

5.6. PRUEBA 5.

5.6.PRUEBA 5 (22/02/02).

Para esta prueba se han pasado 30 piezas por todo el proceso de mecanizado y se han tomado los datos de medida de la enderezadora, así como el tiempo de ciclo de enderezado.

El cilindro empujador se instala definitivamente en la inductora del temple del dentado y se coloca a una distancia de 160 cm desde la cara externa del contacto izquierdo del inductor como se determinó en la prueba anterior. Mas adelante se tendrá que hacer otro ensayo para ver si esta distancia es realmente la que menor deformación provoca en la cremallera ya que la prueba 5.0 no ha sido todo lo extensa que se pretendía debido a necesidades de producción.

Otro punto importante, como se verá un poco mas adelante, es la creación de un nuevo programa de enderezado, el programa 43.

El objeto de esta prueba es, por tanto, el comprobar como afecta a la deformación de la pieza la instalación del cilindro empujador y como funciona el nuevo programa de enderezado.

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

- Inductora del temple de la parte posterior del dentado:

Potencia de calentamiento	80%
Monitor de energía	1483
Velocidad de temple (mm/min)	700
Concentración de ducha	12,84%
Temperatura ducha	32,5
Caudal de ducha (l/min)	

- Inductora del temple del dentado:

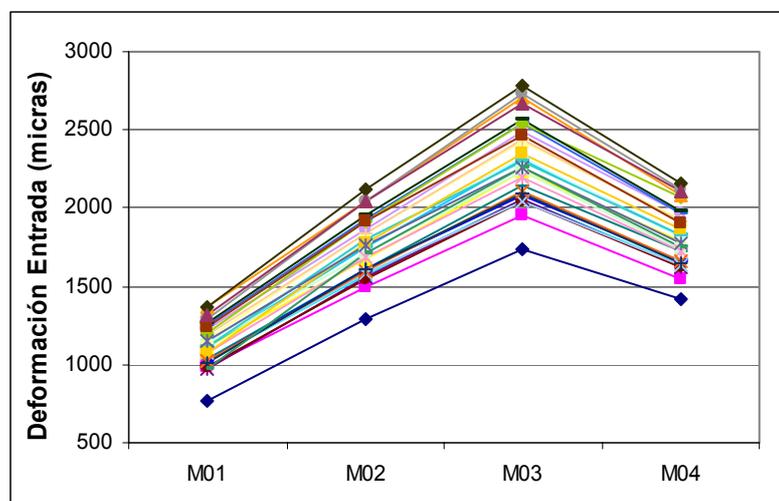
Potencia de calentamiento	5800
Monitor de energía	297
Tiempo de ducha (s)	8
Temperatura de ducha	36,5
Concentración de ducha	10,58%
Caudal de ducha dentado (l/min)	82,8
Caudal de ducha back (l/min)	aprox. 4

- Temperatura de revenido: 200 °C.
- Programa de enderezado: 43.
- Colada: 57773.

Los resultados que se han obtenido con esta prueba son:

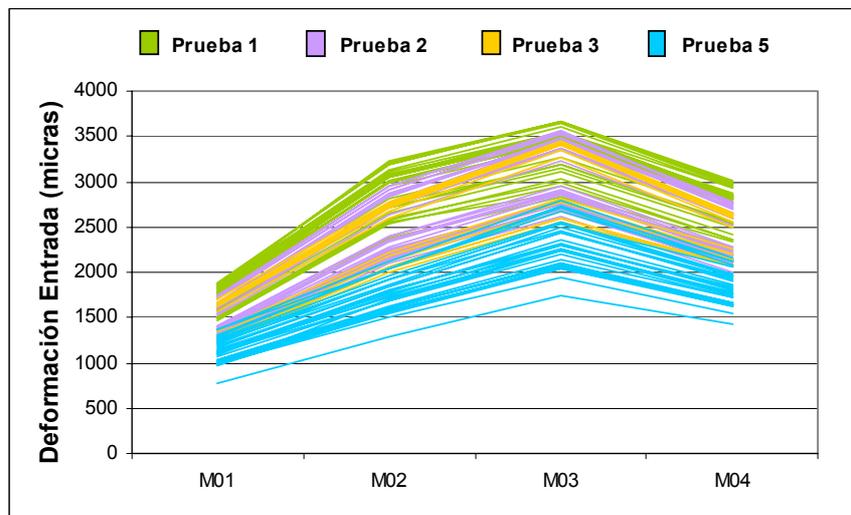
M01	M02	M03	M04	M09	M10	M07	Tc (s)
771	1296	1735	1420	808	999	71	29
989	1496	1949	1541	880	1056	166	29
1113	1679	2238	1786	1038	1241	194	49
1017	1572	2061	1639	940	1129	155	38
972	1564	2056	1623	939	1116	116	38
985	1543	2039	1619	936	1118	149	78
1034	1614	2144	1728	992	1205	153	61
1023	1607	2080	1665	929	1141	150	39
1116	1748	2305	1830	1056	1263	167	52
1132	1793	2325	1811	1038	1225	149	52
1122	1715	2236	1737	1013	1181	191	50
1165	1844	2428	1932	1111	1333	166	52
1027	1581	2049	1634	921	1121	165	42
1077	1689	2199	1722	990	1173	157	40
1227	1871	2488	1961	1152	1354	207	43
1193	1840	2437	1921	1121	1322	192	55
1254	1929	2536	1965	1160	1339	242	96
1109	1799	2299	1832	1014	1250	124	39
1201	1920	2543	2068	1177	1446	155	79
1080	1777	2352	1863	1087	1287	109	59
1371	2048	2704	2076	1315	1410	248	66
1020	1602	2106	1655	959	1133	140	43
1156	1760	2263	1770	1003	1197	209	29
1290	2044	2730	2122	1323	1457	234	70
1012	1607	2094	1653	939	1129	135	53
971	1712	2260	1755	1033	1198	69	49
1263	1951	2560	1985	1170	1352	201	33
1365	2120	2785	2159	1349	1473	205	88
1242	1914	2461	1901	1097	1281	196	30
1311	2038	2670	2109	1239	1446	204	57

Representando en un gráfico las medidas de la pieza a la entrada de la prensa de enderezar obtenemos:



Lo primero que podemos observar en el gráfico anterior es la ausencia de las dos familias de piezas, o si las hay no están tan claramente diferenciadas como en las pruebas anteriores. Por tanto, algo debe de haber ocurrido en el proceso para que esto ocurra. Sabíamos que las dos familias de piezas se producían en la inductora del temple de la parte posterior del dentado debido a los dos inductores que posee, y es en esta máquina donde se ha llevado a cabo el ajuste mecánico de ambos inductores y la sustitución de las dos duchas de enfriamiento. Luego es de esperar que la desaparición de las familias esté asociada a alguna de estas dos acciones.

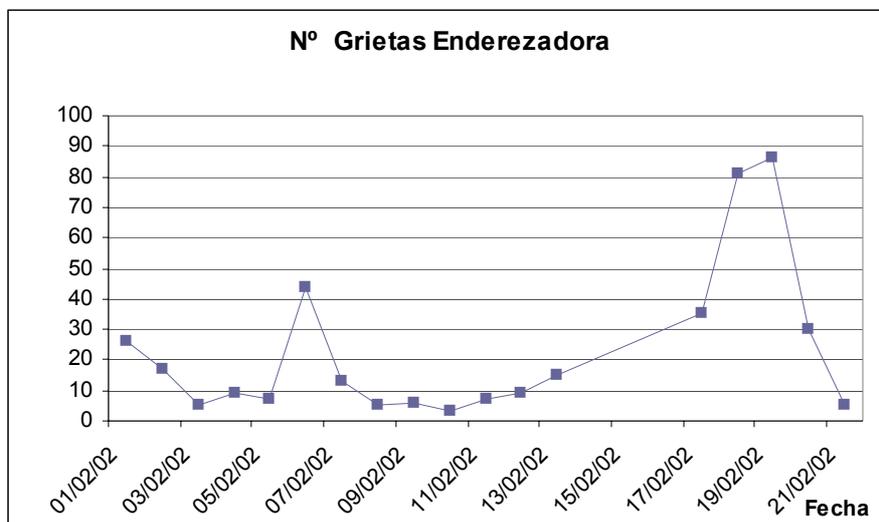
Lo siguiente que nos indica este gráfico es la considerable reducción de la deformación de la pieza debido a la instalación del cilindro empujador en la inductora del temple del dentado. Comparando con la deformación de las piezas en las pruebas anteriores:



Podemos ver como efectivamente se ha conseguido disminuir la deformación de la pieza a la salida del horno de revenido aproximadamente un milímetro.

Control del número de grietas.

Representamos el número de grietas producidas hasta la fecha de realización de esta prueba:

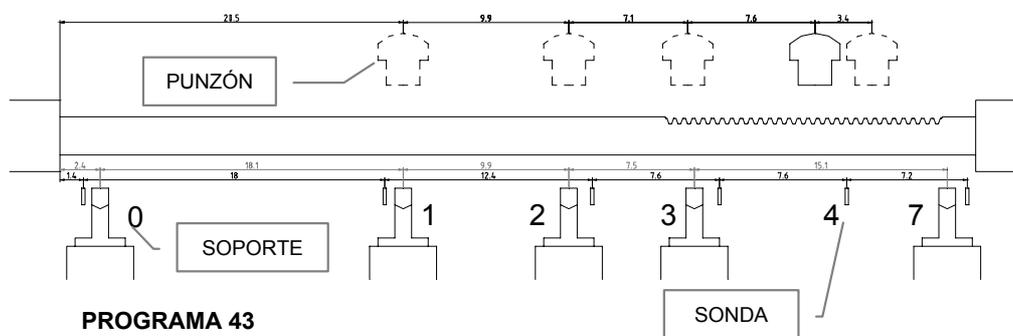


Se observa que el número de grietas no se mantiene ni mucho menos estable, es decir, un día podemos tener muchísimas grietas y al día siguiente sólo unas pocas. En cualquier caso, tan sólo esas pocas es también un número inaceptable debido al riesgo que existe que se monte una dirección con una cremallera con grietas, a pesar de todos los controles que hay. Por tanto, nuestro objetivo es eliminar toda posible grieta.

Control del programa de enderezado.

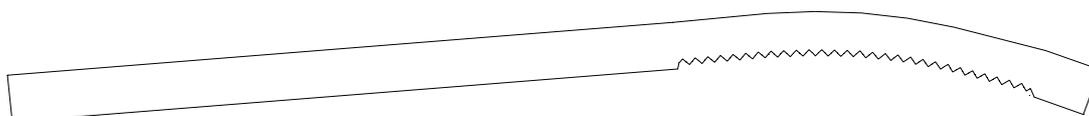
Como ya se explicó en la prueba 4, hasta ahora hemos estado utilizando el programa 41. Debido a que la deformación de la pieza ha bajado considerablemente tras la instalación del cilindro-empujador nos vemos obligado a modificar los parámetros del programa de enderezado con el fin de optimizarlo al nuevo tipo de piezas que hemos obtenido. Se aprovecha entonces la ocasión para no sólo ajustar el programa sino para introducir algunas mejoras en él dando lugar al programa 43.

Los puntos de golpeo y la separación entre los soportes de este nuevo programa son:



Se muestran a continuación las diferencias entre los programas 41 y 43:

- Como se aprecia, comparando los croquis del programa 43 y 41, la primera diferencia es la distancia de separación entre los soportes y por tanto la de los puntos de golpeo del punzón. El soporte 3 se ha desplazado hacia el comienzo del dentado y por consiguiente el 2 también se ha movido a la izquierda.
- El primer punto de golpeo en el programa 41 es el número 3, mientras que en el programa 43 se golpea por primera vez en un punto intermedio entre el 3 y el 4. (dibujado en línea continua en el croquis anterior). La deformación de la pieza es prácticamente nula en la parte de la caña, concentrándose casi toda la deformación en la zona del dentado que es la que ha sufrido los procesos de temple.



La caña permanece prácticamente recta, mientras que es el dentado el que se deforma.

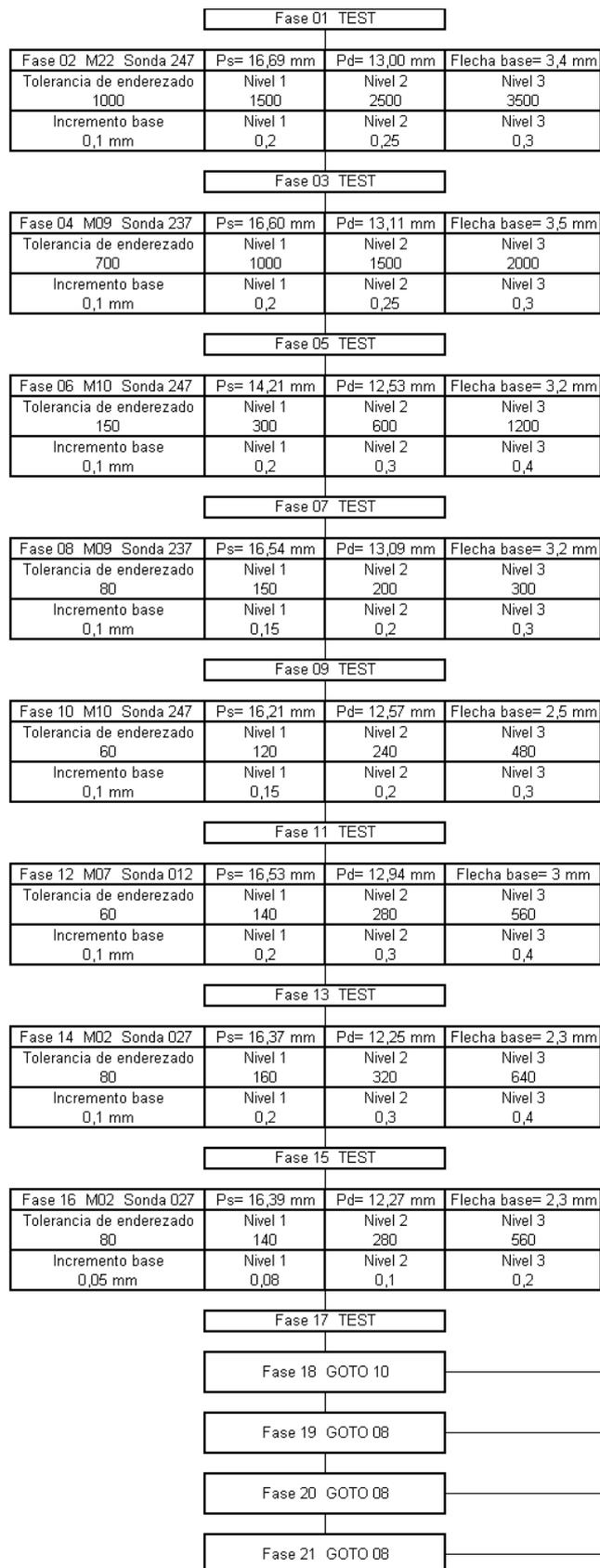
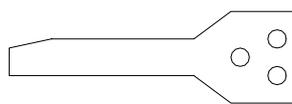


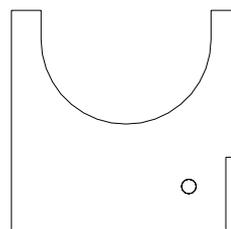
Diagrama de flujo del programa 43.

Cuanta mas doblada viene la pieza mas probabilidad tiene de que aparezca una grieta o rotura, y si esto sucede será bajo los puntos de golpeo 3 y 4 (siempre se agrieta en la zona templada) incluso en las fases previas de disminución de la deformación inicial. Con este cambio pretendemos introducir una nueva fase de disminución de la deformación inicial pero esta vez golpeando por primera vez en el centro del dentado, ya que es el dentado el que está curvado. Es por ello por lo que hemos tenido que desplazar el apoyo 3 hacia el lado de la caña, para dejarle a este golpe mayor luz entre los apoyos extremos del dentado, que son el 3 y el 7 (recordamos que el utillaje número 4 no tiene soporte, sólo sonda para medir).

- En el programa 41 la medida M10 (mide en el punto 4) estaba referenciada a las sondas 3 y 7, estando en el programa 43 referenciada a las sondas 2 y 7. La sonda 3 al estar en la zona del dentado tiene un palpador circular para asegurar tres puntos de contacto entre cremallera y palpador; por tanto su medición puede no ser tan exacta como la de un palpador plano debido a holguras entre cremallera y palpador. Entonces se referencia con respecto a 2, que tiene un palpador plano por estar situado en la zona de la caña, que siempre la medida será más fiable que la del palpador 3.



Palpador plano para la zona no dentada
y palpador circular para la zona dentada



- Introducción en el programa 43 de otra fase de reducción de la deformación inicial, la fase 06. Luego este programa se queda con tres fases de reducción previa de la deformación antes de empezar a afinar; la fase 02 que golpea en el centro del dentado, la fase 04 que golpea en el punto 3 y la fase 06 que lo hace en el punto 4. Por el contrario, el programa 41 sólo tiene una de estas fases, la 02 que golpea en el punto 3. Todas estas fases se han introducido para ir reduciendo poco a poco la deformación de la pieza e intentar bajar el número de grietas que tenemos al no golpear tantas veces seguidas en un mismo punto. Por supuesto, esto implica en principio mayor tiempo de ciclo, pero se ha de pensar que las grietas es nuestra mayor preocupación, y que por otra parte estamos trabajando en disminuir la deformación inicial de la pieza, lo que nos llevará a menores tiempos de enderezado.
- En el programa 41 las fases GOTO conducen a una fase que golpea en el punto 3. Se pudo observar que si la medida en el punto 4 estaba fuera de la tolerancia exigida, era muy difícil que entrara en ella golpeando en los otros puntos de la pieza, luego había piezas que no conseguía enderezar si no era volviendo a rearmar la máquina y repitiendo el programa entero. Es por esto que el primer GOTO del programa 43 va a una fase que vuelve a

golpear en el punto 4 asegurando que deja su medida bajo la tolerancia deseada. El programa 43 tiene otra fase más de GOTO pero es sólo para volver a hacer otro ciclo en el caso de que se necesite.

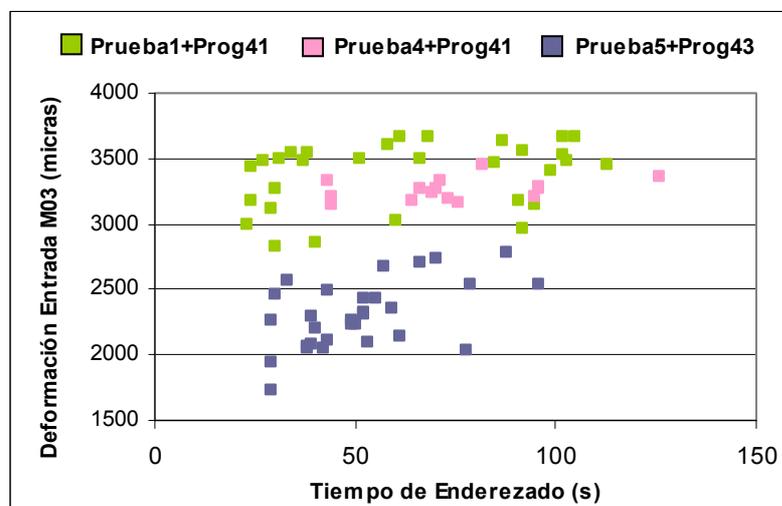
- En cuanto a las tolerancias de enderezado, las flechas bases y demás parámetros son los ajustes del programa que dependen de la deformación con que vengan las piezas y de la experiencia del programador.

El tiempo medio de ciclo de enderezado para esta prueba es de 51,27 segundos. Tras varios días de seguimiento las características de forma general del programa 43 son:

PROGRAMA 43	
Grietas	1%
Enderezado NOK	1,5%
Tiempo ciclo	60 s

Se observa que hemos conseguido mejorar el enderezado en todos los aspectos. Hemos bajado el porcentaje de grietas, el de piezas no enderezadas y el tiempo de ciclo de la máquina gracias a reducir de forma considerable la deformación en el tratamiento térmico de la pieza y al desarrollo de este nuevo programa de enderezado. Aún así estos valores no son aceptables, el tiempo de ciclo sigue siendo muy alto para nuestras exigencias de producción; las piezas que no se consiguen enderezar nos preocupan menos, pero hay que tener en cuenta que cada vez que esto ocurre la máquina se para y solamente trabaja un operario en la línea, luego esto implica una gran pérdida de tiempo para una máquina que debe funcionar perfectamente en automático y de una forma continuada; en cuanto a las grietas, cualquier valor que no sea cero es inaceptable. A todo esto hay que añadirle que hay días en los que los valores de los datos de grietas y piezas no enderezadas aumentan bastante sin tener todavía claro el motivo de ello.

Si mostramos en un gráfico la deformación después del tratamiento térmico de la pieza frente al tiempo de ciclo de enderezado para las pruebas realizadas:



Se puede observar como se ha reducido bastante la deformación de la pieza así como el tiempo de ciclo de la enderezadora. Este gráfico pone también de manifiesto la interacción existente entre la deformación de la pieza cuando llega a la prensa de enderezar y el programa de enderezado.