

MECANIZADO DE ALTO RENDIMIENTO

Procesos de Arranque

FORMATO: 17 x 24

IMPRESIÓN: a 4 colores

ENCUADERNACIÓN: cosido al hilo

PÁGINAS: 352

AUTOR: L.N. López de Lacalle Marcaide, J.^a Sánchez Galíndez A Lamikiz
Menchacha

EDITORIAL: Ediciones Técnicas Iزارo

[Comprar on line](#)

CONTENIDOS

El libro es una oportunidad para actualizar los conocimientos relativos al mecanizado de alto rendimiento, al fresado a alta velocidad, y al mecanizado de materiales en algunos casos de muy baja maquinabilidad. Sin olvidar los aspectos de organización del proceso y CAM.

De la lectura de este volumen también se extraerá una idea global sobre el saber hacer y la metodología de continua innovación y búsqueda de mayor efectividad en los procesos de mecanizado. Se ha buscado en todo momento la calidad de la edición, la actualidad de las máquinas y técnicas incorporadas como figuras, y suministrar información sobre dónde buscar nuevos datos sobre los conceptos tratados.

Los autores

Los doctores L.Norberto López de Lacalle, J.A Sánchez y A.Lamikiz son profesores del Dpto. de Ingeniería Mecánica en la Escuela Superior de Ingenieros de Bilbao. Allí encabezan el grupo de trabajo en procesos de fabricación, que engloba las áreas de mecanizado, electroerosión y nuevos procesos. El texto recoge su conocimiento sobre la naturaleza del proceso de arranque de viruta así como su experiencia extraída de proyectos de innovación realizados en colaboración de empresas de varios sectores y de los centros dedicados al arranque de viruta. Su actividad se integra y coordina dentro del marco del Centro de Investigación Cooperativa de Fabricación de Alto Rendimiento Margune.

Índice

Capítulo 1. Introducción y objetivos

Capítulo 2. Naturaleza del proceso de arranque de viruta

Capítulo 3. Materiales de las herramientas de corte

Capítulo 4. Desgaste de las herramientas

Capítulo 5. Fórmulas básicas de mecanizado

Capítulo 6. El concepto Mecanizado de Alto Rendimiento

Capítulo 7. Las máquinas para el mecanizado de alto rendimiento

Capítulo 8. Mecanizado de aleaciones de aluminio

Capítulo 9. Mecanizado de aceros y fundiciones

Capítulo 10. Fresado de aceros templados

Capítulo 11. Mecanizado de aleaciones de titanio

Capítulo 12. Mecanizado de superaleaciones

Capítulo 13. Mecanizado de composites

Capítulo 14. La simulación de los procesos de mecanizado

Capítulo 15. Los estudios experimentales

Capítulo 16. EL CAM en el mecanizado de alto rendimiento

Capítulo 17. La verificación de los programas de CNC

Capítulo 18. A modo de conclusiones

Bibliografía recomendada y comentada

TEXTO

Escrito por los doctores L.Norberto López de Lacalle, J.Antonio Sánchez y A. Lamikiz, profesores del departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del País Vasco, que prestan sus servicios en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, el libro es un trabajo cuidadosamente editado por el Grupo Izaro, que responde a un doble interés. Por parte de los autores es un honesto intento de establecer cuál es el estado del arte actual en la tecnología de mecanizado por arranque de viruta, utilizando para ello su conocimiento de la tecnología, siempre inspirado por el rigor propio de los profesores universitarios, y los resultados prácticos de unos cuantos, bastantes en realidad, proyectos de investigación e innovación en el campo del arranque de viruta.

Por su parte, Izaro busca seguir ofreciendo a sus lectores material con alto valor añadido que sirva para elevar el nivel de formación de los técnicos que deben afrontar los retos de productividad y calidad cada día más rigurosos, y sumar esfuerzos para que la comunidad hispanohablante comience a disponer de libros, revistas y medios de difusión propios, y no meras traducciones de libros provenientes del extranjero.

Sobre la necesidad y la inspiración

Sobre la necesidad de generar material formativo en castellano, huelga recordar el gran número de habitantes de este planeta que compartimos este bello idioma. Entonces ¿porqué existe tan poca literatura sobre fabricación? Ahora es el momento de actuar en esta dirección. Se ha necesitado la fuerte convicción por parte de los autores de que en nuestro entorno se conoce, se tiene capacidad y, lo que es más importante, ganas de alcanzar e incluso superar puntualmente a los centros de investigación y empresas que comúnmente se consideran como referencia, esto es, alemanes, americanos y, en estas tecnologías, japoneses.

Un ejemplo que ha inspirado la edición de este libro son los buenos resultados de algunas editoriales alemanas en el lanzamiento de libros como el presente. Se trata de obras cuya vida estimada como elementos de transmisión de conocimiento es de cinco años, y que se centran en tecnologías emergentes o en nuevos planteamientos que, en algunos casos, se encuentran en plena efervescencia tecnológica. Por la novedad de los temas no se dispone de tiempo para publicar libros básicos con vocación de ser clásicos, es decir, sistemáticos, depurados, que aborden todos los problemas y matices... Por citar un ejemplo, no se puede lanzar un Boothroyd, libro bien conocido de muchos lectores y nunca alabado en lo que vale, de temas como el rapid tooling, el fresado a alta velocidad, etc. Ante este problema caben dos alternativas: o bien se intenta escribir un libro con capítulos escritos por varios autores, lo que casi nunca sale bien por no mantener un hilo conductor común,

o solo cabe esperar que algunos profesores o técnicos se “arriesguen” a poner por escrito ideas y conceptos que aún no han reposado lo suficiente. El riesgo en este último caso es que algunos colegas no entiendan que es mejor difundir lo que se sabe y evitar el oscurantismo (que suele envolver lo nuevo y del que, por cierto, viven más de alguna consultoría o centros), a esperar a que los conocimientos lleguen a reposar y depurarse por sí mismos, perdiendo la oportunidad de aportar novedad.

Este libro no es un libro de texto para enseñar mecanizado desde el principio. No se encontrará en él lo que es el torneado básico, las partes de una máquina, qué es un calibre... Se trata de un libro que busca salvar el gap entre los libros básicos y clásicos y las publicaciones científicas en revistas y congresos que, como no podría ser de otra manera, solamente se refieren a asuntos y avances muy concretos. Está escrito con la presunción de que antes de su lectura el lector posee un conocimiento importante de las operaciones de mecanizado. Es decir, sabe en qué consisten y cómo se abordan las operaciones de torneado, fresado y taladrado.

También en este texto se ha intentado no utilizar un lenguaje excesivamente academicista, en pro de que los conceptos sean asumibles por técnicos de distintos grados. Sin embargo, quizás la clásica división entre textos para *personal de taller* y textos *para técnicos superiores* es un tanto artificial. No hay un mecanizado para universitarios y otro para industriales, el objetivo común es mejorar la productividad y la calidad de cada proceso.

Los temas tratados

A continuación se ofrece un breve aperitivo de lo que los lectores van a encontrarse en el libro.

Capítulo 1

El capítulo 1 trata de establecer **las fuentes** que han nutrido de conocimiento a los autores, y junto con el último apartado del libro, dedicado a la bibliografía comentada y criticada, posee el indudable valor de confeccionar la biblioteca, foros y congresos que un técnico interesado debe manejar. No falta ni una de las principales fuentes.

Capítulo 2

El capítulo 2 es un gran compendio de la **naturaleza del proceso de arranque de viruta**, asumiendo el conocimiento clásico de lo que ocurre entre el filo y el material, junto a una más novedosa forma de estudiar la formación de la viruta. Los modelos clásicos, y básicos, del proceso se recogen aquí, junto a la descripción de la geometría del corte y las herramientas.

Capítulo 3

El 3 es un capítulo dedicado a los **materiales que constituyen las herramientas de corte**, desde el acero HSS al PCBN, pasando por el metal duro y el uso de recubrimientos. Sin duda un aspecto clave de la pujanza de la innovación en procesos ha sido el lanzamiento de nuevas calidades más duras y tenaces. El lector hallará las claves para tener éxito en el empleo de cada herramienta, cuyo uso está sometido a principios diferentes.

Capítulo 4

El tema 4 se centra en el **desgaste de las herramientas**, el mecanismo de degradación a combatir mediante el empleo de unas condiciones de corte adecuadas. Cuáles son sus razones, cómo se caracteriza, la forma de medirlo. Se resumen las normas ISO que describen su magnitud.

Capítulo 5

El siguiente capítulo se centra en las **fórmulas básicas correspondientes a los procesos de torneado, fresado y taladrado**. Junto a la estrategia de mecanizado, son los datos necesarios para la descripción de cualquier operación. La elección de unos parámetros de corte erróneos generará con toda seguridad un mal resultado. En cambio, si la elección de estos parámetros se realiza de forma correcta, se puede garantizar el correcto funcionamiento de la herramienta, sufriendo ésta un desgaste uniforme y más o menos predecible y llegando a una pieza de rugosidad superficial adecuada.

Los temas arriba resumidos se pueden considerar como preliminares, pero han servido para iniciar a los principiantes, o actualizar y reverdecer los conocimientos de los lectores más avezados.

Capítulo 6

El 6 es el primer capítulo realmente centrado en los **nuevos avances**, definiendo que se entiende por **fresado de alta a velocidad, mecanizado de alto rendimiento, corte de alto rendimiento**, etc. Tras su lectura no quedará espacio para aquellos vendedores, investigadores y técnicos interesados en seguir jugando a la grandilocuencia de los términos. Lo que en España se entiende por los términos aquí descritos se acota de forma precisa. Se prosigue el capítulo adelantando las principales claves de lo que es mecanizado de alto rendimiento según las familias de materiales y sectores.

Capítulo 7

El tema 7 se centra en las **máquinas que sustentan los procesos de mecanizado de alto rendimiento**. De todas formas ha de recordarse que éste no es un libro sobre máquinas - herramienta sino sobre procesos avanzados. Aunque uno y otras están indisolublemente unidos, y no pueden separarse. Por

hacer un símil aclaratorio, es un libro sobre como conducir y planificar viajes (visión de usuario) y no de diseño y construcción de coches (visión del constructor de máquina - herramienta). Pero se intenta definir la máquina tipo que hoy día se ofrece a cada sector.

Capítulo 8

Dado que fue el sector de mecanizado de aluminio para fuselajes el primero que incorporó el fresado a alta velocidad se ha considerado de justicia histórica tratar el mecanizado de las aleaciones de este material en primer lugar, en el capítulo 6. Sin embargo, se abren dos grandes grupos de aplicación, **el mecanizado de aleaciones maleables para aplicaciones estructurales, especialmente fuselajes, y el de las aleaciones de fundición Al-Si.**

El desarrollo en los últimos años de la producción de aeronaves ha conllevado un nuevo y creciente interés en las técnicas de mecanizado de alto rendimiento aplicadas a las aleaciones ligeras. En nuestro país existen numerosas empresas implicadas en varios contratos aeronáuticos, entre los que destaca el nuevo Airbus 380, siendo un sector en alza. Hay nuevas ideas, herramientas y retos. Entre ellos el fresado en ausencia de lubricante, mecanizado en seco, o con mínima cantidad de lubricación... ¿Sabe el lector que utilizar taladrina a 25000 rpm no hace gran cosa por la vida de la herramienta?. Las razones en este capítulo. ¿Sabe por qué una herramienta de metal duro con poco cobalto en el sustrato es muy adecuada?, la respuesta en el libro.

Si hubiese una asociación de enemigos de las aleaciones de aluminio-silicio empleadas en automoción varios lectores serían candidatos a socios fundadores. Ya se sabe que este aleante es muy abrasivo, y aquí se explica porque ese 12% de contenido es tan importante. El lector no va a encontrar aquí una solución drástica a sus problemas, pero por lo menos se sentirá acompañado por los autores, solidariamente acompañados.

Capítulo 9

Llega el turno del **acero**, el lector (esperemos que numerosos lectores) puede pensar que este material da para libros enteros, y no se equivoca. Por tanto, se ha elegido la perspectiva de abordar la dificultad de mecanizado de cada fase metalúrgica, *“una idea muy adecuada que me permite sacar deducciones para mis procesos”* nos dice un lector que ha tenido acceso al manuscrito y que trabaja en un centro tecnológico de referencia. Un tema especialmente relevante que se podrá constatar en todo el texto, no solamente se trata **la maquinabilidad** sino aspectos de mecanizado que tienen que ver con **las formas de pieza, requisitos habituales del sector, aplicación**, etc. ¿O es que es lo mismo mecanizar fundición para obtener discos de freno que matrices de estampación de chapa? Para datos de corte ya existen manuales como el Metcut o las recomendaciones de los fabricantes. La importante experiencia de los autores en el sector de matricería se vuelca en este capítulo.

Capítulo 10

El tema 10 es uno de las estrellas, dedicado **al fresado de aceros templados para la construcción de moldes**. Desde mediados de los años 90 se ha asistido a la rápida incorporación del fresado a alta velocidad en la fabricación de moldes y matrices. En estos elementos se unen dos problemas de diferente naturaleza, el material constitutivo es un acero de más de 30 HRC y las formas finales son complejas, muchas veces del tipo *esculpido*. No hay más que pensar en los productos finales fabricados mediante inyección en el caso de los moldes y de estampación en el caso de las matrices, siempre formas complejas.

La importancia de este subsector industrial ha sido tan evidente que es sin duda uno de los factores que han contribuido a que el término *mecanizado a alta velocidad* se haya hecho tan “*popular*” en los últimos tiempos. Por este motivo es objeto de un capítulo completo en este trabajo. Las ideas van a surgir de forma natural tras su lectura en aquellos lectores que se preocupan por la precisión y rugosidad de sus moldes. Ideas, métodos y ejemplos exitosos sin ningún interés de vender una máquina o una herramienta. Los ejemplos se detallan con todos los datos, siendo **casos reales** tanto propios de los autores como realizados en colaboración con Fatronik y Tekniker.

Capítulo 11

El capítulo 11 es para las **aleaciones de titanio**, y especialmente la **Ti6Al4V**, un viejo conocido de los autores. En este capítulo se reflejan dos aspectos. Por un lado, la forma en que se abordó el problema de mecanizado de un material nuevo, como fue el caso del Ti6Al4V; su principal valor es ser un elemento de reflexión sobre la metodología a aplicar en optimización de procesos. Y en segundo lugar presentar datos actuales sobre la forma de mecanizar este material. La tecnología de **torneado asistido por lubricante a alta presión**, JAM (Jet Assisted Machining) fue por primera vez probada en España en 1997. Esperamos que a partir de la lectura de este capítulo ya no sea desconocida para nuestras empresas.

Capítulo 12

El 12, un capítulo dedicado a **las superaleaciones**. Estos materiales, aleaciones de níquel, cobalto y hierro, también se denominan *aleaciones termo-resistentes*. En nuestro entorno hay una creciente industria dedicada a su transformación y mecanizado, por lo que se ha considerado interesante su inclusión en este texto, centrándonos en el más característico del grupo, el Inconel 718. No hay peores materiales (quizás sí en el infierno, mecanizadores... ¡sed buenos!), muy dúctiles, tendentes a endurecimiento por laminación, con afinidad por las herramientas. Las velocidades de corte de 40 m/min ya son una proeza. Pues bien, se abordan dos tecnologías, el uso de **herramientas de cerámica reforzada** para multiplicar por 10 las velocidades

de corte, y la técnica de **fresado asistido por plasma**, PAM (Plasma Assisted Milling) quizás aplicada por primera vez en el mundo.

El taladrado es una operación de gran importancia y que aún no se ha abordado en profundidad en este libro. Dado que el taladrado de superaleaciones fue objeto de estudio de varios proyectos de los autores, parece buena excusa presentar los resultados entonces logrados para indicar un camino metodológico orientado hacia la optimización del taladrado en general.

Capítulo 13

Para los **composites** se ha destinado el capítulo 13... “¡menos metal y más composite!” parece reclamar la industria. Cuando se hace referencia al *procesado* de estos materiales son dos los aspectos a tener en cuenta, por un lado la fabricación del material en sí mismo, que escapa a los objetivos de este curso, y por otro su posterior mecanizado. En este material la clave es mecanizar sin daño, es decir, que el material no se degrade en el taladrado, operación muy principal, o en el **trimming**... ¿Qué es el trimming?.. ¡A leer el volumen!

Capítulo 14

En el 14 un tema con gran profundidad. Un dato, en el congreso celebrado por INVEMA relativo a tecnologías de fabricación en 2000 se hizo el esfuerzo de traer a varios “gurús” sobre la simulación de procesos, sin existir en nuestro entorno gran actividad en este campo. Cuatro años después se ha alcanzando el nivel internacional, y este capítulo condensa el saber en **simulación del mecanizado por la técnica de elementos finitos**, y por modelos semi-mecanísticos. Es un “todo lo que hay que saber” para sentirse cómodo y poder establecer el interés y posible aplicación que cada técnica de modelización tiene para un usuario. El mecanizado es una ciencia aplicada, no una mera artesanía, y si no se ha entendido así... bueno, la competencia extranjera seguro que ya lo ha entendido.

En primer lugar se aborda la técnica de elementos finitos para la simulación 2D y 3D de un virutazo. Como se leerá, incluso existe hoy una aplicación comercial cuyas prestaciones crecen día a día. En un segundo bloque se abordan los modelos semimecanísticos, más cercanos a la aplicación industrial, y que permiten obtener las fuerzas de corte de procesos tan complejos como es el fresado con herramientas esféricas. A su vez son parte esencial en la definición de modelos de estabilidad del proceso, necesario para evitar el pernicioso fenómeno del chatter. Este tema es claramente de gran complejidad matemática, aunque se ha reducido al máximo. Además los autores lo tienen claro, una cosa es el modelo, y otra lo que un usuario debe saber de las posibles ventajas de aplicación del mismo.

En este capítulo se abordan los problemas del **fresado de paredes delgadas**, *thin walls*, presentes en fuselajes y otros componentes. El porqué las paredes delgadas padecen de chatter, y el éxito de su mecanizado depende, además del saber hacer, de la simulación del proceso. No hay que perderse el interesante gráfico que ubica los problemas existentes en el fresado de cara a su investigación, si esta fuese una carta de menú pondría en su pie de figura... “un indispensable en su selección”.

Capítulo 15

El 15, un largo capítulo dedicado a los **métodos experimentales**. Las curvas de Taylor se conocen desde 1907, ¿es qué en 2004 vamos a seguir con las mismas ideas y acercamiento al problema? No se trata de herejía, simplemente de que el valor añadido de los productos ha cambiado y, por tanto, la orientación de la experimentación en mecanizado. En el ámbito internacional también hay autores que comienzan a criticar a los clásicos (Boothroyd, Trent, etc.). Déjenos el lector incluir una cita histórica de Cicerón: “En la discusión lo que debe exigirse no es tanto el peso de la autoridad como la fuerza de los argumentos”. De hecho, la autoridad de quienes profesan la enseñanza es a veces un obstáculo negativo para quienes desean aprender; para saldar la cuestión dejan de utilizar su propio juicio y aceptan lo que consideran como veredicto del maestro escogido. En realidad no me siento en disposición de aceptar la práctica atribuida tradicionalmente a los pitagóricos, quienes preguntados por los fundamentos de cualquier afirmación que hacían en un debate se dice que solían responder “El Maestro lo dijo”, donde, el maestro era Pitágoras. Tan poderosa era una opinión ya decidida, que hacía prevalecer una autoridad carente del apoyo de la razón.

Los lectores de este texto percibirán que los autores son de la escuela de Cicerón, y que además solicitan a los lectores que también lo sean respecto a lo que ellos mismos escriben.

En este capítulo se trata de la experimentación tanto en trabajos de investigación como un método para la mejora de la productividad y calidad de los procesos industriales. La instrumentación de los ensayos, medidas de fuerza y temperatura en herramienta se tratan con bastante profundidad. Por último, se incluye un informe de **evaluación del rendimiento de dos herramientas**, ya que para muestra bien vale un botón.

El éxito del mecanizado de una pieza depende de numerosos factores. Además de disponer de una buena máquina y emplear las herramientas más adecuadas, es necesario disponer de programas de control numérico (CN) que obtengan mejores resultados tanto en calidad como productividad. Estos programas se obtienen mediante sistemas de CAM (*Computer Aided Manufacturing*). Tras un proceso interactivo donde el usuario controla la trayectoria y las condiciones de mecanizado, se obtiene el programa de mecanizado que será ejecutado en la máquina-herramienta.

Capítulo 16

Al CAM se dedica el capítulo 16. La tecnología CAM no es nueva, data de los 80, pero actualmente se ha mostrado como uno de los puntos fundamentales del mecanizado de superficies y piezas complejas, razón por la que se trata en este capítulo. Además es un aspecto que incumbe al usuario, siendo parte del proceso. Se incluyen ejemplos, estrategias, y cuales son los avances que se presumen a medio plazo.

Capítulo 17

El capítulo 17 versa sobre la **verificación de programas, el mecanizado virtual**, parte interesante en la forma de trabajar a alta velocidad y en el mecanizado en 5 ejes. Por último, se plantea la idea de los autores sobre el “CAM inteligente”, una verdadera idea “made in the University of the Basque Country”. Este es un esquema global de trabajo y filosofía de integración de la modelización y simulación de procesos en el entorno productivo. Quién tras la lectura de este tema afirme que no sabe para qué sirve la simulación o que valor puede aportar, a) o debe volver a leerlo o b) que plantee una discusión abierta con los autores.

Capítulo 18

Llegados al capítulo 18 parece que los autores tienen ganas de opinar, que el encorsetamiento científico-técnico al que se han autoobligado en los 17 anteriores temas desarrollados, debe ser relajado. Por este motivo el tema se titula **A modo de Conclusiones**, y no simplemente *conclusiones*. Para más de un lector sería más apropiado **Cuadernos para el debate**, pues el comienzo es bastante electrizante para las complacientes almas de más de un fabricante de máquinas o usuarios de sectores transformadores. Se ve que los autores tienen ganas de que en el sector de máquina - herramienta se aborde una discusión seria de los peligros que las técnicas de aportación del material suponen para el arranque de viruta. Hay que suscitar debates, no puede haber síntesis sin antítesis previa, la tesis la han aportado los mecanizadores y los autores en los 17 temas anteriores. ¿Cómo va afectar el rapid tooling, el sinterizado por láser, a los sectores transformadores?

Vemos que alguno de los autores es un *Tintín-ologo* declarado, y que como Arturo Pérez Reverte ve en las viñetas de Tintín “ecos de un mundo ubicado en una época indefinida” y con una evocación a una luz imposible. ¿Qué tiene que ver esto con el mecanizado?, no, no desvelemos el misterio, léase estas páginas y allá está la respuesta. ¡Cuánto se ha perdido la tecnología de mecanizado porque el profesor Tornasol no se haya dedicado a ella!

En definitiva, en las conclusiones finalmente los autores vuelven al presente y a la cordura, recordando que los avances en mecanizado son permanentes, con nuevos conceptos de máquina como las de cinemática paralela, diseños más depurados, y entrada de lo micro en el sistema.

Por último los principales libros de la biblioteca de los autores son comentados sin prejuicios.

OPINIÓN EXPERTOS

Para el lanzamiento de este libro se ha ofrecido a algunas personas de confianza la lectura del manuscrito, y éstas son sus opiniones.

M.A. Profesor de una universidad: “se trata de un compendio que pone sobre la mesa el presente de bastantes tecnologías concurrentes en el mecanizado”.

P.H. Director técnico de una empresa de moldes: “me ha servido la lectura del manuscrito para poder sentirme cómodo en la lectura de otros informes y trabajos que tratan de nuevas tecnologías de mecanizado. Por fin sé que puedo esperar de las herramientas de PCBN en mi proceso”.

K.B. Técnico de I+D de una empresa de máquina - herramienta: “lo que en parte mis clientes necesitan parece que ha sido espiado por los que han escrito estos capítulos”.

A.A. Estudiante de ingeniería: “algunas cosas ya conocía, pero sobre todo me gustan las líneas de desarrollo que se van mencionando a lo largo del texto. Creo que la fabricación es más interesante que otras líneas, como el diseño o la organización de empresas y este libro así me lo ha ratificado”.

Un camino se inicia

Este primer volumen puede ser el comienzo de una serie, de la que ya se prepara la obra dedicada a electroerosión y otros procesos.

Es tarea colectiva el que iniciativas como la presente puedan perdurar, haciendo los lectores suya la idea de que comprar un libro de formación como el presente es mucho mejor inversión que un catálogo o un par de cenas. El conocimiento es el principal activo de un profesional.

Como colofón, es un texto que ya nos hubiera gustado leer hace 6 años. Y vamos a hacer algo odioso para cualquier lector, revelar el final, sí, no lo podemos evitar: el asesino es destornillador y el cómplice necesario el torno CNC.