



MOLETEADO POR DEFORMACIÓN / MOLETEADO POR CORTE

FORM KNURLING / CUT-KNURLING



Existen dos formas de conseguir el moleteado, y por ende, dos tipos de herramientas de moletar. Aquellas herramientas que realizan las estrías por deformación y las que las generan por corte de material.

1. Moleteado por deformación

Con este tipo de moleteado las estrías se generan por deformación del material, al ejercer las moletas presión sobre la pieza mientras gira. Este método no implica arranque de material por lo que no hay generación de virutas. Debido a la deformación del material se produce un incremento del diámetro de la pieza. El valor del incremento es variable, ya que depende del material de la pieza mecanizada y de la forma y paso de las estrías generadas (ver tabla página 7), aunque a modo orientativo podemos resumirlo en la siguiente tabla.

+	Formato del moleteado Knurling format	Diámetro de partida d2 Starting diameter d2
	RAA	$d2 = d1 - 0.50t$
	RBL	$d2 = d1 - 0.67t$
	RBR	$d2 = d1 - 0.33t$
	RGE	$d2 = d1 - 0.67t$
	RGV	$d2 = d1 - 0.33t$
	RKE	
	RKV	

$t = \text{paso}$
 $t = \text{pitch}$

2. Moleteado por corte

En el moleteado por corte las estrías se generan por arranque de material. Este tipo de moleteado no genera sobreesfuerzos sobre la maquina y en muchos casos se obtiene un moleteado de mayor calidad y precisión.

Las herramientas utilizadas para esta técnica de moleteado llevan las moletas con un ángulo de inclinación de 30° respecto al eje de giro de la pieza. Esta inclinación hace que la moleta vaya cortando las estrías según gira y avanza a lo largo de la generatriz de la pieza.

El moleteado por corte no genera incremento del diámetro de la pieza mecanizada, ya que en teoría no hay deformación del material. Aunque cabe resaltar que la realidad es que siempre hay un leve desplazamiento del material, que si bien no es de la misma magnitud que el que se generaría por el moleteado por deformación, hay que tenerlo en cuenta cuando la pieza a realizar requiere de cierta precisión en el diámetro final.

Este sistema de moleteado no es aplicable en todos los casos. Solo los perfiles RAA, RBL, RBR y RGE se pueden ejecutar con las herramientas de moletar por corte.

There are two ways to get the knurling, and therefore there are two types of knurling tools: those that make the teeth by form knurling or by cut-knurling.

1. Form knurling

In form knurling the teeth are generated by deformation of the material, because the knurls exert pressure on the piece while it turns. This method is made without removing material so no chips are produced. Due to deformation of the material the diameter of the piece is increased. The value of this increase is variable as it depends on the material of the piece machined and the form and pitch of the teeth generated (see table page 7), but as a guideline it can be summarized in the following table.

2. Cut-knurling

In cut-knurling the teeth are generated by removing material. This type of knurling does not generate overstrain on the machine and in many cases a higher quality and more accurate knurling is obtained.

The tools used for this knurling technique fit knurls with a 30° angle in relation to the rotation axis of the piece. Due to this inclination the knurls cut the teeth while they are turning along the piece.

The cut-knurling system does not generate an increase in the diameter of the machined piece as in theory the material is not deformed. Although it must be stated that there is always a slight displacement of the material that even though it is not of the same magnitude as that generated by form knurling, it must be taken into account when the piece to be made requires a certain precision in the final diameter.

This knurling system is not applicable in all cases. Only RAA, RBL, RBR and RGE profiles can be run with cut-knurling tools.



TÉCNICAS DE MOLETEADO KNURLING TECHNIQUES



Básicamente existen dos técnicas de moleteado.

1. MOLETEADO CON AVANCE RADIAL (Tipo R)

El moleteado radial es aquel en el que la longitud del moleteado en la pieza coincide con el espesor de la moleta a utilizar, por lo tanto la herramienta de moletar solo hay que desplazarla radialmente (avance normalmente representado con la letra R).

En esta técnica de moleteado no es necesario que la moleta vaya biselada, si bien siempre es mejor utilizar moletas biseladas para evitar una rotura prematura de las esquinas de los dientes. Los biseles confieren robustez a los cantos de las moletas.



Esa técnica de moleteado solo es utilizable con herramientas de moletar por deformación. Nunca con herramientas de moletar por corte.

There are basically two knurling techniques.

1. RADIAL FEED KNURLING (R type)

Radial knurling is one in which the length of the knurling in the piece coincides with the thickness of the knurl, therefore the knurling tool is to be moved radially (feed usually represented with the letter R).

In this knurling technique it is not necessary to use beveled knurls, although it is always better so as to avoid premature breakage of the teeth angles. The bevels give strength to the edges of the knurls.

This knurling technique is only applicable to form knurling. It is never applicable to cut-knurling.

2. MOLETEADO CON AVANCE LONGITUDINAL (Tipo F)

El moleteado longitudinal es aquel en el que la longitud del moleteado en la pieza es mayor que el espesor de la moleta a utilizar, por lo tanto la herramienta de moletar hay que desplazarla longitudinalmente (avance normalmente representado con la letra F) hasta alcanzar la longitud de moleteado total requerida.

Esta técnica de moleteado es utilizable tanto para las herramientas de moletar por deformación como las que trabajan por corte. En el caso de las herramientas de moletar por deformación, las moletas han de llevar biseles imperativamente. En el caso de las herramientas de moletar por corte las moletas no tienen que estar biseladas.



2. LONGITUDINAL FEED KNURLING (F type)

In longitudinal knurling the length of knurling piece is longer than the thickness of the knurl, therefore the knurling tool has to move longitudinally (feed usually represented with the letter F).

This knurling technique is applicable to both form knurling tools and cut-knurling tools. In form knurling tools, the knurls must be beveled. In cut-knurling tools, the knurls must be unbeveled.



ELECCIÓN DE MOLETEADO · POR DEFORMACIÓN O POR CORTE KNURLING OPTIONS · FORM KNURLING OR CUT-KNURLING



Existen una serie de condiciones que hacen imperativo el uso de uno de los dos métodos de moleteado. Algunos de esos casos vienen detallados a continuación.

MOLETEADO POR DEFORMACIÓN

1. El moleteado por deformación es imperativo cuando se usa la técnica del moleteado radial (polgeé).
2. Cuando el perfil a mecanizar es de forma RGV, RKE, RKV.
3. Cuando es necesario que el diámetro final de la pieza sea mayor que el diámetro de partida (figura 1).
4. Cuando hay que realizar un moleteado en el fondo de una garganta (figura 2).
5. Para realizar moleteados hasta una cara (figura 3).
6. Para moletear en conos o caras frontales (figuras 4 y 5).

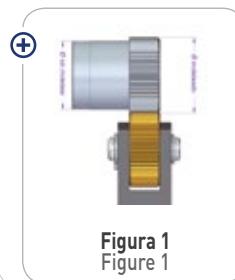


Figura 1
Figure 1

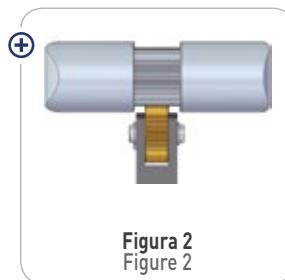


Figura 2
Figure 2

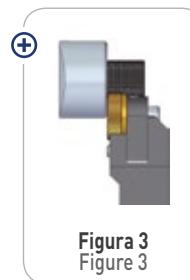


Figura 3
Figure 3



Figura 4
Figure 4



Figura 5
Figure 5

MOLETEADO POR CORTE

1. El moleteado por corte posibilita la ejecución de piezas tubulares de paredes finas, imposibles de realizar mediante moleteado por deformación.
2. Cuando el material a moletear no es deformable como plásticos, nylon, hierro fundido.

There are a number of conditions that make it imperative to use one of the two knurling methods. Some of these cases are detailed below.

FORM KNURLING

1. Form knurling is imperative when a radial knurling technique (polgeé) is used.
2. When the profile to machine is RGV, RKE, RKV.
3. When the final diameter of the piece needs to be bigger than the starting diameter (figure 1).
4. When you have to make a knurling in the bottom of a throat (figure 2).
5. To make knurling till a face (figure 3).
6. To knurling in cones or front faces (figures 4 and 5).

CUT-KNURLING

1. Cut-knurling makes it possible to execute thin walled tubular pieces, whereas with form knurling it is impossible.
2. When the material to be knurled is not deformable as plastics, nylon, cast iron.



ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE MOLETEADO CHOOSING THE MOST SUITABLE KNURLING TOOL



En muchos casos un mismo tipo de moleteado se puede realizar con diferentes tipos de herramientas. De presión ó de corte, de una o varias moletas.

En el siguiente cuadro detallamos para cada tipo de moleteado, con qué herramienta se puede realizar y de qué manera.

In many cases the same type of knurling can be made using different types of tools. Pressure knurling tools or cut-knurling tools of one knurl or more.

The following table shows which kind of tool can be used for each type of knurling.

⊕ Moleteados mecanizables con herramientas de deformación Allowed knurling for form knurling tools

Tipo de moleteado Type of knurling	Herramienta Tool	Moleta Knurl	Avance radial Radial feed	Avance longitudinal Longitudinal feed
RAA	De una moleta One knurl	AA	SI / YES	SI / YES
	De dos moletas Two knurls	AA + AA	SI / YES	SI / YES
	De tres moletas Three knurls	AA + AA + AA	NO / NO	SI / YES
RBL	De una moleta One knurl	BR	SI / YES	SI / YES
	De dos moletas Two knurls	BR + BR	SI / YES	SI / YES
	De tres moletas Three knurls	BR + BR + BR	NO / NO	SI / YES
RBR	De una moleta One knurl	BL	SI / YES	SI / YES
	De dos moletas Two knurls	BL + BL	SI / YES	SI / YES
	De tres moletas Three knurls	BL + BL + BL	NO / NO	SI / YES
RGE	De una moleta One knurl	GV	SI / YES	NO / NO
	De dos moletas Two knurls	BL + BR	SI / YES	NO / NO
	De tres moletas Three knurls	BL + BR + BR	NO / NO	NO / NO
RGV	De una moleta One knurl	GE	SI / YES	NO / NO
	De dos moletas Two knurls	-	-	-
	De tres moletas Three knurls	-	-	-
RKE	De una moleta One knurl	KV	SI / YES	NO / NO
	De dos moletas Two knurls	-	-	-
	De tres moletas Three knurls	-	-	-
RKV	De una moleta One knurl	KE	SI / YES	NO / NO
	De dos moletas Two knurls	-	-	-
	De tres moletas Three knurls	-	-	-



ELECCIÓN DE LA HERRAMIENTA DE MOLETEADO

CHOOSING THE MOST SUITABLE KNURLING TOOL



Moleteados mecanizables con herramientas de corte Allowed knurling for cut-knurling tools

Tipo de moleteado Type of knurling	Herramienta Tool	Versión Version	Moleta Knurl	Avance radial Radial feed	Avance longitudinal Longitudinal feed
RAA	De una moleta One knurl	Derecha Right	BR 30°	NO / NO	SI / YES
		Izquierda Left	BL 30°	NO / NO	SI / YES
RBR 30°	De una moleta One knurl	Derecha Right	AA	NO / NO	SI / YES
RBL 30°	De una moleta One knurl	Izquierda Left	AA	NO / NO	SI / YES
RGE	De dos moletas Two knurls	-	AA + AA	NO / NO	SI / YES
	De tres moletas Three knurls	-	AA + AA + AA	NO / NO	SI / YES
RGE 45°	De dos moletas Two knurls	-	BL 15° + BR 15°	NO / NO	SI / YES
	De tres moletas Three knurls	-	BL 15° + BR 15° + BR 15°	NO / NO	SI / YES

Posibles problemas al moletear

Possible problems and how to solve them

Problema Problem	Causa Cause	Solución Solution
Moleteado doble Double knurling	Escaso avance radial al comenzar el moleteado en la esquina de la pieza Low radial feed at the beginning of the knurling at the edge of the workpiece	Aumentar el avance radial al comienzo del moleteado Increase the radial feed at the beginning of knurling
	El perímetro de la pieza no es un múltiplo entero del paso The perimeter of the workpiece is not a whole multiple of the pitch	Tornear las piezas a un diámetro que proporcione un perímetro múltiplo entero del paso Modify the workpieces diameter. Perimeter has to be a whole multiple of pitch
Fácil rotura de las moletas Easy breaking of the knurls	Excesiva profundidad de moleteado Excessive knurling depth	Reducir la profundidad a valores admisibles para el paso utilizado Reduce the knurling depth to values according to the pitch used
Excesivo desgaste de las moletas Excessive wear of the knurls	Excesiva profundidad de moleteado Excessive knurling depth	Ajustar la profundidad de moleteado a los valores correctos Adjust the depth of the knurling to a correct values
	Las condiciones de trabajo no son las adecuadas Unappropriate work conditions	Revisar la velocidad de corte y el avance axial Check the cutting speed and axial feed



INCREMENTO DEL Ø DE LA PIEZA MOLETEADA POR DEFORMACIÓN INCREASE OF Ø OF THE KNULED PIECE BY FORM KNURLING



Material Material	Tipo Type	Paso (mm) Pitch (mm)									
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0
Acero de 90 kg 90 kg steel		0.08	0.13	0.18	0.22	0.36	0.43	0.50	0.58	0.66	0.68
	RBL	0.08	0.13	0.21	0.24	0.33	0.43	0.52	0.65	0.70	0.76
	RBR	0.08	0.13	0.21	0.24	0.33	0.43	0.52	0.65	0.70	0.76
	RGE	0.10	0.18	0.17	0.30	0.38	0.51	0.63	0.70	0.83	0.93
Acero de 60 kg 60 kg steel	RAA	0.08	0.15	0.20	0.24	0.38	0.45	0.52	0.60	0.68	0.70
	RBL	0.10	0.15	0.23	0.26	0.35	0.45	0.54	0.67	0.72	0.78
	RBR	0.10	0.15	0.23	0.26	0.35	0.45	0.54	0.67	0.72	0.78
	RGE	0.12	0.20	0.29	0.32	0.40	0.53	0.65	0.73	0.85	0.95
Acero inoxidable Stainless steel	RAA	0.10	0.14	0.20	0.25	0.33	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80
	RBL	0.12	0.20	0.23	0.29	0.40	0.50	0.60	0.70	0.78	0.88
	RBR	0.12	0.20	0.23	0.29	0.40	0.50	0.60	0.70	0.78	0.88
	RGE	0.10	0.14	0.20	0.25	0.33	0.53	0.52	0.65	0.70	0.75
Aluminio Aluminium	RAA	0.10	0.15	0.20	0.25	0.33	0.45	0.50	0.58	0.65	0.79
	RBL	0.12	0.17	0.24	0.27	0.39	0.49	0.57	0.58	0.65	0.80
	RBR	0.12	0.17	0.24	0.27	0.39	0.49	0.57	0.58	0.65	0.80
	RGE	0.11	0.15	0.22	0.25	0.33	0.45	0.53	0.65	0.70	0.74
Latón Brass	RAA	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.42	0.45	0.50	0.52
	RBL	0.10	0.15	0.20	0.23	0.30	0.40	0.45	0.53	0.59	0.63
	RBR	0.10	0.15	0.20	0.23	0.30	0.40	0.45	0.53	0.59	0.63
	RGE	0.12	0.17	0.20	0.23	0.30	0.38	0.40	0.46	0.50	0.60



MOLETEADO POR DEFORMACIÓN · VELOCIDADES DE CORTE Y AVANCES FORM KNURLING · FEED AND SPEED



Material Material	ø Pieza ø Piece	ø Moleta ø Knurl	VC (m/min) VC (m/min)	Avance radial (mm/rev) Radial feed (mm/rev)	Avance longitudinal (mm/rev) Longitudinal feed (mm/rev)			
					Paso (mm) Pitch (mm)			
					0.3 + 0.6	0.6 + 1.2	1.2 + 1.6	1.6 + 2.0
Acero 600 N/mm ² 600 N/mm ² steel	<10 mm	10 / 15 mm	20 ÷ 50	0.05 ÷ 0.10	0.15	0.10	0.08	0.07
	10 - 50 mm	15 / 20 mm	25 ÷ 55		0.20	0.15	0.13	0.10
	50 - 100 mm	25 mm	30 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.13
	100 - 200 mm	20 / 25 mm	30 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.13
	200 - 300 mm	25 mm	30 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.13
Acero 900 N/mm ² 900 N/mm ² steel	<10 mm	10 / 15 mm	15 ÷ 40	0.04 ÷ 0.08	0.12	0.08	0.05	0.04
	10 - 50 mm	15 / 20 mm	20 ÷ 45		0.15	0.10	0.08	0.06
	50 - 100 mm	25 mm	25 ÷ 50		0.20	0.15	0.10	0.08
	100 - 200 mm	20 / 25 mm	25 ÷ 50		0.20	0.15	0.10	0.08
	200 - 300 mm	25 mm	25 ÷ 50		0.20	0.15	0.10	0.08
Acero inoxidable Stainless steel	<10 mm	10 / 15 mm	15 ÷ 40	0.04 ÷ 0.08	0.12	0.08	0.05	0.04
	10 - 50 mm	15 / 20 mm	20 ÷ 45		0.15	0.10	0.08	0.06
	50 - 100 mm	25 mm	25 ÷ 50		0.20	0.15	0.10	0.08
	100 - 200 mm	20 / 25 mm	25 ÷ 50		0.20	0.15	0.10	0.08
	200 - 300 mm	25 mm	25 ÷ 50		0.20	0.15	0.10	0.08
Acero fundido Cast steel	<10 mm	10 / 15 mm	20 ÷ 40	0.05 ÷ 0.10	0.15	0.10	0.08	0.07
	10 - 50 mm	15 / 20 mm	25 ÷ 45		0.20	0.15	0.13	0.10
	50 - 100 mm	25 mm	30 ÷ 50		0.25	0.20	0.15	0.13
	100 - 200 mm	20 / 25 mm	30 ÷ 50		0.25	0.20	0.15	0.13
	200 - 300 mm	25 mm	30 ÷ 50		0.25	0.20	0.15	0.13
Aluminio Aluminium	<10 mm	10 / 15 mm	25 ÷ 45	0.05 ÷ 0.10	0.12	0.08	0.05	0.04
	10 - 50 mm	15 / 20 mm	30 ÷ 50		0.20	0.15	0.10	0.06
	50 - 100 mm	25 mm	35 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.13
	100 - 200 mm	20 / 25 mm	35 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.13
	200 - 300 mm	25 mm	35 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.13
Latón Brass	<10 mm	10 / 15 mm	30 ÷ 50	0.05 ÷ 0.10	0.20	0.15	0.12	0.13
	10 - 50 mm	15 / 20 mm	35 ÷ 55		0.25	0.20	0.18	0.15
	50 - 100 mm	25 mm	40 ÷ 65		0.30	0.25	0.20	0.18
	100 - 200 mm	20 / 25 mm	40 ÷ 65		0.30	0.25	0.20	0.18
	200 - 300 mm	25 mm	40 ÷ 65		0.30	0.25	0.20	0.18



MOLETEADO POR CORTE · VELOCIDADES DE CORTE Y AVANCES CUT-KNURLING · FEED AND SPEED



Material Material	Ø Pieza Ø Piece	Ø Moleta Ø Knurl	VC (m/min) VC (m/min)	Avance radial (mm/rev) Radial feed (mm/rev)	Avance longitudinal (mm/rev) Longitudinal feed (mm/rev)			
					Paso (mm) Pitch (mm)			
					0.3 + 0.6	0.6 + 1.2	1.2 + 1.6	1.6 + 2.0
Acero 600 N/mm ² 600 N/mm ² steel	<10 mm	8.9 mm	30 ÷ 50	0.05 ÷ 0.10	0.15	0.10	0.08	0.05
	10 - 50 mm	14.5 / 21.5 mm	35 ÷ 55		0.20	0.15	0.13	0.10
	50 - 100 mm	21.5 mm	40 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.12
	100 - 200 mm	21.5 mm	40 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.12
	200 - 300 mm	35 / 42 mm	60 ÷ 80		0.30	0.25	0.20	0.15
Acero 900 N/mm ² 900 N/mm ² steel	<10 mm	8.9 mm	15 ÷ 30	0.04 ÷ 0.08	0.12	0.08	0.05	0.04
	10 - 50 mm	14.5 / 21.5 mm	20 ÷ 40		0.15	0.10	0.08	0.06
	50 - 100 mm	21.5 mm	25 ÷ 45		0.20	0.15	0.10	0.08
	100 - 200 mm	21.5 mm	25 ÷ 45		0.20	0.15	0.10	0.08
	200 - 300 mm	35 / 42 mm	35 ÷ 55		0.20	0.15	0.10	0.08
Acero inoxidable Stainless steel	<10 mm	8.9 mm	15 ÷ 30	0.04 ÷ 0.08	0.12	0.08	0.05	0.04
	10 - 50 mm	14.5 / 21.5 mm	20 ÷ 40		0.15	0.10	0.08	0.06
	50 - 100 mm	21.5 mm	25 ÷ 45		0.20	0.15	0.10	0.08
	100 - 200 mm	21.5 mm	25 ÷ 45		0.20	0.15	0.10	0.08
	200 - 300 mm	35 / 42 mm	35 ÷ 55		0.20	0.15	0.10	0.08
Acero fundido Cast steel	<10 mm	8.9 mm	30 ÷ 50	0.05 ÷ 0.10	0.15	0.10	0.08	0.05
	10 - 50 mm	14.5 / 21.5 mm	35 ÷ 55		0.20	0.15	0.13	0.10
	50 - 100 mm	21.5 mm	40 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.12
	100 - 200 mm	21.5 mm	40 ÷ 60		0.25	0.20	0.15	0.12
	200 - 300 mm	35 / 42 mm	60 ÷ 80		0.30	0.25	0.20	0.15
Aluminio Aluminium	<10 mm	8.9 mm	50 ÷ 70	0.05 ÷ 0.10	0.15	0.10	0.05	0.05
	10 - 50 mm	14.5 / 21.5 mm	55 ÷ 75		0.20	0.15	0.13	0.10
	50 - 100 mm	21.5 mm	60 ÷ 90		0.25	0.20	0.15	0.12
	100 - 200 mm	21.5 mm	60 ÷ 90		0.25	0.20	0.15	0.12
	200 - 300 mm	35 / 42 mm	80 ÷ 110		0.30	0.25	0.20	0.15
Latón Brass	<10 mm	8.9 mm	35 ÷ 55	0.05 ÷ 0.10	0.15	0.10	0.12	0.05
	10 - 50 mm	14.5 / 21.5 mm	40 ÷ 60		0.20	0.15	0.13	0.10
	50 - 100 mm	21.5 mm	45 ÷ 65		0.25	0.20	0.15	0.12
	100 - 200 mm	21.5 mm	45 ÷ 65		0.25	0.20	0.15	0.12
	200 - 300 mm	35 / 42 mm	70 ÷ 90		0.30	0.25	0.20	0.15



RELACIÓN ENTRE EL DIÁMETRO A MOLETEAR Y EL PASO

RELATIONSHIP BETWEEN PART DIAMETER AND PITCH



La relación entre el diámetro de la pieza a moletar y el paso de la moleta seleccionada es muy importante para poder lograr un moleteado de calidad. Siempre hay que tratar de conseguir que la longitud de la circunferencia de la pieza a moletar sea múltiplo del paso de la moleta utilizada.

EJEMPLO 1

Diámetro previo de la pieza: 21 mm
Paso de la moleta: 1.0 mm
Relación: $21 \times 3.1416 / 1.0 = 65.97$
Diferencia con número entero: $66 - 65.97 = 0.03$

Cuanta mayor diferencia haya entre el valor obtenido del cálculo anterior y un número entero, mayor esfuerzo tendrá que realizar el conjunto moleteador-moleta para tratar de compensar la desproporción. Ese sobreesfuerzo se traduce en un moleteado de peor calidad y una reducción en el rendimiento de la moleta.

En el peor de los casos, cuando el valor de esa proporción difiere demasiado de un valor entero, se produce "doble moleteado". En este supuesto, el conjunto moleteador-moleta no logra compensar la desproporción y durante las primeras la moleta hace múltiples penetraciones en la pieza sin respetar el paso.

EJEMPLO 2

Diámetro previo de la pieza: 18 mm
Paso de la moleta: 1.0 mm
Relación: $18 \times 3.1416 / 1.0 = 56.56$
Diferencia con numero entero: $57 - 56.56 = 0.44$

The ratio between the diameter of the piece to be knurled and the pitch of the knurl is very important to achieve good quality knurling. The length of the circumference of the piece should always be a multiple of the knurl pitch used.

EXAMPLE 1

Previous diameter of the workpiece: 21 mm
Pitch of the knurl: 1.0 mm
Ratio: $21 \times 3.1416 / 1.0 = 65.97$
Difference with whole number: $66 - 65.97 = 0.03$

The greater the difference between the value obtained from the above calculation and a whole number, the more effort the tool will have to do to try to compensate the disproportion. This over-pressure generates a reduction in the quality of the knurling and in the performance of the knurl.

In the worst case, when the value of this proportion differs too much of a whole value, it makes a "double knurling".

EXAMPLE 2

Previous diameter of the workpiece: 18 mm
Pitch of the knurl: 1.0 mm
Ratio: $18 \times 3.1416 / 1.0 = 56.56$
Difference with whole number: $57 - 56.56 = 0.44$





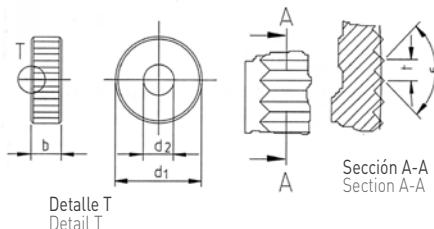
MOLETAS SEGÚN DIN 403

KNURLS ACCORDING TO DIN 403



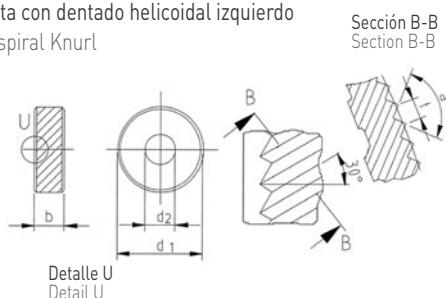
AA

- Moleta con dentado recto
- Straight pattern Knurl



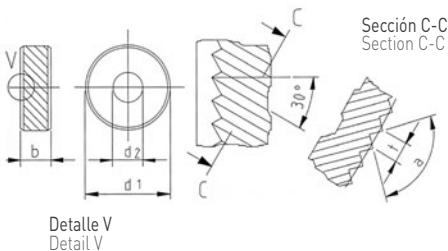
BL

- Moleta con dentado helicoidal izquierdo
- Left spiral Knurl



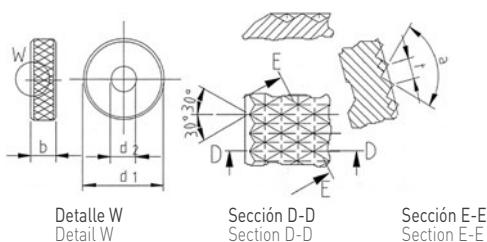
BR

- Moleta con dentado helicoidal derecho
- Righthand spiral Knurl



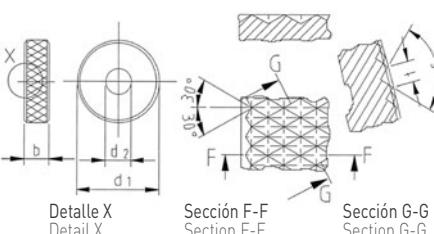
GE

- Moleta con dentado cruzado puntas salientes
- Cross-knurl, points up (male)



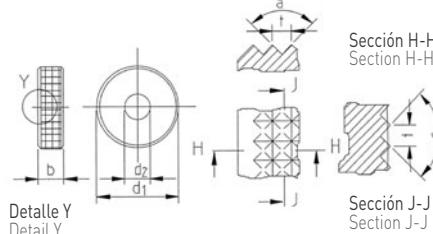
GV

- Moleta con dentado cruzado puntas entrantes
- Cross-knurl, points down (female)



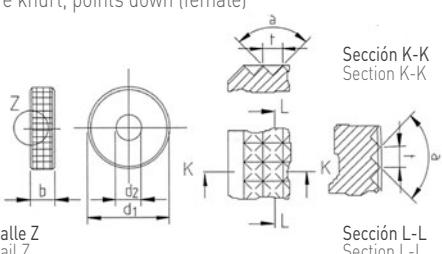
KE

- Moleta con dentado cuadrado puntas salientes
- Square knurl, points up (male)



KV

- Moleta con dentado cuadrado puntas entrantes
- Square knurl, points down (female)



MOLETEADO EN PIEZA SEGÚN DIN 82

KNURLING ON COMPONENTS ACCORDING TO DIN 82

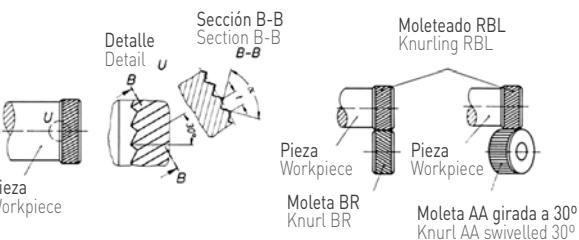
RAA

- Moleteado con estrías paralelas al eje
- Knurling with grooves parallel to axis



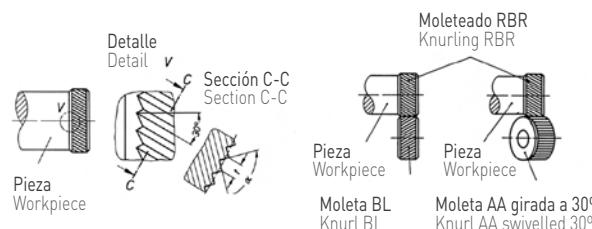
RBL

- Moleteado helicoidal izquierdo
- Left spiral knurling



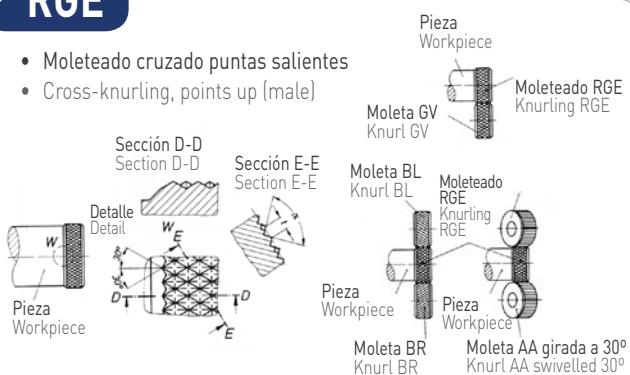
RBR

- Moleteado helicoidal derecho
- Right spiral knurling



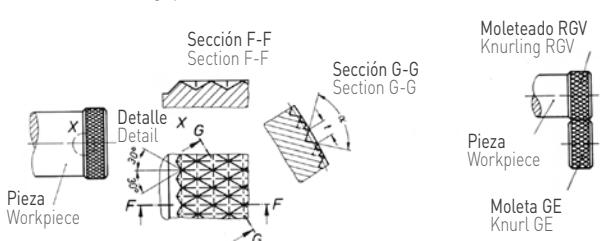
RGE

- Moleteado cruzado puntas salientes
- Cross-knurling, points up (male)



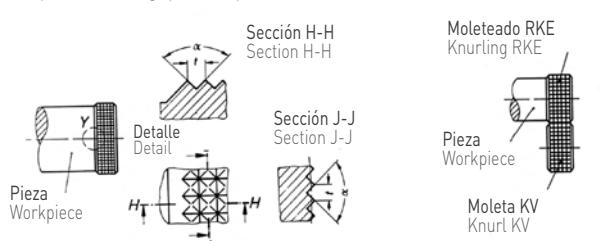
RGV

- Moleteado cruzado, puntas entrantes
- Cross-knurling, points down (female)



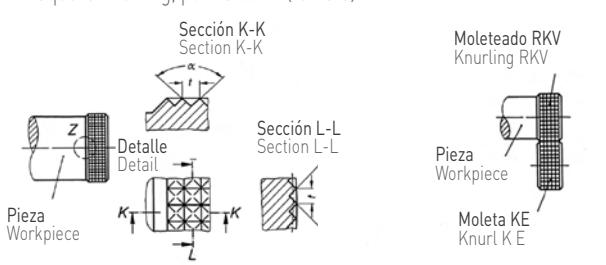
RKE

- Moleteado cuadrado, puntas salientes
- Square knurling, points up (male)



RKV

- Moleteado cuadrado, puntas entrantes
- Square knurling, points down (female)





GAMA MOLETAS INTEGI INTEGI KNURL RANGE



Dimensions Sizes	Bisel Bevel	AA	BL15	BR15	BL30	BR30
8,9 x 2,5 x 4	S	■	■	■	■	■
10 x 4 x 4	F	●			●	●
10 x 5 x 4	F	●			●	●
14,5 x 3 x 5	S	●	●	●	●	●
15 x 4 x 4	F	●			●	●
15 x 5 x 4	F	●			●	●
15 x 6 x 4	F	●			●	●
15 x 6 x 10/6	F	●			●	●
20 x 6 x 6	F	○			○	○
20 x 8 x 6	F	○			○	○
20 x 10 x 6	F	○			○	○
21,5 x 5 x 8	S	○	○	○	○	○
25 x 6 x 8	S	○	○	○	○	○
25 x 8 x 8	F	○			○	○
25 x 10 x 8	F	○			○	○
25 x 10 x 15/11	F	○			○	○
32 x 8 x 14	S	□	□	□	□	□
42 x 12 x 18	S	■	■	■	■	■

Pasos disponibles · Available pitches

■	0,3 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 1,0 mm	◆	0,6 - 0,8 - 1,0 - 1,6 mm
●	0,3 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 1,0 - 1,2 mm	□	1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 mm
◆	0,5 - 0,6 - 0,8 - 1,0 mm	○	1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 - 3,5 - 4,0 mm
●	0,3 - 0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 1,0 - 1,2 - 1,5 mm	▢	Bajo pedido · On request
○	0,4 - 0,5 - 0,6 - 0,7 - 0,8 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 1,6 - 1,8 - 2,0 mm		



GAMA MOLETAS INTEGI INTEGI KNURL RANGE



Tipo de bisel : Type of bevel

Tipo de bisel · Type of bevel	
F	Bisel en ambas caras · Bevel on both faces
S	Sin biseles · Unbeveled

MOLETAS ESPECIALES SPECIAL KNURLS



Moletas cónicas Conical knurls



KAA



KBL



KBR

Datos necesarios para la fabricación de moletas cónicas:

- Forma de tallado (KAA, KBL, ...)
- Ángulo del diente
- Diámetro D
- Diámetro del agujero D_i
- Espesor E
- Paso en D_m
- Diámetro medio D_m o ángulo del cono
- Material
- Recubrimiento
- Biselados

Necessary data to manufacture conical knurls:

- Knurling pattern (KAA, KBL, ...)
- Teeth angle
- D diameter
- D_i bore diameter
- E width
- Pitch measured at D_m
- D_m mid-diameter or angle of the cone
- Material
- Coating
- Chamfers

Moletas cóncavas y convexas Concave and convex knurls



C



DL



DR



E



FL



FR

Datos necesarios para la fabricación de moletas cóncavas y convexas:

- Forma de la moleta
- Forma de tallado
- Ángulo del diente
- Diámetro D
- Diámetro del agujero D_i
- Espesor E
- Paso en D
- Radio
- Material
- Recubrimiento
- Biselados

Necessary data to manufacture concave and convex knurls:

- Knurl form
- Knurling pattern
- Teeth angle
- D diameter
- D_i bore diameter
- E width
- Pitch
- Radius
- Material
- Coating
- Chamfers

