

ACUÑACION A MOLINO – EL RECORTE DEL RIEL ACUÑADO

La palabra troquelar, viene derivada del griego troque, que significa corte, y lar, que quiere decir forma. Recurriendo a su origen semántico, podríamos definir troquelar como cortar a la forma. Se puede denominar a troquelar, como una acción mecánica, que se utiliza para realizar agujeros geométricos, en láminas de metal sin la producción de viruta.

EL TORCULO – LA MAQUINA MANUAL PARA EL RECORTE DEL RIEL ACUÑADO



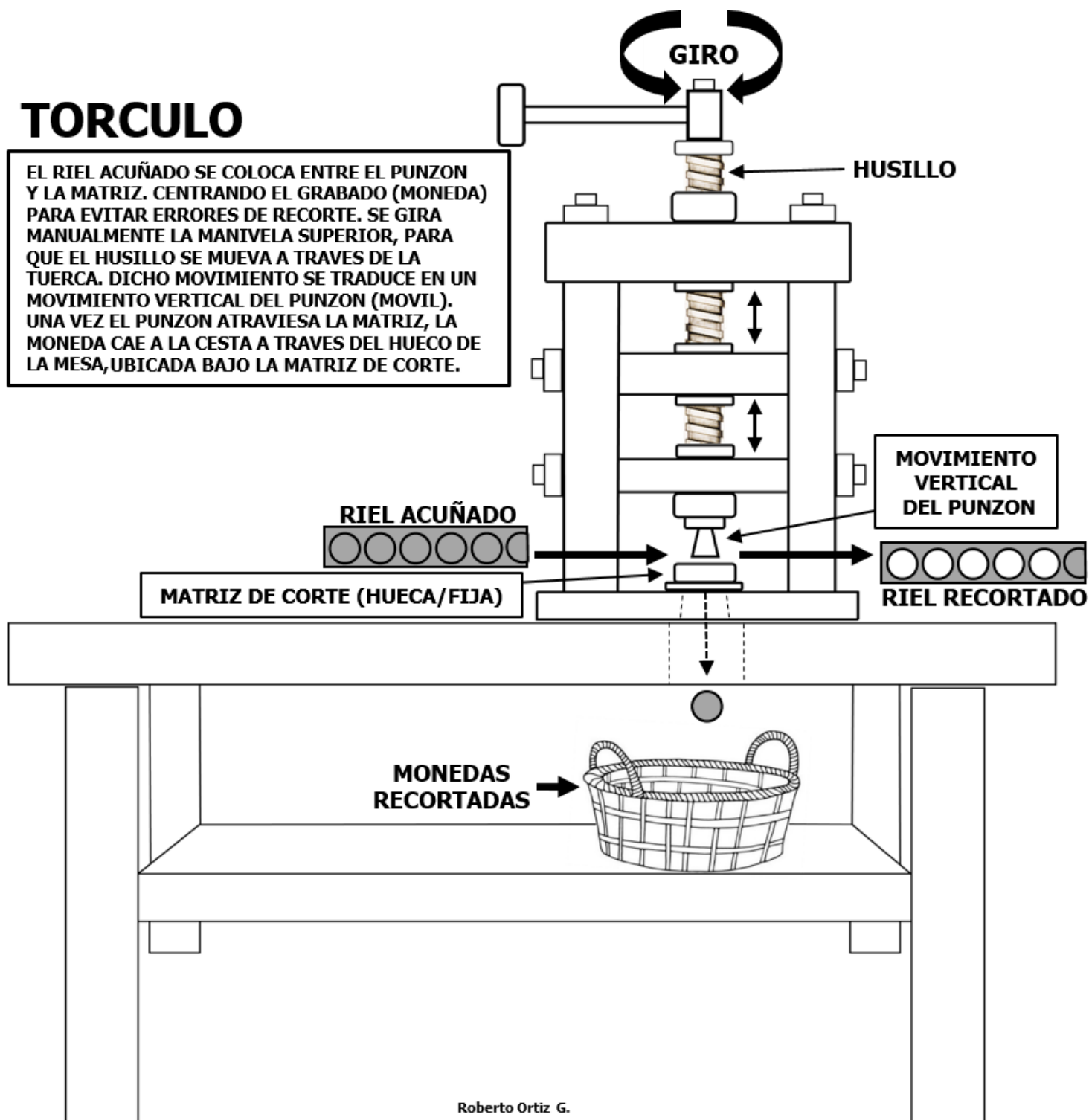
Recortador, Ceca de Cesky Krumlov (detalle inv. 5). Museo del Castillo, Cesky Krumlov, Rep. Checa. [Foto: G. Murray]

Hacia 1551, junto con el inicio de la laminación y acuñación a rodillo en Augsburgo, Alemania, introduce también, el recortado de las láminas, con un tórculo recortado, provisto de juegos de machos y hembrillas, o Punzón y Matriz Hueca, de tamaño estandarizado para cada valor o módulo de moneda. Fuente – <https://www.segoviamint.org/es/>

Los elementos básicos que constituyen el Tórculo, son el Punzón, y la Matriz de corte donde se inserta el Punzón cuando es empujado de forma enérgica. El punzón es menor en diámetro a la matriz de corte. El riel acuñado debe estar siempre entre el punzón y la matriz. El punzón es móvil (husillo), mientras que la Matriz hueca es fija. El punzón sería la herramienta macho, mientras que la matriz sería la hembra. El Punzón es la Herramienta que presiona el riel. Tiene la forma de la moneda. La Matriz es el negativo del punzón, debe ser hueca, con la forma de la moneda, para que penetre el punzón y se produzca el corte. También ha de permitir la salida o expulsión de la moneda.

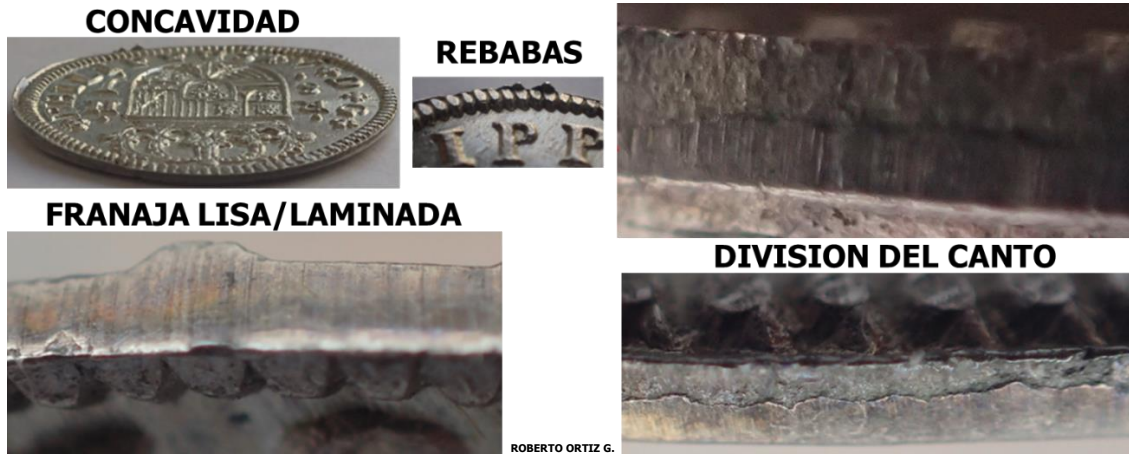
TORCULO

EL RIEL ACUÑADO SE COLOCA ENTRE EL PUNZON Y LA MATRIZ. CENTRANDO EL GRABADO (MONEDA) PARA EVITAR ERRORES DE RECORTE. SE GIRA MANUALMENTE LA MANIVELA SUPERIOR, PARA QUE EL HUSILLO SE MUEVA A TRAVES DE LA TUERCA. DICHO MOVIMIENTO SE TRADUCE EN UN MOVIMIENTO VERTICAL DEL PUNZON (MOVIL). UNA VEZ EL PUNZON ATRAVIESA LA MATRIZ, LA MONEDA CAE A LA CESTA A TRAVES DEL HUECO DE LA MESA, UBICADA BAJO LA MATRIZ DE CORTE.



Roberto Ortiz G.

El corte del riel se realiza por una acción de cizalla o cizallado entre dos bordes afilados de corte. El filo externo del punzón y el filo interno de la matriz (hueca). El borde superior de corte (punzón), se mueve hacia abajo sobrepasando el borde fijo inferior de corte (Matriz Hueca). El corte consiste en separar la moneda del riel, mediante un punzón y una matriz.



La franja lisa o laminada (parte inferior del canto), es consecuencia del filo interno de la matriz hueca, que al mismo tiempo desgarrar el metal en la parte inferior (del Hueco/agujero) del riel. El filo externo (a lo largo del perímetro) del punzón, lamina, deja liso el riel (hueco /agujero) en su parte superior, pero desgarrar el metal (en lo que será) el canto de la moneda. Ese desgarrar del metal, es la franja rugosa del canto de la moneda y tiende a tener menor diámetro que la franja lisa o laminada. Cuando ambos desgarrar, roturas del metal, consecuencia de la presión del punzón sobre el riel entre dos filos (cizallamiento), se unen, ocurre la separación de la moneda del riel acuñado. La moneda cae en el cajón o cesta, debajo del agujero, en la fuerte mesa o tablero, donde está sujetado el tórculo, de manera que no se mueva, ni la máquina ni la mesa al accionar la palanca. Después del corte, y dependiendo de la holgura o tolerancia de corte, el canto de la moneda y el borde del agujero del riel, tienden a tener contornos similares pero invertidos.

La matriz debe tener el diámetro/medida estipulado en la ceca. La matriz debe ser elaborada a la medida de la moneda. La matriz es la que determina el diámetro de la moneda. La geometría de la Matriz debe ser igual en forma y dimensiones a las de la moneda. La holgura se aplica al punzón. El punzón será de menor diámetro que la matriz. La holgura es la distancia entre la Matriz y el Punzón. El tamaño del agujero dejado en el riel, es igual al diámetro del punzón, y el de la moneda cortada igual al hueco de la matriz.

Cuando el punzón baja, empuja el metal contra la matriz. Esa presión produce la deformación plástica del metal (riel). Debido a la resiliencia de la tira, esta se flexiona/deforma entre el punzón y la matriz. El riel en la parte superior va cediendo al filo del punzón, vence la resistencia del metal y se rompe/corta. Lo mismo ocurre en la parte inferior del riel, el filo de la matriz supera la resistencia del metal y se quiebra. Cuando la rotura superior e inferior del riel se unen, es cuando la moneda se separa del riel. La línea de corte es perpendicular al riel, es decir, en el plano vertical, es donde se produce la separación de la moneda.

Un problema a evitar en el Tórculo, es el desprendimiento de material/metal del riel, ya que ello provocara rozamiento y mal funcionamiento de la máquina. Para ello es necesario tener la correcta holgura entre los elementos de corte (matriz y punzón) y que el riel este hecho de un material mas blando que el punzón, Estas dos soluciones contrarrestan la adhesión del material desprendido. Para reducir la fricción entre el herramental y el riel, puede implementarse el uso de un punzón con cierta conicidad negativa, en lugar de un elemento recto.

ECONOMIA

El riel supone un costo económico importante a la Ceca. Por ello, es muy importante, estudiar, definir y controlar todos los procedimientos previos al corte, para minimizar las perdidas. Nada puede ser omitido o imprevisto. El metal supone la mayor parte del coste de recortar el riel acuñado, por ello la economía es un factor muy importante a considerar. La laminación del riel (grosor y tamaño), y la distancia de los grabados (cara de cada moneda), en los Cuños Rodillo, son puntos a tener muy en cuenta. Se trata de minimizar el metal sobrante, de desecho o cizalla, una vez realizado el recorte del riel acuñado. Es importante que se apliquen las distancias correctas entre Grabados del Cuño Rodillo y que el tamaño del riel sea el óptimo para aprovechar el máximo de metal (riel). Distancias excesivas entre grabados implican un desperdicio de metal. Distancias insuficientes pueden provocar la rotura del riel. Los Cuños Rodillo de los cincuentines y Centenes, solo tenían un Grabado. Con lo cual, es el tamaño del riel, el punto a tener en cuenta para minimizar la cizalla. Por ello, lo ideal sería optimizarlo al tamaño de la moneda, es decir, al

tamaño de la matriz Hueca. Sin embargo, hay que tener en cuenta otro factor, la acuñación del riel. Para acuñar un riel bien, un factor importante es su tamaño. Cuanto mas ancho y largo sea, en principio mas grabados completos recogerá. Esto se contrapone, al tamaño óptimo de un riel para conseguir minimizar la cizalla (economía/costes). Un riel cuadrado disminuye la cizalla (Economía), pero un riel mas largo seria en principio mas fácil de acuñar.

Revista NVMISMA 254, 2010. Juan José Sánchez Castaño – Siempre era conveniente que hubiese la mínima diferencia posible entre el calibre de entrada del riel y el de su salida, pues esto favorecía que hubiese una menor deformación de la elipse grabada en el rodillo. El objetivo era, por consiguiente, utilizar la mínima presión posible en este último paso de laminación en frío, pues este provoca un endurecimiento extremo del metal, lo que no solo causaba frecuentes agrietamientos del riel, sino que también dificultaba el posterior troquelado o corte de la moneda. Así mismo, la continua fricción de los cilindros hacía que su temperatura aumentase constantemente, redundando en un prematuro desgaste.

Al poner en marcha el Real Ingenio de Segovia en 1586, se tomó nota de que el sistema mecánico producía más cizalla; la tercera parte por peso de la partida entera, comparado con la cuarta parte en las cecas de martillo.

Fuente - <https://www.segoviamint.org/>

HOLGURA O TOLERANCIA DE CORTE

La tolerancia de corte permite la penetración del Punzón en la Matriz de corte, y por tanto la separación de la moneda del riel. La Matriz hueca debe tener la misma dimensión que la moneda, y el Punzón deberá ser ligeramente menor. La tolerancia de corte del Tórculo es la holgura que se deja entre Punzón y Matriz Hueca, y debe estar uniformemente repartida alrededor del diámetro del punzón. La holgura se aplica al punzón, ya que la matriz de corte tiene un diámetro fijo, el de la moneda. Se trata de minimizar la expansión/deformación del metal, debido a la presión del punzón sobre el riel acuñado. Un buen recorte del riel (canto), depende mucho de la holgura. La holgura a su vez depende del riel. Intervienen factores como la aleación, su recocido, grosor, tamaño,...La holgura que se tiene que dejar entre punzón y la matriz hueca, depende de la resistencia al corte del riel. En principio, a mayor dureza de la aleación, mayor holgura requerida. A mayor grosor del riel, mayor holgura se requerirá. A menor tamaño de la matriz hueca (orificio), e igual grosor del riel, mayor es la holgura requerida. El Tórculo producirá un corte correcto estableciendo la holgura adecuada, y la fuerza para ello, será la mínima necesaria. El Tórculo puede sufrir desgastes prematuros o roturas, por la nula o incorrecta aplicación de la tolerancia.

Un valor de tolerancia correcta, permite conseguir monedas con el canto bien definido y sin rebabas. Los esfuerzos producidos por el Tórculo, con una tolerancia de corte correcta, no generan desprendimientos de metal ni incrustaciones por la expansión del metal. La presión del metal, que se produce sobre las paredes de corte es la adecuada, sin sobreesfuerzos por excesiva laminación, ni holguras inapropiadas o demasiado acusadas.

a) Tolerancia de corte demasiado grande

Las monedas presentaran, en principio, un canto irregular, con rebabas y pequeños desprendimientos de metal (hojas). El metal desprendido de la moneda, puede adherirse al punzón, o puede dañar/romper el Tórculo, en su área de corte (punzón y matriz hueca).

b) Tolerancia de corte nula o insuficiente

Mayor fuerza para cortar la moneda se necesita, por lo que el tórculo, sufre mayor desgaste en el área de corte. Impide la expansión del metal (riel), presionado entre el Punzón y la Matriz Hueca. Por ello el canto puede presentar un excesivo laminado. Además, por la falta de fluencia/deformación plástica del riel, y el aumento de presión de los elementos de corte, se generan fuerzas de sentido radial sobre las herramientas, hecho que suele acabar con la rotura de éstas.

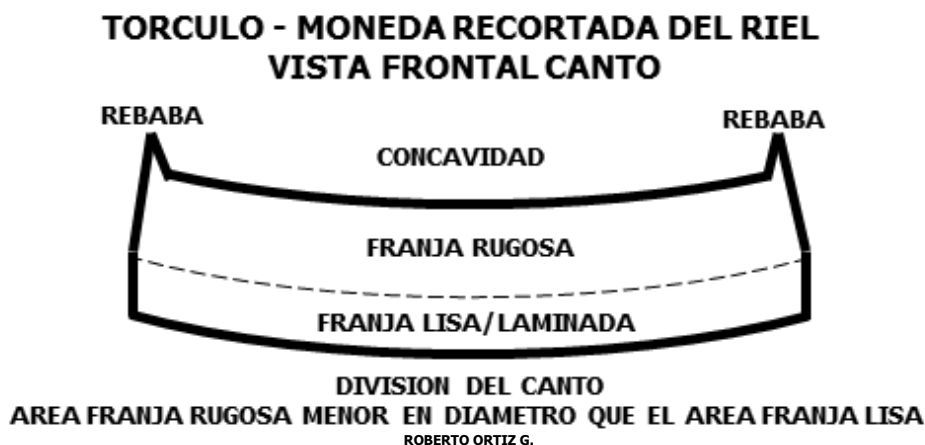
LA ORIENTACION DE CORTE DEL RIEL ACUÑADO

La franja rugosa del canto de la moneda, es consecuencia de la penetración del punzón. El punzón, desgarrar la superficie superior del riel en vertical. Cuando ese desgarro se une al corte inferior en vertical de la matriz hueca, se desprende la moneda. Recortar el disco acuñado del riel, en principio, dejara una rebaba alrededor del borde de una de las caras. En este caso, como se corta el disco metálico ya acuñado (moneda), la moneda presenta esa rebaba en una de las caras producto del corte.

Un riel acuñado tiene dos caras. La cara con los grabados de anverso, y la cara inversa con los grabados de reverso. Las rebabas en el borde de la moneda y/o la franja rugosa en el canto, tras su recorte del riel, delatan la orientación del riel acuñado, en el momento de su recorte en el Tórculo. Las rebabas y la franja rugosa indican que el Punzón del Tórculo, esta sobre el riel en el momento del corte. Por ello, la Matriz hueca del Tórculo esta debajo del riel acuñado en el momento del corte.

EL TORCULO NO DAÑA LOS RELIEVES ACUÑADOS EN EL RIEL

El riel se recorta (Tórculo), para obtener las monedas. La moneda, en principio, tiene el mismo grosor que el riel del que se obtuvo. El proceso de corte afecta a las monedas físicamente.



1) Signos típicos del corte en el canto. El canto no es liso ni perpendicular al plano del riel. División del canto en dos franjas.

Canto Diagonal - Revista NVMISMA 132-137. 1975. La máquina que sirve para cortar las monedas se deberá arreglar del modo siguiente: el Grabador de la Casa deberá de entregar al fiel, o Maestro de Moneda con arreglo a los troqueles que lían de servir para la acuñación, el tamaño o diámetro de ella. Para otro tamaño o diámetro ajustará el Maestro de Moneda la circunferencia del corte, conformándose en cuanto le fuese posible, y usando de otros dos cortes únicamente en atención al feble y fuerte del permiso. También se procurará en otros cortes, que los machos sean casi perpendiculares, evitando la figura demasiado diagonal que suelen darles, de que resulta la mala impresión del cordoncillo por la oblicuidad de los cantos de la moneda.

2) Rebabas. Recortar el disco acuñado del riel, siempre dejara una rebaba alrededor del borde de una de las caras. En este caso, como se corta el disco metálico ya acuñado (moneda), la moneda presenta esa rebaba en una de las caras, consecuencia del corte.

En principio, la altura de la rebaba se incrementa al aumentar la holgura de corte (distancia entre punzón y matriz hueca) y la ductilidad del riel. Los bordes desafilados de la herramienta de corte del tórculo, aumentaran la aparición de rebabas. La altura, forma y tamaño de la rebaba incidirá en el proceso de cerrillado. El desgaste por circulación hará desaparecer esa rebaba y demás signos de corte del canto. Por ello, encontrar piezas con rebabas, delatara su circulación, y ayudara a establecer el estado de conservación.

3) Redondeado en el borde del canto. Puede ocurrir en la franja lisa, en la cara del riel que se enfrenta a la matriz de corte. Causado por la deformación plástica del riel durante el proceso de recorte.

4) Endurecimiento del borde de la moneda debido al corte. El punzón (de corte) incide sobre el riel acuñado, realizando un esfuerzo perpendicular a su posición. El corte endurece/compacta el metal en el área del canto, fruto de la presión entre el filo de corte y la Matriz (Hueca). Este endurecimiento es negativo para el cerrillado. Puede producir acuñación floja.

¿Para cerrillar el canto, se procedería a un recocido de la moneda?. No hay documentación acerca de ello.

5) Concauidad

El Tórculo también puede curvar la moneda (Acuñación a Molino).

6) La moneda recortada tiende a ser circular. Circular por la forma de la matriz hueca. Un problema que puede afectar a los procesos de corte es la distorsión del riel. Este problema, puede surgir en máquinas recortadoras, cuya holgura es menor a la adecuada. La moneda desprendida del riel es deformada y su geometría no corresponde con la de la matriz de corte (circular).

7) Monedas segmentadas y final de riel

Encontrar monedas segmentadas delata el recorte a Tórculo. Las monedas segmentadas presentaran una muesca/falta de metal circular. Los grabados (monedas) están a lo largo del riel (vertical), por ello una moneda segmentada, presentara la muesca circular en la vertical, Segmentada vertical, en la dirección de la acuñación, y delatara la orientación del grabado en el Cuño Rodillo. Los Cincuentines y los Centenes, acuñaban rieles con un solo grabado (moneda), de ahí que no encontremos segmentadas en estas piezas.

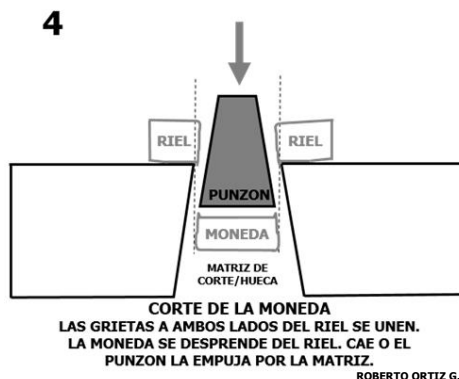
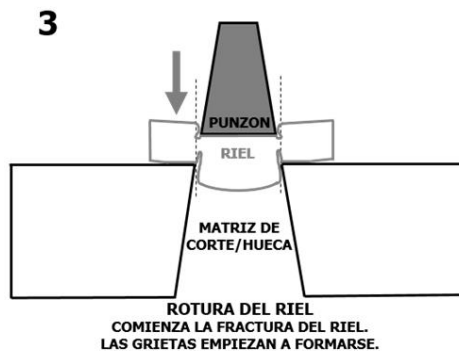
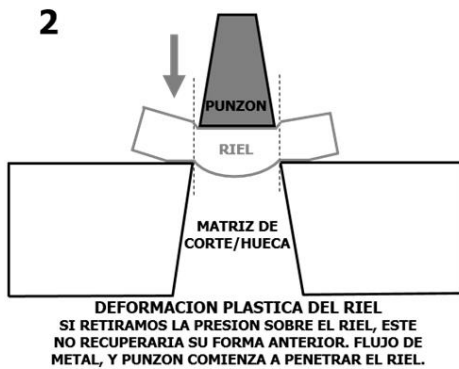
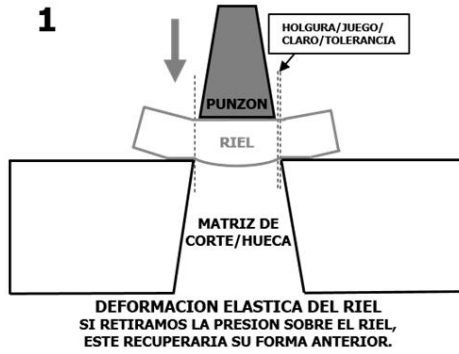
Un final de riel en principio, es síntoma de que la pieza ha sido recortada a Tórculo y no ha tijera metálica. En principio, una tijera tendería a dejar mas liso ese borde de riel, sobre todo en sus extremos, por efecto del corte. También encontraríamos en el canto, aristas/bordes/ángulos consecuencia del uso de la tijera.

FASES O ETAPAS DE PROCESO DE RECORTE DEL RIEL ACUÑADO

El riel acuñado es colocado en el Tórculo, entre el Punzón y la Matriz

1. El punzón incide sobre el riel imprimiendo un esfuerzo perpendicular al sentido de las fibras del riel.
2. Al continuar presionando, se produce un endurecimiento del material en la zona de corte por efecto de la compactación del material cercano a los filos de corte del punzón y la matriz.
3. Las fibras continúan siendo comprimidas y la rotura del material se produce una vez que el punzón ha penetrado en, aproximadamente, un tercio del espesor de la chapa. En este instante, las fibras están seccionadas, pero el riel continúa formando una única masa
4. El punzón atraviesa el riel en todo su espesor, momento en el que se separa completamente la moneda comprimida entre los filos del punzón y la matriz.

EL RECORTE DEL RIEL EN EL TORCULO FASES



EL TORCULO NO DAÑA EL DISEÑO DEL RIEL ACUÑADO

Recortar un riel con un Tórculo es un proceso de corte, de cizalladura, no daña los relieves del riel acuñado. No hay fuerza de reacción en sentido opuesto a la ejercida por el punzón como para aplastar los relieves del riel.

1) La matriz de corte es hueca, ello hace que el riel se doble, se deforme hacia ella.

2) La matriz es además mas grande en diámetro que el punzón.

3) Durante el proceso de ruptura/desprendimiento de la moneda, esta baja/cae por ella, o es empujada por el punzón.

La fuerza que ejerce el punzón, provocara fuerzas de reacción en el área de los fillos, fuerzas verticales y las fuerzas laterales que no afectan a las caras del riel. La fuerza vertical del punzón no provoca fuerza vertical de reacción en el área del riel que queda bajo el punzón. No hay fuerza vertical en sentido contrario, pues en el lado opuesto, hay un hueco mayor que el diámetro del punzón, es el hueco, el filo de la matriz. De ahí que no haya aplastamiento de los relieves del riel. Además, en principio, no tiene sentido aplicar un proceso, que dañe la moneda.

En todo el contorno definido por el punzón y la matriz aparece una presión continua por parte del punzón, y la reacción que se opone al esfuerzo aplicado, por parte del riel. Con la presión del punzón, los fillos del punzón (fuerza vertical en el contorno del filo), y de la matriz (fuerza vertical de reacción a la fuerza del punzón), hacen que el riel (fibras) se doble hacia abajo por breves instantes. El riel se flexiona (deformación elástica), entre el punzón y la matriz. A continuación, el riel se opone, se resiste al corte, ocurre una deformación plástica. El punzón sigue presionando, en su descenso, hasta que la presión con que ataca es superior a la resistencia a la cizalladura del metal. Ambos fillos vencen la resistencia del metal, rompiendo las fibras (grieta) por arriba del riel, primero el punzón, y por debajo del riel, la matriz a continuación. Al continuar el punzón su penetración, se producen fuerzas horizontales en el filo del punzón y en el filo de la matriz. Estas fuerzas horizontales, conllevan la fricción con el metal al penetrar los fillos en el. La fricción es la que ira provocando el desgaste de los fillos del punzón y de la matriz. Las grietas o roturas de fibras de ambos lados del riel, se encuentran, produciéndose un corte correcto. En principio, las grietas se forman en la dirección de la matriz, siempre que la holgura frene el flujo del metal. Si las grietas no se encuentran, el corte será incorrecto. El punzón entra en la matriz. Como la acción de unas tijeras. El corte del riel, se realiza por una acción de cizalla o cizallado entre dos bordes afilados de corte, el filo del perímetro externo del punzón, y el filo del perímetro interno de la matriz. El canto de la moneda ha sufrido un endurecimiento, por efecto de fibras deformadas y comprimidas durante su separación del riel.

El uso del tórculo no afecta, no daña, no aplasta los relieves del riel acuñado. No daña el diseño. Las monedas, y los rieles acuñados y recortados, como los de la imagen, así lo constatan.



Cizalla del Ingenio de Segovia. Museo Segovia. [Foto: G. Murray]



FACTORES QUE PUEDEN INFLUIR EN QUE LA MONEDA NO SEA PERFECTA CIRCULAR

Las dos principales causas que afectan al módulo, a la dimensión geométrica de la moneda son:

1) Los elementos de corte del Tórculo.

a) La forma geométrica de la matriz o el punzón. La moneda, en principio, tendrá la misma forma geométrica de la matriz. Si la matriz de corte, no es circular perfecta, o si la medida no coincide con la establecida en principio para la moneda, la moneda tendrá diferente módulo geométrico.

b) Aleación y Tratamiento térmico de los elementos de corte. Resistencia, tenacidad, dureza,... de la Matriz de corte y Punzón

2) La aleación del riel. La dureza del metal está ligada a la Resistencia al corte. Tensiones elástico plásticas del metal (riel) durante la presión del Punzón.

Otros puntos que pueden incidir en la dimensión geométrica de la moneda;

3) La holgura o tolerancia entre Punzón y Matriz de corte. La holgura debe ser la correcta, y uniforme en todo el perímetro de corte (alineación punzón/matriz). El punto 1ª (herramienta de corte no circular perfecta), llevaría a no poder aplicar uniformidad en la tolerancia de corte. Y por el punto 2 y 4, la holgura o tolerancia de corte varía con el grosor del riel y la aleación del metal. Una incorrecta tolerancia de corte podría dar medidas incorrectas en las monedas.

4) El grosor del riel.

5) El curvado del riel durante la acuñación. La planitud del riel influye en el corte de la moneda.

6) La acuñación centrada del grabado. Una manera de entender este punto, es llevándolo al extremo. Un grabado acuñado sobre el borde lateral del riel, el grabado estará incompleto ligeramente. A la hora del corte, hay una falta de metal.

7) Los elementos de corte. El filo es muy importante. El desgaste o rotura del filo afectara a la geometría de la moneda. El desgaste del punzón se traduce en pérdida de metal, en disminución de su diámetro. El desgaste de la Matriz, al perder metal, lleva a una Matriz mayor en módulo. El desgaste de ambos elementos de corte no tiene porque ser uniforme en su perímetro.

Las roturas pueden ser en un punto o perimetrales. Si se rompe un Matriz en un punto, aparecerá un exceso de metal en el canto de la moneda. Si la rotura es mayor, el exceso de metal tendrá el tamaño de la rotura de la matriz de corte.

8) La máquina (Tórculo). El mantenimiento y la operatividad de la maquina en principio, son sencillos. Es preciso que todos los elementos de la maquina estén bien montados/ajustados y funcionen correctamente.

Los parámetros de la maquina establecidos, con mismos diámetros de los elementos de corte, misma holgura, misma fuerza del tórculo, hacen que el corte y la forma de la moneda no sea siempre igual, porque cada riel a recortar, es distinto. En principio, ningún riel es igual en resistencia al corte, grosor, aleación, planitud,...Es muy difícil trabajar el metal a la hora de conseguir uniformidad en el resultado. De ahí que siempre hay tolerancias (peso) en las leyes de fabricación de monedas, y que por ello, nos encontremos con piezas de la misma tirada, distintas en peso, grosor y diámetro. Para que todos los rieles laminados en frío, se comporten igual en los diferentes procesos de la Ceca, estos deben ser homogéneos en sus propiedades y características.

Desprendimientos de metal (Hojas, metal mal batido,...) durante laminación, acuñación, o recorte del riel, incluyendo en el canto (franja rugosa), aleación, grosor (decimas de milímetro en relación al diámetro),... influyen en el peso. Una moneda recortada del riel, puede sufrir concavidad tras el corte, pero también puede venir ondulada de la acuñación del riel. Ello lleva a que su módulo varíe a lo largo de su perímetro, debido a la ondulación.

Los procesos de acuñación no son perfectos, la acuñación a molino es imperfecta. Es imposible fabricar rieles todos iguales para acuñar. Iguales en aleación, iguales en grosor. Ello lleva a diferencias en su acuñación. El metal, las aleaciones de metal, son difíciles de trabajar para conseguir uniformidad. El metal depende de bastantes factores y inciden en el desde su fabricación en la fundición, hasta el resultado final, la moneda. En esos factores, también hay que incluir el humano y el herramental/maquina. Todo ello hace que sea imposible obtener rieles uniformes en grosor, peso y aleación. Ello lleva a que cada riel se comporte diferente ante parámetros uniformes establecidos en las maquinas, maquinas como las de recorte del riel. Las maquinas eran manuales, y aunque en principio no eran difíciles en montaje, funcionamiento y mantenimiento, podía haber errores de montaje, de calibración de parámetros/medidas, problemas de funcionamiento, desgaste/holgura de piezas por uso,...

Cincuentines, un riel único para cada acuñación del grabado. Un poco mayor que el módulo de la pieza pero rectangular, así se presupone sería. ¿Todos los rieles eran iguales en aleación y grosor? En principio, no. Porque los cincuentines varían en peso y módulo, pues porque todo el proceso es imperfecto y además ocurren errores durante el proceso. Buscar una única causa es imposible, pero saber las causas por las que sucede esa variación de módulo

significa entender el proceso y que este precisamente causa esa variación. ¿Donde?eso es coger moneda a moneda, y conocer el metal, y los parámetros de las máquinas del proceso, y las máquinas,...no estábamos allí.

Numisma 254, 2010. Hemos de tener en cuenta que el coeficiente de dilatación de los metales que se usaban en el Ingenio eran diferentes, no solo entre el oro, el cobre y la plata, sino que también variaba en un mismo metal y entre los diferentes rieles dependiendo de su fundición y licuación, de la distribución más o menos homogénea de la ley en el riel (lo que haría variar su peso específico), de la densidad y composición de su aleación, de su recocido, de su temperatura, del arco del rodillo que pisa el metal, de las holguras de la máquina, etc., lo que provocaría que no se comportase siempre según se supone en un modelo matemático sencillo. Además el material desplazado del anverso y el reverso es recogido en las tallas y las muescas, haciendo variar la deformación, pues esta se calcula para el laminado liso.

Siempre era conveniente que hubiese la mínima diferencia posible entre el calibre de entrada del riel y el de su salida, pues esto favorecía que hubiese una menor deformación de la elipse grabada en el rodillo. El objetivo era, por consiguiente, utilizar la mínima presión posible en este último paso de laminación en frío, pues este provoca un endurecimiento extremo del metal, lo que no solo causaba frecuentes agrietamientos del riel, sino que también dificultaba el posterior troquelado o corte de la moneda. Así mismo, la continua fricción de los cilindros hacía que su temperatura aumentase constantemente, redundando en un prematuro desgaste.

Como hemos visto, las diferencias entre los grosores suelen ser de décimas de milímetro, es decir, la presión era la estrictamente necesaria para empujar el metal del riel las décimas de altura que tiene el grabado en el rodillo, lo que nos da una idea de la precisión de los parámetros con los que se trabajaba.

ACUÑACION A MOLINO VS ACUÑACION A VOLANTE SIN VIROLA

En carta fechada el 18 de Septiembre de 1770 y dirigida al Ilmo. Sr. D. Enrique Múzquiz, superintendente general de las Casas de Moneda, el ensayador mayor del Reino, Juan Rodríguez Gutiérrez, que era firme defensor de implantar la nueva acuñación con prensa de volante en las cecas, en sustitución del molino; informaba con respecto a los repintes del punzón en los retratos provenientes de los Ingenios: "...en inteliga de que ha de salir repintado, y mal, y sobre esta dificultad ninguno de su punta al tamaño entre si, pues aunque representen a un mismo sujeto, yá al impulso de la rueda de sellar, ya a las manos del Grabador cuando Hinca el Punzón, ya cuando se corta la moneda, a donde es preciso arrastrar el retrato por tener el inconveniente grande las fábricas de molino, de cortarlo después de sellado...". Posteriormente insiste: "...salían repintadas esto es, tres, o cuatro ojos, uno sobre otro, tres o cuatro barbas, bocas...". Archivo Histórico Nacional, Fondos Contemporáneos, Ministerio de Hacienda, FNMT, leg. 7900, exp. 1, de 17-09-1770, y leg. 7883, exp. 11, de 18-09-1770.

Se pueden encontrar en la misma carta críticas a la limitación del tamaño del retrato que podían acuñar los ingenios en comparación a los obtenidos por volante: "Tráigame este Sor.(refiriéndose al superintendente de la ceca de Segovia, Joseph Sánchez, partidario de la acuñación a rodillo y que a su vez había escrito una carta en defensa del molino) todo género de monedas hechas en aquella Fábrica, hasta el famoso Cincuentín... y se verá que aún en esta hermosa moneda, o pieza de dote, o promesa, no se halla un retrato como un garbanzo; quisiera que su merced, me dijera el porque no lo llevan mas Monedas en aquel, y los otros ingenios de su tipo, y porque (si malo se encuentra alguno) esta tan repintado". En otro párrafo leemos: "quien me dirá... que hay una Moneda con el lustre que las de los Volantes **ni llana, ni avenida, ni redonda**, ni con retrato correspondiente à su grandeza, o tamaño...". Más adelante escribe: "me pondría de parte del ingenio de Segovia, que no tengo ningún inconveniente expreso en que los retratos sean del tamaño, o un poco mas de el que remito del Señor Felipe IV, que es a cuanto fuerzas de ese ingenio se pudo entender entre nosotros...". Suponemos que el ensayador mayor adjuntaba la moneda de 16 maravedís de la serie de vellón de 1660-1664, acuñada en Segovia a molino y que portaba un pequeño y desafortunado busto de Felipe IV. El ensayador mayor se queja también de que la moneda española no lleve la efigie del monarca, al ser : "...difícil, y mucho, colocarlos en un cilindro...", y abunda en su idea: "Daré muchas gracias a Dios, y nos alegraremos mucho de que en lo fácil de una superficie plana me desempeñen los diez, y nueve retratos que componen las diez y nueve Monedas en las Casas de S.M. y que no me envíen disparates, cuanto más hacerlos en un cilindro..."

CINCUENTIN

COMO SE RECORTABA UN CINCUENTIN

Según Duran, se necesitan toneladas de presión de un Husillo para recortar un Cincuentín. Para calcular la fuerza que necesita una máquina para cortar un Cincuentín hay una fórmula física. $F = R \times L \times G$ donde F es la fuerza que se necesita, R la resistencia del metal al corte (plata /oro), L el área/geometría de la moneda y G el grosor de la moneda. Coeficiente de resistencia a la cizalladura de la plata laminada k/mm². Depende de la aleación y del recocido, pero estaría alrededor de 22,5-25.

$76 \times 3,14 \times 4 \times 25 : 1000$ donde 75 son los mm de diámetro. El número pi, es para calcular el área del círculo (moneda). 4 son los mm de grosor y 24,5 es la resistencia de la plata pura si recocer (dura).

$76 \times 3,14 \times 4 \times 25 : 1000 = 23,8$ Toneladas de presión necesita el Tórculo para recortar un cincuentín. Es un cálculo aproximado, pues desconocemos la resistencia al corte de la plata laminada en Segovia. Pero nos dice que **Duran tenía razón cuando comentaba que para recortar un Cincuentín, se necesita un volante con una fuerza de 20 toneladas.**

TAMAÑO DEL HUSILLO/TORNILLO DEL TORCULO

El tamaño del Husillo es el que determina la fuerza del Tórculo. La fuerza de la máquina depende del material en que este construida. Hay máquinas de Tornillo manuales y contemporáneas, fabricadas en acero forjado, que su Husillo es de 60 mm de diámetro, y que da una fuerza a la máquina de 20 toneladas. ¿Utilizaban el bronce endurecido en esa época?. ¿No era posible fabricar husillos de alrededor 70 mm?.

PRENSAS DE HUSILLO - <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/994/T-ESPE-024367.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PRENSA DE HUSILLO

La prensa de husillo de accionamiento manual, como la que se ve en la figura 4.1, es de muy poco rendimiento, pero brinda servicios muy útiles a nivel de taller de matricería para los ensayos de los troqueles en construcción, puesta a punto de las herramientas, también para los procesos de recortado, embutición o estampado, los cuales no requieran de grandes esfuerzos. Este tipo de prensa consta con elementos como: el bastidor el cual es de fundición o de acero colado, pueden ser con cuello de cisne o con puente, puede estar previsto en su parte superior de una tuerca de bronce, uno o más montantes sirven de guía para el cabezal. La mesa es usada dependiendo del modelo y está provista de ranura para fijar las herramientas, el husillo de accionamiento es de acero tratado y consta de varios filetes, gira en la tuerca del bastidor. **El mecanismo de estas prensas es accionado por medio de un volante o por una palanca provista de contrapeso, el diámetro de este husillo condiciona el esfuerzo disponible.**

Esfuerzo disponible condicionado por el diámetro del husillo.

Diámetro del husillo	Esfuerzo
mm	Ton
30	1
40	2
50	3
55	10
65	15
70	20

El cabezal es de fundición o de acero moldeado el cual es guiado sobre los montantes y recibe el movimiento del husillo de mando por mediación de un tejuelo, se encuentra provisto de un alojamiento y de agujeros perforados para la fijación de herramientas. Fuente - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS MATRICES DE CORTE Y EMBUTICION RECTANGULAR PARA SER UTILIZADA EN LA PRENSA HIDRAULICA DE 60 TONELADAS DEL DECEM - LMH Desarrollado por: RAFAEL ALEJANDRO LOZA DUEÑAS MIGUEL ANGEL MORA TIPAN DIRECTOR: ING. JOSE GUASUMBA CODIRECTOR: ING. PABLO FIGUEROA

Se trata de una prensa de estructura muy robusta y bastidor en "H", con unas dimensiones exteriores de, aproximadamente, 2.500 × 3.300 × 1.600 mm; aunque con un área de trabajo relativamente pequeña, de unos 450 milímetros de ancho. Por ello, esta prensa está indicada para procesos de forja y estampación de piezas tridimensionales de tamaño medio, de barras de cierta sección y en el PUNZONADO y estampación DE PLETINAS (RIELES) DE CIERTO GROSOR. <https://www.tecnicaindustrial.es/estudio-tecnico-y-contextual-de-las-prensas-de-husillo-de-las-reales-fabricas-de-san-juan-de-alcaraz-de-riopar-albacete/>

TORCULO – LA DIVISION DEL CANTO

Para recortar un riel acufiado, y por tanto obtener las monedas, se recurría a dos métodos de corte.

- 1) La cizalla o Tijera de metal. Recorta monedas de hasta 5 mm de grosor.
- 2) El tórculo o Máquina de Husillo para cortar. Tendra a dejar una moneda redonda.

¿Tras el corte del riel con el Tórculo, como queda el canto de la moneda visualmente?

Uno de los puntos/detalles, que hacen reconocer o que delatan, un recorte de riel con una máquina de Husillo, es el aspecto del canto. Su textura concretamente. Un recorte de riel a máquina, dejara dos texturas diferentes en el canto. Una lisa, laminada, producto del filo (interno de la Matriz Hueca) y otra rugosa, consecuencia del desgarro del metal (consecuencia de la penetración del punzón).

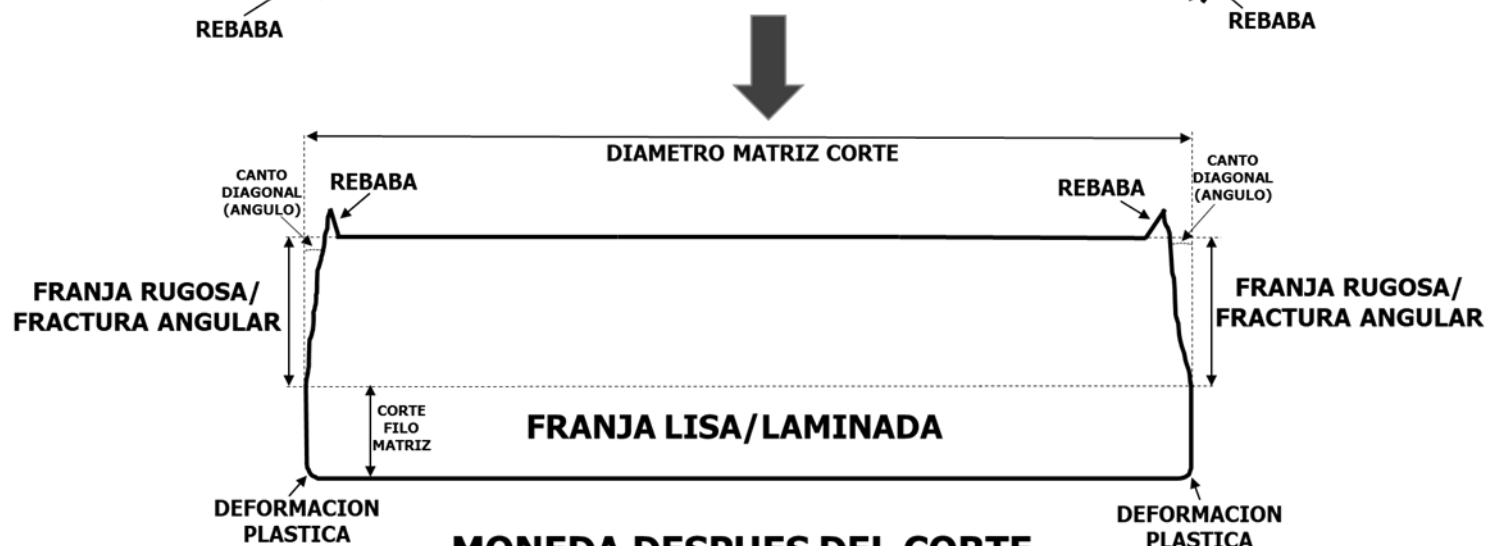
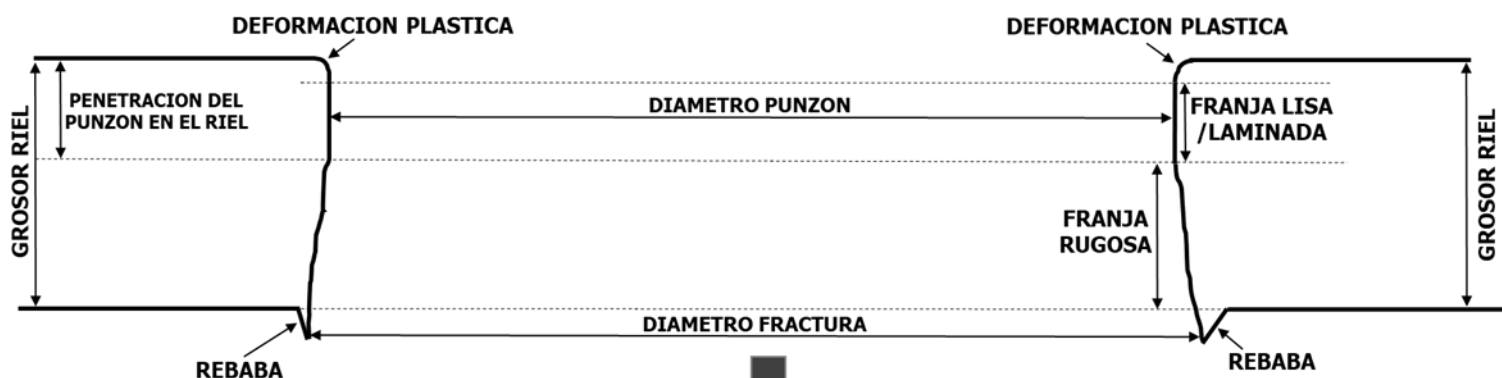
El canto en principio, presentara una división en dos franjas. La división no tiene por qué ocurrir en todo el perímetro del canto. Puede ocurrir, que durante el corte del riel, se desprenda metal del canto, lo que todos conocemos como hojas saltadas, y que dicho desprendimiento de metal afecte a una o ambas franjas.

Las dos franjas consecuencia del recorte a Máquina de Husillo.

1) Franja laminada/pulida. A causa del filo interno de la Matriz de corte, por lo que tendera a presentar una textura pulida, lisa, un rayado vertical en la dirección del corte. Presentará un laminado vertical. La franja lisa o laminada llega hasta el punto donde se produce la rotura del metal, el desgarro del metal. Esta franja, aparece en la cara de la moneda opuesta a las rebabas, en caso de haberlas. Esta franja es consecuencia del elemento de corte de la matriz hueca, de su rozamiento con el filo de corte.

2) Franja rugosa. Presentará una textura rugosa, áspera, causa del desgarro del metal por la presión del punzón. El área rugosa es debida a la rotura o desgarro del metal (moneda), del riel. El diámetro de la moneda en el área del canto desgarrado, en su franja rugosa suele ser menor, a causa de la rotura/ pérdida de metal. Las rebabas que a veces encontramos en las monedas recortadas, aparecen en la franja rugosa. La franja lisa aparece en la cara opuesta a las rebabas.

RIEL DESPUES DEL CORTE



MONEDA DESPUES DEL CORTE

ROBERTO ORTIZ G.

Así como la moneda recortada a Tórculo presenta signos del corte en el canto, el riel, también los presenta en su borde cortado. El riel presentara la franja lisa o laminada consecuencia del filo del perímetro externo del punzón. El tamaño del agujero/hueco/orificio/perforación en el riel, viene determinado por el diámetro del Punzón. La moneda al desprenderse del riel, presentara en su canto, la franja laminada o lisa, consecuencia del filo del perímetro interno de la matriz.

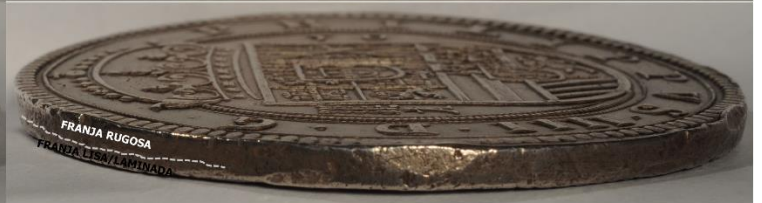
Los Cincuentines expuestos a continuación, presentan en el canto dos texturas, la rugosa y la laminada. Eso nos lleva directamente, a obviar una tijera de metal, como herramienta de corte del riel acuñado. Nos lleva a pensar en una Máquina de Husillo, como la causante del recorte de los cincuentines, al menos en los cantos que apreciamos a continuación.

1620



ROBERTO ORTIZ G.

1623



1623

ROBERTO ORTIZ G.

1626



ROBERTO ORTIZ G.



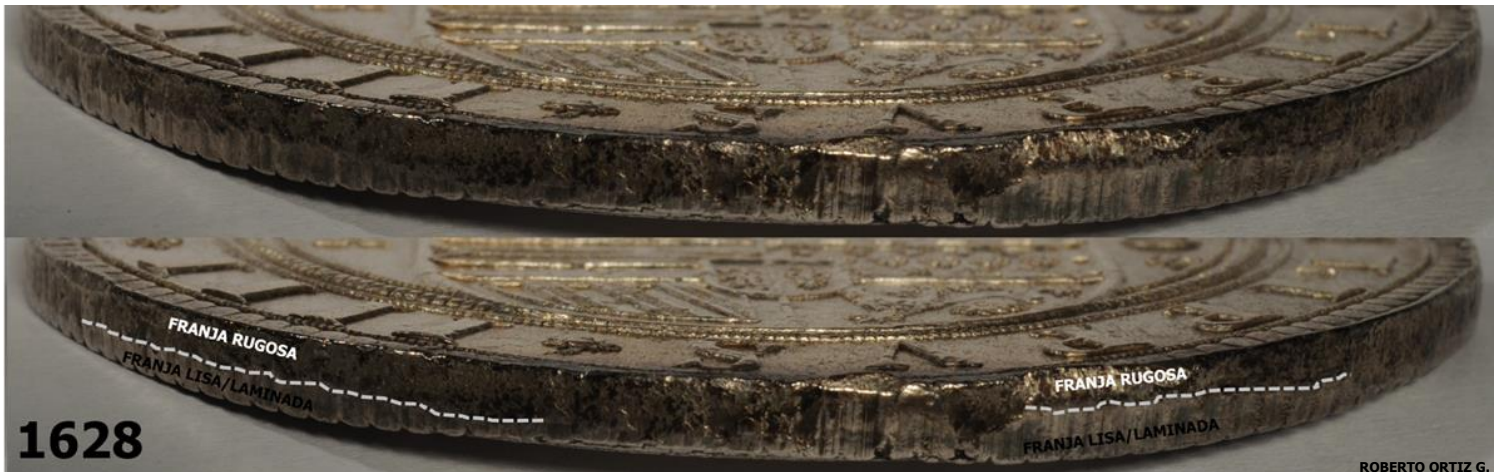
1626

ROBERTO ORTIZ G.

1628



ROBERTO ORTIZ G.

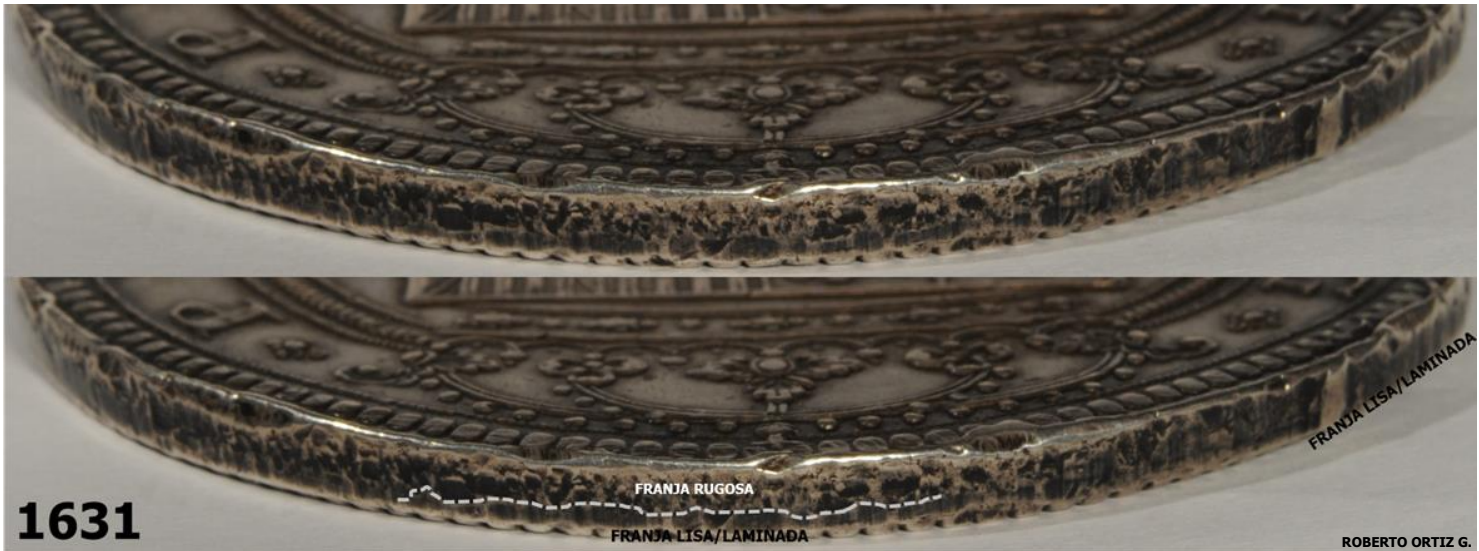


1628

ROBERTO ORTIZ G.

Rodillos paralelos: Es frecuente que **los rieles laminados se curven lateralmente**, esto no se debe a que resbalen (sometidos a varias toneladas de presión es imposible), sino a una mínima diferencia de altura en algunos de los lados del rodillo, que no conservaría el paralelismo con el rodillo opuesto, y por lo tanto no ejerce una compresión idéntica en ambos lados. Este problema, es bien conocido por los joyeros cuando utilizan sus pequeños laminadores. NVMISMA 254, 2010. Juan José Sánchez Castaño.

1631



1631



1631

ROBERTO ORTIZ G.

La orientación del escudo, del Cincuentín Segoviano en el Cuño Rodillo, era vertical, en la dirección del movimiento de los rodillos, en la dirección del flujo del metal. De ahí que en el borde de la moneda hablemos de lateral de riel, pues coincide con el borde más largo de la tira metálica, su lateral.

1632



ROBERTO ORTIZ G.



1632

ROBERTO ORTIZ G.

Las monedas acuñadas a molino, suelen presentar un alabeo. La acuñación a rodillo, a veces presenta una ligera curva de la moneda. En principio, dos son las causas de ello:

- 1) Curvado lateral del riel debido a la acuñación. Se produce durante la acuñación del riel al pasar entre los Cuños Rodillo.
- 2) Recorte del riel acuñado a máquina: Cortar la moneda a máquina, puede curvar la moneda. La moneda presenta una ligera concavidad.

La siguiente pieza presenta una ligera concavidad. Un curvado que no es lateral producto de la acuñación del riel. ¿Por qué?. La orientación del escudo tiene la respuesta. Por ello la concavidad de la pieza lleva a pensar, que es producto del recorte del riel. Recorte del riel a Tórculo.

1633



ROBERTO ORTIZ G.



1633

1635

ROBERTO ORTIZ G.



ROBERTO ORTIZ G.



1635

FRANJA RUGOSA
FRANJA LISA/LAMINADA

ROBERTO ORTIZ G.

ROBERTO ORTIZ G.

1651



FRANJA RUGOSA
FRANJA LISA/LAMINADA

FRANJA RUGOSA
FRANJA LISA/LAMINADA

FRANJA RUGOSA
FRANJA LISA/LAMINADA



1651

FRANJA RUGOSA
FRANJA LISA/LAMINADA

ROBERTO ORTIZ G.



1659

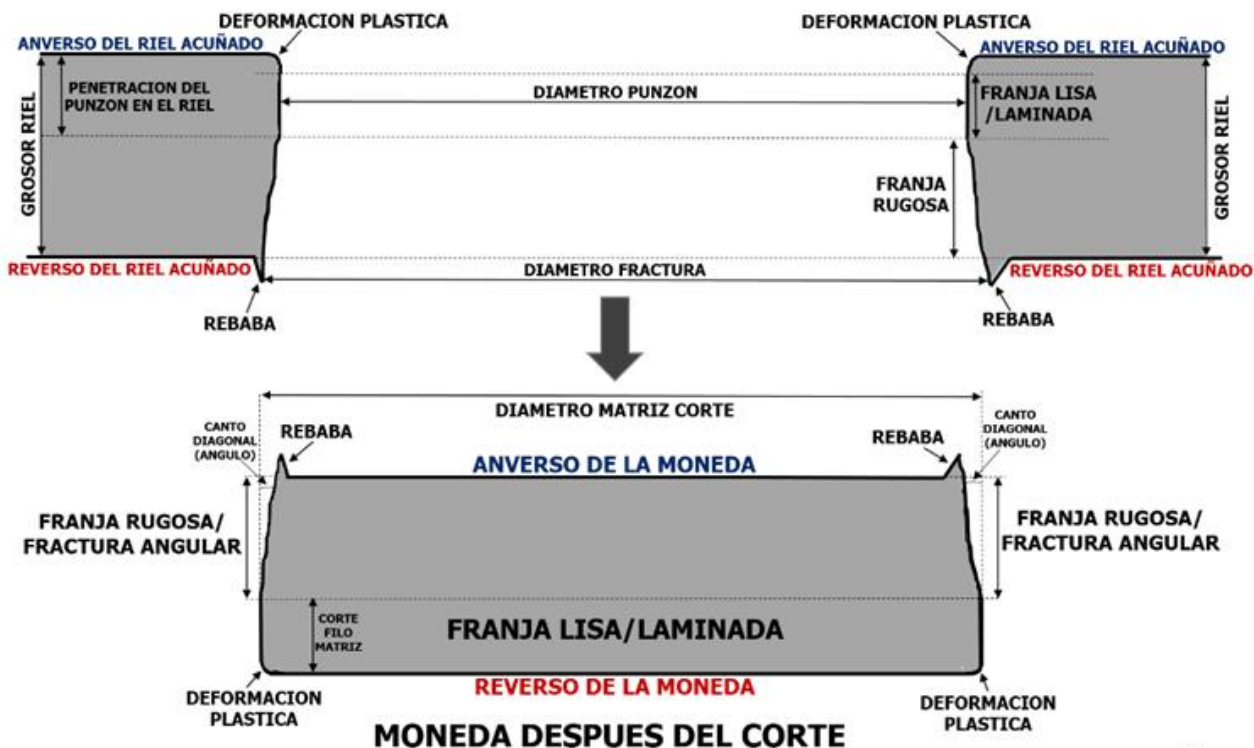
DIVISION DEL CANTO – DOS FRANJAS DIFERENCIADAS

FRANJA RUGOSA
FRANJA LISA/LAMINADA

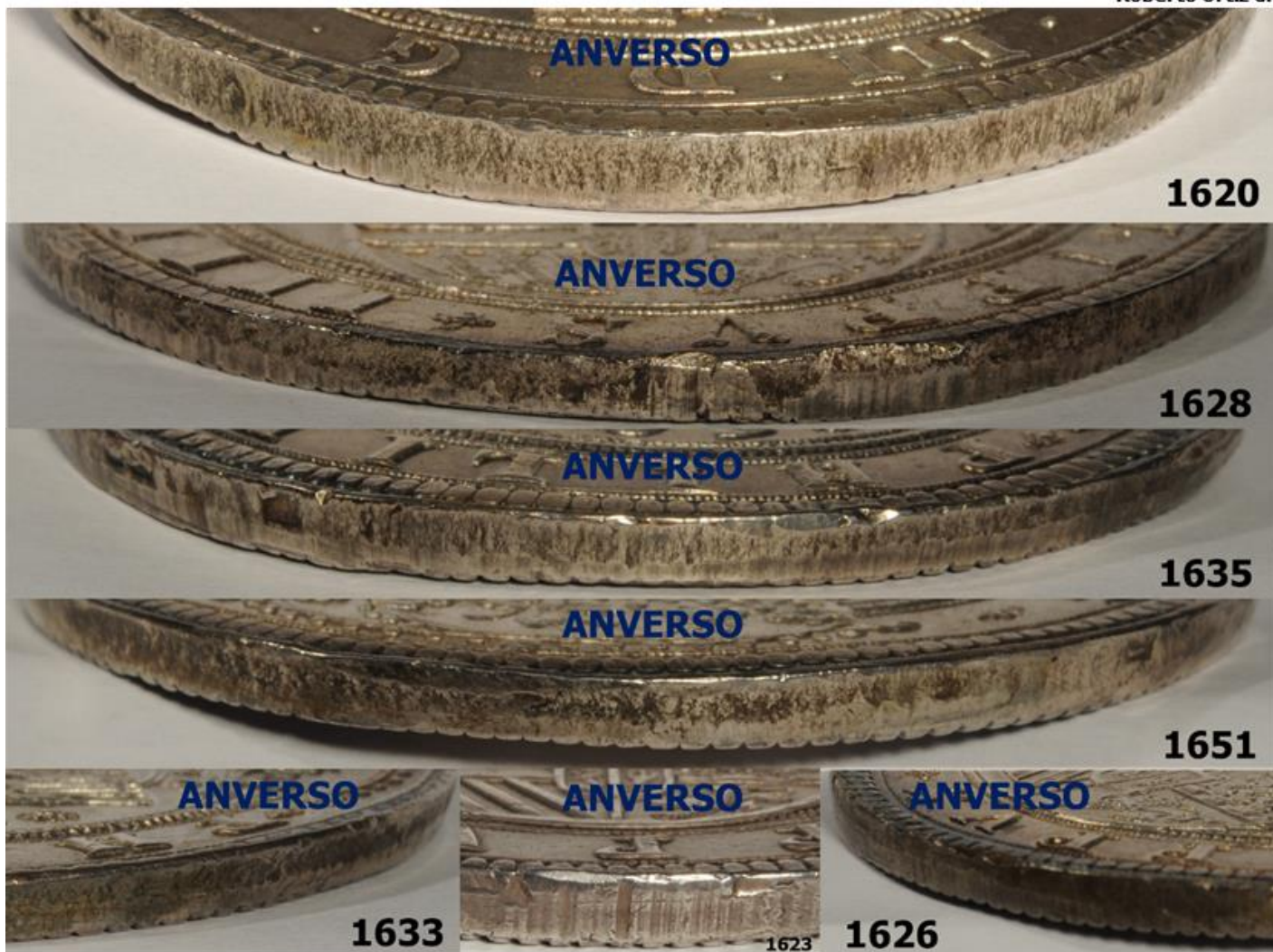
ROBERTO ORTIZ G.

Todos los cincuentines de las imágenes han sido recortados con el riel de anverso enfrentándose al punzón. El anverso se orientó hacia arriba para recortar el riel. La franja rugosa es la mas cercana al anverso de los cincuentines, de ahí que podamos aseverar la orientación del riel en el momento del recorte.

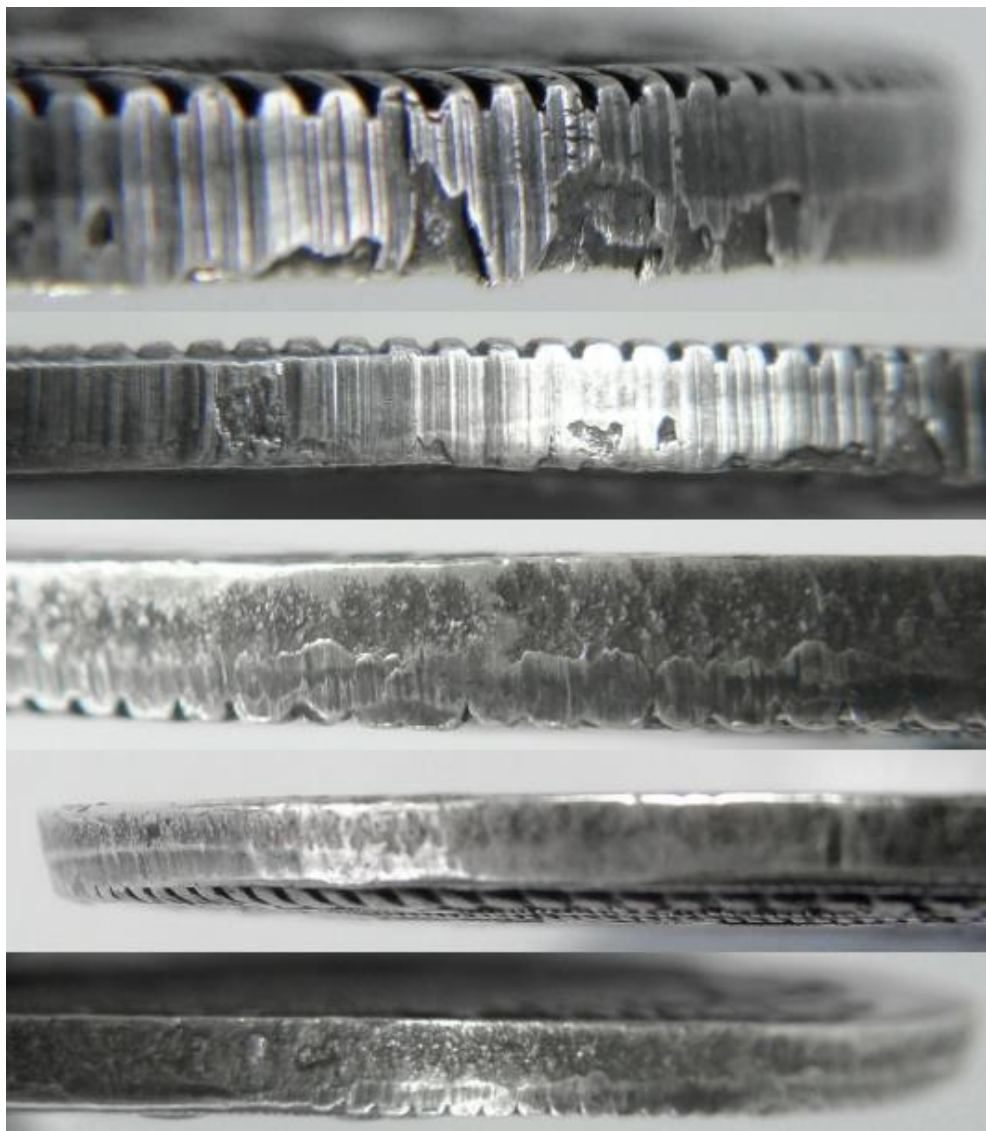
RIEL DESPUES DEL CORTE MONEDA



Roberto Ortiz G.



Los siguientes cantos de cincuentines, muestran perfectamente las dos franjas consecuencia del recorte del riel a máquina, y no con tijeras metálicas. Se aprecia claramente la franja laminada/lisa consecuencia del filo del perímetro interno de la Matriz.



Los tres cantos últimos de la imagen, muestran la división del canto nítidamente. La franja laminada/lisa termina donde comienza la franja rugosa. Eso es consecuencia exclusiva y únicamente de un recorte a máquina.

TORCULO – DIAMETRO MONEDA Y GROSOR MAXIMO DEL RIEL ACUÑADO

Para recortar la moneda del riel a Tórculo, tres factores son determinantes. El diámetro de la moneda, el grosor del riel y la resistencia de la aleación al corte. El esfuerzo necesario para realizar el corte depende de la aleación del riel, de las dimensiones de la moneda/cospel y del espesor del riel. El tórculo es más eficiente cuando recorta piezas pequeñas y medianas en tamaño.

Puntos que reducen la fuerza de un Tórculo

1) El filo del punzón sería un factor importante. El filo del punzón es un elemento importante a la hora de reducir la fuerza del tórculo.

a) El filo del punzón en cuanto a su forma/diseño ayuda a cortar monedas. Diseños cóncavos, oblicuos,...ayudan en el corte o a que este sea posible. La fuerza necesaria será progresiva, mas prolongada y no necesitaremos tanta fuerza de corte o troquelado.

b) Otro punto a tener en cuenta es el desgaste de los elementos de corte. Es normal que los filos de corte, tanto de la matriz como el punzón, sufran desgaste. El desgaste de los elementos de corte, supone un extra de fuerza para realizar el corte. Por esto, deben ser rectificadas para corregir estos daños después de cierto uso de la máquina.

2) La holgura correcta se traduce por la necesidad de reducir, en la medida de lo posible, la presión requerida para el corte. Se define como la distancia lateral entre el filo del punzón y el filo de la matriz

Esta holgura afecta también notablemente a la uniformidad de las fracturas obtenidas. Los materiales muy dúctiles, como oro y plata, la holgura debe ser menor que para los metales duros.

3) Diámetro del punzón en relación al grosor del riel. La resistencia al corte del riel se ve afectada por el diámetro del agujero punzonado. A mismo grosor del riel, la resistencia de corte decrece con el aumento del diámetro del punzón. A mayor tamaño de la moneda, menor fuerza es necesaria por parte del Tórculo.

4) El grosor del riel antes y después de ser acuñado.

Revista NVMISMA 254, 2010. Juan José Sánchez Castaño – Siempre era conveniente que hubiese la mínima diferencia posible entre el calibre de entrada del riel y el de su salida, pues esto favorecía que hubiese una menor deformación de la elipse grabada en el rodillo. El objetivo era, por consiguiente, utilizar la mínima presión posible en este último paso de laminación en frío, pues este provoca un endurecimiento extremo del metal, lo que no solo causaba frecuentes agrietamientos del riel, sino que también dificultaba el posterior troquelado o corte de la moneda.

5) **¿Cómo es el funcionamiento del husillo para recortar monedas? ¿Girar la manivela con velocidad, y que el punzón de un golpe al riel acuñado? ¿Se puede girar la manivela con fuerza y progresivamente penetrar el punzón en el riel?.** En principio y dependiendo de la máquina, **las dos opciones son factibles.**



<http://muzeydeneg.ru/eng/>



Escultura del recortado de cospeles en la fachada del Banco Nacional de Hungría, Budapest. [Foto: G. Murray]

Mi agradecimiento a Glen Stephen Murray Fantom, por su labor numismática y por su ayuda para realizar este estudio. Muchas Gracias.

<https://www.segoviamint.org/es/>