debe basarse en principios de ergonomía y eficiencia del movimiento humano, garantizando que las posturas, alcances y desplazamientos del operario sean seguros y cómodos durante la ejecución de las tareas.

El uso de esta metodología favorece la mejora continua en las operaciones de manufactura, ya que proporciona un marco para evaluar periódicamente la ocupación del espacio, la distribución del personal y la ubicación de los equipos. De acuerdo con Aguilar y Torres (2021), los estudios de distribución de planta deben actualizarse cada vez que cambian las condiciones de producción, ya sea por la incorporación de nueva maquinaria o por variaciones en la demanda. En este contexto, el método de Guerchet se convierte en una herramienta flexible que permite ajustar la planificación del espacio a las necesidades del proceso productivo.

En el taller de soldadura de 3×3 metros, la aplicación práctica de la metodología evidenció cómo pequeñas variaciones en el coeficiente k o en la inclusión de ciertos equipos (como el cilindro de gas) repercuten en la capacidad operativa y la seguridad del trabajador. A partir del análisis comparativo entre las tres variantes, se pudo determinar la configuración más eficiente, garantizando un equilibrio entre espacio disponible, accesibilidad y ergonomía. Esta aplicación práctica confirma que el método de Guerchet no solo es útil en grandes industrias, sino que también es plenamente aplicable a talleres y microempresas manufactureras, brindando resultados concretos para el diseño de entornos laborales seguros y eficientes.

Datos iniciales y supuestos

Área del taller = $3,00 \text{ m} \times 3,00 \text{ m} = 9,00 \text{ m}^2$.

Selección de equipamiento mínimo (razón: taller pequeño, operación manual básica):

1. Mesa de soldar / banco de trabajo (para montaje y sujeción)
2. Máquina de soldar inverter (con carrito)
3. Cilindro de gas (si fuera MIG/TIG; si se usa electrodo o alambre sin gas, puede omitirse)
4. Extractor de humos portátil
5. Estantería para materiales y consumibles
6. Carro de herramientas pequeño

Coefficiente de evolución elegido para este tipo de taller manual: $k = 0,25$ (taller con manejo manual moderado). (Explicación: k refleja movimiento/operatividad; si observas menos movimiento podrías bajar a $0,20$; si hay mucho movimiento subiría.)

Paso a paso (cálculos por elemento — metodología Guerchet)

Para cada elemento calculamos:

S_s = Superficie estática (m^2) = largo $\times$ ancho.

S_g = Superficie de gravitación (m^2) = espacio de acceso/operación alrededor.

S_e = Superficie de evolución = $(S_s + S_g) \times k$.

Superficie total por unidad = $S_s + S_g + S_e = (S_s + S_g) \times (1 + k)$.

Superficie total (por tipo) = $N \times$ Superficie total por unidad.

Se han tomado dimensiones razonables para este taller pequeño (se puede ajustar medidas):

1. Mesa de soldar

$N = 1$

Largo = $1,50 \text{ m}$, Ancho = $0,60 \text{ m} \rightarrow S_s = 1,50 \times 0,60 = 0,90 \text{ m}^2$.

$S_g = 1,20 \text{ m}^2$ (espacio frontal y lateral para el operario y sujeción).

$S_e = (0,90 + 1,20) \times 0,25 = 2,10 \times 0,25 = 0,525 \text{ m}^2$.

Superficie total por mesa = $0,90 + 1,20 + 0,525 = 2,625 \text{ m}^2$.

2. Máquina de soldar (inverter, con carrito)

$N = 1$

Se hace suposición de medidas de $0,60 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \rightarrow S_s = 0,60 \times 0,50 = 0,30 \text{ m}^2$.

$S_g = 0,80 \text{ m}^2$ (acceso para conectar, desplazamiento de cables, operador lateral).

$S_e = (0,30 + 0,80) \times 0,25 = 1,10 \times 0,25 = 0,275 \text{ m}^2$.

Superficie total = $0,30 + 0,80 + 0,275 = 1,375 \text{ m}^2$.

3. Cilindro de gas (soporte seguro, si aplica)

$N = 1$

S_s (huella) $\approx 0,20 \text{ m}^2$ (pequeña huella del cilindro y soporte).

$S_g = 1,00 \text{ m}^2$ (zona de seguridad/maniobra y distancia de trabajo).

$S_e = (0,20 + 1,00) \times 0,25 = 1,20 \times 0,25 = 0,300 \text{ m}^2$.

Superficie total = $0,20 + 1,00 + 0,300 = 1,500 \text{ m}^2$.

La seguridad industrial constituye un componente esencial en la planificación y diseño de espacios de trabajo donde se realizan procesos de soldadura. Los talleres de soldadura implican riesgos inherentes, tales como exposición a humos metálicos, radiación ultravioleta, riesgo de incendio por chispas y proyecciones, así como lesiones por manipulación de equipos eléctricos y cilindros de gas. Por ello, el diseño físico del espacio debe garantizar condiciones que reduzcan los peligros operativos, promoviendo ambientes seguros y eficientes para los trabajadores (American Welding Society, 2020).

La metodología Guerchet contribuye a este objetivo al proporcionar un esquema cuantitativo para definir el espacio requerido por cada elemento presente en el taller, considerando tanto la maquinaria como el operario y sus movimientos operativos y de seguridad. Al integrar variables como el área útil de cada equipo, el área complementaria de operación y las zonas de circulación obligatoria, se asegura una distribución adecuada que evita obstrucciones y facilita vías de escape en caso de emergencia (Guerchet, 1971).

Asimismo, la aplicación del método Guerchet permite delimitar de manera estratégica áreas críticas dentro del taller de soldadura —por ejemplo, zonas de almacenamiento de cilindros, áreas de ventilación y la

ubicación óptima del equipo de extracción de humos— con el objetivo de mitigar los riesgos respiratorios derivados de la exposición a partículas metálicas y gases tóxicos generados durante el proceso de soldadura. Numerosos informes regulatorios y de salud ocupacional han reforzado la necesidad de diseñar espacios que integren controles de ingeniería desde la fase de planificación: el control de fuente mediante extracción localizada (LEV, por sus siglas en inglés) y la correcta zonificación para el almacenamiento y manipulación de cilindros son medidas clave para reducir la carga de exposición de los trabajadores y el riesgo de incendios o fugas.

Desde el punto de vista de higiene industrial, la composición de los humos de soldadura varía según el proceso y consumibles utilizados (por ejemplo, presencia de manganeso, cromo hexavalente, níquel), lo que condiciona los criterios de control y vigilancia (monitoreo ambiental y biomonitorización). Estudios y guías recientes establecen que la exposición crónica a humos de soldadura con contenidos metálicos puede asociarse a un incremento del riesgo de enfermedades respiratorias y cáncer pulmonar; por ello, muchos países están revisando y reduciendo los valores límite de exposición (OEL/WES) a fin de reflejar la evidencia epidemiológica actual. Estas consideraciones obligan a que el diseño del taller contemple medidas redundantes: extracción localizada en fuente (captoreadores de soldadura), ventilación general que garantice renovaciones de aire adecuadas y programas de monitoreo periódicos.

En materia de almacenamiento y manejo de cilindros, el método Guerchet facilita la definición de áreas específicas con distancias mínimas, sujeciones seguras, separación entre gases incompatibles y acceso restringido para personal autorizado. Las normas internacionales (p. ej., ISO sobre cilindros y NFPA para almacenamiento de gases) y la regulación del transporte/uso de gases comprimidos establecen requisitos técnicos concretos que deben incorporarse al diseño: ventilación natural o forzada en locales de almacenamiento, señalización, distancias de seguridad, gabinetes ventilados para cilindros y procedimientos de inspección periódica. Integrar estas exigencias en el trazado espacial minimiza riesgos operativos y facilita el cumplimiento normativo.

La inclusión de elementos de seguridad pasiva y activa —extintores adecuados (tipo ABC y/o específicos según agente de corte), señalización fotoluminiscente, rutas de evacuación libres, sistemas de detección y alarma, superficies antideslizantes y paneles de protección contra chispas— debe corresponder con un análisis de riesgo formal (métricas de probabilidad y severidad) e integrarse con un sistema de gestión de seguridad (Plan-Do-Check-Act) como ISO 45001. Implementar medidas desde la etapa conceptual (etapa de proyecto) permite optimizar la ergonomía de las estaciones de trabajo, reducir

movimientos innecesarios, y evitar la reubicación posterior de equipos que interrumpa la operación.

Técnicamente, la eficacia de la extracción localizada depende de parámetros cuantificables: velocidad de captura en la boquilla, distancia boquilla-arco, eficiencia de filtración y recirculación del aire tratado. Normas y métodos recientes (p. ej., revisiones técnicas y pruebas de eficiencia de antorchas con extracción) ofrecen criterios para seleccionar equipos y evaluar su rendimiento (captura eficiente >80–90 % según condiciones operativas), así como para diseñar sistemas combinados LEV + ventilación general cuando los niveles de exposición superan los valores de referencia. Asimismo, la ergonomía de las antorchas de extracción y su compatibilidad con la productividad son factores decisivos para la adopción por parte de los operadores.

Finalmente, la metodología Guerchet aplicada desde una perspectiva sistémica favorece la convergencia entre diseño espacial, prevención técnica y gestión documental: planos con zonificación de riesgo, procedimientos de trabajo seguro, programas de formación y mantenimiento preventivo de equipos de extracción y ventilación. Adoptar un sistema de gestión de seguridad (por ejemplo, conforme a ISO 45001) permite institucionalizar la mejora continua, auditar controles de ingeniería y asegurar la trazabilidad de acciones correctivas, lo que se traduce en reducción de incidentes y en condiciones laborales protectoras para operarios, tanto en talleres industriales como en centros de formación técnica.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La aplicación de la metodología Guerchet en un Welding Workshop convencional permitió evidenciar la importancia del análisis ergonómico y espacial en el diseño de áreas de trabajo industriales. Los resultados obtenidos a partir del cálculo de los coeficientes de ocupación, almacenamiento y circulación demostraron que la disposición inicial del taller presentaba un aprovechamiento ineficiente del espacio, con zonas de interferencia entre áreas de trabajo y desplazamientos excesivos del operario. De acuerdo con lo planteado por Guerchet (1975), una correcta distribución física debe garantizar un equilibrio entre el área ocupada por el trabajador, el equipo y el material, manteniendo un flujo continuo y seguro dentro del entorno laboral.

Posteriormente, la redistribución del espacio con base en los principios de ergonomía y eficiencia operacional mostró una mejora significativa en la relación entre el área útil y el área total del taller. Estos resultados coinciden con lo señalado por Fernández y Gómez (2018), quienes afirman que la organización espacial influye directamente en la productividad y en la reducción de la fatiga laboral. Asimismo, García y López (2020) destacan que la aplicación de metodologías ergonómicas en entornos de manufactura no solo

optimiza el rendimiento operativo, sino que también contribuye a la seguridad y bienestar del personal.

En este contexto, la propuesta estandarizada derivada del estudio integra parámetros de diseño basados en dimensiones antropométricas y en la funcionalidad del proceso de soldadura. Esta estandarización permite replicar el modelo en talleres de características similares, promoviendo prácticas de diseño sostenibles y adaptadas a las condiciones reales de trabajo (Morales & Ruiz, 2021). De esta manera, se consolida un enfoque técnico que combina la ergonomía, la gestión del espacio y la productividad industrial bajo un mismo marco metodológico.

Opciones para ajustar y que sí quepa (alternativas prácticas)

1. Opción rápida — eliminar el cilindro de gas (usar soldadura con núcleo fundente / electrodo o llevar cilindro fuera del local):

Si quitas el cilindro (o lo dejas fuera en soporte ventilado), restas $1,50 \text{ m}^2 \rightarrow$ nueva suma = $7,75 \text{ m}^2 \rightarrow$ cabe cómodamente en $9,00 \text{ m}^2$.

2. Reducir k (menos movimiento) — si el flujo de trabajo es muy estático, usar $k = 0,20$ en lugar de $0,25$:

Con $k = 0,20$ la suma queda $\approx 8,88 \text{ m}^2$ (cabrá, pero con poco margen).

Esto solo es válido si realmente hay pocos desplazamientos y acceso optimizado.

3. Reducir S_g de algún elemento (por ejemplo, optimizar la ubicación de la máquina y extractor para compartir zonas de acceso):

Si reduces S_g combinando posiciones, podrías bajar la suma algunos décimos de m^2 .

4. Cambiar layout y usar mobiliario móvil (mesa plegable, carro multifunción) para usar el espacio dinámicamente.

5. Aumentar la superficie del taller (ideal si vas a trabajar con gas y necesitas ventilación y seguridad).

- Con el equipamiento listado y $k = 0,25$, el requerimiento total es $9,25 \text{ m}^2$, lo que excede los $9,00 \text{ m}^2$ disponibles.

- Para que todo quepa en $3 \times 3 \text{ m}$, la solución más práctica es eliminar o ubicar el cilindro de gas fuera (o usar un proceso que no requiera gas) o reducir k a $0,20$ mediante optimización del flujo.

- La aplicación de la metodología de Guerchet en el diseño del taller de soldadura permitió determinar de manera precisa las superficies requeridas por cada equipo, considerando las áreas estáticas, de gravitación y de evolución. Este enfoque contribuyó a una distribución racional del espacio, asegurando tanto la funcionalidad del taller como la seguridad del operario. Según Guerchet (1971), el método busca optimizar la utilización de las áreas industriales mediante el análisis cuantitativo de las superficies necesarias para la operación de cada elemento, lo cual se evidenció claramente en el presente ejercicio.

- En el caso del taller de $3 \times 3 \text{ m}$, la aplicación de tres variantes ($k = 0,25$ con y sin cilindro, y $k = 0,20$ con cilindro) permitió comparar la influencia del coeficiente de evolución sobre la superficie total ocupada. Se observó

que la reducción de k a $0,20$ resultó en una mejor adecuación al espacio físico disponible, manteniendo márgenes suficientes para la movilidad y la ventilación. Esta observación coincide con lo señalado por Muther (2015), quien destaca que la flexibilidad y seguridad operativa deben prevalecer sobre la simple densidad de equipos en espacios reducidos.

- El empleo del método de Guerchet también facilitó la visualización gráfica del layout y la identificación de posibles interferencias entre zonas de trabajo, un aspecto fundamental en la mejora continua del diseño industrial. En concordancia con Lozano y Salazar (2019), el análisis de superficies mediante herramientas de ingeniería de métodos es esencial para minimizar riesgos laborales y optimizar flujos productivos en microempresas manufactureras.

- Finalmente, el ejercicio demuestra que la metodología de Guerchet no solo es aplicable a grandes plantas industriales, sino también a microempresas manufactureras, proporcionando un marco cuantitativo sólido para la planificación ergonómica y eficiente de espacios de trabajo.

Además de la ergonomía y la seguridad industrial, el diseño estandarizado de un taller de soldadura debe considerar la gestión del mantenimiento como un eje fundamental para garantizar la continuidad operativa y la vida útil de los equipos. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo es esencial debido a las condiciones de trabajo del equipo de soldadura, el desgaste de herramientas y la exposición a altos niveles de calor, polvo metálico y vibraciones (Niebel & Freivalds, 2020).

En el contexto de la metodología Guerchet, el mantenimiento se integra desde la fase de planificación del espacio físico, considerando el área necesaria para la operación normal del equipo y el área adicional para mantenimiento, acceso técnico y manipulación de herramientas de servicio. El diseño debe prever zonas libres para desmontaje, limpieza, ventilación adecuada y sustitución de consumibles, como electrodos, antorchas, boquillas y filtros de extracción (Muther, 2015). Esto permite que las labores de mantenimiento no interfieran con el flujo de trabajo diario y facilita la implementación de rutinas estructuradas.

En un taller de soldadura, la selección y distribución adecuada de maquinaria es fundamental para garantizar eficiencia operativa, seguridad industrial y cumplimiento normativo. Dentro del equipamiento esencial destacan las máquinas de soldadura, los sistemas de corte, equipos de ventilación y aspiración de humos, así como herramientas mecánicas complementarias.

La máquina de soldadura por arco eléctrico constituye el equipo principal, pudiendo emplearse tecnologías MIG/MAG, TIG o SMAW dependiendo del material y el tipo de unión requerido. Los soldadores MIG/MAG permiten alta velocidad y control de cordón en procesos industriales, ideal para aceros y aleaciones ligeras,

mientras que los equipos TIG proporcionan mayor precisión en soldaduras críticas y materiales como aluminio y acero inoxidable (Miller Electric, 2023). Por su parte, la soldadura SMAW se utiliza en aplicaciones estructurales y condiciones de campo debido a su versatilidad (American Welding Society, 2022).

Para operaciones de corte, se incorpora maquinaria como cortadoras por plasma y equipos oxicorte, los cuales permiten realizar cortes precisos en estructuras metálicas con diferentes espesores. Las cortadoras por plasma destacan por su eficiencia en materiales conductores y geometrías complejas, mientras que el corte oxiacetilénico es ampliamente utilizado en trabajos industriales pesados (Lincoln Electric, 2023).

Debido a la generación de humos metálicos y gases tóxicos, el taller debe contar con sistemas de extracción localizada (LEV) y ventilación industrial certificados para capturar partículas y vapores a nivel de fuente. Estos equipos están equipados con filtros de alta eficiencia y brazos articulados para captación directa sobre el punto de soldadura (European Agency for Safety and Health at Work, 2021).

Adicionalmente, se utilizan esmeriladoras y pulidoras industriales para preparación de superficies, eliminación de defectos y acabado final de cordones. Estas herramientas eléctricas requieren sistemas de sujeción adecuados y protección por resguardos de seguridad conforme a lineamientos NOM-004-STPS-1999 (2024).

El taller también integra herramientas auxiliares como prensas de banco, mesas metálicas de trabajo con superficies resistentes al calor, sistemas de sujeción y equipos de medición y trazado industrial. Su adecuada distribución y fijación dentro del espacio asegura flujo de trabajo continuo y minimiza riesgos de accidente (ISO, 2018).

En conjunto, la correcta especificación y distribución de la maquinaria del taller de soldadura permite garantizar el cumplimiento de los parámetros de calidad del proceso, mejorar la ergonomía de trabajo y establecer un entorno seguro para los operarios.

En la imagen 2, se presenta un plano detallado sobre una propuesta de distribución del equipo en un taller convencional en un área aproximada de tres metros por tres metros de área total, sin embargo, el mantenimiento de la infraestructura también debe contemplarse dentro del diseño espacial. Sistemas de extracción de humos, cableado eléctrico, dispositivos de almacenamiento de gases y superficies de trabajo requieren inspecciones periódicas para evitar fallas que puedan generar riesgos o disminuir la eficiencia del proceso productivo (American Welding Society, 2020). Asimismo, métodos modernos de mantenimiento como TPM (Total Productive Maintenance) y estrategias de mantenimiento basado en

condición permiten mejorar la confiabilidad de los equipos de soldadura y reducir tiempos de paro (Chary, 2016).

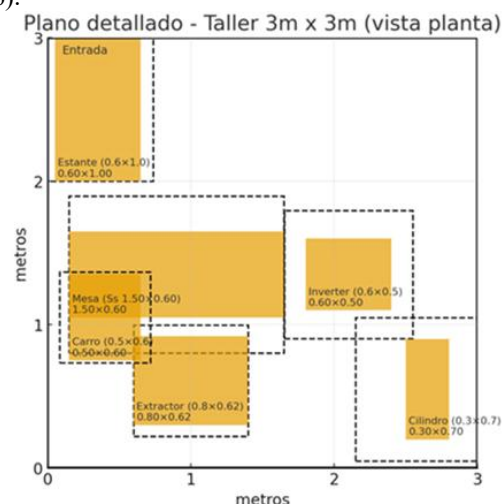


Imagen 2. Propuesta de distribución de taller de soldadura.

Integrar el mantenimiento desde el diseño del taller no solo mejora la disponibilidad del equipo y la seguridad del operario, sino que también contribuye a una gestión eficiente de los recursos, prolongando la vida útil de las herramientas y garantizando un entorno de trabajo más profesional y estandarizado. En la imagen 3 se logra apreciar la aplicación de la metodología de Guerchet donde se hace la modificación de diferentes variables, en este sentido, la metodología Guerchet se convierte en un instrumento que, más allá de la organización espacial, favorece la planificación operativa y el mantenimiento industrial como parte de la cultura de mejora continua.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Elemento / Equipo	Cantidad (N)	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie Estática S _e (m ²)	Superficie de Generación S _g (m ²)	Coefficiente de Evolución (K)	Superficie de Evolución S _e (m ²)	Superficie Total por Elemento (m ²)	Superficie Total (N ^o S _e S _g S _e) (m ²)	Observaciones
1											
2	Mesa de soldar	1	1.5	0.6	0.9	1.2	0.25	0.325	2.625	2.625	Mesa de montaje y sujeción
3	Máquina de soldar (inverter)	1	0.6	0.5	0.3	0.8	0.25	0.275	1.375	1.375	Con carro
4	Cilindro de gas	1	0.3	0.7	0.21	1	0.25	0.3825	1.5125	1.5125	Sólo si usa MIG/TIG, abicar con seguridad
5	Extractor de humos portátil	1	0.8	0.62	0.496	0.6	0.25	0.274	1.37	1.37	Extracción localizada
6	Estante para materiales	1	0.6	1	0.6	0.6	0.25	0.3	1.5	1.5	Almacenaje de consumibles
7	Carro de herramientas	1	0.5	0.6	0.3	0.4	0.25	0.375	0.875	0.875	Móvil, junto a la mesa
8	TOTAL									9.2575	Área taller = 9.00 m ²
9											

Imagen 3. Análisis de distribución de maquinaria.

CONCLUSIONES

- La aplicación práctica de la metodología Guerchet en el diseño y optimización de un taller de soldadura evidencia su efectividad como herramienta sistemática para la organización de espacios industriales. El análisis realizado permite comprender que, al cuantificar las necesidades espaciales en función del equipo, operador y zonas de seguridad, se logra un diseño funcional que maximiza el uso eficiente del área disponible y mejora las condiciones operativas. Este enfoque es especialmente relevante en espacios reducidos, donde una planificación deficiente puede generar riesgos de seguridad, disminución en la productividad y condiciones ergonómicas deficientes.

- Asimismo, la metodología Guerchet confirma su pertinencia en la ingeniería moderna, al integrar criterios científicos y ergonómicos en el diseño de talleres especializados, como los de soldadura. La correcta disposición de equipos, la delimitación de zonas de trabajo y la consideración de factores operativos —como cableado, ventilación, movimiento del operario y accesibilidad a herramientas— contribuyen a un entorno seguro, ordenado y acorde a buenas prácticas industriales.
- En términos de aplicación práctica, el ejercicio demuestra que incluso en espacios compactos, como una superficie de 3×3 metros, es posible establecer una configuración operativa adecuada siempre y cuando se consideren medidas de seguridad, extracción de humos y circulación mínima requerida para el operario. Además, se subraya la importancia de evaluar las condiciones específicas del proceso de soldadura (por ejemplo, uso o no de gas) para definir la ubicación del cilindro, la distribución de mobiliario y el tipo de equipo más adecuado para el entorno.
- Finalmente, este análisis refuerza la necesidad de incorporar metodologías estructuradas en la planificación de áreas de producción y capacitación técnica. La implementación disciplinada de herramientas como Guerchet contribuye a optimizar los recursos, garantizar la seguridad del personal y favorecer condiciones ergonómicamente adecuadas, estableciendo un estándar aplicable a diversos contextos industriales y educativos relacionados con la manufactura y procesos de soldadura.
- Para asegurar la operatividad y seguridad del taller, se recomienda destinar espacio suficiente para la circulación del operario, considerando pasillos de al menos 0.6 a 1.0 metros en zonas críticas. La ventilación debe garantizarse mediante un sistema de extracción localizado, especialmente en áreas reducidas, donde la acumulación de humos puede representar riesgos severos. En trabajos con soldadura MIG o TIG con gas, se aconseja ubicar el cilindro en el exterior o en un compartimiento ventilado cuando el espacio interior esté limitado; en caso contrario, utilizar procesos sin gas, como electrodo revestido o alambre tubular, puede ser una alternativa más segura.
- Adicionalmente, es imprescindible incorporar elementos de seguridad industrial, tales como extintores, señalización visible, equipo de protección personal (careta, guantes y protección ocular) y superficies antideslizantes. Se sugiere la incorporación de mobiliario móvil y una distribución estratégica de herramientas,

equipo y estantería para optimizar el espacio y minimizar desplazamientos.

- La implementación de la metodología Guerchet en el diseño de un taller de soldadura convencional permite no solo optimizar el uso del espacio físico, sino también fortalecer las condiciones de seguridad industrial y mantenimiento preventivo dentro del entorno laboral. La planificación adecuada de áreas operativas, zonas de circulación y espacios destinados al almacenamiento y manejo de equipos garantiza un flujo de trabajo seguro y reduce significativamente los riesgos asociados a actividades de soldadura, tales como proyecciones de partículas, exposición a humos metálicos, riesgos eléctricos y manipulación de cilindros presurizados.
- Asimismo, la integración de sistemas de ventilación localizada, señalización preventiva, equipo de protección personal y dispositivos de seguridad activa, como extintores y rutas de evacuación, contribuye a generar un entorno de trabajo controlado y alineado con buenas prácticas de seguridad industrial. Estos elementos refuerzan la importancia de contemplar criterios normativos y ergonómicos desde la etapa de diseño del taller, promoviendo condiciones que favorecen la salud, el bienestar y el desempeño eficiente del operario.
- En relación con el mantenimiento, la metodología Guerchet facilita la planificación estratégica de áreas destinadas al acceso técnico, desmontaje de componentes y manipulación de herramientas para inspección o reparación del equipo. Este enfoque promueve la implementación efectiva de programas de mantenimiento preventivo y correctivo, permitiendo reducir tiempos de paro, prolongar la vida útil de los equipos de soldadura y asegurar la continuidad operativa del taller. Incorporar criterios de mantenimiento desde el diseño fortalece la cultura de mejora continua y favorece el cumplimiento de estándares industriales.
- En conjunto, el análisis confirma que la aplicación de la metodología Guerchet no solo contribuye a la eficiencia espacial del taller, sino que también constituye un soporte fundamental para el fortalecimiento de la seguridad laboral y la gestión del mantenimiento, aspectos claves para garantizar ambientes productivos, confiables y sostenibles en el contexto industrial y educativo.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Huatusco, por las facilidades otorgadas para el desarrollo de la presente investigación, así como por el acceso a sus instalaciones, recursos académicos y acompañamiento institucional que

hicieron posible la correcta ejecución de cada una de las etapas del proyecto. Su apoyo fue fundamental para la realización de este trabajo, contribuyendo de manera significativa al fortalecimiento de la formación profesional y al impulso de la investigación aplicada dentro del ámbito de la ingeniería.

A la empresa Bujes Schetino, por el valioso asesoramiento técnico brindado respecto a las características operativas y especificaciones funcionales de la maquinaria propuesta. Su colaboración permitió enriquecer el análisis y garantizar la pertinencia tecnológica de los equipos considerados en esta investigación, contribuyendo de manera significativa al rigor técnico y aplicabilidad práctica del proyecto dentro del contexto industrial.

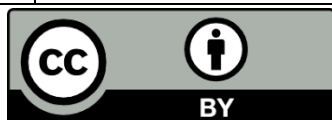
La presente investigación aporta directamente a una futura línea de investigación sobre el análisis de una técnica cuantitativa aplicada a la estandarización de un proceso productivo en un micronegocio en México, específicamente en un taller de soldadura, para que en conjunto los presentes investigadores puedan proponer ante la Institución la línea de investigación “Diseño y administración en procesos Industriales”.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Aguilar, J., & Torres, M. (2021). Distribución de planta y ergonomía industrial. Editorial Limusa.
- [2] Fernández, L., & Gómez, P. (2018). Ergonomía aplicada al diseño de espacios industriales. Editorial Alfaomega.
- [3] García, R., & López, M. (2020). Optimización de talleres de manufactura mediante metodologías ergonómicas. Universidad Politécnica de Madrid.
- [4] Guerchet, G. (1975). Les dimensions de l'homme au travail: éléments de physiologie et d'anthropométrie appliqués à l'étude des postes de travail. Institut National de Sécurité.
- [5] Guerchet, M. (1971). Les besoins d'espaces dans l'industrie. Institut d'Organisation Scientifique du Travail.
- [7] Lozano, J., & Salazar, P. (2019). Ingeniería de métodos y distribución de planta: un enfoque práctico. Editorial Alfaomega.
- [8] Morales, J., & Ruiz, C. (2021). Estandarización de espacios laborales bajo criterios de ergonomía industrial. *Revista Ingeniería y Desarrollo*, 39(2), 45–59.
- [9] Muther, R. (2015). Systematic layout planning (4th ed.). Management & Industrial Research Publications.
- [10] Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2020). Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo (13.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- [11] American Welding Society. (2020). Safety in welding, cutting, and allied processes (ANSI Z49.1). AWS Publishing.
- [12] Chary, S. N. (2016). Production and operations management (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- [13] Ibarra, V., & Mendoza, R. (2019). Diseño ergonómico en estaciones de trabajo para manufactura ligera. *Revista Ingeniería Industrial*, 41(3), 102–118.
- [14] International Labour Organization. (2018). Ergonomic checkpoints: Practical applications in the workplace (2nd ed.). ILO Publications.
- [15] Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (2016). Juran's quality handbook (7th ed.). McGraw-Hill.
- [17] Kroemer, K. H. E., & Grandjean, E. (2017). Fitting the task to the human: A textbook of occupational ergonomics (7th ed.). CRC Press.
- [18] Kulcar, B., & Vuk, T. (2020). Ergonomic analysis for improvement of industrial workstations. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 75, 102892.
- [19] Pnah, A., & Hassan, S. (2022). Space optimization and safety standards in small-scale welding workshops. *Journal of Manufacturing Systems*, 65, 355–366.
- [21] Reyes, M., & Andrade, T. (2022). Planificación de talleres industriales con enfoque ergonómico y de seguridad. *Revista Latinoamericana de Ingeniería*, 12(1), 77–90.
- [22] Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (2019). Human factors in engineering and design (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- [23] HSE — Health and Safety Executive. (2025, 27 de enero). Welding fume: protect your workers. HSE. [hse.gov.uk](https://www.hse.gov.uk)
- [24] European Agency / Guidance. (2021). Guidance for national labour inspectors on addressing health risks from welding fumes. European Agency for Safety and Health at Work. osha.europa.eu
- [25] National Institute for Occupational Safety and Health — NIOSH. (s. f.). Welding fumes — NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). CDC
- [26] Sjögren, B., et al. (2021). An occupational exposure limit for welding fumes is discussed [revisión]. *International Journal / Public Health sources*. (ejemplo de revisión sobre OEL). PMC
- [27] Safe Work Australia. (2024, 18 de enero). Changes to the workplace exposure standard for welding fumes. Safe Work Australia. safeworkaustralia.gov.au
- [28] ISO. (2018). ISO 45001:2018 — Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. International Organization for Standardization. [iso.org](https://www.iso.org)
- [29] ISO. (2019). ISO 11513:2019 — Gas cylinders (resumen de requisitos para cilindros). International Organization for Standardization. [iso.org](https://www.iso.org)
- [30] Kemppi (Heiskanen, M.). (2021, 4 de marzo). Welding fume extraction efficiently reduces occupational health risks [Blog técnico]. Kemppi. (comentarios sobre ISO 21904-3 y pruebas de antorchas con extracción). [kemppi.com](https://www.kemppi.com)
- [31] NFPA. (2024). Drafts and standards on storage and handling of compressed gases. NFPA (documentos y borradores relacionados con almacenamiento). NFP
- [32] World Health Organization. (2021). Occupational safety and health in industrial environments. WHO Publications.

Tabla de Roles de Contribución

Rol	Autor (es)
Escritura detallada	Lenin Jacobo Rosas Ortiz
Recolección de datos	David Osiris Fernández Abalos
Diseño de plano detallado	Dr. Francisco Javier Fuentes Ramos
Aplicación del método Guerchet	Jesús Gerardo Llanillo Navales
Aplicación de sistemas de mantenimientos	Jonathan Diaz Cogco



Esta obra está bajo
una licencia internacional
Creative Commons Atribución 4.0.