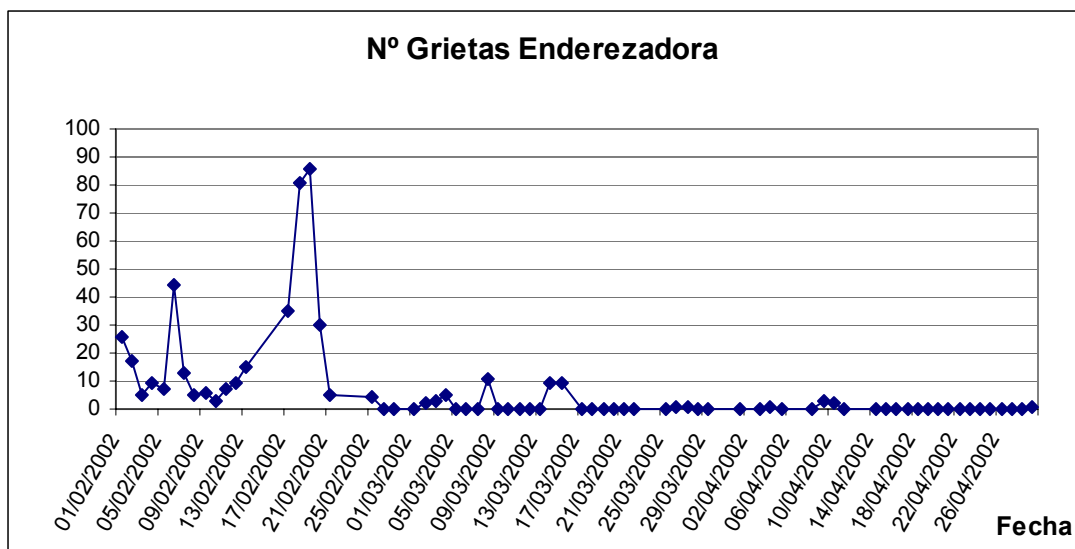


5.22. PRUEBA FASE-FASE.

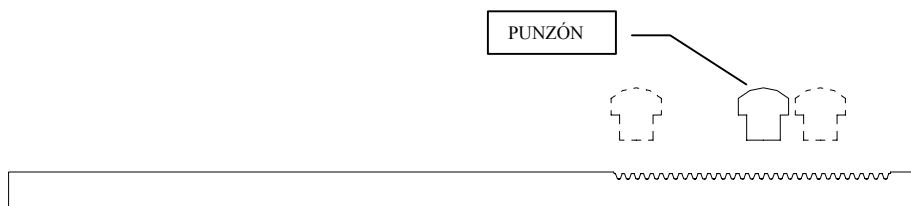
5.22.PRUEBA FASE-FASE (29/04/02).

Si se representa el número de grietas que tenemos diariamente en la enderezadora obtenemos:



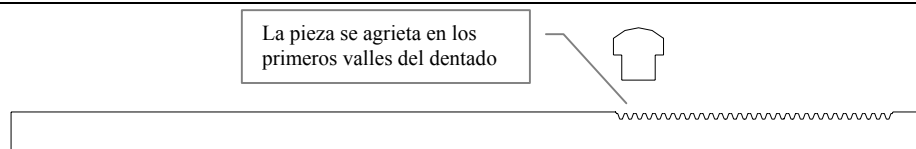
Como se puede observar desde que se hizo el estudio en las máquinas inductoras y se consiguió reducir la deformación de las piezas el número de grietas que aparecen es muy pequeño, pero de vez en cuando hay alguna. Por tanto, se va a analizar la forma de trabajo del programa 43 (el actual en uso) de enderezado.

Al principio del proyecto, cuando se tenían unas grandes deformaciones de piezas, las grietas y roturas se producían siempre en las primeras fases del enderezado en los puntos de golpeo:



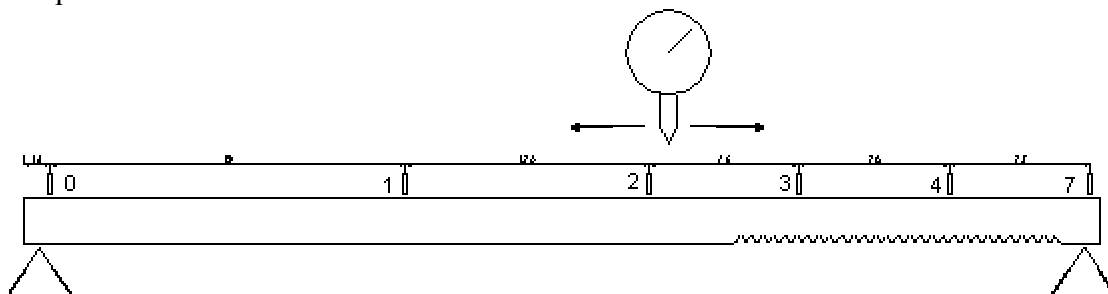
La pieza rompía en las fases 02, 04 y 06, donde se intentaba reducir un poco la deformación inicial, para luego pasar a las fases de afinamiento de la rectitud. Es decir, cuando llega a la enderezadora, la pieza, admite muy poca deformación adicional, que es la que va a permitir enderezarse con éxito o agrietarse, de ahí que ahora que se ha reducido bastante su deformación inicial, esa deformación adicional que es capaz de admitir la pieza antes de la rotura sea suficiente para enderezarla.

Sin embargo, ahora las piezas rompen cuando están casi enderezadas, es decir, al final del ciclo, en la fase 8 de algunos de los bucles y siempre en el mismo punto aproximadamente:



Por tanto, el objetivo de esta prueba es ver como deforma cada fase del enderezado a la pieza para comprobar si hay alguna anomalía o se puede mejorar en algo.

La prueba que se va a desarrollar consiste en coger 15 piezas después de revenir y medirlas inicialmente y después de cada fase de enderezado a través de las medidas que proporciona la misma máquina y en su deformación longitudinal con el calibre manual, tomando las mediciones en los mismos puntos donde lo hace la máquina:



Para realizar las medidas después de cada fase hay que interrumpir el ciclo de la máquina, hacer una fase de test en la misma, sacar la pieza y medirla manualmente, volver a meter la pieza, modificar el programa para que no se vuelva a hacer una de las fases ya realizadas y continuar con la siguiente fase.

La deformación longitudinal se va a medir en dos generatrices, una que llamaremos generatriz 0, que es la opuesta al dentado perteneciente al plano de simetría de la pieza, y otra generatriz X, que se encuentra a 30° de la anterior. Las medidas tomadas en cada fase se representarán en una tabla como la siguiente:

FASE i	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.													
GEN 0													
GEN X													

donde cada una de las casillas representa:

- FASE i: es la fase que se acaba de realizar y después de la cual se toman las medidas. Llamamos FASE 0 a la deformación de la pieza a la llegada a la enderezadora.
- M01, M02,..., M22: son las medidas proporcionadas por la enderezadora en micras.
- 0,1,...,4: son los puntos donde medimos manualmente (en milímetros).
- 0—1, 1—2,...: son medidas intermedias entre los puntos de medición; están tomadas manualmente si hay un cambio de inflexión en la deformación (color negro) o en caso contrario una interpolación entre las medidas de los puntos entre los que se encuentra (color gris).

A continuación se mostrará para cada pieza las tablas de las mediciones y una gráfica representando la deformación longitudinal de la generatriz 0, que es la que se ha

visto mas interesante. Cada una de las líneas de las gráficas muestra la deformación de la pieza, después de la fase a la que hace referencia, y un rombo grande que indica donde va a golpear la siguiente fase.

Hay que señalar que en el enderezado de las piezas no todas tienen por qué realizar todas las fases del programa, es decir habrá fases en algunas piezas que no se realicen. Del mismo modo, la fase en que la pieza queda enderezada exitosamente tampoco es la misma en todas las piezas.

Para la pieza 1:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			762		1336		1885		1681	128	931	1249	1271
GEN 0	0	0,22	0,44	0,62	0,8	0,92	1,04	0,96	0,88	0,44	0		
GEN X	0	0,145	0,29	0,43	0,57	0,66	0,75	0,685	0,62	0,31	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			158		375		646		624	94	378	504	510
GEN 0	0	0,04	0,08	0,135	0,19	0,24	0,29	0,27	0,29	0,145	0		
GEN X	0	0,04	0,08	0,14	0,2	0,245	0,29	0,28	0,27	0,135	0		

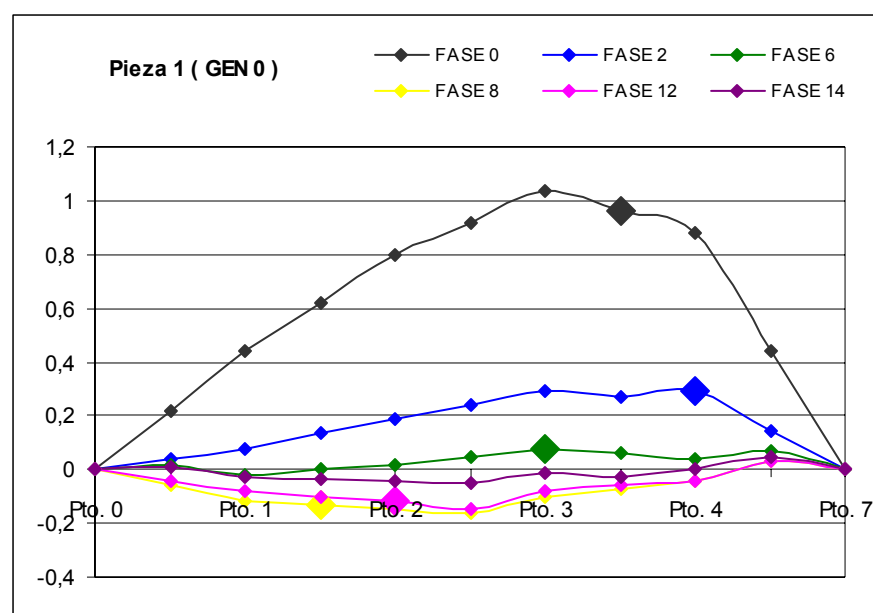
FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			47		96		266		146	99	206	119	121
GEN 0	0	0,02	-0,02	0	0,02	0,05	0,08	0,06	0,04	0,07	0		
GEN X	0	-0,03	-0,02	0,02	0,06	0,085	0,11	0,085	0,06	0,07	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			285		312		169		64	123	80	45	41
GEN 0	0	-0,06	-0,12	-0,135	-0,15	-0,16	-0,1	-0,07	-0,04	0,03	0		
GEN X	0	-0,05	-0,1	-0,095	-0,09	-0,065	-0,04	-0,025	-0,01	0,04	0		

FASE 12	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			173		232		117		55	59	82	43	41
GEN 0	0	-0,04	-0,08	-0,1	-0,12	-0,15	-0,08	-0,06	-0,04	0,03	0		
GEN X	0	-0,035	-0,07	-0,075	-0,08	-0,08	-0,04	-0,025	-0,01	0,03	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			65		61		79		56	57	102	69	68
GEN 0	0	0,01	-0,03	-0,035	-0,04	-0,05	-0,01	-0,03	0	0,05	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0		

Representando en una gráfica las deformaciones de la generatriz 0:

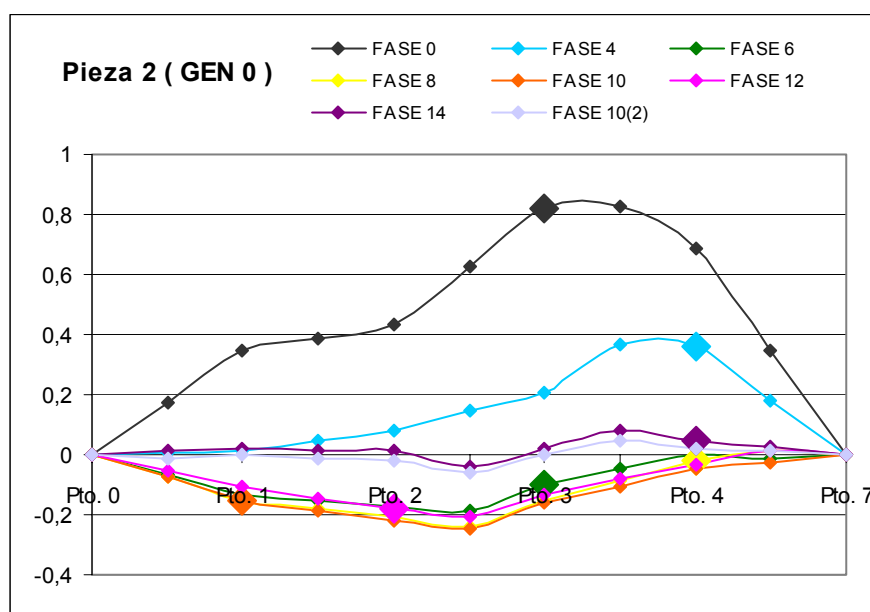


Por ejemplo, la línea azul indica la forma de la pieza tras la fase 2, y el rombo grande azul en ella señala el punto donde va a golpear la siguiente fase, que en este caso es la 6. Las demás líneas se interpretan de igual modo.

Para la pieza 2:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			619		1069		1503		1312	36	739	966	982
GEN 0	0	0,175	0,35	0,39	0,43	0,625	0,82	0,83	0,69	0,345	0		
GEN X	0	0,1	0,2	0,275	0,35	0,4	0,45	0,45	0,41	0,205	0		
FASE 4	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			45		160		512		773	46	399	723	726
GEN 0	0	0,005	0,01	0,045	0,08	0,145	0,21	0,37	0,36	0,18	0		
GEN X	0	0,005	0,01	0,015	0,02	0,07	0,12	0,13	0,14	0,07	0		
FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			254		315		111		37	86	117	128	122
GEN 0	0	-0,065	-0,13	-0,15	-0,17	-0,19	-0,1	-0,05	0	-0,01	0		
GEN X	0	-0,035	-0,07	-0,095	-0,12	-0,095	-0,07	0,01	0	0	0		
FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			333		447		242		45	95	81	108	101
GEN 0	0	-0,075	-0,15	-0,18	-0,21	-0,24	-0,15	-0,085	-0,02	0,01	0		
GEN X	0	-0,04	-0,08	-0,11	-0,14	-0,15	-0,1	-0,05	0	0,02	0		
FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			324		435		256		83	95	71	59	52
GEN 0	0	-0,075	-0,15	-0,185	-0,22	-0,25	-0,16	-0,105	-0,05	-0,025	0		
GEN X	0	-0,05	-0,1	-0,13	-0,16	-0,18	-0,12	-0,075	-0,03	0,01	0		
FASE 12	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			236		361		204		53	41	75	67	62
GEN 0	0	-0,055	-0,11	-0,145	-0,18	-0,21	-0,13	-0,08	-0,03	0,01	0		
GEN X	0	-0,04	-0,08	-0,115	-0,15	-0,16	-0,11	-0,065	-0,02	0,01	0		
FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			31		13		125		122	27	116	118	118
GEN 0	0	0,01	0,02	0,015	0,01	-0,04	0,02	0,08	0,05	0,025	0		
GEN X	0	-0,01	0,02	0,03	0	-0,02	-0,01	0,04	0,03	0,03	0		
FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			11		33		73		55	13	92	66	65
GEN 0	0	-0,01	0	-0,01	-0,02	-0,06	0	0,05	0,02	0,01	0		
GEN X	0	-0,01	0,01	0,02	-0,01	-0,03	-0,01	0,005	0,02	0,02	0		

Representando la deformación en la generatriz 0:



Para la pieza 3:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			944		1524		2086		1807	115	995	1311	1336
GEN 0	0	0,265	0,53	0,715	0,9	1,025	1,15	1,17	0,99	0,495	0		
GEN X	0	0,185	0,37	0,505	0,64	0,73	0,82	0,84	0,71	0,355	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			269		454		707		671	22	383	524	531
GEN 0	0	0,07	0,14	0,205	0,27	0,315	0,36	0,32	0,34	0,17	0		
GEN X	0	0,055	0,11	0,165	0,22	0,255	0,29	0,29	0,29	0,145	0		

FASE 4	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			245		421		667		663	14	365	526	534
GEN 0	0	0,06	0,12	0,17	0,22	0,265	0,31	0,29	0,31	0,155	0		
GEN X	0	0,045	0,09	0,13	0,17	0,205	0,24	0,245	0,25	0,125	0		

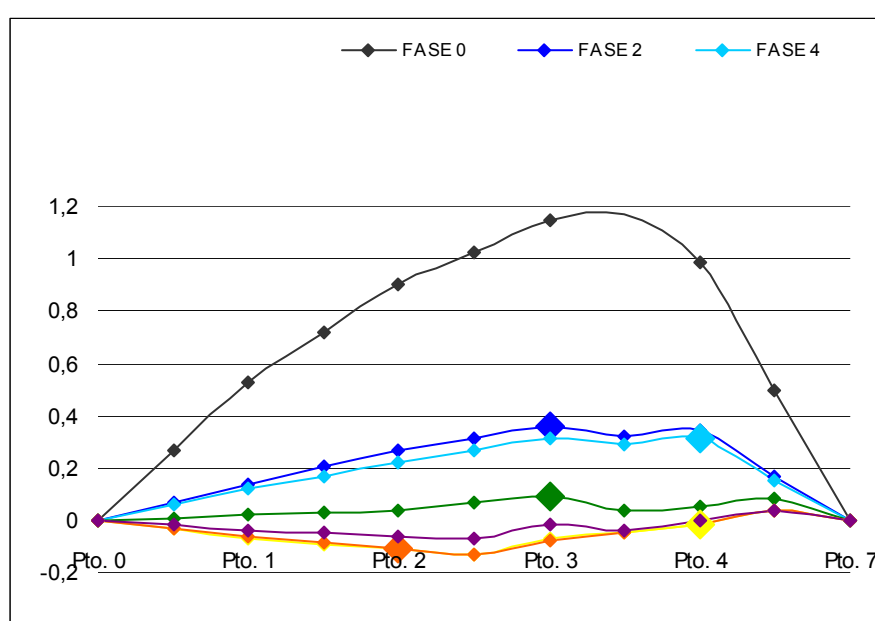
FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			62		119		275		176	12	190	139	141
GEN 0	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,065	0,09	0,04	0,05	0,08	0		
GEN X	0	0,01	0,02	0,035	0,05	0,07	0,09	0,085	0,08	0,04	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			151		209		77		75	38	75	83	82
GEN 0	0	-0,035	-0,07	-0,09	-0,11	-0,13	-0,07	-0,045	-0,02	0,04	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,03	-0,01	0,01	0,03	0		

FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			142		199		74		28	37	71	58	55
GEN 0	0	-0,03	-0,06	-0,085	-0,11	-0,13	-0,08	-0,05	-0,02	0,04	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,04	-0,02	0	0,03	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			59		66		63		68	25	110	88	88
GEN 0	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,02	-0,04	0	0,04	0		
GEN X	0	-0,01	-0,02	-0,025	-0,03	-0,02	-0,01	0	0,01	0,03	0		

Representando las deformaciones en la generatriz 0:



Para la pieza 4:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			1056		1586		2136		1895	216	990	1375	1401
GEN 0	0	0,3	0,6	0,775	0,95	1,06	1,17	1,19	1	0,5	0		
GEN X	0	0,155	0,31	0,43	0,55	0,63	0,71	0,75	0,62	0,31	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			384		519		742		732	123	368	562	571
GEN 0	0	0,09	0,18	0,22	0,26	0,295	0,33	0,28	0,31	0,155	0		
GEN X	0	0,045	0,09	0,14	0,19	0,235	0,28	0,27	0,26	0,13	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			198		206		334		218	105	192	155	159
GEN 0	0	0,05	0,1	0,105	0,11	0,12	0,13	0,06	0,08	0,04	0		
GEN X	0	0,015	0,03	0,055	0,08	0,105	0,13	0,11	0,09	0,045	0		

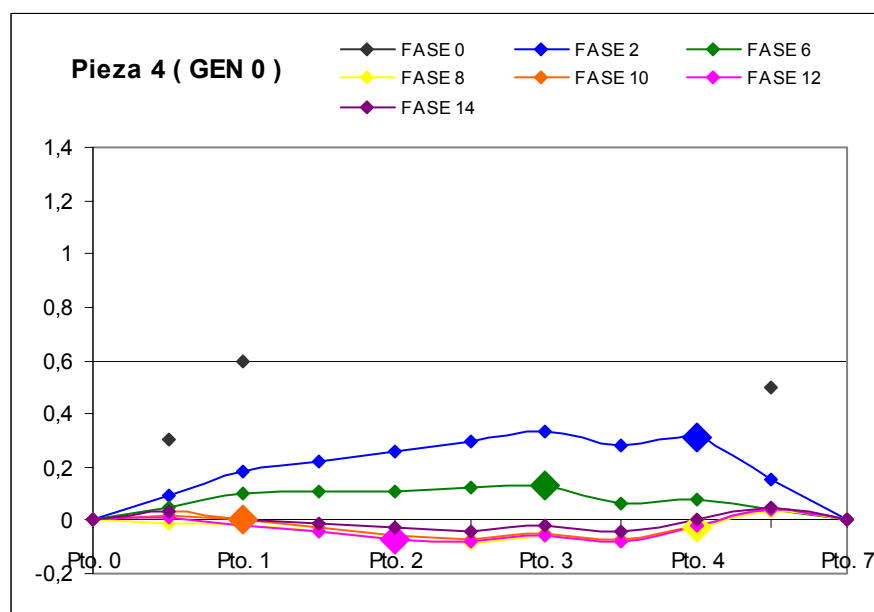
FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			123		149		30		41	77	79	90	87
GEN 0	0	-0,01	-0,02	-0,045	-0,07	-0,09	-0,06	-0,08	-0,03	0,03	0		
GEN X	0	-0,03	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,03	-0,015	0	0,03	0		

FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			141		162		59		22	81	59	44	42
GEN 0	0	0,02	0	-0,03	-0,06	-0,07	-0,05	-0,07	-0,02	0,04	0		
GEN X	0	-0,03	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,04	-0,025	-0,01	0,03	0		

FASE 12	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			93		160		49		4	40	66	56	53
GEN 0	0	0,01	-0,02	-0,045	-0,07	-0,08	-0,06	-0,08	-0,02	0,04	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,055	-0,07	-0,09	-0,03	-0,02	-0,01	0,03	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			58		72		40		55	43	89	76	76
GEN 0	0	0,03	0	-0,015	-0,03	-0,04	-0,02	-0,04	0	0,05	0		
GEN X	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	0	0,005	0,01	0,04	0		

Representando las deformaciones de la generatriz 0:



Para la pieza 5:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			754		1218		1660		1427	92	788	1032	1051
GEN 0	0	0,205	0,41	0,56	0,71	0,805	0,9	0,92	0,75	0,375	0		
GEN X	0	0,095	0,19	0,265	0,34	0,39	0,44	0,45	0,35	0,175	0		

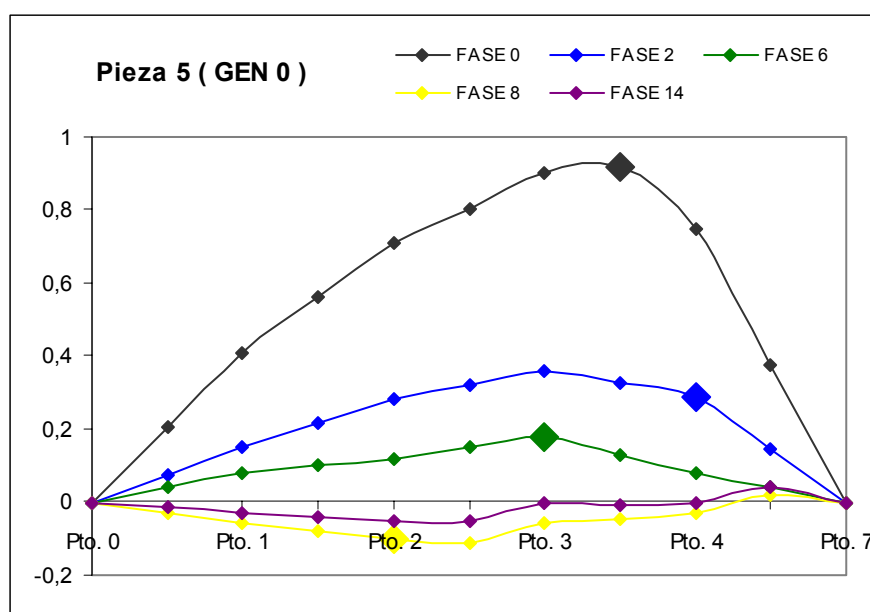
FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			299		505		710		605	25	350	441	450
GEN 0	0	0,075	0,15	0,215	0,28	0,32	0,36	0,325	0,29	0,145	0		
GEN X	0	0,04	0,08	0,1	0,12	0,145	0,17	0,155	0,14	0,07	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			146		257		401		216	10	218	133	138
GEN 0	0	0,04	0,08	0,1	0,12	0,15	0,18	0,13	0,08	0,04	0		
GEN X	0	0,02	0,04	0,05	0,06	0,075	0,09	0,065	0,04	0,02	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			67		77		51		45	27	106	68	67
GEN 0	0	-0,015	-0,03	-0,04	-0,05	-0,05	0	-0,01	0	0,04	0		
GEN X	0	-0,01	-0,02	-0,025	-0,03	-0,04	-0,01	-0,005	0	0,02	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			128		180		60		22	29	69	38	35
GEN 0	0	-0,03	-0,06	-0,08	-0,1	-0,11	-0,06	-0,045	-0,03	0,02	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,04	-0,03	-0,02	0,02	0		

Representando gráficamente las deformaciones de la generatriz 0:



Para la pieza 6:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			985		1516		2027		1838	160	937	1345	1369
GEN 0	0	0,27	0,54	0,71	0,88	0,98	1,08	1,1	0,95	0,475	0		
GEN X	0	0,175	0,35	0,465	0,58	0,655	0,73	0,76	0,63	0,315	0		

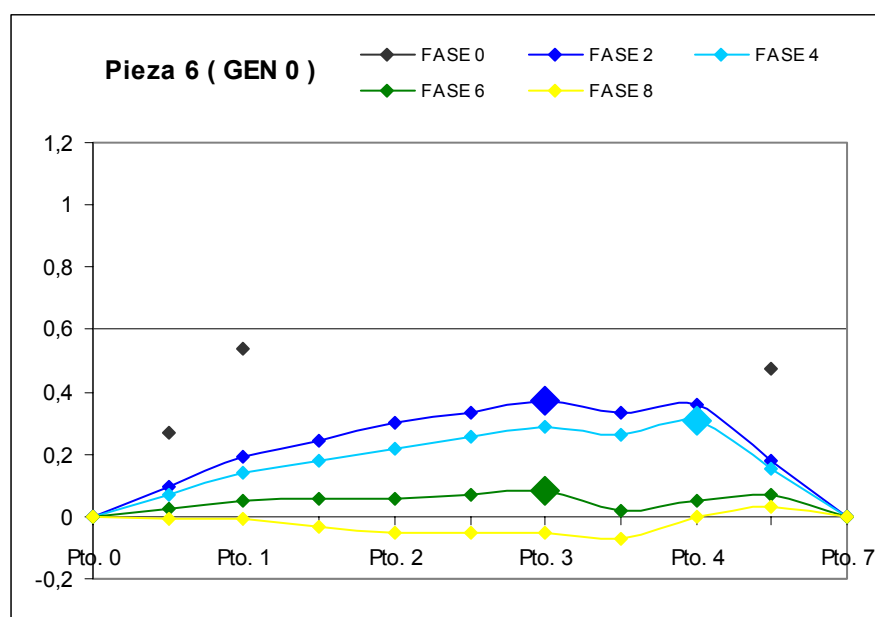
FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			381		554		784		788	80	390	612	621
GEN 0	0	0,095	0,19	0,245	0,3	0,335	0,37	0,33	0,36	0,18	0		
GEN X	0	0,08	0,16	0,215	0,27	0,305	0,34	0,32	0,3	0,15	0		

FASE 4	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			345		492		716		753	78	364	596	604
GEN 0	0	0,07	0,14	0,18	0,22	0,255	0,29	0,26	0,31	0,155	0		
GEN X	0	0,065	0,13	0,175	0,22	0,255	0,29	0,29	0,29	0,145	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			140		170		286		190	56	170	138	140
GEN 0	0	0,025	0,05	0,055	0,06	0,07	0,08	0,02	0,05	0,07	0		
GEN X	0	0,04	0,08	0,095	0,11	0,125	0,14	0,12	0,1	0,05	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			30		100		66		77	29	82	95	93
GEN 0	0	-0,005	-0,01	-0,03	-0,05	-0,05	-0,05	-0,07	0	0,03	0		
GEN X	0	0,03	0,01	0	-0,01	0,005	0,02	0,03	0,04	0,05	0		

Representando las deformaciones de la generatriz 0:



Para la pieza 7:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			623		957		1305		1203	96	616	890	906
GEN 0	0	0,16	0,32	0,425	0,53	0,595	0,66	0,69	0,6	0,3	0		
GEN X	0	0,07	0,14	0,175	0,21	0,26	0,31	0,33	0,27	0,135	0		

FASE 4	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			258		378		671		873	51	404	751	758
GEN 0	0	0,06	0,12	0,155	0,19	0,25	0,31	0,42	0,4	0,2	0		
GEN X	0	0,015	0,03	0,035	0,04	0,085	0,13	0,18	0,16	0,08	0		

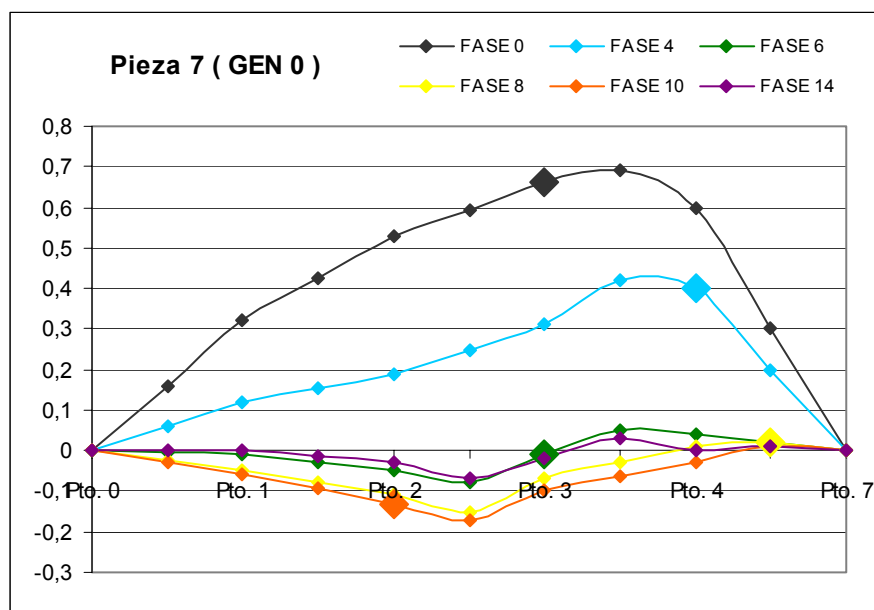
FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			31		110		64		116	31	133	148	146
GEN 0	0	-0,005	-0,01	-0,03	-0,05	-0,08	-0,01	0,05	0,04	0,02	0		
GEN X	0	0,01	-0,01	-0,03	-0,05	-0,02	0,01	0,05	0,03	0,015	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			121		255		113		53	21	79	115	111
GEN 0	0	-0,025	-0,05	-0,08	-0,11	-0,15	-0,07	-0,03	0,01	0,02	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,07	-0,1	-0,11	-0,04	-0,02	0	0,01	0		

FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			136		272		142		55	22	58	56	53
GEN 0	0	-0,03	-0,06	-0,095	-0,13	-0,17	-0,1	-0,065	-0,03	0,01	0		
GEN X	0	-0,025	-0,05	-0,08	-0,11	-0,13	-0,06	-0,04	-0,02	0,02	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			24		39		63		79	44	84	89	88
GEN 0	0	0	0	-0,015	-0,03	-0,07	-0,02	0,03	0	0,01	0		
GEN X	0	0	0	-0,015	-0,03	-0,05	0	0,03	0,01	0,02	0		

Representando gráficamente las deformaciones para la generatriz 0:



Para la pieza 8:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			857		1333		1824		1651	143	860	1216	1237
GEN 0	0	0,23	0,46	0,605	0,75	0,84	0,93	0,96	0,88	0,44	0		
GEN X	0	0,16	0,32	0,43	0,54	0,62	0,7	0,72	0,56	0,28	0		

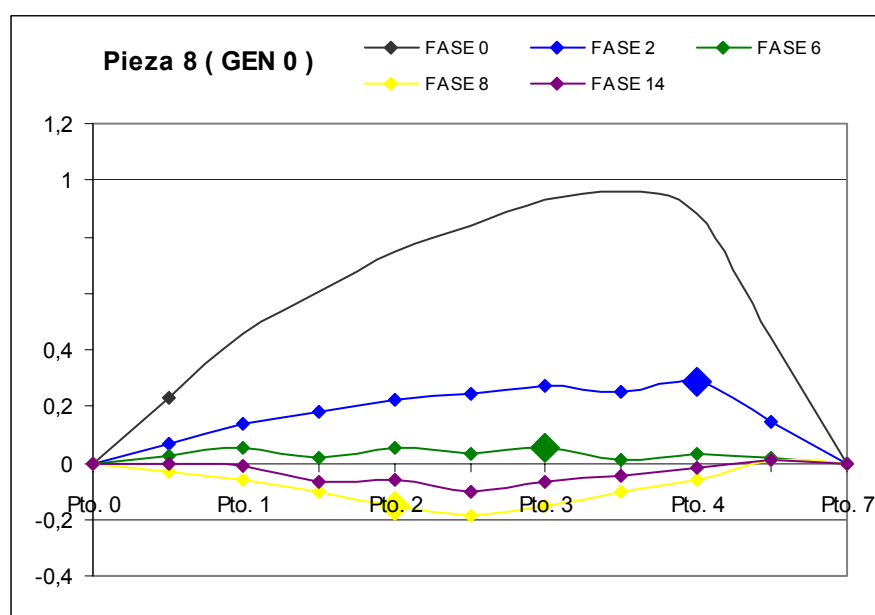
FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			320		491		709		685	76	358	529	537
GEN 0	0	0,07	0,14	0,18	0,22	0,245	0,27	0,25	0,29	0,145	0		
GEN X	0	0,055	0,11	0,155	0,2	0,24	0,28	0,255	0,23	0,115	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			111		171		301		140	48	181	87	90
GEN 0	0	0,025	0,05	0,02	0,05	0,03	0,05	0,01	0,03	0,015	0		
GEN X	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,095	0,11	0,075	0,04	0,02	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			161		274		190		91	28	55	6	8
GEN 0	0	-0,03	-0,06	-0,105	-0,15	-0,19	-0,15	-0,105	-0,06	0,01	0		
GEN X	0	-0,03	-0,06	-0,08	-0,1	-0,12	-0,07	-0,055	-0,04	0,01	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			29		70		70		23	44	74	42	41
GEN 0	0	-0,005	-0,01	-0,07	-0,06	-0,1	-0,07	-0,045	-0,02	0,01	0		
GEN X	0	-0,005	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	0	-0,005	-0,01	0,02	0		

Representando las deformaciones de la generatriz 0:



Para la pieza 9:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			833		1352		1894		1745	103	925	1306	1328
GEN 0	0	0,23	0,46	0,625	0,79	0,9	1,01	1,04	0,89	0,445	0		
GEN X	0	0,145	0,29	0,4	0,51	0,565	0,62	0,65	0,59	0,295	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			252		419		671		711	22	370	574	582
GEN 0	0	0,055	0,11	0,16	0,21	0,25	0,29	0,27	0,31	0,155	0		
GEN X	0	0,04	0,08	0,115	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,115	0		

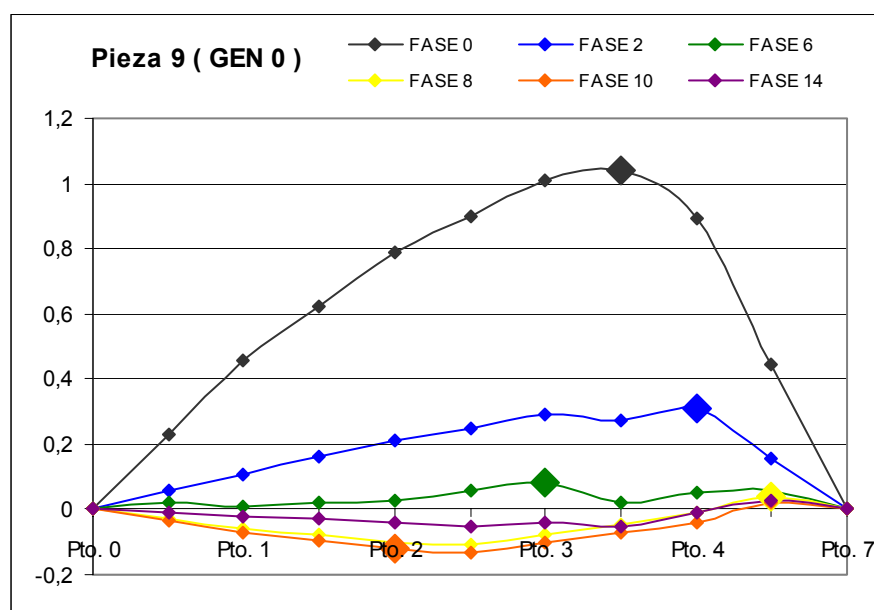
FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			67		121		263		207	2	187	169	172
GEN 0	0	0,02	0,01	0,02	0,03	0,055	0,08	0,02	0,05	0,06	0		
GEN X	0	0,015	0,03	0,045	0,06	0,065	0,07	0,09	0,08	0,04	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			139		204		79		77	31	81	114	112
GEN 0	0	-0,03	-0,06	-0,08	-0,1	-0,11	-0,08	-0,045	-0,01	0,04	0		
GEN X	0	-0,015	-0,03	-0,035	-0,04	-0,05	-0,04	-0,005	0,03	0,04	0		

FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			155		230		103		28	28	61	54	51
GEN 0	0	-0,035	-0,07	-0,095	-0,12	-0,13	-0,1	-0,07	-0,04	0,02	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,06	-0,08	-0,07	-0,035	0	0,03	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			35		52		51		72	6	87	88	87
GEN 0	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,04	-0,05	-0,01	0,03	0		
GEN X	0	-0,005	-0,01	-0,01	-0,01	-0,04	-0,03	-0,005	0,02	0,03	0		

Representando gráficamente las deformaciones en la generatriz 0:



Para la pieza 10:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			747		1205		1656		1392	88	785	997	1017
GEN 0	0	0,2	0,4	0,55	0,7	0,795	0,89	0,89	0,72	0,36	0		
GEN X	0	0,09	0,18	0,245	0,31	0,36	0,41	0,43	0,37	0,185	0		

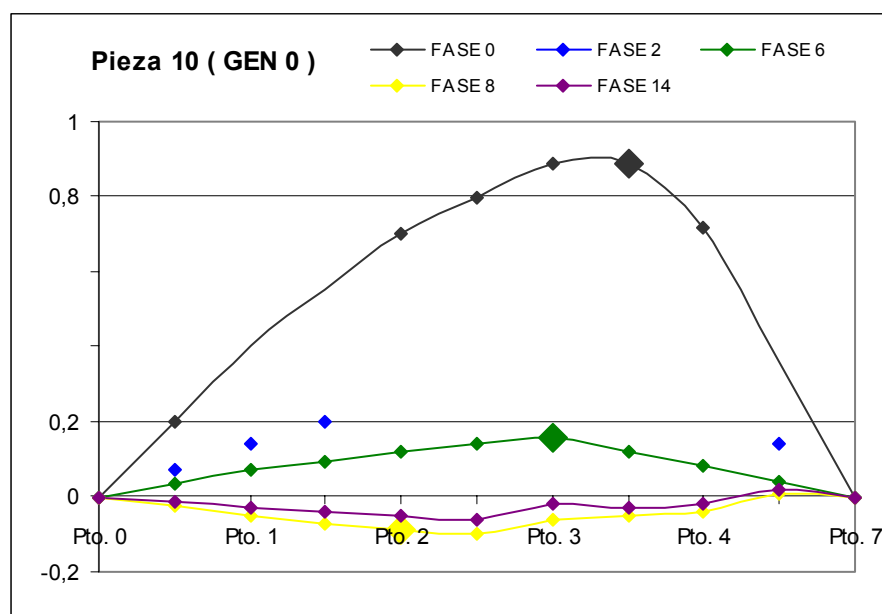
FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			301		510		716		581	20	349	420	429
GEN 0	0	0,07	0,14	0,2	0,26	0,3	0,34	0,31	0,28	0,14	0		
GEN X	0	0,025	0,05	0,07	0,09	0,105	0,12	0,13	0,14	0,07	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			162		283		416		181	6	216	101	105
GEN 0	0	0,035	0,07	0,095	0,12	0,14	0,16	0,12	0,08	0,04	0		
GEN X	0	0,005	0,01	0,015	0,02	0,03	0,04	0,035	0,03	0,015	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			109		147		49		64	31	69	56	56
GEN 0	0	-0,025	-0,05	-0,07	-0,09	-0,1	-0,06	-0,05	-0,04	0,01	0		
GEN X	0	-0,01	-0,02	-0,035	-0,05	-0,04	-0,03	-0,015	0	0,02	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			57		71		64		43	23	95	62	61
GEN 0	0	-0,015	-0,03	-0,04	-0,05	-0,06	-0,02	-0,03	-0,02	0,02	0		
GEN X	0	-0,005	-0,01	-0,02	-0,03	-0,02	-0,01	0	0,01	0,03	0		

Representando gráficamente las deformaciones en la generatriz 0:



Para la pieza 11:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			913		1476		2022		1760	113	965	1281	1305
GEN 0	0	0,25	0,5	0,685	0,87	0,995	1,12	1,14	0,93	0,465	0		
GEN X	0	0,16	0,32	0,435	0,55	0,625	0,7	0,72	0,58	0,29	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			365		595		856		772	45	435	581	590
GEN 0	0	0,085	0,17	0,24	0,31	0,365	0,42	0,395	0,37	0,185	0		
GEN X	0	0,07	0,14	0,195	0,25	0,285	0,32	0,3	0,28	0,14	0		

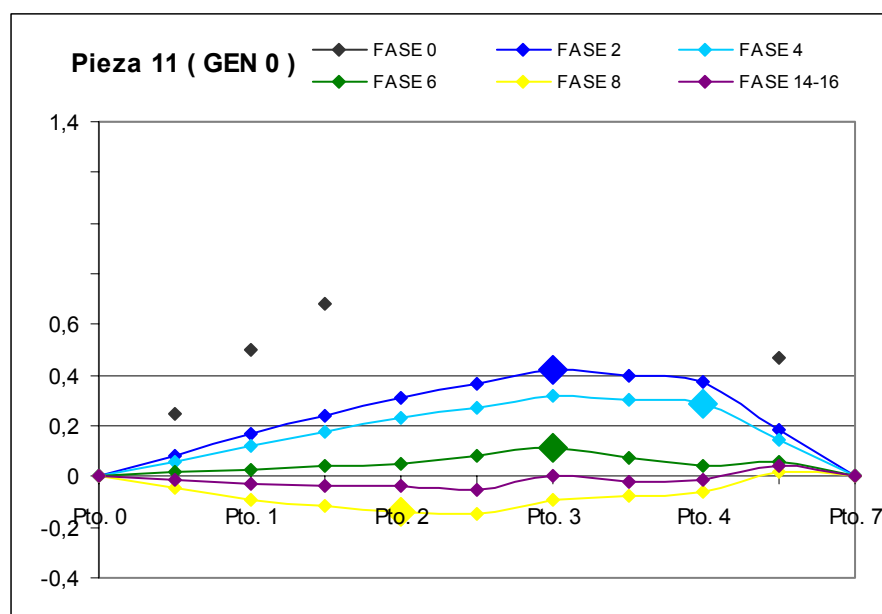
FASE 4	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			296		489		744		716	34	401	561	569
GEN 0	0	0,06	0,12	0,175	0,23	0,275	0,32	0,305	0,29	0,145	0		
GEN X	0	0,05	0,1	0,145	0,19	0,22	0,25	0,235	0,22	0,11	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			97		173		303		167	2	198	113	116
GEN 0	0	0,015	0,03	0,04	0,05	0,08	0,11	0,075	0,04	0,06	0		
GEN X	0	0,025	0,05	0,07	0,09	0,105	0,12	0,1	0,08	0,04	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			178		269		141		99	30	70	52	51
GEN 0	0	-0,045	-0,09	-0,115	-0,14	-0,15	-0,09	-0,075	-0,06	0,02	0		
GEN X	0	-0,015	-0,03	-0,04	-0,05	-0,035	-0,02	-0,01	0	0,03	0		

FASE 14-16	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			37		53		75		67	13	101	72	72
GEN 0	0	-0,015	-0,03	-0,035	-0,04	-0,05	0	-0,02	-0,01	0,04	0		
GEN X	0	-0,005	-0,01	-0,01	-0,01	0,005	0,02	0,03	0,02	0,04	0		

Representando las deformaciones de la generatriz 0:



Para la pieza 12:

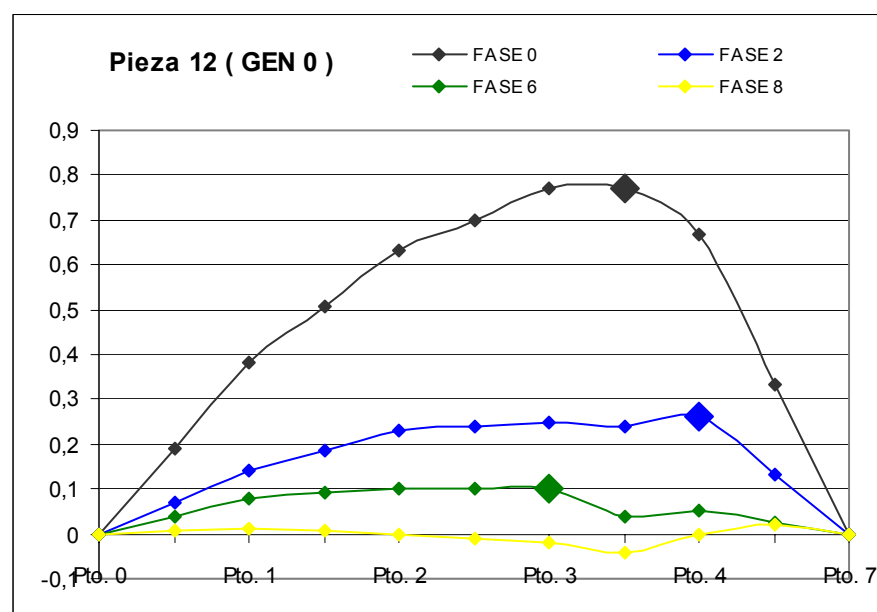
FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			725		1119		1486		1367	120	687	1004	1021
GEN 0	0	0,19	0,38	0,505	0,63	0,7	0,77	0,77	0,67	0,335	0		
GEN X	0	0,075	0,15	0,205	0,26	0,295	0,33	0,35	0,29	0,145	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			310		446		600		598	67	281	453	460
GEN 0	0	0,07	0,14	0,185	0,23	0,24	0,25	0,24	0,26	0,13	0		
GEN X	0	0,025	0,05	0,07	0,09	0,105	0,12	0,13	0,12	0,06	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			139		178		258		166	42	131	108	111
GEN 0	0	0,04	0,08	0,09	0,1	0,1	0,1	0,04	0,05	0,025	0		
GEN X	0	0,01	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,03	0,02	0,01	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			25		20		60		67	28	70	72	71
GEN 0	0	0,005	0,01	0,005	0	-0,01	-0,02	-0,04	0	0,02	0		
GEN X	0	0,02	0	-0,005	-0,01	-0,005	0	0,005	0,01	0,02	0		

Representando en un gráfico las deformaciones en la generatriz 0 inicialmente tras el revenido y después de cada fase se tiene:



Para la pieza 13:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			1077		1736		2364		1947	147	1115	1380	1408
GEN 0	0	0,295	0,59	0,795	1	1,14	1,28	1,3	1,03	0,515	0		
GEN X	0	0,195	0,39	0,535	0,68	0,765	0,85	0,85	0,69	0,345	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			418		689		975		796	67	483	573	584
GEN 0	0	0,105	0,21	0,29	0,37	0,43	0,49	0,435	0,38	0,19	0		
GEN X	0	0,08	0,16	0,225	0,29	0,32	0,35	0,32	0,29	0,145	0		

FASE 4	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			219		370		640		622	45	376	503	509
GEN 0	0	0,05	0,1	0,145	0,19	0,24	0,29	0,26	0,29	0,145	0		
GEN X	0	0,04	0,08	0,11	0,14	0,175	0,21	0,205	0,2	0,1	0		

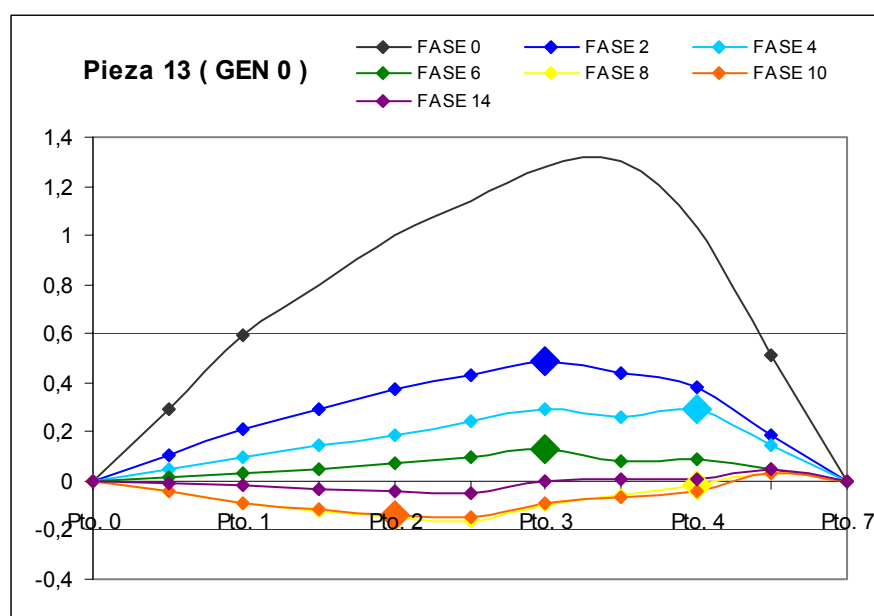
FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			65		135		330		220	30	235	177	179
GEN 0	0	0,015	0,03	0,05	0,07	0,1	0,13	0,08	0,09	0,045	0		
GEN X	0	0,015	0,03	0,045	0,06	0,085	0,11	0,095	0,08	0,04	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			212		295		135		13	51	78	82	78
GEN 0	0	-0,045	-0,09	-0,12	-0,15	-0,16	-0,1	-0,06	-0,02	0,03	0		
GEN X	0	-0,04	-0,08	-0,095	-0,11	-0,12	-0,08	-0,05	-0,02	0,02	0		

FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			200		284		126		39	47	79	54	49
GEN 0	0	-0,045	-0,09	-0,115	-0,14	-0,15	-0,09	-0,065	-0,04	0,03	0		
GEN X	0	-0,03	-0,06	-0,08	-0,1	-0,11	-0,07	-0,045	-0,02	0,02	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			49		52		85		82	32	121	99	98
GEN 0	0	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	0	0,005	0,01	0,05	0		
GEN X	0	-0,01	-0,02	-0,025	-0,03	-0,04	0	0,005	0,01	0,04	0		

Representando las deformaciones en la generatriz 0:



Para la pieza 14:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			788		1137		1547		1369	180	725	997	1015
GEN 0	0	0,22	0,44	0,55	0,66	0,745	0,83	0,85	0,72	0,36	0		
GEN X	0	0,08	0,16	0,23	0,3	0,34	0,38	0,43	0,37	0,185	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			393		495		699		628	125	341	470	479
GEN 0	0	0,095	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,28	0,29	0,145	0		
GEN X	0	0,06	0,03	0	0,08	0,085	0,09	0,14	0,13	0,065	0		

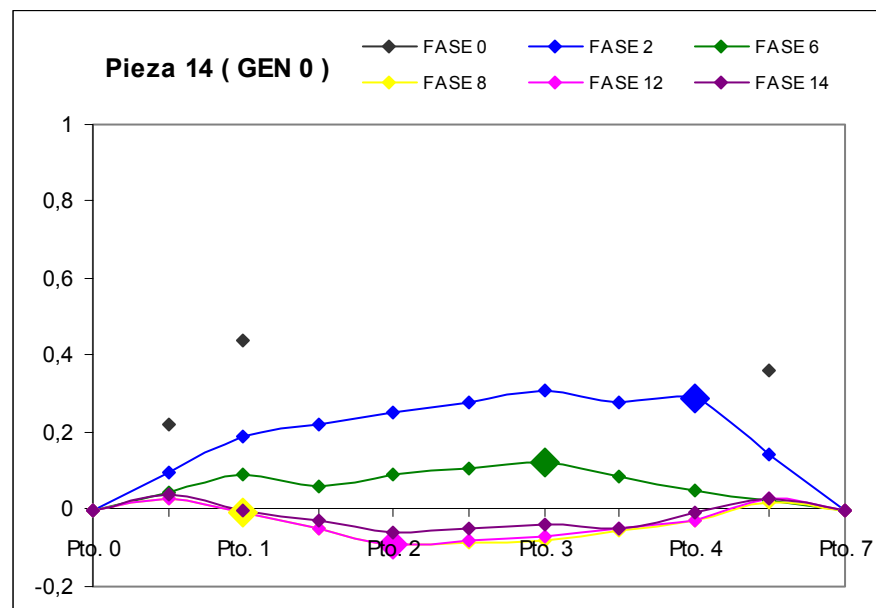
FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			244		244		364		185	110	192	117	120
GEN 0	0	0,045	0,09	0,06	0,09	0,105	0,12	0,085	0,05	0,025	0		
GEN X	0	0,04	-0,02	-0,05	-0,01	-0,03	0	0,015	0,03	0,015	0		

FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			82		155		67		28	81	65	55	52
GEN 0	0	0,03	-0,01	-0,05	-0,09	-0,085	-0,08	-0,055	-0,03	0,02	0		
GEN X	0	0,02	-0,05	-0,09	-0,06	-0,08	-0,06	-0,03	0	0,02	0		

FASE 12	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			68		153		63		34	55	60	60	58
GEN 0	0	0,03	-0,01	-0,05	-0,09	-0,08	-0,07	-0,05	-0,03	0,03	0		
GEN X	0	0,03	-0,03	-0,08	-0,05	-0,08	-0,04	-0,01	0,02	0,04	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			59		82		46		55	65	85	80	79
GEN 0	0	0,04	0	-0,03	-0,06	-0,05	-0,04	-0,05	-0,01	0,03	0		
GEN X	0	0,03	-0,03	-0,07	-0,03	-0,06	-0,03	-0,005	0,02	0,03	0		

Representando gráficamente las deformaciones de la generatriz 0:



Para la pieza 15:

FASE 0	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			759		1135		1512		1369	154	700	1001	1019
GEN 0	0	0,2	0,4	0,525	0,65	0,725	0,8	0,82	0,7	0,35	0		
GEN X	0	0,075	0,15	0,22	0,29	0,34	0,39	0,41	0,34	0,17	0		

FASE 2	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			366		490		668		647	110	320	489	497
GEN 0	0	0,09	0,18	0,225	0,27	0,295	0,32	0,315	0,31	0,155	0		
GEN X	0	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,19	0,18	0,09	0		

FASE 6	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			209		231		340		220	88	179	147	151
GEN 0	0	0,045	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,11	0,09	0,045	0		
GEN X	0	0,03	0,01	0	0,03	0,055	0,08	0,065	0,05	0,025	0		

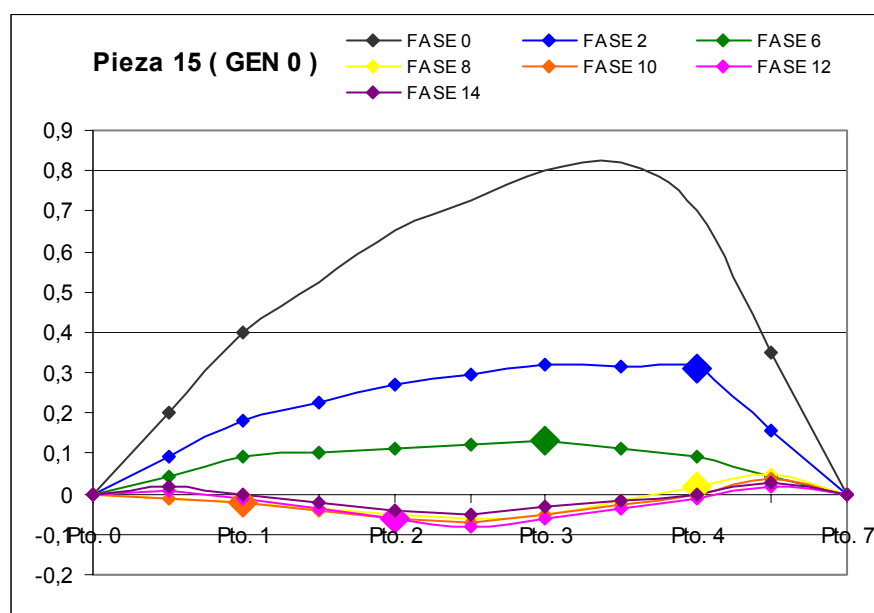
FASE 8	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			104		133		56		39	63	48	61	59
GEN 0	0	-0,01	-0,02	-0,035	-0,05	-0,06	-0,05	-0,015	0,02	0,05	0		
GEN X	0	-0,025	-0,05	-0,055	-0,06	-0,045	-0,03	-0,015	0	0,03	0		

FASE 10	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			103		131		46		27	61	58	55	54
GEN 0	0	-0,01	-0,02	-0,04	-0,06	-0,07	-0,05	-0,025	0	0,04	0		
GEN X	0	-0,025	-0,05	-0,055	-0,06	-0,045	-0,03	-0,015	0	0,03	0		

FASE 12	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			93		130		44		24	54	57	54	51
GEN 0	0	0,01	-0,01	-0,035	-0,06	-0,08	-0,06	-0,035	-0,01	0,02	0		
GEN X	0	-0,025	-0,05	-0,055	-0,06	-0,045	-0,03	-0,015	0	0,03	0		

FASE 14	0	0-1	M01 / 1	1-2	M02 / 2	2-3	M03 / 3	3-4	M04 / 4	M07	M09	M10	M22
Ender.			76		82		39		54	59	79	75	73
GEN 0	0	0,02	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,03	-0,015	0	0,03	0		
GEN X	0	-0,02	-0,04	-0,05	-0,04	-0,025	-0,01	0	0,01	0,03	0		

Representando las deformaciones en la generatriz 0:



Se ha comentado que la pieza se agrieta en el primer o segundo valle de la cremallera empezando por el lado de la caña y cuando se golpea en el punto 3, por el lado opuesto al dentado, ya que es el que coincide con los primeros dientes de la pieza.

Según se puede observar en las gráficas anteriormente representadas, la pieza va disminuyendo su deformación paulatinamente durante las fases 02, 04 y 06 del programa. Hasta ese punto, la pieza todavía mantiene una deformación por encima de la línea cero, el dentado entero se encuentra con deformación positiva (dentado cóncavo). Entonces se llega a la fase 08 en la que se golpea en el punto 3. Las líneas amarillas de las gráficas anteriores representan la deformación de la pieza tras la fase 08, y como se puede apreciar, gran parte del dentado ha pasado de tener un sentido positivo a uno negativo en su deformación (dentado convexo), es decir se ha sobrepasado la línea cero.

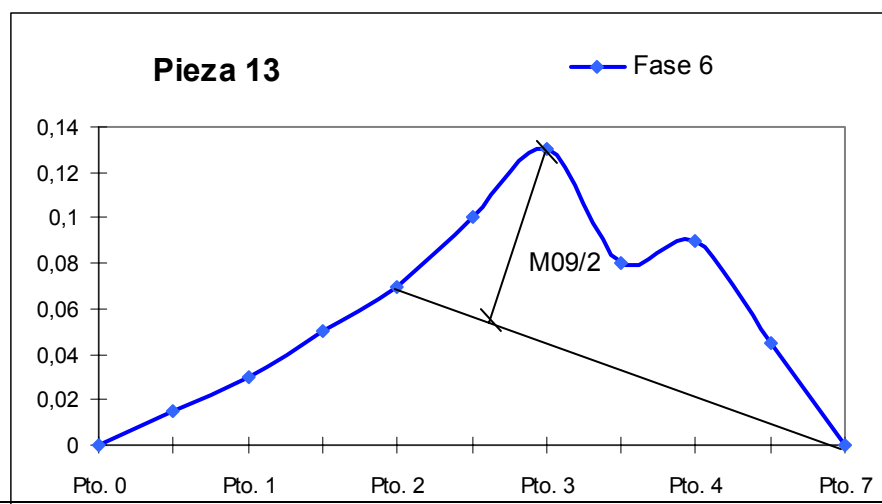
Del mismo modo podemos apreciar que el punto mas bajo en todas las líneas amarillas está situado entre el punto 2 y 3, que corresponde al comienzo del dentado y que es justamente donde rompe la pieza.

Recordando la fase 08, sus parámetros eran los siguientes:

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

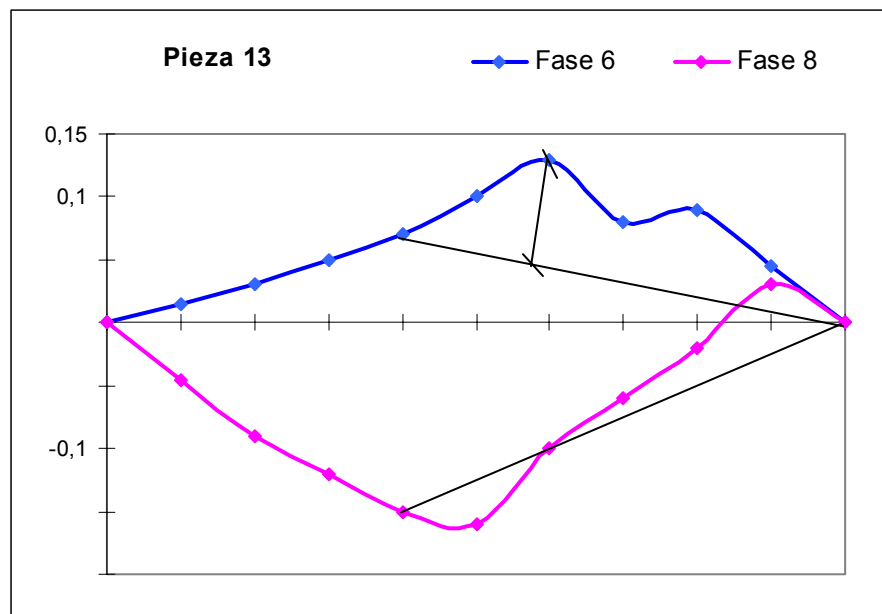
La flecha base indica cuanto debe bajar el pistón de la enderezadora en el primer golpe, y depende del valor que el programador crea oportuno, es decir no tiene ninguna relación con el resto de parámetros. Luego pudiera ocurrir que fuera un valor muy alto y la pieza pasara a negativo, pero no es así porque la pieza rompe tras varios golpes, y no en el primero de esta fase. Los incrementos de la flecha base para los distintos golpes tampoco parecen ser la causa raíz del problema puesto que parecen razonables.

Recordemos ahora que es lo que quiere decir tolerancia de enderezado 80; significa que para pasar a la fase siguiente, primero se ha de conseguir que la medida M09, medida en el punto 3 tomando como referencia los puntos 2 y 7, quede por debajo de 80 micras. Poniendo como ejemplo la pieza 13 después de la fase 06 y antes de la 08 se tiene:



Ponemos en el gráfico M09/2 porque M09 es dando una vuelta completa.

Pero ¿por qué pasa la pieza a deformación negativa?; volviéndonos a fijar en las gráficas, se observa que en el golpeo la referencia 7 siempre está fija (ya que está junto a una de las cogidas de la pieza), y sin embargo, tras la fase 08 el punto 2 suele estar mas bajo que el 3. Esto quiere decir que ha medida que se va golpeando en el punto 3, el punto 2 va bajando también, luego se pretende disminuir mucho la medida de un punto respecto a otros dos en el que uno no es fijo. Por tanto, no es fácil meter la medida M09 por debajo de la tolerancia de enderezado. Siguiendo con la pieza 13, veamos como se queda después de ser golpeada en la fase 08:



Vemos como después de la fase 08 los puntos 2, 3 y 7 están prácticamente alineados, luego se ha conseguido meter M09 por debajo de 80 micras pero a costa de pasar a la zona negativa una parte de la pieza.

Por tanto, esta es la explicación de por qué la pieza pasa a tener deformación negativa y que a su vez es la causa del agrietamiento de la cremallera en sus primeros dientes en las fases de afinamiento de la rectitud de la pieza.