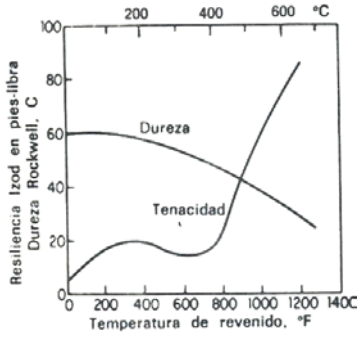
5.4. PRUEBA 4.

5.4.PRUEBA 4 (12/02/02).

Se han introducido 15 piezas en la enderezadora, después del revenido, pertenecientes a la familia 2, es decir, han sido inducidas en el inductor número 2 de la inductora del temple de la parte posterior del dentado. Se han tomado las medidas M01, M02, M03, M04, M07, M09, M10 proporcionadas a la entrada de la enderezadora y el tiempo de ciclo de enderezado.

Aunque ya descartamos en la prueba 3 el enfocar parte de nuestro estudio al revenido ya que la deformación producida en él era considerablemente menor que la producida en los procesos de temple, hemos de tener en cuenta que según nuestra especificación la temperatura de revenido tiene que ser de 200 ºC, y no de 235 ºC como hemos tenido hasta ahora. El objeto de haber estado trabajando a 235 ºC ha sido el intentar relajar un poco mas las tensiones internas de la pieza para ver si conseguíamos disminuir el número de grietas y roturas, pero tenemos que volver a las especificaciones requeridas, entre otras cosas porque al hacer un revenido por encima de los 200 ºC corremos el peligro de bajar la dureza superficial de la pieza:



Influencia de un revenido de una hora a distintas temperaturas sobre la dureza y la resilencia de un acero 4140

Por tanto, vamos a comprobar si el reducir la temperatura de revenido afecta de forma importante a la deformación de la pieza. Se han cogido piezas de la familia 2 porque son las que mayores deformaciones sufren, y es a priori donde se intuye que si algo cambia en dicha deformación se podría observar con mayor facilidad.

Las condiciones en las que se ha llevado a cabo la prueba son:

- Condiciones de la inductora del temple de la parte posterior del dentado:

Potencia de calentamiento	80%
Monitor de energía	1338
Velocidad de temple (mm/min)	650
Concentración de ducha	9,66%
Temperatura ducha	32,4ºC
Caudal de ducha (l/min)	

- Condiciones de la inductora del temple del dentado:

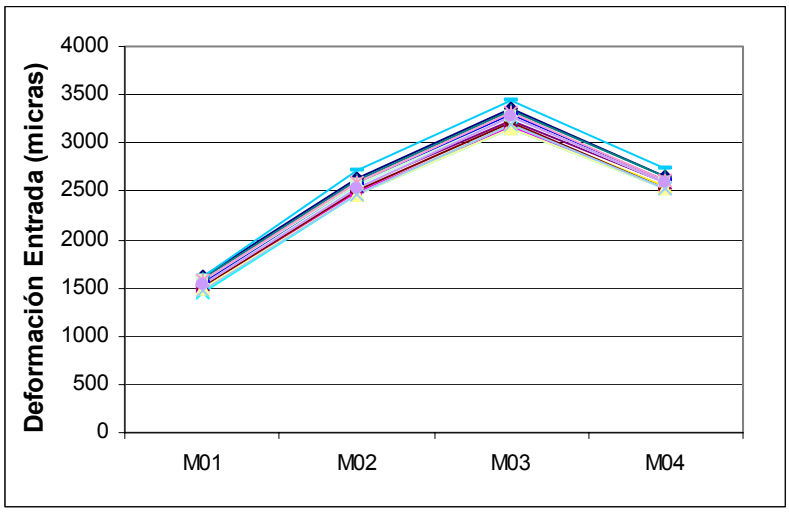
Potencia de calentamiento	5800
Monitor de energía	335
Tiempo de ducha (s)	8
Temperatura de ducha	38,5ºC
Concentración de ducha	10,58%
Caudal de ducha dentado (l/min)	82,6
Caudal de ducha back (l/min)	aprox. 4

- Temperatura de revenido: 200ºC
- Programa de enderezado: 41
- Colada: 57773

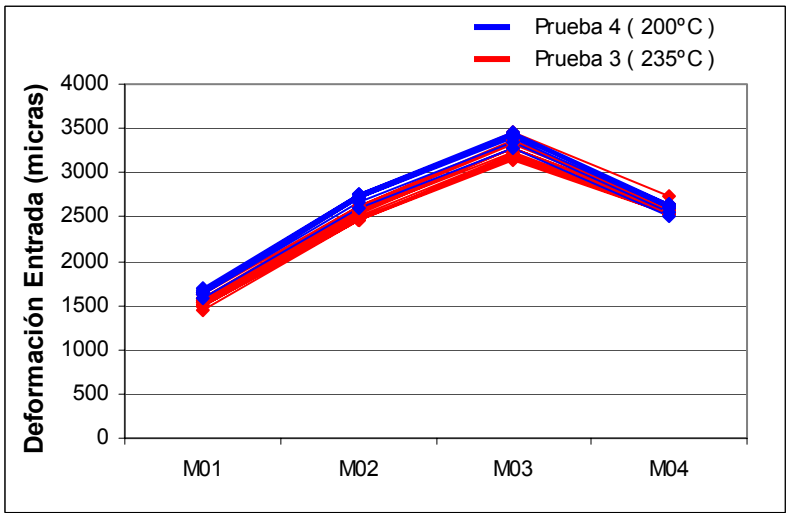
Los resultados que se han obtenido son los siguientes:

	M01	M02	M03	M04	M07	M09	M10	Tc
Pieza 1	1619	2622	3359	2650	181	1557	1801	126
Pieza 2	1492	2496	3173	2541	116	1446	1730	64
Pieza 3	1491	2472	3201	2548	133	1499	1745	95
Pieza 4	1450	2467	3155	2525	91	1393	1726	76
Pieza 5	1544	2543	3239	2583	143	1483	1757	69
Pieza 6	1519	2500	3206	2529	143	1454	1716	44
Pieza 7	1588	2621	3335	2649	144	1586	1794	71
Pieza 8	1564	2578	3285	2612	143	1515	1773	96
Pieza 9	1626	2711	3447	2738	134	1640	1859	82
Pieza 10	1537	2553	3269	2581	132	1507	1752	96
Pieza 11	1572	2570	3271	2585	155	1510	1751	66
Pieza 12	1495	2473	3150	2537	131	1384	1733	44
Pieza 13	1481	2466	3187	2525	125	1450	1725	73
Pieza 14	1568	2592	3325	2621	140	1566	1780	43
Pieza 15	1530	2537	3270	2588	130	1531	1762	70

Representando en un gráfico la deformación de las piezas:



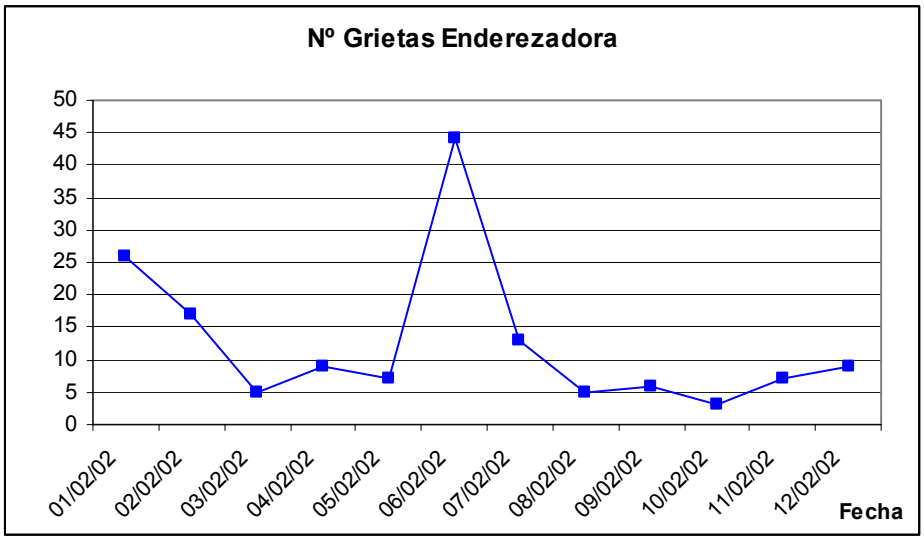
Si comparamos en un gráfico la deformación que tenemos en esta prueba, en la que el revenido se hace a 200 ºC, con la que teníamos en la prueba 3, en la que el revenido se hacía a 235 ºC, podemos observar que no hay una variación apreciable en dicha deformación que nos haga inclinarnos hacia una u hacia otra temperatura de revenido:



Por tanto, desde el punto de vista de la deformación nos da igual, en principio, una temperatura que otra, luego de ahora en adelante el revenido lo haremos a 200 ºC tal y como nos lo exige nuestra especificación. Sin embargo, también tenemos que hacer un seguimiento al número de grietas y roturas que nos aparecen ya que tenemos que comprobar si influye verdaderamente de un modo apreciable el haber cambiado la temperatura de revenido a la aparición de grietas.

Control del número de grietas.

A partir de Febrero se empiezan a tomar datos del número de piezas con grietas diariamente, luego a medida que vayamos realizando las sucesivas pruebas iremos mostrando un gráfico con la evolución de las grietas.



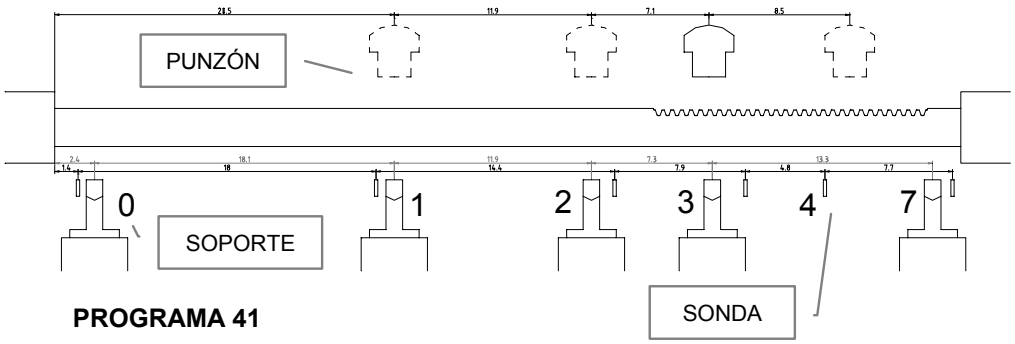
Por supuesto todavía es pronto para sacar una conclusión acerca de la influencia de la temperatura de revenido en el número de grietas, pero sí se puede ver que el día 12-Feb tenemos aproximadamente la misma cantidad de grietas que el día 11-Feb trabajando cada día a una temperatura de revenido distinta.

Como a partir de ahora iniciamos el seguimiento del número de grietas, y estas se producen exclusivamente en la prensa de enderezar, es imprescindible empezar a estudiar el programa de enderezado, los cambios que va sufriendo, y como afecta al número de grietas, a la deformación final de la pieza y al tiempo de ciclo de la enderezadora.

Control del programa de enderezado.

Hasta mediados de Febrero se utiliza para enderezar el programa 41 y entonces se crean dos nuevos programas, el 43 y el 44 que son los que se utilizan a partir de entonces. Por tanto, en las pruebas 1, 2, y 4 se utilizó el programa 41 (las piezas de la prueba 3 no se enderezaron).

Los puntos en los que golpea y mide el programa 41 son los siguientes:

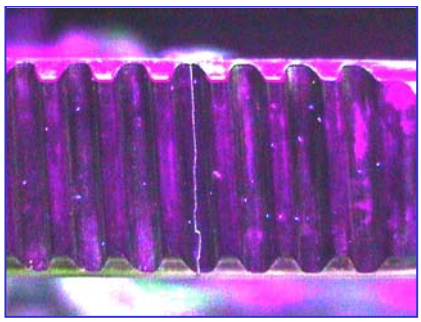


PROGRAMA 41

Los puntos de golpeo y medición están más próximos por la zona del dentado de la cremallera que por la caña debido a que la pieza adquiere la máxima deformación en la parte del dentado, permaneciendo la zona de la caña prácticamente recta o con muy poca deformación. El punto número 4 no tiene soporte, de esta forma conseguimos tener mas luz entre apoyos a la hora de golpear en el punto 3 (que es el de máxima deformación si la pieza está apoyada en sus extremos) y así conseguimos reducir un poco la aparición de grietas, que es muy elevada en ese punto 3.

El diagrama de flujo del programa 41 es el mostrado en la figura 4.1. Este programa solo contempla una fase para reducir un poco la deformación inicial, con la que llega la pieza a la enderezadora, antes de las fases de afino, que es la fase 02. Todas las demás fases tienen una tolerancia de enderezado pequeña para conseguir, en la pieza, la rectitud adecuada.

Conviene destacar que las grietas siempre se producen en la zona del dentado, a lo largo de un valle entre dientes, en los puntos donde golpea el punzón, es decir, en los puntos 3 y 4.



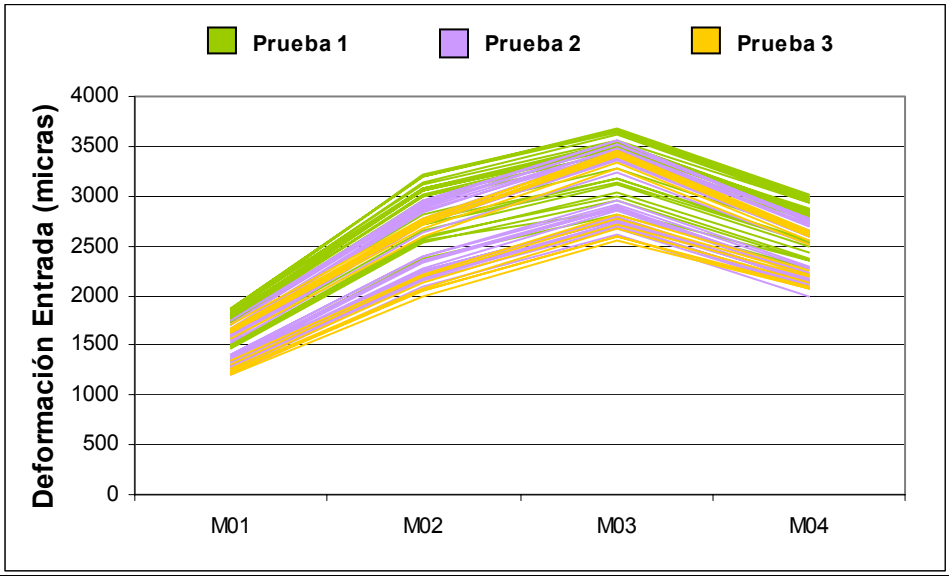
Grieta a lo largo del valle entre dos dientes

También es de señalar que a la fecha de esta prueba 4 la gran mayoría de las grietas se producen en las primeras fases del programa de enderezado, es decir, en las fases en las que se pretende reducir un poco la deformación inicial, luego la pieza no rompe porque al intentar afinar su rectitud le damos mas golpes cambiando el sentido de su deformación hasta que la partimos o agrietamos, sino que la pieza admite muy poca deformación plástica, una vez tratada térmicamente, y se agrieta con los primeros golpes.

Con respecto al tiempo medio de ciclo de enderezado tenemos para la prueba 1 aproximadamente 65 segundos de media y para la prueba 4 es de 74 segundos. En líneas generales los resultados que se obtienen con el programa 41 son:

PROGRAMA 41	
Grietas	3%
Enderezado NOK	5%
Tiempo ciclo	70 s

El apartado enderezado NOK significa el porcentaje de piezas que la máquina no consigue enderezar porque el programa se acaba y no consigue meter la pieza en las especificaciones requeridas. Por supuesto estos parámetros de grietas, enderezado NOK y tiempo medio de ciclo no se mantienen constante a lo largo del tiempo, sino que presentan variaciones todos ellos dependiendo de la deformación de la pieza, la profundidad de la capa de temple, si las capas de temple no están simétricas respecto al eje de simetría de la pieza,...



En este gráfico podemos observar como cambia la deformación inicial de la pieza de una prueba para otra. Esta es una de las causas de que el tiempo de ciclo de la enderezadora vaya variando también a lo largo del tiempo, y es que cuando se procede a ajustar un programa de enderezado se hace para un determinado tipo de pieza. Si cambia la deformación de la pieza el programa deja de ser el óptimo y hay que volver a modificarlo. Por tanto, mientras estudiamos la forma de reducir la deformación inicial también iremos ajustando el programa que estemos utilizando con el fin de optimizarlo para el determinado tipo de piezas que tengamos ese día ya que mientras realizamos el proyecto la vida sigue y hay que sacar la producción adelante.

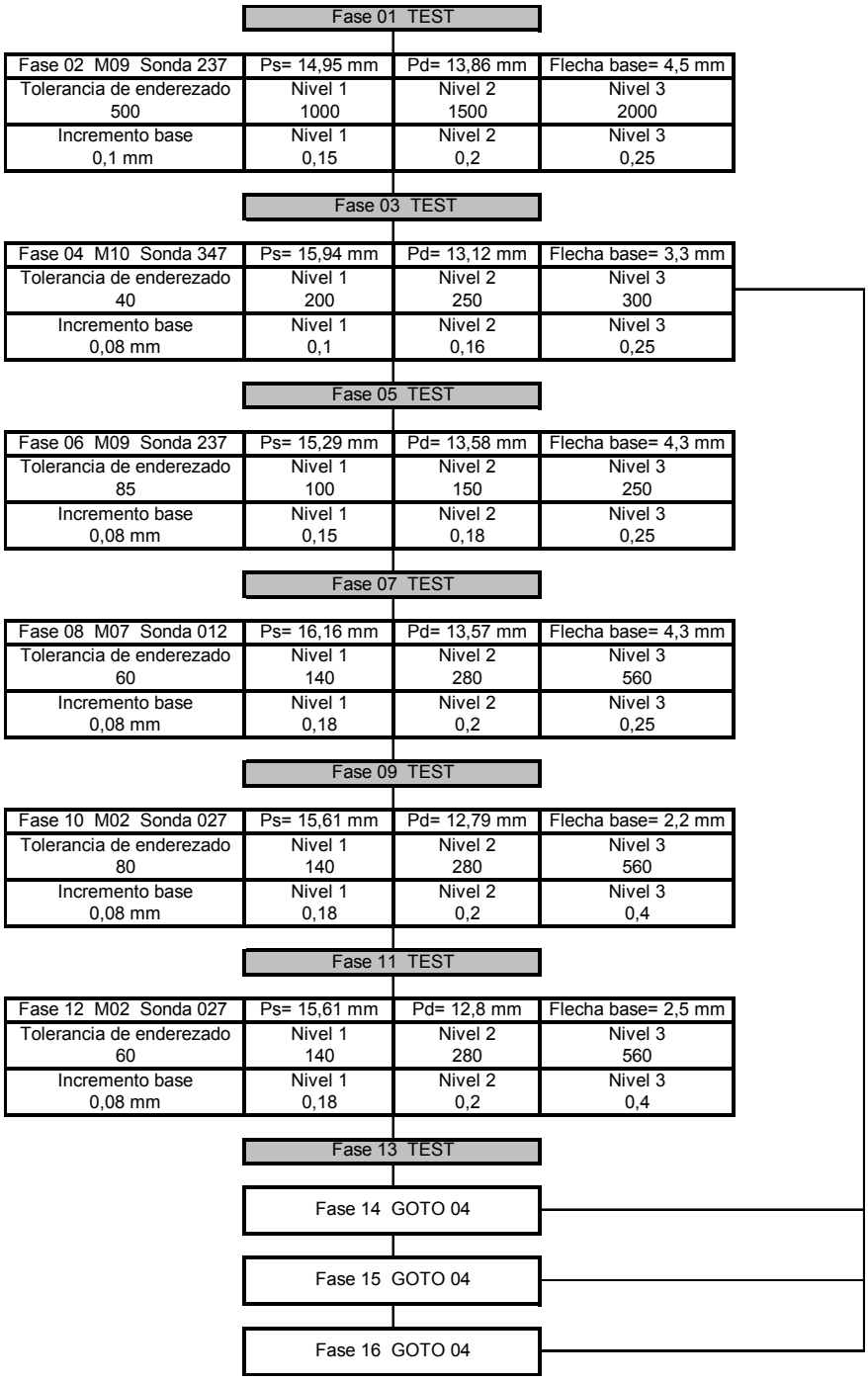


Diagrama de flujo del programa 41