5.23. PRUEBA 19.

5.23.PRUEBA 19 (30/04/02).

A la vista de las conclusiones alcanzadas en la prueba fase-fase acerca de la fase 08 y de cómo hace que la pieza rebase la línea cero y pase a tener deformación negativa, se realiza esta prueba para intentar solventar el problema.

Por tanto, el objetivo de esta prueba no es otro que modificar el programa de enderezado para tratar que la pieza no adquiera una deformación negativa en la fase 08 o que ésta sea lo menor posible.

Se van a enderezar una serie de piezas modificando la fase 08, para después comprobar el tiempo de enderezado que queda y si efectivamente existe alguna mejora del problema.

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

- Inductora del temple de la parte posterior del dentado:

Potencia de calentamiento	80%
Monitor de energía	1489
Velocidad de temple (mm/min)	700
Concentración de ducha	11,25%
Temperatura ducha	33
Caudal de ducha (l/min)	28,6

- Inductora del temple del dentado:

Potencia de calentamiento	5800
Monitor de energía	310
Tiempo de ducha (s)	12
Temperatura de ducha	40
Concentración de ducha	11,17%
Caudal de ducha dentado (l/min)	92
Caudal de ducha back (l/min)	3

- Temperatura del horno de revenido: 200º C.
- Programa de enderezado: 43.
- Colada: 58991.

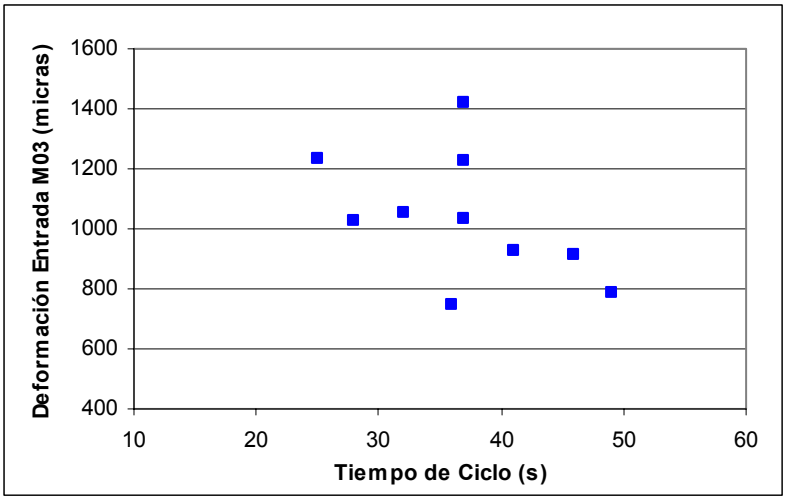
Lo primero que hacemos es comprobar el tiempo de enderezado actual para después poderlo comparar cuando hagamos las modificaciones en el programa. Recordando los parámetros de la fase 08:

Fase 08 M09 Sonda 237	Ps= 16,54 mm	Pd= 13,09 mm	Flecha base= 3,2 mm
Tolerancia de enderezado 80	Nivel 1 150	Nivel 2 200	Nivel 3 300
Incremento base 0,1 mm	Nivel 1 0,15	Nivel 2 0,2	Nivel 3 0,3

Los resultados obtenidos para estas piezas son:

M01	M02	M03	M04	M09	M10	M07	Tc
128	521	786	825	486	738	164	49
506	734	1052	1044	537	818	105	32
636	1040	1421	1341	681	1010	110	37
131	348	746	896	528	804	90	36
336	645	1032	1067	597	882	38	37
182	452	914	987	596	846	114	46
210	471	924	1065	590	914	134	41
591	840	1227	1283	629	1013	158	37
560	774	1029	1010	477	758	131	28
770	929	1235	1269	572	969	264	25

Si representamos el tiempo de ciclo de cada pieza frente a la deformación inicial:



Se comprueba que el tiempo medio de ciclo para estas piezas es de 36.8 segundos.

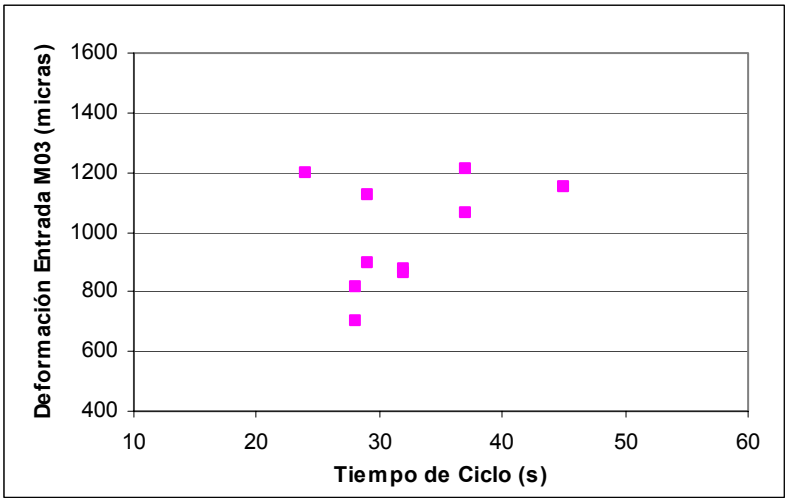
A continuación se abre la tolerancia de enderezado a 120 micras con el objeto de que se golpee menos veces en la fase 08 y ser un poco menos exigente. Al no ser tan restrictivo con esta tolerancia a la pieza le será mas fácil superar esta fase. La fase 08 queda de la siguiente forma:

Fase 08 M09 Sonda 237	Ps= 16,54 mm	Pd= 13,09 mm	Flecha base= 3,2 mm
Tolerancia de enderezado 120	Nivel 1 150	Nivel 2 200	Nivel 3 300
Incremento base 0,1 mm	Nivel 1 0,15	Nivel 2 0,2	Nivel 3 0,3

Los resultados obtenidos son los siguientes:

M01	M02	M03	M04	M09	M10	M07	Tc
627	926	1200	1163	546	864	120	24
318	701	1149	1179	663	960	81	45
317	437	818	996	506	855	114	28
579	918	1214	1130	578	843	86	37
479	791	1124	1088	558	831	104	29
378	620	897	965	462	768	96	29
248	482	875	951	551	812	29	32
554	797	1061	1067	495	815	114	37
270	536	860	879	494	714	54	32
158	318	702	870	488	780	53	28

Representando el tiempo de enderezado de cada pieza frente a la deformación con que llega a la enderezadora:



El tiempo medio de enderezado de estas piezas es de 32.1 segundos.

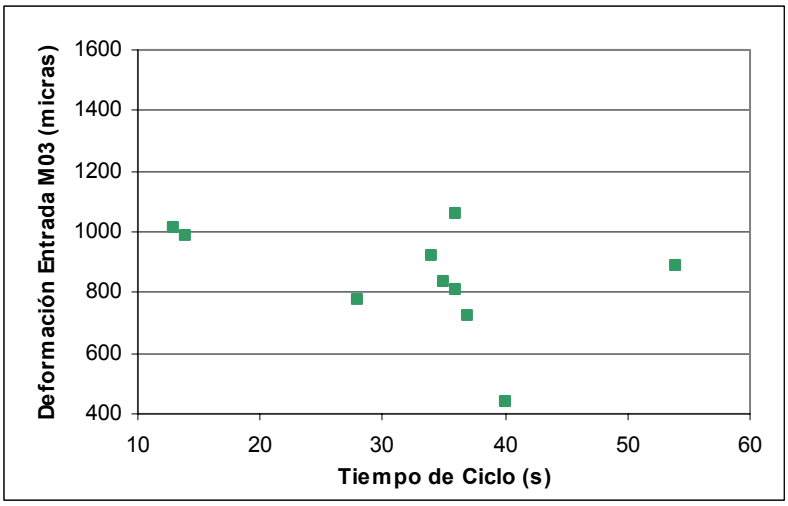
Ya se comprobó que se golpeaba tanto en la fase 08, y por eso la pieza pasaba a deformación negativa, debido a que la referencia 2 de la medida iba cambiando. Se enderezan ahora una serie de piezas, cambiando la referencia 2 por la 0. Es decir, ahora la medida que se utiliza en la fase 08 es M03 (medida en punto 3 respecto a 0 y 7) en vez de M09 (medida en punto 3 respecto 2 y 7). Se ha cambiado ahora a una referencia que aseguramos que es fija ya que está junto a la otra cogida de la pieza. Ahora se intenta poner recta la pieza entera, no solo una parte de ella. La fase 08 queda por tanto:

Fase 08 M03 Sonda 037	Ps= 16,54 mm	Pd= 13,09 mm	Flecha base= 2,1 mm
Tolerancia de enderezado 120	Nivel 1 200	Nivel 2 300	Nivel 3 400
Incremento base 0,1 mm	Nivel 1 0,15	Nivel 2 0,2	Nivel 3 0,3

También se ha tenido que modificar la flecha base, ya que la medida con la que se trabaja ha cambiado, y los niveles de las medidas para los incrementos de dicha flecha base. Los resultados obtenidos:

M01	M02	M03	M04	M09	M10	M07	Tc
153	108	443	776	372	743	128	40
207	389	722	920	452	797	47	37
398	621	1013	1070	561	864	65	13
495	653	986	1025	513	815	137	14
372	570	836	891	468	732	90	35
266	482	809	839	476	687	59	36
366	620	921	978	504	797	27	34
243	462	890	1011	564	866	54	54
324	630	1061	1107	612	905	42	36
341	462	776	908	444	758	89	28

Representando los tiempos de ciclo frente a deformaciones iniciales:



El tiempo medio de ciclo de enderezado para estas piezas es de 32.7 segundos.

Si se compara los tiempos medios de ciclo se puede apreciar que incluso mejora en las diferentes modificaciones realizadas, con respecto a la situación original.

Teniendo en cuenta que siempre que se golpee en el punto 3 el punto 2 va a bajar, el hecho de haber abierto solo la tolerancia de enderezado de 80 a 120 micras no va a solventar el problema de que la pieza pase a negativo, aunque indudablemente la pieza recibirá algún golpe menos. Por tanto, la mejor opción es cambiar la referencia 2 y trabajar con la 0, ya que:

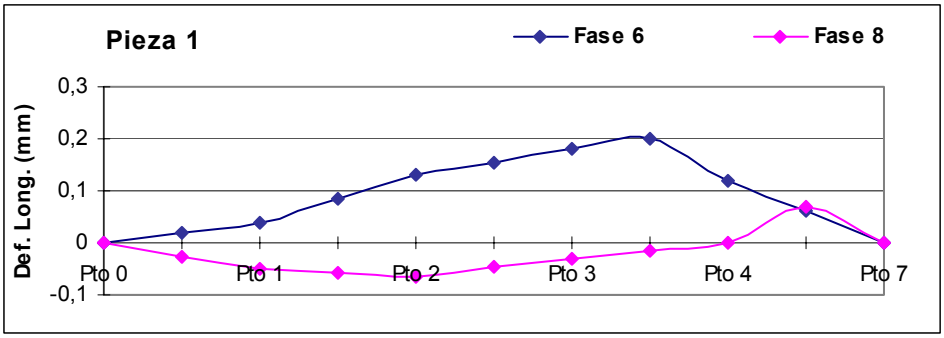
- La referencia 0 se va a mantener fija, y aunque es cierto que siempre que se golpee el punto 3, el 2 va a bajar, lo hará menos, ya que la fase terminará cuando la medida 037 sea menor de 120 micras, luego el punto 3

siempre quedará en la parte positiva, y aunque el 2 pase a la negativa no lo hará tanto como antes, en donde el punto 3 también pasaba a negativo.

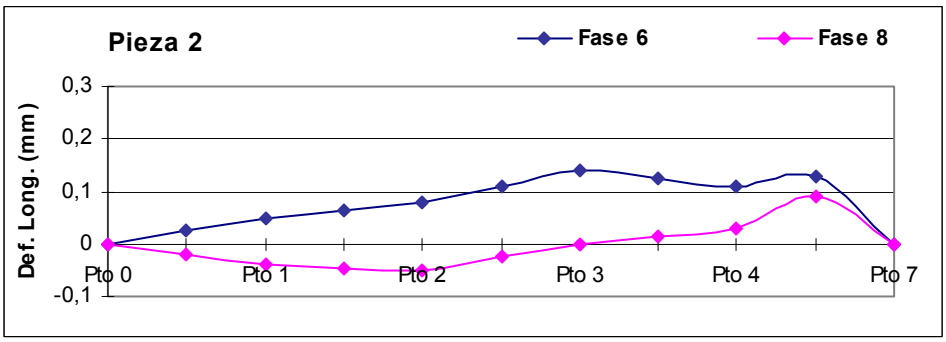
- Al utilizar en la fase 08 la medida 037 (M03) se está intentando enderezar la pieza entera, no solo una parte de ella como ocurría con la medida 237 (M09), luego la probabilidad de acabar el ciclo en esta fase es mayor que la que se tenía antes en donde la mayoría de las veces se acababa en las fases 12 y 14 (utilizan la medida M02: 027).

Nos queda, por tanto, comprobar que efectivamente se está en lo cierto, y al cambiar la referencia de la medida la pieza no pasa a deformación negativa o al menos lo hace bastante menos que antes. Para ello, se miden 30 piezas, en deformación longitudinal, después de la fase 06 y después de la nueva fase 08 modificada con el calibre manual (en mm). Los resultados obtenidos para cada una de las piezas son:

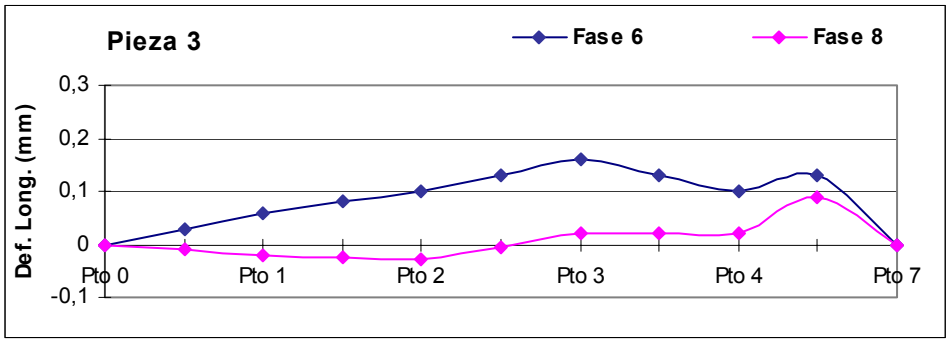
Pieza 1	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,02	0,04	0,085	0,13	0,155	0,18	0,2	0,12	0,06	0
Fase 8	0	-0,026	-0,051	-0,058	-0,065	-0,048	-0,03	-0,015	0	0,07	0



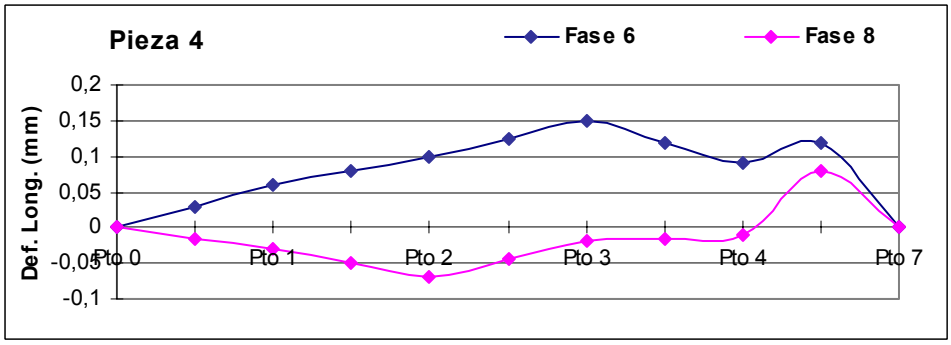
Pieza 2	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,025	0,05	0,065	0,08	0,11	0,14	0,125	0,11	0,13	0
Fase 8	0	-0,02	-0,04	-0,045	-0,05	-0,025	0	0,015	0,03	0,09	0



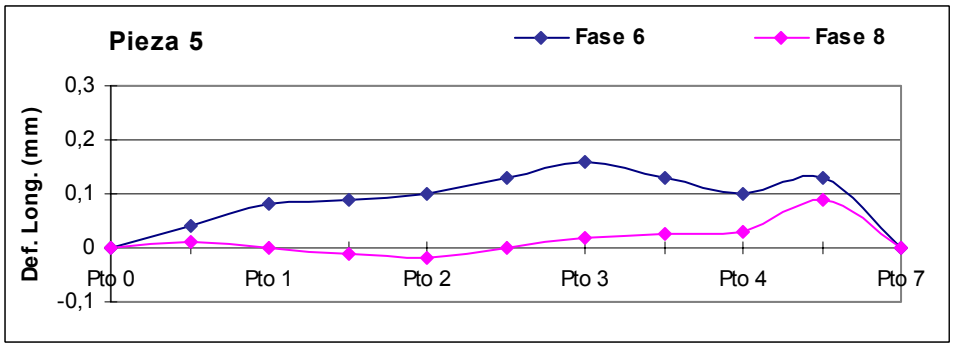
Pieza 3	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,03	0,06	0,08	0,1	0,13	0,16	0,13	0,1	0,13	0
Fase 8	0	-0,01	-0,02	-0,025	-0,03	-0,005	0,02	0,02	0,02	0,09	0



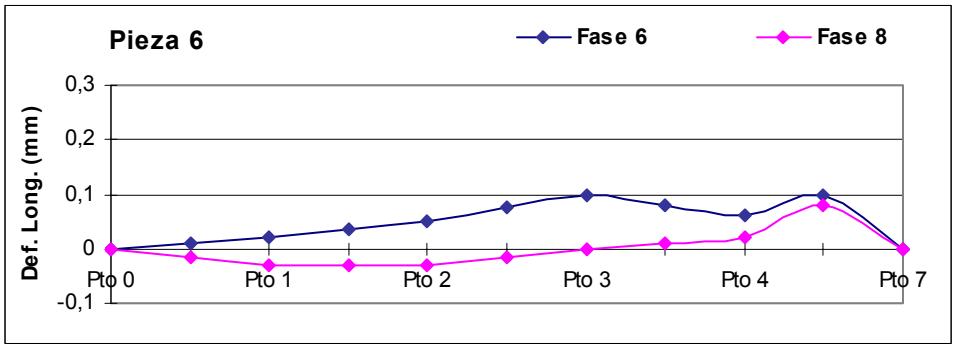
Pieza 4	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,03	0,06	0,08	0,1	0,125	0,15	0,12	0,09	0,12	0
Fase 8	0	-0,015	-0,03	-0,05	-0,07	-0,045	-0,02	-0,015	-0,01	0,08	0



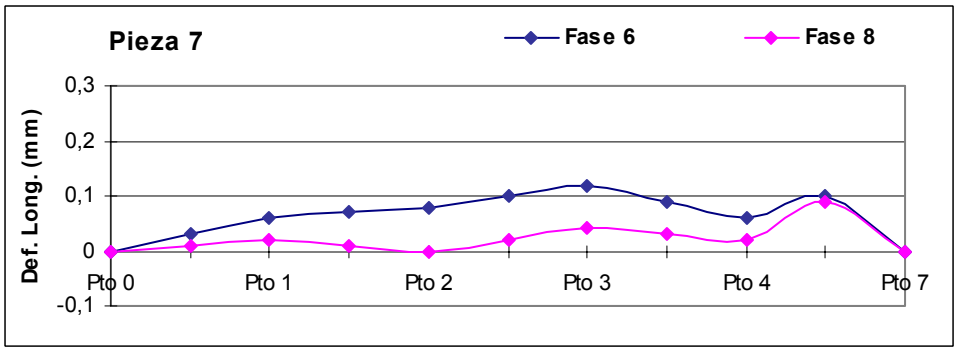
Pieza 5	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,04	0,08	0,09	0,1	0,13	0,16	0,13	0,1	0,13	0
Fase 8	0	0,01	0	-0,01	-0,02	0	0,02	0,025	0,03	0,09	0



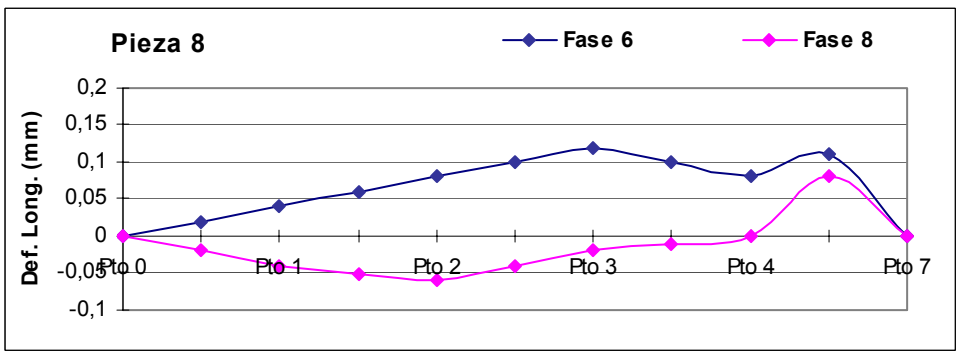
Pieza 6	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,01	0,02	0,035	0,05	0,075	0,1	0,08	0,06	0,1	0
Fase 8	0	-0,015	-0,03	-0,03	-0,03	-0,015	0	0,01	0,02	0,08	0



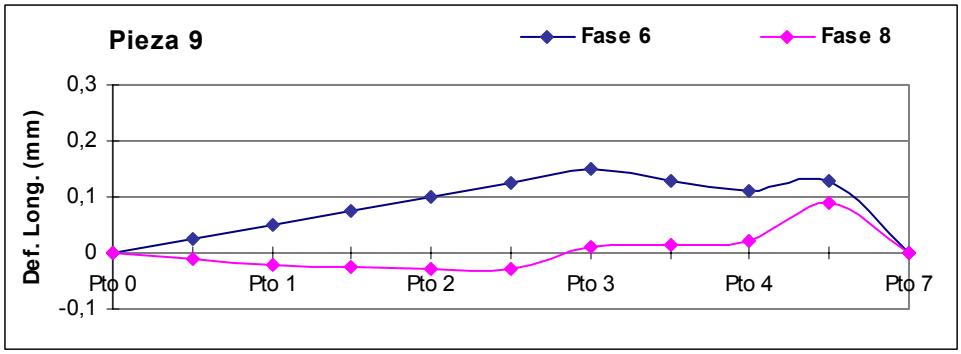
Pieza 7	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,03	0,06	0,07	0,08	0,1	0,12	0,09	0,06	0,1	0
Fase 8	0	0,01	0,02	0,01	0	0,02	0,04	0,03	0,02	0,09	0



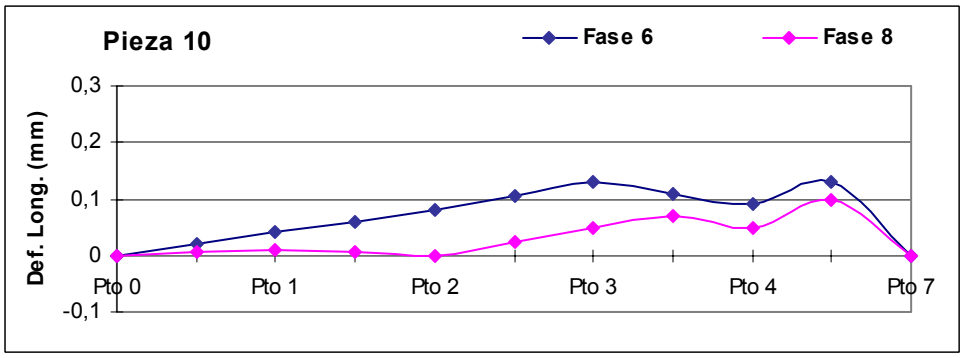
Pieza 8	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1	0,12	0,1	0,08	0,11	0
Fase 8	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,06	-0,04	-0,02	-0,01	0	0,08	0



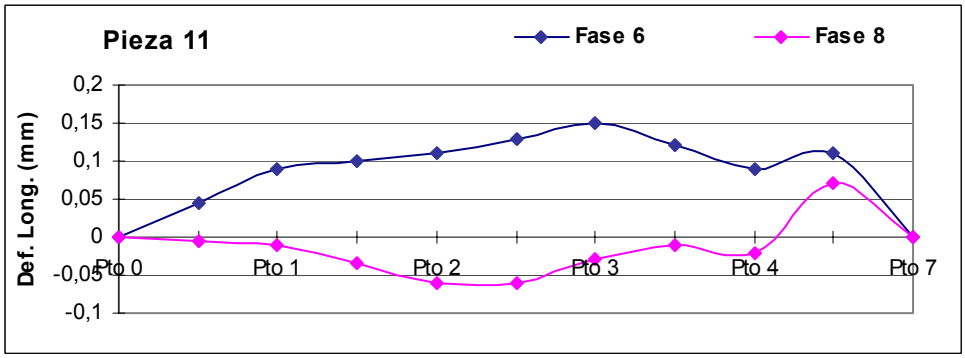
Pieza 9	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,025	0,05	0,075	0,1	0,125	0,15	0,13	0,11	0,13	0
Fase 8	0	-0,01	-0,02	-0,025	-0,03	-0,03	0,01	0,015	0,02	0,09	0



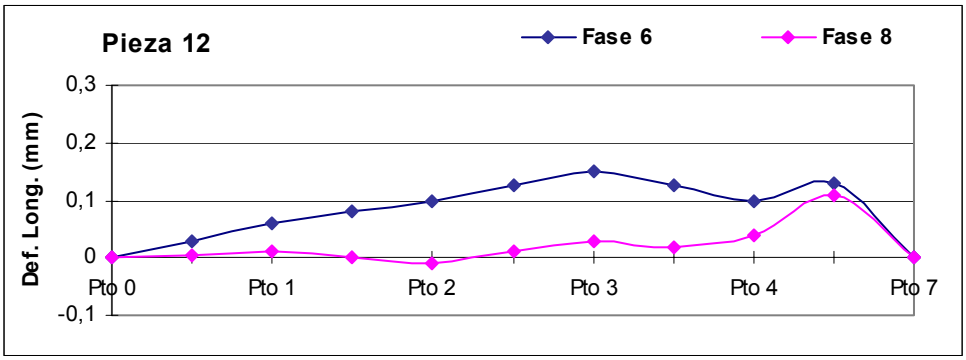
Pieza 10	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,105	0,13	0,11	0,09	0,13	0
Fase 8	0	0,005	0,01	0,005	0	0,025	0,05	0,07	0,05	0,1	0



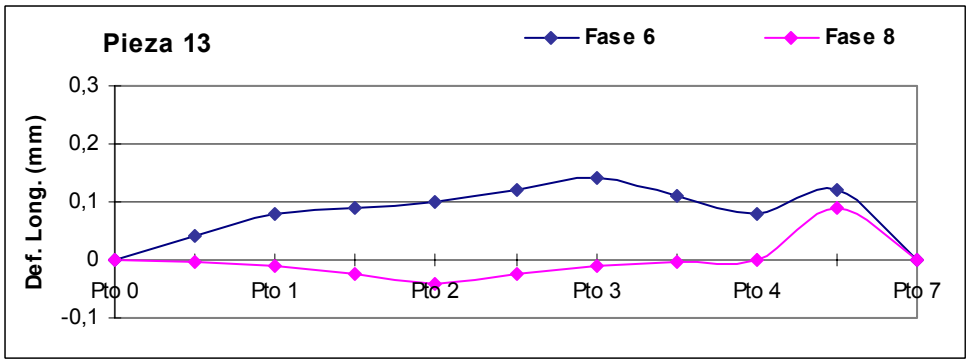
Pieza 11	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,045	0,09	0,1	0,11	0,13	0,15	0,12	0,09	0,11	0
Fase 8	0	-0,005	-0,01	-0,035	-0,06	-0,06	-0,03	-0,01	-0,02	0,07	0



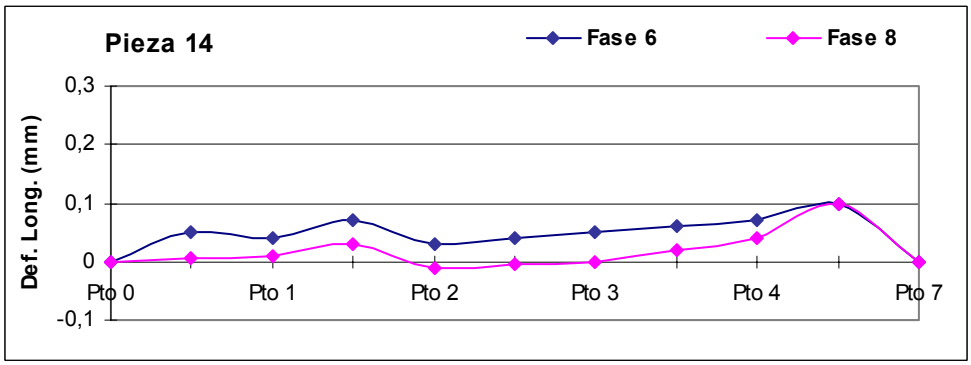
Pieza 12	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,03	0,06	0,08	0,1	0,125	0,15	0,125	0,1	0,13	0
Fase 8	0	0,005	0,01	0	-0,01	0,01	0,03	0,02	0,04	0,11	0



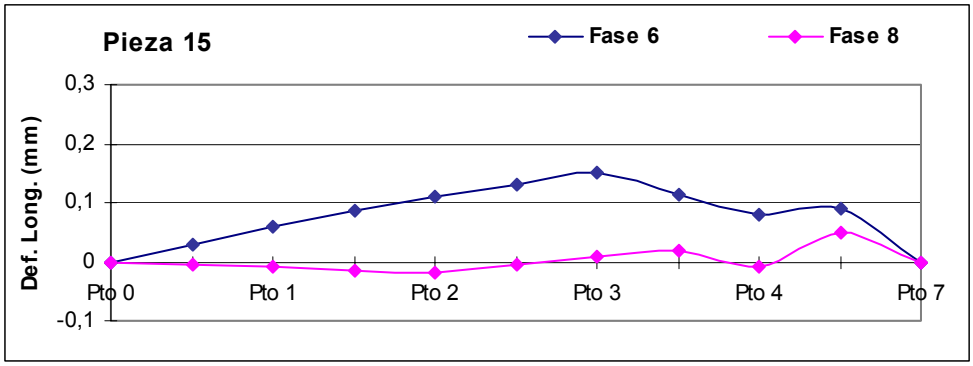
Pieza 13	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,04	0,08	0,09	0,1	0,12	0,14	0,11	0,08	0,12	0
Fase 8	0	-0,005	-0,01	-0,025	-0,04	-0,025	-0,01	-0,005	0	0,09	0



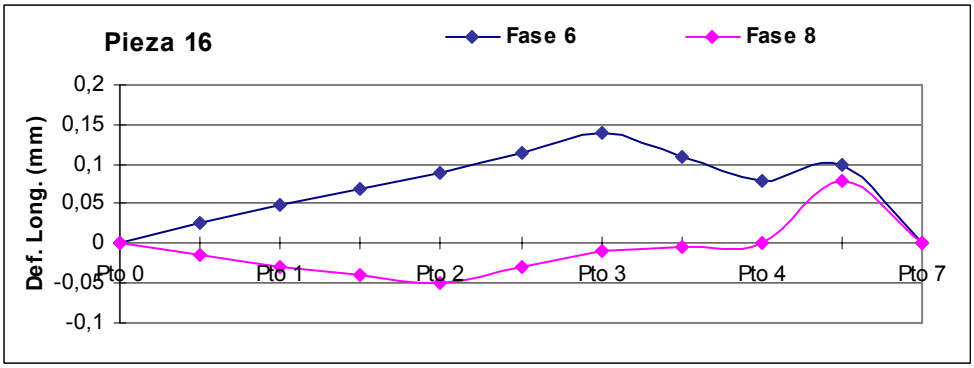
Pieza 14	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,05	0,04	0,07	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,1	0
Fase 8	0	0,005	0,01	0,03	-0,01	-0,005	0	0,02	0,04	0,1	0



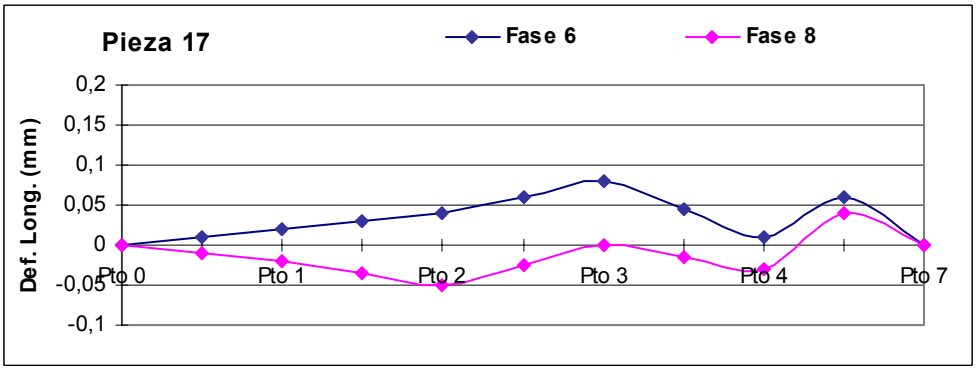
Pieza 15	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,03	0,06	0,085	0,11	0,13	0,15	0,115	0,08	0,09	0
Fase 8	0	-0,005	-0,01	-0,015	-0,02	-0,005	0,01	0,02	-0,01	0,05	0



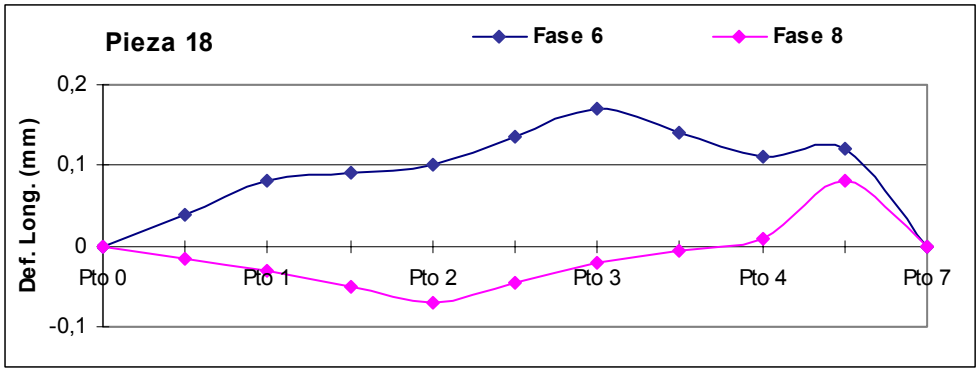
Pieza 16	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,025	0,05	0,07	0,09	0,115	0,14	0,11	0,08	0,1	0
Fase 8	0	-0,015	-0,03	-0,04	-0,05	-0,03	-0,01	-0,005	0	0,08	0



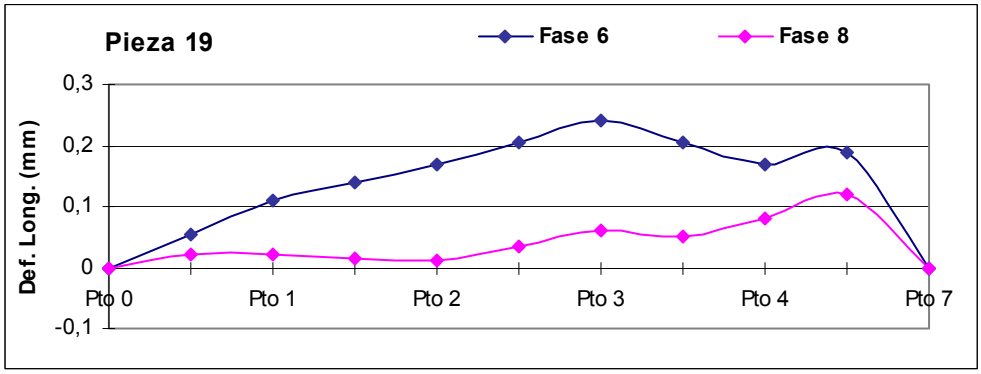
Pieza 17	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,045	0,01	0,06	0
Fase 8	0	-0,01	-0,02	-0,035	-0,05	-0,025	0	-0,015	-0,03	0,04	0



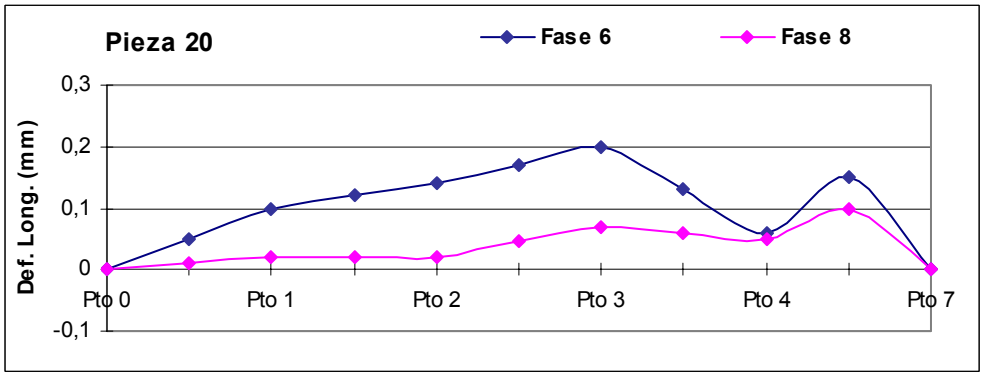
Pieza 18	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,04	0,08	0,09	0,1	0,135	0,17	0,14	0,11	0,12	0
Fase 8	0	-0,015	-0,03	-0,05	-0,07	-0,045	-0,02	-0,005	0,01	0,08	0



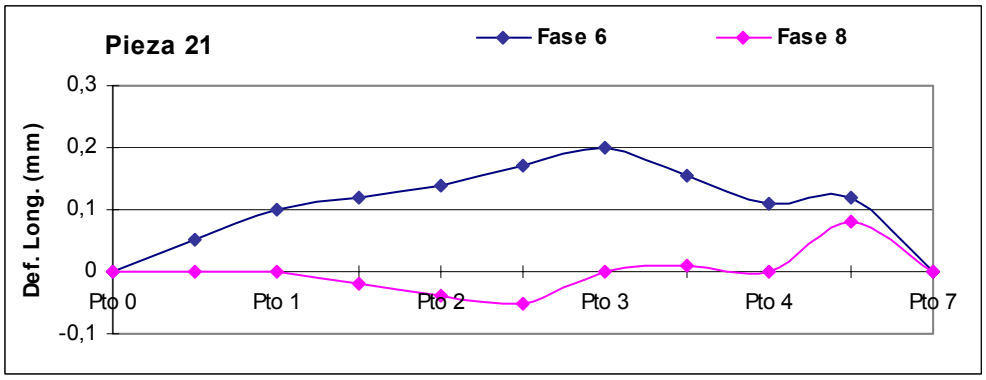
Pieza 19	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,055	0,11	0,14	0,17	0,205	0,24	0,205	0,17	0,19	0
Fase 8	0	0,02	0,02	0,015	0,01	0,035	0,06	0,05	0,08	0,12	0



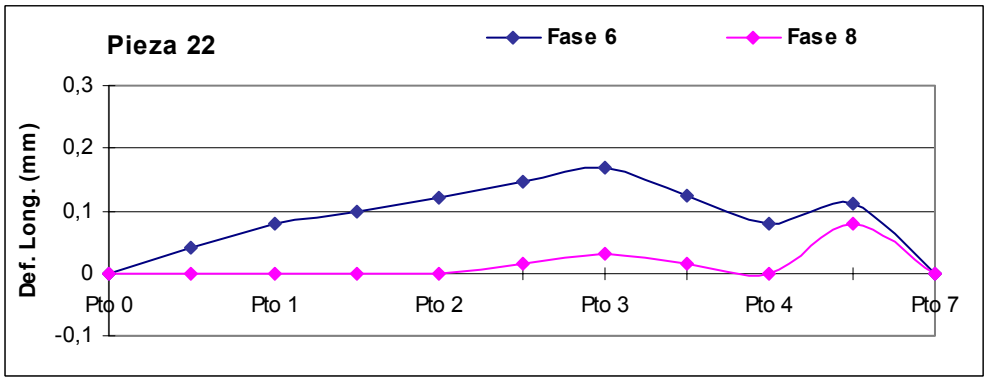
Pieza 20	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,05	0,1	0,12	0,14	0,17	0,2	0,13	0,06	0,15	0
Fase 8	0	0,01	0,02	0,02	0,02	0,045	0,07	0,06	0,05	0,1	0



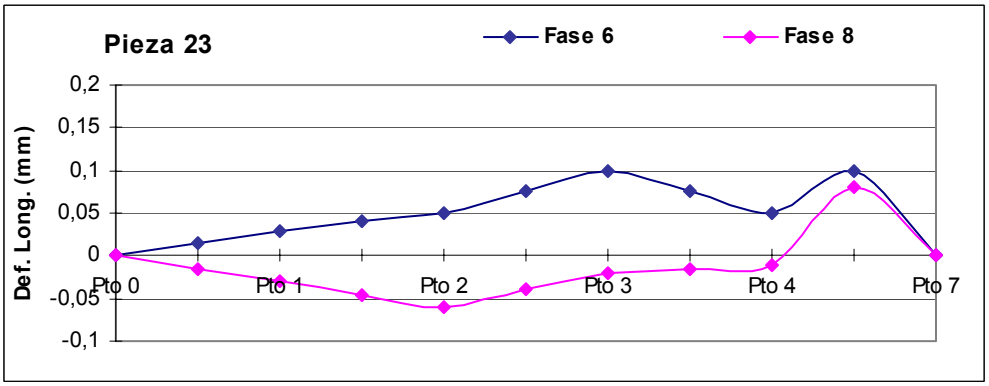
Pieza 21	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,05	0,1	0,12	0,14	0,17	0,2	0,155	0,11	0,12	0
Fase 8	0	0	0	-0,02	-0,04	-0,05	0	0,01	0	0,08	0



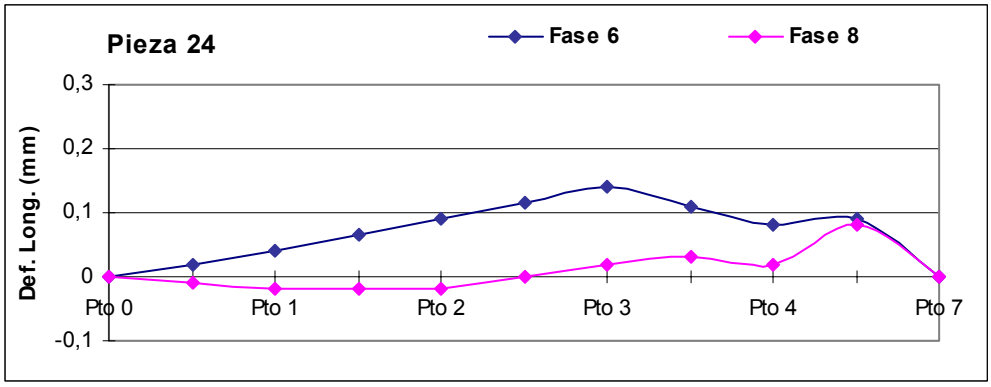
Pieza 22	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,04	0,08	0,1	0,12	0,145	0,17	0,125	0,08	0,11	0
Fase 8	0	0	0	0	0	0,015	0,03	0,015	0	0,08	0



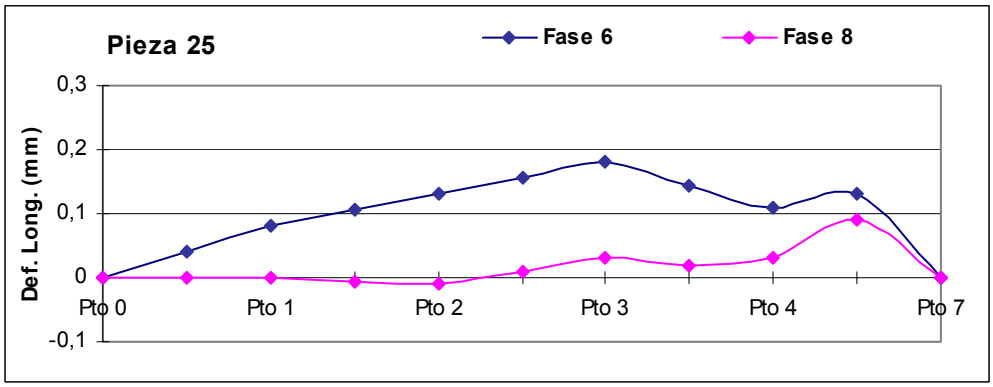
Pieza 23	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,015	0,03	0,04	0,05	0,075	0,1	0,075	0,05	0,1	0
Fase 8	0	-0,015	-0,03	-0,045	-0,06	-0,04	-0,02	-0,015	-0,01	0,08	0



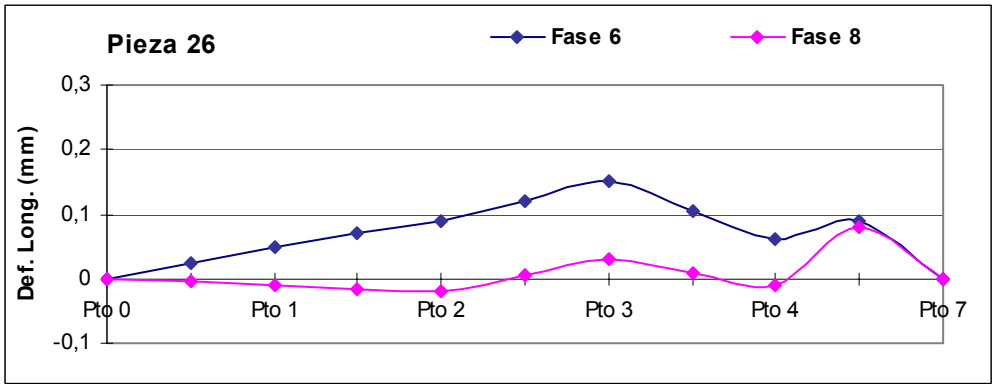
Pieza 24	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,02	0,04	0,065	0,09	0,115	0,14	0,11	0,08	0,09	0
Fase 8	0	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	0	0,02	0,03	0,02	0,08	0



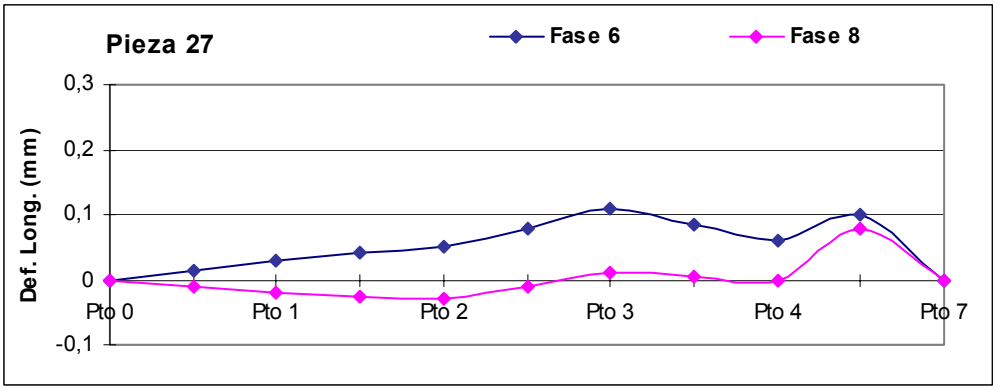
Pieza 25	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,04	0,08	0,105	0,13	0,155	0,18	0,145	0,11	0,13	0
Fase 8	0	0	0	-0,005	-0,01	0,01	0,03	0,02	0,03	0,09	0



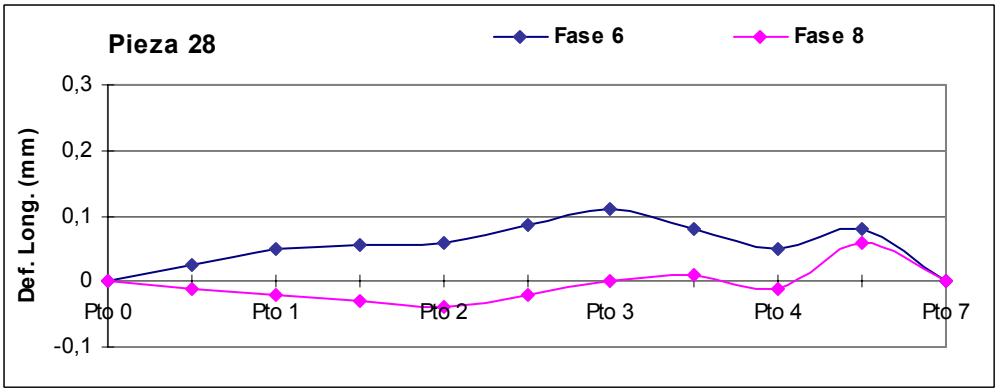
Pieza 26	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,025	0,05	0,07	0,09	0,12	0,15	0,105	0,06	0,09	0
Fase 8	0	-0,005	-0,01	-0,015	-0,02	0,005	0,03	0,01	-0,01	0,08	0



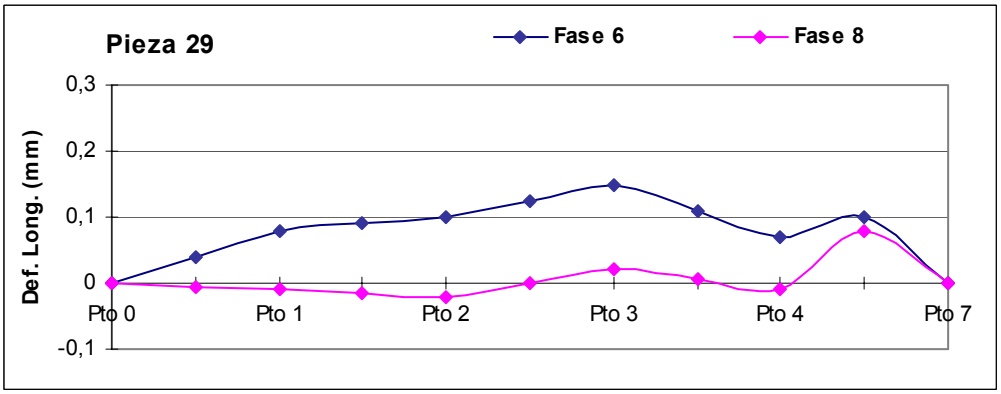
Pieza 27	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,015	0,03	0,04	0,05	0,08	0,11	0,085	0,06	0,1	0
Fase 8	0	-0,01	-0,02	-0,025	-0,03	-0,01	0,01	0,005	0	0,08	0



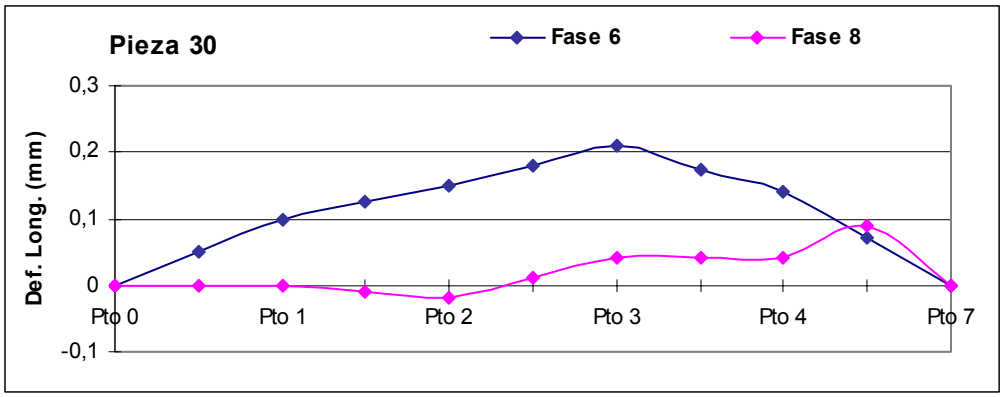
Pieza 28	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,025	0,05	0,055	0,06	0,085	0,11	0,08	0,05	0,08	0
Fase 8	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,02	0	0,01	-0,01	0,06	0



Pieza 29	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,04	0,08	0,09	0,1	0,125	0,15	0,11	0,07	0,1	0
Fase 8	0	-0,005	-0,01	-0,015	-0,02	0	0,02	0,005	-0,01	0,08	0

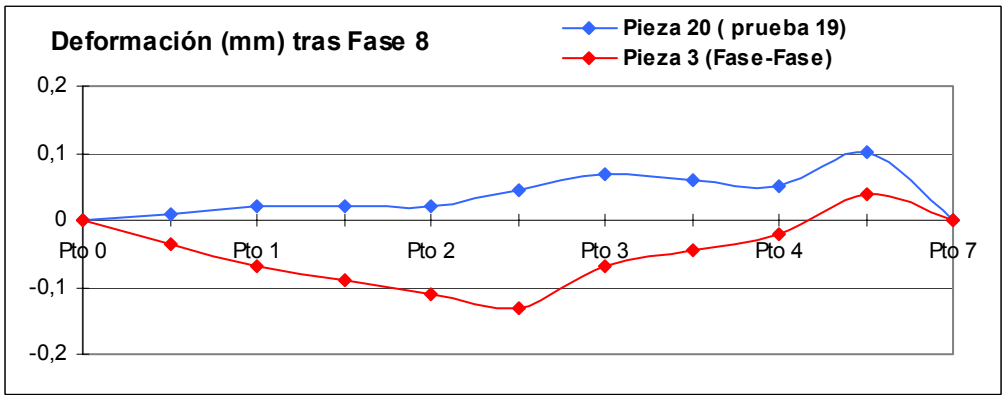


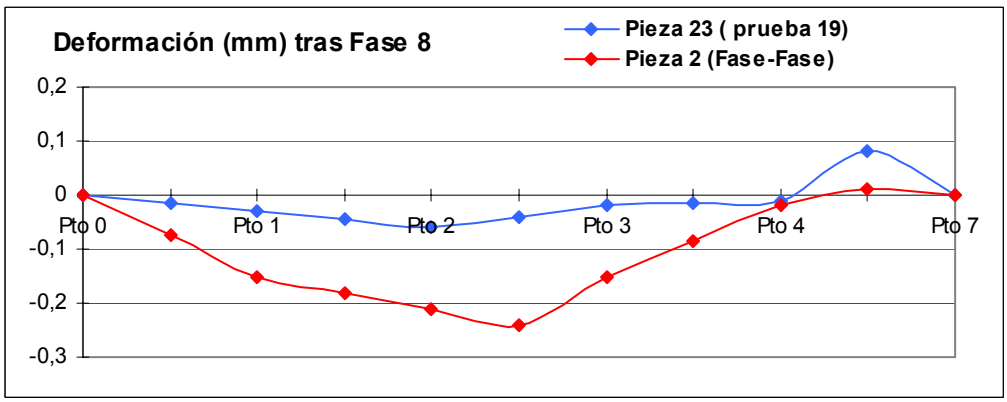
Pieza 30	Pto 0		Pto 1		Pto 2		Pto 3		Pto 4		Pto 7
Fase 6	0	0,05	0,1	0,125	0,15	0,18	0,21	0,175	0,14	0,07	0
Fase 8	0	0	0	-0,01	-0,02	0,01	0,04	0,04	0,04	0,09	0



Observando las gráficas anteriores se puede deducir:

- El punto 3 prácticamente siempre pertenece a la zona positiva y si pasa a la zona negativa en alguna pieza es como mucho unas dos centésimas. Si comparáramos con piezas de la prueba Fase-Fase se vería como antes siempre pertenecía a la zona negativa.
- El punto 2 sigue estando mas bajo que el 3, pero ahora hay piezas en las que después de la fase 8 sigue perteneciendo a la zona positiva, mientras que antes siempre pertenecía a la negativa. También se puede apreciar que cuando pasa a la zona negativa lo hace en el peor de los casos media décima, mientras que antes lo hacía mas del doble:





- El punto más negativo, ahora, corresponde casi siempre al punto 2, que pertenece a la parte de la caña; sin embargo antes era un punto situado entre el 2 y el 3, que correspondía al primer o segundo valle del dentado.

Según lo visto, la probabilidad de tener, tras la modificación, una grieta, es menor que antes, ya que la pieza si pasa a la zona negativa no lo hace tanto como anteriormente, y si lo hace, el punto mas negativo suele ser uno perteneciente a la zona de la caña, y no al dentado, donde nunca se producen grietas.