

**Desarrollo de un sistema de información para la selección y gestión de herramientas de
torno y fresadora en los procesos de mecanizado del sector metalmecánico**

Daniel Fernando Torres Castro y Juan Esteban Olarte Páez

Director

Isnardo González Jaimes

Especialista en Ingeniería Mecánica

Codirector

Mario Alberto Olarte Páez

Ingeniero Electrónico

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Ingeniería Mecánica

Bucaramanga

2026

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Objetivos.....	14
1.1 Objetivo General.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. Marco teórico	15
2.1 Estado del arte.....	15
2.2 Definición de parámetros en los procesos de mecanizado.....	16
2.2.1 Máquinas de mecanizado	17
2.2.2 Herramientas de corte	20
2.2.3 Parámetros de proceso	22
2.2.4 Sistemas e información.....	23
2.2.5 Back end.....	24
2.2.6 Front end	24
3. Metodología	25
3.1 Identificación de las operaciones y características de cada herramienta	26
3.2 Clasificación de herramientas.....	30
3.3 Modelado de los subsistemas.....	34

3.3.1	Modulo principal.....	34
3.3.2	Flujo de modulo denominado catálogos	36
3.3.3	Flujo para la selección de herramienta de corte.....	37
4.	Implementación y pruebas	41
4.1	Código de la programación.....	41
4.2	Implementación de módulos	44
4.3	Selección de herramienta	54
5.	Manual	63
6.	Conclusiones.....	65
	Referencias Bibliográficas	67

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Principales herramientas de corte</i>	21
Tabla 2. <i>Proceso para cada tipo de herramienta</i>	30
Tabla 3. <i>Proceso para cada tipo de herramienta</i>	31

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Fabricación de estructuras metálicas</i>	17
Figura 2. <i>Torno mecánico industrial</i>	18
Figura 3. <i>Fresadora universal</i>	19
Figura 4. <i>Taladro</i>	20
Figura 5. <i>Fotografía de ejemplo de herramienta de corte</i>	26
Figura 6. <i>Cotización de herramientas de corte</i>	27
Figura 7. <i>Catálogo de palbit para la codificación de herramientas</i>	28
Figura 8. <i>Codificación según catalogo</i>	28
Figura 9. <i>Elección de herramienta dependiendo de la operación</i>	29
Figura 10. <i>Material de la herramienta según la norma</i>	33
Figura 11. <i>Velocidades de corte de las herramientas</i>	34
Figura 12. <i>Módulo principal del sistema</i>	35
Figura 13. <i>Módulo de catálogos</i>	36
Figura 14. <i>Módulo de base de datos del sistema</i>	37
Figura 15. <i>Módulo de selecciona para las herramientas de corte</i>	38
Figura 16. <i>Diagrama de flujo para la selección de herramientas</i>	39
Figura 17. <i>Diagrama de flujo de las herramientas activas</i>	40

Figura 18. <i>Código Main.py</i>	41
Figura 19. <i>Código db.py</i>	43
Figura 20. <i>Código check_db.py</i>	44
Figura 21. <i>Módulo de catálogos</i>	45
Figura 22. <i>Módulo de máquinas</i>	46
Figura 23. <i>Módulo de materiales</i>	47
Figura 24. <i>Módulo de tipo materiales</i>	47
Figura 25. <i>Módulo de operaciones</i>	48
Figura 26. <i>Módulo de herramientas</i>	49
Figura 27. <i>Módulo de usuarios</i>	50
Figura 28. <i>Módulo de portaherramientas</i>	51
Figura 29. <i>Módulo de agregar</i>	52
Figura 30. <i>Módulo para agregar pieza</i>	53
Figura 31. <i>Ventana para agregar herramientas</i>	53
Figura 32. <i>Módulo de selección de máquinas</i>	54
Figura 33. <i>Módulo de selección de operación</i>	55
Figura 34. <i>Módulo de selección del material</i>	56
Figura 35. <i>Módulo de selección del tipo de material</i>	57

Figura 36. <i>Módulo de selección de parámetros</i>	58
Figura 37. <i>Módulo de resultados</i>	58
Figura 38. <i>Confirmación de la herramienta</i>	59
Figura 39. <i>Módulo de herramientas activas</i>	60
Figura 40. <i>Módulo de informes</i>	61
Figura 41. <i>Módulo de diagramas</i>	62
Figura 42. <i>Vista preliminar del manual</i>	63

Lista de Apéndices

Los apéndices están disponibles en el Repositorio Institucional

Apéndice A. *Fotografías de herramientas de corte*

Apéndice B. *Factura de compra de herramientas de corte*

Apéndice C. *Código del sistema*

Apéndice D. *Manual*

Resumen

Título: Desarrollo de un sistema de información para la selección y gestión de herramientas de torno y fresadora en los procesos de mecanizado del sector metalmecánico*

Autores: Daniel Torres Castro, Juan Esteban Olarte Páez**

Palabras claves: Sistema de información, mecanizado, herramientas de corte, selección de herramientas, base de datos.

Descripción: Este trabajo se basa en el desarrollo de un sistema de información orientado a la selección y gestión de herramientas de corte utilizadas en los distintos procesos llevados a cabo en el sector metalmecánico, específicamente en operaciones de torneado y fresado. La investigación surge a partir de la problemática asociada a la selección inadecuada de las herramientas, la cual se presenta, en gran medida, debido a la experiencia empírica de los operarios. Esto ha generado errores como el desgaste prematuro de las herramientas y el aumento de los costos de producción.

La metodología utilizada se realizó por medio de la recopilación de información proveniente de empresas del sector, en donde se realizó un acompañamiento durante algunos de los procesos llevados a cabo en dichos lugares, así como la obtención de catálogos de fabricantes y normas internacionales, permitiendo la clasificación de herramientas a partir de su geometría, material, operación y parámetros de corte, una vez obtenida esta información se diseñó una base de datos estructurada y se desarrolló un software compuesto por varios módulos.

El sistema implementa un flujo secuencial, el cual permite al usuario una mayor comprensión del sistema al momento de seleccionar la herramienta adecuada. Como resultado se obtiene una herramienta digital que facilita la toma de decisiones y reduce la probabilidad de un error. Esta solución es aplicable a todo el entorno industrial, optimizando el uso de recursos y promoviendo la adopción de tecnologías digitales a este tipo de procesos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Isnardo Gonzáles Jaimes. Especialista en Ingeniería Mecánica. Codirector: Mario Alberto Olarte Páez. Ingeniero Electrónico.

Abstract

Title: Development of an Information System for the Selection and Management of Turning and Milling Tools in Machining Processes within the Metalworking Sector *

Author: Daniel Torres Castro, Juan Esteban Olarte Páez**

Key Words: Information system, cutting tools, machining, tool selection, database.

Description: This work is based on the development of an information system aimed at the selection and management of cutting tools used in various processes within the metalworking sector, specifically in turning and milling operations. The research arises from the problem associated with the inadequate selection of tools, which largely depends on the empirical experience of operators. This situation has led to errors such as premature tool wear and an increase in production costs.

The methodology used was based on the collection of information from companies in the sector, through direct observation and participation in some of the processes carried out in these environments. Additionally, manufacturers' catalogs and international standards were analyzed, allowing the classification of tools according to their geometry, material, operation, and cutting parameters. Based on this information, a structured database was designed, and software composed of several modules was developed.

The system implements a sequential workflow that allows users to better understand the selection process when choosing the appropriate tool. As a result, a digital tool is obtained that facilitates decision-making and reduces the probability of errors. This solution is applicable to the industrial environment, optimizing resource use and promoting the adoption of digital technologies in these processes.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Advisor: Isnardo González Jaimes. Specialist in Mechanical Engineering. Co-advisor: Mario Alberto Olarte Páez. Electronic Engineer.

Introducción

En los diversos procesos de mecanizado, pueden surgir diversos errores como resultado del uso inadecuado de las herramientas necesarias. Estos errores pueden manifestarse tanto en un desgaste excesivo de las herramientas como en fallas durante el mecanizado de las piezas. Para los procesos de mecanizado se debe realizar un diseño previo de la pieza que se desea fabricar, así como un estudio de las herramientas y procesos necesarios para obtener un producto final, es en estos donde se pueden producir distintos tipos de fallas, considerando que desde hace ya varios años se ha venido trabajando con el sistema CAD/CAM, el cual permite mejorar este proceso, debido a que en la etapa del CAD, “el diseñador o dibujante representa gráficamente la pieza o el producto en forma digital utilizando el software de dibujo y modelado sólido realizando las entidades como líneas, arcos, círculos, polígonos, elipses, entre otros”(Juan & Carrasco García, 2006, p.76). Gracias a estos tipos de avances se ha logrado reducir el tiempo de desarrollo, así como aumentar la calidad de piezas y a su vez la creación de nuevas, convirtiéndose en un gran avance para la manufactura, debido a que “la construcción de piezas con geometrías complejas no sería una realidad sin la introducción y desarrollo de las tecnologías de diseño y manufactura CAD/CAM” (Erazo-Arteaga, 2022, p.300). El único inconveniente es que estos sistemas no ayudan en la selección de los distintos tipos de herramientas para los procesos de mecanizado lo cual sigue representando un problema en el proceso de producción de dichas piezas.

La diversidad de herramientas disponibles en la actualidad, impulsada por avances constantes en materiales, aleaciones y diseños, presenta un desafío para quienes buscan seleccionar las más adecuadas para las necesidades industriales. Esta diversificación ha generado una amplia gama de opciones, sin embargo, la falta de conocimiento previo sobre las ventajas y desventajas

de cada herramienta puede llevar a depender en gran medida de las recomendaciones de los fabricantes.

Además, la escasez de capacitación específica en este campo y la prevalencia de conocimientos empíricos transmitidos por operarios anteriores han llevado a una disminución en la vida útil de las herramientas, debido a que en ocasiones suelen existir mejores opciones de herramientas para el mismo mecanizado. Debido a lo anterior, el proceso de diseño en CAD/CAM se ha visto afectado en su eficiencia, cuando es un proceso demasiado costoso “la licencia del software CAD/CAM oscila entre 6 y 25 millones de pesos dependiendo de las funcionalidades del mismo” (Juan & Carrasco García, 2006, p.80).

La implementación de nuevas tecnologías es un proceso que se debe llevar a cabo durante toda la vida útil de una empresa. Por lo anterior, sin duda contribuirá a mejorar esos procesos, así como a elevar la calidad del producto, puesto que la tecnología puede formar parte de elementos notorios como maquinaria o complejos industriales, así como de documentos legales como patentes, licencias o contratos. No obstante, también puede manifestarse como una habilidad o destreza, e incluso como una práctica arraigada en una "cultura tecnológica" difícil de definir claramente (López, 1983). Estas tecnologías, junto con una capacitación adecuada, se verán reflejados en los productos finales.

Para abordar esta problemática, se plantea el desarrollo de un software especializado en la selección de herramientas para los procesos de mecanizado presentes en la industria colombiana. El objetivo principal es mejorar la eficiencia y la precisión de estos procesos, así como garantizar el uso adecuado de las herramientas, considerando tanto el tipo de material a mecanizar como el tipo de mecanizado requerido.

Este software busca proporcionar un entorno intuitivo que permita a los usuarios identificar fácilmente las herramientas más adecuadas para cada tarea específica. Al integrar datos sobre las propiedades de los materiales, los requisitos de mecanizado y las recomendaciones de los fabricantes, el sistema pretende ofrecer sugerencias personalizadas y basadas en datos para mejorar la selección de herramientas.

Además de mejorar la eficiencia en la selección de herramientas, este software también contribuye a la estandarización de los procesos de mecanizado y al desarrollo de mejores prácticas en la industria colombiana. Por lo anterior, se espera aumentar la calidad de los productos manufacturados y reducir los costos asociados con el desperdicio de materiales y el tiempo de producción.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema de información especializado que permita la selección y gestión de herramientas de mecanizado para torneado y fresado, con el fin de mejorar los procesos industriales del sector metalmecánico.

1.2 Objetivos Específicos

1. Identificar las distintas operaciones dentro de los procesos de mecanizado en torno y fresadora en la industria metalmecánica. Incluyendo la caracterización de los procesos, tales como avance, profundidad, velocidad en acabado y desbaste.
2. Diseñar un software que, mediante el análisis de un back end, permita la selección eficiente de las herramientas apropiadas para cada proceso de mecanizado.
3. Codificar un software que presente los siguientes módulos: Máquinas, herramientas de corte, operaciones, materiales, informes e inventario; a partir de una base de datos digital que permita una mejor gestión y la actualización del inventario.
4. Crear un manual, el cual ayude a la capacitación del usuario, con el fin de estandarizar el proceso de selección de herramientas.

2. Marco teórico

2.1 Estado del arte

En la industria metalmecánica contemporánea, la optimización de los procesos de mecanizado ha impulsado el desarrollo de sistemas inteligentes orientados a la selección de herramientas de corte y a la gestión eficiente de la información asociada a estos procesos. En este contexto, diferentes investigaciones han demostrado que la integración de múltiples fuentes de conocimiento en sistemas automatizados permite mejorar significativamente la toma de decisiones, incrementando tanto la rapidez como la precisión en la selección de herramientas (Shabaev et al., 2020).

La evolución hacia entornos de manufactura inteligente ha llevado a la implementación de sistemas capaces de analizar variables como el tipo de material, condiciones de operación, geometría de la pieza y características de la máquina herramienta. Estos sistemas permiten seleccionar herramientas auxiliares de manera automatizada considerando criterios técnicos y operativos, lo cual representa una necesidad urgente en la producción moderna, donde la eficiencia y la reducción de tiempos de diseño son factores determinantes (Balabanov et al., 2022).

Por otra parte, la gestión de la información relacionada con herramientas de corte ha sido identificada como un elemento clave para mejorar la competitividad en la industria. La creación de bases de datos estructuradas facilita el almacenamiento, acceso y actualización de información técnica, permitiendo un mejor control de inventarios y una adecuada selección de herramientas según el proceso requerido. Este enfoque contribuye a la reducción de costos operativos, al minimizar errores en la selección y evitar el uso inadecuado de herramientas (Gonçalves, 2018).

Asimismo, el desarrollo de software especializado ha permitido integrar reglas de decisión, modelos de selección y simulaciones de procesos de mecanizado. Estas herramientas digitales ofrecen interfaces intuitivas que facilitan la interacción del usuario con variables como velocidades de corte, avances, profundidades de pasada y tipo de herramienta. Como resultado, se logra un apoyo confiable en la planificación de procesos, mejorando la calidad del producto final y reduciendo el desperdicio de material (Ibarra, 2006; Orozco & Reyes, 2001).

En este sentido, el estado del arte evidencia una clara tendencia hacia la digitalización y automatización de los procesos de selección de herramientas, integrando conceptos de manufactura inteligente, bases de datos y sistemas expertos. Estas soluciones no solo mejoran la eficiencia productiva, sino que también contribuyen a la seguridad operativa y al aprovechamiento óptimo de los recursos en entornos industriales.

2.2 Definición de parámetros en los procesos de mecanizado

El mecanizado es un conjunto de procesos de manufactura cuyo objetivo es dar forma a una pieza mediante la eliminación controlada de material, generalmente en forma de viruta. Este proceso es fundamental en la ingeniería mecánica, ya que permite fabricar componentes con alta precisión dimensional y calidad superficial. Dependiendo del método empleado, el mecanizado puede involucrar arranque de viruta, deformación plástica o procesos combinados (Rodríguez, Mecanizados, 2023).

Figura 1.

Fabricación de estructuras metálicas



Nota. La figura representa un centro de mecanizado, donde se puede observar las distintas maquinas herramientas, tales como tornos y fresadoras. Tomado de *Aeromaquinados, Operaciones en la Fresadora, 2025.*

2.2.1 Máquinas de mecanizado

Las máquinas herramientas (torno y fresadora) constituyen el elemento principal en los procesos de mecanizado, ya que permiten generar los movimientos relativos entre herramienta y pieza necesarios para el corte.

El torno es una de las máquinas más utilizadas, en la cual la pieza gira sobre su eje mientras la herramienta se desplaza de forma lineal, permitiendo la fabricación de piezas cilíndricas, cónicas o roscadas. Existen diferentes tipos de tornos, como los de cabezal fijo, cabezal móvil, verticales

y los de control numérico computarizado (CNC), estos últimos ampliamente utilizados debido a su precisión, automatización y capacidad de producción en serie.

Figura 2.

Torno mecánico industrial

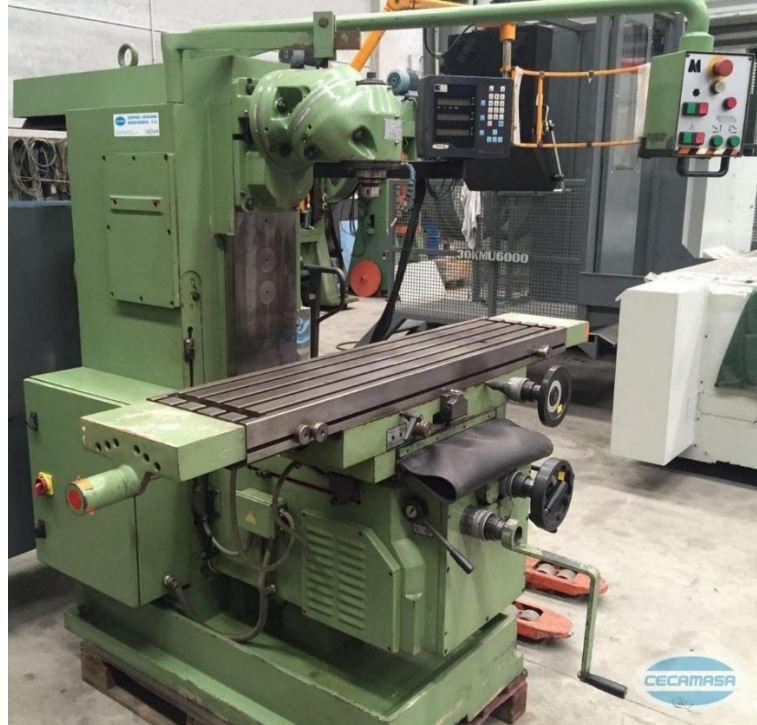


Nota. La figura representa un torno industrial manual. Tomado de *Loja do mecanico, torno mecánico industrial, 2026.*

La fresadora se caracteriza por el uso de herramientas rotativas multipunto, donde el movimiento principal lo realiza la herramienta y la pieza puede desplazarse en múltiples ejes. Este tipo de máquina es ideal para la fabricación de superficies planas, ranuras, engranajes y perfiles complejos. Entre sus variantes se encuentran la fresadora vertical, horizontal y universal, cada una adaptada a diferentes tipos de operaciones.

Figura 3.

Fresadora universal



Nota. La figura representa una fresadora, herramienta ampliamente utilizada en los procesos de mecanizado. Tomado de *Cecamasa, fresadoras universales, 2026*.

El taladro, por su parte, está diseñado principalmente para la generación de agujeros mediante una herramienta rotativa que avanza axialmente sobre la pieza, la cual permanece fija. Además de perforar, permite realizar operaciones como escariado, avellanado y roscado. Existen diversos tipos de taladros, como el de columna, radial, de banco o en serie, cada uno orientado a aplicaciones específicas.

Figura 4.

Taladro



Nota. La figura representa un taladro, herramienta ampliamente utilizada para la perforación de materiales con cierto grado de dureza. Tomado de *Talleres mecánicos de ajuste*, 2026.

2.2.2 Herramientas de corte


Las herramientas de corte son elementos fundamentales en el mecanizado, ya que son las encargadas de remover el material de la pieza. Estas deben cumplir con exigentes propiedades mecánicas y térmicas, tales como alta dureza, resistencia al desgaste, estabilidad a altas temperaturas y adecuada tenacidad para evitar fracturas.

Entre las herramientas más comunes se encuentra el buril, utilizado principalmente en operaciones de torneado, el cual consta de un cuerpo o vástago y una punta de corte diseñada para remover material de manera eficiente. Además, existen herramientas multipunto como las fresas y brocas, que permiten realizar operaciones más complejas.

Tabla 1.

Principales herramientas de corte.

Herramienta	Máquina	Operación
	Torno	Cilindrado
	Torno CNC	Perfilado
	Taladro	Taladrado
	Fresadora	Fresado plano

	Fresadora CNC	Planeado
---	---------------	----------

Nota. La tabla representa las principales herramientas de corte utilizadas en los procesos de mecanizado, así como su operación y la maquina a la cual pertenecen.

Los materiales de las herramientas de corte juegan un papel crucial en su desempeño. Entre los principales se encuentran:

- Aceros al carbono
- Aceros rápidos (HSS)
- Aleaciones fundidas
- Metal duro (carburos cementados)
- Cerámicas
- Nitruro de boro cúbico (CBN)
- Diamante

Cada uno de estos materiales presenta propiedades específicas que determinan su aplicación, como la resistencia térmica, dureza y capacidad de corte. Por ejemplo, el metal duro y la cerámica son ampliamente utilizados en operaciones de alta velocidad, mientras que el diamante se emplea en el mecanizado de materiales extremadamente duros o abrasivos.

2.2.3 Parámetros de proceso

El desempeño del mecanizado depende en gran medida de la correcta selección de los parámetros de operación, entre los cuales destacan:

- **Velocidad de corte:** determina la rapidez con la que la herramienta interactúa con la pieza.
- **Avance:** define la velocidad de desplazamiento de la herramienta respecto a la pieza.
- **Profundidad de corte:** establece la cantidad de material removido en cada pasada.
- **Temperatura de corte:** influye en el desgaste de la herramienta y la calidad superficial.
- **Uso de refrigerantes:** permite disipar el calor generado y mejorar la vida útil de la herramienta.

Durante el proceso de mecanizado, la fricción entre la herramienta y la pieza genera una considerable cantidad de calor. Parte de este calor es evacuado mediante la viruta, mientras que el resto se transfiere a la herramienta y la pieza, lo que puede afectar sus propiedades. Por ello, el uso adecuado de fluidos de corte es esencial para mantener condiciones adecuadas de operación.

Finalmente, la correcta selección de las herramientas y la adecuada definición de los parámetros de mecanizado no solo garantizan la calidad del producto final, sino que también influyen directamente en la eficiencia del proceso, la reducción de costos y la seguridad del operario. Una mala selección puede ocasionar fallas en la pieza, desgaste prematuro de la herramienta e incluso riesgos durante la operación.

2.2.4 Sistemas de información

Los Sistemas de Información representan el ecosistema tecnológico-organizacional diseñado para transformar datos brutos en conocimiento accionable. Integran metodologías de gestión con tecnologías digitales para optimizar procesos operativos, tácticos y estratégicos. (Laudon, 2023)

2.2.5 *Back end*

El backend constituye el motor invisible de las aplicaciones, responsable del procesamiento seguro de datos, la ejecución de lógica de negocio y la comunicación entre sistemas. Opera bajo el paradigma cliente-servidor mediante protocolos estandarizados. (Fielding, 2000)

2.2.6 *Front end*

El frontend es la capa de desarrollo centrada en la interacción directa con el usuario final. Engloba todos los elementos que los usuarios perciben y con los que interactúan en una aplicación web o móvil: desde la disposición visual hasta la respuesta inmediata a acciones como clics o desplazamientos. (WEC,2021)

3. Metodología

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se desarrolló en cuatro etapas, las cuales hacen referencia a los objetivos específicos.

En la primera etapa “Identificar las distintas operaciones dentro de los procesos de mecanizado en torno y fresadora en la industria metalmecánica. Incluyendo la caracterización de los procesos, tales como avance, profundidad, velocidad en acabado y desbaste.” Se analizaron los distintos procesos de mecanizado que se llevan a cabo en la industria metalmecánica, con el fin de identificar los tipos de herramientas que son necesarias para llevar a cabo el mecanizado, para lo cual se requirió la recopilación y clasificación de los datos proporcionados por medio de familias.

Luego se procedió con la segunda etapa “Diseñar un software que, mediante el análisis de un back end, permitió la selección eficiente de las herramientas apropiadas para cada proceso de mecanizado”. En donde la información recopilada de cada tipo de herramienta debe contrarrestar con las necesidades y requerimientos de los distintos procesos de mecanizado, para así poder generar una base de datos.

A continuación, en la etapa tres “Codificar un software que presente los siguientes módulos: Máquinas, herramientas de corte, operaciones, materiales, informes e inventario; a partir de una base de datos digital que permita una mejor gestión y la actualización del inventario”, se desarrolló un sistema informativo con ayuda de la información recopilada, en donde se generó una interfaz que permite a los usuarios incluir las especificaciones del proceso que se desea llevar a cabo y de esta manera el sistema le instruye con la herramienta de corte idónea para dicho proceso, para esto se tiene en cuenta el tipo de material que se desea trabajar así como el tipo de

material de la herramienta, junto con el tipo de proceso y las demás especificaciones tales como profundidad, tiempo y velocidades de corte.

Para finalizar en la etapa cuatro “Crear un manual, el cual ayude a la capacitación del usuario, con el fin de estandarizar el proceso de selección de herramientas”, se buscó crear un manual de usuario que explique el funcionamiento del sistema informativo, el cual debe ser intuitivo para el colaborador que haga uso del software.

3.1 Identificación de las operaciones y características de cada herramienta

El presente proyecto se realizó bajo un enfoque aplicado, con el fin de dar solución al uso indebido de las herramientas de corte en los procesos de mecanizado, la información utilizada fue suministrada por distintas empresas del sector metalmeccánico, realizando visitas y realizando un acompañamiento a los operarios al momento en que ellos elegían las herramientas que mejor se acomodaban para el tipo de operación que debían realizar, a partir de aquellas a las que tenían acceso (Figura 5). Ver apéndice A para otras herramientas.

Figura 5.

Fotografía de ejemplo de herramienta de corte



Nota. La imagen representa una plaquita correspondiente a un torno en su respectiva caja, junto con los parámetros del fabricante.

A continuación, se puede observar otra manera en la que se obtuvieron algunas de las herramientas de corte que se consideraron para esta investigación, por medio de las órdenes de compra hechas por algunas empresas de la zona a sus proveedores de confianza en base a la necesidad de cada empresa. Ver apéndice B para la cotización completa.

Figura 6.

Cotización de herramientas de corte

Item	Código	Descripción del Producto	Cant
1	1121254V5	INSERTO DE TORNEADO DNMG 150608-HR PHG140	10
2	1121201G4	INSERTO DE TORNEADO CNMG 120408-SS PH7920	10
3	111215968	INSERTO DE FRESADO APKT 160408 PDER-X1 PH6920	10
4	1121193V5	INSERTO DE TORNEADO CNMG 120408-HR PHG140	10
5	212127000	PLACA BASE CC120301 (PCLNR/L M12)	3

Nota. La imagen representa una cotización de las herramientas de corte que requería la empresa, realizada a su proveedor de confianza.

Se ejecuto una investigación correspondiente en base al código de cada plaquita, debido a que los proveedores manejan una construcción del código de cada inserto a su manera, teniendo en cuenta características como geometría, ángulo de inclinación, tamaño del inserto, entre otros.

En la figura 7 se puede apreciar los tipos de geometrías presentes para las plaquitas según el catálogo de Palbit, en donde en base a la geometría y el ángulo de inclinación se puede obtener las principales letras del código de la plaquita, tal y como se muestra en la figura 8.

Con la identificación del catálogo de las plaquitas, se puede encontrar el tipo de operación ideal para cada una, tal y como se observa en la figura 9, debido a que cada proveedor, estipula la operación a la que mejor se acopla cada herramienta.

Figura 7.

Catálogo de palbit para la codificación de herramientas

Symbol	m (mm)	d (mm)	s (mm)
A	±0.005	±0.025	±0.025
F	±0.005	±0.013	±0.025
C	±0.013	±0.025	±0.025
H	±0.013	±0.013	±0.025
E	±0.025	±0.025	±0.025
G	±0.025	±0.025	±0.13
J	±0.005	±0.05-±0.13	±0.025
K*	±0.013	±0.05-±0.13	±0.025
L*	±0.025	±0.05-±0.13	±0.025
M*	±0.08-±0.20	±0.05-±0.13	±0.13
N*	±0.08-±0.20	±0.05-±0.13	±0.025
U*	±0.13-±0.38	±0.08-±0.25	±0.13

Detailed dimension of M class insert Insert height Tolerances (mm)					
Inscribed circle	T	S	C	D	V
6.35	±0.08	-	-	-	-
9.525	±0.08	±0.08	±0.11	±0.10	±0.13
12.70	±0.13	±0.13	±0.13	±0.15	-
15.875	±0.15	±0.15	±0.15	±0.18	-
19.05	±0.15	±0.15	±0.15	±0.18	-
25.40	-	±0.18	-	-	-
31.75	-	±0.25	-	-	-

Inscribed circle Tolerances (mm)					
Inscribed circle	T	S	C	D	V
6.35	±0.05	-	-	-	-
9.525	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05	±0.05
12.70	±0.08	±0.08	±0.08	±0.08	±0.08
15.875	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10
19.05	-	-	-	-	±0.10
25.40	-	±0.13	-	-	±0.10
31.75	-	±0.20	-	-	±0.12

*As a rule, the sides of these inserts are as sintered. Tolerance differs with insert size, for the accuracy of class M, refer to the table on the right.

Nota. La imagen representa como se establecen los códigos para las herramientas de corte a partir de su geometría. Tomado de *Catalogo Palbit* (p. 35), 2025.

Figura 8.

Codificación según catalogo

A	B	C	D	E
F	G	N	P	O
				Other clearance angle

ISO | ANSI

S	N	H	X
----------	----------	----------	----------

Nota. La imagen representa como se establecen los primeros 4 códigos establecidos para cada plaquita. Tomado de *Catalogo Palbit* (p. 37), 2025.

Figura 9.

Elección de herramienta dependiendo de la operación

Page	240	241	242	242	244	246	254
Insert	RPH1 1013_	RPH1 1204_	RPH1 1605_	RPH1 2006_	RPH1 1013_15(4)	RPH1 1204_15(4)	RPH1 1204_
Arbor Mounting	Ø 42-52	Ø 40-80	Ø 50-125	Ø 80-125	Ø 42-52	Ø 40-80	Ø 40-100
Weldon Shank	-	-	-	-	-	-	Ø 32
Cylindrical Shank	Ø 20-32	-	-	-	Ø 20-32	-	-
Threaded Coupling	Ø 20-35	-	-	-	Ø 20-35	-	Ø 32-42
Workpiece Material	PMS	PMS	PMS	PMS	PMS	PMS	PMS
 Facing	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
 Grooving							
 Internal Groove & Flange							
 Bore Bore	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
 Bore Interruption	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
 Plunging							
 Step Cutting							
 Turning	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗
 Parting	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗

Nota. La imagen muestra la recomendación del fabricante para cada operación según la herramienta de corte. Tomado de *Catalogo Palbit* (p. 57), 2025.

En la figura 9 se puede observar las distintas operaciones que se pueden llevar a cabo en el proceso de fresado, así como la mejor herramienta para cada operación por medio de una marca, en donde el color negro indica que es factible usar esa herramienta, mientras que el color rojo indica que es la mejor elección para dicha operación.

3.2 Clasificación de herramientas

Las herramientas fueron catalogadas a partir del tipo de máquina a la que pertenecía cada una, después gracias a los catálogos obtenidos en línea, fue posible encontrar las características de cada una de ellas, por ende, se vio en la necesidad de crear una base de datos en Excel con el fin de tener una mejor perspectiva de las herramientas a nuestra disposición.

Tabla 2.

Proceso para cada tipo de herramienta

	Código	Torneado	Fresado
1	TPMR 160308-13 PH5125	X	
2	CNMG 120404 MR PH2135 (MF)	X	
3	SNMG 120408-ST PH6215	X	
4	DNMG 150608-HR PHG140	X	
5	CNMG 120408-SS PH7920	X	
6	APKT 160408 PDER-X1 PH6920		X
7	CNMG 120408-HR PHG140	X	
8	APMT 1604	X	
9	TPKN 2204 PDSR PH6920		X
10	DNMG 150608-MR PHG140	X	
11	SEHT 13T3 AGTN PH6910		X
12	TPKR 2204 PDRS		X
13	TPKR 1603 PDTR		X
14	TCMT 16T304 - FP	X	

15	TCMT 16T304 - FM	X	
----	------------------	---	--

Nota. La tabla muestra el tipo de proceso que se puede llevar a cabo con cada una de las herramientas proporcionadas por la empresa.

La primera clasificación partió del tipo de máquina, ya con esta clasificación se logró ordenar el tipo de catalogo al que pertenece cada una, con la finalidad de encontrar el Ap (profundidad máxima), el material de la herramienta y el material que se puede trabajar con cada una de ellas según la norma ISO.

Tabla 3.

Proceso para cada tipo de herramienta

Ap		TIPO DE MATERIAL				
	MIN	MAX	P	M	K	S
1	0,13	0,4	PH 5125			
2	0,05	0,25	PH2G115			
				PHH920(MS)		
3	0,15	0,5		PH5320		
4	0,2	0,55			PH5320	
			PH2G125			
5	0,12	0,45		PHS225		
						PH7920
6	Ae/Dc = 70%		PH6920			
				PH6930		
					PH6920	

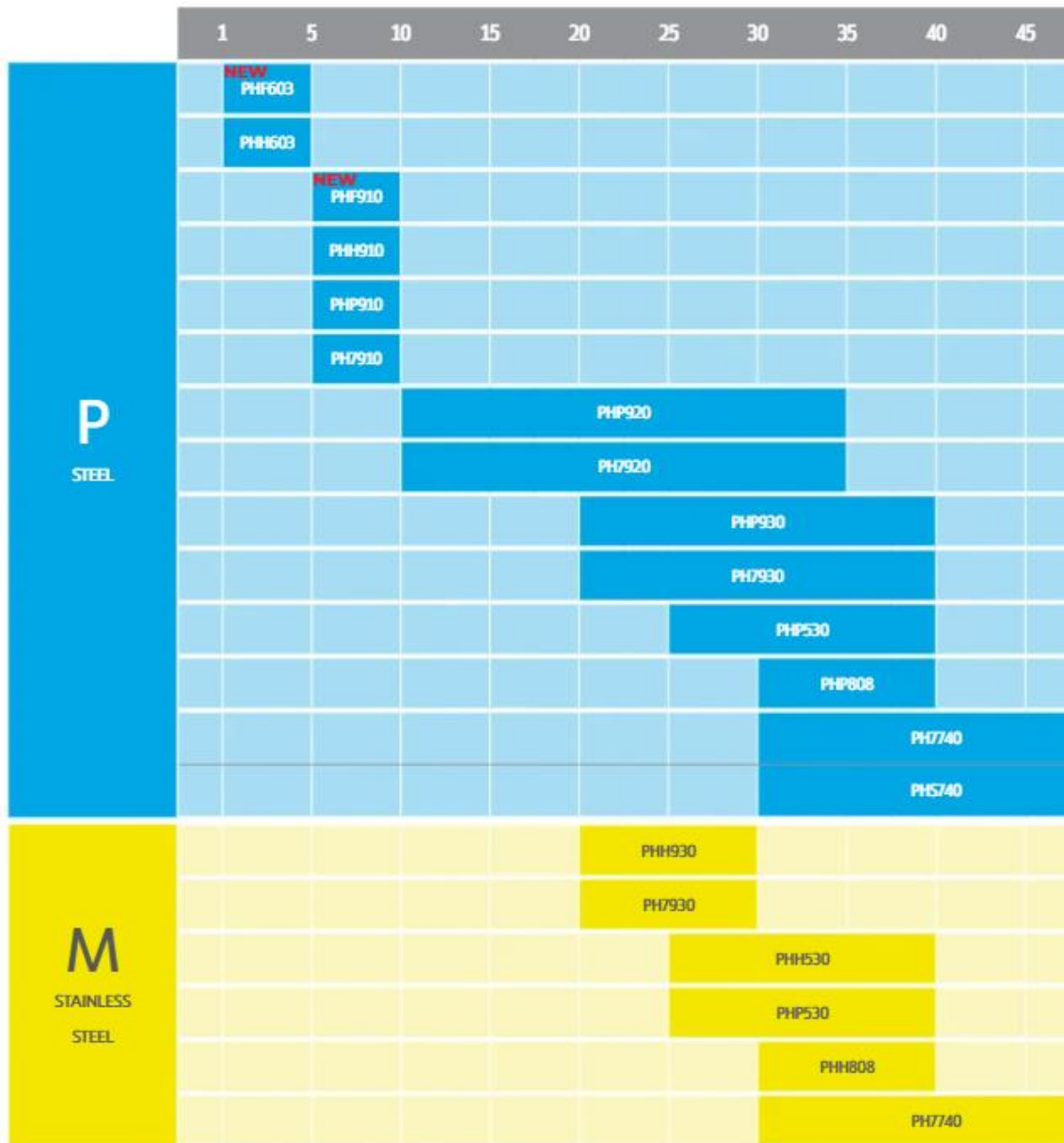
7	0,2	0,55			PH5320	
			PH2G125			
8	0,2	0,55			PH6920	
			PH6920			
9	0,15	0,5	PH2G125			
10	0,2	0,55	PH6920			
				PH6740		
					PH6920	
11	0,2	0,55	PH6920			
					PH6920	
12	0,2	0,55	PH6920			
					PH6920	
13	0,06	0,23	PH2G125			
14	0,06	0,23		PHS225		

Nota. La tabla muestra la relación de A_p para cada herramienta de corte, así como el material para el cual se puede utilizar cada una en relación al material de la herramienta.

Una vez clasificado el material de cada una de las herramientas, se puede realizar la conversión de cada material a norma internacional ISO 513 según el catálogo, para de esta manera obtener las velocidades de corte de cada una de ellas.

Figura 10.

Material de la herramienta según la norma.



Nota. La imagen muestra la transformación del tipo de material de la herramienta, dispuesta por el fabricante a la norma internacional. Tomado de *Catálogo Palbit* (p. 457), 2025.

Con la clasificación del material de cada pieza, se procede a encontrar la velocidad de corte según el tipo de material que se desea mecanizar y el F_n (velocidad de avance), tal y como se muestra en la figura 11.

Figura 11.

Velocidades de corte de las herramientas.

ISO	Material	Grade f _n (mm/r) (brinell)	CVD Coating								
			← Wear Resistance								
			PHG105			PHG115			NEW PH2G115		
			0.2	0.4	0.8	0.2	0.4	0.8	0.2	0.4	0.8
	Unalloyed steel	125-170	280-380	210-300	200-250	250-350	180-270	170-220	285-400	205-310	195-250
	Low alloy steel	180-350	220-280	200-260	170-210	190-250	170-230	140-180	215-285	195-260	160-205
	High alloy steel	200-325	165-250	150-235	140-230	135-220	120-205	110-200	155-250	135-235	125-230

Nota. La imagen muestra las velocidades de corte para cada tipo de material a mecanizar, según la dureza de Brinell y el avance de cada herramienta. Tomado de *Catalogo Palbic* (p. 538), 2025.

3.3 Modelado de los subsistemas

Se establecieron distintos módulos en base a las principales necesidades que se observaron en la industria metalmeccánica en relación a la selección de las herramientas.

3.3.1 Módulo principal

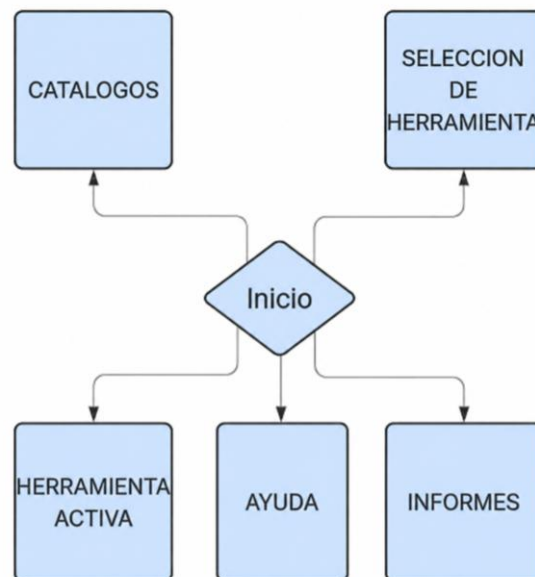
Con el fin de que el sistema pueda ser utilizado por operarios y demás usuarios sin necesidad de una capacitación, se buscó simplificar el sistema en cuatro puntos principales, tal y como se observa en la figura 12.

Estos módulos representan la base del sistema, en estos se encuentran los catálogos, la selección de la herramienta, las herramientas activas, ayuda y los informes.

La selección de catálogos es el único módulo que es editable, ya que en este se encuentra la base de datos del sistema, con la información de las herramientas, operarios, máquinas y operaciones que están disponibles por parte de la empresa.

Figura 12.

Módulo principal del sistema.



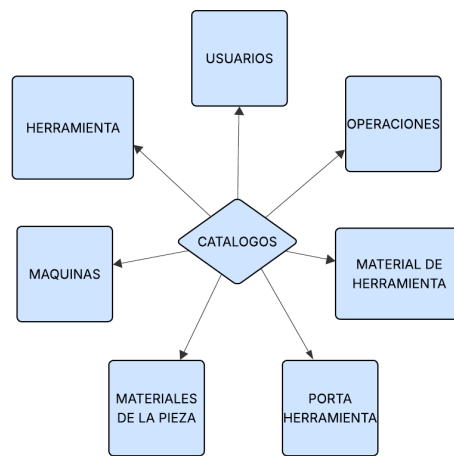
Nota. La imagen representa un diagrama de flujo, el cual será visualizado por el usuario al ingresar al sistema.

En la figura 13 se puede observar los 7 módulos que se establecieron para el desarrollo del sistema de información, el primer módulo “usuarios”, se estableció para llevar un control de los operarios y las herramientas que utilizan cada uno de ellos, en “operaciones” están dispuestas las distintas operaciones que se pueden llevar a cabo en base a las herramientas de corte que disponga cada empresa, en “niveles” es un primer paso para catalogar las herramientas de mecanizado a partir de si son herramientas de acabado o desbaste, en función de su profundidad (Ap) y su

velocidad de avance (Fn); en “materiales”, están los tipos de materiales a mecanizar, en donde se catalogaron según la norma como material endurecido (H), fundición (K), acero inoxidable (M), aluminio (N), acero (P) y termo resistentes (S); en “máquinas” se encuentran los tornos y la fresas que dispongan en la empresa; de igual forma se deja en consideración la implementación de un taladro en caso de que la empresa cuente con uno, en “herramientas”, se puede observar el catálogo de las herramientas presentes en la empresa, así como las características de cada una de ellas, por último tenemos el módulo de portaherramientas, en donde se encuentran contemplados el portaherramientas correspondiente a cada herramienta de corte, dependiendo del tipo de operación.

Figura 13.

Módulo de catálogos.



Nota. La imagen representa el diagrama de flujo presente en la selección de catálogos, el cual representa a la base de datos de la empresa.

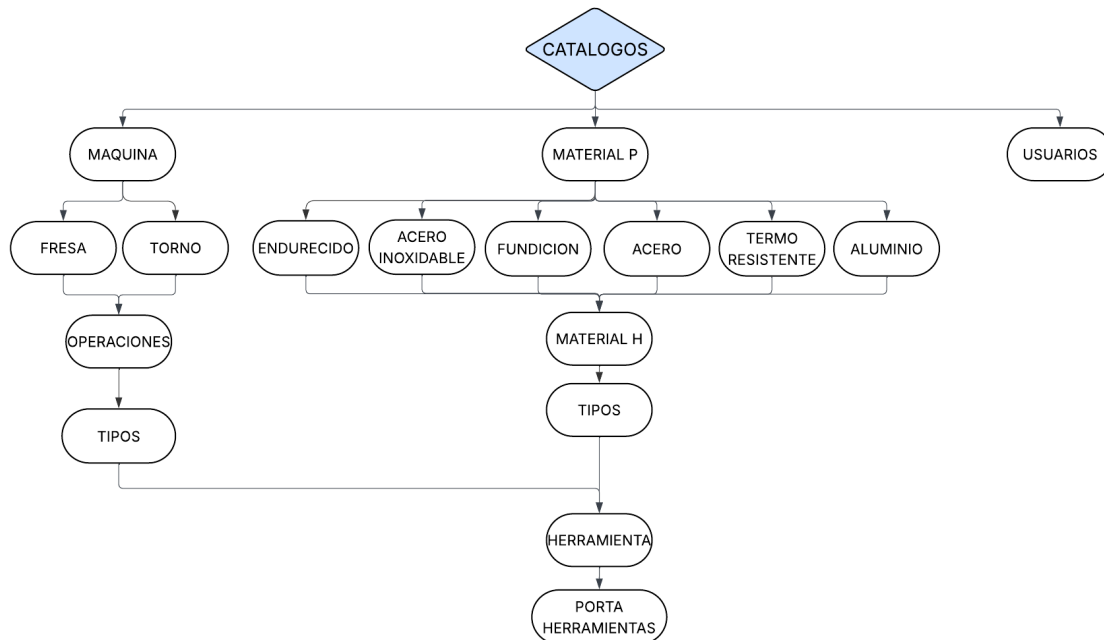
3.3.2 Flujo de modulo denominado catálogos

El primer módulo correspondiente al catálogo de la empresa, se puede observar la información requerida para la selección de herramientas de corte, cada una de las ventanas

contenidas en la opción de catálogo, tienen la opción de ser editadas, con el fin de que el operario pueda agregar, eliminar o editar, la información presente en dichos módulos

Figura 14.

Módulo de base de datos del sistema.



Nota. La imagen representa el diagrama de flujo para la administración de la base de datos de la empresa.

El operario tendrá acceso a cualquiera de los módulos presentes, sin necesidad de que sea de manera secuencial, con el fin de que pueda suministrar o eliminar información relacionada con las herramientas de corte, máquinas y operaciones de las cuales disponga la empresa.

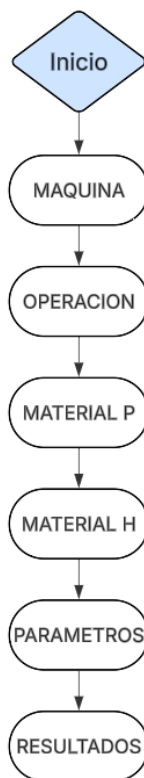
3.3.3 Flujo para la selección de herramienta de corte

Para la selección de las herramientas de corte, es necesario establecer un flujo secuencial, esto reduce significativamente la posibilidad de cometer algún error al momento de seleccionar

dicha herramienta, se parte de la selección de la máquina, luego la operación, el material, nivel, parámetros y por último los resultados, donde se podrá apreciar la herramienta que se seleccionó, junto con sus características y será necesario identificar el nombre del operario que va a hacer uso de dicha herramienta, esto con el fin de llevar un control de las herramientas que se encuentran en la empresa y aquellas que fueron utilizadas.

Figura 15.

Módulo de selección para las herramientas de corte.



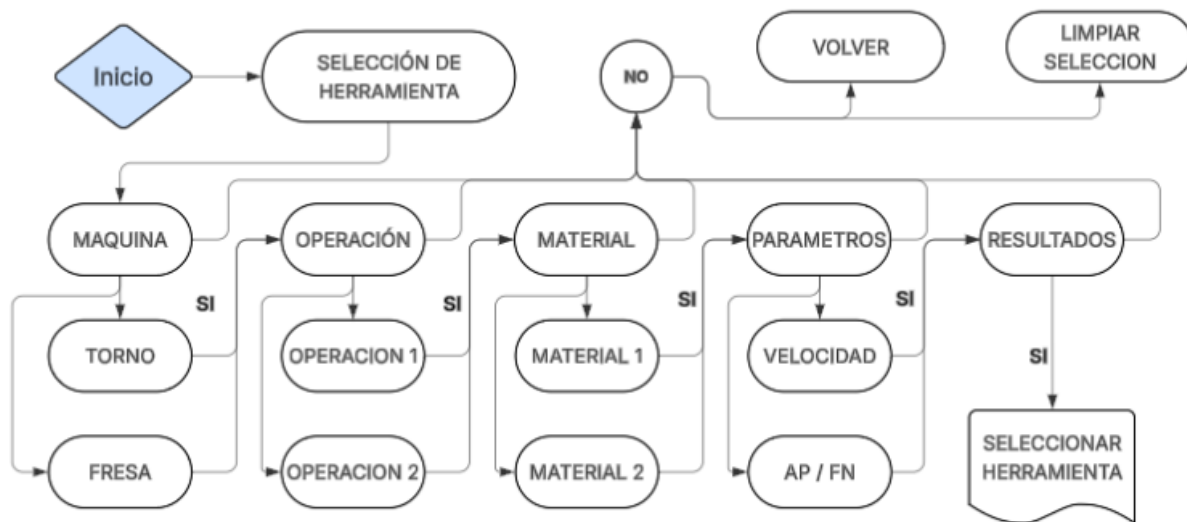
Nota. La imagen representa el diagrama de flujo con los pasos que debe realizar el usuario para la selección adecuada de la herramienta de corte.

A continuación, se observa un diagrama más completo de como el operario lleva a cabo el proceso de selección, en donde al seleccionar algunas de las funciones presentes en los módulos,

se dirigirán automáticamente al siguiente modulo, así se garantiza el flujo secuencial en la selección, de igual manera el operario tiene la opción de regresar o limpiar la selección que lleve hasta ese momento.

Figura 16.

Diagrama de flujo para la selección de herramientas.

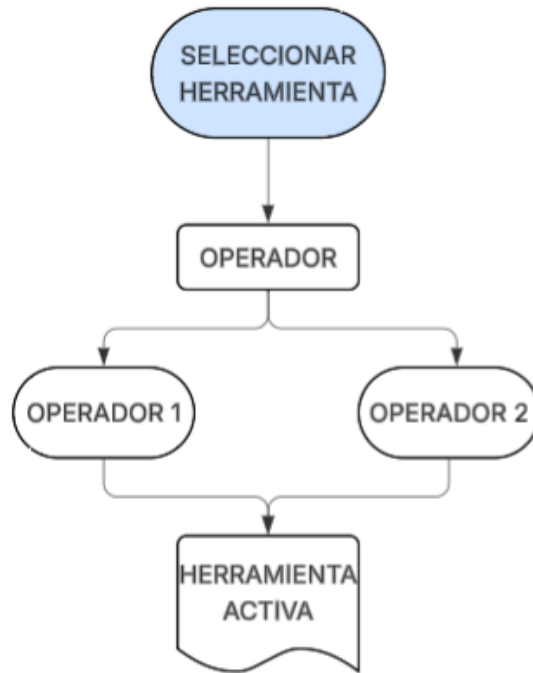


Nota. La imagen representa el diagrama de flujo con las respectivas opciones presentes en la selección de la herramienta, teniendo en cuenta que existe un modelo secuencial.

Una vez seleccionada la herramienta, el operario debe confirmar su identidad, la cual estará dispuesta en la base de datos proporcionada por la empresa, esto genera que se abra otro módulo, el cual ha sido denominado como “herramienta activa”.

Figura 17.

Diagrama de flujo de las herramientas activas.



Nota. La imagen representa el diagrama de flujo una vez realizada la selección de la herramienta de corte.

Cuando una herramienta se encuentre activa, el operario una vez haya finalizado la operación que fue seleccionada anteriormente, se debe dirigir a este módulo, donde se especificará si la herramienta ya ha cumplido su vida útil o de lo contrario está en condiciones de ser utilizada nuevamente, lo cual también se verá reflejado en el inventario de la empresa.

4. Implementación y pruebas

4.1 Código de la programación

En la figura 18 se puede visualizar una parte del código principal del software, debido a que allí se encuentra la lógica que convierte la base de datos en una aplicación utilizable para el usuario. Este código se crea y se inicia con la interfaz gráfica, se define la ventana principal, la barra lateral, los módulos de catálogos, selección de herramienta y herramientas activas e informes.

Figura 18.

Código Main.py

```
import os
import sys
import sqlite3
import math
from datetime import datetime
from typing import Optional

from PySide6.QtCore import Qt, Signal, QDate, QTimer
from PySide6.QtGui import QPixmap, QPainter, QValidator, QFont, QColor
from PySide6.QtWidgets import (
    QApplication, QMainWindow, QWidget, QVBoxLayout, QHBoxLayout, QLabel,
    QPushButton, QStackedWidget, QTabWidget, QListWidget, QListWidgetItem,
    QDialog, QFormLayout, QLineEdit, QComboBox, QSpinBox, QMessageBox,
    QTableWidgetItem, QTableWidgetItemHeader, QAbstractItemView, QFileDialog,
    QDateEdit, QDoubleSpinBox, QButtonGroup, QFrame, QStyledItemDelegate,
    QGridLayout, QScrollArea
)
try:
    from PySide6.QtCharts import (
        QChart, QChartView, QBarSeries, QBarSet, QBarCategoryAxis, QValueAxis
    )
    HAS_QT_CHARTS = True
except Exception:
    HAS_QT_CHARTS = False

from openpyxl import Workbook, load_workbook
|
from db import init_db, fetchall, execute, insert_and_get_id, get_next_herramienta_id, DB_PATH

def info(parent, msg):
    QMessageBox.information(parent, "Info", msg)

def error(parent, msg):
    QMessageBox.critical(parent, "Error", msg)

def confirm(parent, msg) -> bool:
    return QMessageBox.question(parent, "Confirmar", msg, QMessageBox.Yes | QMessageBox.No) == QMessageBox.Yes

def choose_image(parent, current_path: str = "") -> str:
    path, _ = QFileDialog.getOpenFileName(
        parent,
        "Seleccionar imagen",
        os.path.dirname(current_path) if current_path else "",
        "Imágenes (*.png *.jpg *.jpeg *.bmp *.webp)"
    )
    return path or ""

def update_image_preview(lbl: QLabel, image_path: str, size=320):
    if image_path and os.path.isfile(image_path):
        pix = QPixmap(image_path)
        if not pix.isNull():
            lbl.setPixmap(pix.scaled(size, size, Qt.KeepAspectRatio, Qt.SmoothTransformation))
            lbl.setText("")
            return
        lbl.setPixmap(QPixmap())
        lbl.setText("Sin imagen")
```

Nota: Esta figura corresponde a una sección del código denominada como Main.py.

En la figura 19 se observa una parte del código denominado como db.py, el cual es el archivo que se encarga de toda la capa de base de datos del sistema, ahí se define como conectarse a SQLite, donde esta guarda la base de datos, como iniciar las tablas y como aplicar migraciones para que el sistema este en constante actualización.

Por último, en la figura 20 se encuentra la sección correspondiente al archivo de verificación rápida de la base de datos, este no forma parte del uso cotidiano del sistema para el usuario final, sino que se utiliza como herramienta diagnostica. Su función es abrir la base de datos, comprobar si existe en la ruta esperada, listar las tablas disponibles y mostrar datos clave para confirmar que la información se está leyendo correctamente.

Para la visualización completa del código, dirigirse al Apéndice C

Figura 19.*Código db.py*

```

BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
DATA_DIR = os.path.join(BASE_DIR, "data")
DB_PATH = os.path.join(DATA_DIR, "herramientas.db")

def get_conn():
    os.makedirs(DATA_DIR, exist_ok=True)
    con = sqlite3.connect(DB_PATH, timeout=15)
    con.execute("PRAGMA foreign_keys = ON;")
    con.execute("PRAGMA busy_timeout = 15000;")
    con.execute("PRAGMA journal_mode = WAL;")
    return con

def _column_exists(cur, table: str, column: str) -> bool:
    cur.execute(f"PRAGMA table_info({table})")
    cols = [r[1] for r in cur.fetchall()]
    return column in cols

def _fk_points_to(cur, table: str, target: str) -> bool:
    cur.execute(f"PRAGMA foreign_key_list({table})")
    for row in cur.fetchall():
        if str(row[2]).strip().lower() == target.strip().lower():
            return True
    return False

def init_db():
    con = get_conn()
    cur = con.cursor()

    cur.execute("""
CREATE TABLE IF NOT EXISTS maquinas (
    id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
    nombre TEXT NOT NULL UNIQUE,
    imagen TEXT
)
""")

    cur.execute("""
CREATE TABLE IF NOT EXISTS materiales (
    id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
    nombre TEXT NOT NULL UNIQUE,
    imagen TEXT
)
""")

    cur.execute("""
CREATE TABLE IF NOT EXISTS material_piezas (
    id INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,
    material_padre_id INTEGER NOT NULL,
    codigo TEXT NOT NULL UNIQUE,
    nombre TEXT NOT NULL,
    iso_min INTEGER NOT NULL DEFAULT 0,
    iso_max INTEGER NOT NULL DEFAULT 0,
    hb_min REAL NOT NULL DEFAULT 0,
    hb_max REAL NOT NULL DEFAULT 0,
    imagen TEXT,
    FOREIGN KEY(material_padre_id) REFERENCES materiales(id) ON DELETE CASCADE
)
""")

```

Nota: Esta figura corresponde a una sección del código denominada como db.py.

Figura 20.*Código check_db.py*

```

import os
import sqlite3

DB_PATH = os.path.join(os.path.dirname(__file__), "data", "herramientas.db")

print("✅ CHECK_DB arrancó")
print("📁 BD usada:", DB_PATH)

if not os.path.exists(DB_PATH):
    print("❌ No existe la BD en esa ruta. Revisa que exista /data/herramientas.db")
    raise SystemExit

con = sqlite3.connect(DB_PATH)
cur = con.cursor()

cur.execute("SELECT name FROM sqlite_master WHERE type='table' ORDER BY name;")
tables = [t[0] for t in cur.fetchall()]
print("🔍 Tablas encontradas:", tables)

if "herramientas" not in tables:
    print("❌ No existe la tabla 'herramientas'. Entonces nunca se creó o estás en otra BD.")
else:
    cur.execute("SELECT COUNT(*) FROM herramientas;")
    total = cur.fetchone()[0]
    print("📊 Total herramientas:", total)

    cur.execute("SELECT id, codigo, nombre FROM herramientas ORDER BY id DESC LIMIT 10;")
    ultimas = cur.fetchall()
    print("📄 Últimas 10 herramientas:")
    for row in ultimas:
        print(" -", row)

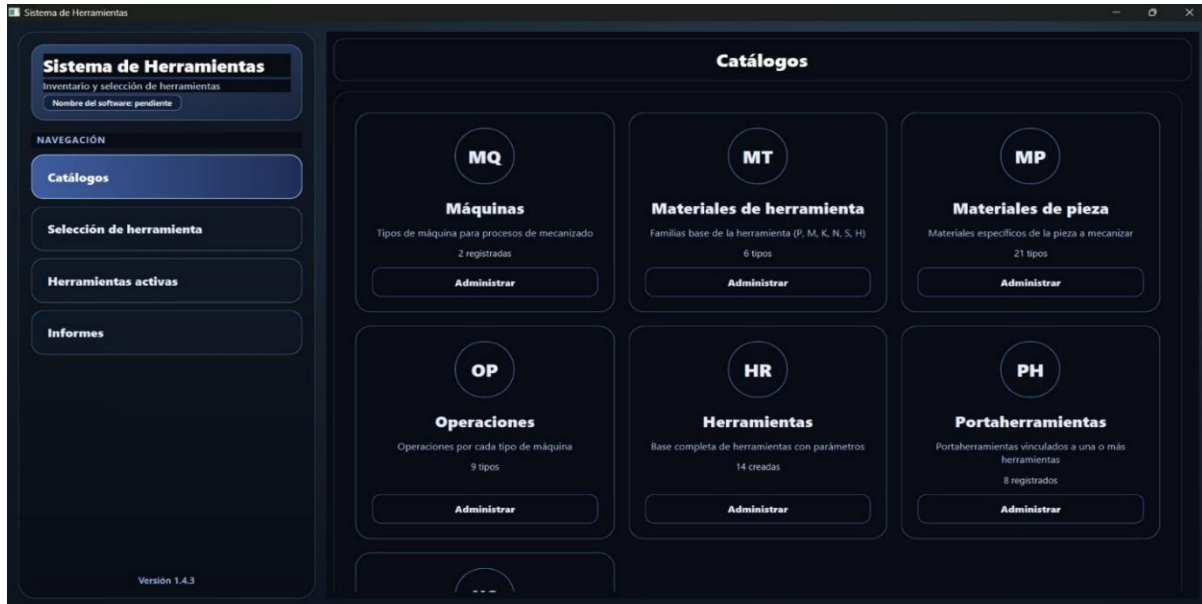
con.close()
print("✅ CHECK_DB terminó bien")

```

Nota: Esta figura corresponde a una sección del código denominada como db.py.

4.2 Implementación de módulos

Se estableció el módulo principal con base al diagrama de flujo planteado anteriormente, en donde se puede observar que, en la sección de catálogos, aparecen los siete módulos ya mencionados anteriormente.

Figura 21.*Módulo de catálogos.*

Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de catálogos, el cual está establecido como una base de datos de la empresa.

La ventana principal del sistema permite observar los módulos a los que tiene acceso cada usuario, para de esta forma poder modificar cualquier operación, material o herramienta en el sistema, debido a que la tecnología de las herramientas está avanzando constantemente, para así obtener herramientas que cumplan más de una sola función, lo que dejaría atrás a otras herramientas con un único propósito, de esta manera se permite al usuario modificar esta sección, de igual manera por si requiere añadir/eliminar alguna maquina u operación.

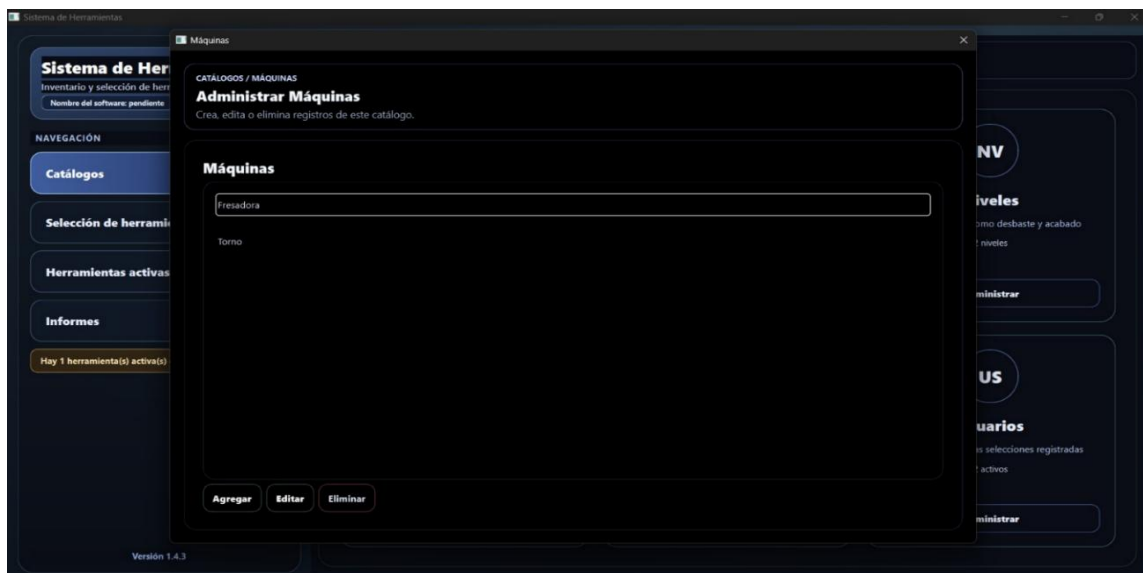
A continuación, se observa cada módulo de manera de manera independiente:

En la figura 22 se observa la base central del sistema, ya que en este se encuentran contempladas las máquinas que tiene a disposición la empresa, en donde a partir de este módulo

se establecerán las operaciones de mecanizado que se pueden llevar a cabo dentro de la empresa. Los materiales por norma, es posible asociarlos a una letra o color en específico, tal y como es el ejemplo del acero, el cual tiene por letra la P y su color característico es el azul, esto permite asociar los materiales en 6 clasificaciones, los cuales encierran todos los posibles materiales a mecanizar por parte de la empresa, tal y como se puede observar en la figura 23.

Figura 22.

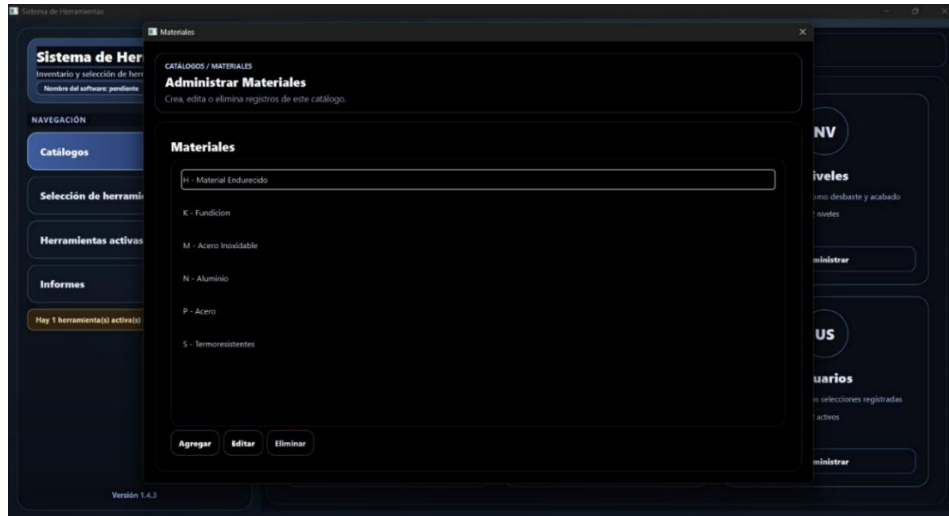
Módulo de máquinas.



Nota. La imagen representa módulo de máquinas del sistema.

Figura 23.

Módulo de materiales.



Nota. La imagen representa el módulo de materiales según la norma.

Figura 24.

Módulo de tipo materiales.

ID material	Material padre	Material de pieza	Rango ISO	HB mín	HB máx
1	P - acero	Sin aleación	P10-P25	125	170
2	P - acero	Baja aleación	P10-P25	180	350
3	P - acero	Alta aleación	P10-P25	200	235
4	P - acero	Sin aleación	P10-P25	125	220
5	P - acero	Baja aleación	P10-P35	220	280
6	P - acero	Alta aleación	P10-P35	280	380
7	M - acero inoxidable	Ferítico - martensítico	M10-M25	200	330
8	M - acero inoxidable	Austenítico	M10-M25	190	330
9	M - acero inoxidable	Austenítico - ferrítico	M10-M25	230	260
10	M - acero inoxidable	Ferítico - martensítico	M15-M30	200	330
11	M - acero inoxidable	Austenítico	M15-M30	200	330

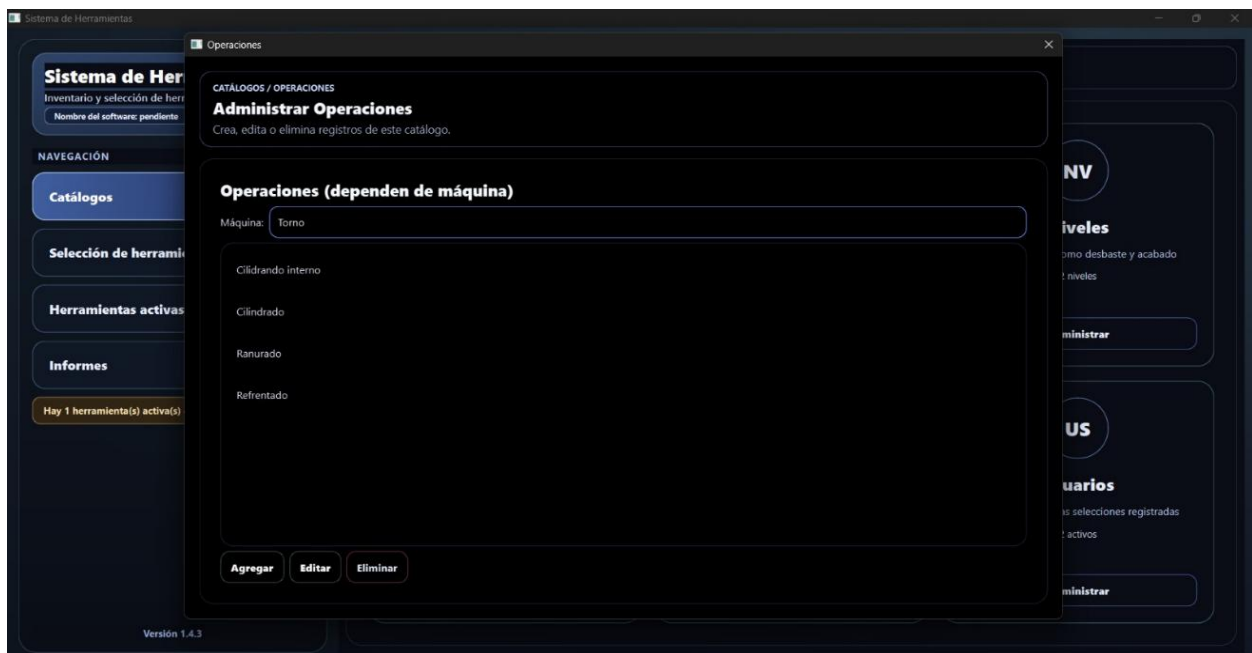
Nota. La imagen representa el módulo de los tipos de materiales a elegir dependiendo del material seleccionado con anterioridad.

En la figura 24 se observa el módulo que permite clasificar los materiales que se van a mecanizar dependiendo de la categoría propuesta por los fabricantes, se puede observar cómo cada material seleccionado según la norma, posee una subdivisión, relacionado con la dureza del material y su rango en relación a la norma.

En la figura 25 se observa el módulo de operaciones, muestra las posibles operaciones que se pueden llevar a cabo dependiendo completamente de las máquinas y herramientas presentes para llevar dicha operación.

Figura 25.

Módulo de operaciones.



Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de operaciones.

Figura 26.*Módulo de herramientas.*

Sistema de Herramientas
 INVENTARIO Y SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS
 Nombre del software: pendiente

NAVEGACIÓN

Catálogos

Selección de herramientas

Herramientas activas

Informes

Hay 1 herramienta(s) activa(s)

CATÁLOGOS / HERRAMIENTAS
Administrar Herramientas
 Crea, edita o elimina registros de este catálogo.

Herramientas

Código	Nombre	Máquina	Nivel	Operación	Material
50552	pureba 2	Torno	Acabado	Cilindrado	P - Acero
45454545j	pureba 1	Torno	Desbaste	Refrentado	P - Acero
5454545454	fadawda	Torno	Desbaste	Cilindrado	H - Material Endurec
43434343	asas	Torno	Acabado	Ranurado	H - Material Endurec
43434343	prueba2	Torno	Acabado	Ranurado	H - Material Endurec
46541655436	prurba1	Torno	Acabado	Cilindrado interno	H - Material Endurec
231232	Multiple	Torno	Desbaste	Refrentado	K - Fundicion,M - Ac
5454546	putiraca	Torno	Acabado	Ranurado	H - Material Endurec
5454545	traca traca	Torno	Acabado	Ranurado	K - Fundicion
1212121212	Aluminio dos filos	Fresadora	Acabado	Planeado	N - Aluminio
312321321	Acero 3 filos dawdawda	Torno	Desbaste	Cilindrado	P - Acero

Agregar Editar Eliminar Descargar Excel Cargar Excel

US
 Usuarios
 15 selecciones registradas
 Activos

ministrar

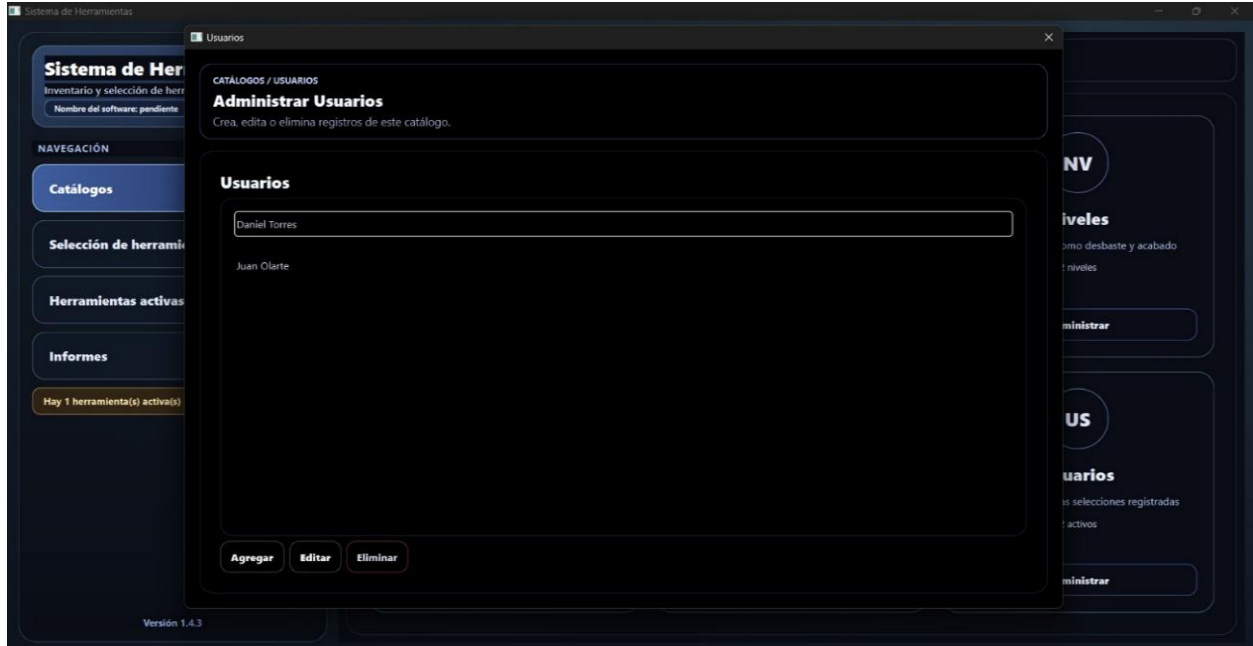
Versión 1.4.3

Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de herramientas, así como sus principales características.

En el módulo de herramientas correspondiente a la figura 26, es donde se permite visualizar las herramientas presentes en el inventario de la empresa, a la cual se le ha establecido un código propio para fines prácticos, ya que es posible que existan dos herramientas muy similares, pero de distintos fabricantes, también se puede observar la máquina a la cual pertenecen, la operación, el nivel y el material para el cual se puede utilizar cada una de ellas.

Figura 27.

Módulo de usuarios



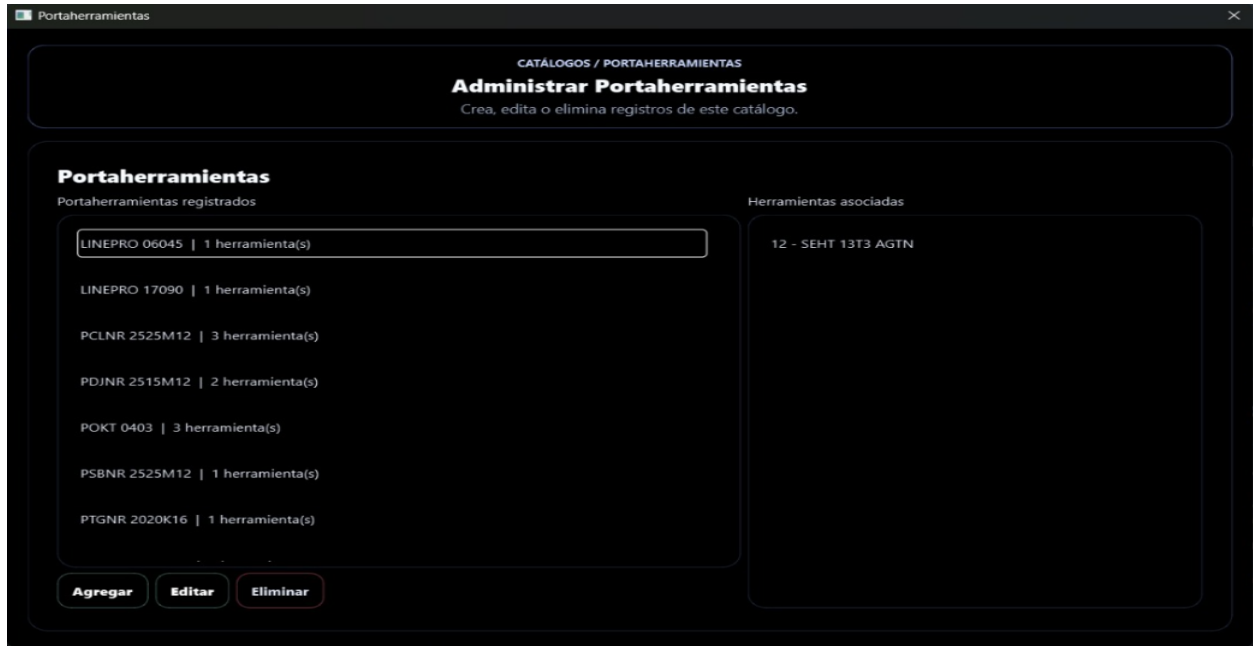
Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de usuarios, donde están las personas responsables de realizar los procesos dentro de la empresa.

El módulo de usuarios, de la figura 27, permite llevar un control del personal que solicita las herramientas de corte y procedimiento para el cual fueron utilizadas.

Los módulos permiten administrar el sistema de información ya que permite editarlo para agregar y eliminar funciones en cada uno de ellos, esto con el fin de volver el sistema más versátil y no restringirlo a una única empresa metalmecánica.

Figura 28.

Módulo de portaherramientas.



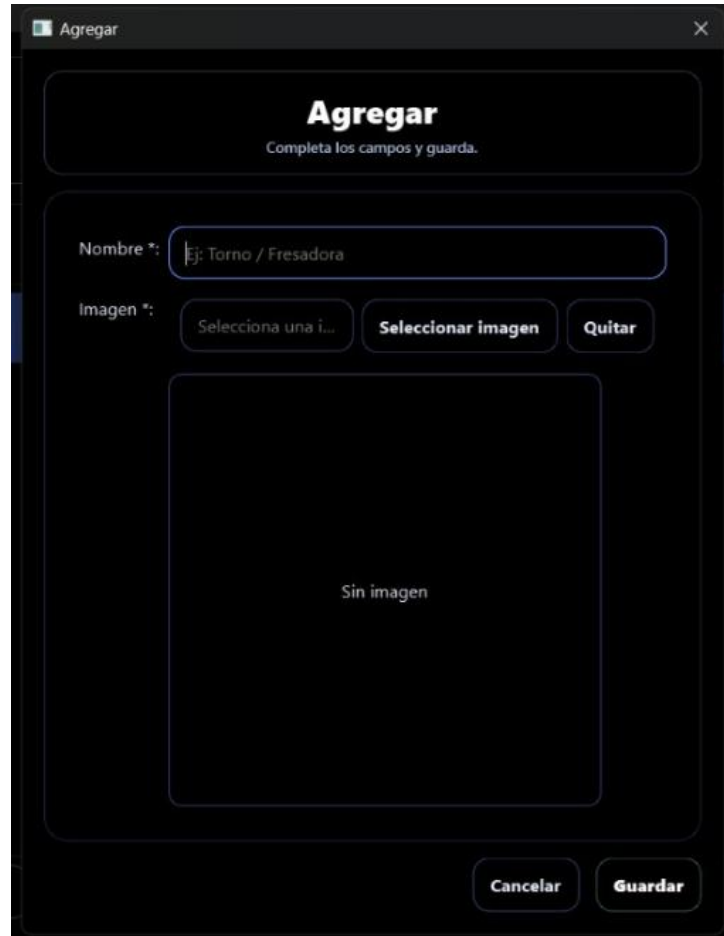
Nota. La imagen representa una primera vista del módulo para agregar información en cada sección.

En la figura 28 se encuentra el módulo de portaherramientas donde se encuentran los tipos de portaherramientas para la utilización de cada tipo de herramienta de corte, este depende del tipo de operación que se levara a cabo.

En la figura 28 se observa que es posible acceder a esta ventana desde cada módulo, con el fin de que el usuario pueda anexar nueva información acerca de las maquinas, niveles, operaciones o usuarios y también es posible vincular una imagen, de esta manera será mucho más sencillo para el usuario identificar el tipo de operación que desea llevar a cabo.

Figura 29.

Módulo de agregar



The image shows a dark-themed software window titled "Agregar" with a close button in the top right corner. The window contains the following elements:

- A header section with the title "Agregar" and the instruction "Completa los campos y guarda."
- A "Nombre *" field with a text input containing "Ej: Torno / Fresadora".
- An "Imagen *" section with three buttons: "Selecciona una i...", "Seleccionar imagen", and "Quitar".
- A large empty rectangular area below the image selection buttons, containing the text "Sin imagen".
- At the bottom right, there are two buttons: "Cancelar" and "Guardar".

Nota. La imagen representa una primera vista del módulo para agregar información en cada sección.

En la figura 30 se observa la ventana que permite crear un nuevo tipo de material al inventario, para agregarla es necesario conocer el material de la pieza, así como características tales como la dureza de Brinell y los rangos de aplicación.

Figura 30.

Módulo para agregar pieza

Nota. La imagen representa una primera vista del módulo para agregar un nuevo material dependiendo de la pieza que se desea mecanizar.

Figura 31.

Ventana para agregar herramientas

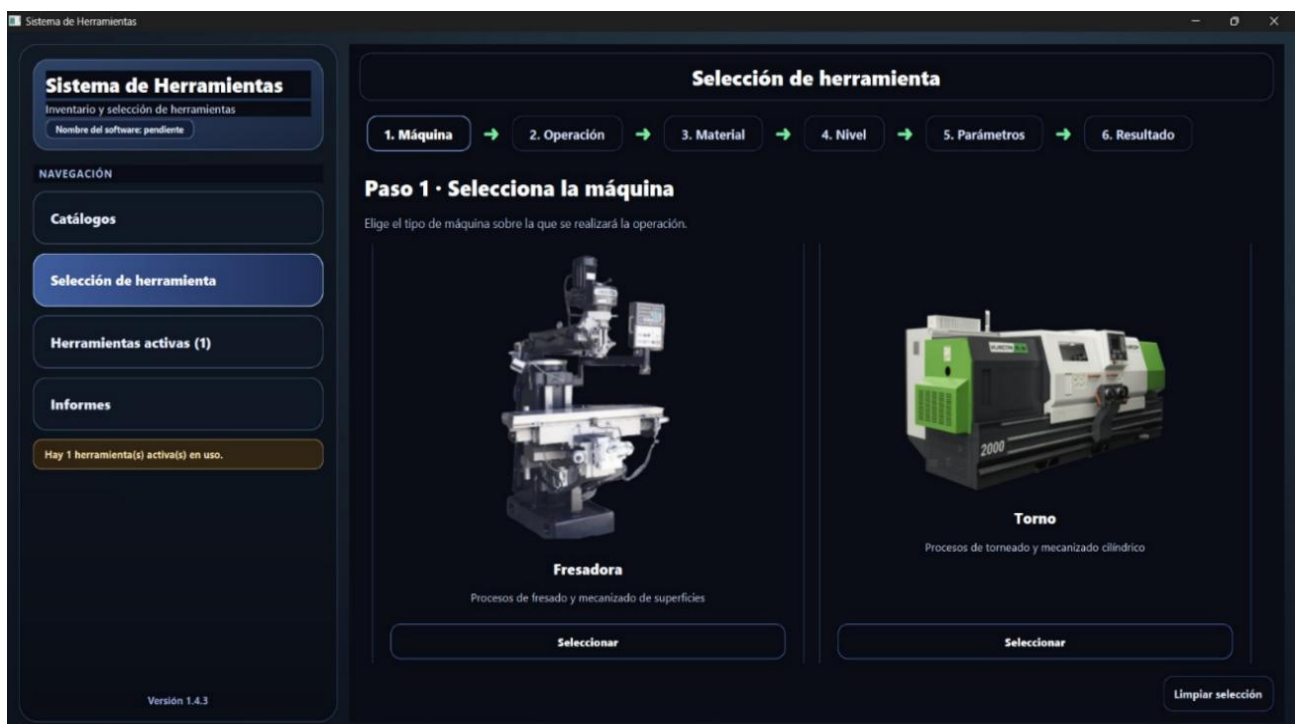
Nota. La imagen representa una primera vista del módulo para agregar una nueva herramienta al inventario.

4.3 Selección de herramienta

Para la selección de la herramienta de corte, se establece un sistema secuencial, con el fin de que sea más práctico e intuitivo para el usuario al momento de elegir la herramienta con los requerimientos de operación.

Figura 32.

Módulo de selección de máquinas.

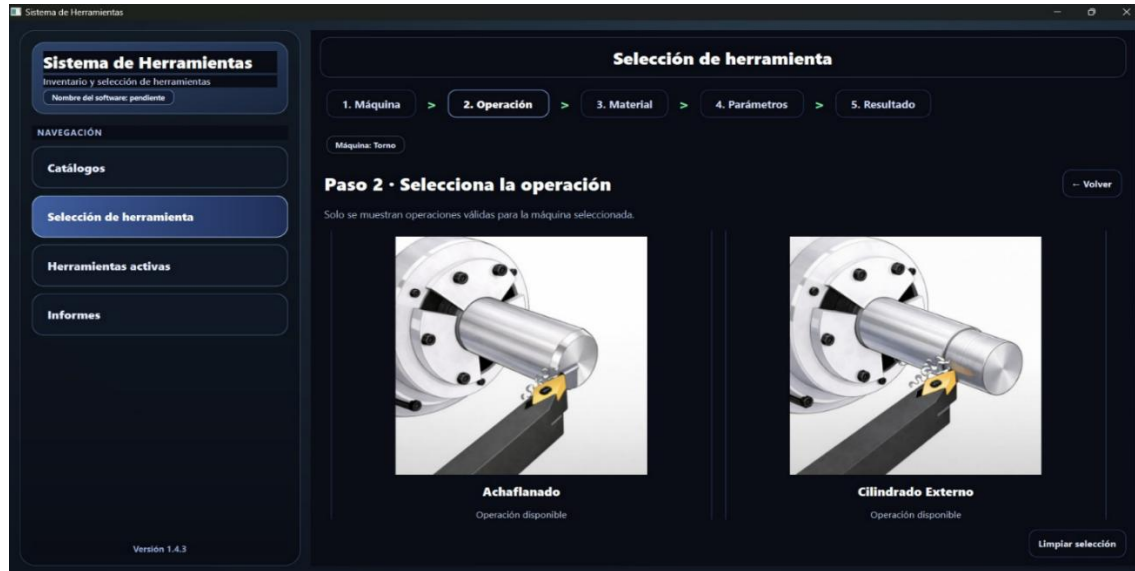


Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de máquinas.

En el módulo de selección de la máquina, están dispuestas las máquinas presentes en la empresa, se anexa una imagen, la cual fue incluida previamente en el módulo de catálogos, de esta manera es más fácil identificar el tipo de máquina a utilizar.

Figura 33.

Módulo de selección de operación.



Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de operaciones.

En la figura 33 correspondiente al módulo de selección de la operación, se encuentran las operaciones que se pueden llevar a cabo dependiendo de la máquina seleccionada anteriormente, estas operaciones también son editables desde el módulo de catálogos.

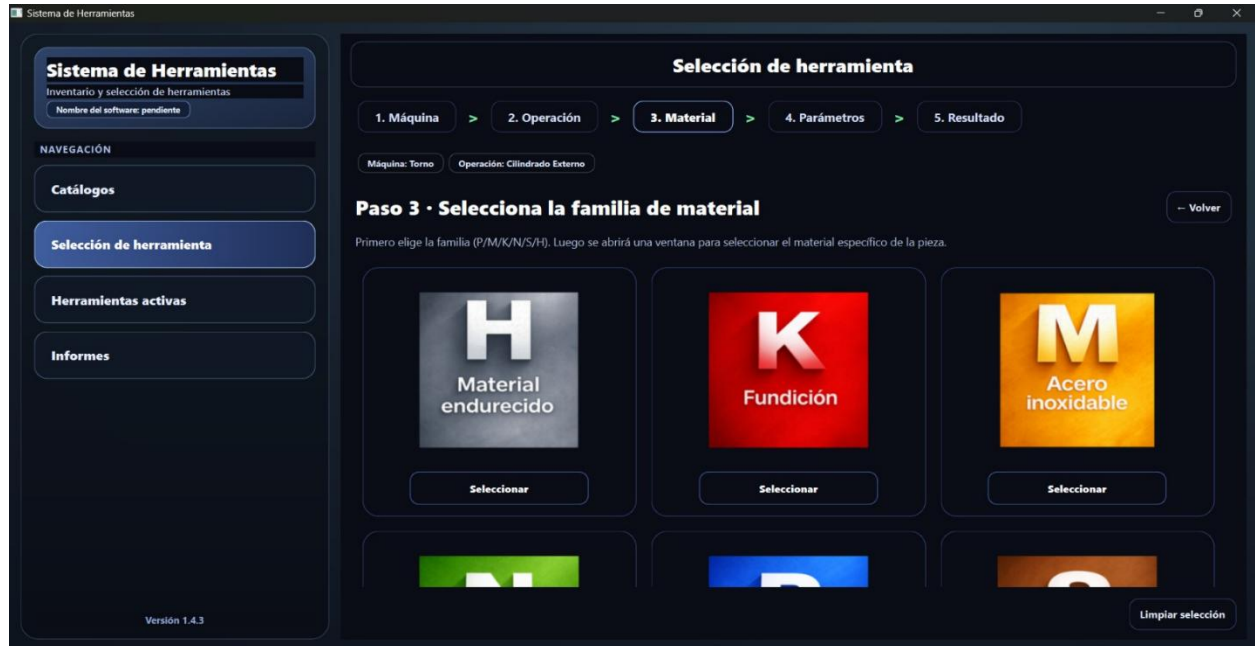
A continuación, la figura 34 muestra el módulo de selección del material, como se mencionó anteriormente, se encuentran los materiales clasificados según la norma, estos no se encuentran condicionados por los módulos anteriores, debido a que tanto las máquinas como las operaciones son realizables en cualquier tipo de material.

En la figura 35 se encuentra el módulo donde se realiza un filtro de los tipos de materiales según su categoría, estos pueden ser tales como aceros sin aleación, de baja o alta aleación, estos

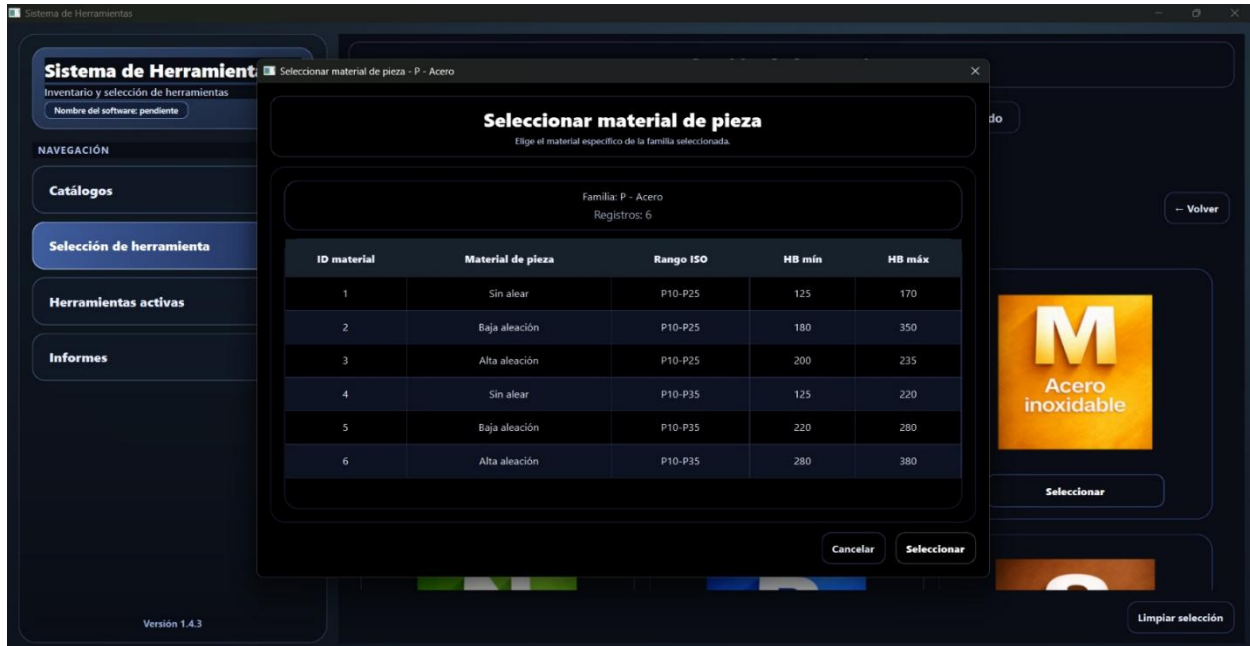
materiales van acompañados por un rango en la dureza de Brinell y su respectivo material según la norma ISO.

Figura 34.

Módulo de selección del material.



Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de selección de material.

Figura 35.*Módulo de selección del tipo de material.*

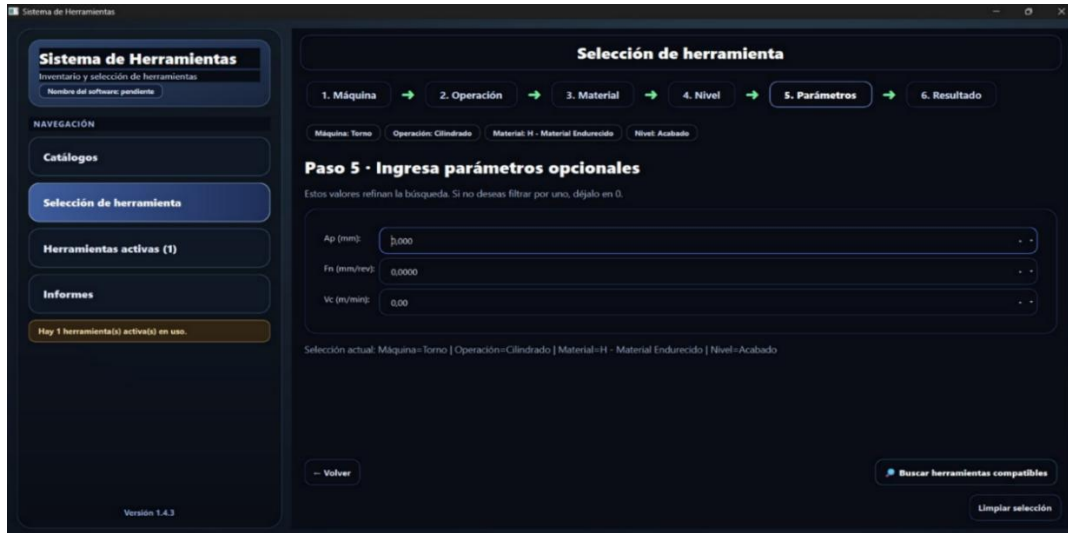
Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de operaciones

En el módulo de selección de parámetros de la figura 36, se busca que el usuario pueda ingresar los parámetros en específico con los que se desea trabajar la pieza a mecanizar, de esta manera el software entrega la herramienta de corte que se adecue a dichos parámetros.

De igual manera en la figura 37, se encuentra el módulo donde se observan las herramientas compatibles en base a los parámetros que fueron ingresados por el usuario, dependiendo del inventario que maneje cada empresa es posible que exista más de una herramienta compatible para el tipo de operación que se desea realiza, bajo estas circunstancias, esta ventana también muestra la cantidad en stock presente, que puede ser otro factor a tener en cuenta por parte del operario para la selección de dicha herramienta.

Figura 36.

Módulo de selección de parámetros.



Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de selección de parámetros.

Figura 37.

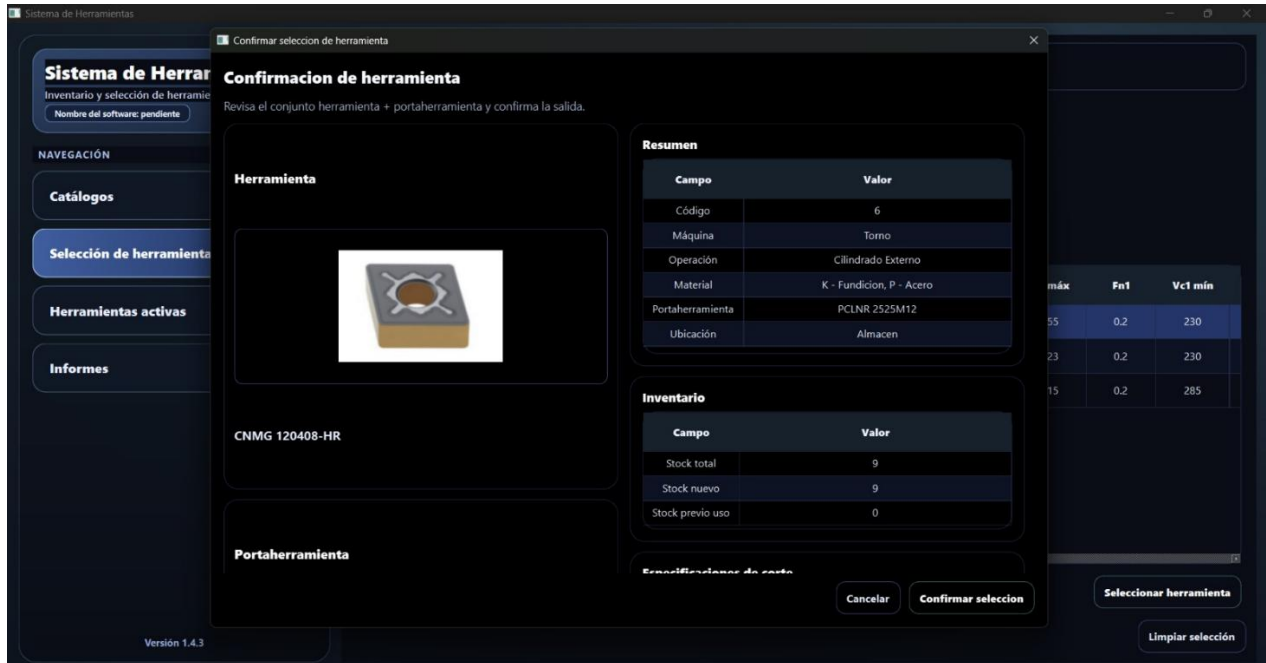
Módulo de resultados.



Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de resultados.

Figura 38.

Confirmación de la herramienta.

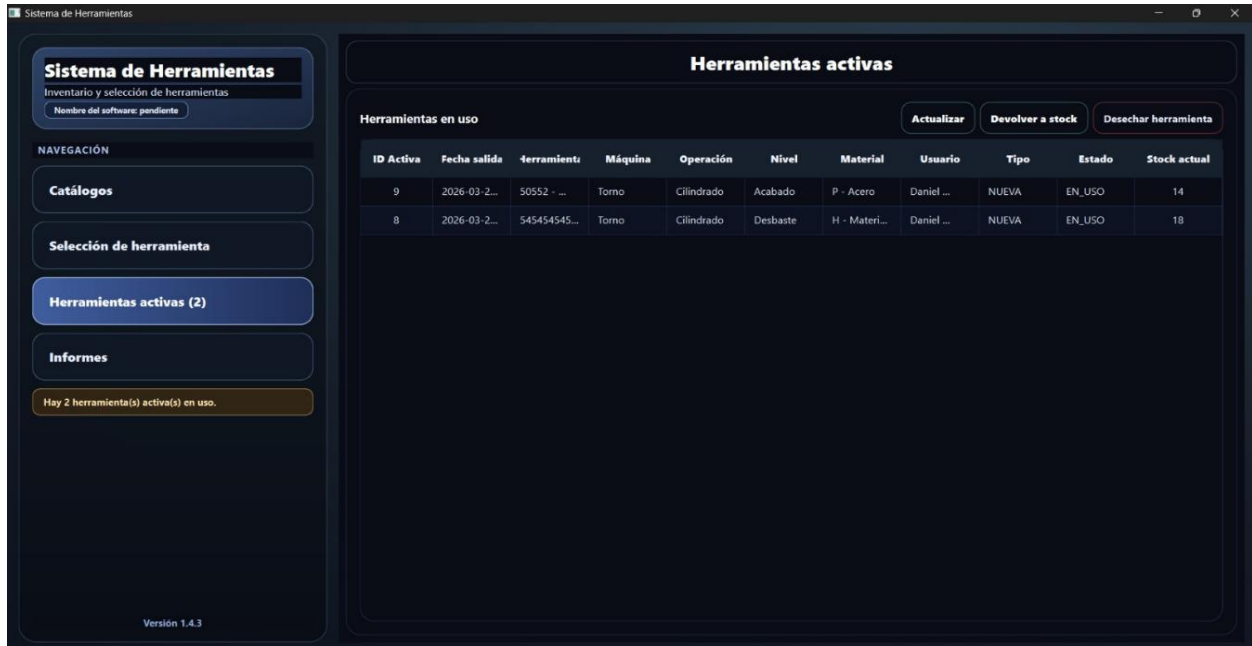


Nota. La imagen muestra la ventana de confirmación para la selección de la herramienta de corte seleccionada por el usuario.

La figura 38 se observa la última ventana correspondiente al proceso de selección de la herramienta de corte, en esta ventana se debe confirmar el operario que está solicitando la herramienta, también se puede observar las características de la herramienta, así como el porta herramientas que corresponde a dicha plaquita, junto con una imagen que facilita la identificación de los elementos que van a ser utilizados para el procedimiento.

Figura 39.

Módulo de herramientas activas.



Nota. La imagen representa una primera vista del módulo de resultados.

En la figura 39 se observa el módulo de herramientas activas, donde se visualiza las herramientas que están siendo utilizadas, junto con su operación y parámetros principales, una vez la herramienta ha sido utilizada, el sistema presenta las opciones de volver a incluir al inventario como una herramienta usada o desecharlas, esto depende de la vida útil de la herramienta.

Figura 40.

Módulo de informes

The screenshot shows the 'Sistema de Herramientas' interface. On the left is a navigation sidebar with options like 'Catálogos', 'Selección de herramienta', 'Herramientas activas (2)', and 'Informes'. The main area is titled 'Informes' and contains a 'Historial de selecciones' table. The table has columns for Fecha/Hora, Herramienta, Máquina, Operación, Nivel, Material, Usuario, Tipo, and Cantidad. It lists various tool selections with details like dates, tool IDs, machine types (Torno), operations (Cilindrado, Ranurado), levels (Acabado, Desbaste), materials (P - Acero, H - Material, K - Fundicion), users (Daniel Torres, Juan Olarte), and types (NUEVA, DESGASTE).

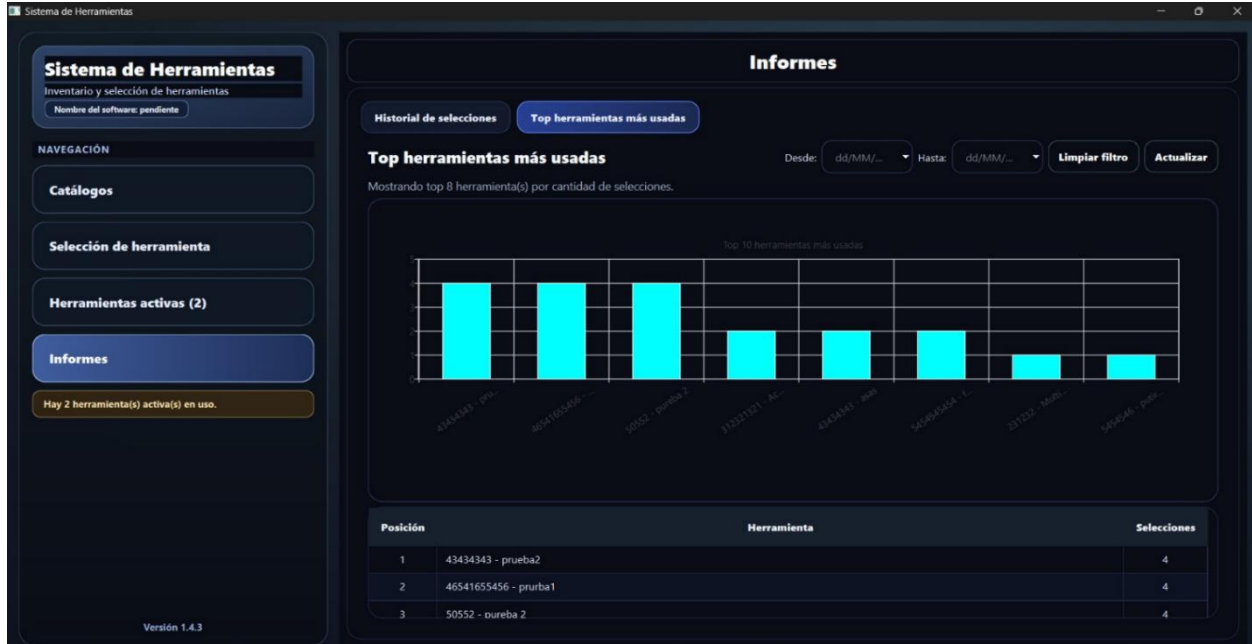
Fecha/Hora	Herramienta	Máquina	Operación	Nivel	Material	Usuario	Tipo	Cantidad
2026-03-26 ...	50552 - pure...	Torno	Cilindrado	Acabado	P - Acero	Daniel Torres	NUEVA	1
2026-03-23 ...	5454545454 ...	Torno	Cilindrado	Desbaste	H - Material ...	Daniel Torres	NUEVA	1
2026-03-22 ...	43434343 - ...	Torno	Ranurado	Acabado	H - Material ...	Daniel Torres	NUEVA	1
2026-03-22 ...	43434343 - ...	Torno	Ranurado	Acabado	H - Material ...	Daniel Torres	NUEVA	1
2026-03-22 ...	43434343 - ...	Torno	Ranurado	Acabado	H - Material ...	Daniel Torres	DESGASTE	1
2026-03-22 ...	43434343 - ...	Torno	Ranurado	Acabado	H - Material ...	Daniel Torres	NUEVA	1
2026-03-22 ...	312321321 - ...	Torno	Cilindrado	Desbaste	P - Acero	Daniel Torres	DESGASTE	1
2026-03-22 ...	50552 - pure...	Torno	Cilindrado	Acabado	P - Acero	Juan Olarte	NUEVA	1
2026-03-22 ...	50552 - pure...	Torno	Cilindrado	Acabado	P - Acero	Juan Olarte	NUEVA	1
2026-03-22 ...	46541655456...	Torno	Cilindrando ...	Acabado	K - Fundicion	Juan Olarte	NUEVA	1
2026-03-22 ...	46541655456...	Torno	Cilindrando ...	Acabado	K - Fundicion	Daniel Torres	NUEVA	1
2026-03-21 ...	46541655456...	Torno	Cilindrando ...	Acabado	H - Material ...	Juan Olarte	NUEVA	1
2026-02-20 ...	50552 - pure...	Torno	Cilindrado	Acabado	P - Acero	Juan Olarte	NUEVA	1

Nota. La imagen muestra el módulo de informes, donde se observan las herramientas que han sido utilizadas.

En este módulo se encuentran todas las herramientas que han sido utilizadas, así como la máquina, operación, material y usuario, este módulo se puede filtrar según una fecha establecida, esto permite llevar un control más preciso del uso de las herramientas y los procesos realizados.

Figura 41.

Módulo de diagramas



Nota. La imagen muestra el módulo de informes, donde se observan las herramientas que han sido utilizadas.

En esta figura se observa un diagrama con las herramientas más utilizadas a lo largo de un periodo específico de tiempo, el cual también es editable, esto con el fin de que la empresa conozca las herramientas más usadas.

5. Manual

Se diseñó un manual con el fin de facilitar el manejo del programa, de manera que este sea de fácil aprendizaje para todos los usuarios que tengan acceso a este, en este se explica paso a paso cada una de las operaciones que se pueden llevar a cabo en cada módulo, tales como agregar o eliminar herramientas, máquinas u operaciones y el procedimiento para la selección de las herramientas de corte, según las necesidades del operario.

Figura 42.

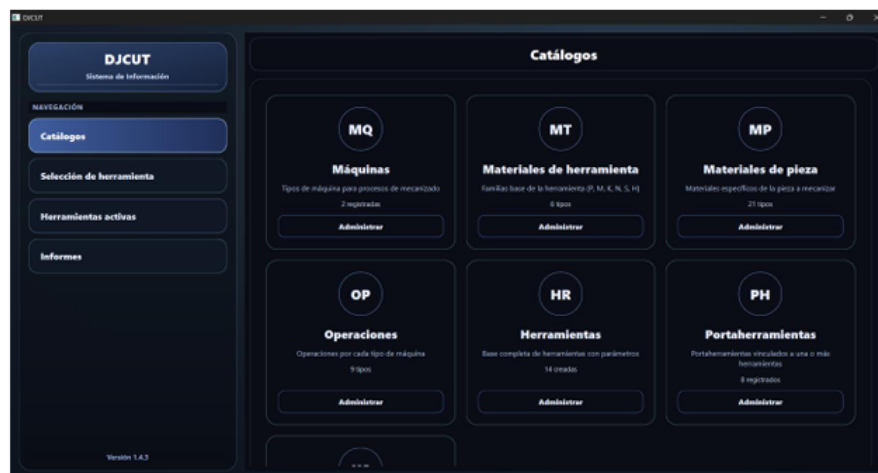
Vista preliminar del manual.

Manual Sistema de Información DJCUT

DJCUT fue desarrollado para facilitar la selección y gestión de herramientas de torno y fresadora en los procesos de mecanizado. Permite organizar la información de máquinas, materiales, operaciones y herramientas en un solo lugar, logrando un acceso rápido, claro y ordenado a datos de herramientas. A continuación, se presentan las instrucciones para el uso del sistema de información DJCUT, el cual se divide en cinco partes principales.

- Sección 1 (Catálogos)

La primera es la sección de catálogos, donde se realiza toda la configuración del sistema; aquí se pueden crear, editar y administrar los elementos necesarios, como máquinas, materiales, operaciones, herramientas, portaherramientas y usuarios, es decir, es donde se define toda la información que el sistema utilizará como base de datos.



Nota. La imagen muestra el módulo de informes, donde se observan las herramientas que han sido utilizadas.

Para la visualización completa del manual, ver Apéndice D

6. Conclusiones

- El desarrollo del sistema de información permitió integrar de manera estructurada los diferentes factores que intervienen en la selección de herramientas de mecanizado, facilitando la toma de decisiones en entornos industriales, por medio de la digitalización del conocimiento teórico y la organización en una base de datos, se logró transformar el proceso tradicional en un sistema estandarizado basado en criterios técnicos.
- Se estableció un back end que permitió generar una base de datos mucho más completa en relación a las características presentes en cada una de las herramientas de corte, el cual también puede ser utilizado como modelo de inventario para las herramientas y porta herramientas presentes en la empresa.
- Se codificó un sistema que permitió establecer una relación lógica entre máquinas, materiales, operaciones y herramientas, garantizando la correcta selección mediante un flujo secuencial que reduce la probabilidad de un error humano
- Se diseñó un manual que permite al usuario realizar acciones dentro del sistema, lo cual también brinda autonomía para cada empresa y facilita la capacitación de nuevos usuarios y de esta manera estandarizar el proceso de producción.

7. Recomendaciones

- Se recomienda incorporar niveles de acceso diferenciados (por ejemplo, administrador y operario), de manera que cada perfil tenga funciones específicas dentro del sistema. Esto permitiría que algunos usuarios puedan administrar catálogos y editar herramientas, mientras que otros se limiten al proceso de selección y consulta. Esta mejora fortalecería la seguridad, reduciría errores por manipulación indebida y aumentaría la trazabilidad de las acciones.
- Se sugiere ampliar la analítica actual mediante indicadores operativos como consumo por herramienta, frecuencia de selección por máquina, tasa de devolución al stock y porcentaje de desecho. La incorporación de estos indicadores facilitaría la toma de decisiones en mantenimiento, compras y planeación, incrementando el valor estratégico del sistema.
- Se recomienda implementar el aumento de variables del sistema tanto para las plaquitas (por ejemplo, el número de filos y el tiempo de uso), como para el área de costos, donde se tenga en cuenta el precio de cada plaquita según el proveedor y se logre realizar una comparación entre las demás herramientas.

8. Referencias Bibliográficas

- Balabanov, I. P., Ponomareva, V. D., & Balabanova, O. N. (2022). Intelligent Automated Accessory Tool Selection System. In *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85230-6_27
- Carpenter, I. D., & Maropoulos, P. G. (2000). Flexible tool selection decision support system for milling operations. *Journal of Materials Processing Technology*, 107(1–3), 143–152. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(00\)00707-X](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(00)00707-X)
- Corte En Procesos De Mecanizado S, H. DE, & Reyes Rivera, N. (n.d.-a). sistema experto que apoya la selección de herramientas de corte.
- Corte En Procesos De Mecanizado S, H. DE, & Reyes Rivera, N. (n.d.-b). Sistema experto que apoya la selección de herramientas de corte.
- Desarrollo de software para la administración de herramientas de corte - Dario. (n.d.).
- Edalew, K. O., Abdalla, H. S., & Nash, R. J. (2001). A computer-based intelligent system for automatic tool selection. *Materials and Design*, 22(5), 337–351. [https://doi.org/10.1016/s0261-3069\(00\)00106-0](https://doi.org/10.1016/s0261-3069(00)00106-0)
- Erazo-Arteaga, V. A. (2022). El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina. *Información Tecnológica*, 33(2), 297–308. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000200297>
- Fielding, R. T. (2000). Architectural styles and the design of network-based software architectures (Doctoral dissertation, University of California, Irvine). University of California.

- GONÇALVES, P. (2018). Gerenciamento de ferramentas em ambiente de laboratório de manufatura em uma universidade pública.
- Juan, I., & Carrasco García, C. (n.d.). Tecnología avanzada del diseño y manufactura asistidos por computador-CAD/CAM.
- Krylov, E., Fedorova, N., & Kozlovitseva, N. (2018). Development of multicriteria approach to cutting tools selection for automated manufacturing systems. 2018 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2018. <https://doi.org/10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501730>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2023). Management information systems: Managing the digital firm (18th ed.). Pearson.
- López, A. (1983). Transferencia de tecnología y colaboración industria-universidad. *Ingeniería e Investigación*, 72–77.
- Marines, R., Botero, P., & Buitrago, C. (2019). Propuesta de parametrización de los procesos de mecanizado por arranque de viruta con máquinas herramientas CNC en la industria metalmecánica considerando los avances actuales en investigación.
- Orozco, R., & Reyes, N. (2001). Sistema experto que apoya la selección de herramientas de corte en procesos de mecanizado.
- Saranya, K., John Rozario Jegaraj, J., Ramesh Kumar, K., & Venkateshwara Rao, G. (2018). Artificial Intelligence Based Selection of Optimal Cutting Tool and Process Parameters for Effective Turning and Milling Operations. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series C*, 99(4), 381–392. <https://doi.org/10.1007/s40032-016-0264-7>

- Sebastian, J., Fonseca, F., Esteban, O., Vargas, A., De Caldas, F. J., Jonny, I., & Dueñas, R. (2017). Análisis y Selección de Dispositivos de Sujeción utilizados para la Fabricación de piezas en.
- Shabaev, A. A., Ponomareva, V. D., & Balabanova, O. N. (2020). Effects Of Intelligent Automation for Sustainable Development. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 7(4), 505–514.
- World Wide Web Consortium (W3C). (2021). HTML5. W3C HTML5 Specification.
- Zhao, G., Cheng, K., Wang, W., Liu, Y., & Dan, Z. (2022). A milling cutting tool selection method for machining features considering energy consumption in the STEP-NC framework. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 120(5–6), 3963–3981. <https://doi.org/10.1007/s00170-022-08964-0>