





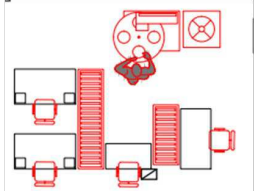



		<p align="center">PROCESO DE FUNDICION</p>				FECHA: 10/10/2019																							
						VERSIÓN: 0																							
<p align="center">HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO</p>			Artículo JOYERIA	Consecutivo 2 DE 3	N° Registro Dup-P- JES -001																								
Fundicion Básico: <input type="radio"/> Opción: <input type="radio"/>	Símbolos: Seguridad del Operador 	Chequeo de calidad 	Proceso Crítico 	Realizado por: Equipo Multidisciplinario																									
Simb.		Paso	Paso Principal (Qué?)	Punto Importante (Cómo?)	Razón (Por qué?)																								
  		5	Aplicar talco al molde	5,1 Se divide imaginariamente en 4 partes el molde y da 1 golpe en cada parte (esto con el fin de garantizar que no quede acumulación de talco en el molde ocasionando defectos de calidad como lloviosidad o poros en las piezas).	5,1 Este proceso se hace para que el material fluya adecuadamente																								
		6	Inserta topo	6,1 Se inserta topo antiatergico al los molde que lo requieran, en esta operación ubica el molde en la mesa , toma el topo de la parte derecha con la pinza manual y lo inserta en la cavidad del molde	6,1 Esta operación se hace para que la pieza este completa																								
   		7	Fijar las variables en la maquina	7.1 Toma el molde de la banda, fija las variables de velocidad, presion, sentido de giro, tiempo , temperatura, en la maquina fundidora centrífuga que estan registradas en el molde, ubica el molde en la maquina fundidora centrífuga según posicion correspondiente. Nota: Tenga encuenta la siguiente informacion. Velocidad: Genera desplazamiento en la pieza (alta velocidad) o falta de llenado (baja velocidad). - Verificar que la velocidad máxima para el metal, sea de 800 RPM y la mínima 600 RPM. Se recomienda para piezas exigentes (lisas) colocar alta velocidad (800) y para piezas no exigentes (pequeñas y con textura) una velocidad baja (por lo general se deja 600). Presión: Genera deformación en la pieza - La presión puede Sentido de giro: Esta variable determina el llenado del molde. Tiempo de centrifugado: El tiempo máximo que se le debe dar en trasladar el metal que está en el crisol al tubo inyector es de 2 a 3 segundos; si se pasa de este tiempo, el metal pierde temperatura, lo cual genera defectos en la superficie de la pieza. Los tiempos utilizados en la maquina centrífuga se toman de acuerdo a la siguiente tabla: <table border="1" data-bbox="885 1270 1193 1375"> <thead> <tr> <th>TIPO DE METAL</th> <th>CLASIFICACION DE PIEZA POR PESO</th> <th>PESO EN GRAMOS</th> <th>TIEMPO NETO DE CENTRIFUGADO EN SEGUNDOS</th> <th>TIPO PIEZA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ZAMAC Y ESTAÑO</td> <td>1</td> <td>0.1-8</td> <td>14</td> <td>GRABADA- CONCAVA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.1-8</td> <td>20</td> <td>LISA</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ESTAÑO</td> <td>3</td> <td>8.1-15</td> <td>20</td> <td>GRABADA- CONCAVA- LISA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>15.1-22</td> <td>22</td> <td>GRABADA- CONCAVA- LISA</td> </tr> </tbody> </table> Temperatura: (baja temperatura) Genera falta de llenado y poros, (alta temperatura) lloviosidad. Tenga en cuenta que el rango es de mínimo (450°C Zamac) recomendada para piezas lisas o combinadas, grandes o medianas y máximo (500°C Zamac) recomendada para piezas con textura y pequeñas. Otros Si se va añadir el material de magnesio se recomienda solo añadir 0.05 grs mas de ello puede presentar problemas de rompimiento de la pieza.	TIPO DE METAL	CLASIFICACION DE PIEZA POR PESO	PESO EN GRAMOS	TIEMPO NETO DE CENTRIFUGADO EN SEGUNDOS	TIPO PIEZA	ZAMAC Y ESTAÑO	1	0.1-8	14	GRABADA- CONCAVA	2	0.1-8	20	LISA	ESTAÑO	3	8.1-15	20	GRABADA- CONCAVA- LISA	4	15.1-22	22	GRABADA- CONCAVA- LISA	7,1 Esta opercion se hace con el fin de tener piezas fundidas con la mejor calidad	
TIPO DE METAL	CLASIFICACION DE PIEZA POR PESO	PESO EN GRAMOS	TIEMPO NETO DE CENTRIFUGADO EN SEGUNDOS	TIPO PIEZA																									
ZAMAC Y ESTAÑO	1	0.1-8	14	GRABADA- CONCAVA																									
	2	0.1-8	20	LISA																									
ESTAÑO	3	8.1-15	20	GRABADA- CONCAVA- LISA																									
	4	15.1-22	22	GRABADA- CONCAVA- LISA																									

Figura 59. JES proceso de fundición (2 de 3). Autoría propia.






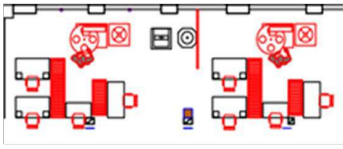
		<p style="text-align: center;">PROCESO DE FUNDICION</p>				FECHA: 10/10/2019 VERSIÓN: 0	
						HOJA DE ELEMENTOS DE TRABAJO	
Fundicion Básico: <input type="radio"/> Opción: <input type="radio"/>	Símbolos: Seguridad del Operador 	Chequeo de calidad 	Proceso Crítico 	Realizado por: Equipo Multidisciplinario			
		Simb.	Paso	Paso Principal (Qué?)	Punto Importante (Cómo?)	Razón (Por qué?)	
		8	Realizar centrifugado para llenado de molde.	8.1	Ya teniendo las variables del proceso se procede a realizar centrifugado del molde luego de ello se procede a verter en material fundido, toma el material fundido con la cuchara y lo vierte en el embudo de la maquina llenando el molde de material para formar la joya .	8.1	Para generar piezas fundidas transformando Mp a través del centrifugado , y utilizando moldes que tiene cavidades, las cuales al llenarse del material dan forma de la joya
		9	Abrir molde	9.1	Abre el molde para garantizar el llenado del mismo y lo pasa a la banda transportadora.		
		10	Desmoldar	10,1	Tome el molde, quite los módulos que tenga el molde (de la tapa y/o de la base), doble el caucho de tal manera que suavemente retire el metal solidificado (piezas y arafia), teniendo cuidado de no arrancar el caucho del molde, especialmente en productos que tienen filigranas que hacen parte del diseño. Si se arranca el caucho esa cavidad del molde ya no serviría y en su peor escenario si se arranca de todas las cavidades ya no serviría el molde.	10,1	Sacar lasarafia del molde
		9	Despencar	9.1	Coja el metal solidificado (piezas y arafia) y retire suavemente las piezas de la arafia (centro donde se alimenta el metal y los bastones que llevan a la entrada de cada pieza). La arafia depositela en la gaveta dispuesta al lado de la mesa.	9.1	Sacar la pieza de la arafia
●		Revisa la calidad de las	9.2	Se realiza una inspeccion de calidad garantizando que la pieza este en sus condiciones normales, la pieza que no tengas sus condiciones normales es depositanda en la en la gaveta ubicado a mano derecha, cuando ya se encuentra llena se procede a colocar la gaveta en la banda hasta que llegue nuevamente al fundidor; las piezas en buen estado depositarlas en la canasta que esta en el puesto de trabajo para que continue su proceso normal. Realiza las correcciones necesarias con la cuchilla a las piezas teniendo cuidado de no cortarlas o deformarlas.			
OBJETIVO: Generar piezas fundidas conformes, transformando MP a través del centrifugado y utilizando moldes que tienen cavidades, las cuales al rellenas del material dan la forma de la joya.		Elaboró/Actualizó Adriana cifuentes	Revisó Adriana cifuentes	Aprobó Adriana cifuentes			
ALCANCE: Aplica al area de fundicion y/o el auxiliar operativo con el material zamak		Cargo Coordinador de produccion	Cargo Coordinador de produccion	Cargo Coordinador de produccion			
		Fecha 10/10/2019	Fecha 10/10/2019	Fecha 10/10/2019			
		Versión 1	Versión 1	Versión 1			
		ELEMENTOS NECESARIOS PARA EJECUTAR EL PROCESO					
		1. Maquina fundidora centrifuga con cri 6. takquera					
		2. aleacion de zamak		7. Topo antialergico			
		3. molde en silicona		8. EPP del proceso de fundicion			
RESPONSABILIDAD: lider de fundicion y/o el auxiliar operativo son los responsables de ejecutar el proceso de fundicion.		4. cuchara de acero inoxidable					
		5. sales de purificar					

Figura 60. JES proceso de fundición (3 de 3). Autoría propia.

Una propuesta adicional para la estandarización de los procesos es la implementación de toma de tiempos para definir un tiempo estándar para cada operación con el fin de garantizar

una correcta planeación y seguimiento, es por esta razón que se crea un formato de toma de tiempos el cual se encuentra formulado para calcular el número de muestras ideales de acuerdo a las desviación de observaciones preliminares, posteriormente el observador ingresa bajo criterio las valoraciones WESTINGHOUSE y los suplementos acordes a la operación con el fin de obtener el tiempo estándar.

ELEMENTO	CICLOS																				Total ciclos	Muestras Ideales	Total (min)	Promedio final (min)
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10					
	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg	min	seg				
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0,00	0,00

Ingreso de minutos y segundos observados.

Cálculo de ciclos ideales y datos generales de las observaciones.

Figura 61. formato toma de tiempos estándar (1 de 2). Autoría propia.

SISTEMA DE VALORACION WESTINGHOUSE					SUPLEMENTOS				Total Supl.	Tiempo normal (min)	Unidades por persona
Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración Final	Suplemento 1	Suplemento 2	Suplemento 3	Suplemento 4			
0, Excelente 1, Buena 2, Regular 3, Mala 4, Muy Mala	0, Muy poco 1, Poco 2, Bastante 3, Mucho 4, Mucho	A, Ideales B, Buena C, Regular D, Mala E, Muy Mala	F, Mala G, Buena H, Excelente	1, 13	Suplemento por necesidades personales	Suplemento básico por fatiga	Trabajo mental algo monótono	Trabajo físico bastante monótono	1, 12	0,00	

Selección de Valoraciones.

Selección de suplementos

Tiempo estándar y unidades turno.

Figura 62. formato toma de tiempos estándar (2 de 2). Autoría propia.

Se logra hacer una prueba piloto de 8 observaciones después de aplicada la herramienta de las JES en el proceso (prueba piloto) las cuales arrojaron los siguientes datos:

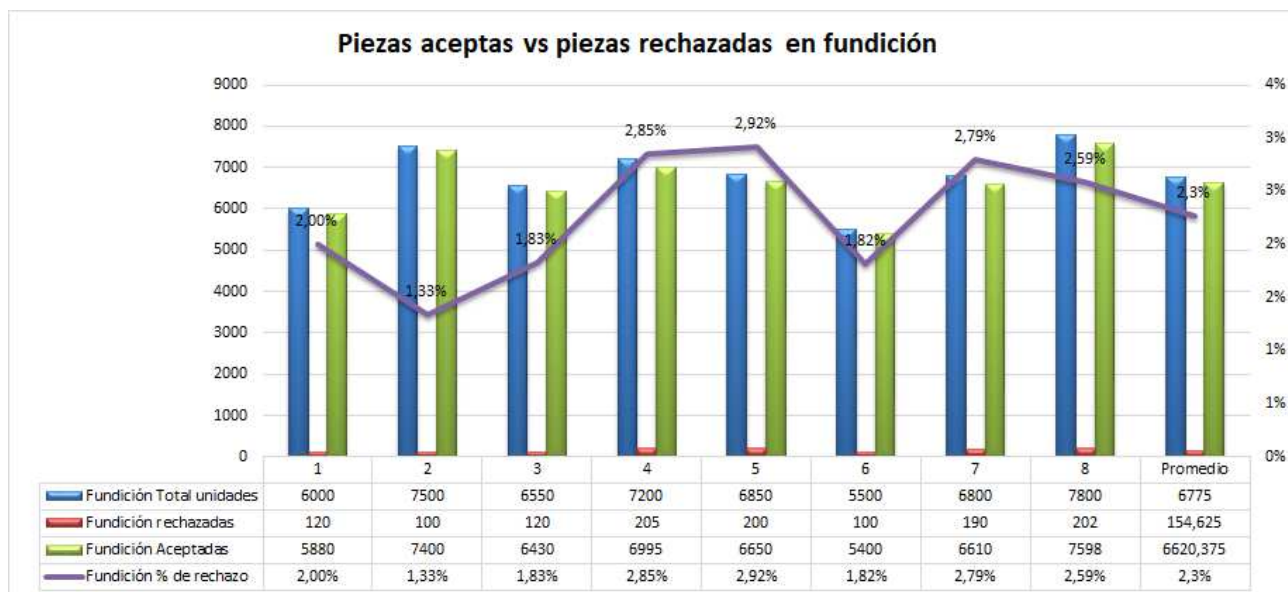


Figura 63. Piezas aceptas vs piezas rechazadas en fundición. Autoría propia.

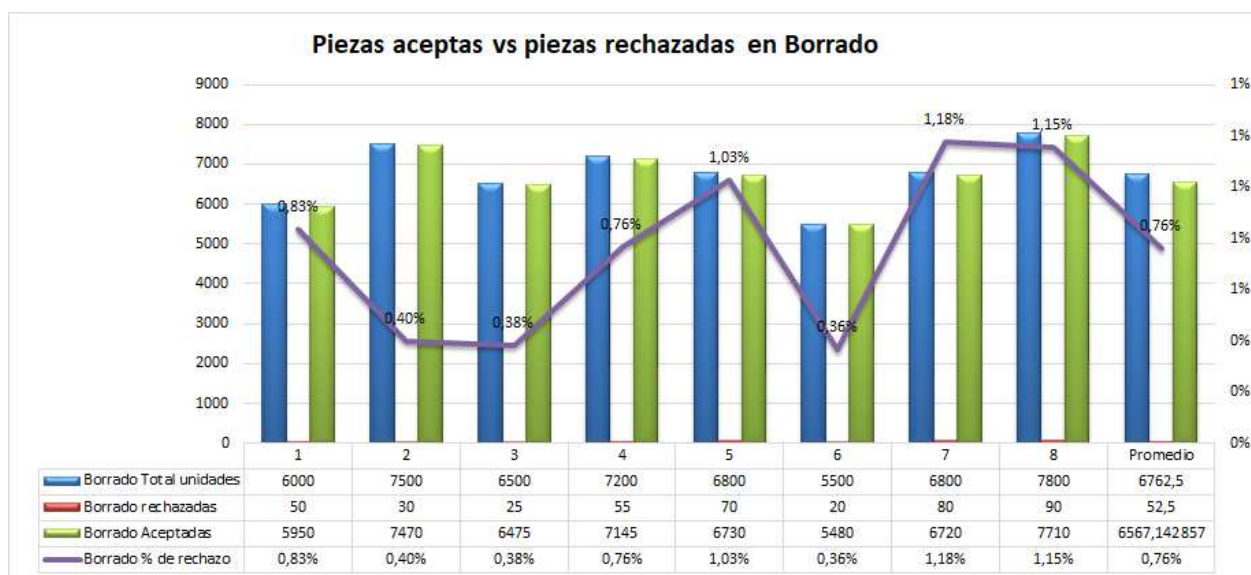


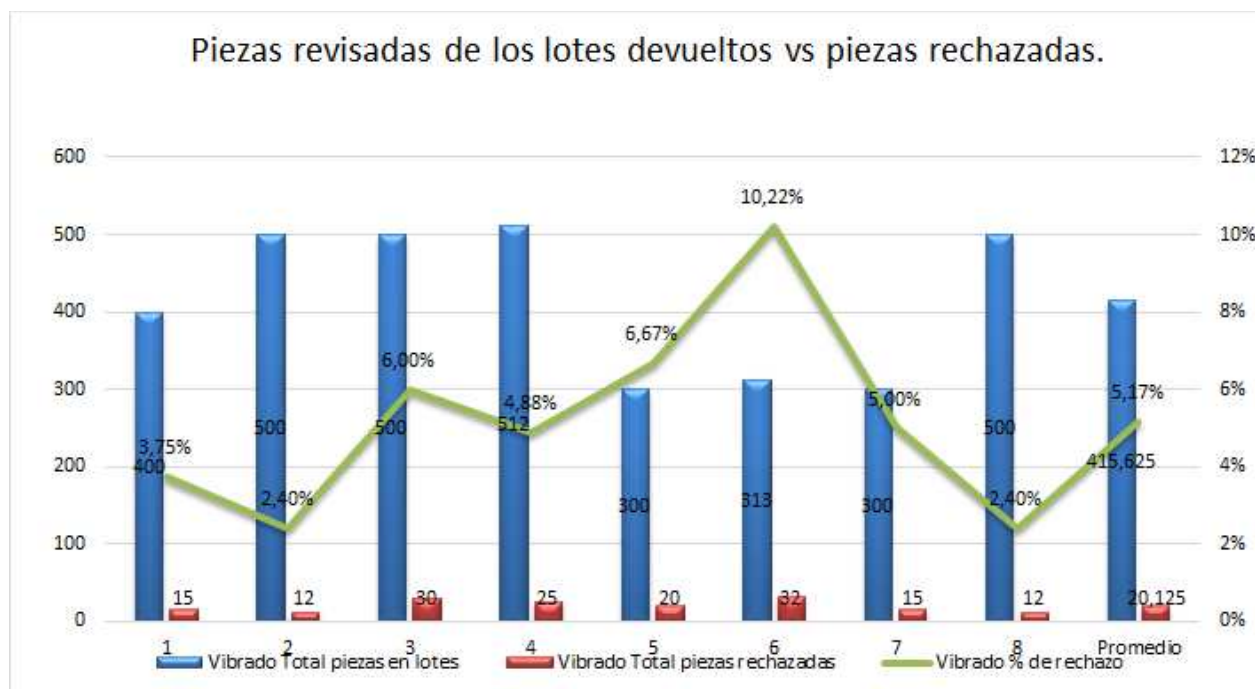
Figura 64. Piezas aceptas vs piezas rechazadas en Borrado. Autoría propia.

Tabla 68.

Lotes revisados vs lotes devueltos

Vibrado			
Observación	Cantidad de lotes	lotes devueltos	% lotes rechazados
1	60	1	1,7%
2	75	1	1,3%
3	65	2	3,1%
4	72	2	2,8%
5	68	1	1,5%
6	55	1	1,8%
7	68	1	1,5%
8	78	2	2,6%
Promedio	67,625	1,375	2,0%

Nota: Autoría propia.

**Figura 65.** Piezas revisadas de los lotes devueltos vs piezas rechazadas. Autoría propia.

Ya con el número de unidades rechazadas en cada proceso se continúa con determinar los defectos encontrados en las piezas, la información se aprecia en las siguientes figuras:

Tabla 69.

Defectos encontrados en las piezas rechazadas en fundición.

Defectos encontrados en las piezas rechazadas en fundición.									
Observación	Total piezas rechazadas	Poros		Rebaba gruesa		Incompleta		Rechupe	
		Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje
1	120	60	50,00%	30	25,00%	20	16,67%	10	8,33%
2	100	50	50,00%	35	35,00%	10	10,00%	5	5,00%
3	120	40	33,33%	30	25,00%	30	25,00%	20	16,67%
4	205	80	39,02%	50	24,39%	50	24,39%	25	12,20%
5	200	25	12,50%	78	39,00%	72	36,00%	25	12,50%
6	100	38	38,00%	20	20,00%	22	22,00%	20	20,00%
7	190	73	38,42%	62	32,63%	30	15,79%	25	13,16%
8	202	52	25,74%	50	24,75%	50	24,75%	50	24,75%
Promedio	155	52	35,9%	44	28,2%	36	21,8%	23	14,1%

Nota: Autoría propia.

Tabla 70.

Defectos encontrados en las piezas rechazadas en borrado

Defectos encontrados en las piezas rechazadas en borrado.									
Observación	Total piezas rechazadas	Poros		Rebaba gruesa		Incompleta		Rechupe	
		Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje
1	50	15	30,00%	15	30,00%	10	20,00%	10	20,00%
2	30	10	33,33%	10	33,33%	5	16,67%	5	16,67%
3	25	10	40,00%	5	20,00%	5	20,00%	5	20,00%
4	55	15	27,27%	15	27,27%	15	27,27%	10	18,18%
5	70	30	42,86%	15	21,43%	15	21,43%	10	14,29%
6	20	5	25,00%	5	25,00%	5	25,00%	5	25,00%
7	80	22	27,50%	18	22,50%	25	31,25%	15	18,75%
8	90	35	38,89%	20	22,22%	20	22,22%	15	16,67%
Promedio	53	18	33,1%	13	25,2%	13	23,0%	9	18,7%

Nota: Autoría propia.

Tabla 71.

Defectos encontrados en revisión de lotes devueltos en vibrado.

Defectos encontrados en revisión de lotes devueltos en vibrado.									
Observación	Total piezas rechazadas	Poros		Rebaba		Incompleta		Rechupe	
		Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje	Piezas	Porcentaje
1	15	10	66,67%	5	33,33%	0	0,00%	0	0,00%
2	12	5	41,67%	5	41,67%	2	16,67%	0	0,00%
3	30	10	33,33%	10	33,33%	10	33,33%	0	0,00%
4	25	15	60,00%	10	40,00%	0	0,00%	0	0,00%
5	20	15	75,00%	5	25,00%	0	0,00%	0	0,00%
6	32	20	62,50%	12	37,50%	2	6,25%	0	0,00%
7	15	8	53,33%	7	46,67%	0	0,00%	0	0,00%
8	12	12	100,00%	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Promedio	20	12	61,6%	7	32,2%	2	7,0%	0	0,0%

Nota: Autoría propia.

Para analizar los datos se procede a consolidar los rechazos de los 3 procesos teniendo en cuenta el promedio (Figura 66), posteriormente se realiza un diagrama de Pareto con el fin

de identificar qué defectos son los que más afectan la operación dando como resultado piezas con poro con un 36% y rebaba gruesa con un 25% para un porcentaje acumulado de 61% (figura 67).

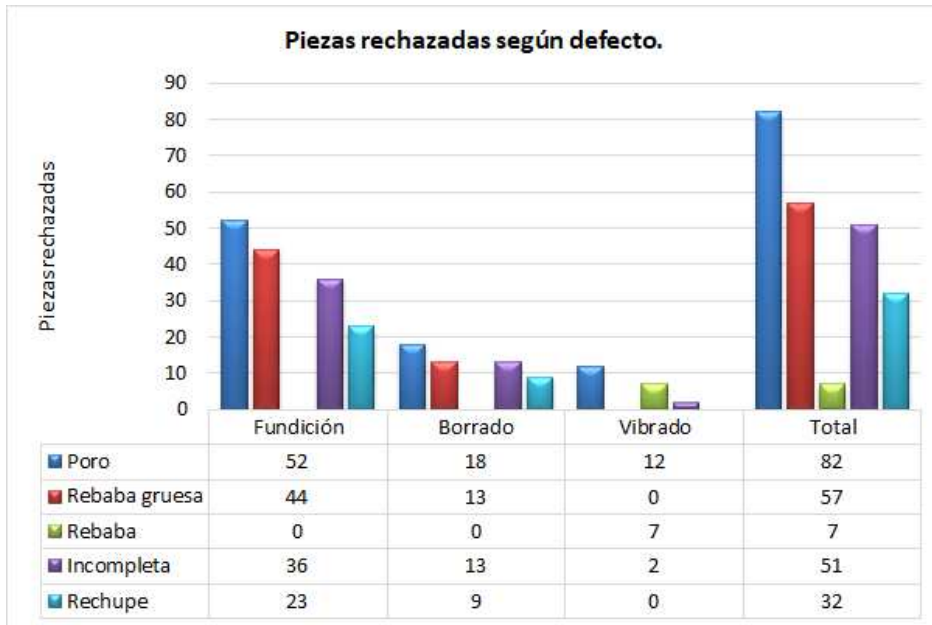


Figura 66. Piezas rechazadas según defecto. Autoría propia.

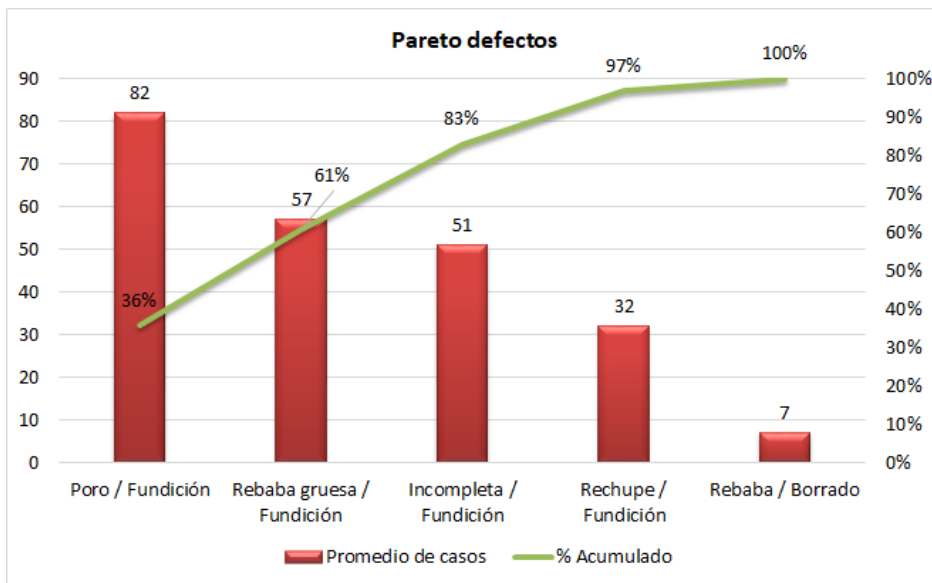


Figura 67. Pareto defectos. Autoría propia.

Ya teniendo como principales causas el poro y rebaba gruesa se procede a cuantificar el tiempo y costos que conllevan estos defectos (tabla 72 y 73)

Tabla 72.

Tiempos y costos promedio de los desperdicios.

Defecto/Proceso responsable	Promedio de casos	Tiempo promedio desperdicio	Costo promedio desperdicio	Tiempo adicional por despencar	Costo adicional por despencar	Tiempo adicional inspección	Costo adicional inspección	Total tiempo desperdicio	Total costo desperdicio
Poros / Fundición	628	4.082 seg	\$ 7.688 COP	54 seg	\$ 101 COP	753,6	\$ 1.419,3	4.889 seg	\$ 9.208 COP
Rebaba gruesa / Fundición	216	1.404 seg	\$ 2.644 COP	19 seg	\$ 35 COP	259,2	\$ 488,2	1.423 seg	\$ 3.167 COP
TOTAL	844	5.486 seg	\$ 10.332 COP	72 seg	\$ 136 COP	1012,8	\$ 1.907,4	6.312 seg	\$ 12.376 COP

Nota: Autoría propia.

Tabla 73.

Dimensionamiento tiempo y costos.

Datos	Total turno	Total mes	Total año
Tiempo (seg)	1.014 seg	22.304 seg	267.647,0 seg
Tiempo (min)	16,9 min	371,7 min	4.460,8 min
Costos	\$ 2.038 COP	\$ 44.840 COP	\$ 538.077 COP

Nota: Autoría propia.

9.6 Propuesta deficiencia de llenado de moldes

Para la mejora de esta muda se implementa la estandarización del proceso de fundición a través de la herramienta JES después de prueba piloto de la herramienta se lograron hacer 6 observaciones y arrojaron los siguientes datos.

Tabla 74.

Observación de moldes #1.

OBSERVACIÓN #1 LLENADO DE MOLDES						
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	Piezas completas reales turno	Piezas completas teoricas (según capacidad molde) turno	Cavidades sin llenar turno	Eficiencia de llenado moldes turno
1	12	72	800	864	64	92,6%
2	13	63	800	819	19	97,7%
3	11	68	700	748	48	93,6%
4	15	77	1050	1155	105	90,9%
5	16	63	990	1008	18	98,2%
6	13	63	800	819	19	97,7%
7	18	77	1350	1386	36	97,4%
8	15	72	992	1080	88	91,9%
9	14	77	1000	1078	78	92,8%
10	13	72	899	936	37	96,0%
11	15	77	992	1155	163	85,9%
12	12	72	800	864	64	92,6%
13	17	72	1200	1224	24	98,0%
14	13	77	995	1001	6	99,4%
Suma	197	1002	13368	14137	769	N/A
Promedios	14,1	71,6	954,9	1009,8	54,9	94,6%

Nota: Autoría propia.

Tabla 75.

Observación de moldes #2.

OBSERVACIÓN #2 LLENADO DE MOLDES						
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	Piezas completas reales turno	Piezas completas teoricas (según capacidad molde)	Cavidades sin llenar turno	Eficiencia de llenado moldes turno
1	18	70	1220	1260	40	96,8%
2	17	75	1205	1275	70	94,5%
3	15	85	1270	1275	5	99,6%
4	13	75	900	975	75	92,3%
5	11	90	920	990	70	92,9%
6	19	75	1400	1425	25	98,2%
7	22	85	1820	1870	50	97,3%
8	26	80	2000	2080	80	96,2%
9	13	70	890	910	20	97,8%
10	17	85	1400	1445	45	96,9%
11	18	80	1402	1440	38	97,4%
12	31	75	2300	2325	25	98,9%
13	13	85	1000	1105	105	90,5%
14	24	75	1750	1800	50	97,2%
Suma	257	1105	19477	20175	698	N/A
Promedios	18,4	78,9	1391,2	1441,1	49,9	96,2%

Nota: Autoría propia.

Tabla 76.

Observación de moldes #3.

OBSERVACIÓN #3 LLENADO DE MOLDES						
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	Piezas completas reales turno	Piezas completas teoricas (según capacidad molde)	Cavidades sin llenar turno	Eficiencia de llenado moldes turno
1	20	77	1490	1540	50	96,8%
2	13	72	900	936	36	96,2%
3	13	63	810	819	9	98,9%
4	12	77	922	924	2	99,8%
5	15	72	1008	1080	72	93,3%
6	18	77	1225	1386	161	88,4%
7	23	72	1600	1656	56	96,6%
8	24	68	1610	1632	22	98,7%
9	21	77	1590	1617	27	98,3%
10	17	68	1105	1156	51	95,6%
11	17	77	1210	1309	99	92,4%
12	13	72	906	936	30	96,8%
13	24	63	1499	1512	13	99,1%
14	18	77	1380	1386	6	99,6%
Suma	248	1012	17255	17889	634	N/A
Promedios	17,7	72,3	1232,5	1277,8	45,3	96,5%

Nota: Autoría propia.

Tabla 77.

Observación de moldes #4.

OBSERVACIÓN #4 LLENADO DE MOLDES						
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	Piezas completas reales turno	Piezas completas teoricas (según capacidad molde)	Cavidades sin llenar turno	Eficiencia de llenado moldes turno
1	20	79	1500	1580	80	94,9%
2	18	74	1302	1332	30	97,7%
3	22	65	1402	1430	28	98,0%
4	14	79	1100	1106	6	99,5%
5	21	74	1560	1554	-6	100,4%
6	26	79	2020	2054	34	98,3%
7	13	74	900	962	62	93,6%
8	14	69	936	966	30	96,9%
9	17	79	1342	1343	1	99,9%
10	17	69	1170	1173	3	99,7%
11	17	79	1302	1343	41	96,9%
12	19	74	1202	1406	204	85,5%
13	24	65	1530	1560	30	98,1%
14	13	79	1000	1027	27	97,4%
Suma	255	1038	18266	18836	570	N/A
Promedios	18,2	74,1	1304,7	1345,4	40,7	96,9%

Nota: Autoría propia.

Tabla 78.

Observación de moldes #5.

OBSERVACIÓN #5 LLENADO DE MOLDES						
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	Piezas completas reales turno	Piezas completas teoricas (según capacidad molde)	Cavidades sin llenar turno	Eficiencia de llenado moldes turno
1	22	79	1700	1738	38	97,8%
2	25	74	1820	1850	30	98,4%
3	23	65	1400	1495	95	93,6%
4	24	79	1892	1896	4	99,8%
5	24	74	1750	1776	26	98,5%
6	27	79	2122	2133	11	99,5%
7	20	74	1450	1480	30	98,0%
8	18	69	1200	1242	42	96,6%
9	28	79	2020	2212	192	91,3%
10	20	69	1320	1380	60	95,7%
11	24	79	1817	1896	79	95,8%
12	24	74	1700	1776	76	95,7%
13	22	65	1287	1430	143	90,0%
14	22	79	1702	1738	36	97,9%
Suma	323	1038	23180	24042	862	N/A
Promedios	23,1	74,1	1655,7	1717,3	61,6	96,3%

Nota: Autoría propia.

Tabla 79.

Observación de moldes #6.

OBSERVACIÓN #6 LLENADO DE MOLDES						
Molde	Cavidades sin tapar	Utilizacion del molde en turno	Piezas completas reales turno	Piezas completas teoricas (según capacidad molde)	Cavidades sin llenar turno	Eficiencia de llenado moldes turno
1	20	80	1550	1600	50	96,9%
2	16	76	1200	1216	16	98,7%
3	18	66	1108	1188	80	93,3%
4	17	80	1300	1360	60	95,6%
5	24	76	1820	1824	4	99,8%
6	13	80	950	1040	90	91,3%
7	20	76	1510	1520	10	99,3%
8	13	71	900	923	23	97,5%
9	16	80	1202	1280	78	93,9%
10	17	71	1150	1207	57	95,3%
11	36	80	2850	2880	30	99,0%
12	18	76	1350	1368	18	98,7%
13	16	66	1000	1056	56	94,7%
14	13	80	999	1040	41	96,1%
Suma	257	1058	18889	19502	613	N/A
Promedios	18,4	75,6	157,2	1393,0	43,8	96,4%

Nota: Autoría propia.

Tabla 80.

Dimensionamiento observación de moldes #1.

OBSERVACIÓN #1 LLENADO DE MOLDES							
Molde	Cavidades sin tapar	Utilizacion del molde en turno	tiempo preparacion moldes	Costo preparacion moldes	Eficiencia de llenado moldes turno	Tiempo perdido a causa de llenado	Costo desperdicio a causa de llenado
1	12	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	92,6%	485 seg	\$914 COP
2	13	63	5.733 seg	\$ 10.797 COP	97,7%	133 seg	\$800 COP
3	11	68	6.188 seg	\$ 11.654 COP	93,6%	397 seg	\$863 COP
4	15	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	90,9%	637 seg	\$978 COP
5	16	63	5.733 seg	\$ 10.797 COP	98,2%	102 seg	\$800 COP
6	13	63	5.733 seg	\$ 10.797 COP	97,7%	133 seg	\$800 COP
7	18	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	97,4%	182 seg	\$978 COP
8	15	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	91,9%	534 seg	\$914 COP
9	14	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	92,8%	507 seg	\$978 COP
10	13	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	96,0%	259 seg	\$914 COP
11	15	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	85,9%	989 seg	\$978 COP
12	12	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	92,6%	485 seg	\$914 COP
13	17	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	98,0%	128 seg	\$914 COP
14	13	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	99,4%	42 seg	\$978 COP
Suma	197	1002	91.182 seg	\$ 171.726 COP	N/A	5.014 seg	\$ 12.720 COP
Promedios	14,1	71,6	6.513 seg	\$ 12.266 COP	94,6%	358 seg	\$909 COP

Nota: Autoría propia.

Tabla 81.

Dimensionamiento observación de moldes #2.

OBSERVACIÓN #2 LLENADO DE MOLDES							
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	tiempo preparación moldes	Costo preparación moldes	Eficiencia de llenado moldes turno	Tiempo perdido a causa de	Costo desperdicio a causa de llenado
1	18	70	6.370 seg	\$ 11.997 COP	96,8%	472 seg	\$ 889 COP
2	17	75	6.825 seg	\$ 12.854 COP	94,5%	375 seg	\$ 952 COP
3	15	85	7.735 seg	\$ 14.568 COP	99,6%	30 seg	\$ 1.079 COP
4	13	75	6.825 seg	\$ 12.854 COP	92,3%	525 seg	\$ 952 COP
5	11	90	8.190 seg	\$ 15.425 COP	92,9%	579 seg	\$ 1.143 COP
6	19	75	6.825 seg	\$ 12.854 COP	98,2%	120 seg	\$ 952 COP
7	22	85	7.735 seg	\$ 14.568 COP	97,3%	207 seg	\$ 1.079 COP
8	26	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	96,2%	280 seg	\$ 1.016 COP
9	13	70	6.370 seg	\$ 11.997 COP	97,8%	140 seg	\$ 889 COP
10	17	85	7.735 seg	\$ 14.568 COP	96,9%	241 seg	\$ 1.079 COP
11	18	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	97,4%	192 seg	\$ 1.016 COP
12	31	75	6.825 seg	\$ 12.854 COP	98,9%	73 seg	\$ 952 COP
13	13	85	7.735 seg	\$ 14.568 COP	90,5%	735 seg	\$ 1.079 COP
14	24	75	6.825 seg	\$ 12.854 COP	97,2%	190 seg	\$ 952 COP
Suma	257	1105	100.555 seg	\$ 189.379 COP	N/A	4.159 seg	\$ 14.028 COP
Promedios	18,4	78,9	7.183 seg	\$ 13.527 COP	96,2%	297 seg	\$ 1.002 COP

Nota: Autoría propia.

Tabla 82.

Dimensionamiento observación de moldes #3.

OBSERVACIÓN #3 LLENADO DE MOLDES							
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	tiempo preparación moldes	Costo preparación moldes	Eficiencia de llenado moldes turno	Tiempo perdido a causa de llenado	Costo desperdicio a causa de llenado
1	20	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	96,8%	519 seg	\$ 978 COP
2	13	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	96,2%	252 seg	\$ 914 COP
3	13	63	5.733 seg	\$ 10.797 COP	98,9%	63 seg	\$ 800 COP
4	12	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	99,8%	15 seg	\$ 978 COP
5	15	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	93,3%	437 seg	\$ 914 COP
6	18	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	88,4%	814 seg	\$ 978 COP
7	23	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	96,6%	222 seg	\$ 914 COP
8	24	68	6.188 seg	\$ 11.654 COP	98,7%	83 seg	\$ 863 COP
9	21	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	98,3%	117 seg	\$ 978 COP
10	17	68	6.188 seg	\$ 11.654 COP	95,6%	273 seg	\$ 863 COP
11	17	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	92,4%	530 seg	\$ 978 COP
12	13	72	6.552 seg	\$ 12.340 COP	96,8%	210 seg	\$ 914 COP
13	24	63	5.733 seg	\$ 10.797 COP	99,1%	49 seg	\$ 800 COP
14	18	77	7.007 seg	\$ 13.197 COP	99,6%	30 seg	\$ 978 COP
Suma	248	1012	92.092 seg	\$ 173.440 COP	N/A	3.614 seg	\$ 12.847 COP
Promedios	17,7	72,3	6.578 seg	\$ 12.389 COP	96,5%	258 seg	\$ 918 COP

Nota: Autoría propia.

Tabla 83.

Dimensionamiento observación de moldes #4.

OBSERVACIÓN #4 LLENADO DE MOLDES							
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	tiempo preparación moldes	Costo preparación moldes	Eficiencia de llenado moldes turno	Tiempo perdido a causa de	Costo desperdicio a causa de llenado
1	20	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	94,9%	533 seg	\$ 1.003 COP
2	18	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	97,7%	152 seg	\$ 939 COP
3	22	65	5.915 seg	\$ 11.140 COP	98,0%	116 seg	\$ 825 COP
4	14	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	99,5%	39 seg	\$ 1.003 COP
5	21	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	100,4%	-26 seg	\$ 939 COP
6	26	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	98,3%	119 seg	\$ 1.003 COP
7	13	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	93,6%	434 seg	\$ 939 COP
8	14	69	6.279 seg	\$ 11.825 COP	96,9%	195 seg	\$ 876 COP
9	17	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	99,9%	5 seg	\$ 1.003 COP
10	17	69	6.279 seg	\$ 11.825 COP	99,7%	16 seg	\$ 876 COP
11	17	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	96,9%	219 seg	\$ 1.003 COP
12	19	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	85,5%	977 seg	\$ 939 COP
13	24	65	5.915 seg	\$ 11.140 COP	98,1%	114 seg	\$ 825 COP
14	13	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	97,4%	189 seg	\$ 1.003 COP
Suma	255	1038	94.458 seg	\$ 177.896 COP	N/A	3.082 seg	\$ 13.177 COP
Promedios	18,2	74,1	6.747 seg	\$ 12.707 COP	96,9%	220 seg	\$ 941 COP

Nota: Autoría propia.

Tabla 84.

Dimensionamiento observación de moldes #5.

OBSERVACIÓN #5 LLENADO DE MOLDES							
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	tiempo preparación moldes	Costo preparación moldes	Eficiencia de llenado moldes turno	Tiempo perdido a causa de	Costo desperdicio a causa de llenado
1	22	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	97,8%	533 seg	\$ 1.003 COP
2	25	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	98,4%	109 seg	\$ 939 COP
3	23	65	5.915 seg	\$ 11.140 COP	93,6%	376 seg	\$ 825 COP
4	24	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	99,8%	15 seg	\$ 1.003 COP
5	24	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	98,5%	99 seg	\$ 939 COP
6	27	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	99,5%	37 seg	\$ 1.003 COP
7	20	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	98,0%	137 seg	\$ 939 COP
8	18	69	6.279 seg	\$ 11.825 COP	96,6%	212 seg	\$ 876 COP
9	28	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	91,3%	624 seg	\$ 1.003 COP
10	20	69	6.279 seg	\$ 11.825 COP	95,7%	273 seg	\$ 876 COP
11	24	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	95,8%	300 seg	\$ 1.003 COP
12	24	74	6.734 seg	\$ 12.682 COP	95,7%	288 seg	\$ 939 COP
13	22	65	5.915 seg	\$ 11.140 COP	90,0%	592 seg	\$ 825 COP
14	22	79	7.189 seg	\$ 13.539 COP	97,9%	149 seg	\$ 1.003 COP
Suma	323	1038	94.458 seg	\$ 177.896 COP	N/A	3.742 seg	\$ 13.177 COP
Promedios	23,1	74,1	6.747 seg	\$ 12.707 COP	96,3%	267 seg	\$ 941 COP

Nota: Autoría propia.

Tabla 85.

Dimensionamiento observación de moldes #6.

OBSERVACIÓN #6 LLENADO DE MOLDES							
Molde	Cavidades sin tapar	Utilización del molde en turno	tiempo preparación moldes	Costo preparación moldes	Eficiencia de llenado moldes turno	Tiempo perdido a causa de	Costo desperdicio a causa de llenado
1	20	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	96,9%	539 seg	\$ 1.016 COP
2	16	76	6.916 seg	\$ 13.025 COP	98,7%	91 seg	\$ 965 COP
3	18	66	6.006 seg	\$ 11.311 COP	93,3%	404 seg	\$ 838 COP
4	17	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	95,6%	321 seg	\$ 1.016 COP
5	24	76	6.916 seg	\$ 13.025 COP	99,8%	15 seg	\$ 965 COP
6	13	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	91,3%	630 seg	\$ 1.016 COP
7	20	76	6.916 seg	\$ 13.025 COP	99,3%	45 seg	\$ 965 COP
8	13	71	6.461 seg	\$ 12.168 COP	97,5%	161 seg	\$ 901 COP
9	16	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	93,9%	444 seg	\$ 1.016 COP
10	17	71	6.461 seg	\$ 12.168 COP	95,3%	305 seg	\$ 901 COP
11	36	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	99,0%	76 seg	\$ 1.016 COP
12	18	76	6.916 seg	\$ 13.025 COP	98,7%	91 seg	\$ 965 COP
13	16	66	6.006 seg	\$ 11.311 COP	94,7%	319 seg	\$ 838 COP
14	13	80	7.280 seg	\$ 13.711 COP	96,1%	287 seg	\$ 1.016 COP
Suma	257	1058	96.278 seg	\$ 181.324 COP	N/A	3.729 seg	\$ 13.431 COP
Promedios	18,4	75,6	6.877 seg	\$ 12.952 COP	96,4%	266 seg	\$ 959 COP

Nota: Autoría propia.

En la siguiente imagen se totalizan los costos y tiempos de las observaciones y se promedian las cantidades para posteriormente dimensionar en el tiempo (tabla 87).

Tabla 86.

Total, y promedio de las observaciones.

observación	Veces que se utilizaron los moldes en turno	Tiempo total perdido en turno a causa de llenado	Costo desperdicio total causa de llenado
1	72	5.014 seg	\$ 12.720 COP
2	72	4.159 seg	\$ 14.028 COP
3	79	3.614 seg	\$ 12.847 COP
4	72	3.082 seg	\$ 13.177 COP
5	74	3.742 seg	\$ 13.177 COP
6	76	3.729 seg	\$ 13.431 COP
Suma Total	444	23.340 seg	\$ 52.773 COP
Promedio	74	3.890 seg	\$ 13.230 COP

Nota: Autoría propia.

Tabla 87.

Dimensionamiento en el tiempo.

Datos	Total turno	Total mes	Total año
Tiempo (seg)	3.890 seg	85.580 seg	1.026.960,3 seg
Tiempo (min)	64,8 min	1.426,3 min	17.116,0 min
Costos	\$ 13.230 COP	\$ 291.068 COP	\$ 3.492.818 COP

Nota: Autoría propia.

9.7 Propuesta implementación 5'S

Para la implementación de esta herramienta se realizará un involucramiento al personal de la planta de joyería para lograr modificar no sólo la apariencia física del puesto de trabajo, sino también la forma de pensar y actuar del personal, para ello se debe incentivar y capacitar para que adopten la herramienta 5's como filosofía, a continuación, se tienen los puntos claves para el inicio de la implementación:

- Apoyo de gerencia y jefatura para la implementación de la herramienta.
- Realizar sensibilización a los líderes de los procesos por medio de capacitaciones de la importancia de adoptar la metodología 5's como filosofía.
- Realizar caminatas Gemba con líderes de área con el fin de identificar innecesarios, desorden, falta de selección, falta de demarcación, se debe realizar un levantamiento fotográfico para llevar registro y control de los hallazgos.
- Realizar una jornada de clasificación de los materiales la cual debe ser liderada por el coordinador de producción, líderes de procesos y colaboradores, los cuales entrarán a identificar los materiales que se encuentran distribuidos en la planta y que no son de uso con el fin de seleccionar y separar los innecesarios de los necesarios.
- Realizar recordatorios en los puestos de trabajo con la importancia de la filosofía y explicación de cada "s" como ayuda visual.
- Realizar demarcación de pasillos y puestos de trabajo definiendo un puesto para cada cosa.
- Evaluar mensualmente la implementación y mantenimiento de la metodología.

- Implementar la mejora continua en todos los niveles de la operación con el fin de mejorar cada día más.

Para la evaluación y seguimiento de la metodología 5's se propone realizar un plan de auditoría donde se implemente el formato que se desarrolló y propone a continuación (en las imágenes se encuentra la evaluación que se realizó con la situación actual).

Auditoría 5s	Área:	Auditor :	
Fecha:	Auditado:		
<i>Indicación: Califique cada Ítem</i>			
Seiri: Clasificación	1	No se encuentran elementos innecesarios en el puesto de trabajo y área en general	<input type="checkbox"/>
	2	Los elementos necesarios para la operación se encuentran identificados y tiene un sitio de almacenamiento específico	<input type="checkbox"/>
	3	Los cajones y sitios de disposición están debidamente identificados	<input type="checkbox"/>
	4	Se tiene una correcta disposición para los elementos innecesarios o "scrap".	<input type="checkbox"/>
	5	Los pasillos y áreas de trabajo están correctamente identificados	<input type="checkbox"/>
	TOTAL		0

Figura 68. Sección inicial y clasificar. Autoría propia.

		CAL
Seiton: Orden	1	Son identificables y fáciles de encontrar las herramientas de la operación <input type="checkbox"/>
	2	Los materiales y contenedores están almacenados correctamente <input type="checkbox"/>
	3	Se reconoce fácilmente las áreas y lugares de trabajo <input type="checkbox"/>
	4	Los elementos que se utilizan se vuelven a dejar en su lugar de almacenamiento <input checked="" type="checkbox"/>
	5	No se encuentran elementos que obstruyan los pasillos y areas de transito <input checked="" type="checkbox"/>
	TOTAL	

Figura 69. Sección Ordena. Autoría propia.

		CAL
Seiso: Limpieza	1	No se encuentran residuos de material regados en el suelo ni alrededor del puesto e trabajo <input checked="" type="checkbox"/>
	2	Las herramientas se encuentran sin suciedad. <input checked="" type="checkbox"/>
	3	Se tiene contemplado un horario de limpieza para espacios en general <input checked="" type="checkbox"/>
	4	Los elementos de protección personal se encuentran en buenas condiciones <input checked="" type="checkbox"/>
	5	La maquinaria se encuentra libre de suciedad <input type="checkbox"/>
	TOTAL	

Figura 70. Sección Limpieza. Autoría propia.

		CAL	
Seiketsu: Estandarizacion	1	Se tiene programa de mejoras	<input type="checkbox"/>
	2	La actividad que ejecuta el auditado esta estandarizada y tiene hoja de trabajo JES	<input type="checkbox"/>
	3	La información de la operación esta disponible y es de fácil acceso	<input type="checkbox"/>
	4	En el tiempo se mantienen las 3 primeras S	<input type="checkbox"/>
	5	La operación se ejecuta según hoja de trabajo JES	<input type="checkbox"/>
	TOTAL		0

Figura 71. sección estandarización. Autoría propia.

		CAL	
Shitsuke: Disciplina	1	Se tiene un control diario para verificar el orden y limpieza	<input type="checkbox"/>
	2	Los elementos de protección personal y uniforme son utilizados debidamente	<input checked="" type="checkbox"/>
	3	El personal esta capacitado en la operación que ejecuta	<input type="checkbox"/>
	4	Existe un líder 5s que vigila y facilita la implementación de la metodología	<input type="checkbox"/>
	5	El auditado explica cada S de la metodología y sabe la importancia de la misma.	<input type="checkbox"/>
	TOTAL		1

Figura 72. sección Disciplina. Autoría propia.

10 Costo - beneficio de la propuesta

Después de los análisis de las mudas encontradas y las mejoras propuestas se procede a realizar la comparación de la situación actual y la propuesta, en las tablas que se exponen a continuación se puede observar la comparación de tiempos y costos muda por muda.

Tabla 88.

Situación actual vs propuesta, muda exceso de recorridos del operario + SMED.

Exceso de recorridos del operario + SMED							
Dimensión	Turno		MES		AÑO		% disminución
Estado	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	
Tiempo (min)	1.520,6 min	1.002,2 min	33.452,9 min	22.048,2 min	401.434,9 min	264.578,2 min	34%
Costos	\$ 171.826 COP	\$ 113.247 COP	\$ 3.780.178 COP	\$ 2.491.444 COP	\$ 45.362.141 COP	\$ 29.897.332 COP	

Nota: Autoría propia.

Tabla 89.

Situación actual vs propuesta, muda conteo excesivo de piezas.

Conteo excesivo de piezas.							
Dimensión	Turno		MES		AÑO		% disminución
Estado	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	
Tiempo (min)	835,3 min	229,7 min	18.377,1 min	5.053,7 min	220.525,5 min	60.644,5 min	73%
Costos	\$ 94.392 COP	\$ 25.958 COP	\$ 2.076.615 COP	\$ 571.069 COP	\$ 24.919.380 COP	\$ 6.852.829 COP	

Nota: Autoría propia.

Tabla 90.

Situación actual vs propuesta, exceso de procesamiento en estación de fundición (Cavidades tapadas).

Exceso de procesamiento en estación de fundición (cavidades tapadas).							
Dimensión	Turno		MES		AÑO		% disminución
Estado	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	
Tiempo (min)	520,0 min	0,0 min	11.440,8 min	0,0 min	137.290,0 min	0,0 min	100%
Costos	\$ 58.764 COP	\$ 0 COP	\$ 1.292.815 COP	\$ 0 COP	\$ 15.513.775 COP	\$ 0 COP	

Nota: Autoría propia.

Tabla 91.

Situación actual vs propuesta, reproceso en estaciones de Fundición y borrado.

Reproceso en estaciones de Fundición y borrado							
Dimensión	Turno		MES		AÑO		% disminución
Estado	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	
Tiempo (min)	105,2 min	16,9 min	2.314,4 min	371,7 min	27.772,5 min	4.460,8 min	84%
Costos	\$ 12.376 COP	\$ 2.038 COP	\$ 272.264 COP	\$ 44.840 COP	\$ 3.267.172 COP	\$ 538.077 COP	

Nota: Autoría propia.

Tabla 92.

Situación actual vs propuesta, deficiencia en llenado de moldes.

Deficiencia en llenado de moldes.							
Dimensión	Turno		MES		AÑO		% disminución
Estado	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	
Tiempo (min)	616,3 min	64,8 min	13.559,1 min	1.426,3 min	162.709,0 min	17.116,0 min	89%
Costos	\$ 114.821 COP	\$ 13.230 COP	\$ 2.526.056 COP	\$ 291.068 COP	\$ 30.312.668 COP	\$ 3.492.818 COP	

Nota: Autoría propia.

Para realizar un dimensionamiento global de las mudas se procede a realizar la suma de los totales de cada muda y compararlos con los totales de las propuestas, estos cálculos se pueden observar en la tabla 93.

Tabla 93.

Suma total de las mudas vs suma total de propuestas.

Total mudas situación actual vs propuesta							
Dimensión	Turno		Mes		Año		% disminución
Estado	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	Actual	Propuesta	
Tiempo (seg)	184.744 seg	78.818 seg	4.064.376 seg	1.733.997 seg	48.772.512 seg	20.807.967 seg	61%
Tiempo (min)	3.079,07 min	1.313,63 min	67.739,60 min	28.899,95 min	812.875,20 min	346.799,46 min	
Costos	\$ 393.600 COP	\$ 154.474 COP	\$ 8.659.194 COP	\$ 3.398.421 COP	\$ 103.910.328 COP	\$ 40.781.056 COP	

Nota: Autoría propia.

Como se observa en la anterior tabla los análisis y cálculo reflejan una reducción del 61% en los costos iniciales si se mantiene e implementan las herramientas propuestas de la metodología Lean.

Conclusiones

La filosofía Lean es una metodología que ha sido implementada en innumerables sectores brindando mejoramiento en los procesos de las compañías, cada uno de sus pilares ofrece beneficios que incrementan significativamente la productividad. Lean no solo promueve el mejoramiento continuo a nivel empresarial, si no que al adoptarlo como filosofía contribuye de igual forma en nuestra manera de pensar arraigándose también a nuestra vida personal, un claro ejemplo de ello son las 5'S.

En el trabajo expuesto se pudo evidenciar que las herramientas aquí propuestas pueden contribuir al mejoramiento de la productividad de la compañía, además es de resaltar que una compañía que opera sin estandarización está destinada a sufrir improductividad y es por ello que es de vital importancia la estandarización de los procesos para asegurar que el personal está ejecutando las operaciones de la misma forma y regido bajo lineamientos ya estudiados por personal idóneo, claro está que esta estandarización puede verse sometida a modificaciones basados en la mejora continua.

El análisis de tiempos y movimientos es un elemento clave para garantizar la productividad y la correcta planeación de las actividades, tener tiempo estándar en las operaciones facilitan el control y medición de los resultados que se esperan en la compañía, es por esta razón que se creó y propuso el formato de toma de tiempos para estandarización.

La correcta comunicación entre las áreas de la compañía asegura que todos los procesos trabajen como un equipo, teniendo una meta definida y contemplando las necesidades no solo de los clientes externos sino también del cliente interno, es por ello que los diagramas de flujo ayudan a estandarizar las operaciones de la compañía facilitando el entendimiento del personal a todos los niveles, con la estandarización se puede implementar un programa de auditoría que evalúa el cumplimiento de las directrices, es por esta razón que se realizó un diagrama de flujo para los procesos de moldes y producción.

El SMED ayuda a incrementar la productividad de la compañía al clasificar y buscar estrategias con el fin de incrementar el tiempo productivo de las operaciones, esta herramienta fue propuesta en las estaciones de pegado y pintura ya que se observa que actualmente se presenta una oportunidad de mejora la cual fue analizada en este trabajo.

las 5's son una herramienta sencilla pero difícil de adoptar ya que implican cambio en la cultura, con esta simple herramienta se obtienen grandes beneficios que resaltan a simple vista, el aumento de la productividad es uno de sus beneficios, es por ello que se propuso su implementación y se creó un formato de auditoría para su control y seguimiento.

Con la comparación de los tiempos y costos de la situación actual y de la propuesta, se concluye que es viable la implementación en la compañía ya se evidencia un incremento en la productividad

Recomendaciones

A industria Inca Duprée se le recomienda comenzar a realizar la estandarización de cada uno de los procesos de la compañía, levantando la documentación necesaria para regular cada operación con el fin de llevar métricas y controlar los procesos.

Los costos calculados en este trabajo contemplan la mano de obra directa, es por ello que se recomienda realizar un análisis e incluir los costos indirectos, como por ejemplo el costo del minuto de operación de horno de fundición, para de esta forma dimensionar a mayor escala los beneficios que se obtiene con la implementación de Lean.

Se considera que para la compañía es de vital importancia implementar la propuesta planteada en este trabajo y comenzar a estudiar las herramientas lean a profundidad con el fin de identificar la aplicabilidad y de esta forma introducir la filosofía lean en la estrategia de negocio ya que con la correcta implementación se obtendrá incremento de la productividad y en consecuencia ganancia de mercado y aumento de los beneficios para la compañía, para lograr esto la base fundamental es el factor humano ya que una comunicación adecuada, el compromiso y el liderazgo son claves para el desarrollo de la filosofía y cultura Lean.

Se recomienda implementar de forma constante la mejora continua e inclusive implementar un indicador con el fin de optimizar los recursos y hacer cada vez más productivas las operaciones.

Referencias

- Arieta, J. G., Botero, V., y Romano, M. (2010). Benchmarking sobre Manufactura Esbelta (lean Manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics*, 15. Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360733608006>
- Cardona, J. (2013). *Modelo para la implementación de técnicas lean manufacturing en empresas editoriales* (Trabajo de grado Magister, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/12191/1/8912001.2013.pdf>
- Carvalho, E. (2014). *Propuesta de aplicación de conceptos de manufactura esbelta a una línea de producción de costura de una empresa de confecciones de tejido de punto para exportación*. *Revistas UPC*. Recuperado de:
<https://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/2011>
- Cobos, j. r. (2016). *Implementación de la Metodología Lean Manufacturing a una Cadena de Producción agroalimentaria* (Trabajo Maestría, Universidad de Sevilla)
 Recuperado de:
http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70759/fichero/TFM_Javier_Ruiz_Cobos.pdf
- Escalante, A., y Valencia, G. (2019). *Propuesta de Mejora de Procesos utilizando herramientas de Lean Manufacturing en la confección de Calentadores de Brazo para elevar la productividad en una Pyme textil en Arequipa* (Trabajo de grado, Universidad Católica San Pablo). Recuperado de:
http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15992/4/ESCALANTE_MONTESINOS_ALV_PRO.pdf
- Hay, E. (2003). *Justo a tiempo: la técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Grupo Editorial Norma.
- Hernandez, J., y Vizán, A. (1 de Mayo de 2013). *Lean Manufacturing conceptos técnicas e implementación*. Obtenido de Savia:
<https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Lefcovich, M. (2009). *Sistema de Producción Justo a Tiempo- JIT*. Cid Editor.

Ramírez, D., y Martínez, J. (2019). *Propuesta para la mejora del Proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing* (Trabajo de grado, Universitaria Agustiniiana). Recuperado de:

<http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/975>

Socconini, L. (2019). *Lean company: Más allá de la manufactura*. Barcelona: Marge Books.

Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso A Paso*. Barcelona: Marge Books.

Umba, N., y Duarte, J. (2017). *Propuesta para implementar herramientas lean manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la fábrica de almojabanas el Goloso* (Trabajo de grado, Universidad de la Salle). Recuperado de:

https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/32/

Vásquez, O., y Castañeda, J. (2015). *Aplicación de herramientas de lean manufacturing para obtener la capacidad de la producción establecida en la empresa P&D andina de alimentos s.a.* (Trabajo de grado, Universidad Nacional de Trujillo). Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/273186542/Proyecto-de-Tesis>

Anexos

COMUNICACIÓN & CULTURA		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se comunican, como mínimo, dos veces al año y a todos los niveles de la organización, los objetivos y evolución de la satisfacción de los empleados y de los objetivos de la Organización?	4
	Observaciones: Si hay 2 reuniones en el año sobre los objetivos y evolución de la compañía	
2	¿Son capaces los empleados de describir, detalladamente, los objetivos de la Organización y la forma en que su trabajo contribuye a la consecución de éstos?	1
	Observaciones: Solamente en los niveles gerenciales y algunos administrativos se tienen claros	
3	¿Existe un proceso formal para que los empleados reciban retroalimentación de los problemas encontrados en los procesos por sus clientes internos y/o externos?	0
	Observaciones: No hay un proceso formal	
4	¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	0
	Observaciones: No hay equipos promovidos para la orientación de objetivos	
5	¿Los empleados utilizan, comparten y comprenden los medibles para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo?	1
	Observaciones: En algunos procesos o en algunas ocasiones	
6	¿Los problemas que aparecen en los procesos de fabricación, son detectados e investigados dentro de los siguientes 10 minutos a su aparición?	1
	Observaciones: En algunas ocasiones	
7	¿Los equipos de soporte, técnicos e ingenieros, tienen adquirida la rutina de: 1) ir al lugar donde ocurre la problemática para entender la situación 2) hablar con el personal de este puesto de trabajo para obtener su opinión?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
8	¿Se comprende y conoce el concepto de Value Stream Mapping? ¿han sido mapeados todos los procesos y los lay-outs de cada cadena de valor se han segregado?	1
	Observaciones: En algunas áreas del proceso	
	Puntuación total	8
	Máxima puntuación	32
	Valoración del parámetro Lean	0,25

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

CRM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿La información sobre nuestros clientes en la base de datos está actualizada? Observaciones: si	3
2	¿Realizamos algún encuentro periódico con los clientes clave para que nos explique sus necesidades? Observaciones: Se desarrolla esta actividad	4
3	¿Generamos datos estadísticos acerca de dichas necesidades que ayude a la mejora? Observaciones: Se desarrolla esta actividad	4
4	¿Observamos nuestros clientes para saber como utilizan nuestro producto y poder así generar mejoras? Observaciones: Se desarrolla esta actividad	4
5	¿Tenemos identificados segmentos de clientes fuera de los típicos segmentos por facturación, tamaño, ubicación geográfica? Observaciones: Se desarrolla esta actividad	4
6	¿Sabemos cual es la proporción de presupuestos rechazados por propuesta no ajustada a las necesidades del cliente? Observaciones: Se desarrolla esta actividad	4
7	¿Todas las personas de contacto actualizan los datos relativos a los clientes? Observaciones:	4
Puntuación total		27
Máxima puntuación		28
Valoración del parámetro Lean		0,96

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

5'S & ORGANIZACIÓN PUESTO DE TRABAJO		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, componentes correcto y/o chatarra. Los pasillos están libres de obstrucciones? Observaciones:	2
2	¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación? ¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante? Observaciones:	1
3	¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes? ¿los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo? Observaciones:	1
4	¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?. ¿Siempre que se necesita una herramienta, un utillaje, un contenedor de material, suministros de oficina,... se encuentran fácilmente y están correctamente identificados?. ¿Conocen los empleados como localizarlos? Observaciones:	1
5	¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad) y un histórico de problemas de calidad recientes y sus contramedidas? ¿Dichos paneles son actualizados regularmente? Observaciones:	1
6	¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo y describen las comprobaciones y criterios de aceptación necesarios sobre las características del producto/proceso? Observaciones:	1
7	¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento o hábito riguroso y estable? Observaciones:	0
		Puntuación total 7
		Máxima puntuación 28
		Valoración del parámetro Lean 0,25

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se han desarrollado e implementado estándares para la operación de cada proceso/célula y son utilizados para la formación en el puesto de trabajo?	1
	Observaciones:	
2	¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones estándar al alcance y a disposición del operador?	1
	Observaciones:	
3	¿El Takt time de cada producto se ha utilizado como base de referencia para establecer el tiempo del proceso de cada operación y los requisitos de actuación para cada operario?	0
	Observaciones:	
4	¿Intervienen los operarios del proceso y el personal de apoyo, en el diseño y estandarización del puesto de trabajo?	1
	Observaciones:	
5	¿Se estandariza y actualiza, frecuentemente, una visualización de las operaciones que no agregan valor(cambios, controles de calidad, mantenimientos preventivos, etc....)?	0
	Observaciones:	
6	¿Se comprueban periódicamente, mediante auditorías u otras herramientas, las hojas de operación estándar, comprobando la conservación de las mejoras realizadas?	0
	Observaciones:	
7	¿Habitualmente los operarios cumplen con rigor las instrucciones reflejadas en las hojas de operación estándar? ¿Se registran, investigan y corrigen los errores e incumplimientos que se producen?	0
	Observaciones:	
	Puntuación total	3
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,11

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

MEJORA CONTINUA		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Existe una estrategia clara respecto a la Mejora Continua en la empresa (Champions.Team leaders, identificación-priorización de proyectos, infraestructura, recursos,etc...) capaz de obtener resultados de manera sostenible y continuada?	1
	Observaciones:	
2	¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización? ¿Existe un sistema normalizado de reconocimiento?	2
	Observaciones:	
3	¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?	1
	Observaciones:	
4	¿Conocen los empleados las siete fuentes de desperdicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?	1
	Observaciones:	
5	¿La mejora continua y los eventos Gemba-Kaizen se estructuran, planifican y aplican dentro de las prácticas ordinarias de la empresa? ¿se reconocen los éxitos y se expanden a través de procesos afines en la instalación?	1
	Observaciones:	
6	¿Se puede considerar que la mayoría de las mejoras aplicadas no representan apenas inversión?	2
	Observaciones:	
7	¿Los análisis VSM se utilizan como base de referencia para comprobar y evaluar los progresos obtenidos?	1
	Observaciones:	
	Puntuación total	9
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,32

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se garantiza la formación de todos los empleados en el puesto de trabajo antes de trabajar solos? ¿Sólo una parte insignificante de la defectuosidad del producto/proceso es atribuible a trabajadores nuevos o inexpertos?	1
	Observaciones:	
2	¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	1
	Observaciones:	
3	¿Las capacidades de la instalación son acordes a las necesidades de operación? ¿Tienen la capacidad de modificar la velocidad para equilibrarse con el TAKT TIME? ¿La instalación está liberada de "atascadores"?	0
	Observaciones:	
4	¿Está el proceso de trabajo diseñado para poder identificar, de manera inmediata, los defectos en el momento y lugar donde se manifiesten?	1
	Observaciones:	
5	¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	3
	Observaciones:	
6	¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	3
	Observaciones:	
7	¿Se han diseñado e implementado células de trabajo que garanticen el flujo de una pieza a través del proceso productivo?	2
	Observaciones:	
	Puntuación total	11
	Máxima puntuación	28
	Valoración del parámetro Lean	0,39

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

POKA YOKE		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Los empleados han sido formados en los métodos anti-error y existe un equipo de análisis permanente de los defectos del proceso y de las oportunidades de eliminar errores?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
2	¿Han sido desarrollados y aplicados los dispositivos y métodos anti-error para eliminar los defectos más críticos y recurrentes de cada área o puesto de trabajo?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
3	¿Se han implementado los dispositivos y métodos anti-error en todo tipo de proceso (operaciones manuales; procesos automatizados e inclusive procesos administrativos)?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
4	¿ Se controla la eficacia y se garantiza el correcto funcionamiento de todos los dispositivos y métodos anti-error implementados?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
5	¿Se realiza un análisis del rendimiento de todos los componentes, subconjuntos y productos en vistas de identificar mejoras en su diseño para eliminar errores y mejorar su productividad?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
6	¿Están autorizados los operarios a detener la línea cuando encuentran una unidad defectuosa o no pueden completar el proceso en las condiciones definidas en la hoja de operación estándar?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
7	¿En todos los casos que sea factible, los procesos manuales están reforzados con comprobaciones mecánicas para ayudar en la toma de decisiones y garantizar su efectividad?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
8	¿Los equipos y procesos están equipados con elementos de señal (ANDON) que atraen la atención de operarios y supervisores ante situaciones en las que se requiere ayuda o ante problemas de suministro?	0
	Observaciones: No se desarrolla esta actividad	
	Puntuación total	0
	Máxima puntuación	32
	Valoración del parámetro Lean	0,00

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

SMED		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se planifican con la suficiente antelación y precisión todos los cambios, de forma que todos los operarios están informados y conocen con precisión el momento en que se producirán?	0
	Observaciones:	
2	¿Están emplazados los equipos del cambio en el lugar apropiado y los operarios están formados en métodos de cambio rápido? ¿Los operarios actúan continuamente en la mejora de los métodos de cambio?	1
	Observaciones:	
3	¿De manera frecuente y habitual, el tiempo transcurrido entra la última pieza buena del trabajo anterior y la primera pieza buena del siguiente proceso, es menor de diez minutos?	1
	Observaciones:	
4	¿Se extrapolan, a otros procesos y áreas de la empresa, las ideas de mejora en los cambios implementadas con éxito?	1
	Observaciones:	
5	¿Se han desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario?	1
	Observaciones:	
6	¿El tiempo de cambio real vs previsto está informado en cada puesto de trabajo de manera clara y visible?	0
	Observaciones:	
7	¿Se utilizan listas de comprobación conteniendo: materiales, utillajes, medios de control, componentes, etc...necesarios para la siguiente producción, como soporte para la reducción de los tiempos de cambio?	1
	Observaciones:	
8	¿Están identificados, conservados y almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento, todos los items necesarios para los cambios?	0
	Observaciones:	
	Puntuación total	5
	Máxima puntuación	32
	Valoración del parámetro Lean	0,16

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

TPM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM? Observaciones:	2
2	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad necesarios activos? ¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguridad se rompen o no funcionan adecuadamente? Observaciones:	3
3	¿Se publican en cada área de trabajo los planes de intervención de mantenimiento (preventivo, predictivo)? ¿Se rastrea y evalúa la duración de los diferentes ítems críticos en el correcto funcionamiento del equipo? Observaciones:	1
4	¿Se mantienen con rigor los registros de las intervenciones de mantenimiento y se exponen de manera clara y visible para todos los operarios? Observaciones:	2
5	¿Las actividades de mantenimiento se enfocan al aumento de la utilización-disponibilidad de los equipos y a la disminución de la variabilidad en el tiempo de ciclo? Observaciones:	2
6	¿Están definidas las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento, tanto para el personal de mantenimiento como para el de producción? Observaciones:	2
7	¿Se destina un tiempo diario suficiente, en la actividad de los operarios, para dedicarlo a actividades de mantenimiento, conservación y limpieza de los equipos y puestos de trabajo? Observaciones:	2
Puntuación total		14
Máxima puntuación		28
Valoración del parámetro Lean		0,50

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

PULL SYSTEM		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Todos los puestos de trabajo y procesos productivos conocen y exponen, clara y visiblemente, los requisitos necesarios en la producción, los objetivos de producción horaria y los tiempos de cambio?	1
	Observaciones:	
2	¿Todos los mandos de la planta han sido formados en los principios y la implementación del pull system?	2
	Observaciones:	
3	¿Los flujos de materiales en la planta transcurren en flujos de una pieza o en supermercados "aguas abajo" gestionados por Kan-Ban?	0
	Observaciones:	
4	¿Los procesos río abajo tiran del resto de procesos, marcando los ritmos y horarios de trabajo de los procesos río arriba?	0
	Observaciones:	
5	¿Las líneas, células o fases de las operaciones, son capaces de adaptarse a la demanda del cliente, mediante cambios de horarios de producción, únicamente, en el proceso "marcapasos"?	2
	Observaciones:	
6	¿Los supervisores de la producción y el personal administrativo, únicamente, producen el "papeleo" mínimo necesario para el siguiente proceso?	1
	Observaciones:	
	Puntuación total	6
	Máxima puntuación	24
	Valoración del parámetro Lean	0,25

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).

BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN		
Ítem	CRITERIO	Ptos
1	¿Se realiza un esfuerzo para nivelar los horarios del proceso de producción requiriendo, tanto de los suministradores internos como externos, planificar entregas frecuentes de lotes pequeños?	3
	Observaciones:	
2	¿Se realizan los cambios de producción para reforzar el concepto de entregar la demanda diaria de todas las referencias, por encima de la fabricación en lotes?	3
	Observaciones:	
3	¿El TaktTime es conocido por todos y determina el ritmo de los procesos de producción?	1
	Observaciones:	
4	¿El TaktTime se utiliza para asignar las dotaciones de trabajo y los tiempos de ciclo en cada proceso?	1
	Observaciones:	
5	¿Cuando se modifica la demanda del cliente, se vuelven a balancear los procesos y se redefinen los tiempos de ciclo conforme al nuevo Takt time?	2
	Observaciones:	
	Puntuación total	10
	Máxima puntuación	20
	Valoración del parámetro Lean	0,50

Nota: desarrollada en base a Grupo ODE, Organización y desarrollo empresarial SA (2005).