

Fabricación de PCB,s “en seco” mediante el sistema CAM LPKF ProtoMat S63 CircuitPro

Tutorial de fabricación de una PCB a doble cara

Antonio Sampedro



Índice

1.	Fabricación de una PCB a doble cara	1
1.1.	Encendido de la máquina e inicio de CircuitPro.	1
1.2.	Selección de una plantilla y creación de un nuevo documento	3
1.3.	Importación de datos.....	3
1.4.	Inserción de zonas de borrado (Rubout).....	6
1.5.	Multiplicar el diseño.	8
1.6.	Establecer marcas fiduciales.	9
1.7.	Generar trayectorias de herramientas de fresado de aislamientos y contornos.	10
1.8.	Cargar el depósito de herramientas y asignar las herramientas a las posiciones.	15
1.9.	Inicio de la producción.	16

1. Fabricación de una PCB a doble cara

Este tutorial le muestra cómo producir una placa de circuito impreso a doble cara con taladros no metalizados.

Para completar el proceso es necesario realizar los siguientes pasos:

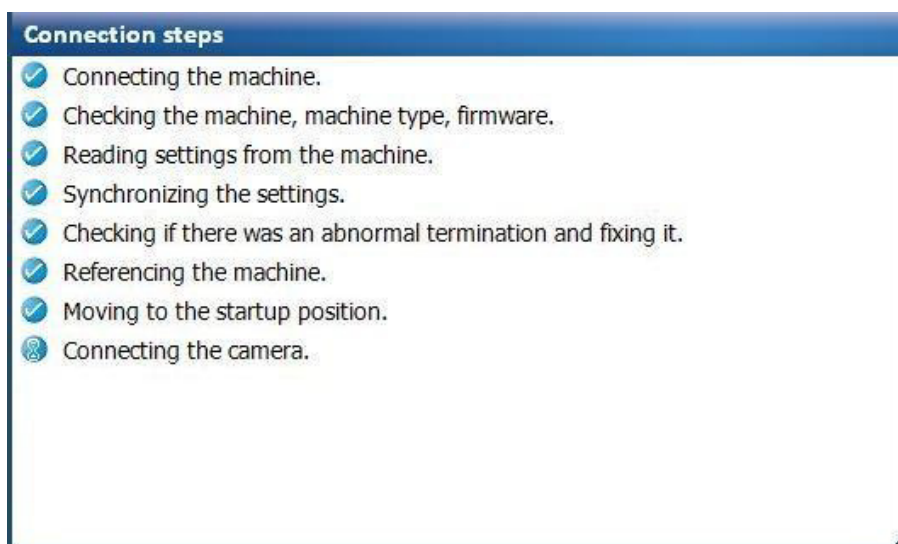
- 1) Encendido de la máquina e inicio de CircuitPro.
- 2) Selección de una plantilla y creación de un nuevo documento.
- 3) Importación de datos.
- 4) Inserción de zonas de borrado (Rubout).
- 5) Multiplicar el diseño (si fuese necesario).
- 6) Establecer marcas fiduciales.
- 7) Generar trayectorias de herramientas de fresado de aislamientos y contornos.
- 8) Cargar el depósito de herramientas y asignar las herramientas a las posiciones.
- 9) Inicio de la producción.

Se requiere el siguiente material:

- Material de base FR4 revestido de cobre (18 ó 35 μm) en ambos lados.
- Conjunto de herramientas de fresado y taladrado 1/8" con anilla. Compuesto al menos por:
 - Fresas universales 1/8", 36 mm, 0,2 – 0,5 mm.
 - Fresas de superficie 1/8", 36 mm de distintos tamaños.
 - Fresas de corte 1/8", 38 mm de distintos tamaños.
 - Brocas 1/8", 38 mm de distintos tamaños.

1.1. Encendido de la máquina e inicio de CircuitPro.

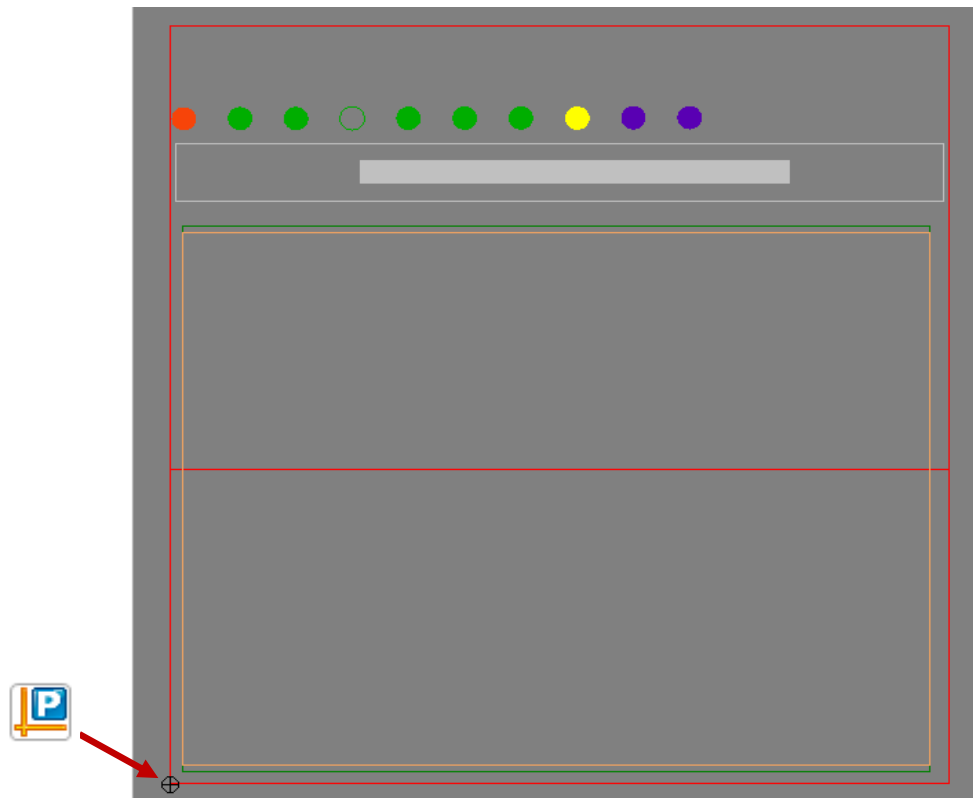
1. Conectar la aspiradora en la posición de automático.
2. Encender la máquina LPKF Protomat S63
3. Iniciar el programa CircuitPro
CircuitPro conecta la máquina automáticamente y los pasos de conexión se muestran en pantalla.



CircuitPro lee la configuración de la máquina.

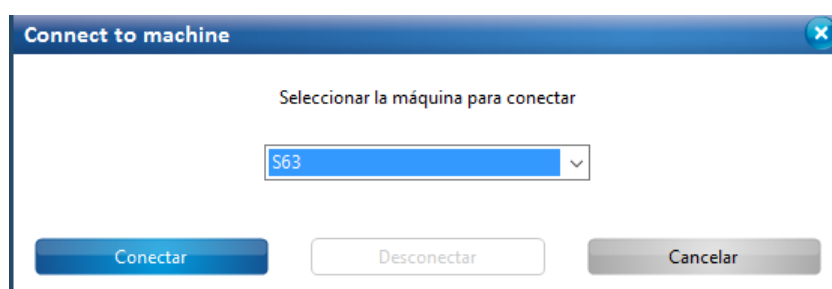
El cabezal de la máquina se mueve hasta la posición de pausa.



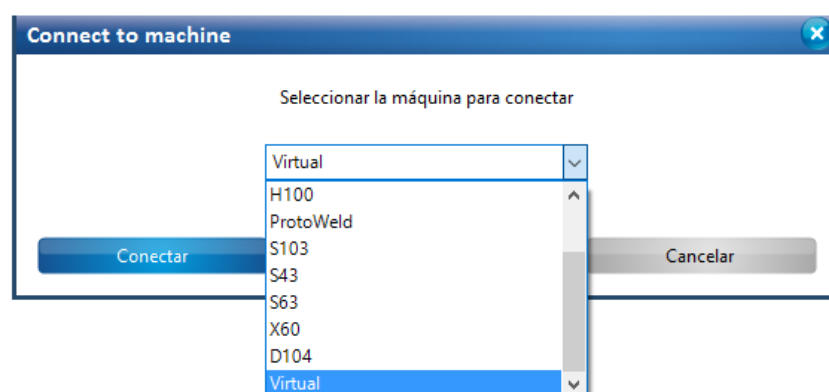


Notas:

Si la máquina no se ha conectado automáticamente, podemos conectarla desde el menú Control de máquina > conectar.

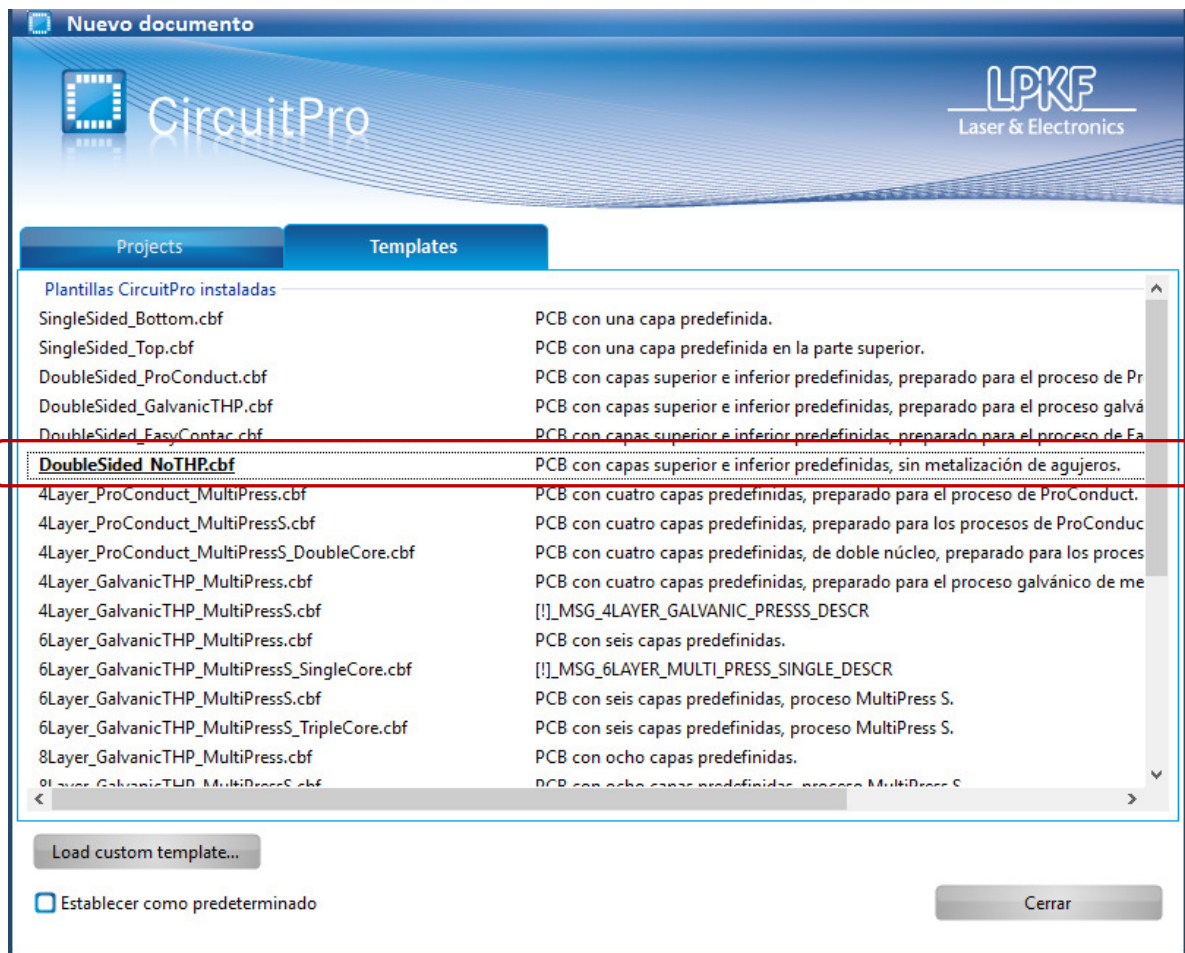


También podemos utilizar el software CircuitPro en un equipo sin conexión a la máquina. Esto nos permitirá realizar diversas tareas, como por ejemplo preparar los datos de producción, sin necesidad de estar en el equipo de la máquina. Además, conectando la máquina virtual, podremos simular las fases de producción de la placa.



1.2. Selección de una plantilla y creación de un nuevo documento

1. Clic en el menú Archivo > Nuevo.



2. Seleccionar la plantilla "DoubleSided_NoTHP" para producir una PCB de doble cara con taladros sin metalizar.
3. Clic en [Cerrar]
4. Clic en Archivo > Guardar como...
Introducir un nombre de archivo y seleccionar la ubicación donde deseamos guardarlo.

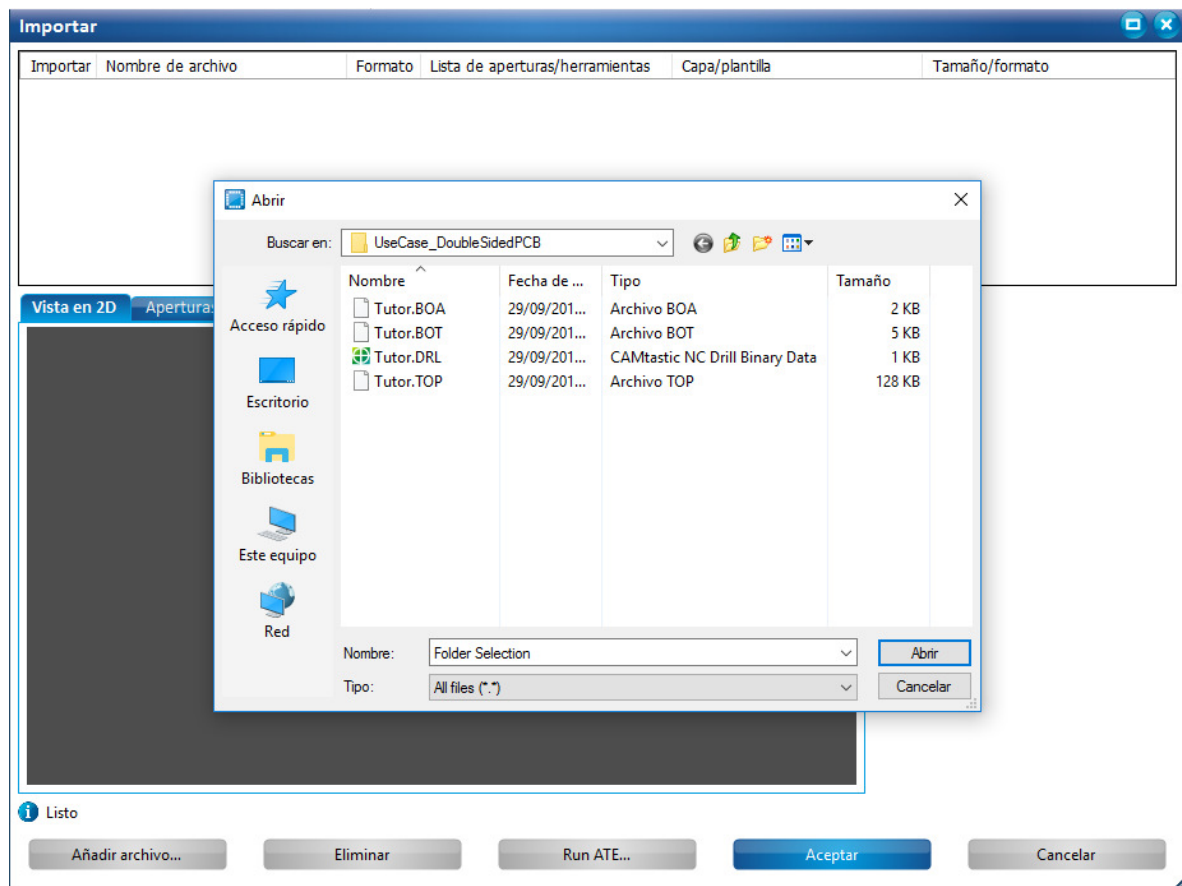
1.3. Importación de datos.

Nota:

Para la realización de este tutorial utilizaremos los archivos de datos incluidos en CircuitPro que están almacenados en la carpeta de documentos del usuario "...\\Documents\\LPKF Laser & Electronics\\LPKF CircuitPro PM 2.3\\Example Data\\UseCase_DoubleSidedPCB\\"

1. Clic en el menú Archivo > Importar.





2. Seleccionamos todos los ficheros de la carpeta "UseCase_DoubleSidedPCB".
3. Clic en [Abrir]
4. Asignamos los archivos importados a su correspondiente capa en CircuitPro de acuerdo a la siguiente tabla:

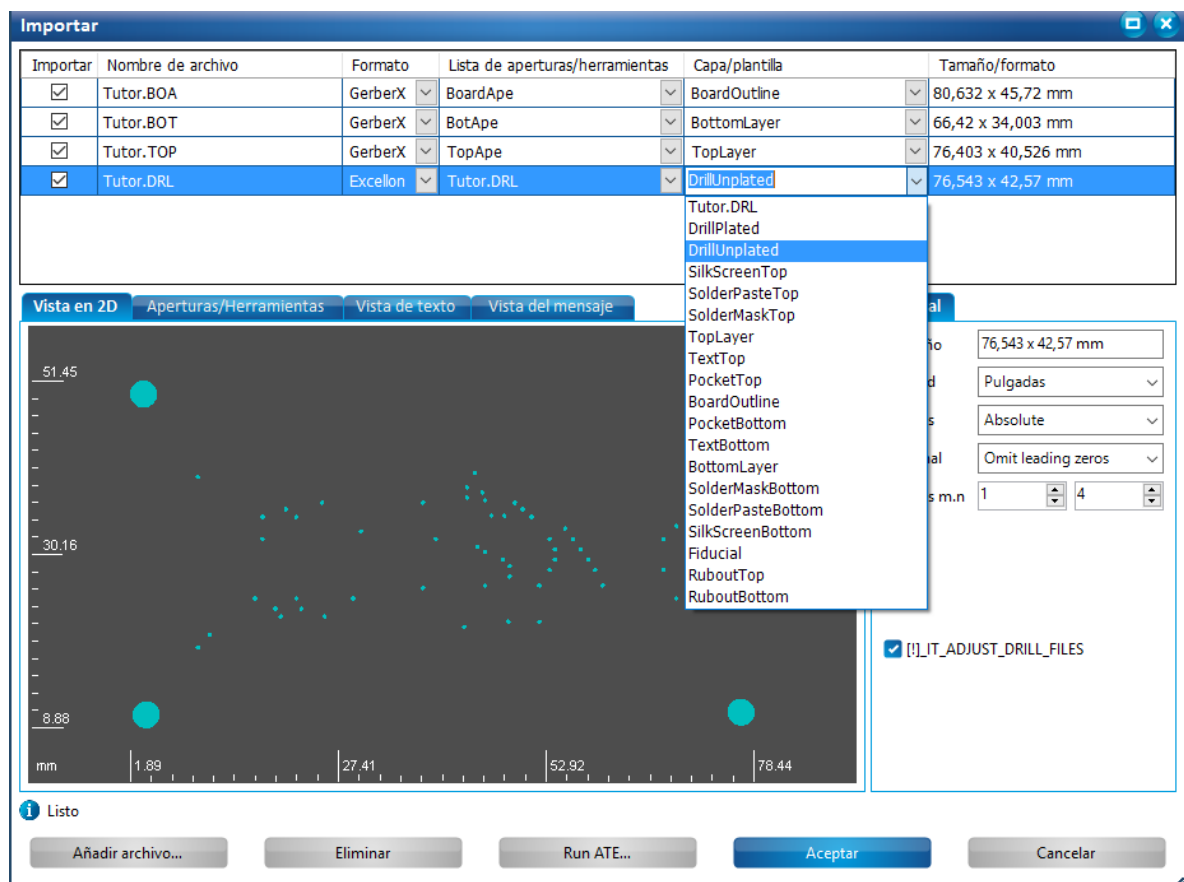
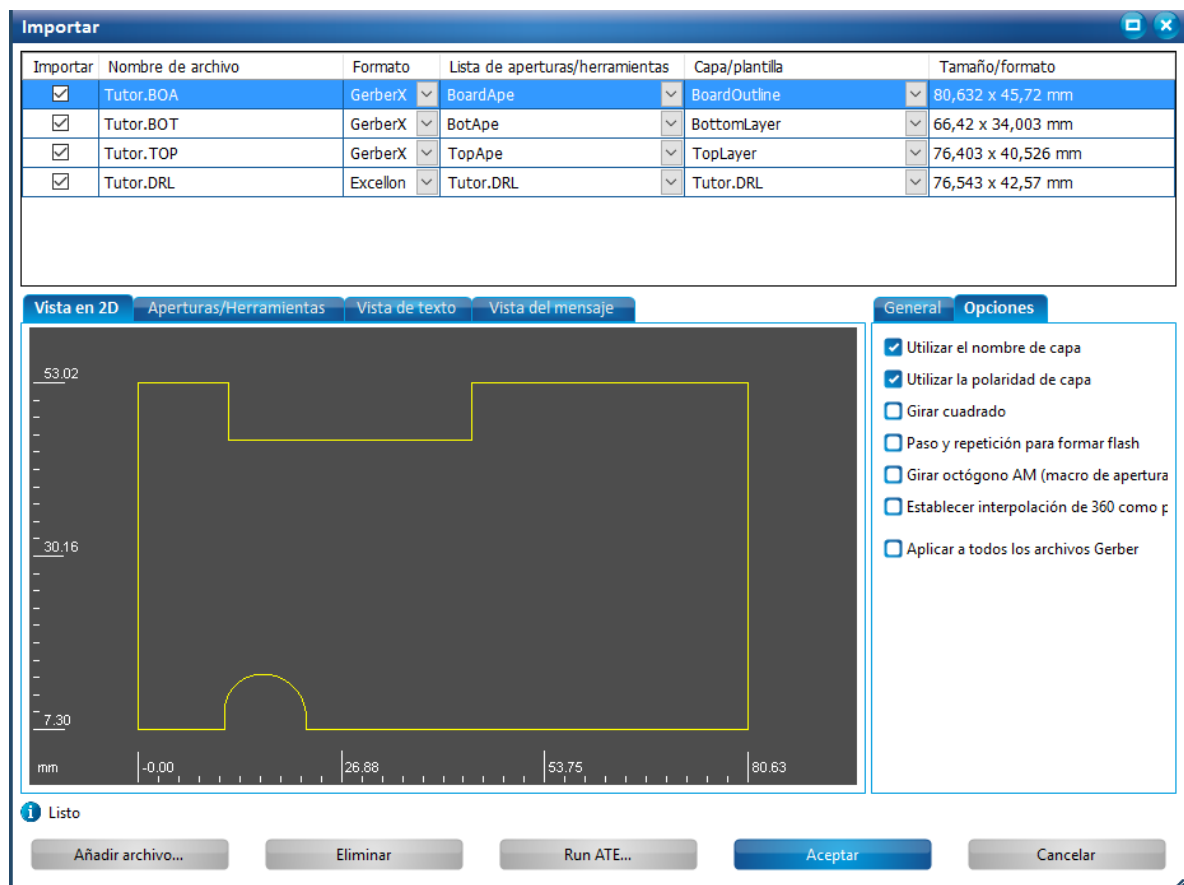
Archivo	Capa	Uso
.BOA	BoardOutline	Contiene los datos del contorno de la PCB
.BOT	BottomLayer	Contiene los datos de la capa de trazado inferior (bottom)
.TOP	TopLayer	Contiene los datos de la capa de trazado superior (top)
.DRL	DrillUnplated	Contiene los datos de los agujeros de la placa

En lugar de asignar manualmente los archivos individuales a las capas, podemos activar las opciones "Usar nombre de capa" y "Aplicar a todos los Archivos Gerber ", activando las casillas de verificación correspondientes en la pestaña "Opciones".

Si el archivo contiene nombres de capas, éstas se asignan automáticamente.

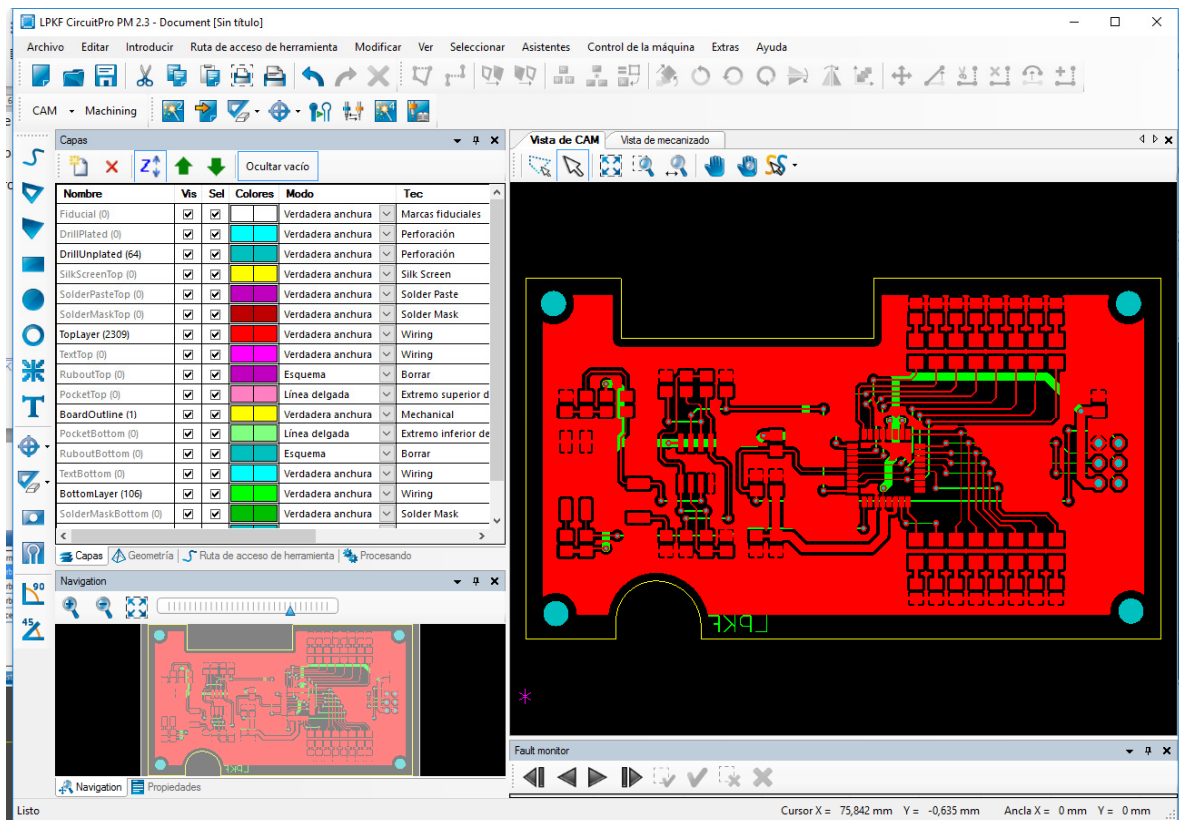
Tenga en cuenta que esto sólo está disponible para los archivos Gerber. Todos los demás archivos requieren asignar las capas manualmente a través del menú desplegable.

Asignamos el archivo de taladros, que no ha sido asignado automáticamente, a la capa DrillUnplated.



5. Clic [Aceptar].

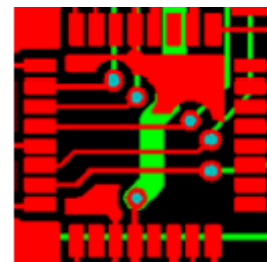
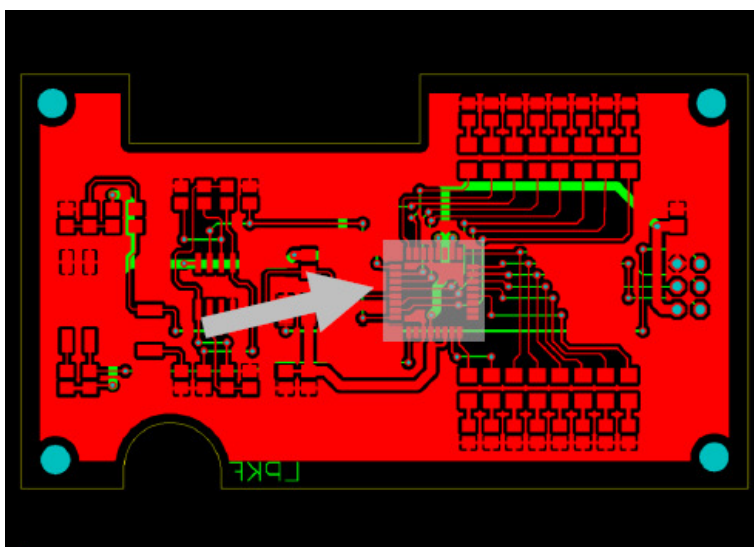
Los datos son importados y se muestran en la vista de CAM.



1.4. Inserción de zonas de borrado (Rubout).

Las zonas "Rubout", son zonas donde deseamos eliminar todo el cobre que no sea pista o pad. Esto puede ser necesario donde haya pads muy pequeños y puedan dar lugar a puentes de soldadura o también para evitar capacidades parásitas en circuitos de alta frecuencia.

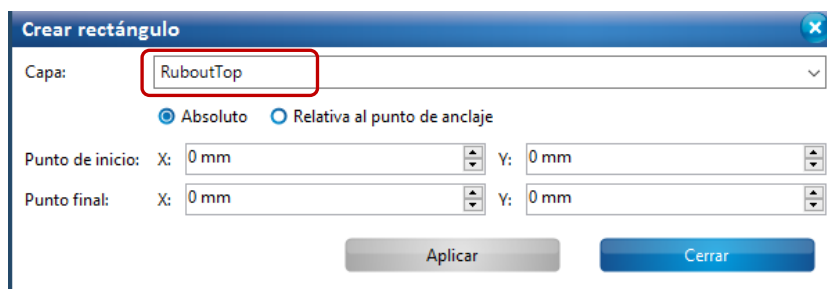
En el diseño de nuestro ejemplo, se necesita un área de Rubout alrededor de los terminales del CI que está situado en la capa TOP.



1. Clic en el menú Introducir > Área de borrado > RuboutTop...



Se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



2. Con ayuda del ratón dibujamos el área de vaciado deseada alrededor del IC.
3. Clic [Cerrar].

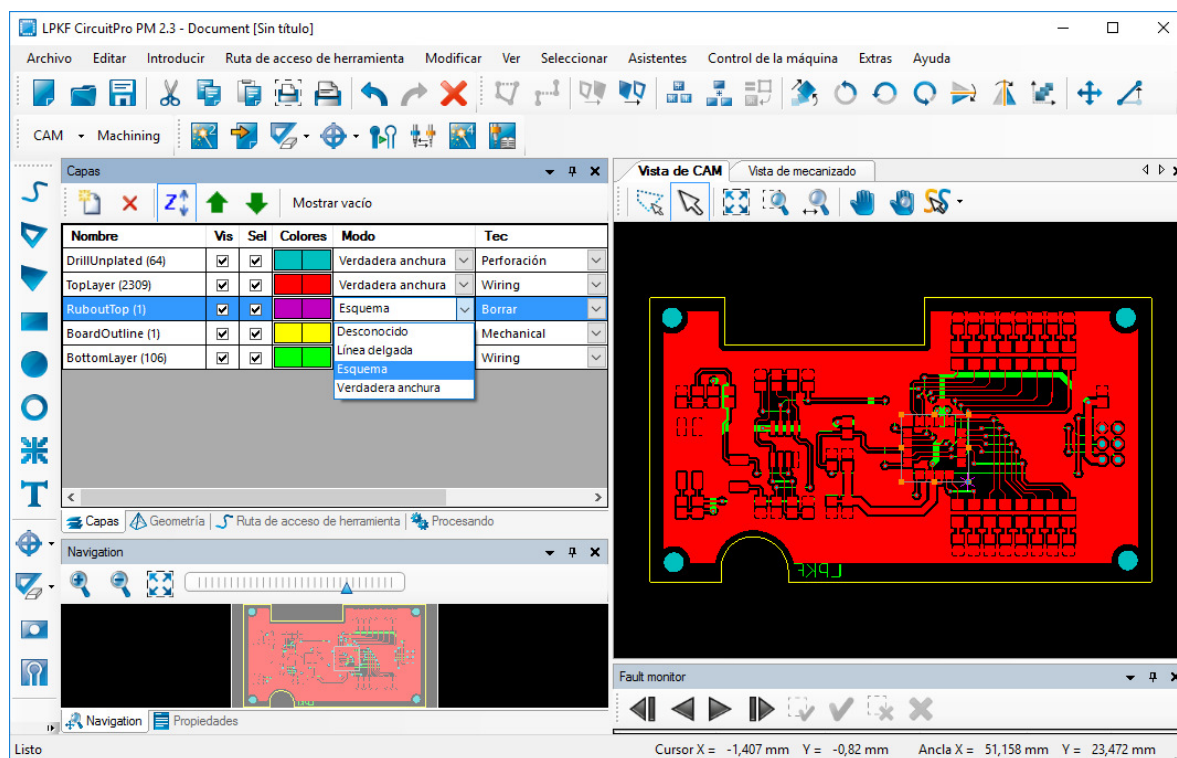
Nota

Dependiendo de la capa que se va a crear, puede ser útil para ocultar las otras capas para dibujar el área de rubout.

El modo de visualización de los objetos en las capas individuales se puede configurar en el panel Capas.

Se puede elegir entre:

- **Verdadera anchura** (los objetos llenos se muestran llenos, las polilíneas se muestran con su ancho verdadero)
- **Esquema** (sólo se muestran los contornos de los objetos llenos y de las polilíneas)
- **Línea delgada** (se muestran los contornos de objetos rellenos y las polilíneas se muestran con una anchura indefinida)
- **Desconocido** (Se utiliza al importar archivos CAM con objetos indefinidos)

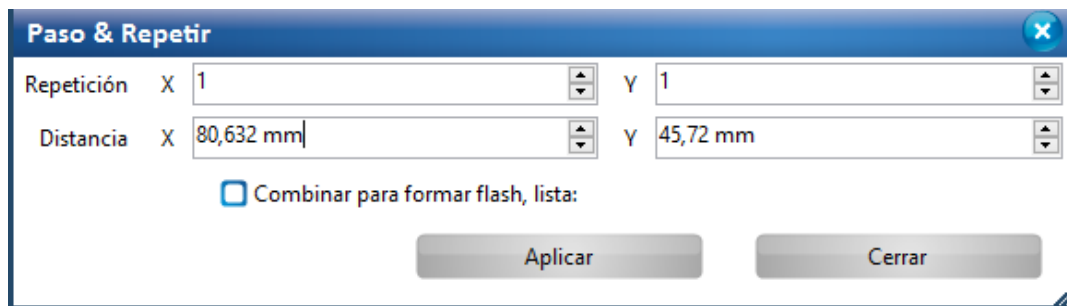


1.5. Multiplicar el diseño.

El diseño se puede multiplicar y colocar fácilmente sobre el material base para la producción de paneles.

Para multiplicar el diseño:

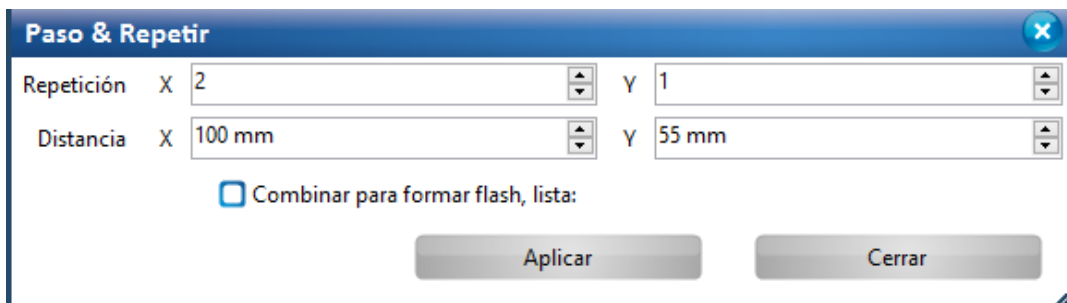
1. Seleccionar el diseño completo.
Debemos asegurarnos de que la opción "seleccionable" de las capas esté habilitada si la capa contiene datos.
2. Haga clic en Modificar > Paso & repetir.
Se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



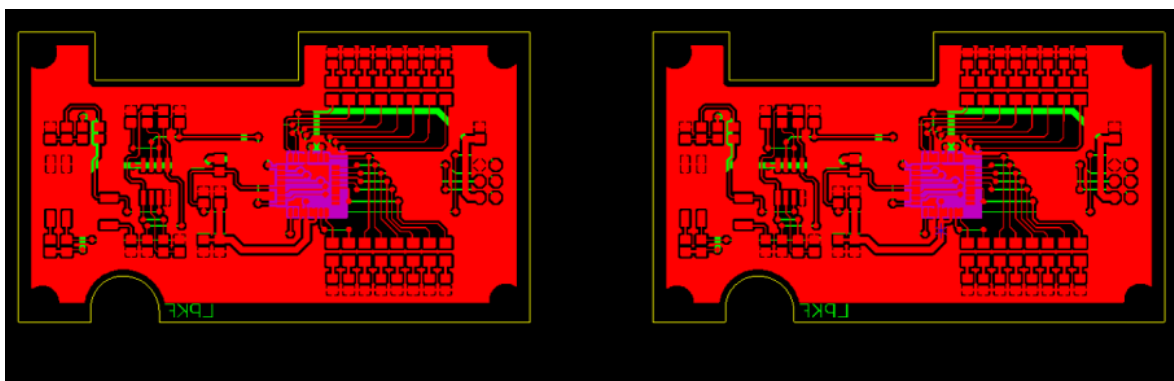
Nota

Los valores de "Distancia" reflejan el tamaño del diseño. El valor para el espaciado entre los diseños tiene que ser agregado.

3. Introducir "2", en el campo \ Repetición X \.
4. Introducir "100", en el campo \ Distancia X \.
5. Introducir "55" en el campo \ Distancia Y \.



6. Clic en [Aplicar].
El diseño se multiplica en dirección X
7. Clic en [Cerrar].



1.6. Establecer marcas fiduciales.

Las fiduciales son las marcas ópticas en la superficie de la placa que sirven de referencia para alinear los lados superior e inferior de la misma.

Las marcas fiduciales son taladros con un diámetro de 1,5 mm que son reconocidos por la cámara del sistema ProtoMat.

Lo ideal es insertar cuatro referencias justo en cada esquina del tablero, para alinear la parte superior y la inferior.

También se puede trabajar con dos referencias insertadas diagonalmente en el diseño.

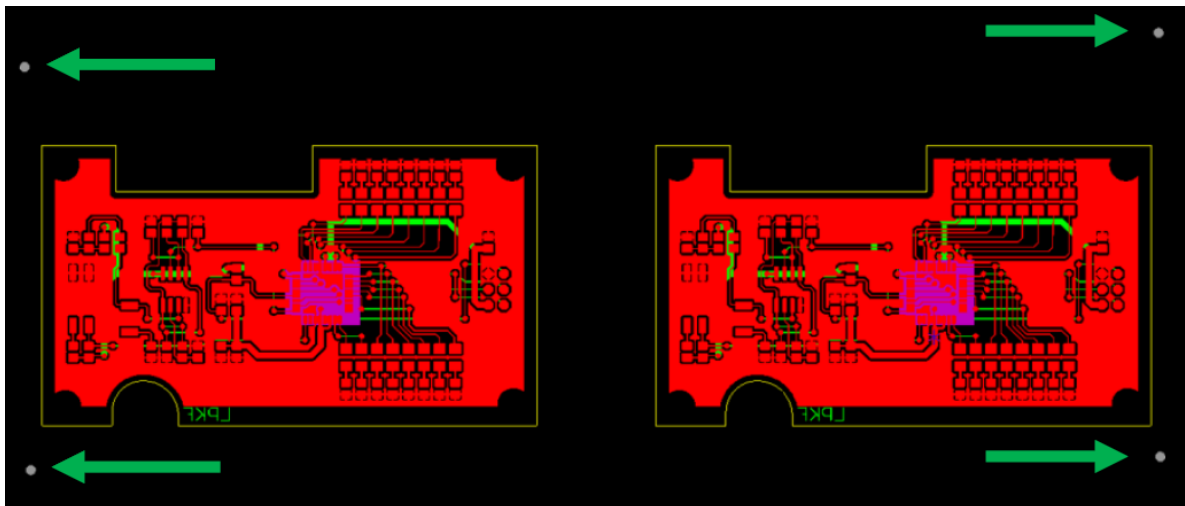
Para insertar las marcas fiduciales:

1. Clic en el menú Introducir > Marca fiducial > Fiducial...



Se muestra el siguiente cuadro de diálogo:

2. Marcar la posición deseada para las marcas fiduciales, haciendo clic con el botón izquierdo del ratón o introduciendo las coordenadas X e Y de cada marca en el cuadro de diálogo.



3. Clic en [Cerrar].

1.7. Generar trayectorias de herramientas de fresado de aislamientos y contornos.

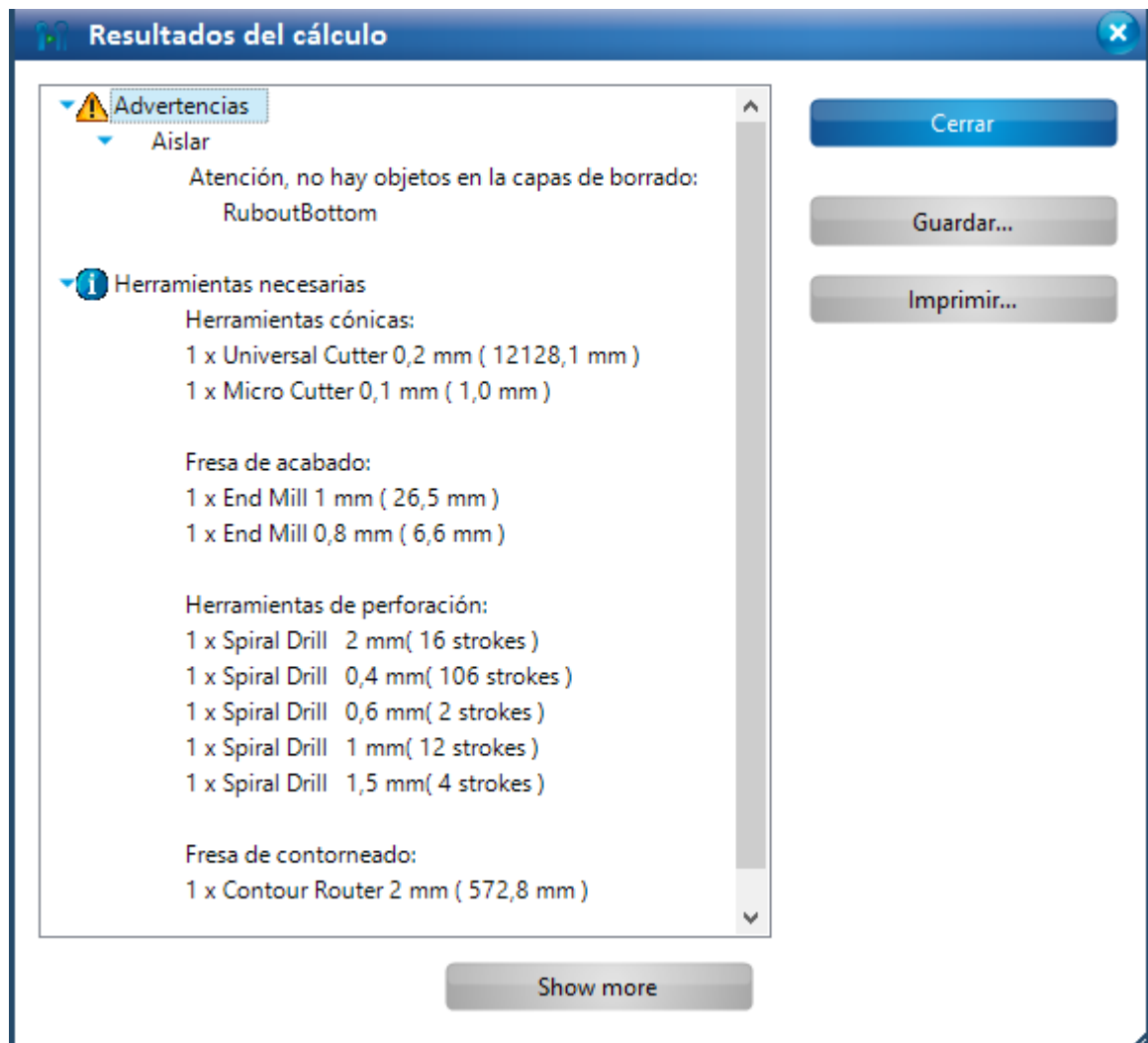
En esta fase se van a calcular (a partir de los datos importados) las trayectorias que han de realizar las herramientas para la producir el circuito impreso.

Para la creación de trayectorias de herramientas:

1. Haga clic en Ruta de acceso de herramienta > Diálogo de tecnología...
Se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



2. En la sección "configuración general del proceso", seleccionar el tipo de material. (Muy importante → **Espesor del cobre**.)
3. Haga clic en el botón de flecha hacia la derecha en la sección "Aislar" hasta seleccionar el método de aislamiento "**Borrado parcial**".
4. En la sección "Fresado de contorno", seleccionar el tipo de fresado de contorno.
5. Desactivar la función bolsillos, quitando la marca de verificación correspondiente.
6. Clic en [Arrancar].



7. Haga clic en [Cerrar].

En los resultados de cálculo aparece una advertencia. Esto significa que no hay Objetos fuente para ciertas funciones. Esto no es un mal funcionamiento, sino simplemente un aviso para el usuario.

Nota:

Herramientas necesarias

CircuitPro hace una recomendación con los resultados de cálculo, sobre qué herramientas deben utilizarse para la creación de las trayectorias de herramientas.

Si algunas de las herramientas recomendadas no están disponibles, podemos asignar posteriormente otras herramientas a las trayectorias calculadas.



En el menú Editar > Depósito de herramientas... podemos ver las herramientas disponibles y las herramientas necesarias para el trabajo en curso. Cuando alguna de las herramientas necesarias no está disponible en el depósito de herramientas, aparecerá señalada con una aspa de color rojo. En tal caso tendremos que cargar esta herramienta en alguna posición libre del depósito de herramientas.

Otra solución sería, tal como se ha mencionado antes, asignar la trayectoria calculada a otra herramienta disponible, siempre y cuando sea compatible teniendo en cuenta que el uso de herramientas con otro diámetro puede provocar desviaciones en el resultado de los cálculos.

 **Depósito de herramientas**

Compruebe que todas las herramientas necesarias han sido asignadas a los soportes.

Herramientas necesarias

✓

 Spiral Drill 1,5 mm

✓

 Universal Cutter 0,2 mm

✗

 Spiral Drill 0,4 mm

✓

 Spiral Drill 0,6 mm

✓

 Spiral Drill 1 mm

✓

 Spiral Drill 2 mm

✓

 Contour Router 2 mm

✗

 Micro Cutter 0,1 mm

✓

 End Mill 1 mm

✗

 End Mill 0,8 mm

Herramientas máquina

La herramienta cargada actualmente viene del sitio del dispositivo 4.
Haga clic en ☐ para recoger la herramienta con el cabezal de la máquina.
Haga clic en ☒ para poner la herramienta en el sitio del dispositivo correspondiente.

Soporte ☐	Herramienta	Gasto de vida útil de herramienta
1 ☐	☐ Universal Cutter 0,2 mm (16,41%)	✓ 16,41%
2 ☐	☐ Spiral Drill 0,6 mm (9,60%)	✓ 9,60%
3 ☐	☐ Spiral Drill 0,8 mm (0,00%)	0,00%
4 ☐	☒ Spiral Drill 1 mm (0,00%)	✓ 0,00%
5 ☐	☐ Spiral Drill 1,2 mm (0,00%)	0,00%
6 ☐	☐ Spiral Drill 1,5 mm (0,67%)	✓ 0,67%
7 ☐	☐ Spiral Drill 2 mm (1,00%)	✓ 1,00%
8 ☐	☐ Contour Router 2 mm (3,69%)	✓ 3,69%
9 ☐	☐ End Mill 1 mm (0,03%)	✓ 0,03%
10 ☐	☐ End Mill 2 mm (0,03%)	0,03%

Utilice las casillas de verificación del soporte de herramientas para hacer que estas funciones estén disponibles.

Comprobar anchura de fresado...

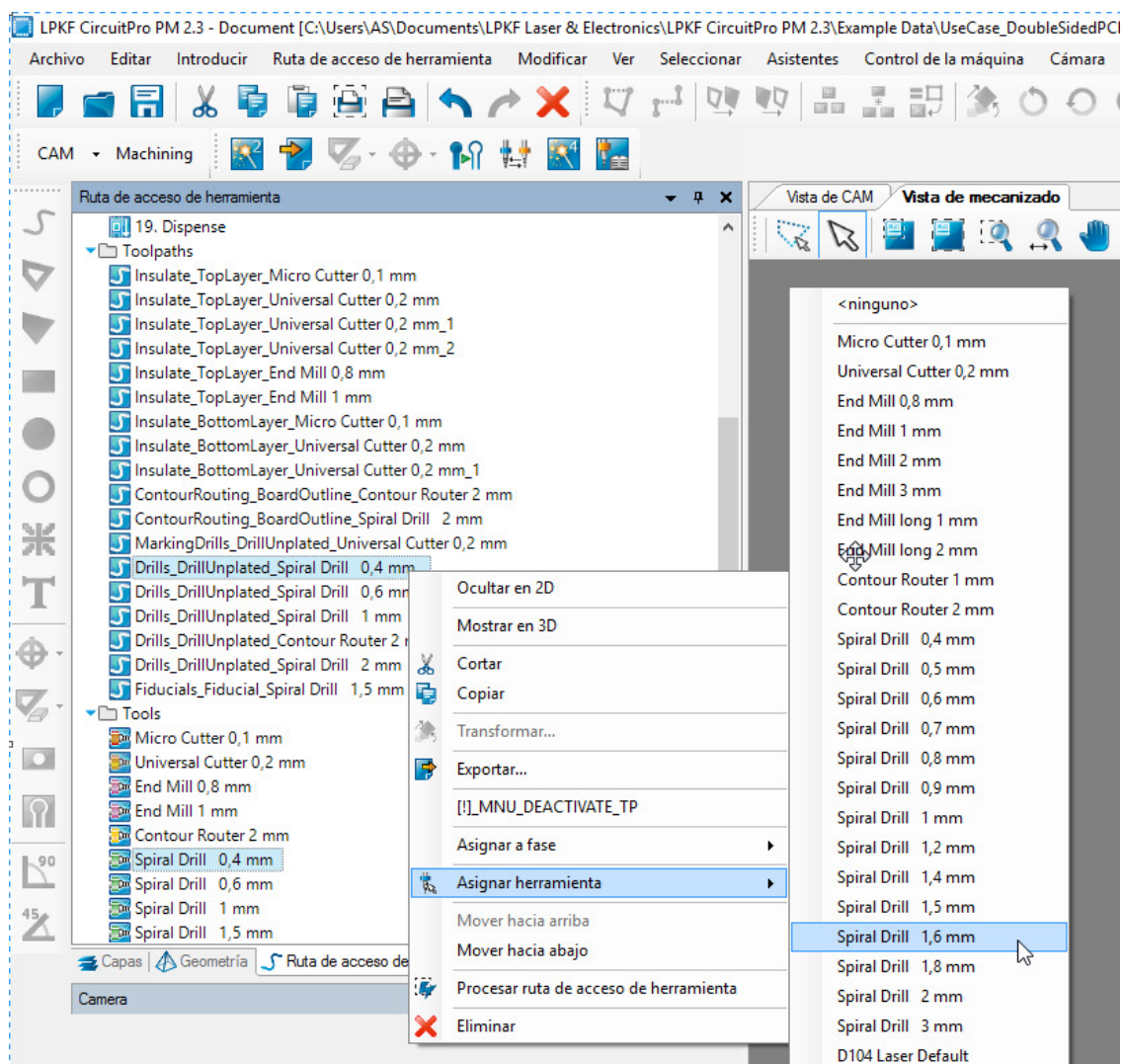
Descartar herramienta

Caída de la herramienta

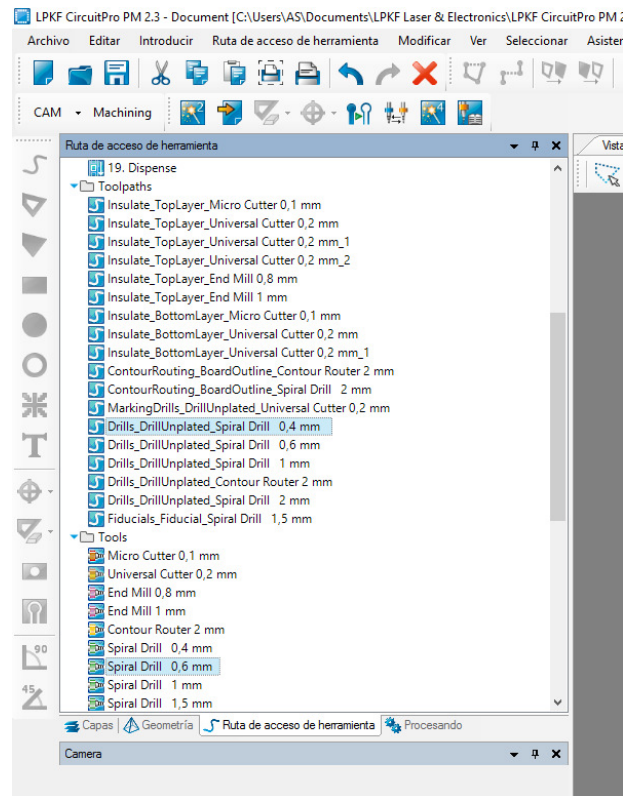
Aceptar

En el panel "Ruta de acceso a la herramienta" podemos asignar otras herramientas a las trayectorias de herramientas.

Por ejemplo, vamos a asignar la broca de 0,6 mm (Spiral Drill 0,6 mm) a la trayectoria (Toolpaths) "Drills_DrillUnplated_Spiral Drill 0,4 mm" que tiene asignada actualmente la herramienta Spiral Drill 0,4 mm.



Observamos ahora como al seleccionar la trayectoria "Drills_DrillUnplated_(Spiral Drill 0,6 mm)" aparece resaltada la nueva herramienta asignada (Spiral Drill 0,6 mm) en la carpeta Tools.



En el cuadro de diálogo “Depósito de herramientas” observamos que la herramienta Spiral Drill 0,4 mm ya no aparece en la lista de herramientas necesarias.

Depósito de herramientas

Compruebe que todas las herramientas necesarias han sido asignadas a los soportes.

Herramientas necesarias

- ✓ Spiral Drill 1,5 mm
- ✓ Universal Cutter 0,2 mm
- ✓ Spiral Drill 0,6 mm
- ✓ Spiral Drill 1 mm
- ✓ Spiral Drill 2 mm
- ✗ Micro Cutter 0,1 mm
- ✓ End Mill 1 mm
- ✗ End Mill 0,8 mm

Herramientas máquina

La herramienta cargada actualmente viene del sitio del dispositivo 4.

Haga clic en ☐ para recoger la herramienta con el cabezal de la máquina.

Haga clic en ☒ para poner la herramienta en el sitio del dispositivo correspondiente.

Soporte	Herramienta	Gasto de vida útil de herramienta
1 ☐	☐ Universal Cutter 0,2 mm (16,41%)	✓ 16,41%
2 ☐	☐ Spiral Drill 0,6 mm (9,60%)	✓ 9,60%
3 ☐	☐ Spiral Drill 0,8 mm (0,00%)	0,00%
4 ☐	☒ Spiral Drill 1 mm (0,00%)	✓ 0,00%
5 ☐	☐ Spiral Drill 1,2 mm (0,00%)	0,00%
6 ☐	☐ Spiral Drill 1,5 mm (0,67%)	✓ 0,67%
7 ☐	☐ Spiral Drill 2 mm (1,00%)	✓ 1,00%
8 ☐	☐ Contour Router 2 mm (3,69%)	✓ 3,69%
9 ☐	☐ End Mill 1 mm (0,03%)	✓ 0,03%
10 ☐	☐ End Mill 2 mm (0,03%)	0,03%

Utilice las casillas de verificación del soporte de herramientas para hacer que estas funciones estén disponibles.

1.8. Cargar el depósito de herramientas y asignar las herramientas a las posiciones.

Veremos a continuación como cargar el depósito de herramientas y asignar las herramientas a las posiciones.

1. Clic en el menú Editar > > Depósito de herramientas...
Se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



Depósito de herramientas

Compruebe que todas las herramientas necesarias han sido asignadas a los soportes.

Herramientas necesarias

- ✓ Spiral Drill 1,5 mm
- ✓ Universal Cutter 0,2 mm
- ✗ Spiral Drill 0,4 mm
- ✓ Spiral Drill 0,6 mm
- ✓ Spiral Drill 1 mm
- ✓ Spiral Drill 2 mm
- ✓ Contour Router 2 mm
- ✗ Micro Cutter 0,1 mm
- ✓ End Mill 1 mm
- ✗ End Mill 0,8 mm

Herramientas máquina

La herramienta cargada actualmente viene del sitio del dispositivo 4.
Haga clic en para recoger la herramienta con el cabezal de la máquina.
Haga clic en para poner la herramienta en el sitio del dispositivo correspondiente.

Soporte	Herramienta	Gasto de vida útil de herramienta
1	Universal Cutter 0,2 mm (16,41%)	16,41%
2	Spiral Drill 0,6 mm (9,60%)	9,60%
3	Spiral Drill 0,8 mm (0,00%)	0,00%
4	Spiral Drill 1 mm (0,00%)	0,00%
5	Spiral Drill 1,2 mm (0,00%)	0,00%
6	Spiral Drill 1,5 mm (0,67%)	0,67%
7	Spiral Drill 2 mm (1,00%)	1,00%
8	Contour Router 2 mm (3,69%)	3,69%
9	End Mill 1 mm (0,03%)	0,03%
10	End Mill 2 mm (0,03%)	0,03%

Utilice las casillas de verificación del soporte de herramientas para hacer que estas funciones estén disponibles.

Este cuadro de diálogo permite:

- Ver una lista de las herramientas necesarias para el proyecto actual.
- Ver las herramientas que están actualmente en la máquina.
- Cargar el depósito de herramientas.
- Ver o devolver la herramienta que está actualmente en la mordaza.
- Coger una herramienta con la mordaza.
- Ver la vida útil transcurrida de la herramienta.
- Comprobar la anchura de fresado de una herramienta (solo para Cortadora universal y Micro cortadora)
- Cambiar una herramienta gastada por una nueva.

2. Inserte la herramienta necesaria en el almacén de herramientas



3. En el cuadro de diálogo, asigne la herramienta a la posición del cargador de herramientas correspondiente.



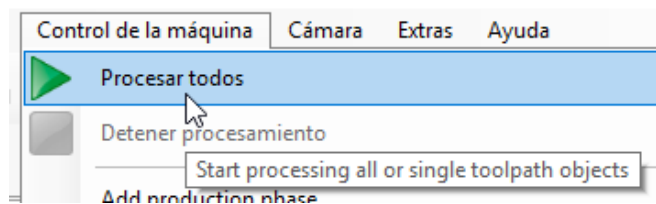
4. Repita los pasos 2 y 3 hasta que se asignen todas las herramientas necesarias:
5. Haga clic en [Aceptar].

1.9. Inicio de la producción.

Una vez que hemos editado los datos de producción en la "vista CAM", continuaremos con las fases de producción de la placa en la "vista de mecanizado".

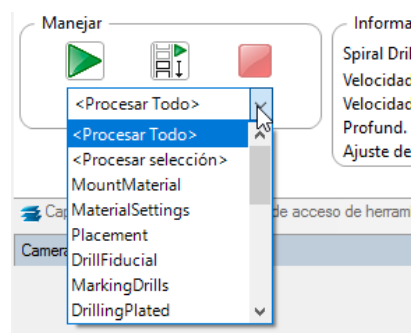
Para iniciar la producción de la placa:

1. Haga clic en Control de la máquina> Procesar todos.



Notas:

Asegúrese de que está seleccionada la opción <Procesar todo> en la lista desplegable del panel procesando. De forma que todas las fases se estén ejecutando.



En lugar de procesar todas las Fases automáticamente, puede procesar las fases individualmente.

En la lista desplegable, seleccione la fase deseada y haga clic en Botón "Iniciar procesamiento".

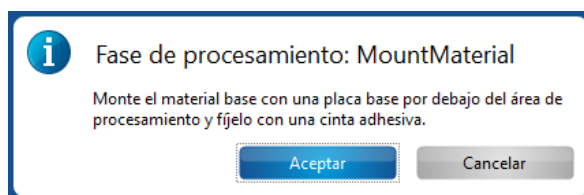


También puede iniciar el procesamiento comenzando con una fase específica. Seleccione la fase deseada en el la lista desplegable y haga clic en Botón. La fase seleccionada y todas las fases siguientes se procesan en el orden correcto.



Después de que dé comienzo la producción, la máquina procesará las fases siguientes en orden y no irá mostrando en pantalla las instrucciones a seguir y otros avisos.

Fase "Mount Material"



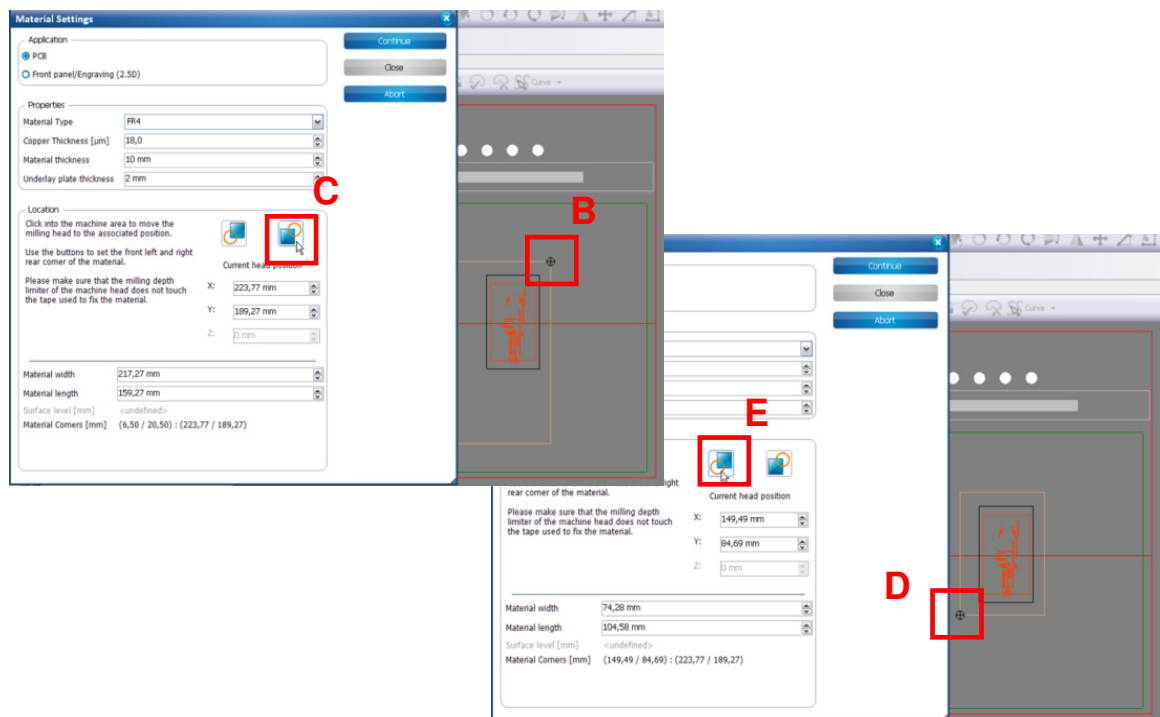
1. Coloque el material base sobre la mesa de la máquina.
2. Sujete el material base sobre la mesa utilizando la cinta adhesiva.

Fase "Material Settings"

Se muestra el cuadro de diálogo siguiente

Introducción de la configuración de material

1. Introduzca los valores correctos para el material utilizado.
2. Adaptar los valores de grosor del cobre y espesor del material si es necesario.
3. Defina el área de proceso:
 - A. Mueva el cuadro de diálogo "Ajustes de material" a un lado.
 - B. Utilizando el ratón en la vista de mecanizado, haga clic en la esquina posterior derecha de su material:
El cabezal de la máquina se mueve a esta posición.
 - C. Haga clic en el botón correspondiente en el cuadro de diálogo "Configuración del material":
Se guardan las coordenadas de la posición actual de la cabeza.
 - D. Utilizando el ratón en la vista de mecanizado, haga clic en la esquina frontal izquierda de su material:
El cabezal de la máquina se mueve a esta posición.
 - E. Haga clic en el botón correspondiente en el cuadro de diálogo "Configuración del material":
Las coordenadas de la posición actual de la cabeza se guardan y el área de procesamiento ha sido ajustada al material.

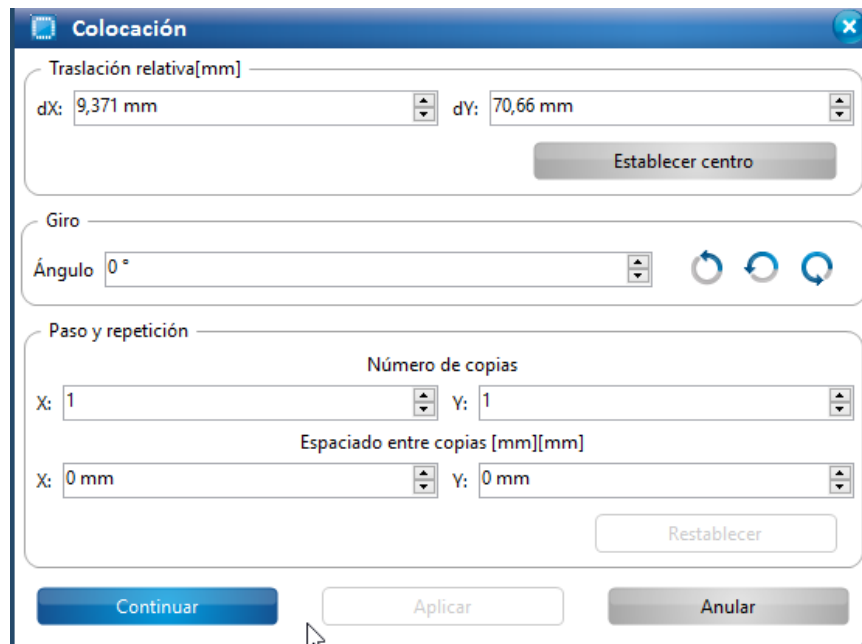


4. Haga clic en [Continuar].

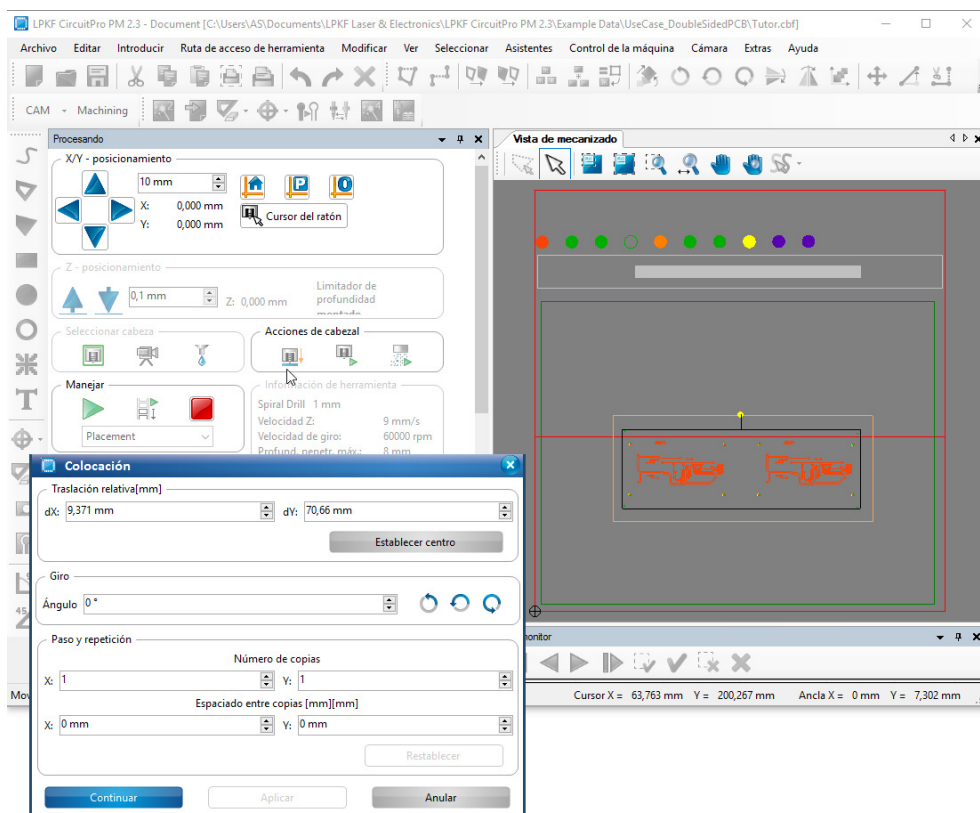
Fase "Placement"

En esta fase, el trabajo se puede colocar arbitrariamente en el material de base y Multiplicarlo si es necesario.

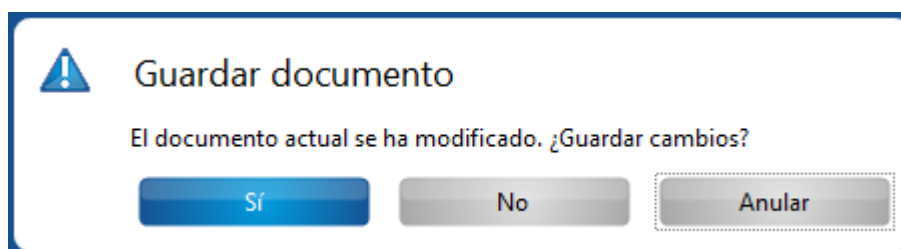
Se muestra el siguiente cuadro de diálogo:



1. Arrastre el trabajo a la posición deseada o utilice el diálogo para posicionar el trabajo.
2. Si lo desea, gire el trabajo introduciendo un ángulo de rotación.
3. Si lo desea, multiplique el trabajo utilizando los ajustes en "Paso y repetición" del cuadro de diálogo.
4. Haga clic en [Continuar].

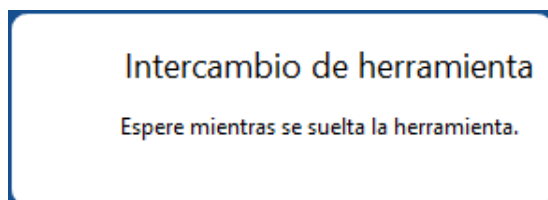


En este punto del proceso, nos aparece el siguiente aviso para que guardemos el documento si lo deseamos. Y una vez guardado comenzará con la ejecución de la fase siguiente.



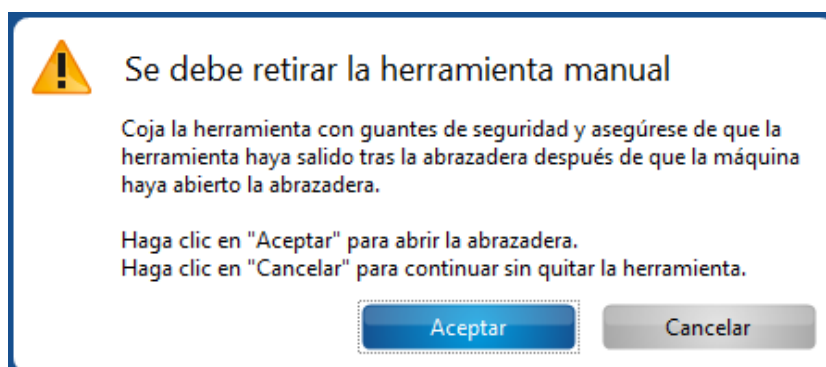
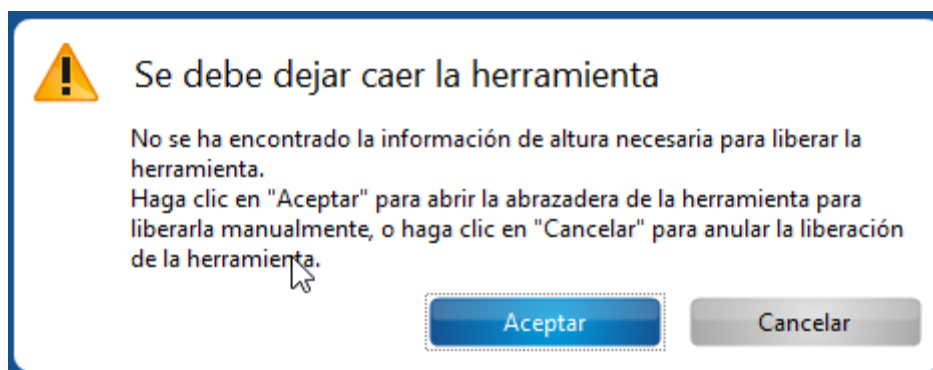
Fase "Drill Fiducial"

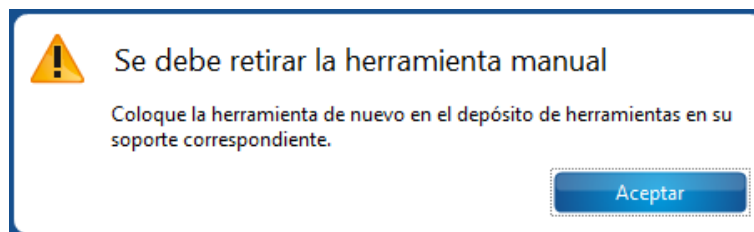
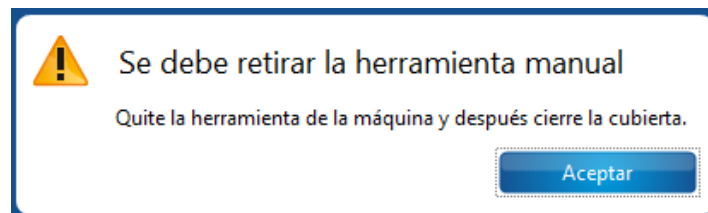
La máquina recoge la herramienta "Spiral Drill 1.5 mm" y perfora las referencias.



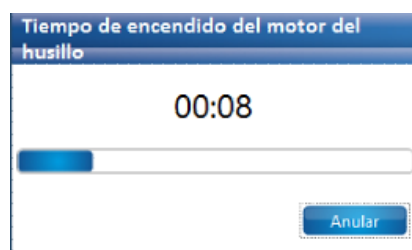
Notas:

En algunos casos puede requerirse la intervención del operario para realizar alguna operación manual, en tal caso el programa detendrá el proceso automático y presentará las correspondientes instrucciones en pantalla.



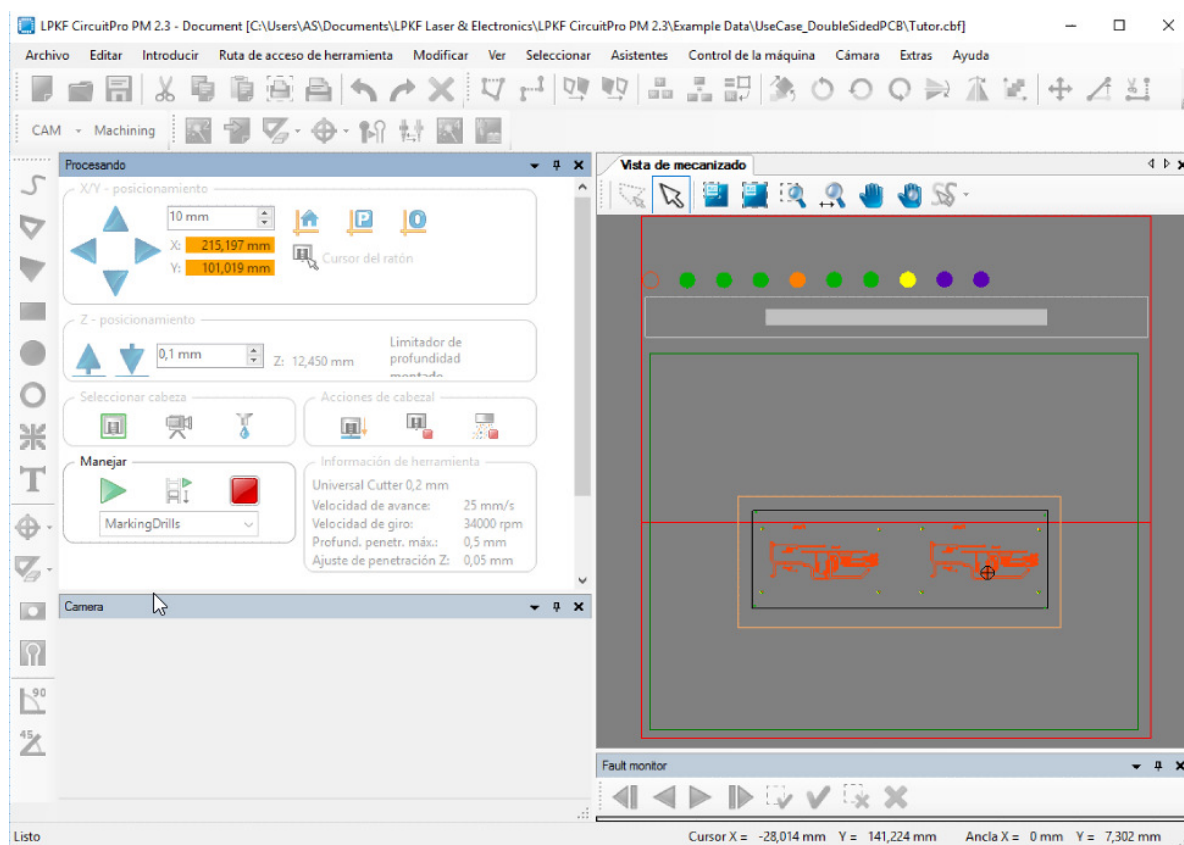


Si el motor del husillo no se ha utilizado antes, el motor permanecerá calentado durante 2 minutos.



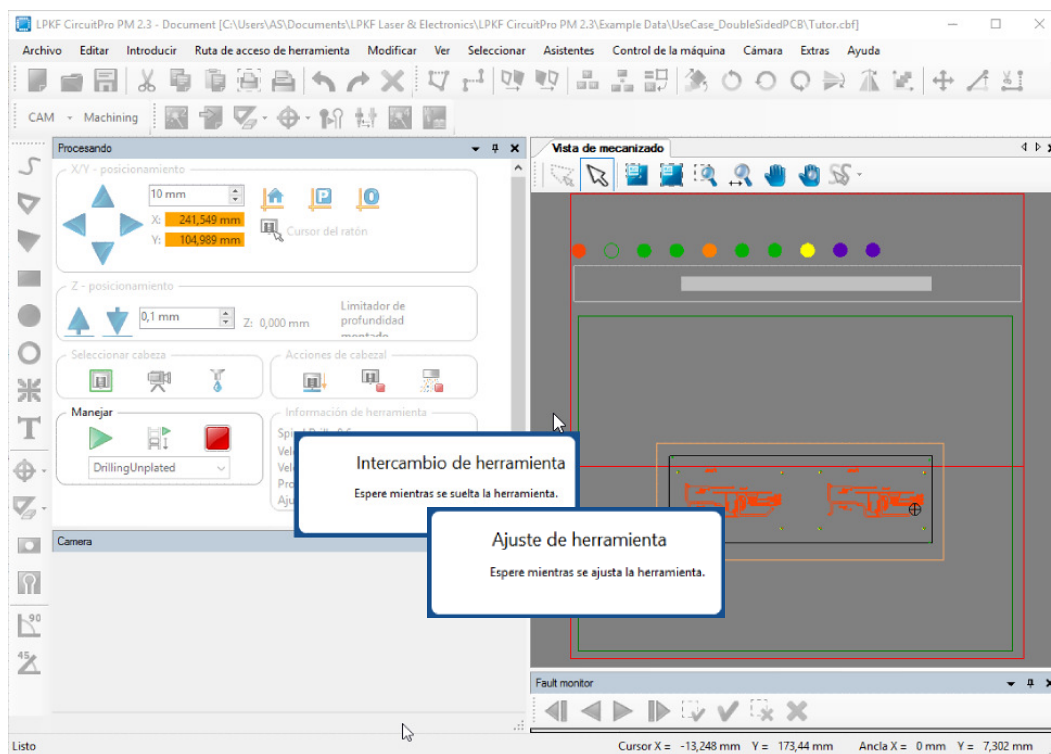
Fase "Marking Drills"

La máquina recoge la herramienta "Cortador universal" y marca las posiciones para los taladros.



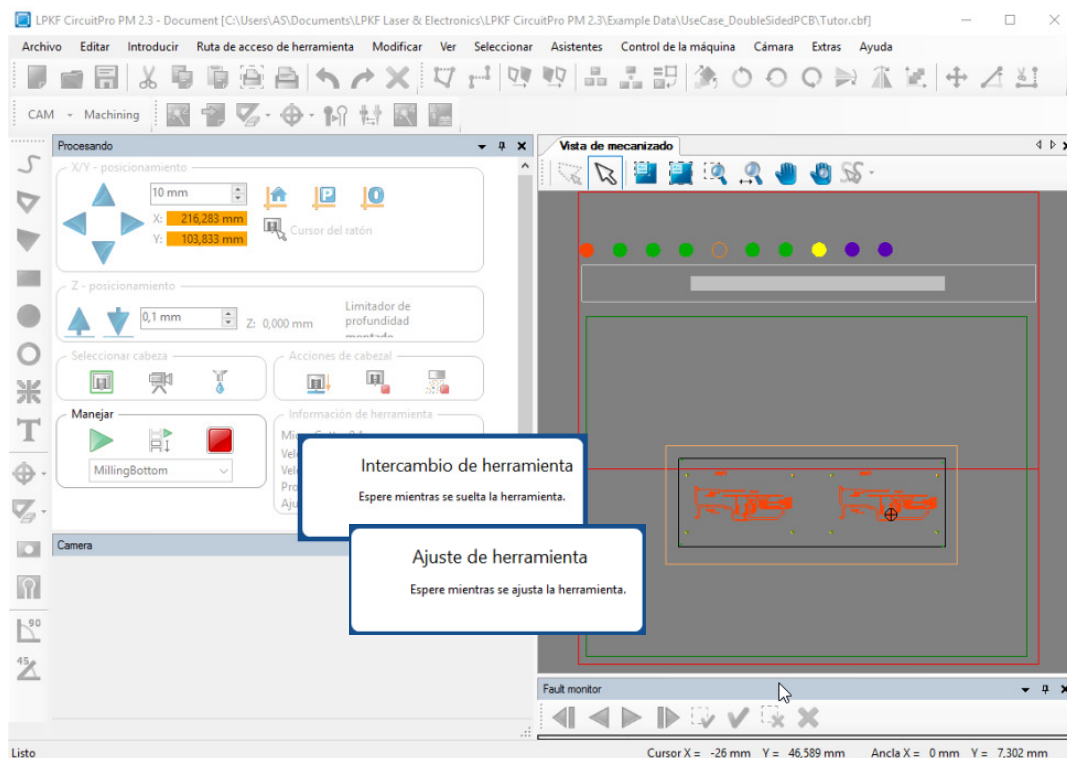
Fase "Drilling Unplated"

La máquina recoge la herramienta necesaria y perfora los orificios. Esta fase puede utilizar más de una herramienta.

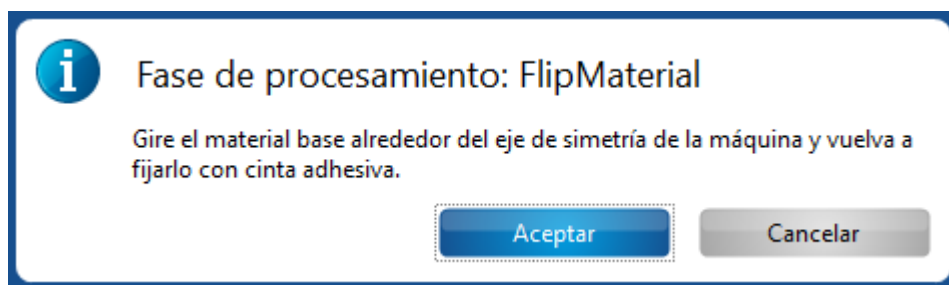


Fase "Milling Bottom"

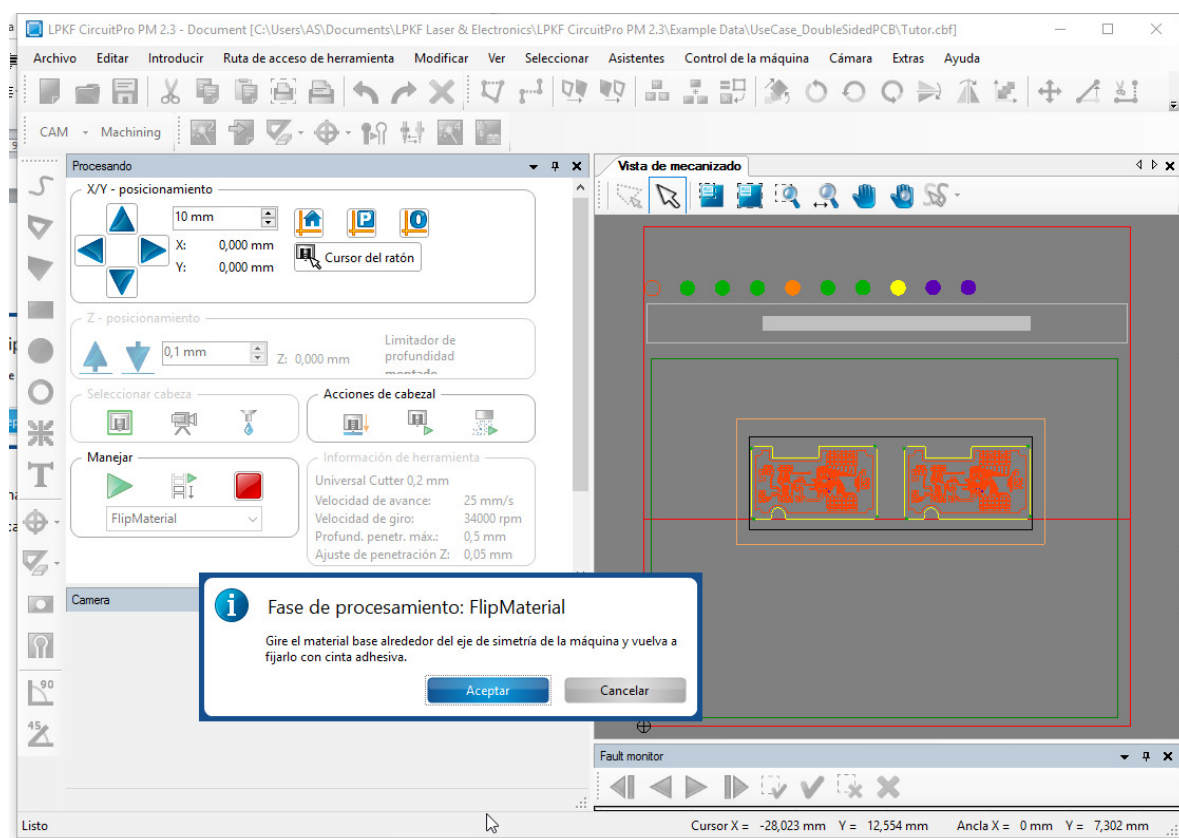
La máquina recoge las herramientas necesarias y realiza el fresado de los canales de aislamiento en la cara inferior (BOTTOM).



Fase "Flip Material"



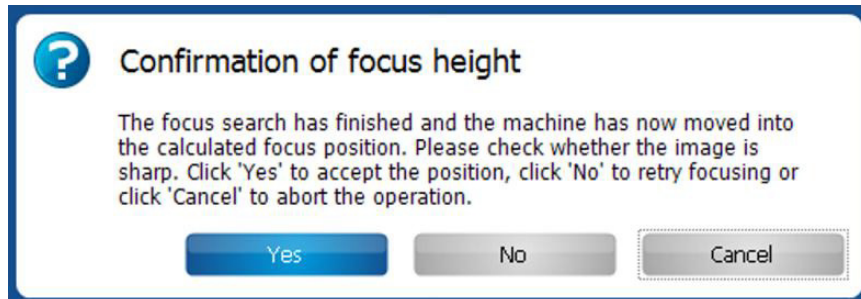
1. Voltear el material a lo largo del eje X de la máquina.
 2. Confirme haciendo clic en [Aceptar].
- La visualización en la vista de mecanizado cambia. La posición del diseño se ajusta a la placa de circuito.



Fase "Read Fiducials Top"

Si la búsqueda fiducial se realiza por primera vez (después de haber iniciado CircuitPro) la cámara realizará un autofocus cinco veces.

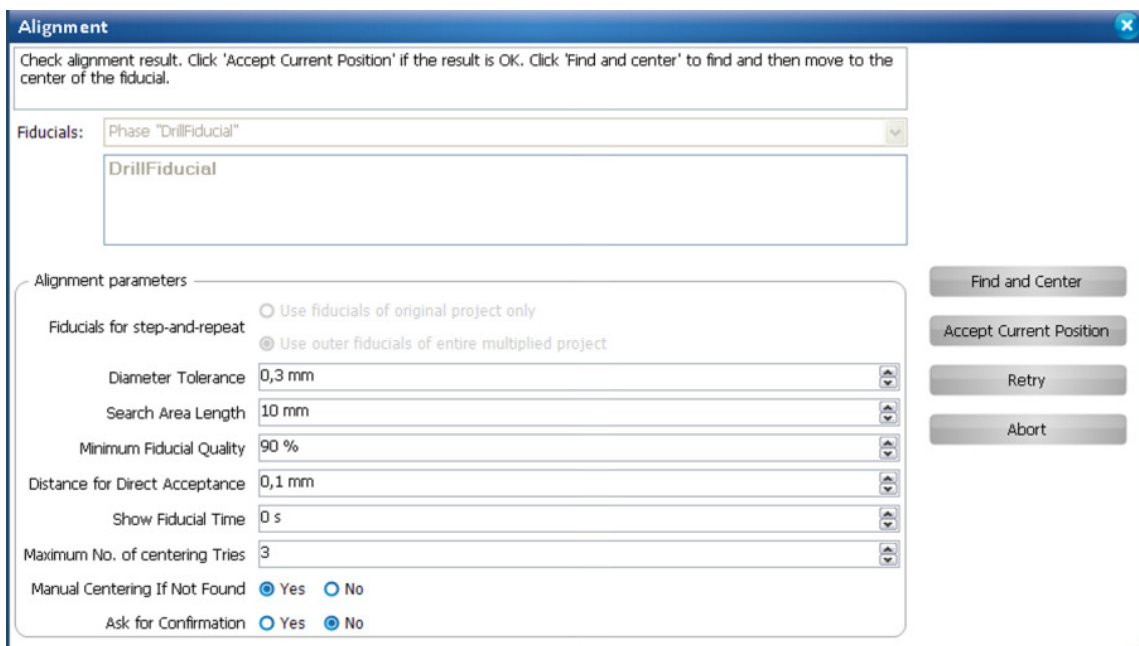
Posteriormente se muestra este mensaje para confirmar la altura de enfoque.



La cámara se mueve a las posiciones de los puntos de referencia y determina la posición exacta. El lado superior está así alineado con el lado inferior.

Si el material se coloca en casi la misma posición que antes, las posiciones de las marcas fiduciales se reconocen automáticamente.

Si las marcas fiduciales no han sido reconocidas automáticamente, aparecerá este cuadro de dialogo.

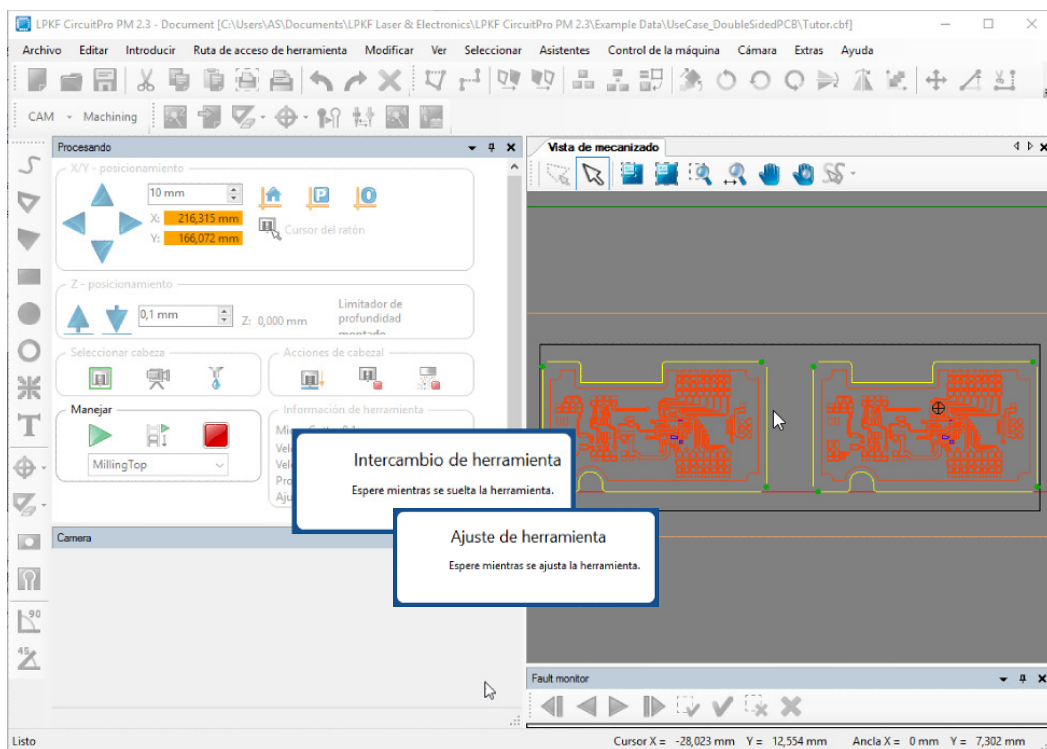


En tal caso:

1. Ampliar el área de búsqueda aumentando el valor del campo "Longitud del área de búsqueda"
2. Vuelva a iniciar la búsqueda.
3. Repita los pasos anteriores si es necesario

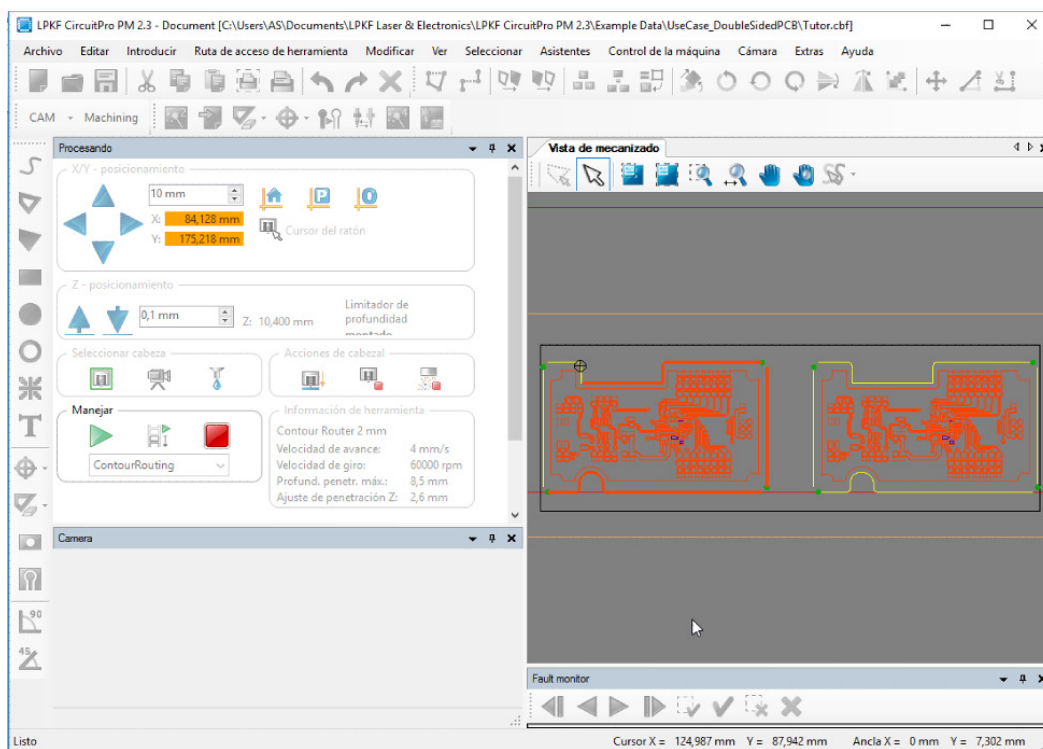
Fase "Milling Top"

La máquina recoge las herramientas necesarias y realiza el fresado de los canales de aislamiento en la car TOP.



Fase "Contour Routing"

La máquina recoge las herramientas necesarias y realiza los taladros y el corte del contorno de la PCB.



Fase "Board Production Finished"

Un mensaje en pantalla nos informa de que la producción de la PCB ha finalizado y del tiempo empleado en el proceso completo.

