Hypertherm®

Tecnología True Bevel™ – tablas de corte compensación de bisel

Informe oficial

Introducción

El corte en bisel con sistemas plasma de la industria de corte de metal se ha hecho durante años en mesas de corte especialmente diseñadas para ello (con cabezas biseladoras). Muchas de las piezas que se cortan en mesas de corte por plasma al final se biselan mediante operaciones colaterales posteriores, en la mayoría de los casos, como preparación para soldeo. El uso de una cabeza biseladora puede eliminar estas operaciones colaterales y aumentar la productividad.

No obstante, un gran obstáculo para materializar esta ventaja es que el arco de plasma cambia su comportamiento físico a medida que se inclina la antorcha. Cortar piezas que cumplan las medidas y ángulos de bisel buscados, necesita ajustes con vista a compensar el ángulo y sangría. Al proceso de establecer estos valores de compensación hay que dedicarle mucho tiempo, consume una gran cantidad de material y es muy iterativo. Muchos operadores consideran dicho proceso un gran impedimento para mantener la productividad de su mesa de corte en bisel y algunos, incluso, han desistido y dejado ociosos sus costosos equipos automáticos.

Con la tecnología True Bevel™, Hypertherm le da tablas de parámetros flexibles y ajustables de corte en bisel o tablas de compensación. Estas tablas le dan los valores de compensación que producen el mejor primer intento y necesitarán solo pequeños ajustes. Puede usar las tablas de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel con cabezas biseladoras tipo AC (inclinación-rotación) y las de tipo ABXYZ (inclinación-inclinación [o inclinación doble] con compensación XYZ), el que produce un punto de pivote virtual.

Nota: en este informe se supone que el avance de cabeza biseladora y su mecanismo (así como las ecuaciones de transformada correspondientes) se validaron antes de tratar de utilizar las tablas de compensación. Los materiales utilizados para la elaboración de este informe oficial estaban basados en las unidades habituales de EE. UU. (pulgadas). Las conversiones al sistema métrico se dan como referencia.

Requisitos mínimos a las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel

Para que se puedan usar las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel que ofrece Hypertherm, se deben cumplir los siguientes requisitos:

Todos los usuarios:

- sistema plasma HPRXD® (HPR130XD, HPR260XD, HPR400XD o HPR800XD)
- mesa de corte controlada numéricamente por computadora con cabeza biseladora tipo AC (inclinación-rotación) o ABXYZ (inclinación-inclinación con un punto de pivote bisel virtual por compensación XYZ) y las correspondientes ecuaciones de transformada, todos validados
- Microsoft® Excel® 2003, 2007 o 2010
- sistema operativo Microsoft Windows XP® o Windows 7®

Otros requisitos a los usuarios solo de HPRXD:

- todos los requisitos indicados anteriormente que se aplican a todos los usuarios, además de:
  - Control Numérico por Computadora (CNC)
  - software de fabricación asistida por computadora (CAM) para leer las salidas de las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel y la salida del código de programa de pieza

Otros requisitos a los usuarios solo de Soluciones integradas de corte Built for Business™ Hypertherm:

- todos los requisitos indicados anteriormente que se aplican a todos los usuarios, además de:
  - EDGE® Pro con Phoenix® 9.70 o posterior
  - ProNest® 10.1 o posterior

Definición tipo de corte en bisel

Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel de Hypertherm comprenden tres tipos de corte en bisel: Cortes en V, cortes en A y cortes en Y a tope. Aunque existen otros perfiles de bisel, ellos no se incluyen en las actuales tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel. También se muestran los cortes I (o cortes verticales rectos) como referencia. Los cortes en V y en A son cortes en bisel de una pasada. Los cortes en Y a tope necesitan dos pasadas (un corte para establecer la arista recta o “talón” y una segunda pasada para cortar el bisel).

Nota: la secuencia de las varias pasadas del corte en Y a tope afecta los resultados. Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel de Hypertherm dan valores basados en el corte de talón en primer lugar, seguido del corte en bisel.

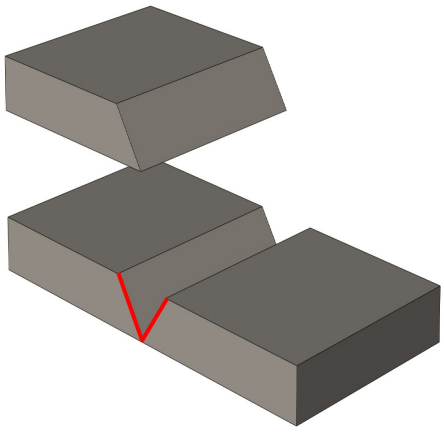


Figura 1 – Bisel a fondo, corte en V

Corte en V (bisel a fondo, una sola pasada):

- Corte en bisel “positivo” convencional
- Cuando los dos bordes con corte en V se alinean para soldeo, ellos forman una “V”

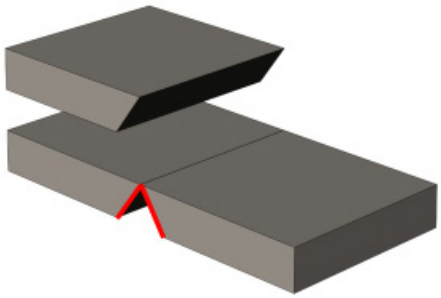


Figura 2 – Bisel a fondo, corte en A

Corte en A (bisel a fondo, una sola pasada):

- Corte en bisel “negativo” convencional
- Cuando los dos bordes con corte en A se alinean para soldeo, ellos forman una “A”

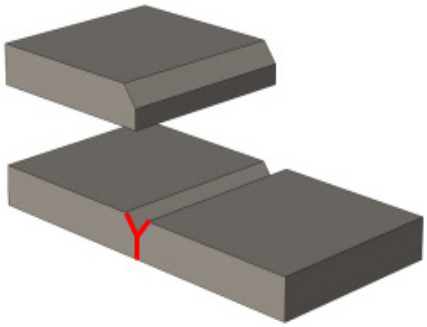


Figura 3 – Bisel y talón, corte en Y a tope

Corte en Y a tope (varias pasadas):

- Corte “recto” convencional en la parte inferior del corte
- Corte en bisel “positivo” convencional en el tope de la pieza
- Cuando los dos bordes con corte en Y a tope se alinean para soldeo, ellos forman una “Y”

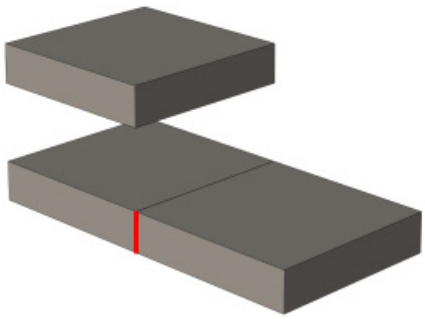


Figura 4 – Corte I (corte recto)

Corte I (una sola pasada)

- Corte “recto” convencional
- Cuando los dos bordes con corte I se alinean para soldeo, ellos forman una “I”

Diferencias entre los cortes en bisel por plasma

La física relacionada con el corte en bisel por plasma puede dar diferentes resultados en comparación con el corte I, entre ellos, alteraciones específicas del corte basadas en el corte en bisel que se esté ejecutando, en V, A o en Y. Estas diferencias se deben a cambios del punto de adherencia del arco, mayor altura de corte efectiva, rumbo del flujo de metal fundido (para cortes de varias pasadas) e influencia de la gravedad sobre el flujo de metal fundido.

Corte en bisel a fondo V y A

En el corte por plasma, hay algunas diferencias entre los cortes en bisel V y A.

Cortes en V:

- apariencia del borde de corte lisa, semejante a la del corte I (ver *Figura 5*)
- borde inferior puntiagudo (ángulo agudo)
- pieza caída que se retiene por debajo de la estructura
- mayor tamaño (parte inferior) de la pieza que varía con el espesor de material y cambio de ángulo porque la antorcha sigue una ruta encima de la placa

Cortes en A:

- apariencia del borde de corte más rugosa (ver *Figura 5*)
- borde superior redondeado (ángulo agudo) debido a los gases a alta temperatura que se soplan directamente al borde
- pieza caída que descansa encima de la estructura
- menor tamaño (parte inferior) que varía con el espesor de material y cambio de ángulo porque la antorcha sigue una ruta encima de la placa
- mayor tamaño que es ligeramente inferior al del corte en V debido al redondeo del borde (ver *Figura 6*)
- incapacidad potencial de lograr 45 grados en los materiales más delgados*
  - los valores de compensación son tan altos como +10,3° (posibilidad de un ángulo de 55,3°), lo que tal vez necesite inclinar la antorcha por encima del límite físico de muchas cabezas biseladoras
  - la antorcha está diseñada para llegar solo a unos 48° sin afectar la separación o altura de corte efectiva (o ambas)

* Puede lograr mejores bordes de los cortes en A al cortar materiales de 38 mm (1,5 pulg.) y más gruesos.

Figura 5 – Corte en V – comparación del borde con el corte en A

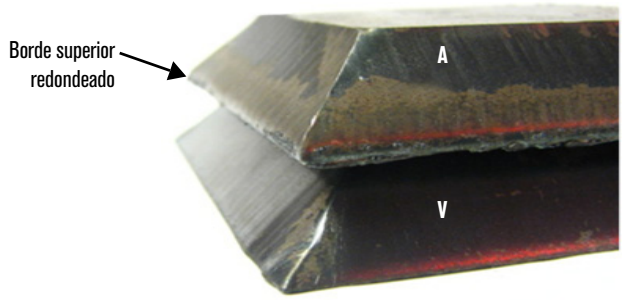
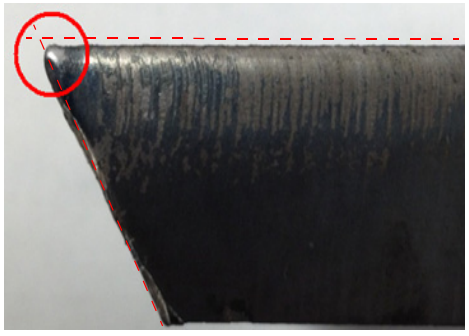


Figura 6 – Reducción tamaño de pieza del corte en A debido al redondeo de esquina superior

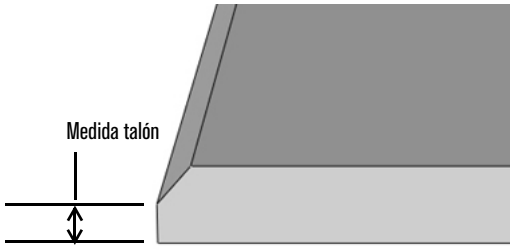


Corte en bisel y talón, Y a tope

Además del ángulo de bisel y el tamaño completo de la pieza biselada a cortar, los cortes en Y a tope tienen una parte de talón recto (o parte I) que define la geometría buscada. La medida del talón es un parámetro que no tienen los cortes en V y en A (ver *Figura 7*).

Nota: la secuencia de las varias pasadas del corte en Y a tope afecta los resultados. Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel de Hypertherm dan valores basados en el corte de talón en primer lugar, seguido del corte en bisel.

Figura 7 – Medida talón corte en Y a tope



Alcance de espesor

Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel de Hypertherm contienen valores para espesores de acero al carbono que van de 6 mm (0,25 pulg.) a 50 mm (2 pulg.). Este rango de espesores abarca toda la escala de procesos HPRXD de corte en bisel (80 A a 400 A para acero al carbono). Las combinaciones espesor/proceso que se muestran en *Tabla 1* y *Tabla 2* se eligieron a base de la capacidad del proceso para admitir un corte en bisel de hasta 45°.

Tabla 1 – Alcance de espesor – unidades anglosajonas (pulgadas)

	0,250	0,312	0,375	0,500	0,625	0,750	0,875	1,000	1,250	1,500	1,750	2,000
80 A	X	X	X									
130 A		X	X	X	X							
200 A				X	X	X	X					
260 A						X	X	X	X	X		
400 A								X	X	X	X	X

Tabla 2 – Alcance de espesor – unidades métricas (mm)

	6	8	10	12	15	19	20	22	25	32	38	44	50
80 A	X	X	X										
130 A		X	X	X	X								
200 A				X	X	X	X	X					
260 A						X	X	X	X	X	X		
400 A									X	X	X	X	X

Alcance ángulo de bisel y densidad de talón

Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel de Hypertherm contienen valores de ángulos de corte en V y en A que van de 15° a 45°, y de 22,5° a 45°, para cortes en Y a tope. Las tablas contienen valores de talón que van del 20% al 50% del espesor de material para cortes en Y a tope. Para mayor flexibilidad, es posible agregar otros ángulos y medidas de talón a los rangos especificados en las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel. Las tablas dan automáticamente los valores de salida recién calculados de compensación del ángulo, sangría, altura de corte, velocidad de corte y voltaje del arco.

La convención de símbolos de ángulo está basada en la consideración que haga la cabeza biseladora de si el ángulo tope (corte en V) es positivo o negativo. Puede asignar automáticamente el símbolo del ángulo en la propia tabla parámetros de proceso de la tecnología True Bevel, seleccionando la orientación ángulo tope adecuada (positiva o negativa) de su cabeza biseladora (ver *Figura 20* en la página 17). A partir de ahí se aplican los signos correspondientes a todos los ángulos.

Tabla 3 – Alcance ángulo de corte en V y en A

	Ángulo*										
Corte en V	-45°	-40°	-37,5°	-35°	-30°	-27,5°	-25°	-22,5°	-20°	-17,5°	-15°
Corte en A	45°	40°	37,5°	35°	30°	27,5°	25°	22,5°	20°	17,5°	15°

* Los signos de ángulos están basados en una cabeza con inclinación negativa

Tabla 4 – Alcance talón y ángulo de corte en Y a tope

Y a tope	Ángulo*	-45°			-37,5°			-30°			-27,5°			-22,5°		
	Medida talón	20%	35%	50%	20%	35%	50%	20%	35%	50%	20%	35%	50%	20%	35%	50%

* Los signos de ángulos están basados en una cabeza con inclinación negativa

Geometría y nomenclatura de cabeza biseladora

Los siguientes parámetros afectan los valores de las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel:

- Separación
- Punto de pivote bisel
- Longitud de pivote antorcha (TPL)

Otros parámetros importantes son:

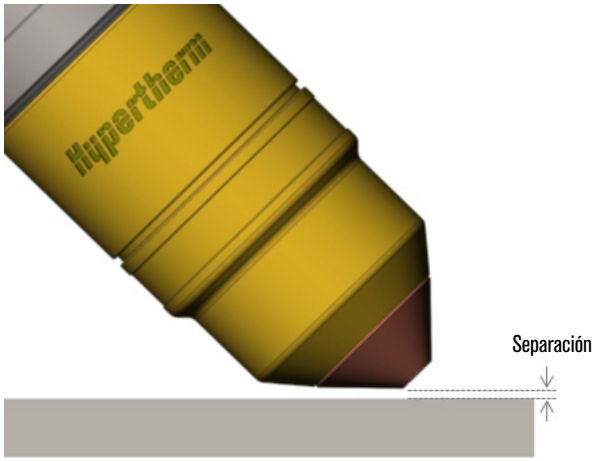
- Desplazamiento del proceso
- Compensación del proceso
- Longitud de pivote bisel – se utiliza solo en las cabezas biseladoras tipo ABXYZ
- Ángulo de inclinación máximo

Separación

Separación es la distancia mínima buscada entre la antorcha y la parte de arriba de la placa. El valor de separación predeterminado recomendado en las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel es 2,5 mm con un rango recomendado de 2 mm a 4 mm.

Mayores separaciones reducen la probabilidad de colisiones de la antorcha, pero también traen como consecuencia mayores alturas de corte efectivas (lo que puede producir peor calidad de corte y exigir mayores compensaciones de ángulo) y voltajes de corte más altos (lo que puede afectar el ciclo de trabajo de la fuente de energía). Hypertherm recomienda cortar primero con los valores predeterminados de separación de antorcha y ajustar solo según sea necesario. Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel le posibilitan cambiar individualmente las separaciones de antorcha a base del amperaje.

Figura 8 – Definición de separación



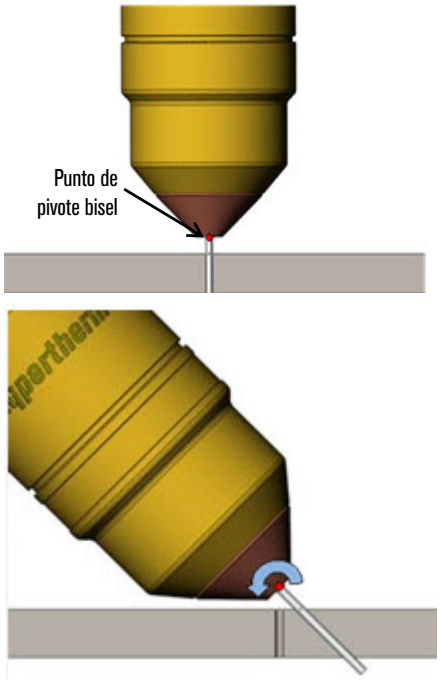
Punto de pivote bisel y longitud de pivote antorcha

El *punto de pivote bisel* es el punto en un espacio tridimensional alrededor del cual se mueve la cabeza biseladora (punto de rotación), normalmente situado en la punta de la antorcha (o extremo del escudo frontal) en la mayoría de las cabezas biseladoras.

La *longitud de pivote antorcha* (TPL) es la proporción de distancia que hay entre la antorcha HPRXD y el punto de pivote bisel de cabeza biseladora.

El posicionamiento adecuado de la antorcha en relación con el punto de pivote bisel es esencial para lograr resultados aceptables con un residuo de material mínimo. En la *Figura 9* se muestra el punto de pivote bisel situado en la punta de un escudo frontal O_2/aire 130 A, así como el resultado de inclinar la antorcha a 45° alrededor del punto de pivote bisel.

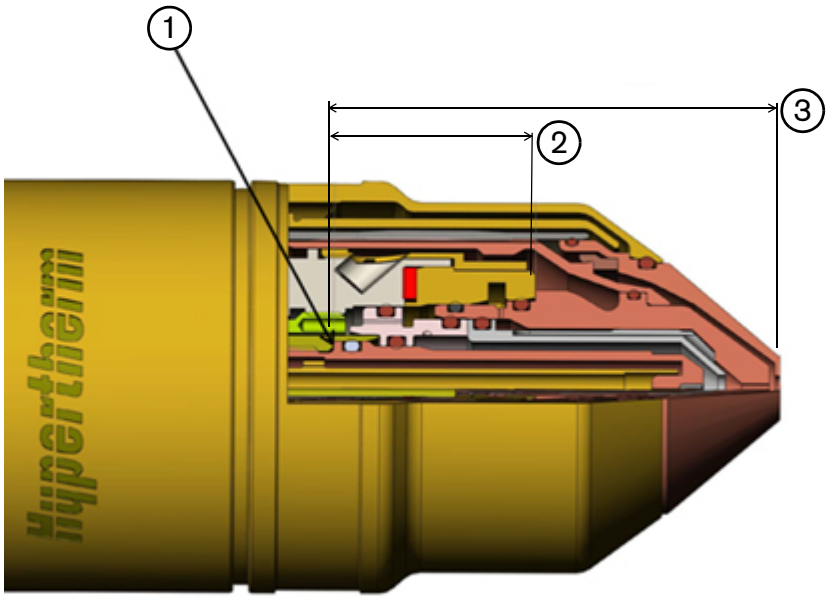
Figura 9 – Ejemplo de punto de pivote bisel en la punta de un escudo frontal 130 A



A los fines de las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel, la longitud de pivote antorcha (TLP) se define como la distancia que media entre el punto de pivote bisel de la cabeza biseladora y el asiento del electrodo de la antorcha HPRXD. Como referencia, el asiento del electrodo está nominalmente a 23,88 mm del asiento de la boquilla (como se muestra en la *Figura 10*).

Por ejemplo, si la antorcha se posicionara en la cabeza biseladora de modo que el punto de pivote bisel quedase en la punta del escudo frontal O_2/aire 130 A, la TPL sería 52,93 mm como se muestra en la *Figura 10*. Consulte el método para determinar la TPL en la sección *Determinar la longitud de pivote antorcha (TPL)* en la página 15.

Figura 10 – Ejemplo de TPL del punto de pivote bisel en la punta de un escudo frontal 130 A



1 En las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel, la TPL se mide a partir del asiento del electrodo

2 23,88 mm

3 52,93 mm

Desplazamiento del proceso

El *desplazamiento del proceso* tiene lugar cuando el arco de plasma avanza por encima de la placa durante la inclinación de la antorcha. Por ejemplo, la *Figura 12* en la página 9 muestra un desplazamiento del proceso de 5,59 mm debido a la inclinación a 45° de un punto de pivote bisel situado en la punta de un escudo frontal O_2/aire 130 A (con una longitud de pivote antorcha [TPL] de 52,93 mm), sin dejar de mantener una separación de 2,5 mm. La *Figura 11* muestra un gráfico de los valores de desplazamiento del proceso con una TPL 52,93 mm en función de la inclinación de la antorcha.

Existe una ubicación óptima de la antorcha HPRXD con respecto al punto de pivote bisel de cabeza biseladora que minimiza el desplazamiento del proceso en todos los cortes en bisel HPRXD y a cualquier ángulo. Esta ubicación óptima la define una TPL de 59,89 mm, la que pone el punto de pivote bisel a 6,96 mm fuera de la punta del escudo frontal de O_2/aire 130 A.

Como ejemplo, la Figura 11 muestra el gráfico de los valores de desplazamiento del proceso tanto a TPL 52,93 mm como a la TPL óptima de 59,89 mm del escudo frontal O_2/aire 130 A. La *Figura 13* en la página 10 muestra el desplazamiento del proceso 0,79 mm que se obtiene a la TPL óptima de 59,89 mm.

Figura 11 – Desplazamiento del proceso en función del ángulo de bisel – TPL óptima 2,358 pulg.

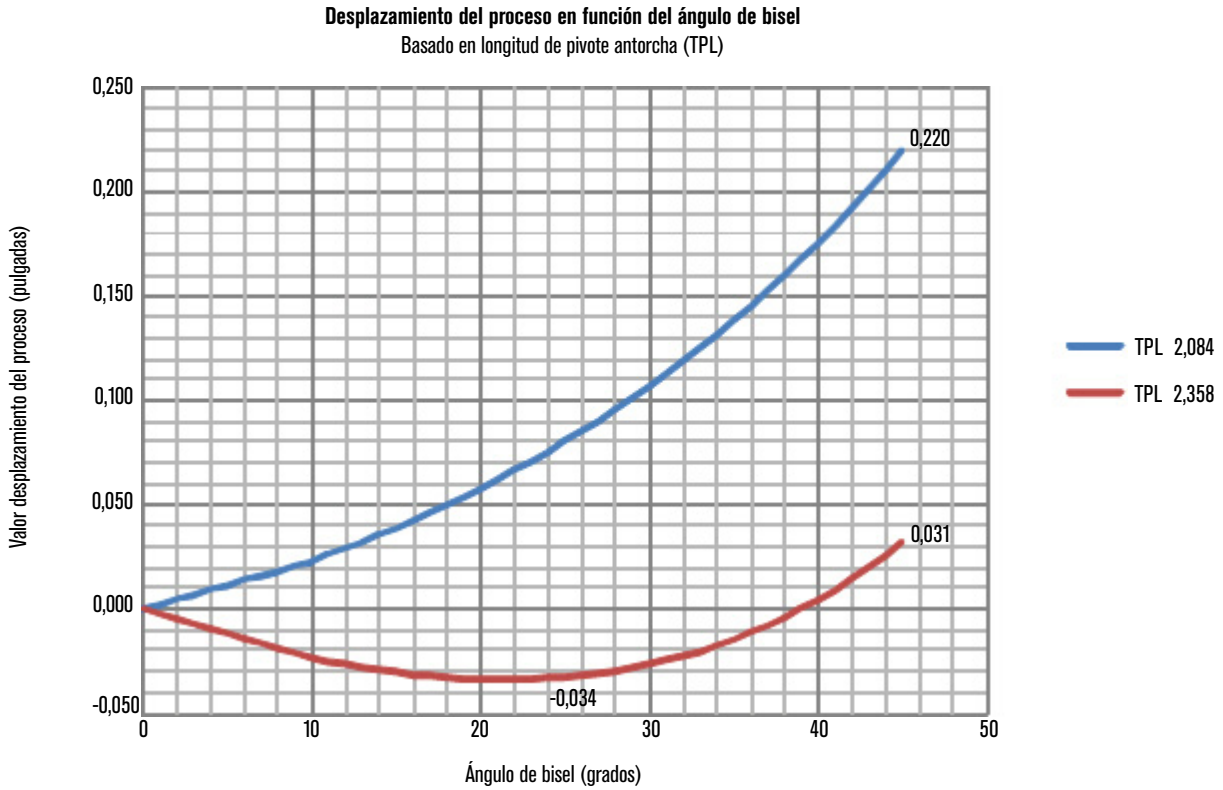
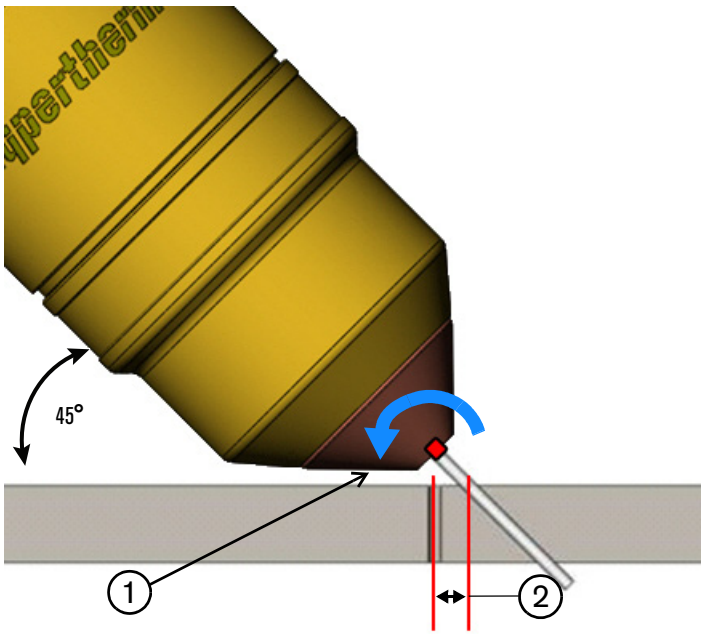


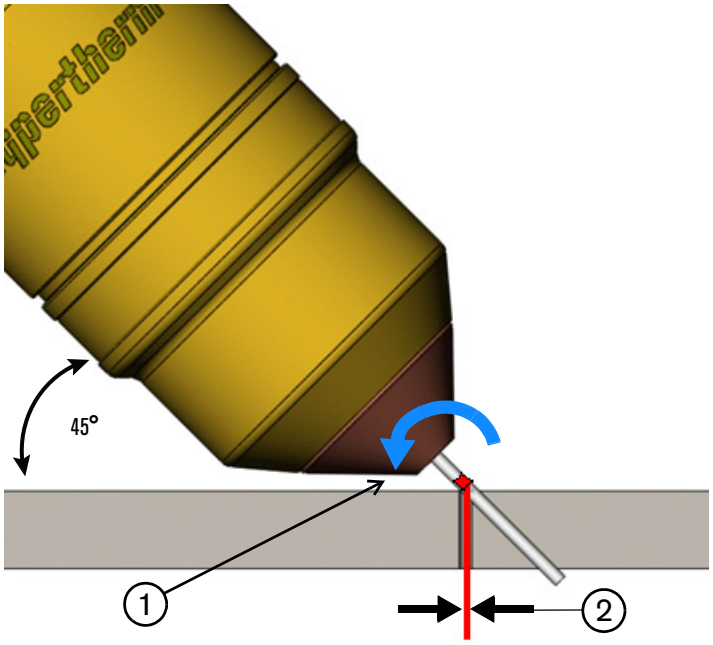
Figura 12 – Influencia de TPL en el desplazamiento del proceso si TPL = 52,93 mm



1 Separación mínima de 2,54 mm

2 Desplazamiento del proceso de 5,59 mm

Figura 13 – Influencia de TPL en el desplazamiento del proceso si TPL = 59,89 mm



1 Separación mínima de 2,54 mm

2 Desplazamiento del proceso de 0,78 mm

Compensación del proceso

Compensación del proceso es un ajuste hecho a la ruta de antorcha para compensar el desplazamiento del proceso. Puede aplicar este ajuste a la ruta de herramienta sin procesar sumándole el valor de compensación del proceso en el software CAM o, puede sumárselo (multiplicado por dos), al valor de sangría. El software ProNest de Hypertherm aplica automáticamente los valores de compensación del proceso a la ruta de herramienta sin procesar.

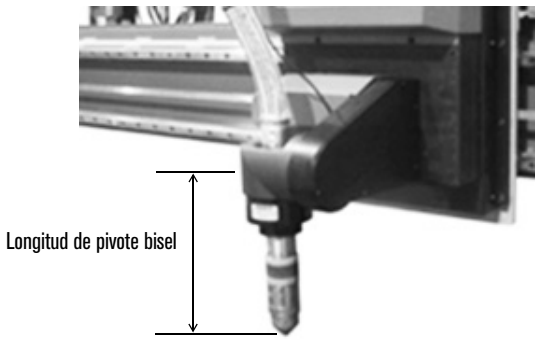
Nota: sumar el doble del valor de compensación del proceso al valor de sangría no funcionará en muchos CNC debido a que se pueden obtener valores negativos de sangría que quizá no estén admitidos.

Longitud de pivote bisel

A los fines de las tablas de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel, la *longitud de pivote bisel* se define como la distancia que media entre la punta del escudo frontal de una antorcha O_2/aire 130 A, cargada, y el centro instantáneo de rotación de una cabeza biseladora tipo ABXYZ. (Este tipo de cabeza biseladora utiliza los ejes X, Y, Z para crear un punto de pivote bisel virtual).

De usarse este tipo de cabeza con un EDGE Pro CNC Hypertherm, se puede emplear el campo longitud de pivote bisel del CNC. El valor a entrar en este campo será la distancia de la punta del escudo frontal O_2/aire 130 A al centro instantáneo de rotación de la cabeza biseladora (como se muestra en la *Figura 14*). El valor longitud de pivote bisel ya existe en algunos ajustes del EDGE Pro CNC.

Figura 14 – Longitud de pivote bisel de una cabeza biseladora ABXYZ



Caso especial ABXYZ: sumar la altura de corte a la longitud de pivote bisel

En el caso de las cabezas biseladoras ABXYZ, es posible mantener el punto de pivote bisel virtual de modo que esté siempre situado encima de la placa. Esto se logra al tomar la altura de corte que el código de programa de pieza pasa al CNC y sumársela a la longitud de pivote bisel almacenada en el CNC.

Si la longitud de pivote bisel predeterminada fuera la punta del escudo frontal con los consumibles O_2/aire 130 A cargados, al sumársele la altura de corte, el punto de pivote bisel virtual se trasladaría de la punta del escudo frontal a la parte de arriba de la placa (como se muestra en la *Figura 15*). Esto elimina la necesidad de compensación del proceso y también maximiza la utilización de la placa porque no hay traslado del arco por encima de la placa a medida que la antorcha se inclina (ver la *Figura 16* en la página 11 y la *Figura 17* en la página 12).

Figura 15 – Punto de pivote bisel virtual corrido a la parte de arriba de la placa al sumar la altura corte a la longitud de pivote bisel

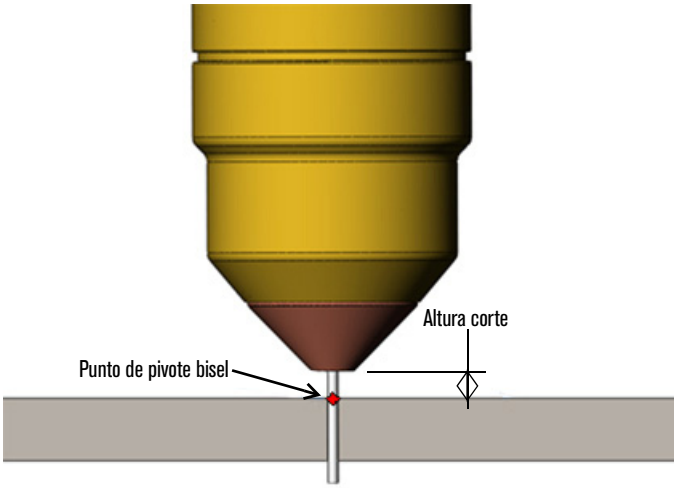
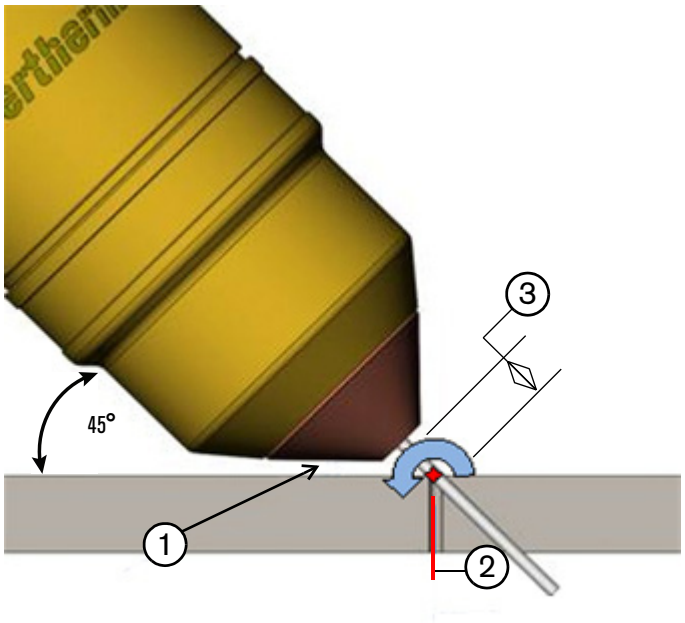


Figura 16 – Eliminación desplazamiento del proceso al sumar la altura de corte a la longitud de pivote bisel

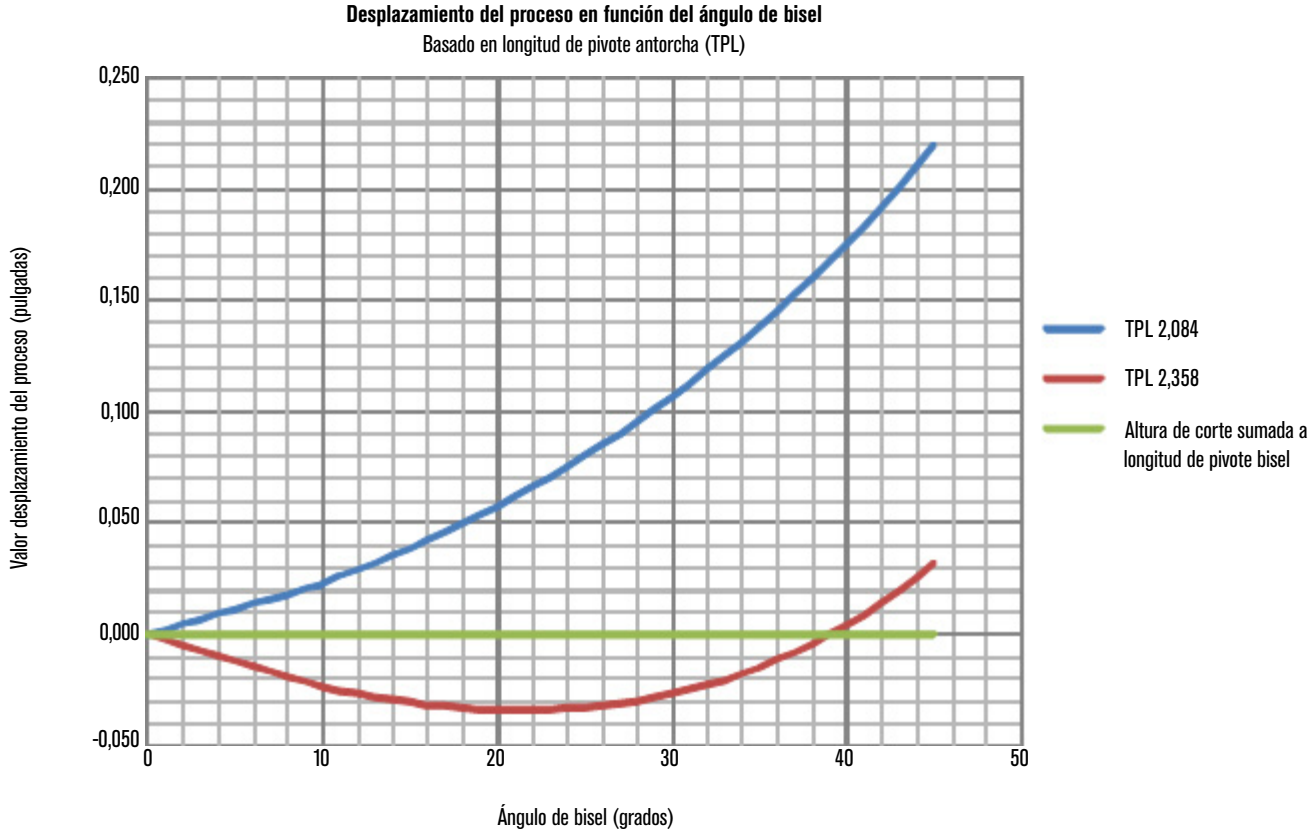


1 Separación mínima de 2,54 mm

2 0 (cero) desplazamiento del proceso

3 Altura corte

Figura 17 – Desplazamiento del proceso en función del ángulo de bisel – cabeza biseladora ABXYZ al sumar la altura de corte a la longitud de pivote bisel



Dado que el valor predeterminado de longitud de pivote bisel está basado en la longitud del consumible para corte en bisel O_2/aire 130 A, de usarse otros procesos (por ejemplo, 200 A), se necesita ajustar dicho valor en el CNC para compensar la diferencia de longitudes.

El EDGE Pro CNC Hypertherm puede ajustar automáticamente de manera provisional el valor de longitud de pivote bisel, sumando o restando la diferencia de longitudes de distintos juegos de consumibles. El valor de la diferencia (o delta) puede pasarse por el código del programa de pieza con un comando G93 X.XXX (corrección consumible para corte en bisel) al principio del programa.

La *Tabla 5* da la diferencia de longitudes de los procesos HPRXD de corte en bisel (un valor positivo indica que los consumibles son más largos).

Nota: las tablas de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel de ProNest generan automáticamente el comando G93.

Tabla 5 – Diferencia de longitudes de consumibles para corte en bisel respecto a O_2/aire 130 A

Corte en bisel	O_2/aire 80 A	O_2/aire 130 A	O_2/aire 200 A	O_2/aire 260 A	O_2/aire 400 A
Delta longitud consumibles (pulgadas)	0,000	0,000	0,011	0,035	-0,019
Delta longitud consumibles (mm)	0,00	0,00	0,28	0,89	-0,48

Ángulo de inclinación máximo

La inclinación máxima se puede limitar insertando el *ángulo de inclinación máximo* buscado en la tabla parámetros de proceso de la tecnología True Bevel, de tal modo que la inclinación ordenada no sobrepase las posibilidades de la cabeza biseladora. Hacerlo es “delimitar” los comandos inclinación al valor especificado.

En el caso de los consumibles HPRXD para corte en bisel, la inclinación máxima recomendada es 48,5° a una separación de 2,5 mm. Puede seleccionar un ángulo de inclinación máximo mayor si dicho ángulo está dentro de las posibilidades de la cabeza biseladora y si, además, se entra un valor de separación mínima mayor.

Orientación ángulo tope

Orientación ángulo tope está basada en la forma en que reacciona la cabeza biseladora al recibir el comando de inclinación a un ángulo positivo o negativo. Por ejemplo, si se ordena a la cabeza biseladora inclinarse a un ángulo positivo de 45° y el resultado es un corte en V a 45° (o corte en bisel a tope), se considera que la cabeza tiene una orientación ángulo tope positiva. Si el resultado de un comando de ángulo positivo de 45° es un corte en A a 45°, se considera que la cabeza tiene una orientación ángulo tope negativa.

Instalar los archivos parámetros de corte en bisel

Para implementar las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel Hypertherm, tendrá que instalar uno de ocho archivos posibles de hojas de cálculo Microsoft Excel (XLS), así como el archivo de biblioteca de vínculos dinámicos (DLL) correspondiente. La hoja de cálculo parámetros de corte en bisel a usar la definirá el tipo de cabeza biseladora que se esté empleando, así como el software CAM y la configuración del CNC.

Los archivos de hoja de cálculo contienen los datos de la tabla de corte parámetros de proceso True Bevel Hypertherm y se ofrecen sin costo alguno para su uso con el software ProNest Hypertherm y/o los sistemas plasma HPRXD. Cuatro de las hojas de cálculo están formateadas para trabajar con el software de anidamiento ProNest, mientras que las otras cuatro incluyen solo la información necesaria de parámetros de corte en bisel y están concebidas para que los usuarios solo de HPRXD las usen con otros paquetes CAM y/o CNC.

Asimismo, este informe hace referencia a estas dos clasificaciones de cabezas biseladoras como forma de indicar el tipo de cabeza biseladora a usar:

- *ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel habilitada*
- *Todas las demás*

Cuatro de los archivos de hojas de cálculo de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel están calculados para ABXYZ con *suma de altura corte y longitud de pivote bisel habilitada* y, cuatro, para la clasificación *Todas las demás*.

El archivo DLL se necesita en caso de que quiera modificar las hojas de cálculo. Hay dos archivos DLL, uno para sistemas operativos Microsoft Windows de 32 bits y, otro, para 64 bits. Para usar los datos de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel, debe tener instalados en su computadora la hoja de cálculo XLS y el archivo DLL correspondientes.

En la *Tabla 6* se identifican los ocho archivos de hojas de cálculo (XLS) y ambos archivos DLL. De los diez archivos listados en esta tabla, solo se necesitan una hoja de cálculo y un DLL para utilizar por completo los beneficios de las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel.

Tabla 6 – Hojas de cálculo tabla de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel (XLS) y archivos DLL

Número de pieza	Descripción de archivo	Configuración usuario
080009	XLS compensación de bisel ProNest ABXYZ, sistema anglosajón	Unidades anglosajonas *ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel habilitada* Con ProNest
080011	XLS compensación de bisel ProNest AC, sistema anglosajón	Unidades anglosajonas *Todas las demás* Con ProNest
080013	XLS compensación de bisel ProNest ABXYZ, sistema métrico	Unidades métricas *ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel habilitada* Con ProNest
080014	XLS compensación de bisel ProNest AC, sistema métrico	Unidades métricas *Todas las demás* Con ProNest
080017	XLS compensación de bisel solo HPRXD ABXYZ, sistema anglosajón	Unidades anglosajonas *ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel habilitada* Solo HPRXD
080019	XLS compensación de bisel solo HPRXD AC, sistema anglosajón	Unidades anglosajonas *Todas las demás* Solo HPRXD
080018	XLS compensación de bisel solo HPRXD ABXYZ, sistema métrico	Unidades métricas *ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel habilitada* Solo HPRXD

Tabla 6 – Hojas de cálculo tabla de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel (XLS) y archivos DLL

Número de pieza	Descripción de archivo	Configuración usuario
080020	XLS compensación de bisel solo HPRXD AC, sistema métrico	Unidades métricas *Todas las demás* Solo HPRXD
081246	Archivo DLL parámetros corte en bisel para 32 bits	Todos los usuarios con versiones Windows XP o Windows 7 de 32 bits
081247	Archivo DLL parámetros corte en bisel para 64 bits	Todos los usuarios con versiones Windows XP o Windows 7 de 64 bits

Procedimiento de instalación

Comunicarse con su representante Hypertherm en caso de necesitar detalles o ayuda en relación con el proceso de instalación.

Determinar la longitud de pivote antorcha (TPL)

Nota: en esta sección se aborda un procedimiento para determinar la TPL; hay otros métodos que también se pueden usar con éxito. Este procedimiento supone que se verificó el mecanismo de cabeza biseladora y que la misma puede llegar con precisión al ángulo buscado siempre que se le ordene.

Si no conoce la TPL, puede determinarla si el CNC puede mostrar los valores del eje elevador (eje Z) en pantalla. Este método usa una herramienta creada a propósito con una esfera de calibración exactamente posicionada. Hypertherm ofrece una herramienta de alineación de cabeza biseladora (428000) que puede usarse en este proceso. Esta herramienta tiene rosca para el electrodo en un extremo, además de un hombro que se conecta al asiento del electrodo en la antorcha. El otro extremo de la herramienta es una esfera de calibración colocada a una distancia conocida del hombro con respecto al centro de la esfera. La distancia de la herramienta al centro de la esfera se indica como la magnitud *ToolDistanceToSphereCenter*. El valor nominal de *ToolDistanceToSphereCenter* de la herramienta Hypertherm 428000 es 57,874 mm.

Nota: se puede usar una herramienta de alineación de cabeza biseladora semejante, siempre y cuando se conozca su magnitud (o sea, *ToolDistanceToSphereCenter*).

Para determinar la TPL (una vez conocida la magnitud *ToolDistanceToSphereCenter* de la herramienta de alineación de cabeza biseladora).

1. Después de instalada la antorcha en la cabeza biseladora, la herramienta se instala en la antorcha de modo que el hombro se acomode sin holgura en el asiento del electrodo.
2. Se baja el elevador hasta que la esfera de calibración toque la superficie de una placa nivelada (o calibre fijo [galga]) en la mesa de corte y se registra el valor Z ($Z_{0°}$). (Ver la *Figura 18*).
3. Se sube la antorcha y se le ordena inclinarse a un ángulo en específico (por ejemplo, 45°).
4. Se baja de nuevo el elevador hasta que la esfera de calibración toque la superficie de la placa nivelada (o calibre fijo [galga]) aproximadamente en el mismo lugar y se registra de nuevo el valor Z (Z_{α}). (Ver la *Figura 19*).
5. Suponiendo que el sentido positivo del eje Z sea hacia abajo, se puede usar la siguiente ecuación para determinar la TPL:

$$TPL = \left(\frac{Z_{0°} - Z_{\alpha}}{1 - \cos(\alpha)}\right) + ToolDistanceToSphereCenter$$

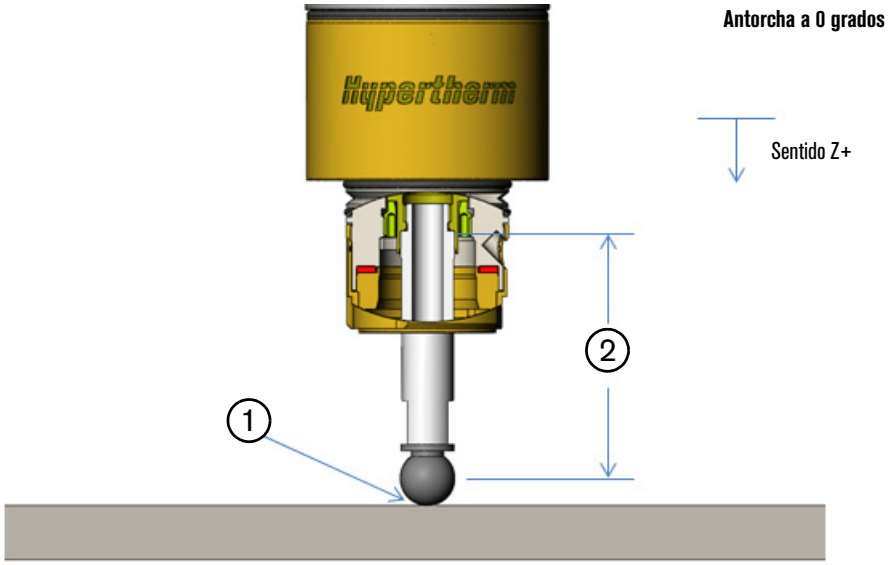
Si el sentido hacia abajo del eje Z es negativo, se necesitará invertir los términos Z de esta ecuación (Z_{α}-$Z_{0°}$).

Ejemplo:

Al usar la herramienta 428000 Hypertherm, se registra un valor $Z_{0°}$ de 2,900 pulgadas. La antorcha se inclina a 45° y se registra un valor $Z_{45°}$ de 2,875 pulgadas. La TPL que se entrará en la tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel será entonces 2,364 pulgadas como sigue:

$$TPL = \left(\frac{2.900 - 2.875}{1 - \cos 45°}\right) + 2.2785 = 2{,}364 \text{ pulgadas}$$

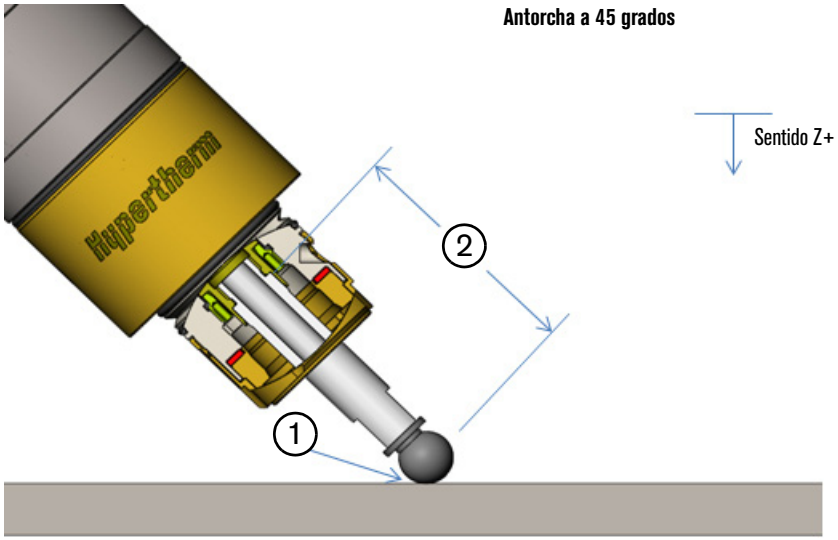
Figura 18 – Ejemplo del uso de la herramienta de alineación de cabeza biseladora para la determinación de $Z_{0°}$



1 Registrar el valor Z del CNC cuando la esfera toque la placa

2 *ToolDistanceToSphereCenter*

Figura 19 – Ejemplo del uso de la herramienta de alineación de cabeza biseladora para la determinación de $Z_{45°}$



1 Registrar el valor Z del CNC cuando la esfera toque la placa

2 *ToolDistanceToSphereCenter*

Forma de usar las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel

Como se explicó en la sección *Instalar los archivos parámetros de corte en bisel* en la página 14, este informe usa esta clasificación de cabezas biseladoras para indicar la que se esté utilizando:

- ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel habilitada
- Todas las demás

Para las cabezas *ABXYZ con suma de altura corte y longitud de pivote bisel habilitada* no se usan valores de compensación del proceso al crear la salida del programa de pieza.

En el caso de *Todas las demás*, los valores de compensación del proceso se calculan a base del valor fijo TPL que se entró en la hoja de cálculo.

Para usar los datos de parámetros de proceso de la tecnología True Bevel debe tener instalados en su computadora la hoja de cálculo XLS y el archivo DLL correspondientes.

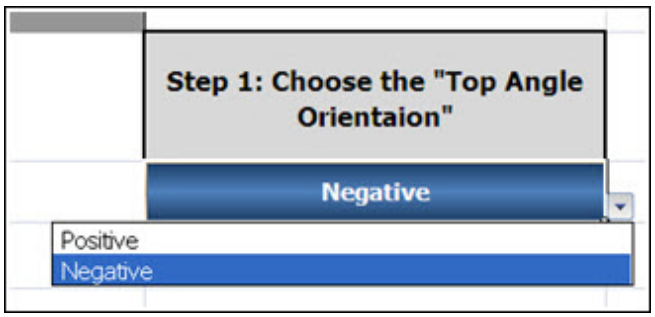
Preparación

1 Abrir la hoja de cálculo parámetros de proceso de la tecnología True Bevel.

2 Si Excel lo pide, cerciorarse de habilitar las macros ya que así deja que el archivo de hoja de cálculo (XLS) consulte el archivo DLL instalado al hacer cualquier cambio.

3 Elegir la orientación ángulo tope adecuada (positiva o negativa) como se muestra en la *Figura 20*. (Ver *Orientación ángulo tope* en la página 13). Necesitará hacer esta elección una sola vez.

Figura 20 – Selección orientación ángulo tope



4 Asignar las separaciones mínimas buscadas (Separación mín.) de cada proceso (como se muestra en la *Figura 21*). El rango de valores de separación recomendado es de 2 mm a 4 mm, aunque el valor recomendado y predeterminado es 2,5 mm.

Si se producen colisiones de la antorcha, aumentar el valor de separación mínima generará nuevas alturas de corte y voltajes del arco que subirán la antorcha, alejándola de la placa, sin afectar el tamaño de la pieza. Hypertherm recomienda:

- cambiar el valor de separación mínima solo después de cortar muestras de piezas
- llevar a cabo la debida calibración de voltaje del arco antes de cambiar la separación mínima si el sistema de corte no usa muestreo voltaje del arco (u otra tecnología semejante). De lo contrario, será posible que las colisiones de la antorcha se deban a un voltaje del arco indebido en lugar de a una separación inadecuada

5 Asignar el valor de longitud de pivote antorcha (TPL) correspondiente a la combinación de cabeza biseladora y antorcha (como se muestra en la *Figura 21*). Esto se aplica solo a las cabezas biseladoras tipo AC y a las que caigan en la clasificación *Todas las demás*.

6 Asignar el ángulo de inclinación máximo (Áng. incl. máx.) de cabeza biseladora (como se muestra en la *Figura 21*). Este será el ángulo máximo que se podrá programar en el programa de pieza.

Figura 21 – Asignar separación mínima, TPL (tipo AC y *Todas las demás* solamente) y ángulo de inclinación máximo

Step 2: Insert the minimum clearance values (recommended clearance: 0.080 in - 0.16 in), TPL value, and max tilt angle. See "Geometry Definitions" sheet for graphics.					
	80Amp	130Amp	200Amp	260Amp	400Amp
Min Clearance	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
TPL	2.358				
Max Tilt Angle	48.3				

Nota: en el caso de materiales delgados y ángulos grandes, a veces se necesitarán ángulos de cabeza que sobrepasen 48° para obtener el debido ángulo en la pieza. Muchas cabezas, sin embargo, no pueden inclinarse más de 45° y llegar a 48°. Cuando el ángulo de inclinación máximo limita la salida del ángulo de inclinación, los valores "Ángulo de bisel buscado" y "Ajuste de ángulo con signo" se formatearán en la hoja de cálculo en fondo rosado y letra roja para indicar que la salida de inclinación está "delimitada" (como se muestra en la *Figura 22*). Si la salida de ángulos está delimitada, posiblemente no se esté en condiciones de lograr el ángulo buscado en el corte.

Figura 22 – Ángulo de inclinación máximo que ocasiona una salida del ángulo de inclinación delimitada

Process Parameters									
Bevels							Kerf Controls		
Enter Desired BevelAngle Here	Bevel Type	Signed BevelAngle	Land Dimension	LeadIn Feedrate	Base Feedrate	Feedrate	Kerf	Signed Angle Adjustment	Co
0	*	0			110	110	0.074		
0	y	0			110	110	0.074		
0	k	0			110	110	0.074		
45	a	45			110	76	0.240	3.300	
40	a	40			110	76	0.226	8.300	
37.5	a	37.5			110	76	0.213	10.510	

Valores entrada y salida tabla parámetros de proceso de la tecnología True Bevel

La hoja de cálculo parámetros de corte en bisel saca los parámetros de proceso necesarios para situar satisfactoriamente la antorcha HPRXD y generar el resultado buscado de corte en bisel a base de las entradas del usuario en el caso de los usuarios solo de HPRXD. Las entradas y salidas solo HPRXD se muestran en la *Tabla 7*.

Nota: los usuarios de ProNest tienen más especificaciones de proceso y bucle para definir por completo el corte en bisel.

Tabla 7 – Descripción valores entrada y salida tabla parámetros de corte en bisel (usuarios solo HPRXD)

Parámetro	Descripción	Tipo
Material	Tipo material (actualmente solo se admite acero al carbono) [AC]	Entrada
Espesor	Espesor de material (pulgadas o mm)	Entrada
Clase	Nivel de corriente y gases proceso	Entrada
Entrar aquí ángulo de bisel buscado	Ángulo de bisel buscado (valor absoluto, sin signo) (grados)	Entrada
Tipo bisel	Corte en V (v), corte en A (a), corte en Y a tope (y)	Entrada
Ángulo de bisel con signo	Ángulo de bisel buscado con el debido signo basado en la opción orientación ángulo tope. Este valor, combinado con el ajuste de ángulo con signo, se necesita para la salida del código programa de pieza (grados).	Salida
Medida talón	Medida de talón buscada para los cortes en Y a tope (pulgadas o mm)	Entrada
Velocidad de avance entrada de corte	No se dan valores – usar los valores de la columna velocidad de avance	No se usa
Velocidad de avance base	Velocidad de avance para cortes I (pulg/min o mm/min)	Salida
Velocidad de avance	Velocidad de avance calculada para el corte en bisel buscado. Este valor se necesita para la salida del código programa de pieza (pulg/min o mm/min).	Salida
Sangría	Valor de sangría calculado para el corte en bisel buscado. Este valor se necesita para la salida del código programa de pieza (pulgadas o mm).	Salida
Ajuste de ángulo con signo	Compensación de ángulo calculada para el corte en bisel buscado con el debido signo basado en la selección orientación ángulo tope. Este valor, combinado con el ángulo de bisel con signo, se necesita para la salida del código programa de pieza (grados).	Salida
Compensación del proceso (se aplica solo a la clasificación *ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel* habilitada)	Ajuste desplazamiento del proceso. El valor predeterminado del tipo de cabeza biseladora *ABXYZ con suma altura corte y longitud de pivote bisel habilitada* está vacío porque no hay desplazamiento del proceso (pulgadas o mm).	No se usa
Compensación del proceso (se aplica al tipo AC y a la clasificación *Todas las demás*)	Ajuste desplazamiento del proceso. Este valor se necesita para la salida del código programa de pieza (pulg/min o mm/min).	Salida
Altura transferencia	Altura de la antorcha para transferencia del arco a la placa. Este valor se necesita para la salida del código programa de pieza (porcentaje altura de corte).	Salida
Altura de perforación	Altura de la antorcha durante la operación de perforación. Este valor se necesita para la salida del código programa de pieza (porcentaje altura de corte).	Salida
Tiempo de perforación	Retardo antes de que el arco atraviese la placa. Este valor se necesita para la salida del código programa de pieza (segundos).	Salida

Tabla 7 – Descripción valores entrada y salida tabla parámetros de corte en bisel (usuarios solo HPRXD)

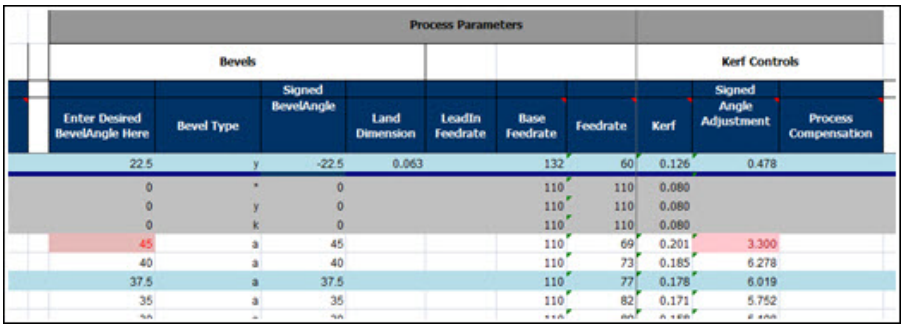
Parámetro	Descripción	Tipo
Altura de corte	Altura de corte calculada que da la separación mínima buscada al ángulo de bisel buscado, sin dejar de mantener la altura de corte lo más cerca posible al valor de altura de corte para el espesor efectivo a cortar. Este valor se necesita para la salida del código programa de pieza (pulgadas o mm).	Salida
Voltaje del arco	Voltaje del arco calculado a base de velocidad de corte, altura de corte y espesor de material efectivo. Este valor puede que se necesite para la salida del código programa de pieza (volts). **Nota:** los valores se calcularon a base de consumibles nuevos y condiciones de laboratorio. Posiblemente se necesite alguna compensación para tener en cuenta las diferencias con la máquina. Si no se usan rutinas de muestreo voltaje del arco, el operador necesitará hacer ajustes al voltaje del arco a medida que se desgasten los consumibles con vista a mantener el tamaño de pieza.	Salida
Delta longitud de pivote bisel (se aplica solo a la clasificación *ABXYZ con suma de altura de corte y longitud de pivote bisel* habilitada)	Diferencia de longitud de los consumibles con respecto a los consumibles para corte en bisel O_2/aire 130 A. Este valor puede que se necesite para la salida del código programa de pieza (pulgadas o mm).	Salida
Grados por segundo bisel en A	Velocidad de inclinación recomendada. Este valor puede que se necesite para la salida del código programa de pieza (grados/segundo).	Salida

Otras salidas corte en Y a tope

Además de las entradas y salidas indicadas anteriormente, los cortes en bisel de varias pasadas tienen otras entradas y salidas específicamente relacionadas con la parte de corte I. En la hoja de cálculo, estos valores se encuentran en el área de encabezamiento gris sección espesor, fila y-0, como se muestra en la *Figura 23*. Las salidas de la parte I del corte en Y a tope deberán tomarse de esta fila.

Nota: la secuencia de las varias pasadas del corte en Y a tope afecta los resultados. Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel dan valores basados en el corte de talón en primer lugar, seguido del corte en bisel.

Figura 23 – Parte de corte I parámetros de corte en Y a tope almacenados en la fila resaltada



	Process Parameters									
	Bevels							Kerf Controls		
	Enter Desired BevelAngle Here	Bevel Type	Signed BevelAngle	Land Dimension	LeadIn Feedrate	Base Feedrate	Feedrate	Kerf	Signed Angle Adjustment	Process Compensation
	22.5	y	-22.5	0.063		132	60	0.126	0.478	
	0	*	0			110	110	0.080		
	0	y	0			110	110	0.080		
	0	k	0			110	110	0.080		
	45	a	45			110	69	0.201	3.300	
	40	a	40			110	73	0.185	6.278	
	37.5	a	37.5			110	77	0.178	6.019	
	35	a	35			110	82	0.171	5.752	

Forma de usar las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel

Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel incluyen un rango relativamente apretado de ángulos, además de tres medidas de talón diferentes que deberán ser suficientes para la mayoría de las necesidades de biselado. No obstante, si se necesitan un ángulo o medida de talón diferentes, se puede modificar la hoja de cálculo. Con vista a obtener los mejores resultados, Hypertherm recomienda mantenerse dentro del rango de ángulos y talones que están actualmente en la hoja de cálculo (en otras palabras, se desconocen los resultados de una extrapolación). Puede hacer modificaciones utilizando cualquiera de los dos métodos siguientes:

- modificar una fila existente: cambiar los valores de entrada de las columnas Ángulo de bisel buscado, Tipo bisel y/o Medida talón – la hoja de cálculo generará nuevos valores de salida a base de las nuevas entradas
- copiar e insertar una nueva fila: después de insertar una fila, entrar los valores buscados en las columnas de entrada – la hoja de cálculo generará nuevos valores de salida a base de las entradas

  También es posible hacer otras modificaciones, por ejemplo, modificar los valores buscados de separación mínima.

  Nota: no se admiten salidas calculadas a base de agregar nuevos espesores, tipos ni clases de material a la hoja de cálculo.

Hacer ajustes finales (de ser necesario)

Los valores de las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel deberán dar como resultado una pieza con medidas cercanas a las buscadas, pero puede que sean necesarios algunos ajustes. Usar las instrucciones de la sección que sigue para hacer estos ajustes finales. Antes de llevar a cabo ninguna prueba, asegurarse de que la placa esté nivelada.

Nota: los resultados reales diferirán basados en el rendimiento de cabeza biseladora. Consultar al fabricante de la mesa de cabeza biseladora para puntualizar los niveles de tolerancia previstos que pueden lograrse con el sistema. Además de la variabilidad del plasma, la capacidad del sistema estará condicionada por muchos otros factores, entre ellos, avance de la mesa y cabeza biseladora, ecuaciones de transformada, rendimiento del elevador y control de voltaje del arco.

Cortes en V y en A

1 Ajuste ángulo de bisel (como se muestra en la *Figura 24*): para obtener mejores resultados, primero se harán los ajustes de ángulo. Después de cortar una pieza de prueba de una placa nivelada, medir el ángulo y determinar la diferencia entre el ángulo medido y el buscado. Sumar o restar la diferencia al valor mostrado en la columna “Ajuste de ángulo con signo” de la hoja de cálculo y sobrescribir el valor de la celda con el nuevo valor de ajuste. Volver a cortar la pieza usando el nuevo ajuste para verificar que el ángulo ahora sea el debido antes de pasar al próximo paso. De no serlo, repetir este paso.

Figura 24 – Ángulo de bisel corte en V y en A

2 Ajuste tamaño de pieza (como se muestra en la *Figura 25* y la *Figura 26*): después de lograr el ángulo buscado, medir el tamaño de la pieza y determinar la diferencia entre las dimensiones medidas y las buscadas. Sumar o restar la diferencia al valor mostrado en la columna “Compensación del proceso” de la hoja de cálculo y sobrescribir el valor de la celda con el nuevo valor de ajuste (tener presente que compensación del proceso se aplica por cada lado). Volver a cortar la pieza usando el nuevo ajuste para verificar que el tamaño ahora sea el debido. De no serlo, repetir este paso.

Nota: al medir el tamaño de piezas con corte en A, Hypertherm recomienda hacer la medición del lado menor de la pieza (por el redondeo de esquinas) o, de ser posible, de la esquina teórica. La medición de piezas con corte en V puede hacerse lo mismo en el lado menor que en el mayor, aunque, para eliminar el error debido a variaciones de espesor de material y obtener mejores resultados, deberá usarse el lado menor.

Figura 25 – Tamaño de pieza corte en A

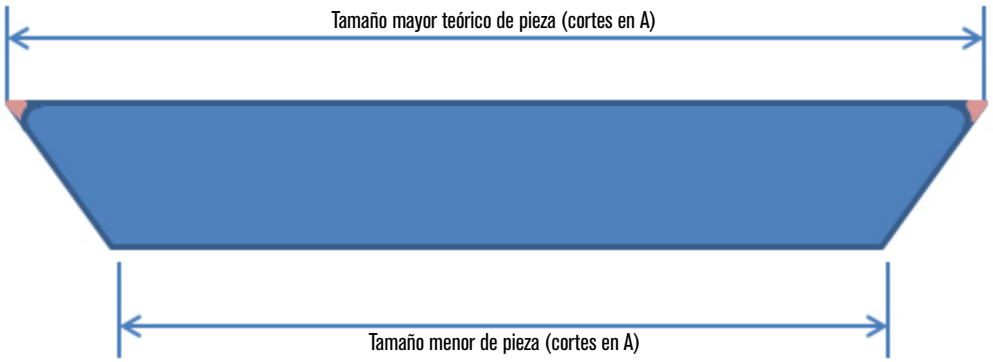
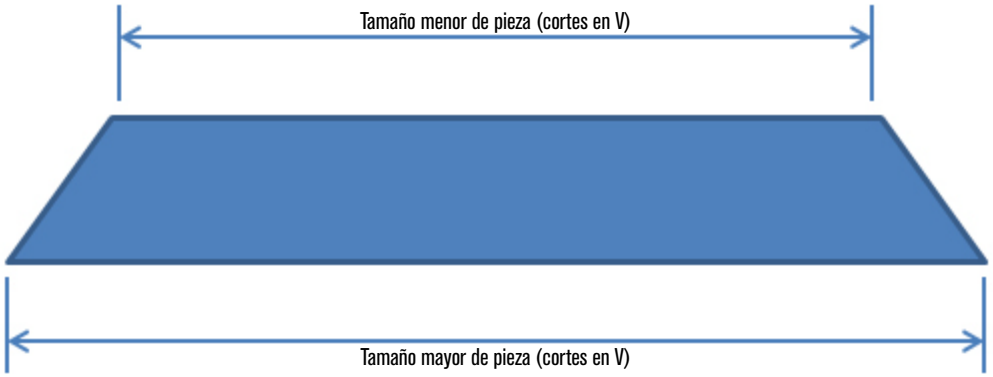


Figura 26 – Tamaño de pieza corte en V



3 Guardar el archivo XLS. Tener presente que la fórmula que se sobrescriba ya no estará activa.

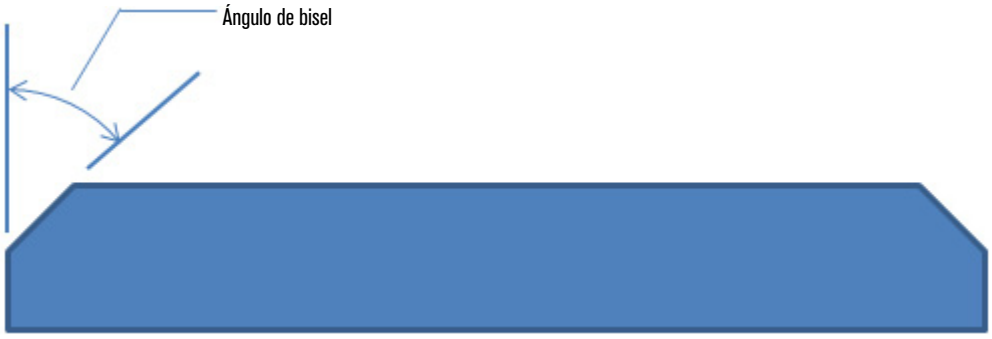
Cortes en Y a tope

1 Ajuste tamaño de pieza en el talón (como se muestra en la *Figura 27*): hacer los ajustes de tamaño de pieza primero en el talón para obtener los mejores resultados. Después de cortar una pieza de prueba de una placa nivelada, medir el tamaño de pieza en talón y determinar la diferencia entre el tamaño medido y buscado. Sumar o restar la diferencia al valor mostrado en la columna "Compensación del proceso" del área de encabezamiento gris, sección espesor, fila y-0 de la hoja de cálculo, tal como se muestra en la *Figura 30* en la página 24 (tener presente que compensación del proceso se aplica por cada lado). Volver a cortar la pieza usando el nuevo ajuste para verificar que el tamaño ahora sea el debido. De no serlo, repetir este paso.

Figura 27 – Tamaño de pieza en talón corte en Y a tope

2 Ajuste ángulo de la pieza (como se muestra en la *Figura 28*): después de lograr el tamaño de pieza buscado en el talón, medir el ángulo de bisel y determinar la diferencia entre el ángulo medido y el buscado. Sumar o restar la diferencia al valor mostrado en la columna "Ajuste de ángulo con signo" de la hoja de cálculo y sobrescribir el valor de la celda con el nuevo valor de ajuste. Volver a cortar la pieza usando el nuevo ajuste para verificar que el ángulo ahora sea el debido antes de pasar al próximo paso. De no serlo, repetir este paso.

Figura 28 – Ángulo de bisel corte en Y a tope



3 Ajuste medida de talón de la pieza (como se muestra en la *Figura 29*): después de lograr el ángulo buscado, medir el tamaño de talón y determinar la diferencia entre la dimensión del talón medida y la buscada. Usar la siguiente fórmula para establecer el ajuste conveniente para la compensación del proceso:

Ajuste compensación del proceso = diferencia medida de talón (tan [α])

donde α = ángulo real. Sumar o restar el valor de ajuste calculado al mostrado en la columna “Compensación del proceso” de la hoja de cálculo y sobrescribir el valor de la celda con el nuevo valor de ajuste. Volver a cortar la pieza usando el nuevo ajuste para verificar que la medida de talón ahora sea la debida. De no serlo, repetir este paso.

4 Guardar el archivo XLS. Tener presente que la fórmula que se sobrescriba ya no estará activa.

Nota: la secuencia de las varias pasadas del corte en Y a tope afecta los resultados. Las tablas parámetros de proceso de la tecnología True Bevel dan valores basados en el corte de talón en primer lugar, seguido del corte en bisel.

Figura 29 – Medida talón corte en Y a tope

Figura 30 – Tamaño de pieza corte en Y a tope en ajuste de talón usando compensación del proceso

Part Attributes			Process Parameters										
			Bevels							Kerf Controls			
Material	Thickness	Class	Enter Desired BevelAngle Here	Bevel Type	Signed BevelAngle	Land Dimension	LeadIn Feedrate	Base Feedrate	Feedrate	Kerf	Signed Angle Adjustment	Process Compensation	Cut Chart Type
MS	0.3750	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	45	y	-45	0.075		110	40	0.190	2.485		35
MS	0.3750	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	37.5	y	-37.5	0.075		110	44	0.157	2.057		35
MS	0.3750	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	30	y	-30	0.075		110	49	0.136	2.223		35
MS	0.3750	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	27.5	y	-27.5	0.075		110	50	0.130	2.183		35
MS	0.3750	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	22.5	y	-22.5	0.075		110	51	0.120	1.662		35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	0		0			80	80	0.099			35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	0	y	0			80	80	0.099		.015	35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	0	k	0			80	80	0.099			35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	45	a	45			80	44	0.259	3.306		35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	40	a	40			80	49	0.222	4.660		35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	37.5	a	37.5			80	53	0.206	4.620		35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	35	a	35			80	56	0.192	4.522		35
MS	0.5000	130Amp O2/Air Bevel (True Hole)	30	a	30			80	63	0.169	4.153		35

Otros accesorios de bisel Hypertherm

Hypertherm ofrece algunos accesorios concebidos específicamente para aplicaciones de corte en bisel y robótico. Ellos son:

- Camisa de montaje rotatoria (220864)
  - La camisa rotatoria fue concebida para utilizarse en aplicaciones en las que hay necesidad de torcer repetidamente los cables y mangueras de la antorcha.
- Abrazadera de camisa de montaje rotatoria (220900)
  - Esta abrazadera se necesita porque el diámetro de la camisa rotatoria es mayor que el de las camisas estándar (57 mm).
- Herramienta de alineación de cabeza biseladora (428000)
  - Esta herramienta se utiliza para determinar el punto de pivote bisel. (Ver *Determinar la longitud de pivote antorcha (TPL)* en la página 15).

Buscar más información de True Bevel en www.hypertherm.com/truebevel

HPR, EDGE, Phoenix, True Bevel, ProNest, Built for Business e Hypertherm son marcas comerciales de Hypertherm Inc., y pueden estar registradas en Estados Unidos u otros países. Las demás marcas comerciales son propiedad exclusiva de sus respectivos propietarios.

Uno de los valores esenciales de Hypertherm desde hace muchos años es el énfasis en minimizar nuestro impacto al medio ambiente. Hacerlo es crucial para nuestro éxito y el de nuestros clientes. Nos esforzamos siempre por ser más responsables con el medio ambiente; es un proceso que nos interesa profundamente.

© 04/2014 Hypertherm Inc. Revisión 1

807833 Español / Spanish

Hypertherm®

Corte con confianza®