

ANEXOS

Anexo 1

Ficha de registro de intervención de equipos

Ficha de registro de intervención de equipos																			
Año		2024	2025																
N°	Periodo total de intervención						Fecha final	Hora final	Tipo de intervención	Labores de la intervención	Actividades en la intervención	Motivo de intervención	Insumos y repuestos usados	Tipo de mano de obra	Equipo	Tiempos de paradas por averías (hrs)	Tiempos de paradas por averías (min)	Promedio (hrs)	Promedio (min)
	Fecha inicio	Hora inicio	Periodo total de reparación de avería																
			Fecha inicio	Hora inicio	Fecha final	Hora final													
1	9/9/2024	08:00:00	9/9/2024	08:15:00	10/9/2024	11:10:00	10/9/2024	11:15:00	Preventivo	Reemplazo de mallas	Desmontaje, limpieza, montaje nuevo	Desgaste severo	Mallas cribado, pernos, Llave de inactivo neumática, martillo, otras herramientas.	Interna	Criba 3N	14:45:00	885,00	14:51:12	891,20
2	11/9/2024	14:05:00	11/9/2024	14:05:00	11/9/2024	15:28:00	11/9/2024	15:33:00	Correctivo	Reposición de gomas	Inspección y cambio de gomas.	Desgaste de laa gomas por vibración.	Gomas, amoladora, metro	Interna	Criba 3N	01:28:00	88,00	01:27:48	87,80
3	12/9/2024	13:05:00	12/9/2024	13:15:00	12/9/2024	15:40:00	12/9/2024	15:55:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	02:50:00	170,00	03:02:25	182,42
4	12/9/2024	15:55:00	12/9/2024	15:58:00	12/9/2024	17:55:00	12/9/2024	18:05:00	Correctivo	Sustitución de chapaletas	Desarme interno del molino	Golpeteo irregular por componentes irregulares	Chapaletas, herramientas	Interna	Molino de impacto	02:10:00	130,00	02:08:45	128,75
5	16/9/2024	09:15:00	16/9/2024	09:18:00	16/9/2024	09:28:00	16/9/2024	09:28:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:13:00	13,00	00:07:37	7,62
6	18/9/2024	13:36:00	18/9/2024	13:40:00	18/9/2024	14:40:00	18/9/2024	14:48:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora, grapas.	Interna	Cintas	01:12:00	72,00	01:29:38	89,63
7	27/9/2024	09:13:00	27/9/2024	09:18:00	27/9/2024	13:23:00	27/9/2024	13:25:00	Correctivo	Reemplazo de rodamientos.	Rodamiento malogrado por el agua, por lo tanto se debe cambiar.	Ingreso de agua al eje	Rodamientos, herramientas, martillo	Externa	Lavadora circular de arena	04:12:00	252,00	04:12:00	252,00
8	10/10/2024	09:13:00	10/10/2024	09:15:00	10/10/2024	11:55:00	10/10/2024	12:00:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	02:47:00	167,00		
9	12/10/2024	07:30:00	12/10/2024	08:00:00	12/10/2024	12:00:00	12/10/2024	12:10:00	Correctivo	Arreglo de ruptura de una pared lateral	Soldar la ruptura del equipo	Ruptura de las paredes por peso excesivo.	Soldador, metro, amoladora, herramientas.	Interna	Tolva 1 (mayor vol.)	04:40:00	280,00	04:40:00	280,00
10	12/10/2024	08:00:00	12/10/2024	08:00:00	12/10/2024	09:20:00	12/10/2024	09:25:00	Correctivo	Reemplazo de la malla	Desmontaje, limpieza, montaje nuevo	Desgaste severo	Malla arenera, pernos, Llave de inactivo neumática, martillo, otras herramientas.	Interna	Criba 1N	01:25:00	85,00	01:25:00	85,00
11	12/10/2024	09:19:00	12/10/2024	09:20:00	12/10/2024	09:25:00	12/10/2024	09:25:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:06:00	6,00		
12	18/10/2024	08:19:00	18/10/2024	08:22:00	19/10/2024	11:20:00	19/10/2024	11:25:00	Preventivo	Reemplazo de mallas	Desmontaje, limpieza, montaje nuevo	Desgaste severo	Mallas cribado, pernos, Llave de inactivo neumática, martillo, otras herramientas.	Interna	Criba 3N	14:36:00	876,00		
13	18/10/2024	09:19:00	18/10/2024	09:25:00	18/10/2024	10:52:00	18/10/2024	10:55:00	Correctivo	Reposición de gomas	Inspección y cambio de gomas.	Desgaste de laa gomas por vibración.	Gomas, amoladora, metro	Interna	Criba 3N	01:36:00	96,00		
14	19/10/2024	09:06:00	19/10/2024	09:06:00	19/10/2024	09:36:00	19/10/2024	09:41:00	Correctivo	Reposición de gomas	Inspección y cambio de gomas.	Desgaste de laa gomas por vibración.	Gomas, amoladora, metro	Interna	Criba 1N	00:35:00	35,00	00:35:00	35,00
15	23/10/2024	14:20:00	23/10/2024	14:30:00	23/10/2024	16:50:00	23/10/2024	16:55:00	Correctivo	Reventa de la correa de la criba	Reemplazo de correa, ajuste poleas.	Correa reventada	Correa de 60 cm, llave tensora.	Interna	Criba 3N	02:35:00	155,00	02:20:00	140,00

16	25/10/2024	09:14:00	25/10/2024	09:14:00	25/10/2024	09:18:00	25/10/2024	09:18:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:04:00	4,00		
17	26/10/2024	08:15:00	26/10/2024	08:20	26/10/2024	11:16:00	26/10/2024	11:20:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:05:00	185,00		
18	4/11/2024	17:05:00	4/11/2024	17:08:00	4/11/2024	17:15:00	4/11/2024	17:15:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática.	Interna	Criba 3N	00:10:00	10,00		
19	14/11/2024	08:00:00	14/11/2024	08:10:00	14/11/2024	11:00:00	14/11/2024	11:06:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:06:00	186,00		
20	15/11/2024	13:14:00	15/11/2024	13:20:00	15/11/2024	15:15:00	15/11/2024	15:15:00	Correctivo	Ruptura de la correa	Reemplazo de correa, ajuste poleas.	Correa rota	Correa de 60 cm, llave tensora.	Interna	Cintas	02:01:00	121,00	02:01:00	121,00
21	29/11/2024	16:00:00	29/11/2024	16:03:00	29/11/2024	16:06:00	29/11/2024	16:06:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática.	Interna	Criba 3N	00:06:00	6,00		
22	1/12/2024	16:00:00	29/5/2025	16:00:00	29/5/2025	18:25:00	29/5/2025	18:35:00	Correctivo	Sustitución de chapaletas	Desarme interno del molino	Golpeteo irregular por componentes irregulares	Chapaletas, herramientas	Interna	Molino de impacto	02:35:00	155,00		
23	12/12/2024	14:14:00	12/12/2024	14:16:00	12/12/2024	15:33:00	12/12/2024	15:33:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora, grapas.	Interna	Cintas	01:19:00	79,00		
24	13/12/2024	08:10:00	13/12/2024	08:25:00	14/12/2024	11:25:00	14/12/2024	11:35:00	Preventivo	Reemplazo de mallas	Desmontaje, limpieza, montaje nuevo	Desgaste severo	Mallas cribado, pernos, Llave de impacto neumática, martillo, otras herramientas.	Interna	Criba 3N	14:55:00	895,00		
25	13/12/2024	14:35:00	13/12/2024	14:35:00	13/12/2024	15:55:00	13/12/2024	16:00:00	Correctivo	Reposición de gomas	Inspección y cambio de gomas.	Desgaste de las gomas por vibración.	Gomas, amoladora, metro	Interna	Criba 3N	01:25:00	85,00		
26	20/12/2024	08:05:00	20/12/2024	08:15:00	20/12/2024	11:10:00	20/12/2024	11:15:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:10:00	190,00		
27	27/12/2024	15:00:00	27/12/2024	15:03:00	27/12/2024	15:06:00	27/12/2024	15:06:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:06:00	6,00		
28	7/1/2025	09:10:00	7/1/2025	09:20:00	7/1/2025	01:30:00	7/1/2025	13:40:00	Correctivo	Reemplazo de rodamientos.	Rodamiento malogrado por el agua, por lo tanto se debe cambiar.	Ingreso de agua al eje	Rodamientos, herramientas, martillo	Externa	Tornillos lavadores de arena	04:30:00	270,00	04:30:00	270,00
29	10/1/2025	13:15:00	10/1/2025	13:20:00	10/1/2025	16:25:00	10/1/2025	16:30:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:15:00	195,00		
30	14/1/2025	09:13:00	14/1/2025	09:18:00	14/1/2025	13:23:00	14/1/2025	13:25:00	Correctivo	Reemplazo de rodamientos.	Rodamiento malogrado por el agua, por lo tanto se debe cambiar.	Ingreso de agua al eje	Rodamientos, herramientas, martillo	Externa	Lavadora circular de arena	04:12:00	252,00		
31	14/1/2025	10:15:00	14/1/2025	10:20:00	14/1/2025	11:50:00	14/1/2025	11:55:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora, grapas.	Interna	Cintas	01:40:00	100,00		
32	21/1/2025	14:05:00	21/1/2025	14:03:00	21/1/2025	14:08:00	21/1/2025	14:08:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:03:00	3,00		
33	28/1/2025	07:40:00	28/1/2025	07:45:00	28/1/2025	09:45:00	28/1/2025	09:45:00	Correctivo	Arreglo de ruptura de una pared lateral	Soldar la ruptura del equipo	Ruptura de las paredes por peso excesivo.	Soldador, metro, amoladora, herramientas.	Interna	Tolva 2 (menor vol.)	02:05:00	125,00	02:05:00	125,00
34	28/1/2025	08:05:00	28/1/2025	08:10:00	28/1/2025	11:10:00	28/1/2025	11:15:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:10:00	190,00		
35	31/1/2025	10:15:00	31/1/2025	10:17:00	31/1/2025	10:22:00	31/1/2025	10:22:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 1N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 1N	00:07:00	7,00	00:08:30	8,50
36	13/2/2025	08:08:00	13/2/2025	08:08:00	13/2/2025	08:13:00	13/2/2025	08:13:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:05:00	5,00		
37	18/2/2025	09:45:00	18/2/2025	09:55:00	18/2/2025	11:45:00	18/2/2025	11:50:00	Correctivo	Desnivel la correa de la criba	Reemplazo de correa, ajuste poleas.	Correa reventada	Correa de 60 cm, llave tensora.	Interna	Criba 3N	02:05:00	125,00		
38	28/2/2025	13:04:00	28/2/2025	13:10:00	28/2/2025	15:50:00	28/2/2025	15:55:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	02:51:00	171,00		

39	5/3/2025	09:25:00	5/3/2025	09:27:00	5/3/2025	09:35:00	5/3/2025	09:35:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 1N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 1N	00:10:00	10,00		
40	7/3/2025	07:35:00	7/3/2025	07:45:00	7/3/2025	10:20:00	7/3/2025	10:45:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:10:00	190,00		
41	10/3/2025	09:44:00	10/3/2025	09:45:00	10/3/2025	09:50:00	10/3/2025	09:50:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:06:00	6,00		
42	13/3/2025	10:20:00	13/3/2025	10:25:00	13/3/2025	12:10:00	13/3/2025	12:10:00	Correctivo	Sustitución de chapaletas	Desarme interno del molino	Golpeteo irregular por componentes irregulares	Chapaletas, herramientas	Interna	Molino de impacto	01:50:00	110,00		
43	14/3/2025	08:30:00	14/3/2025	08:45:00	15/3/2025	12:00:00	15/3/2025	12:00:00	Preventivo	Reemplazo de mallas	Desmontaje, limpieza, montaje nuevo	Desgaste severo	Mallas cribado, pernos, Llave de imacto neumática, martillo, otras herramientas.	Interna	Criba 3N	15:00:00	900,00		
44	14/3/2025	14:35:00	14/3/2025	14:35:00	14/3/2025	15:45:00	14/3/2025	15:55:00	Correctivo	Reposición de gomas	Inspección y cambio de gomas.	Desgaste de laa gomas por vibración.	Gomas, amoladora, metro	Interna	Criba 3N	01:20:00	80,00		
45	20/3/2025	09:20:00	20/3/2025	09:27:00	20/3/2025	11:00:00	20/3/2025	11:00:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora, grapas.	Interna	Cintas	01:40:00	100,00		
46	1/4/2025	08:35:00	1/4/2025	08:45:00	1/4/2025	11:30:00	1/4/2025	11:35:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:00:00	180,00		
47	10/4/2025	09:29:00	10/4/2025	09:30:00	10/4/2025	09:36:00	10/4/2025	09:39:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:10:00	10,00		
48	28/4/2025	11:25:00	28/4/2025	11:30:00	28/4/2025	12:15:00	28/4/2025	12:15:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora, grapas.	Interna	Cintas	00:50:00	50,00		
49	5/5/2025	13:05:00	5/5/2025	13:15:00	5/5/2025	15:40:00	5/5/2025	15:55:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	02:50:00	170,00		
50	10/5/2025	08:29:00	10/5/2025	08:30:00	10/5/2025	09:40:00	10/5/2025	08:45:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:16:00	16,00		
51	30/5/2025	08:09:00	30/5/2025	08:15:00	30/5/2025	10:00:00	30/5/2025	10:10:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora, grapas.	Interna	Cintas	02:01:00	121,00		
52	2/6/2025	11:40:00	2/6/2025	11:42:00	2/6/2025	11:47:00	2/6/2025	11:47:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:07:00	7,00		
53	4/6/2025	10:00:00	4/6/2025	10:05:00	4/6/2025	11:50:00	4/6/2025	12:00:00	Correctivo	Sustitución de chapaletas	Desarme interno del molino	Golpeteo irregular por componentes irregulares	Chapaletas, herramientas	Interna	Molino de impacto	02:00:00	120,00		
54	20/6/2025	09:45:00	20/6/2025	09:55:00	20/6/2025	10:52:00	20/6/2025	10:55:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora, grapas.	Interna	Cintas	01:10:00	70,00		
55	18/7/2025	09:35:00	18/7/2025	09:35:00	18/7/2025	09:40:00	18/7/2025	09:42:00	Correctivo	Ajuste de pernos criba	Inspección y ajuste de pernos en Criba 3N.	Vibración en operación	Llave de impacto neumática	Interna	Criba 3N	00:07:00	7,00		
56	25/7/2025	08:20:00	25/7/2025	09:20:00	26/7/2025	11:45:00	26/7/2025	11:50:00	Preventivo	Reemplazo de mallas	Desmontaje, limpieza, montaje nuevo	Desgaste severo	Mallas cribado, pernos, Llave de imacto neumática, martillo, otras herramientas.	Interna	Criba 3N	15:00:00	900,00		
57	25/7/2025	13:45:00	25/7/2025	13:45:00	25/7/2025	15:13:00	25/7/2025	15:15:00	Correctivo	Reposición de gomas	Inspección y cambio de gomas.	Desgaste de laa gomas por vibración.	Gomas, amoladora, metro	Interna	Criba 3N	01:30:00	90,00		
58	25/7/2025	14:00:00	25/7/2025	14:08:00	25/7/2025	17:05:00	25/7/2025	17:15:00	Correctivo	Revestimiento pared molino.	Cambio de placas internas	Desgaste severo por golpes	Placas de impacto, pernos, llave de impacto neumática.	Interna	Molino de impacto	03:15:00	195,00		
59	28/7/2025	09:00:00	28/7/2025	09:05:00	28/7/2025	11:01:00	28/7/2025	11:05:00	Correctivo	Corte y reemplazo de cinta	Corte de banda, empalme nuevo	Corte por algún componente	Bandas, metro, amoladora	Interna	Cintas	02:05:00	125,00		

Fuente: Planta de Áridos Cuellar

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 2

Ficha de registro de repuestos actuales y costos

Ficha de registro de repuestos actuales y costos							
N°	Fecha	Equipo / máquina	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. (Bs.)	Costo total (Bs.)
1	4/9/2024	Criba vibratoria 3 N	Compra mallas areneras	Mallas	2	7.100,00	14.200,00
2	5/9/2024	Criba vibratoria 3 N	Compra de electrodos	Kg	6	75,00	450,00
3	5/9/2024	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=8)	Barras	25	85,00	2.125,00
4	5/9/2024	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=10)	Barras	20	98,00	1.960,00
5	6/9/2024	Para todos los equipos	Compra aceite	Litros	18	60,00	1.080,00
6	6/9/2024	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92
7	7/9/2024	Criba vibratoria 3 N	Goma (caucho sintético)	Metros	5	15,00	75,00
8	9/9/2024	Criba vibratoria 3 N	Alquiler grúa	Hora	1	200,00	200,00
9	9/9/2024	Todos los equipos	Pernos	Docena	2	300,00	600,00
10	9/9/2024	Molino de impacto	Chapaletas	Pieza	2	13.000,00	26.000,00
11	12/9/2024	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	3	3.000,00	9.000,00
12	18/9/2024	Cinta transportadora	Grapas	Docena	2	50,00	100,00
13	10/10/2024	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
14	18/10/2024	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=8)	Barras	25	85,00	2.125,00
15	18/10/2024	Todos los equipos	Pernos	Docena	3	300,00	900,00
16	23/10/2024	Criba vibratoria 3 N	Correa de distribución	Correa	1	250,00	250,00
17	26/10/2024	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	2	3.000,00	6.000,00
18	14/11/2024	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	6	3.000,00	18.000,00
19	15/11/2024	Cinta transportadora	Correa de distribución	Correa	1	120,00	120,00
20	29/11/2024	Cinta transportadora	Banda transportadora	Banda	1	2.000,00	2.000,00
21	9/12/2024	Criba vibratoria 3 N	Compra mallas arenera	Mallas	2	7.100,00	14.200,00
22	10/12/2024	Criba vibratoria 3 N	Compra de electrodos	Kg	10	75,00	750,00
23	10/12/2024	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=8)	Barras	25	85,00	2.125,00
24	10/12/2024	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=10)	Barras	20	98,00	1.960,00
25	12/12/2024	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
26	12/12/2024	Criba vibratoria 3 N	Goma (caucho sintético)	Metros	10	15,00	150,00
27	13/12/2024	Criba vibratoria 3 N	Alquiler grúa	Hora	2	200,00	400,00
28	13/12/2024	Todos los equipos	Pernos	Docena	5	300,00	1.500,00
29	20/12/2024	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	2	3.000,00	6.000,00
30	10/1/2025	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	2	3.000,00	6.000,00
31	10/1/2025	Para todos los equipos	Compra aceite	Litros	18	60,00	1.080,00
32	11/1/2025	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92
33	14/1/2025	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
34	28/1/2025	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	1	3.000,00	3.000,00

35	18/2/2025	Criba vibratoria 3 N	Correa para motor	Correa	1	250,00	250,00
36	28/2/2025	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	2	3.000,00	6.000,00
37	7/3/2025	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	3	3.000,00	9.000,00
38	10/3/2025	Molino de impacto	Chapaletas	Pieza	2	13.000,00	26.000,00
39	11/3/2025	Criba vibratoria 3 N	Compra mallas arenera	Mallas	2	7.100,00	14.200,00
40	11/3/2025	Criba vibratoria 3 N	Compra de electrodos	Kg	4	75,00	300,00
41	12/3/2025	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=8)	Barras	25	85,00	2.125,00
42	12/3/2025	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=10)	Barras	20	98,00	1.960,00
43	14/3/2025	Criba vibratoria 3 N	Alquiler grúa	Hora	1	200,00	200,00
44	14/3/2025	Todos los equipos	Pernos	Docena	2	300,00	600,00
45	20/3/2025	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
46	1/4/2025	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	3	3.000,00	9.000,00
47	4/4/2025	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92
48	28/4/2025	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
49	5/5/2024	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
50	9/5/2024	Para todos los equipos	Compra aceite	Litros	18	60,00	1.080,00
51	26/5/2025	Molino de impacto	Chapaletas	Pieza	2	13.000,00	26.000,00
52	20/6/2025	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
53	15/7/2025	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92
54	18/7/2025	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=8)	Barras	25	85,00	2.125,00
55	19/7/2025	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=10)	Barras	20	98,00	1.960,00
56	19/7/2025	Criba vibratoria 3 N	Compra de electrodos	Kg	5	75,00	375,00
57	22/7/2025	Criba vibratoria 3 N	Compra mallas arenera	Mallas	2	7.100,00	14.200,00
58	25/7/2025	Criba vibratoria 3 N	Alquiler grúa	Hora	1	200,00	200,00
59	25/7/2025	Criba vibratoria 3 N	Goma (caucho sintético)	Metros	3	15,00	45,00
60	25/7/2025	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	2	3.000,00	6.000,00
61	28/7/2025	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00

Fuente: Planta de Áridos Cuellar

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 3

Indicador OEE actual de la criba vibratoria de 3 niveles

Criba vibratoria de 3 niveles	Averías	Datos (min)	Disponibilidad (%)	Descripción	Datos (tonelada/día)	Rendimiento (%)	Descripción	Datos	Calidad (%)	OEE
	Reemplazo de mallas	690,00	0%	Producción prevista	1.725,00	75,33%	Descarte (kg/hr)	21,50	100%	0%
	Tiempo de operación									
	Paradas por avería						891,20			
	Reposición de gomas	690,00	87%	Producción real	1.299,50		Descarte (kg/día)	247,25		66%
	Tiempo de operación									
	Paradas por avería						87,80			
	Fallas en la correa de la criba	690,00	80%		Descarte (tonelada/día)		0,25	60%		
	Tiempo de operación									
	Paradas por avería				140					
	Ajuste de pernos	690,00	99%		Producción buena		1.299,25	74%		
	Tiempo de operación									
Paradas por avería	7,60									

Fuente: Planta de Áridos Cuellar

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 4

Indicador OEE actual del molino de impacto

Molino de impacto	Averías	Datos (min)	Disponibilidad (%)	Descripción	Datos (tonelada/día)	Rendimiento (%)	Descripción	Datos	Calidad (%)	OEE
	Desgaste o ruptura de las paredes de impacto	182,40	74%	Producción prevista	3.450,00	86,67%	Producción buena	2.990,00	100%	64%
	Paradas por avería									
	Desgaste o ruptura de las chapaletas	128,80	81%	Producción real	2.990,00					70%
	Paradas por avería									

Fuente: Planta de Áridos Cuellar

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 5

Indicador OEE actual de la cinta transportadora

Cintas transportadoras	Averías	Datos (min)	Disponibilidad (%)	Descripción	Datos (tonelada/día)	Rendimiento (%)	Descripción	Datos	Calidad (%)	OEE
	Corte de las cintas	89,60	87%	Producción prevista	4.600,00	89,00%	Producción buena	4.094,00	100%	77%
	Paradas por avería									
	Ruptura de la correa	121,00	82%	Producción real	4.094,00					73%
	Paradas por avería									

Fuente: Planta de Áridos Cuellar

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 6

Indicadores MTBF y MTTR actuales

	hr	hrs/día	min/día										
Tiempo de operación	11:30:00	11,50	690,00										
Días de operativos	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	275
Horas operativos	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	3.163
Minutos operativos	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	189.750
Equipos	Descripción	Septiembre (2024)	Octubre (2024)	Noviembre (2024)	Diciembre (2024)	Enero (2025)	Febrero (2025)	Marzo (2025)	Abril (2025)	Mayo (2025)	Junio (2025)	Julio (2025)	Promedio anual
Criba 3N	Cantidad de averías	3	5	2	3	1	2	3	1	1	1	3	25
	Tiempo de paradas por averías (min)	986,00	1.137,00	16,00	986,00	3,00	130,00	986,00	10,00	16,00	7,00	997,00	5.274,00
	MTBF* (min)	5.421,33	3.222,60	8.617,00	5.421,33	17.247,00	8.560,00	5.421,33	17.240,00	17.234,00	17.243,00	5.417,67	7.379,04
	MTBF* (hrs)	90,36	53,71	143,62	90,36	287,45	142,67	90,36	287,33	287,23	287,38	90,29	122,98
	MTTR* (min)	328,67	227,40	8,00	328,67	3,00	65,00	328,67	10,00	16,00	7,00	332,33	210,96
	MTTR* (hrs)	5,48	3,79	0,13	5,48	0,05	1,08	5,48	0,17	0,27	0,12	5,54	3,52
Molino de impacto	Cantidad de averías	2	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	16
	Tiempo de paradas por averías (min)	300,00	352,00	186,00	345,00	385,00	171,00	300,00	180,00	170,00	120,00	195,00	2.704,00
	MTBF* (min)	8.475,00	8.449,00	17.064,00	8.452,50	8.432,50	17.079,00	8.475,00	17.070,00	17.080,00	17.130,00	17.055,00	11.690,38
	MTBF* (hrs)	141,25	140,82	284,40	140,88	140,54	284,65	141,25	284,50	284,67	285,50	284,25	194,84
	MTTR* (min)	150,00	176,00	186,00	172,50	192,50	171,00	150,00	180,00	170,00	120,00	195,00	169,00
	MTTR* (hrs)	2,50	2,93	3,10	2,88	3,21	2,85	2,50	3,00	2,83	2,00	3,25	2,82
Cintas transportadoras	Cantidad de averías	1	-	1	1	1	-	1	1	1	1	1	9
	Tiempo de paradas por averías (min)	72,00	-	121,00	79,00	100,00	-	100,00	50,00	121,00	70,00	125,00	838,00
	MTBF* (min)	17.178,00	-	17.129,00	17.171,00	17.150,00	-	17.150,00	17.200,00	17.129,00	17.180,00	17.125,00	20.990,22
	MTBF* (hrs)	286,30	-	285,48	286,18	285,83	-	285,83	286,67	285,48	286,33	285,42	349,84
	MTTR* (min)	72,00	-	121,00	79,00	100,00	-	100,00	50,00	121,00	70,00	125,00	93,11
	MTTR* (hrs)	1,20	-	2,02	1,32	1,67	-	1,67	0,83	2,02	1,17	2,08	1,55

Total de averías actuales	6	7	4	6	4	3	6	3	3	3	5	50
Total de Tiempo de paradas por averías (min)	1.358,00	1.489,00	323,00	1.410,00	488,00	301,00	1.386,00	240,00	307,00	197,00	1.317,00	8.816,00
MTBF (min)	8.398,67	4.715,86	12.856,75	8.390,00	12.815,50	11.399,67	8.394,00	17.170,00	17.147,67	17.184,33	10.086,60	11.208,68
MTBF (hrs) actual	139,98	78,60	214,28	139,83	213,59	189,99	139,90	286,17	285,79	286,41	168,11	186,81
MTTR (min) actual	226,33	212,71	80,75	235,00	122,00	100,33	231,00	80,00	102,33	65,67	263,40	176,32
MTTR (hrs) actual	3,77	3,55	1,35	3,92	2,03	1,67	3,85	1,33	1,71	1,09	4,39	2,94

Fuente: Planta de Áridos Cuellar

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 7

Manual de funciones

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	Nº PÁGINAS 00

AC-PM-MF-01

MANUAL DE FUNCIONES

Elaborado por:	Revisado por:	Fecha de Aprobación:
Univ. Martinez Maria Fernanda Estudiante Ing. Industrial UAJMS	Sr. Cuéllar Claudio Gerente General	14/11/2025

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-GER-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 01

1. Identificación

Nombre del Cargo: Gerente General

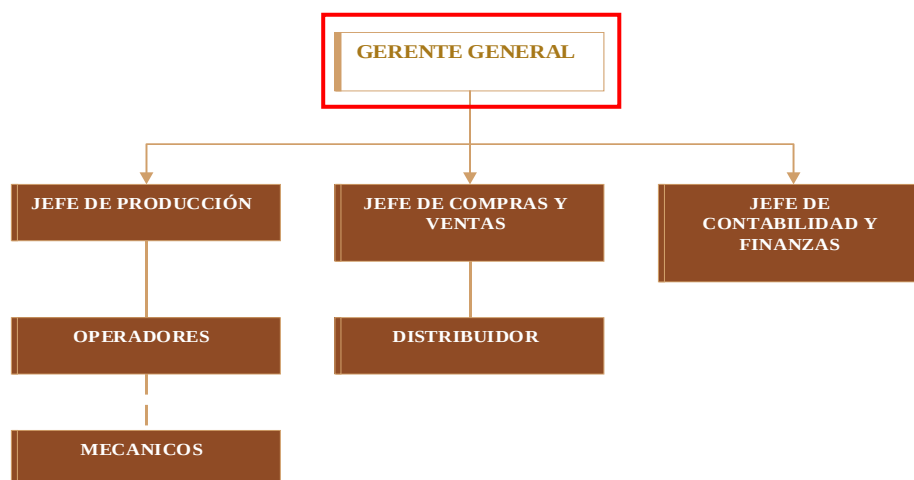
Autoridad: Principal

Área: Estratégica

Depende de: No aplica

Supervisa a: jefe producción, jefe de compras y ventas y jefe de contabilidad y finanzas.

Ubicación en la Estructura organizacional:



2. Relaciones Funcionales

Internas: Relación permanente con todas las áreas de la organización.

Externas: Clientes, proveedores de insumos e instituciones de control.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-GER-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 02

3. Función del cargo

3.1.Función General

El gerente general es el responsable de dirigir y representar legalmente a la empresa, así como de organizar, planear, supervisar, coordinar y controlar los procesos productivos y administrativos. Su función general es garantizar el cumplimiento de los objetivos, programas y normas legales de la empresa, así como la satisfacción de los clientes y proveedores.

3.2.Funciones Específicas

- Asignar funciones, responsabilidades y delegar autoridad en todas las unidades de la planta.
- Definir y supervisar el plan estratégico de la planta, alineado a los objetivos de producción y mantenimiento.
- Garantizar la implementación y seguimiento del plan de mantenimiento preventivo, correctivo y propuestas lean (JIT y SMED).
- Aprobar la gestión de repuestos críticos y supervisar el control de inventarios estratégicos.
- Tomar decisiones sobre inversiones en equipos, tecnología y mejoras en los procesos productivos.
- Supervisar los indicadores de gestión (MTBF, MTTR, Disponibilidad, OEE) y proponer acciones de mejora continua.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-GER-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 03

- Coordinar la planificación financiera, el control presupuestario y el flujo de recursos económicos.
- Representar legalmente a la planta ante clientes, proveedores, entidades regulatorias y socios estratégicos.
- Realizar reuniones periódicas de seguimiento con los jefes de área para garantizar el cumplimiento de metas de producción, ventas y eficiencia.
- Velar por la seguridad industrial, la salud ocupacional y la sostenibilidad ambiental en la operación de la planta.
- Evaluar, contratar y capacitar al personal clave de la organización.

4. Perfil del Cargo

4.1.Características del puesto

Número de plazas	1
Tipo de Contrato	definido
Disponibilidad de Viaje	Si
Número de colaboradores a su cargo:	3
Manejo de Dinero:	Si
Estrategias empresariales:	Si
Toma de Decisión:	Si

4.2.Características personales

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-GER-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 04

Educación

Bachillerato	X
Licenciatura	X
Diplomado	X
Especialidad	X
Maestría	
Doctorado	

Formación

	IMPRESINDIBLE	PREFERIBLE
Conocimiento profundo del sector de áridos y construcción.	X	
Conocimientos en gestión financiera y contable.	X	
Conocimientos en gestión de operaciones y mantenimiento industrial.	X	
Gestión de mantenimiento (preventivo, correctivo y lean).	X	
Conocimientos en normativa minera y ambiental boliviana.	X	
Habilidades de liderazgo y gestión de personas.	X	
Control de indicadores de producción y mantenimiento (OEE, MTBF, MTTR).	X	
Conocimientos en logística y cadena de suministro.		X
Conocimientos en sistemas de gestión de calidad (ISO).		X

Experiencia

General: Tiempo mínimo de experiencia en el área de profesión 4 años y 5 años de experiencia en cargos de gerencia o jefatura en el sector industrial, preferentemente en minería, áridos o construcción.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-GER-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 05

Especifica: Experiencia comprobada en la gestión integral de una planta productiva, manejo de presupuestos, y relaciones con entes reguladores.

Habilidades y cualidades personales e interpersonales

HABILIDADES Y CUALIDADES	IMPRESINDIBLE	PREFERIBLE
Liderazgo	X	
Capacidad de toma de decisiones bajo presión	X	
Pensamiento estratégico.	X	
Proactividad	X	
Integridad	X	
Comunicación asertiva	X	
Responsabilidad	X	
Capacidad de negociación	X	

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-JP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 01

1. Identificación

Nombre del Cargo: jefe de Producción

Autoridad: Nivel operativo

Área: Producción y Mantenimiento

Depende de: Gerente General

Supervisa a: Operadores de planta y mecánicos de mantenimiento.

Ubicación en la Estructura organizacional:



2. Relaciones Funcionales

Internas: Reporta al Gerente General y coordina con el área de mantenimiento, compras y finanzas. Mantiene comunicación permanente con operadores y mecánicos.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-JP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 02

Externas: Supervisores técnicos externos, proveedores de insumos, contratistas de servicios de mantenimiento.

3. Función del cargo

3.1.Función General

El jefe de Producción es responsable de planificar, supervisar y controlar el proceso de producción de áridos, asegurando el cumplimiento de las metas de volumen, calidad y seguridad, así como garantizar la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en los equipos productivos.

3.2.Funciones Específicas

- Elaborar y ejecutar el plan de producción de la planta, garantizando el cumplimiento de la capacidad nominal y real prevista.
- Coordinar con el área de mantenimiento las paradas programadas y el registro de fallas en equipos críticos (cribas vibratorias, molinos, cintas transportadoras, lavadoras de arena, etc.).
- Supervisar la operación diaria de los equipos de producción y asegurar la correcta aplicación de los instructivos y procedimientos de trabajo.
- Monitorear indicadores de gestión como OEE, disponibilidad, MTBF y MTTR, reportando desviaciones al Gerente General.
- Verificar el cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo y garantizar la atención inmediata de fallas correctivas.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-JP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 03

- Controlar el consumo de insumos de producción y coordinar con compras la solicitud de repuestos y materiales críticos.
- Supervisar la seguridad industrial en el área de producción y el cumplimiento de normas ambientales.
- Dirigir, capacitar y evaluar al personal operativo bajo su carga, promoviendo la mejora continua.
- Elaborar informes periódicos de producción, fallas y costos asociados para la Gerencia General.
- Proponer mejoras técnicas en los procesos y participar en la implementación de metodologías de mantenimiento lean (JIT y SMED).

4. Perfil del Cargo

4.1.Características del puesto

Número de plazas	1
Tipo de Contrato	Indefinido
Disponibilidad de Viaje	Si
Número de colaboradores a su cargo:	4
Manejo de información técnica:	Si
Toma de decisiones operativas:	Si

4.2.Características personales

Educación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-JP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 04

Bachillerato	X
Técnico	X
Licenciatura	X
Diplomado	X
Especialidad	
Maestría	

Formación

	IMPRESINDIBLE	PREFERIBLE
Conocimiento técnico profundo de procesos de trituración y clasificación de áridos.	X	
Conocimientos sólidos en gestión de mantenimiento de equipos industriales.	X	
Gestión de mantenimiento (preventivo, correctivo).	X	
Conocimientos de seguridad industrial y gestión ambiental aplicada al sector.	X	
Manejo de indicadores de rendimiento (KPI's) como OEE, MTBF, MTTR.	X	
Habilidades de liderazgo y gestión de equipos de trabajo.	X	
Conocimientos de lean manufacturing y mejora continua.		X
Manejo de software de gestión de mantenimiento (Excel).		X

Experiencia

General: Mínimo 4 años de experiencia en supervisión o jefatura en plantas de producción industrial, preferentemente en el sector de áridos, minería o construcción.

Específica: Experiencia comprobada en la gestión de equipos de trabajo, planificación de la producción y manejo de programas de mantenimiento preventivo.

Habilidades y cualidades personales e interpersonales

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-JP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 05

HABILIDADES Y CUALIDADES	IMPRESINDIBLE	PREFERIBLE
Liderazgo	X	
Capacidad de organización.	X	
Resolución de problemas bajo presión.	X	
Comunicación clara y asertiva.	X	
Proactividad	X	
Trabajo en equipo	X	
Orientación a resultados y responsabilidad.		X

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-OP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 01

1. Identificación

Nombre del Cargo: Operador de Planta

Autoridad: Nivel operativo

Área: Producción

Depende de: jefe de Producción

Supervisa a: No tiene personal a cargo (puede coordinar auxiliares en tareas puntuales).

Ubicación en la Estructura organizacional:



2. Relaciones Funcionales

Internas: Coordina diariamente con el jefe de Producción y Técnicos de Mantenimiento.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-OP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 02

Externas: Contacto puntual con proveedores de servicios (grúa, tornero) y contratistas durante paradas o trabajos programados.

3. Función del cargo

3.1.Función General

Operar, vigilar y mantener en condiciones seguras y eficientes los equipos asignados, ejecutando las rutinas diarias, aplicando los procedimientos de operación y seguridad, y reportando inmediatamente cualquier anomalía al jefe de Producción o al área de mantenimiento.

3.2.Funciones Específicas

- Operar y vigilar los equipos productivos asignados, garantizando el cumplimiento de la capacidad de producción establecida.
- Realizar inspecciones visuales al inicio y durante el turno, reportando de cualquier anomalía o avería inmediata.
- Cumplir con los procedimientos operativos estándar (POE) e instructivos técnicos de operación y seguridad.
- Apoyar al equipo de mantenimiento en tareas básicas de limpieza, engrase y ajustes menores según lo establecido en el plan preventivo.
- Reportar fallas, tiempos de parada y producción diaria en los registros correspondientes.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-OP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 03

- Mantenga limpio y ordenado el área de trabajo, retirando áridos acumulados que puedan generar riesgos o fallas en los equipos.
- Cumplir estrictamente con el uso de Equipos de Protección Personal (EPP) y reportar condiciones inseguras.
- Coordinador con el jefe de Producción y técnicos de mantenimiento durante la ejecución de paradas programadas y correctivas.
- Velar por la calidad del producto, verificando que la granulometría de los áridos cumpla con las especificaciones.
- Participar en capacitaciones internas relacionadas con seguridad, operación y mantenimiento.

4. Perfil del Cargo

4.1.Características del puesto

Número de plazas	Variable
Tipo de Contrato	Indefinido
Disponibilidad de trabajo en turnos rotativos:	Si
Responsabilidad sobre maquinaria:	Alta
Riesgo del puesto:	Riesgo del puesto:

4.2.Características personales

Educación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-OP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 04

Bachillerato	X
Técnico	X
Licenciatura	
Diplomado	
Especialidad	
Maestría	

Formación

	IMPRESINDIBLE	PREFERIBLE
Conocimiento básico de los principios de operación de equipos industriales (trituración, cribado).	X	
Habilidad para comprender y seguir procedimientos operativos e instrucciones técnicas.	X	
Nociones básicas de seguridad industrial en entornos de planta.	X	
Conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.		X
Experiencia previa en operación de plantas de áridos, minería o similares.		X
Conocimientos básicos de mecánica para identificar fallas comunes.		X

Experiencia

General: Mínimo 1 año de experiencia en operación de maquinaria industrial o en entornos de producción.

Específica: Experiencia específica en plantas de trituración o clasificación de materiales.

Habilidades y cualidades personales e interpersonales

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PM-OP-MF-01
	MANUAL DE FUNCIONES	FECHA 03-09-25	N° PÁGINAS 05

HABILIDADES Y CUALIDADES	IMPRESINDIBLE	PREFERIBLE
Atención al detalle	X	
Observación	X	
Responsabilidad	X	
Seguimiento de instrucciones	X	
Comunicación clara	X	
Trabajo en equipo	X	
Proactividad para reportar problemas	X	

Anexo 8

Instructivos

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-INS-01
	INSTRUCTIVOS	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 00

AC-INS-01

INSTRUCTIVOS

Elaborado por:	Revisado por:	Fecha de Aprobación:
Univ. Martinez Maria Fernanda Estudiante Ing. Industrial UAJMS	Sr. Cuéllar Claudio Gerente General	14/11/2025

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Planificar y ejecutar el reemplazo programado de las mallas (grava, gravilla, arena) de la criba vibratoria de tres niveles, garantizando seguridad, trazabilidad y eficiencia, minimizando paradas no planificadas y optimizando recursos.

2. Alcance

Aplicable al cambio completo o parcial de mallas y entre otros repuestos que están relacionados. Incluye preparación, pruebas y registros asociados. No cubre reparaciones estructurales mayores de la carcasa que requieran ingeniería.

3. Contexto

La criba vibratoria de tres niveles es fundamental para la clasificación granulométrica. Las averías en sus mallas representan el mayor tiempo de inactividad acumulado (4,456 minutos anualmente), lo que subraya su criticidad

4. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para mas detalle revisar la sección 5.8.2.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 02



5. Procedimientos de mantenimiento programado para cambio de mallas de la criba vibratoria de tres niveles

El mantenimiento programado tiene como objetivo principal el reemplazo sistemático de las mallas antes de su falla catastrófica, basándose en un umbral de uso predefinido o un ciclo de vida útil, también considerando la vida útil de las gomas de sujeción. Esto permite planificar las intervenciones, reducir las paradas inesperadas y gestionar eficientemente los recursos.

6.1.Herramientas necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 03

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta de impacto para aflojar/apretar pernos	1/2" – torque 400–700 Nm	Portátil, funciona con aire comprimido, uso para pernos M24
Extractor de engranajes/rodamientos	Permite retirar piezas ajustadas sin dañar ejes	Rango 50–200 mm	Puede ser de 2 o 3 patas, mecánico o hidráulico
Martillo	Golpe controlado para ajustes o liberación de piezas	1–2 kg	Mango de madera o fibra, cabeza de acero forjado
Destornilladores planos y estrella	Ajuste y desmontaje de tornillos pequeños	Juego de 6–10 piezas	Punta imantada, acero cromo-vanadio
Espátula	Retiro de residuos, juntas o material adherido	Ancho 50–100 mm	Acero inoxidable, mango plástico o madera
Calibrador Vernier	Medición de aperturas y deformaciones de mallas	150–300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Escobilla	Limpieza de polvo y acumulaciones	20–30 cm	Cerdas plásticas/nylon resistentes
Soldador portátil	Reparación o unión de mallas (arena)	220 V, 100–200 A	Portátil, con electrodos diámetro 2.5–3.2 mm
Metro	Medición de longitudes en mallas y gomas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm
Amoladora angular	Corte y desbaste de piezas	Disco 4.5" – 7"	700–2200 W, protector de disco, mango lateral

6.2.Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / medidas típicas	Características principales
Malla de grava	Nivel superior de la criba	Diámetro barra 10 mm, 3,09×1,28 m aprox.	Los datos proporcionados en dimensiones / medidas típicas son de la situación.
Malla de gravilla	Nivel intermedio	Diámetro barra 8 mm, 3,09×1,28 m aprox.	Los datos proporcionados en dimensiones / medidas típicas son de la situación.
Malla de arena	Nivel inferior	Acero A36, 3,09×1,28 m aprox.	Los datos proporcionados en dimensiones / medidas típicas son de la situación.
Sujeción de gomas largo tramo	Fijan mallas sobre bastidor	4 c/u, de largo 305 cm, de ancho y espesor de goma 5 cm	Evitan desgaste por roce, flexibles.
Sujeción de gomas	Gomas de pernos	7,5 cm c/u; con espesor 1,5 cm.	Evitan desgaste por roce, flexibles.
Pernos	Sujeción de perfiles y mallas	M24, longitud 80–100 mm; longitud 12 cm	Acero SAE 8.8 o 10.9, incluye tuercas y arandelas
Alquiler de grúa	Equipo de izaje para desmontar/armar criba	Capacidad ≥ 5 toneladas	Con ganchos de seguridad, operador certificado, brazo con altura suficiente

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	N° PÁGINAS 04

6.3.Responsables principales

Jefe de produccion, Operador 1 (Técnico mecánico) y Operador 2.

6.4.Determinación de la programación

Producción Real de la Criba (referencia): 1.299,44 toneladas/día.

6.4.1. Vida Útil Actual de las Mallas (en toneladas y tiempo):

Para programar el cambio de mallas, se utiliza el criterio de toneladas procesadas, basándose en la vida útil actual.

Según datos históricos de la planta (anexo 1), el cambio general de las tres mallas ocurre en un promedio de 3 a 4 meses, pero se tomó una referencia de 3.5 meses.

Malla para Grava (fierro de construcción D=10): 136.447,5 toneladas (3,5 meses o 1.207,5 horas).

Malla para Gravilla (fierro de construcción D=8): 159.838,5 toneladas (4,1 meses).

Malla para Arena (acero al carbono A-36): 144.244,5 toneladas (3,7 meses).

6.4.2. Vida Útil de las gomas de sujeción

En la programación del cambio de gomas, se utilizará el criterio de las dimensiones de las gomas de sujeción cuentan con un espesor de 1,5 cm y con el tiempo y vibraciones suelen perder flexibilidad y reduccion de espesor de hasta 0,75 cm. Por lo tanto, se debe programar el reemplazo al 50% de espesor y será medido por un calibrador.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	N° PÁGINAS 05

Según datos históricos de la planta (anexo 1), el cambio general de las gomas ocurre en un promedio de 3 meses.

6.5.Registro de Producción Diaria

Implementar un cuaderno de registro AC-RG-PRG-CV-01 (Registro de producción diaria (mantenimiento programado)) donde se anote la cantidad de toneladas procesadas cada día por la criba. Se debe establecer un instructivo claro para el llenado de este formulario, especificando la unidad de medida, en este caso se utilizará **toneladas (tn)** para uniformar la información.

Así mismo, contar con un registro AC-RG-PRG-CV-02 (Revisión Semanal de Gomas de Sujeción) cada semana para verificar el espesor de las gomas de sujeción (que son las de fácil acceso), según el reemplazo el criterio de dimensiones. En caso de ruptura realizar un cambio inmediato y aplicar mantenimiento correctivo.

6.6.Monitoreo del Consumo de Vida Útil

Hacer seguimiento de las toneladas acumuladas por cada tipo de malla, comparándolas con su vida útil programada (ya sea la actual o la propuesta).

6.7.Programación del Reemplazo

Cuando el conteo de toneladas se acerque al límite de vida útil de la malla (por ejemplo, al 80% del total), se debe planificar el reemplazo. El cambio se programa para cuando se alcance el límite de toneladas establecido, sin esperar a que la malla se rompa.

6.8.Preparación de Recursos

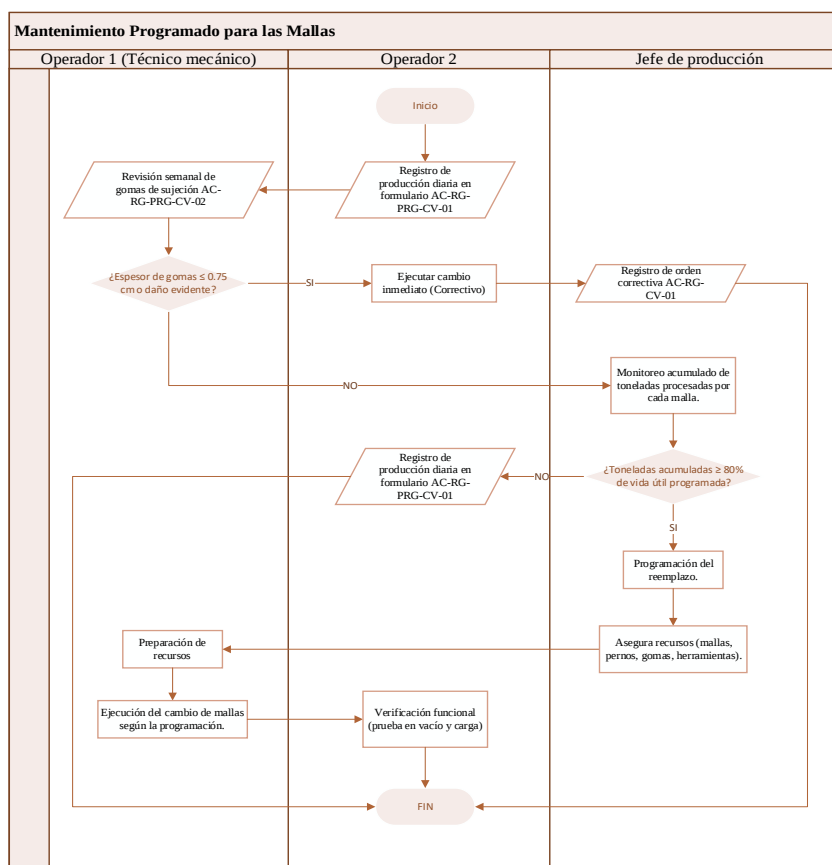
ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 06

Asegurar la disponibilidad de las mallas de repuesto y todas las herramientas necesarias con anticipación para minimizar el tiempo de inactividad.

6.9. Ejecución del Cambio

Una vez programado, se procede con el procedimiento detallado de cambio de mallas descrito en el mantenimiento correctivo. Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva AC-RG-CV-01 (instructivo AC-PV-CVCM-INS-01; 5.1.).

6.10. Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 07

7. Registros de mantenimiento programado

7.1.Registro de produccion diaria (mantenimiento programado)

Registro de Producción Diaria (Mantenimiento Programado)				Fecha:		AC-RG-PRG-CV-01
Hora inicio	Hora fin	Horas de operación (h)	Producción registrada (Tn/h)	Producción acumulada (Tn)	Responsable	Observaciones
TOTAL				A		

Instrucciones:

- Producción registrada (Tn/h): Registrar el tonelaje total procesado por la criba.
- Producción Acumulada (Tn): Sumar (A) la producción de la hora al total del día.
- Registrar los datos en: Toneladas (Tn) y Horas (h).
- Para realizar el % vida útil consumida por malla, se tomará de referencia los datos históricos de la Vida Útil Programada de referencia:
 - Grava (D10): 136.447,5 Tn (105 días)
 - Gravilla (D8): 159.838,5 Tn (123 días)
 - Arena (A-36): 144.244,5 Tn (111 días)

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	N° PÁGINAS 08

A continuación, se llevará a cabo la suma de la producción acumulada registrada al día, hasta llegar al tiempo de referencia programado según el tipo de malla. (por ejemplo: sumar la producción acumulada diaria hasta 105 días, con el fin de obtener el resultado).

$$\% \text{ Vida Útil Consumida por malla} = \left(\frac{\text{Producción Acumulada}}{\text{Vida Útil Programada}} \right) \times 100\%$$

Alerta: Cuando cualquier malla supere el 80% de vida consumida, notificar inmediatamente al supervisor de mantenimiento para programar el cambio.

7.2.Revisión semanal de gomas de sujeción

Revisión Semanal de Gomas de Sujeción						AC-RG-PRG-CV-02
Semana	Fecha	Espesor nominal (cm)	Espesor medido (cm)	% desgaste	Técnico responsable	Observaciones
1		1,5				
2		1,5				
3		1,5				
4		1,5				

Instrucciones:

- Medir con calibrador en al menos 3 puntos representativos de cada goma.
- Si alguna goma muestra grietas, endurecimiento, corte o espesor $\leq 50\%$ ($\leq 0,75$ cm), se debe programar reemplazo inmediato.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 09

c) Para determinar el % de desgaste, se realiza el siguiente calculo:

$$\% \text{ desgaste} = \frac{\text{Espesor medido}}{\text{Espesor nominal}} \times 100\%$$

Registrar los datos en centímetros (cm)

d) Este registro se archiva junto con el historial de vida útil de mallas.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado de inspección, limpieza y verificación de las mallas de la criba vibratoria de tres niveles, con el fin de detectar desgastes, cortes, deformaciones o aflojamiento de componentes antes de que se conviertan en fallas graves. Este mantenimiento busca evitar paradas no planificadas y programar el cambio de mallas con anticipación.

2. Alcance

Aplica a la criba vibratoria de tres niveles de la planta de áridos. Incluye: inspección visual, inspección técnica, limpieza, verificación de gomas y pernos, y registro de hallazgos.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimientos de mantenimiento preventivo para cambio de mallas de la criba vibratoria de tres niveles

4.1.Herramientas necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 02

Elemento	Descripción	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Escobilla / Cepillo industrial	Cepillo con cerdas de acero o nylon para retirar polvo y restos de áridos en superficies metálicas.	Longitud: 30–40 cm; ancho de cerdas: 5–7 cm.	Resistente a abrasión, mango ergonómico antideslizante.
Linterna LED	Fuente de luz portátil para inspeccionar grietas, cortes o acumulaciones en áreas oscuras.	Potencia: 300–500 lúmenes; alcance: 100 m.	Recargable, resistente a polvo y humedad (IP65).
Cámara / móvil para fotos	Dispositivo para registrar daños (cortes, grietas, acumulaciones) con evidencia visual.	Resolución recomendada: ≥ 12 MP.	Preferible con flash LED y zoom digital.
Calibrador / Vernier	Instrumento de medición para verificar espesor desgaste en pernos o gomas.	Rango: 0–150 mm; precisión: 0,02 mm.	Acero inoxidable, escala en mm/pulgadas.
Paños industriales	Para limpiar superficies metálicas y zonas engrasadas.	Tamaño: 30 × 30 cm aprox.	Microfibra o algodón absorbente.

Responsables necesarios: Operador 1 (técnico mecánico), operadores.

4.2.Frecuencia de la Inspección

Realizar inspecciones visuales rápidas diariamente, antes de iniciar el proceso productivo.

4.3.Limpieza de la Criba

Como parte de la inspección, se propone realizar una limpieza de los residuos acumulados para facilitar la identificación de posibles daños.

4.4.Inspección Visual Directa (Mallas de Grava y Arena)

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 03

Inspeccionar la malla de grava (malla 1) y la malla arenera (malla 3) buscando cortes, agujeros y deformaciones.

Utilizar una linterna LED para inspeccionar áreas oscuras o de difícil visibilidad.

Si se detecta un corte o agujero, medir y calcular el área dañada aproximada utilizando un metro o calibrador.



Método práctico para % área dañada en panel

- Medir área útil del panel (Área panel = largo $\times$ ancho).

Área del panel (mallas) = 305 cm $\times$ 12.3 cm = 3,751.5 cm².

- Estimar área total dañada sumando cortes/hojas

Por ejemplo, si un corte tiene 3 cm $\times$ 1 cm = área dañada = 3 cm².

- % daño = (Área dañada / Área panel) $\times$ 100.

Si % daño > 15 % Reemplazo.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 04

Método alternativo práctico (campo): Por otro lado, también se podría contar número de aperturas dañadas / total de aperturas en panel % = (n. dañadas / n. total) × 100.

4.5.Inspección Indirecta (Malla de Gravilla):

La malla de gravilla (malla 2) es difícil de inspeccionar visualmente de manera directa. Para esta malla, se debe estar alerta a la salida de material en la cinta transportadora, en caso de hallar piedras con un diámetro mayor al especificado, lo que indica que la malla está dañada. Este evento sirve como una alerta para detener el equipo y realizar una revisión más profunda.



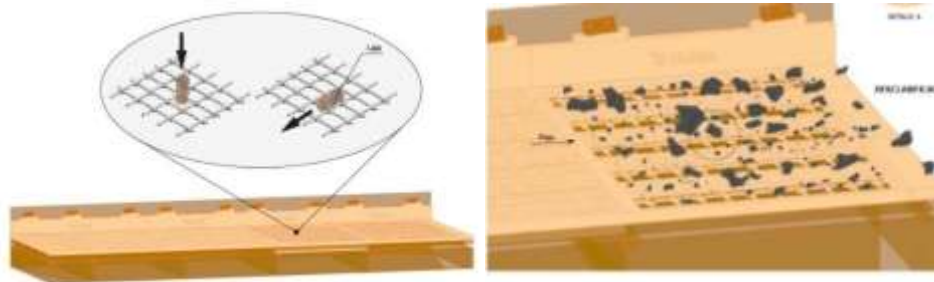
4.6.Criterio de Decisión y Acción

Si el cálculo del área dañada aproximada es mayor al 15% (para las mallas inspeccionables directamente), se debe programar una orden de trabajo correctiva para el reemplazo inmediato de la malla.

Si el daño es menor o no hay daño significativo, se procede con la operación del equipo.

Si la malla de gravilla (malla 2) genera una alerta (piedras grandes), se debe detener el equipo y pasar a una acción correctiva para revisar y cambiar la malla.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 05



4.7. Inspección de pernos

Una vez finalizada la inspección de las mallas, se procede a la verificación visual y a la revisión de los pernos, los cuales, debido a la vibración continua, pueden presentar aflojamiento. Los pernos utilizados tienen una longitud estándar de 12 cm. Si se identifica que alguno se encuentra suelto con una holgura superior a 3 cm, se debe ajustar de inmediato. En caso de encontrar pernos dañados, su reposición en la malla 1 (grava) resulta sencilla; sin embargo, para las mallas 2 y 3, el reemplazo se complica significativamente debido a su difícil acceso y falta de visibilidad. Esta situación obliga a actuar mediante una medida correctiva, ya que no es posible programar su mantenimiento de forma preventiva ni prever cuándo ocurrirán estos fallos, al no ser los pernos visualmente inspeccionables de manera regular.

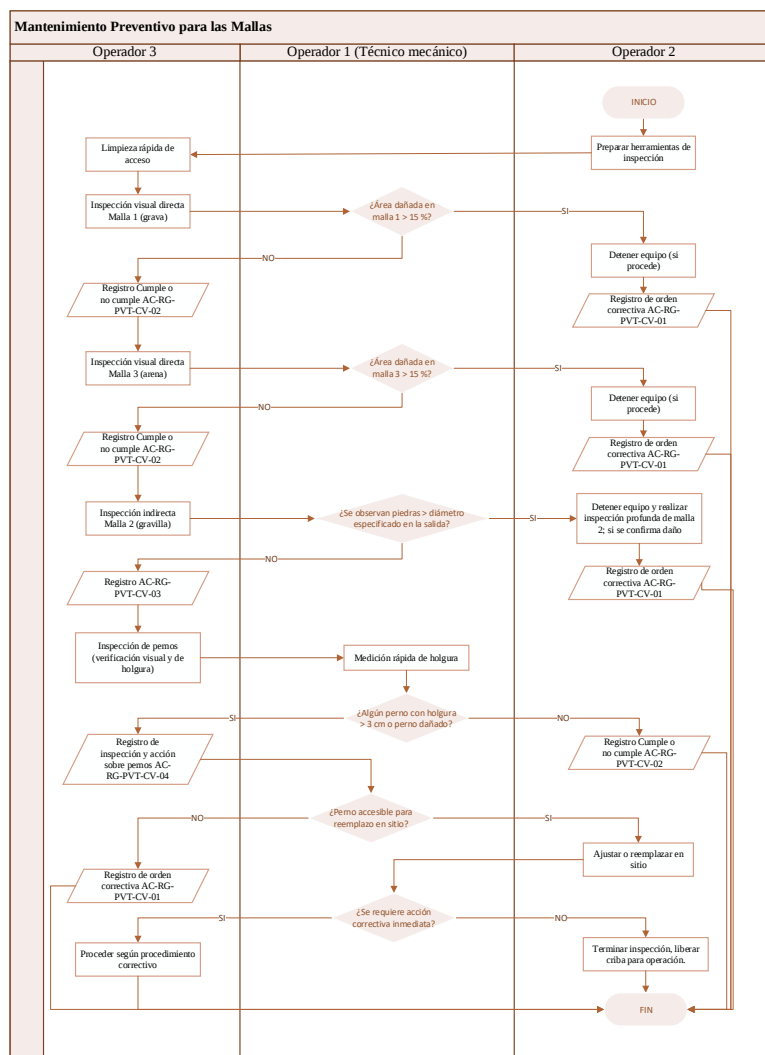


4.8. Registro de Hallazgos

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 06

Registrar todos los hallazgos en una lista de verificación (checklist) AC-RG-PVT-CV-02, indicando si cumple o no cumple y registro de orden correctiva AC-RG-CV-01 detallando el daño encontrado. Estos registros garantizan que la inspección se ha realizado e indican si se debe tomar en cuenta la acción de correctivo de emergencia.

4.9. Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 07

5. Registros de mantenimiento preventivo

5.1.Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva AC-RG-CV-01

AC-RG-CV-01		Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva	
Campo	Instrucciones	Contenido	Observaciones
Nº OT	Consecutivo asignado automáticamente o por jefe.	2025-CRV-OTC-000__	
Fecha/Hora aviso	Momento de la detección		
Reportado por (nombre / cargo)	Nombre y cargo		
Equipo / Ubicación	Nombre del equipo y ubicación	Criba vibratoria 3N / Sector cribado	
Tipo de componente afectado	Marcar lo que corresponda	Malla1 ☐ Malla2 ☐ Malla3 ☐ Pernos ☐ Gomas ☐ Correa ☐ Otro:	
Descripción breve del problema	Detalle breve del hallazgo		
Evidencia adjunta (fotos/croquis)	Adjuntar o marcar "no aplica"		
Nivel de criticidad (marcar)	A (Parada inmediata) / B (Medio) / C (Menor). Marcar lo que corresponda.	A (Detener) ☐ B (Medio) ☐ C (Baja) ☐	
Acción solicitada	Marcar lo que corresponda	Reemplazo inmediato ☐ Inspección detallada ☐ Limpieza ☐ Reapriete ☐	
Responsable o/s asignado o/s	Jefe de mantenimiento escribe nombre		
Estado	Marcar lo que corresponda	Abierta ☐ En proceso ☐ Cerrada ☐	
Fecha/Hora cierre	Cierre de la orden de mantenimiento correctivo.		
Actividades realizadas	Escriba con detalle las actividades que se realizaron en esta ocasión.		
Repuestos consumidos (cod./cant.)	Escriba con detalle los repuestos consumidos en esta ocasión.		
Tiempo total intervención	Coloque el total de horas que el equipo paro.		
Firma reportante			
Firma responsable recepción			

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 08

Instrucciones de llenado

- Este formato lo completa el operador o técnico que detecta el daño.
- Use letra clara y anexe evidencia fotográfica si es posible.
- Marque la criticidad (A/B/C), entre otros, de acuerdo con el impacto en producción.
- El jefe de producción valida la orden y la asigna a un responsable.

Registrar los datos en horas (h), para las medidas y holguras (cm), para los repuestos consumidos en unidades (und).

5.2.Checklist diario: Inspección visual (mallas 1 y 3, pernos visibles) AC-RG-PVT-CV-02

AC-RG-PVT-CV-02		Checklist Diario: Inspección Visual		
Operador		Fecha:		
Ítem a inspeccionar	Criterio / Qué revisar	Cumple	No cumple	Observaciones
Malla 1 (grava)	Agujeros, cortes, deformaciones visibles.	☐	☐	
Malla 3 (arena)	Agujeros, cortes, deformaciones visibles.	☐	☐	
Malla 2 (gravilla)	Verificar el tamaño de material (piedras) que salen a la cinta transportadora.	☐	☐	
Pernos visibles	Holgura >3 cm o faltante	☐	☐	
Limpieza de mallas (de mayor acceso)/pernos y gomas visibles	Acumulación de material.	☐	☐	
Firma del operador:				
Firma jefe de turno:				

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 09

Instrucciones de llenado:

- Llenar una vez al inicio de la jornada laboral.
- Para revisar los agujeros y cortes en las mallas 1 y 3, se debe realizar los cálculos que se encuentran en 6.2.3.
- Marque “Cumple” si no se detectan daños y “No cumple” si requiere acción.
- En caso de “No cumple”, detenga el equipo y complete el registro Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva AC-RG- CV-01.
- El jefe de mantenimiento revisa el checklist al final del día.

En observaciones colocar los datos medidos, en centímetros (cm) y para determinar el área en (cm²)

5.3.Registro de Alerta para la malla 2 (Gravilla) AC-RG-PVT-CV-03

AC-RG-PVT-CV-03	Registro de Alerta para la malla 2 (Gravilla)	
Campo	Instrucciones	Contenido
Fecha/Hora	Cuando se detecta la anomalía	
Reportado por	Nombre y cargo	
Descripción de la alerta	¿Qué se encontró?	
Cinta de salida inspeccionada	Indicar ubicación	Línea secundaria (gravilla)
Acción inmediata	¿Qué se hizo?	
Muestra tomada	Indicar tamaño de la piedra mayor.	
Inspección de malla 2	Consultar y colocar el resultado	

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 10

Instrucciones de llenado:

- Se usa solo si en la cinta de salida se encuentran piedras mayores al diámetro permitido.
- El operador reporta la alerta y el técnico verifica la condición de la malla.
- Si el daño se confirma, se abre Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva (AC-RG-PV-01).

Registrar los datos en centímetros (cm)

5.4.Registro de inspección y acción sobre pernos AC-RG-PVT-CV-04

AC-RG-PVT-CV-04		Registro de inspección y acción sobre pernos				
Nº perno / Ubicación	Holgura medida (cm)	Estado (OK / Flojo / Roto)	Acción tomada	Repuesto usado	Nº OTC (si aplica)	Técnico / Firma

Instrucciones de llenado:

- Revisar pernos visibles después de la inspección de mallas.
- Medir holgura con calibrador/regla. Si >3 cm ajustar o reemplazar.
- Si el perno está inaccesible o la rosca dañada, abrir Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva AC-RG-PV-01.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 11



Para el registro de esta tabla, se proporcionará como ejemplo la siguiente:

AC-RG-PVT-CV-04		Registro de inspección y acción sobre pernos				
Nº perno / Ubicación	Holgura medida (cm)	Estado (OK / Flojo / Roto)	Acción tomada	Repuesto usado	Nº OTC (si aplica)	Técnico / Firma
P01 – lateral izq	4.0 cm	Flojo	Ajuste	—	—	
P05 – frontal sup	—	Roto	Reemplazo	Perno M16 (1u)	—	
P10 – malla 2 zona baja	3.5 cm	Flojo inaccesible	Abrir OTC	—	2025-CRV-OTC-000__	

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado para el cambio inmediato de las mallas de la criba vibratoria de 3 niveles cuando se presenten fallas inesperadas o daños críticos, con el fin de restablecer la operación del equipo en el menor tiempo posible y evitar pérdidas de producción.

2. Alcance

Este instructivo aplica a la criba vibratoria de tres niveles (malla de grava, gravilla y arena) en la planta de áridos.

Incluye la detección de falla, preparación, desmontaje, retiro de mallas dañadas, instalación de nuevas mallas, ajuste final y pruebas funcionales.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimientos de mantenimiento correctivo para cambio de mallas de la criba vibratoria de tres niveles

4.1.Herramientas Necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 02

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta de impacto para aflojar y ajustar pernos de gran torque	½" de cuadrante; capacidad para pernos M16–M24	Uso con compresor de aire; torque máx. 600 Nm; reduce tiempos en desmontaje de mallas
Extractor de engranajes/rodamientos	Permite extraer piezas ajustadas (pernos o rodamientos) sin dañarlas	3 brazos; rango de apertura 50–200 mm	Mecánico o hidráulico; evita golpes que dañen piezas
Martillo	Golpe controlado para liberar piezas trabadas	Longitud 30–40 cm; peso 1–2 kg	Mango de fibra; cabeza de acero templado
Destornilladores planos y estrella	Ajuste de tornillería auxiliar en coberturas y accesorios	Set de 6 a 10 unidades; puntas PH y planas	Aislados; de acero cromo-vanadio
Espátula	Retiro de gomas o residuos adheridos	Ancho 50–100 mm	Acero flexible; mango ergonómico
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Escobilla	Limpieza de polvo y residuos sobre mallas	30–40 cm de ancho	Cerdas plásticas/nylon resistentes
Soldador portátil	Reparación puntual de mallas prefabricadas	220 V, 100–200 A	Portátil, con electrodos diámetro 2.5–3.2 mm
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas en mallas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm
Amoladora angular	Corte de pernos dañados o ajuste de piezas	Disco 4,5" – 7"	700–2200 W, protector de disco, mango lateral

4.2. Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Malla de grava	Criba para material grueso	D=10 mm; vida útil 3,5 meses	Los datos proporcionados en dimensiones / medidas típicas son de la situación.
Malla de gravilla	Criba para material intermedio	D=8 mm; vida útil 4,1 meses	Los datos proporcionados en dimensiones / medidas típicas son de la situación.
Malla de arena	Criba para material fino	Acero A-36; vida útil 3,7 meses	Los datos proporcionados en dimensiones / medidas típicas son de la situación.
Sujeción de gomas largo tramo	Fijan mallas sobre bastidor	4 c/u, de largo 305 cm, de ancho y espesor de goma 5 cm	Evitan desgaste por roce, flexibles
Sujeción de gomas	Gomas de pernos	7,5 x 7,5 cm c/u; con espesor 1,5 cm.	Evitan desgaste por roce, flexibles
Pernos	Unión mecánica de mallas y rieles	M16–M24; longitud 12 cm	Docenas (≈70 en total); torque de apriete controlado
Alquiler de grúa	Equipo de izaje para desmontar/armar criba	Capacidad ≥ 5 toneladas	Con ganchos de seguridad, operador certificado, brazo con altura suficiente

Responsables necesarios: Jefe de producción, operador 1 (técnico mecánico), operadores.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 03

4.3.Detención y Aislamiento: Detener inmediatamente la operación de la criba vibratoria. Registrar en abrir Orden de trabajo correctiva o registro de orden correctiva AC-RG-CV-01 (AC-PV-CVCM-INS-01 punto 5.1).

Preparación y Verificación de Recursos: Asegurar la disponibilidad del 80% de herramientas y repuestos necesarios para evitar interrupciones.

Coordinar y trasladar la grúa para el desmontaje de la criba (aproximadamente 30 minutos). Registrar en AC-RG-CV-01 y registro de consumo de repuestos AC-RG-PVT-CV-05 si se detecta falta de stock o compras urgentes (cuando aplique).

4.4.Desmontaje de la Criba Vibratoria

Desmontaje con Grúa: Utilizar una grúa de elevación para descender la criba a un sector accesible (aproximadamente 10 minutos).



Aflojado de Pernos: Con una llave neumática, aflojar los pernos de fijación de la criba que sujetan los perfiles de las mallas (aproximadamente 40,2 minutos). Registrar en registro de inspección y acción sobre pernos AC-RG-PVT-CV-04 (AC-PV-CVCM-INS-01 punto 5.4).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 04



4.5.Retiro de Perfiles y Mallas

Extraer los dos perfiles de sujeción de la malla superior (grava), después se retira la malla cuidadosamente, luego los rieles de goma debajo de la malla de grava.

Verificar y retirar elementos de sujeción adicionales (alambres, fijaciones) de las mallas de gravilla y arena. Este paso volver a repetir hasta retirar cada una de las mallas (grava, gravilla, arena). Este paso toma aproximadamente 90 minutos para el retiro de perfiles y mallas. Registrar en AC-RG-PVT-CV-05.



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 05

4.6.Limpieza y Verificación de Componentes

Limpieza de la Criba: Realizar una limpieza integral de la estructura de la criba, eliminando residuos acumulados de material, polvo y grasa (aproximadamente 35 minutos). Registrar en Checklist diario: inspección visual (mallas 1 y 3, pernos visibles) AC-RG-PVT-CV-02 (6.2.11. punto 2).

Verificación de Pernos: Inspeccionar visual y mecánicamente los 70 pernos del ensamblaje. Clasificar los que presenten desgaste o deformación como "no aptos" para reemplazo (aproximadamente 25 minutos). Registrar en AC-RG-PVT-CV-04.



4.7.Instalación de Nuevos Componentes

Preparación de Malla Arenera: Si la malla arenera se suministra en dos secciones, unir las mediante soldadura para formar una pieza continua (aproximadamente 51 minutos).

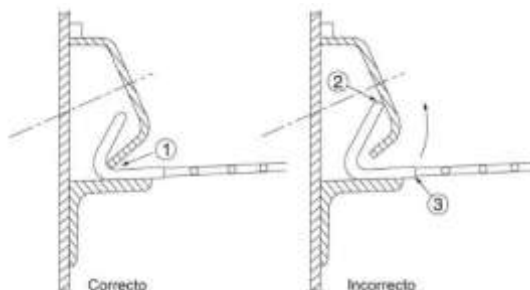


ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 06

Corte y Colocación de Gomas: Cortar gomas de sujeción para su instalación. Reponer gomas de largo y corto tramo (aproximadamente 85 minutos para cortar gomas, 15 minutos para reposición por gomas de largo tramo, 35 minutos para reposición junto a pernos). Colocar las nuevas gomas de largo y corto tramo y asegurarlos.

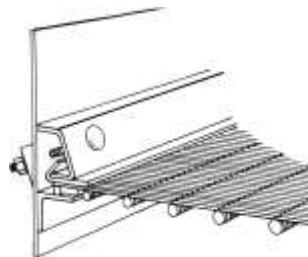


Colocación de Mallas: Instalar las nuevas mallas (grava, gravilla, arena) en sus respectivas posiciones. Asegurar cada malla en el centro del equipo (aproximadamente 100,2 minutos por malla, si son tres, esto sumaría unos 300,6 minutos).



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 07

Colocación de Perfiles y Pernos: Colocar los perfiles de sujeción y los pernos de fijación. Registrar en AC-RG-PVT-CV-05.



4.8.Montaje Final y Ajuste

Ajuste de Pernos: Ajustar correctamente los pernos de fijación.

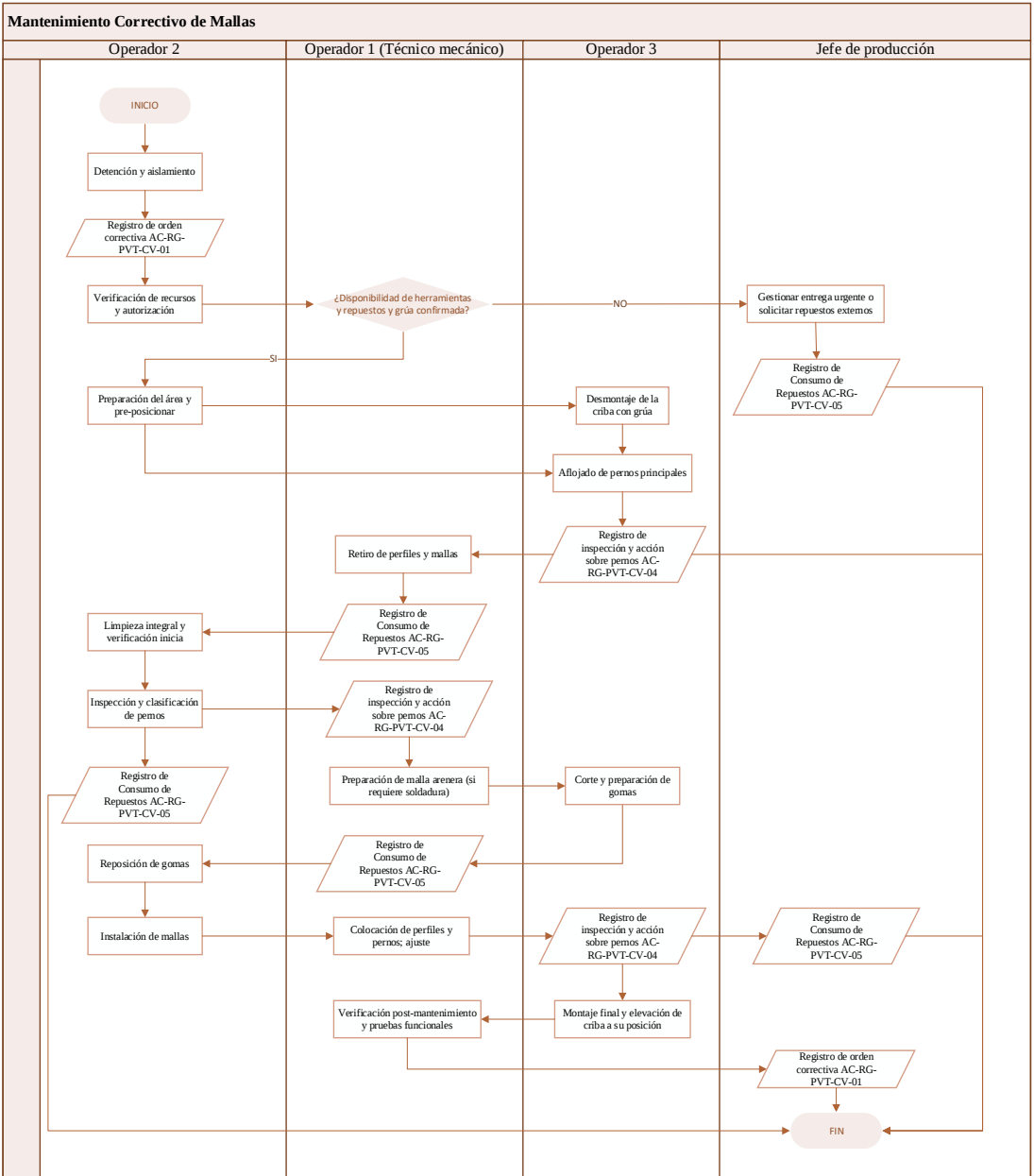
Montaje de la Criba: Utilizar la grúa para posicionar cuidadosamente la criba en su estructura de operación (aproximadamente 120 minutos).

Verificación Post-Mantenimiento: Realizar una verificación final de todas las piezas nuevas y reparadas, asegurando el correcto ajuste y funcionamiento.

Por último, registrar la fecha y hora de inicio y fin de la parada, así mismo los repuestos nuevos que se utilizaran en el equipo. Registrar en AC-RG-PVT-CV-01, AC-RG-PVT-CV-02 y AC-RG-PVT-CV-05.

4.9.Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 08



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 09

5. Registros de mantenimiento correctivo

5.1.Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-PVT-CV-05

AC-RG-PVT-CV-05				Registro de Consumo de Repuestos						
Nº Orden de Trabajo	Equipo	Fecha inicio / fin	Hora inicio / cierre	Nombre del repuesto o insumo	Cantidad usada	Unidad de medida	Proveedor (si aplica)	Motivo de uso / Observaciones	Nombre del técnico responsable	Firma

Instrucciones de llenado:

- Equipo: Escribir el nombre del equipo (ej. Criba vibratoria 3 niveles).
- Fecha inicio y fin: Día/mes/año.
- Hora de inicio y cierre: Hora en que comenzó y terminó el trabajo donde se consumieron repuestos.
- Nº Orden de Trabajo: Número de la Orden de Trabajo Correctiva, Preventiva o Programada asociada.
- Nombre del repuesto o insumo: Nombre del repuesto o insumo (ej. “Malla de grava”, “Perno M16”, “Goma de sujeción larga”).
- Cantidad usada: Número exacto de unidades consumidas (ej. 1, 2, 5 docenas).

Unidad de medida: Especificar (ej. unidad, docena, litro, metro).

- Proveedor (si aplica): Solo llenar si el repuesto vino de compra externa en emergencia (ej. “Proveedor X”). Si salió de almacén interno, escribir “Almacén interno”.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 10

- h) Motivo de uso / Observaciones: Describir brevemente la razón del consumo (ej. “Reemplazo por rotura”, “Perno deformado”, “Malla arenera fuera de especificación”).
- i) Nombre del técnico responsable: Nombre y apellido de la persona que realizó la intervención.
- j) Firma: Firma del técnico para validar el consumo.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado con enfoque Lean (JIT y SMED) para optimizar el tiempo de cambio de mallas en la criba vibratoria de 3 niveles, asegurando disponibilidad de repuestos, reducción de paradas prolongadas y mejora continua en el MTTR.

2. Alcance

Aplica a la criba vibratoria de tres niveles de la planta de áridos. Incluye actividades de planificación Just In Time (JIT) para repuestos y metodología SMED para reducir tiempos de cambio, desde la preparación externa hasta las pruebas finales de operación.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimientos de mantenimiento lean con enfoque JIT y SMED para cambio de mallas de la criba vibratoria de tres niveles

4.1. Procedimiento JIT (Just In Time) para repuestos de mallas

El objetivo es asegurar la disponibilidad de repuestos en el momento y lugar exacto en que se necesitan, minimizando los costos de inventario y evitando paradas por falta de insumos.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 02

a) **Responsables necesarios:** jefe de producción y operador 1 (técnico mecánico).

b) **Clasificar repuestos por criticidad:** Mantener la clasificación de repuestos.

Las mallas (areneras, de grava, de gravilla) son de Alta Criticidad (A), lo que significa que su falta detiene la planta. Los pernos y gomas son de criticidad Media (B) o Baja (C) si son fáciles de conseguir.

Repuestos	Criticidad
Las mallas (areneras, de grava, de gravilla)	A (Alta Criticidad)
Los pernos y gomas	B (Media)
	C (Baja)

c) **Calcular Punto de Reorden (ROP):** con la fórmula:

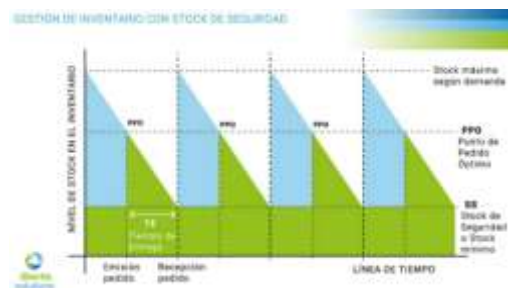
$$\text{ROP} = \text{Consumo promedio} \times \text{Cantidad de paradas} + \text{Stock de seguridad}$$

Donde:

Consumo promedio: Utilizar los repuestos requeridos según equipo (unidad/parada).

Cantidad de paradas, son las cantidades de paradas del equipo al año.

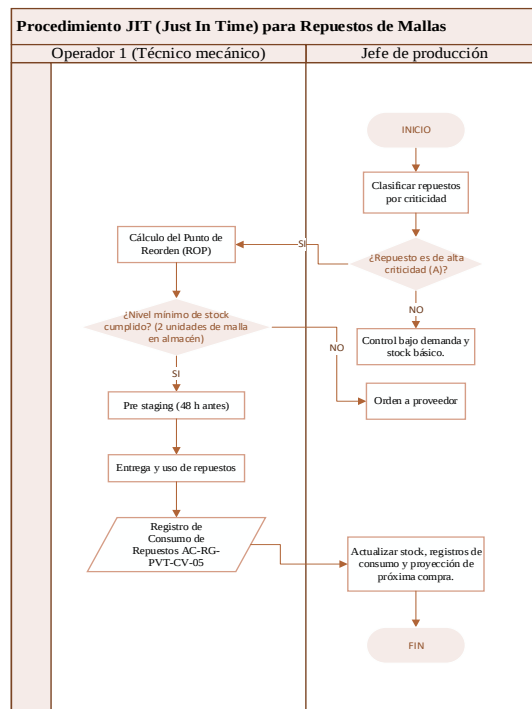
Stock de seguridad es la cantidad de unidades en inventario usadas para mitigar la desviación de la demanda.



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 03

- Pre staging:** Significa etapa de preparación. 48 h (2 días) antes de parada programada, trasladar el “kit malla” a pie de máquina (malla, gomas, pernos, kit soldadura, llave neumática, entre otros).
- Órdenes a proveedores:** contratos marco o acuerdos de prioridad para reducir lead time (negociar a 5 de 7 días para mallas críticas). Con el fin de disminuir costos debido a la inflación que enfrenta el país en la actualidad.
- Registro obligatorio (JIT):** cada entrega y uso debe quedar en “Registro de Consumo de Repuestos” (AC-RG-PVT-CV-05): qué se usó, cantidad, fecha y quién lo retiró.

4.1.1. Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 04

4.2.Procedimiento SMED (cambio rápido de mallas)

Todas las tareas que se puedan hacer antes de parar la criba se hagan por adelantado. Así, cuando la máquina se detenga, solo se hacen las tareas que son imposibles con el equipo en marcha.

4.2.1. Preparación externa (antes de parar la criba hacer siempre 2 a 24 h antes)

Responsable: jefe de Mantenimiento / Operador (encargado de almacén) / Operador (Técnico mecánico).

Confirmar fecha/hora de parada y comunicar a Producción.

- a) **Kits SMED:** Preparar un carro por tipo de malla con malla(s), gomas cortadas (para sujeción de corto y largo tramo) y etiquetadas, pernos pre contados, tuercas y arandelas empaquetadas, electrodos y herramientas pequeñas. (Tiempo objetivo: 60 a 90 min antes).



- b) **Pre soldadura:** Si malla arenera viene en 2 secciones, soldar y probar pieza en banco (hacer fuera de máquina). Marcar y etiquetar (Tiempo externo: 30–60 min).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 05

En caso de utilizar las nuevas mallas de la propuesta, si las 3 mallas vienen en 2 secciones, soldar y cortar (usando la amoladora) según el tamaño de la criba (125 × 305) cm.

- c) **Herramientas:** Comprobar 2 llaves neumáticas con baterías/aire listas, torquímetro calibrado y amoladora. Cargar baterías y verificar compresor (15 a 20 min).



- d) **Confirmar grúa:** Horario, distancia de aproximación y zona de izado libre. (30 min).
- e) **Reunión corta (10 a 15 min):** Asignar roles (jefe de producción / Operador 1 (Técnico mecánico) / Operador 2 (Técnico mecánico) / Gruista / Operador 3) y repasar checklist SMED.

4.2.2. Actividades internas (con la máquina parada)

Responsable: Operador 1 (Técnico mecánico líder) (coordina equipo)

Nota operativa: Organizar equipo en 2 a 3 sub equipos para trabajar en paralelo:

- **Equipo A:** Operador de grúa + Operador 3 (almacenero) (LOTO).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 06

- **Equipo B:** 2 técnicos (Operador 1 y 2) con llaves neumáticas.
 - **Equipo C:** 2 técnicos (Operador 4 y 5) con escobillas, soplador, set de limpieza y quien prepara gomas.
- f) **LOTO y seguridad** (2 personas): Aplicar bloqueo y verificar energía detenida. Firmar inicio en la Orden de Trabajo (5 min).



- g) **Traslado, izado y descenso de criba con grúa (Equipo A):** Traslado de grúa para desmontaje de la criba, para montar eslingas y bajar la criba a área segura. Tiempo objetivo: 28,4 min (optimizado con grúa en posición lista).
- h) **Aflojado de pernos en Paralelo (Equipo B):** Usar 2 llaves neumáticas, trabajar por zonas simultáneas. Aflojar y guardar pernos en bandejas etiquetadas por posición. Tiempo objetivo: 20 min.
- i) **Retiro de perfiles y mallas en Paralelo (B y C):** Mientras B sigue con pernos, C retira pernos flojos y extrae perfiles, equipo B ayuda a soltar piezas difíciles. Tiempo objetivo: 45 min.
- j) **Limpieza intensiva (Equipo C):** Uso de escobillas. Limpiar la estructura y zonas críticas. Tiempo objetivo: 20 min (usar 2 operarios y herramientas mecánicas).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 07

k) **Verificación y clasificación pernos (Equipo B):** Torquímetro y calibrador; marcar pernos aptos/no aptos. Los no aptos van a bandeja de repuesto. Tiempo objetivo: 25 min.

l) **Preparación de gomas y montaje en banco (externo convertido en interno):** Si no se pre cortaron, usar personal en paralelo para cortar y preparar gomas; colocarlas listas para instalar. Tiempo objetivo: 25 a 40 min (parte ya hecho externamente).

m) **Soldadura y corte de mallas (si aplica):** Si no se soldó externamente, soldar en banco y enfriar; si está pre soldada y su área es mayor que el equipo, cortar con la amoladora; si esta todo correcto sacar de kit y pasar directamente.

Tiempo objetivo si no pre soldada será de 45 min, si no cumple con el área del equipo, el corte será de 35 min.

n) **Instalación de mallas (Equipo A + B + C):** Distribuir tareas por malla: mientras 2 técnico colocan malla 3, otros 2 ajustan malla 3, el operador prepara malla 2; asegurar y apretar provisionalmente. Tiempo objetivo total (3 mallas) 270 min.

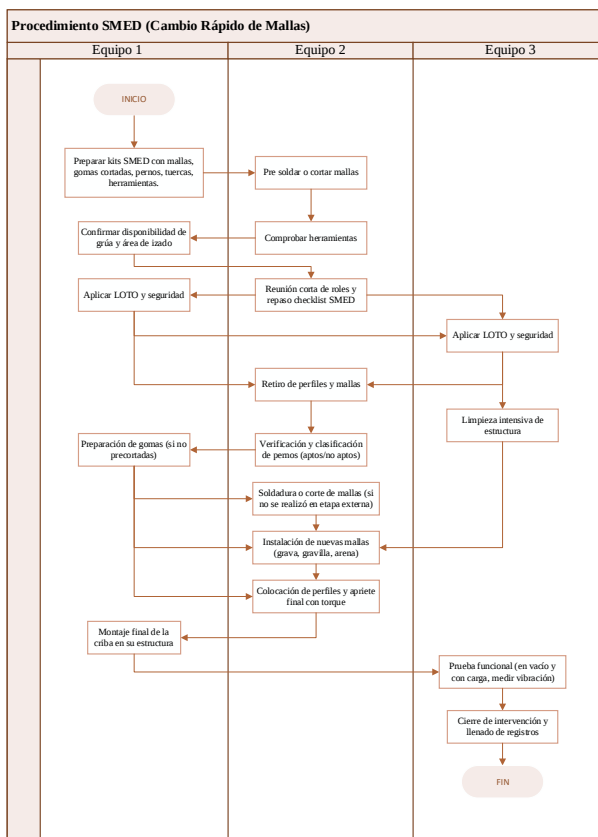
o) **Colocación de perfiles y apriete final con torque (Equipo B):** Usar torquímetro por posición, trabajar en secuencia definida para evitar rehacer aprietes. Tiempo objetivo: 25 a 35 min.

p) **Montaje final (Equipo A + B):** Izado y colocar en estructura, fijar anclajes. Tiempo objetivo: 50 min.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 08

- q) **Prueba funcional (Operador + jefe de producción):** Arrancar vacío 5 a 10 min, luego con carga 10 a 15 min; medir vibración y verificar ausencia de pérdidas. Tiempo objetivo: 20 a 30 min.
- r) **Cierre de intervención:** Llenar registros: Orden de Trabajo AC-RG-PVT-CV-01, Registro Consumo Repuestos AC-RG-PVT-CV-05, Registro Inspección.
- s) Pernos AC-RG-PVT-CV-04 y Checklist SMED AC-RG-PVT-CV-06. Tiempo objetivo: 10–15 min.

4.2.3. Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE CAMBIO DE MALLAS PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 15-09-25	Nº PÁGINAS 09

4.2.4. Checklist SMED AC-RG-PVT-CV-06

Checklist SMED (antes de parar) AC-RG-PVT-CV-06	Marcar (✓)
Carro SMED completo (mallas, gomas, pernos, electrodos)	
Malla arenera pre-soldada (si aplica)	
2 llaves neumáticas listas (baterías/aire OK)	
Torquímetro calibrado presente	
Grúa confirmada (hora + ubicación)	
EPP para todo el equipo disponible	
Registro de repuestos actualizado y kits rotulados	
Checklist post-parada (para cierre)	
Prueba en vacío OK	
Prueba con carga OK (no fugas, vibración dentro límite)	
Registros completados: Orden de Trabajo (cierre), Registro Consumo Repuestos, Registro Inspección Pernos, Checklist SMED	
Zona limpia y restitución de herramientas a almacén	
Firma líder:	
Hora inicio:	Hora cierre:

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Estandarizar el procedimiento de cambio programado de la correa de transmisión de la criba vibratoria de tres niveles, asegurando su funcionamiento eficiente, evitando paradas imprevistas y prolongando la vida útil de las poleas y el motor.

2. Alcance

Este procedimiento aplica a la correa de transmisión de la criba vibratoria de 3 niveles ubicada en la planta de áridos. Comprende la preparación, revisión de la correa instalada, preparación, pruebas y registros asociados. No cubre reparaciones estructurales mayores de la carcasa que requieran ingeniería.

3. Contexto

La criba vibratoria de tres niveles utiliza un motor de 12,5 CV con transmisión mediante 3 correas B85. Estas correas son del tipo V tipo cuña. La correa de distribución es un repuesto clasificado como de alta criticidad (A). La ruptura de la correa (revienta la correa de la criba) es una avería grave que promedia 2 ocurrencias anuales y 140.00 minutos de tiempo de parada por evento, lo que subraya su criticidad.

4. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 02

5. Procedimientos de mantenimiento programado para cambio de correa de transmisión para la criba vibratoria de tres niveles

El mantenimiento programado busca el reemplazo proactivo de las correas V tipo cuña antes de su falla, basándose en el ciclo de vida útil y en la inspección periódica de su condición (tensión y alineación).

5.1. Herramientas necesarias

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta neumática utilizada para aflojar y apretar pernos de poleas y anclajes rápidamente.	Cuadro de 1/2" – capacidad de apriete 300–600 Nm.	Funciona con aire comprimido, reduce esfuerzo físico y tiempo de operación.
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	Palanca de 40–60 cm; espátula de 10–15 cm de ancho.	Permiten apalancar con seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Torquímetro	Instrumento de precisión para el ajuste final de pernos con torque exacto.	Rango 0–600 Nm.	Asegura el apriete correcto, evitando sobrecarga o falta de ajuste.
Linterna LED	Lámpara portátil de alta intensidad para inspeccionar zonas oscuras de poleas y alineación.	200–500 lúmenes, recargable.	Facilita inspección visual en espacios reducidos, evita errores en alineación.
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Metro / Cinta métrica	Herramienta de medición para comprobar alineación y distancia entre poleas.	3–5 metros de longitud.	Flexible, ligera, de acero retráctil; permite medir desviaciones.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 03

5.2.Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Correa de distribución (Correas B85)	Elemento de potencia que transfiere movimiento del motor a la criba vibratoria.	Según fabricante (ej. perfil B o C, longitud 150 a 250 cm).	De caucho reforzado con fibras sintéticas; alta resistencia al desgaste.
Pernos de repuesto	Sujetadores de seguridad para poleas y anclajes, se reemplazan en caso de deformación o pérdida.	M16 a M20, longitud 6–10 cm.	Acero de alta resistencia grado 8.8 o 10.9, con tuerca y arandela.

Responsables principales: Jefe de producción, Operador 1 (Técnico mecánico) y Operador 2.

5.3.Criterios de Programación

5.3.1. Vida útil

La vida útil de la correa de transmisión es de 2,070 horas operación o 6 meses según datos históricos registrados (ver Anexo 1), el cambio se debe realizar al 80% de su vida útil, por lo tanto, cuando llegue a 3,726 horas, se realiza el cambio para evitar el mantenimiento correctivo.

5.4.Pérdida de tensión (cómo medir y umbral de acción)

5.4.1. Procedimiento paso a paso (práctico):

- Medir y registrar la distancia entre centros de las poleas (L), en mm (milímetros). Ejemplo L = 1200 mm.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

- b) En la instalación nueva, medir la deflexión inicial (d_i) en el punto medio aplicando la presión estándar (presión de dedo). Medir con cinta métrica: d_i en mm. Registrar d_i .
- c) En inspecciones periódicas (cada 2 semanas), repetir la medición con la misma presión estándar y anotar (d).
- d) Calcular cambio porcentual de deflexión:

$$\% \text{ aumento} = \frac{(d - d_i)}{d_i} \times 100\%$$

Interpretación: aumento de deflexión indica pérdida de tensión.

Donde:

d_i : deflexión inicial

d : deflexión

Si la deflexión actual supera en un 20% a la deflexión inicial d_i (es decir, aumento >20%), aplicar re tensado inmediato.

Si tras re tensado la deflexión sigue >20% (o no puede mantenerse), planificar reemplazo de la correa.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 05



5.5.Alineación (cómo medir)

Método práctico para verificar alineación: Marcar con tiza o cinta el borde interno de la correa en una posición de referencia. Hacer girar lentamente la polea un par de revoluciones observando el trazado.

Usar un listón apoyado sobre dos caras de polea y medir la desviación lateral entre borde de correa y referencia de polea con cinta métrica o vernier.

Desviación lateral > 20 mm (correa fuera de tolerancia, ajustar alineación inmediatamente).

Si la correa tiende a salirse continuamente o se detecta desgaste por roce lateral se debe realizar el reemplazo y revisar causa (poleas rayadas, ejes doblados).



5.6.Preparación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

Coordinar con producción la detención programada, luego aplicar LOTO y verificar disponibilidad de correa nueva y herramientas.

5.7.Revisión de la correa instalada

Observar estado actual: grietas, desgaste en ranuras, deshilachados. Confirmar que el reemplazo corresponde a vida útil cumplida $>80\%$ o pérdida de tensión $>20\%$ (para más detalle ver 6.5.1). Anotar observaciones en el registro AC-RG-PRG-COR-01 “Registro de cambio de correa programado”.

5.8.Retiro de la correa

Aflojar pernos de fijación de motor para liberar tensión. Retirar la correa de las poleas manualmente o con palanca si está ajustada. Revisar poleas para detectar desgaste o desalineación.

5.9.Colocación de la nueva correa

Colocar la correa nueva en polea motriz y conducida. Alinear la correa asegurando que corra recta entre poleas. Ajustar tensión inicial: al presionar con el dedo en el punto medio, la correa debe ceder 10 a 20 mm máximo.



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07

5.10. Ajuste y verificación

Apretar pernos con torquímetro según especificaciones. Verificar alineación con linterna LED. Girar poleas manualmente para comprobar que la correa no se sale.

5.11. Prueba funcional

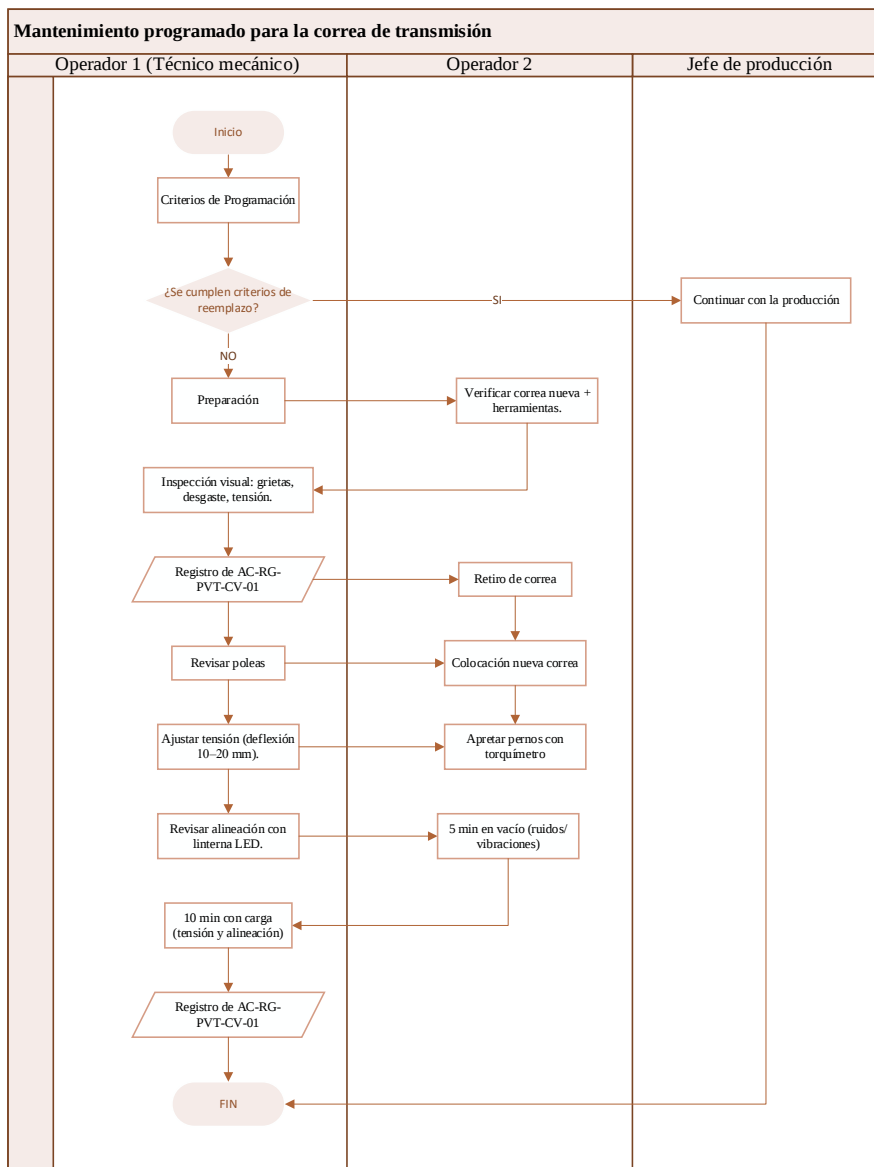
Encender la criba en vacío 5 min y verificar que no haya vibraciones anormales ni ruidos. Probar con carga 10 min que la correa mantiene tensión y alineación.

5.12. Registro

Completar el formulario AC-RG-PRG-COR-01 “Registro de cambio de correa programado”.

5.13. Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 09

6. Registros necesarios

6.1.Registro de Cambio de Correa Programado

AC-RG-PRG-COR-01	Registro de Cambio de Correa Programado			
Campo	Instrucciones de llenado	Descripción / Qué registrar	Contenido	Observaciones
Fecha inicio / Hora inicio	Registrar en formato DD/MM/AAAA y hora en HH:MM.	Momento en que se inicia la intervención.		
Fecha fin / Hora fin	Registrar igual que inicio.	Momento en que concluye la intervención.		
Técnico(s) responsables	Cada técnico debe firmar al terminar la actividad.	Nombre y firma de técnicos que realizaron el trabajo.		
Nº de correa (código repuesto)	Escribir el código de inventario del repuesto.	Código de la correa instalada.		
Estado correa retirada	Describir: "Deshilachada, grietas, pérdida tensión 30%". Adjuntar foto en archivo digital.	Condición visual y física de la correa retirada.		
di (deflexión inicial)	Medir en mm en punto medio entre poleas, indicar método (pulgara/peso). Ejemplo: 10 mm (pulgara).	Deflexión medida al instalar la nueva correa.		
Alineación (desviación lateral)	Medir con regla/metro. Ejemplo: 1,5 mm → Aceptable (<20 mm).	Distancia en mm del desalineamiento.		
Resultado prueba vacío	Marcar OK si no hay vibraciones/ruidos. Si No OK , describir problema.	Funcionamiento de la criba sin carga.		
Resultado prueba con carga	Igual que anterior: OK / No OK + observaciones.	Funcionamiento con material en proceso.		
Repuestos consumidos	Ejemplo: 1 correa COR-VIB-2450-A, 2 pernos M20, 50 ml lubricante.	Listar piezas usadas.		
Tiempo total intervención	Calcular diferencia entre hora inicio y fin. Ejemplo: 1 h 45 min.	Duración de la actividad.		
Firma técnico	Obligatoria.	Firma del técnico principal.		

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado de mantenimiento preventivo para inspeccionar y reemplazar la correa de transmisión de la criba vibratoria de tres niveles, con el fin de prevenir fallas inesperadas, garantizar la continuidad operativa y mejorar la seguridad del personal.

2. Alcance

Este instructivo aplica a la criba vibratoria de tres niveles de la planta de áridos. Incluye: inspección visual de la correa, criterios de desgaste, programación de reemplazo preventivo y registro de hallazgos.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimientos de mantenimiento preventivo para cambio de correa de transmisión para la criba vibratoria de tres niveles

El Mantenimiento Preventivo se enfoca en la inspección visual y por condición de las 3 correas B85 para identificar fallas incipientes (desgaste, grietas, desalineación o tensión inadecuada) que, de no corregirse, llevan a la ruptura y a una parada no planificada.

4.1.Herramientas Necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Linterna LED	Lámpara portátil de alta intensidad para inspeccionar zonas oscuras de poleas y alineación.	200–500 lúmenes, recargable.	Facilita inspección visual en espacios reducidos, evita errores en alineación.
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas en mallas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Escobilla	Limpieza de polvo y residuos sobre mallas	30–40 cm de ancho	Cerdas plásticas/nylon resistentes

Responsables: Operador 2, operador 1 (técnico mecánico) y jefe de producción

4.2.Limpieza rápida

Limpiar polvo, material fino y residuos acumulados en la zona de transmisión (poleas, correas y base), lo mismo con los objetos extraños (piedras pequeñas, alambres, material adherido) y verificar que la ventilación alrededor de la correa esté libre de obstrucciones.

4.3.Verificación de desgaste visual

Revisión detallada de las 3 correas B85 buscando grietas longitudinales o transversales en la superficie. También detectar bordes deshilachados o irregulares. Revisar si existe pérdida de material (secciones más delgadas o deformadas). Anotar hallazgos en el checklist limpieza y verificación visual (Checklist semanal) AC-RG-PVT-COR-01.

Si se observa daño superficial continuar operación con monitoreo frecuente.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Si hay grietas profundas, pérdida de material o deformación severa, reportar y realizar la orden de trabajo correctiva o registro de orden correctiva AC-RG-CV-01 (instructivo AC-PV-CVCM-INS-01; punto 5.1).

4.4.Verificación de síntomas operativos

Estar alerta a los siguientes síntomas de desgaste:

La correa tiende a desplazarse hacia un lado de la polea.

La correa se sale parcialmente o muestra tendencia a salirse.

Se escuchan ruidos inusuales (chirridos, golpeteos).

Si se detecta alguno de estos síntomas detener equipo en la primera oportunidad segura y ejecutar la siguiente inspección detallada (alineación y tensión). Registro para completar los síntomas operativos (continuo durante operación) AC-RG-PVT-COR-02.



4.5.Inspección por condición tensión y alineación

4.5.1. Medición de deflexión (tensión)

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

Medir la distancia entre centros de poleas (L).

En instalación nueva, registrar deflexión inicial (di).

En inspección actual, medir deflexión (d).

Para llevar a cabo estos cálculos, tomar de referencia al punto 6.1.4. Criterios de Programación. Registro para completar la inspección por condición (tensión y alineación) AC-RG-PVT-COR-03.

4.5.2. Chequeo de alineación (paralelismo de poleas)

Colocar regla/listón apoyado en caras de poleas.

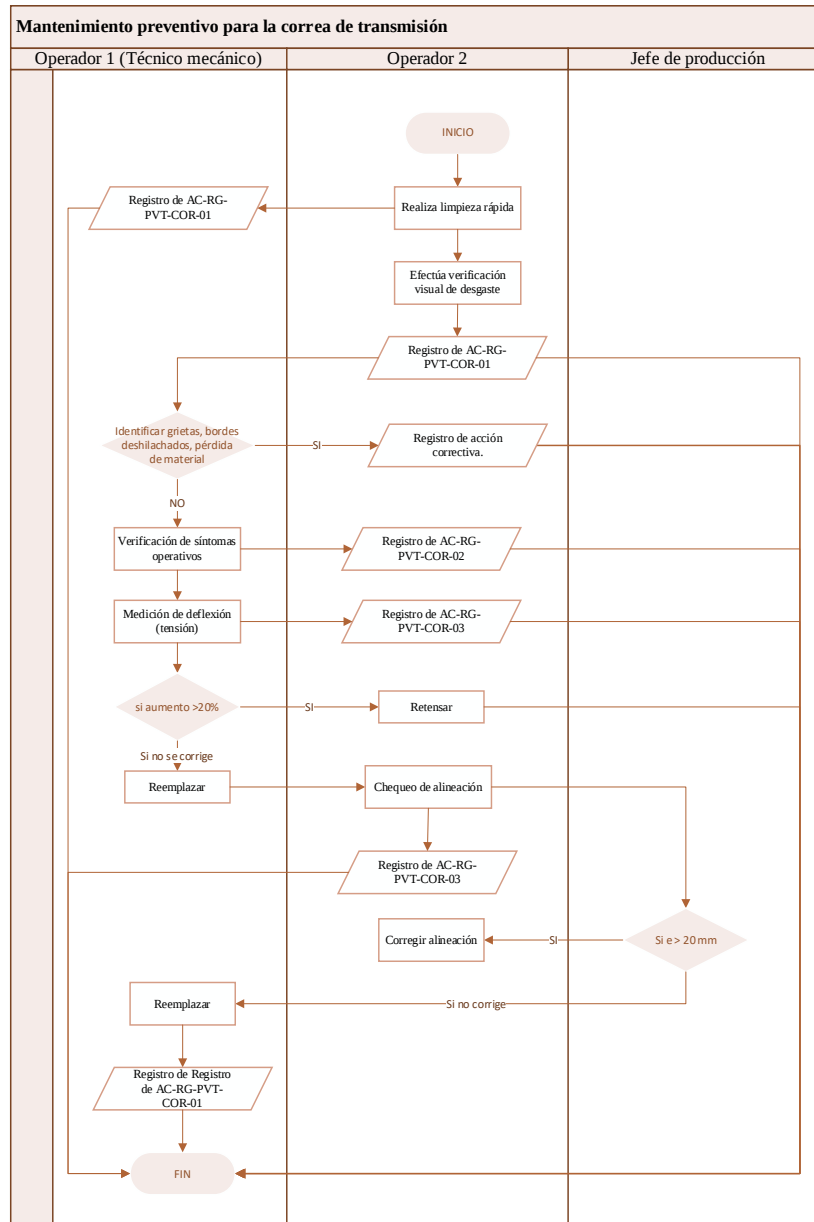
Marcar correa con tiza y girar manualmente para observar trazado.

Medir desviación lateral (e).

Para llevar a cabo estos cálculos, tomar de referencia al punto 6.1.4. Criterios de Programación. Registro para completar la inspección por condición (tensión y alineación) AC-RG-PVT-COR-03.

4.6. Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05



5. Registros necesarios

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

5.1.Limpieza y verificación visual (Checklist semanal)

AC-RG-PVT-COR-01		Limpieza y verificación visual (Checklist semanal)					
Fecha y hora	Operador responsable	Limpieza realizada (Sí/No)	Estado visual (OK / No OK)	Daño observado (grietas, bordes, desgaste)	Acción inmediata (Ninguna / Reportar / Corregir)	Firma operador	Firma Jefe Producción

Instrucciones de llenado:

- Fecha y hora: anotar día y hora de inspección.
- Equipo / Ubicación: identificar la criba donde están las correas.
- Limpieza realizada: marcar “Sí” si se eliminó polvo y objetos extraños; “No” si no se hizo.
- Estado visual: marcar “OK” si las correas no presentan defectos; “No OK” si tienen síntomas.
- Daño observado: describir (ej. grieta leve, borde deshilachado, sin anomalías).
- Acción inmediata: indicar si se mantiene en operación, si se reporta al técnico, o si requiere acción correctiva.

Firmas: validar con el operador y el jefe de producción.

5.2.Registro de síntomas operativos (continuo durante operación)

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07

AC-RG-PVT-COR-02		Registro de síntomas operativos (continuo durante operación)			
Fecha y hora	Operador de turno	Síntomas detectados	Acción tomada	Observaciones	Firma operador
		☐ Correa desplazada lateralmente			
		☐ Correa se sale / tendencia a salirse			
		☐ Ruidos anormales			

Instrucciones de llenado:

- Síntomas detectados: marcar la casilla según corresponda.
- Acción tomada: anotar (ej. “se detuvo equipo y se reportó al técnico”, “monitoreo continuo”).
- Observaciones: detalles adicionales relevantes.

Firma operador: confirma la veracidad del reporte.

5.3.Registro de inspección por condición (tensión y alineación)

AC-RG-PVT-COR-03		Registro de inspección por condición (tensión y alineación)							
Fecha y hora	Nombre del personal	Distancia entre poleas L (mm)	Deflexión inicial di (mm)	Deflexión actual d (mm)	% aumento de flexión	Alineación (desviación lateral e, mm)	Estado (Dentro / Fuera de tolerancia)	Acción tomada (Mantener / Retensar / Reemplazar)	Firma operativa

Instrucciones de llenado:

L: medir con cinta métrica la distancia entre centros de poleas.

di: registrar la deflexión inicial (al instalar correa nueva).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08

d: deflexión actual medida con presión de dedo o peso estándar.

- a) % aumento deflexión: calcular según fórmula: $(d - d_i) \div d_i \times 100$.
- b) Alineación (e): anotar desviación lateral en mm.
- c) Estado: indicar si está dentro de tolerancia ($\leq 20\%$ deflexión y ≤ 20 mm desviación) o fuera.
- d) Acción tomada: especificar (re tensar, reemplazar o mantener).

Firmas: validar por técnico y jefe de producción.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer el procedimiento para la sustitución inmediata de la correa de transmisión de la criba vibratoria de tres niveles cuando se presente una falla inesperada, evitando mayores daños al equipo y reduciendo el tiempo de inactividad no planificada.

2. Alcance

Este procedimiento aplica exclusivamente a la criba vibratoria de tres niveles instalada en la planta de áridos. Se activa bajo condiciones de falla repentina de la correa o cuando se detecte un deterioro grave que impida la operación segura.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimientos de mantenimiento correctivo para cambio de correa de transmisión para la criba vibratoria de tres niveles

El Mantenimiento Correctivo se activa cuando la avería ha ocurrido, es decir, cuando "Revienta la correa de la criba", lo que implica una parada inmediata. La intervención de la correa incluye el reemplazo de correa y el ajuste de poleas.

Tiempo de Inactividad (MTTR): El tiempo promedio de parada para esta avería es de 140 minutos. El objetivo es reducir este tiempo mediante procedimientos estandarizados y el enfoque SMED.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

4.1.Herramientas necesarias

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta neumática utilizada para aflojar y apretar pernos de poleas y anclajes rápidamente.	Cuadro de 1/2" – capacidad de apriete 300–600 Nm.	Funciona con aire comprimido, reduce esfuerzo físico y tiempo de operación.
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	Palanca de 40–60 cm; espátula de 10–15 cm de ancho.	Permiten apalancar con seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Torquímetro	Instrumento de precisión para el ajuste final de pernos con torque exacto.	Rango 0–600 Nm.	Asegura el apriete correcto, evitando sobrecarga o falta de ajuste.
Linterna LED	Lámpara portátil de alta intensidad para inspeccionar zonas oscuras de poleas y alineación.	200–500 lúmenes, recargable.	Facilita inspección visual en espacios reducidos, evita errores en alineación.
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Metro / Cinta métrica	Herramienta de medición para comprobar alineación y distancia entre poleas.	3–5 metros de longitud.	Flexible, ligera, de acero retráctil; permite medir desviaciones.

4.2.Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Correa de distribución (Correas B85)	Elemento de potencia que transfiere movimiento del motor a la criba vibratoria.	Según fabricante (ej. perfil B o C, longitud 150 a 250 cm).	De caucho reforzado con fibras sintéticas; alta resistencia al desgaste.
Pernos de repuesto	Sujetadores de seguridad para poleas y anclajes, se reemplazan en caso de deformación o pérdida.	M16 a M20, longitud 6–10 cm.	Acero de alta resistencia grado 8.8 o 10.9, con tuerca y arandela.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Responsables: Operador 2, operador 1 (técnico mecánico) y jefe de producción.

4.3.Detención y LOTO

Detener inmediatamente la criba y aplicar el procedimiento LOTO (Bloqueo/Etiquetado), asegurando que no haya liberación inesperada de energía.

4.4.Preparación de recursos

Verificar que el 80% de las herramientas y repuestos estén disponibles en el área.

4.5.Aflojado de los pernos

Aflojar los mecanismos tensores o los pernos que fijan el motor de 12,5 CV a 1400 RPM para liberar la tensión de las 3 correas B85 del excéntrico del eje. Se utiliza la llave neumática para agilizar el proceso.

Retiro de Correas: Retirar las 3 correas dañadas o reventadas.

Instalación: Instalar las nuevas Correas B85 en las poleas de transmisión.



4.6.Ajuste y alineación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

Reajustar la tensión de la transmisión y alinear las poleas. Este paso es crítico ya que el correctivo registrado incluye el ajuste de poleas.

Fijación final: Asegurar los pernos o el mecanismo tensor del motor de 12.5 CV.

4.7.Verificación funcional

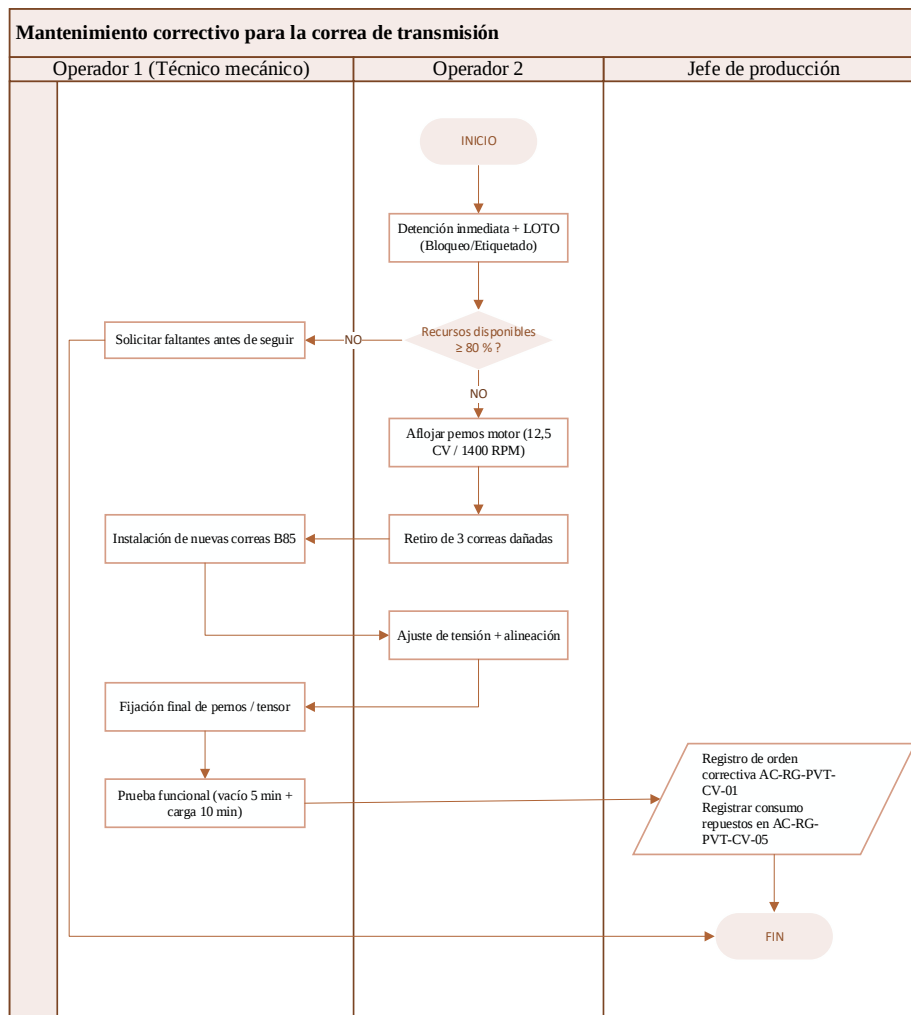
Realizar una prueba funcional (en vacío y con carga) para verificar el desplazamiento uniforme y seguro de la correa.

4.8.Cierre documental

Cerrar la orden de trabajo correctiva o registro de orden correctiva AC-RG-CV-01 y registrar el consumo de la correa de distribución y el tiempo total de intervención en el Registro de Consumo de Repuestos (AC-RG-PVT-CV-05).

4.9.Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05



5. Registro de cambio de correa correctivo

Para los registros correspondientes del cambio de correas correctivo, utilizaran la Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva AC-RG-CV-01 (instructivo AC-PV-CVCM-INS-01; punto 5.1) y el Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-PVT-CV-05 (instructivo AC-CRR-CVCM-INS-01; punto 5.1).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado bajo filosofía Lean, aplicando Just in Time (JIT) y SMED, para el reemplazo de la correa de transmisión de la criba vibratoria de tres niveles, con el fin de minimizar tiempos de inactividad (MTTR), garantizar la disponibilidad inmediata de repuestos y optimizar la eficiencia del equipo.

2. Alcance

Aplica al área de clasificación de áridos de la planta. Cubre las actividades de preparación, desmontaje, montaje, verificación funcional y registro asociadas al cambio de correa. Corresponde a mantenimientos programados y correctivos con aplicación Lean.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimientos de mantenimiento lean con enfoque JIT y SMED para cambio de correa de transmisión para la criba vibratoria de tres niveles

El enfoque Lean busca reducir los desperdicios, especialmente el tiempo de inactividad, que es significativo (140 minutos).

4.1.Procedimiento JIT (Just In Time) para repuestos de correa

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 02

El objetivo es asegurar la disponibilidad de la correa de transmisión, clasificada como de Alta Criticidad (A), en el momento justo, minimizando los costos de almacenamiento.

- a) **Responsables necesarios:** jefe de producción y operador 1 (técnico mecánico).
- b) **Clasificación de Criticidad:** La Correa de distribución de la criba es de Alta Criticidad (A), ya que su falta detiene la planta. El tiempo de entrega (Lead Time) es de 3 días.

Repuestos	Criticidad
Correa de distribución o transmisión	A (Alta Criticidad)
Pernos	B (Media)
	C (Baja)

- c) **Nivel Mínimo de Stock:** Es prioritario establecer stocks de seguridad para estos ítems. Se recomienda mantener 2 unidades de la correa B85 en almacén (1 en uso y 1 en stock), dado su alto impacto.
- d) **Cálculo del Punto de Reorden (ROP):** Se debe calcular el ROP utilizando la fórmula:

$$\text{ROP} = \text{Consumo promedio} \times \text{Cantidad de paradas} + \text{Stock de seguridad}$$

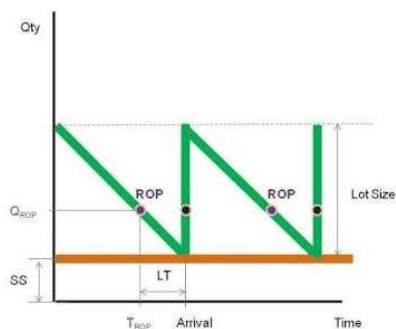
Donde:

Consumo promedio: Utilizar los repuestos requeridos según equipo (unidad/parada).

Cantidad de paradas, son las cantidades de paradas del equipo al año.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 03

Stock de seguridad es la cantidad de unidades en inventario usadas para mitigar la desviación de la demanda.



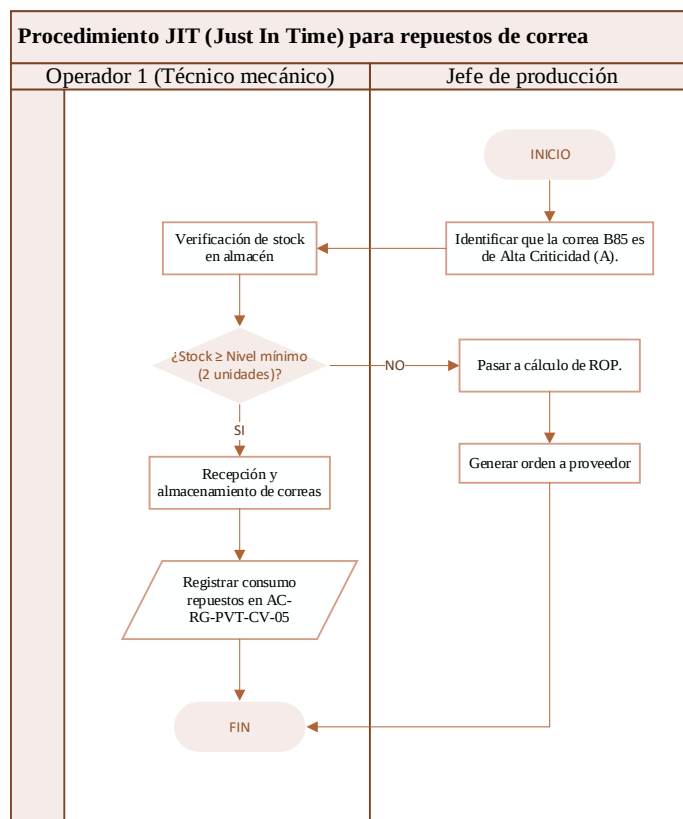
- e) **Órdenes a Proveedores:** Considerar establecer contratos marco para reducir el lead time y disminuir costos, evitando la dependencia de compras externas de emergencia.



- f) **Registro Obligatorio:** El consumo de la correa debe registrarse obligatoriamente en el Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-PVT-CV-05 (instructivo AC-CRR-CVCM-INS-01; punto 5.1) para actualizar el stock y proyectar la próxima compra.

- g) **Flujograma**

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 04



4.2.Procedimiento SMED (Single Minute Exchange of Die)

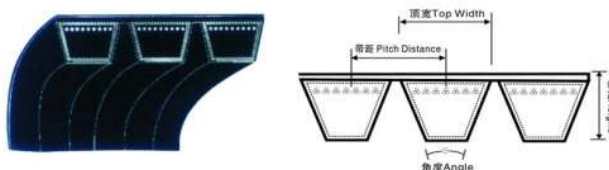
El enfoque SMED busca convertir tareas internas (con el equipo parado) en tareas externas (con el equipo en marcha) para reducir drásticamente el tiempo de reparación (MTTR), buscando optimizar los 140 minutos actuales.

4.2.1. Tareas externas (Preparación o antes de la parada)

a) **Responsables necesarios:** Operador 1 (técnico mecánico) y operador 2.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

- b) **Kits SMED:** Preparar el "Kit Correa" con las 3 correas B85 de repuesto, la llave tensora, el juego de llaves, la llave neumática y el torquímetro (si se usa para el tensado). El kit debe estar rotulado y pre posicionado cerca de la criba (Pre staging).



- c) **Herramientas Listas:** Comprobar que la llave neumática esté lista con aire/batería.
- d) **Reunión Corta:** Asignar roles de equipo (Técnico líder, apoyo) para el reemplazo y repasar la secuencia del Checklist SMED (AC-RG-COR-04).

4.2.2. Tareas internas (Ejecución rápida con el equipo parado)

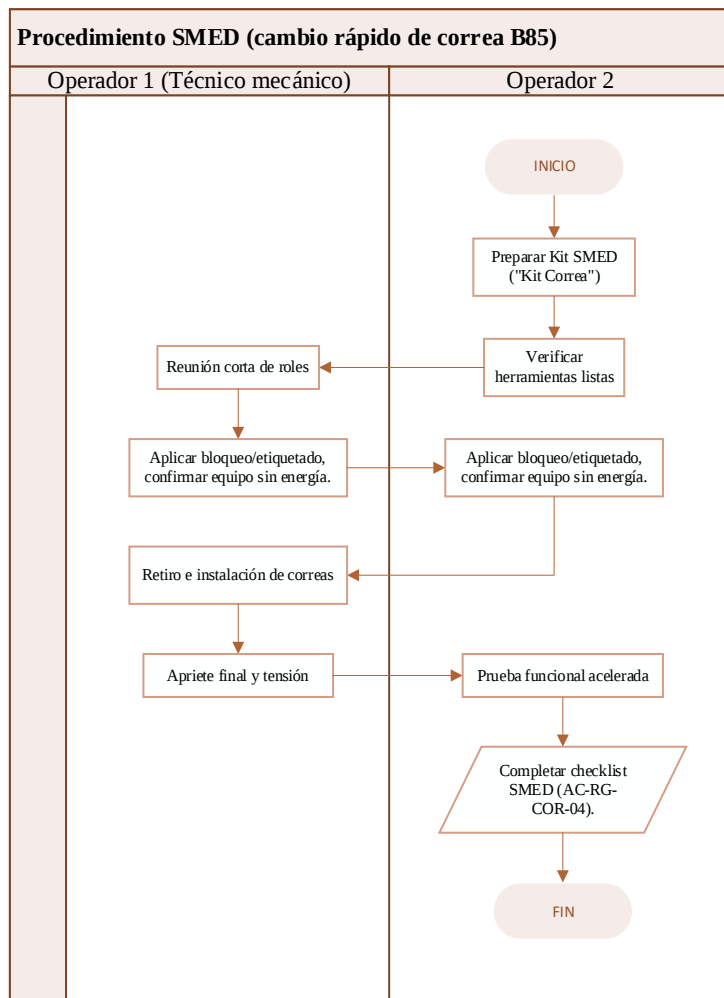
- e) **LOTO Rápido (10 minutos):** Se realiza la aplicación inmediata del bloqueo y etiquetado (LOTO) y la verificación de energía para garantizar la seguridad en la intervención.
- f) **Doble Herramienta (18 minutos):** Se utiliza a dos técnicos (operadores) trabajando en paralelo (si es posible) y la llave neumática para el aflojado y ajuste de los pernos del motor tensor. Esta optimización reduce significativamente el tiempo de la etapa de aflojado.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06



- g) **Instalación Rápida (32 minutos):** Se procede al retiro e instalación de las correas B85 y se realiza el ajuste provisional de la tensión de las mismas.
- h) **Apriete Final y Tensión (20 minutos):** Se realiza el ajuste final de la tensión de las correas B85 utilizando la llave tensora y se verifica la correcta alineación.
- i) **Prueba Funcional Acelerada (15 minutos):** Se arranca el equipo de forma acelerada en vacío y luego con carga, verificando la ausencia de vibración excesiva antes de liberar el equipo a producción.
- j) **Cierre Documental SMED (5 minutos):** Se procede a llenar el Checklist SMED (AC-RG-COR-04) registrando las horas exactas de inicio y cierre de la intervención para medir la mejora lograda en el MTTR.
- k) **Flujograma**

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 07



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CVCT-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO CORREA DE TRANSMISIÓN PARA LA CRIBA VIBRATORIA 3 NIVELES	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08

1) **Checklist SMED AC-RG-COR-04**

Checklist SMED (antes de parar) AC-RG-COR-04	Marcar (✓)
Preparación del Kit SMED (3 correas B85, herramientas, torquímetro)	
Herramientas listas (llave neumática cargada, tensora, etc.)	
EPP para todo el equipo disponible	
Registro de repuestos actualizado y kits rotulados	
Checklist post-parada (para cierre)	
Prueba en vacío OK	
Prueba con carga OK	
Registros completados: Orden de Trabajo (cierre), Registro Consumo Repuestos, Checklist SMED	
Zona limpia y restitución de herramientas a almacén	
Firma líder:	
Hora inicio:	Hora cierre:

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado para la sustitución programada de las placas internas (paredes internas) del molino de impacto con el fin de mantener la eficiencia de trituración, reducir paradas no planificadas y garantizar condiciones seguras de trabajo.

2. Alcance

Aplica al molino de impacto de la planta de áridos. Cubre actividades preparatorias, desmontaje, control de repuestos, montaje, pruebas funcionales y registros. Corresponde al mantenimiento programado (intervenciones planificadas).

3. Contexto

El Molino de Impacto es un equipo crítico cuya avería más importante es el desgaste o ruptura de las paredes de impacto, la cual ocurre 12 veces al año y genera 2.188,80 minutos de inactividad acumulada.

4. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

5. Procedimiento de mantenimiento programado para cambio de placas o paredes internas del molino de impacto

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

El objetivo del mantenimiento programado es reemplazar las placas internas basándose en un umbral de uso predefinido, antes de que su desgaste provoque una falla catastrófica.

5.1.Herramientas necesarias

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta de impacto para aflojar y ajustar pernos de gran torque	½" de cuadrante; capacidad para pernos M16–M24	Uso con compresor de aire; torque máx. 600 Nm; reduce tiempos en desmontaje de mallas
Torquímetro	Instrumento de precisión para el ajuste final de pernos con torque exacto.	Rango 0–600 Nm.	Asegura el apriete correcto, evitando sobrecarga o falta de ajuste.
Martillo	Golpe controlado para liberar piezas trabadas	Longitud 30–40 cm; peso 1–2 kg	Mango de fibra; cabeza de acero templado
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	Palanca de 40–60 cm; espátula de 10–15 cm de ancho.	Permiten apalancar con seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Escobilla	Limpieza de polvo y residuos sobre mallas	30–40 cm de ancho	Cerdas plásticas/nylon resistentes
Soldador portátil	Reparaciones menores (si está autorizado)	220 V, 100–200 A	Portátil, con electrodos diámetro 2.5–3.2 mm
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm
Amoladora angular	Corte de pernos dañados o ajuste de piezas	Disco 4.5" – 7"	700–2200 W, protector de disco, mango lateral

5.2.Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / medidas típicas	Características principales
Placa interna (pared)	Revestimiento que protege carcasa del molino del impacto	Dimensiones según molino 200 × 200 (variable)	Material: manganeso o acero resistente; espesor típico 30 mm.
Pernos de fijación	Sujetan placas y chapaletas	M16–M24; longitudes según placa	Grado 8.8 o 10.9 recomendados; tuerca y arandela.
Placas de desgaste auxiliares	Piezas pequeñas para zonas críticas	Dimensiones variables	Permiten reparaciones locales.
Electrodos y consumibles de soldadura	Para uniones o reparaciones en sitio	Electrodos 2,5–3,2 mm	Solo personal certificado.
Lubricante / grasa	Engrase de rodamientos y ejes	5 L	Seleccionar según especificación reductora/rodamientos.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Responsables necesarios: Jefe de producción, operador 1 (Técnico mecánico) y operador 2.

5.3.Determinación de la programación

Producción Real del molino (referencia): 2.990 toneladas/día.

5.3.1. Vida útil actual de placas o paredes internas (en toneladas y tiempo)

Para programar el cambio de placas o paredes internas, se utiliza el criterio de toneladas procesadas, basándose en la vida útil actual.

Según datos históricos de la planta (anexo 1), el cambio se realiza cada mes y es variable la cantidad de placas que se llegan a cambiar según el desgaste.

74,750 toneladas las placas o paredes internas resisten en 287.5 horas (1 mes).

5.3.2. Criterios para placas internas

a) Pérdida de espesor > 30% respecto al espesor original (30 mm): medir en al menos 3 puntos representativos de las placas y calcular promedio obteniendo así el espesor actual. Estos datos se deben registrar en AC-RG-PRG-MOI-02.

b) $\text{Espesor actual} = (e1 + e2 + e3) / 3$

Donde e: espesor en milímetros (mm).

c) Fórmula: $\% \text{ pérdida} = (\text{espesor original} - \text{espesor actual}) / \text{espesor original} \times 100$.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

d) Si % pérdida > 30% se debe programar reemplazo en intervención planificada o inmediato si riesgo de perforación.

e) Este cálculo y revisión se realizarán semanalmente.

f) En caso de presentarse estos problemas, se realizará el reemplazo inmediato (orden de trabajo correctivo) y son los siguientes:

- Presencia de fisuras o roturas en placa.
- Deformación o desplazamiento que impida el correcto asiento.
- Desgaste en zonas de fijación (agujeros elongados).

6.5.Registro de Producción Diaria

Registrar la cantidad de toneladas (tn) procesadas diariamente por el Molino de Impacto AC-RG-PRG-MOI-01.

Monitoreo Acumulado: Hacer seguimiento continuo de las toneladas acumuladas, comparándolas con el límite de vida útil establecido.

Alerta: Cuando el consumo de vida útil se acerque a un umbral predefinido al 80% del límite de su vida útil actual (ver el registro AC-RG-PRG-MOI-01), se notifica al jefe de producción para programar el reemplazo.

Preparación: Coordinar con producción la parada programada, se debe aplicar LOTO para asegurar energía aislada, verificar disponibilidad de repuestos (placas y pernos) y herramientas.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

6.6.Desmontaje del molino

Abrir el molino, quitando el asegurador con pinzas donde se ejecutará la fuerza humana, posteriormente con una palanca para abrir las puertas del molino.

Limpiar toda la parte interna del molino con escobillas para aflojar pernos de fijación con llave neumática y retirar cuidadosamente las placas desgastadas.



6.7.Instalación de Nuevas Placas

Colocar placa nueva siempre con dos operadores para alinear correctamente en su posición y colocar pernos, tuercas y arandelas nuevas. Finalmente se debe ajustar con torquímetro.

6.8.Prueba Funcional

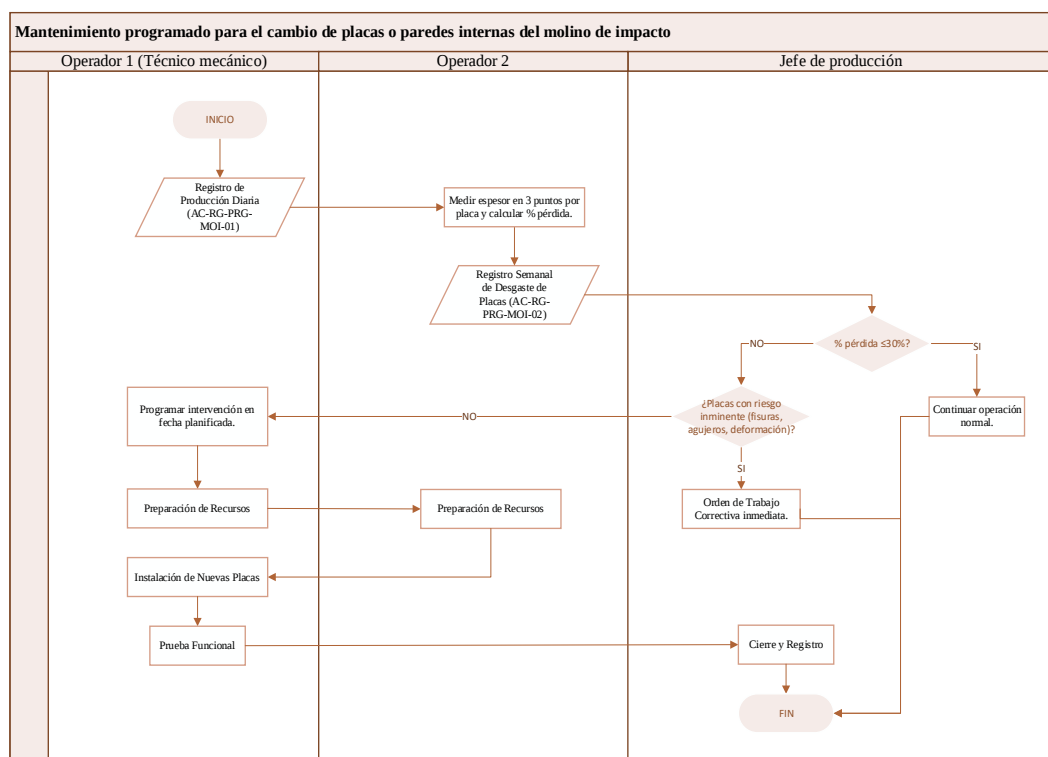
Encender molino en vacío y revisar vibración, ruidos o fugas. Luego operar con carga ligera para así confirmar su funcionamiento estable.

6.9.Cierre y Registro

Completar registro AC-RG-PRG-MOI-01.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 06

6.10. Flujograma



7. Registros necesarios

7.1.Registro de Producción Diaria molino de impacto (Mantenimiento Programado)

Registro de Producción Diaria Molino de Impacto (Mantenimiento Programado)				Fecha:		AC-RG-PRG-MOI-01
Hora inicio	Hora fin	Horas de operación (h)	Producción registrada (Tn/h)	Producción acumulada (Tn)	Responsable	Observaciones
TOTAL				A		

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 07

Instrucciones de llenado:

- Producción registrada (Tn/h): Registrar el tonelaje total procesado por el molino.
- Producción Acumulada (Tn): Sumar (A) la producción de la hora al total del día.
- Registrar los datos en: Toneladas (Tn) y Horas (h).
- Para realizar el % vida útil consumida, se tomará de referencia los datos históricos de la Vida Útil Programada de referencia: 74.750 toneladas (25 días).
- A continuación, se llevará a cabo la suma de la producción acumulada registrada al día, hasta llegar al tiempo de referencia programado (por ejemplo: sumar la producción acumulada diaria hasta 105 días, con el fin de obtener el resultado).

$$\% \text{ Vida Útil Consumida} = \left(\frac{\text{Producción Acumulada}}{\text{Vida Útil Programada}} \right) \times 100\%$$

- Alerta: Cuando cualquier placa supere el 80% de vida consumida, notificar inmediatamente al supervisor de mantenimiento para programar el cambio.

7.2.Registro Semanal de Desgaste de Placas del Molino de Impacto

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08

Registro Semanal de Desgaste de Placas del Molino de Impacto			Fecha:		Nombre del Operador:			AC-RG-PRG-MOI-02
Nº Placa	Espesor Original (mm)	Medición 1 (mm)	Medición 2 (mm)	Medición 3 (mm)	Espesor Promedio (mm)	% Pérdida de Espesor	Cumple ≤30% (Sí/No)	Observaciones
1	30							
2	30							
3	30							
4	30							
...	30							

Instrucciones de Llenado

- Anotar fecha y nombre del personal responsable.
- Para las mediciones ver el punto 5.3.2. Criterios para placas internas. Cada placa debe medirse en 3 puntos distintos con calibrador.
- Registrar los valores en milímetros (mm).
- Espesor promedio: Calcular sumando las 3 mediciones y dividiendo entre 3.
- % Pérdida: Aplicar la fórmula indicada ver el punto 5.3.2.
- Si el valor es mayor al 30%, marcar “No cumple”.
- Observaciones: Indicar si hay fisuras, agujeros, deformaciones o problemas de fijación.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Detectar y mitigar de forma temprana el desgaste o daño en las placas internas del molino de impacto mediante inspecciones, limpieza, mediciones y acciones correctivas menores planificadas, con el fin de:

- Evitar fallas catastróficas.
- Mantener la eficiencia de trituración.
- Reducir paradas correctivas inesperadas y su impacto productivo.

2. Alcance

Aplica a todas las actividades de inspección, limpieza, medidas de desgaste de las placas internas del molino de impacto. No incluye reemplazos mayores (que se consideran en mantenimiento programado / correctivo).

3. Frecuencia de actividades

Diario (antes de iniciar turno): Inspección visual rápida, comprobación ruidos/temperaturas, registro rápido.

Semanal: Mediciones detalladas en 3 puntos por placa (usar Registro Semanal de Desgaste de Placas del Molino de Impacto AC-RG-PRG-MOI-02), limpieza profunda interior, verificación de fijaciones.

Mensual: Actividad preventiva ampliada como limpieza profunda.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Adicional: al detectar anomalía (fisura, pérdida >30% según AC-RG-PRG-MOI-02) se debe reportar y escalar para programar intervención.

4. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

5. Procedimiento de mantenimiento preventivo para cambio de placas o paredes internas del molino de impacto

El mantenimiento preventivo se centra en la inspección visual periódica de los componentes internos para identificar signos de desgaste, fisuras o aflojamiento antes de que se conviertan en fallas graves.

5.4.Herramientas necesarias

Elemento	Uso práctico	Medidas / ejemplo	Observaciones
Calibrador (Vernier)	Medir espesor placas en mm	150 mm o 300 mm	Precisión 0,02 mm
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm
Llave neumática ½"	Aflojar/apretar pernos	Para pernos M16 o M24	Usar con torquímetro para apriete final
Torquímetro	Apriete controlado de pernos	Rango 0–600 Nm	Registrar valores
Escobillas / soplador (aire)	Limpieza interior y canales	Manual	No usar solventes sobre placas
Linterna LED	Inspección en zonas oscuras	200–500 lm	Recomendada recargable
Martillo	Liberar incrustaciones	Martillo 1–2 kg	Usar con cuidado

Responsables necesarios: Operador 1 (Técnico mecánico) y operador 2.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 03

5.5.Preparación

Coordinar con Producción para la inspección.

Reunir kit preventivo (herramientas y repuestos) y el formulario AC-RG-PRG-MOI-02 impreso. Por otro lado, colocar señalética y aplicar bloqueos básicos según alcance (si no es necesario LOTO total, seguir procedimiento de seguridad de planta).

5.6.Inspección visual rápida (diaria)

Observar la superficie interior visible para detectar cortes, grietas, acumulación de material, puntos brillantes por erosión o zonas con pigmentación de contacto.

Revisar fijaciones visibles: pernos flojos, tuercas sueltas o arandelas faltantes.

Si se detecta algo crítico (rotura / agujero grande); detener y abrir OTC (orden de trabajo correctivo). Si no, registrar en checklist diario.



5.7.Inspección técnica y medición (semanal)

Abrir tapa de inspección según procedimiento operativo seguro.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

Seleccionar 3 puntos representativos por placa (superior, medio, inferior o zonas de mayor impacto).

Medir con calibrador y anotar e1, e2, e3. Calcular promedio (espesor actual).

Calcular % pérdida: $(30 - \text{espesor promedio}) / 30 \times 100$.

Marcar en AC-RG-PRG-MOI-02: resultados, observaciones y fotos.



5.8.Limpieza profunda y verificación de asientos (mensual o si requerido)

Retirar material adherido con escobilla y soplado de aire comprimido.

Limpiar zonas donde se encuentran las placas y verificar que no haya residuos que impidan fijación.

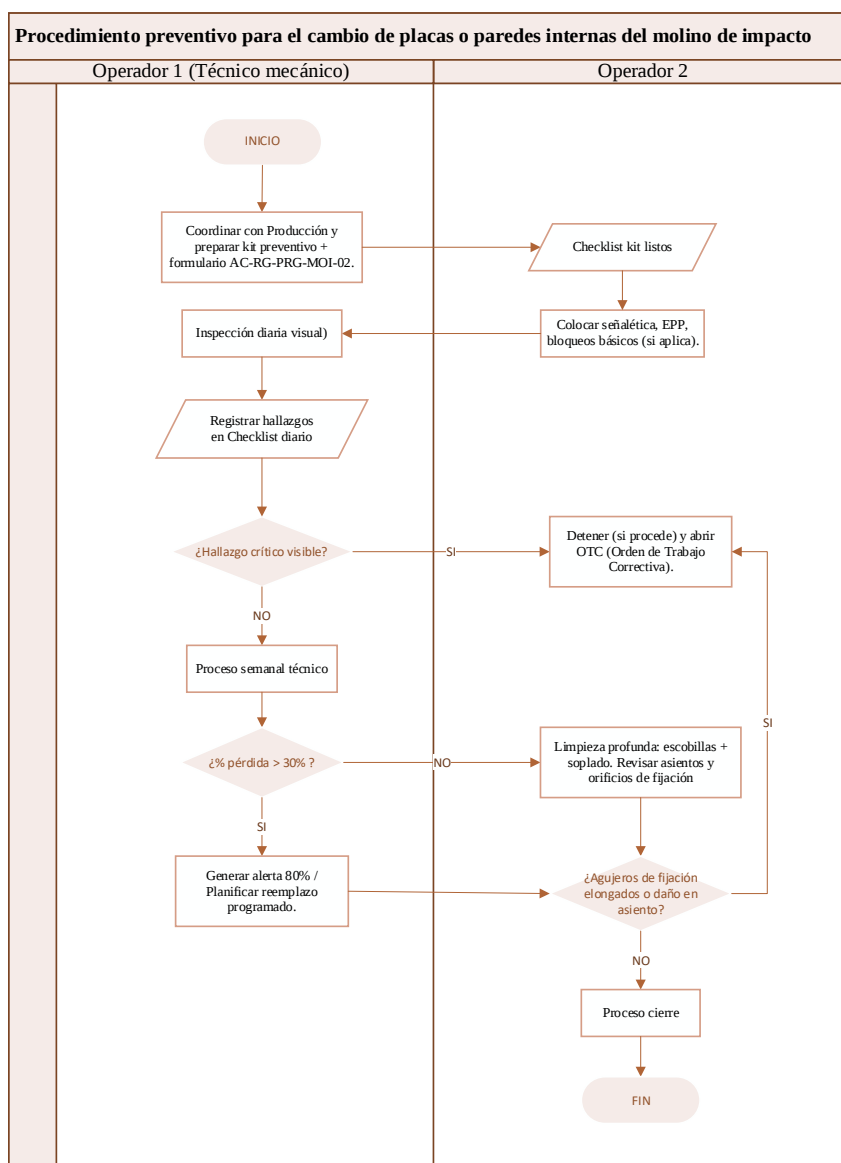
Inspeccionar agujeros de fijación por elongación o desgaste, se debe realizar cambio inmediato y abrir la OTC. Registrar en checklist mensual.

5.9.Cierre y registro

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 05

Completar AC-RG-PRG-MOI-02 (semanal), el checklist diario y mensual y el OTC (orden de trabajo correctivo) para el reemplazo inmediato.

5.10. Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 06

6. Registros necesarios

6.1. Checklist diario (Inspección visual rápida)

Checklist diario	AC-RG-PV-MOI-01
Campo / Ítem	Registro / Resultado
Fecha	dd / mm / aaaa
Nombre operador	
Equipo	Molino de Impacto
Observación general del interior	☐ Limpio ☐ Parcialmente sucio ☐ Obstrucción crítica (descripción)
Estado placas (vista superficial)	☐ Ok ☐ Observación (describir)
Estado chapaletas (vista superficial)	☐ Ok ☐ Observación (describir)
Señales de desgaste por impacto (puntos brillantes/erosión)	☐ No ☐ Sí (indicar ubicación)
Acumulación de material / taponamiento	☐ No ☐ Sí (indicar ubicación)
Ruidos anormales reportados por operador	☐ No ☐ Sí (describir)
Acción tomada (marcar)	☐ Ninguna (continuar operación) ☐ Limpieza ligera ☐ Abrir OTC (ver motivo)
¿Se generó OTC?	☐ No ☐ Sí OTC n°
Observaciones	
Firma operador	

Instrucciones de llenado:

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07

- Encabezado: Anotar fecha, nombre del operador y equipo.
- Inspección visual: Caminar alrededor del molino y usar linterna para revisar interior accesible. Marcar el estado correspondiente.
- Señales de desgaste: Señalar zonas con brillo por erosión o pérdida de recubrimiento. Si hay agujero o rotura (marcar “Abrir OTC”).
- Acción tomada: Marcar la acción realizada y registrar si se generó una OTC.
- Firma: Operador firma al final.

Nota: el registro semanal AC-RG-PRG-MOI-02 y sus instrucciones de llenado se encuentra en el punto 7.2 del instructivo programado.

6.2.Checklist inspección mensual

Checklist inspección mensual		AC-RG-PV-MOI-02	
Resultado global	Acciones recomendadas	Responsable	Fecha
☐ Todo OK	—	—	—
☐ Reparación local (soldadura)	Describir	Nombre	dd/mm
☐ Programar reemplazo	Describir (placas/chapaletas)	Nombre	dd/mm
☐ Abrir OTC inmediata	Motivo	Nombre	dd/mm

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08

6.3.Orden de trabajo correctiva (OTC)

AC-RG-MOI-01		Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva	
Campo	Instrucciones	Contenido	Observaciones
Nº OT	Consecutivo asignado automáticamente o por jefe.	2025-MOI-OTC-000____	
Fecha/Hora aviso	Momento de la detección		
Reportado por (nombre / cargo)	Nombre y cargo		
Equipo / Ubicación	Nombre del equipo y ubicación	Molino de Impacto / Sector triturado	
Tipo de componente afectado	Marcar lo que corresponda	Placas ☐ Chapaleta ☐ Otro: ☐	
Descripción breve del problema	Detalle breve del hallazgo		
Evidencia adjunta (fotos/croquis)	Adjuntar o marcar "no aplica"		
Nivel de criticidad (marcar)	A (Parada inmediata) / B (afecta rendimiento) / C (puede esperar). Marcar lo que corresponda.	A (Detener) ☐ B (Medio) ☐ C (Baja) ☐	
Acción solicitada	Marcar lo que corresponda	Reemplazo inmediato ☐ Inspección detallada ☐ Limpieza ☐ Reapriete ☐	
Repuestos necesarios	Cantidad y los códigos del repuesto si aplica.	Placa(s) N°: ____ Chapaleta(s): ____ Pernos: ____ Otros: ____	
Responsable o/s asignado o/s	Jefe de mantenimiento escribe nombre		
Estado	Marcar lo que corresponda	Abierta ☐ En proceso ☐ Cerrada ☐	
Fecha/Hora cierre	Cierre de la orden de mantenimiento correctivo.		
Actividades realizadas	Escriba con detalle las actividades que se realizaron en esta ocasión.		
Repuestos consumidos (cod./cant.)	Escriba con detalle los repuestos consumidos en esta ocasión.		
Tiempo total intervención	Coloque el total de horas que el equipo paro.		
Firma reportante			
Firma responsable recepción			

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 01

1. Objetivo

Restaurar en forma segura y eficiente la integridad y funcionalidad del molino de impacto mediante el reemplazo o reparación correctiva de placas internas que han presentado fallo, minimizando el tiempo de parada y evitando daños secundarios.

2. Alcance

Aplicable a todos los eventos correctivos en los que se requiera retirar e instalar placas internas (o realizar reparaciones mayores) por avería detectada en operaciones o inspecciones (OTC). Incluye diagnóstico, ejecución, pruebas, registro y cierre.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimiento de mantenimiento correctivo para cambio de placas o paredes internas del molino de impacto

Este procedimiento se activa ante una falla inesperada o la detección de un desgaste o ruptura crítica de las paredes de impacto o chapaletas. El Molino de Impacto es un equipo crítico cuya confiabilidad se ve fuertemente comprometida por el desgaste acelerado de estos componentes.

4.1.Herramientas necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta de impacto para aflojar y ajustar pernos de gran torque	½" de cuadrante; capacidad para pernos M16–M24	Uso con compresor de aire; torque máx. 600 Nm; reduce tiempos en desmontaje de mallas
Torquímetro	Instrumento de precisión para el ajuste final de pernos con torque exacto.	Rango 0–600 Nm.	Asegura el apriete correcto, evitando sobrecarga o falta de ajuste.
Martillo	Golpe controlado para liberar piezas trabadas	Longitud 30–40 cm; peso 1–2 kg	Mango de fibra; cabeza de acero templado
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	Palanca de 40–60 cm; espátula de 10–15 cm de ancho.	Permiten apalancar con seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Escobilla	Limpieza de polvo y residuos sobre mallas	30–40 cm de ancho	Cerdas plásticas/nylon resistentes
Soldador portátil	Reparaciones menores (si está autorizado)	220 V, 100–200 A	Portátil, con electrodos diámetro 2.5–3.2 mm
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm
Amoladora angular	Corte de pernos dañados o ajuste de piezas	Disco 4.5" – 7"	700–2200 W, protector de disco, mango lateral

4.2. Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / medidas típicas	Características principales
Placa interna (pared)	Revestimiento que protege carcasa del molino del impacto	Dimensiones según molino 200 × 200 (variable)	Material: manganeso o acero resistente; espesor típico 30 mm.
Pernos de fijación	Sujetan placas y chapaletas	M16–M24; longitudes según placa	Grado 8.8 o 10.9 recomendados; tuerca y arandela.
Placas de desgaste auxiliares	Piezas pequeñas para zonas críticas	Dimensiones variables	Permiten reparaciones locales.
Electrodos y consumibles de soldadura	Para uniones o reparaciones en sitio	Electrodos 2,5–3,2 mm	Solo personal certificado.
Lubricante / grasa	Engrase de rodamientos y ejes	5 L	Seleccionar según especificación reductora/rodamientos.

Responsables: Operador 1 (Técnico mecánico), operador 2, operador 3.

4.3. Criterios para activar mantenimiento correctivo

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Abrir OTC cuando se detecte cualquiera de los siguientes en inspección u operación:

- Fisura abierta o rotura en placa.
- Perforación o pérdida de integridad (> 60% pérdida de espesor).
- Deformación que impide correcto asiento.
- Agujeros de fijación elongados que comprometen sujeción.
- Ruidos anormales con evidencia visual de fragmentos/metales sueltos.

4.4.Apertura y diagnóstico inicial

Aplicar LOTO y realizar diagnóstico visual / medición: identificar placas afectada, ubicación exacta y posible causa.

Reunir kit de herramientas y repuestos junto al molino. Completar primera sección del OTC.

4.5.Desmontaje de placas

Aflojar pernos de fijación en secuencia marcada, usar 2 técnicos para sostener la placa durante la extracción. Guardar pernos en bandejas identificadas y documentar deformaciones o roturas estructurales.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04



4.6.Limpieza y verificación

Limpiar con escobilla y aire comprimido; retirar restos y polvo.

Verificar que las placas o paredes internas no presenten grietas o baches, registrar y abrir OTC mayor.

Si la placa requiere reparación (soldadura o mecanizado), registrar servicio externo y colocar medida temporal (si es seguro) o detener hasta resolución.

4.7.Instalación de placa nueva

Posicionar placas dañadas; 2 operadores técnicos para la suspensión de la placa y un operador que ajuste.

Insertar pernos nuevos por cada cambio de placas; apretar a mano inicialmente.

Aplicar torque final con torquímetro. Repetir para cada placa.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05



4.8.Revisión final y pruebas

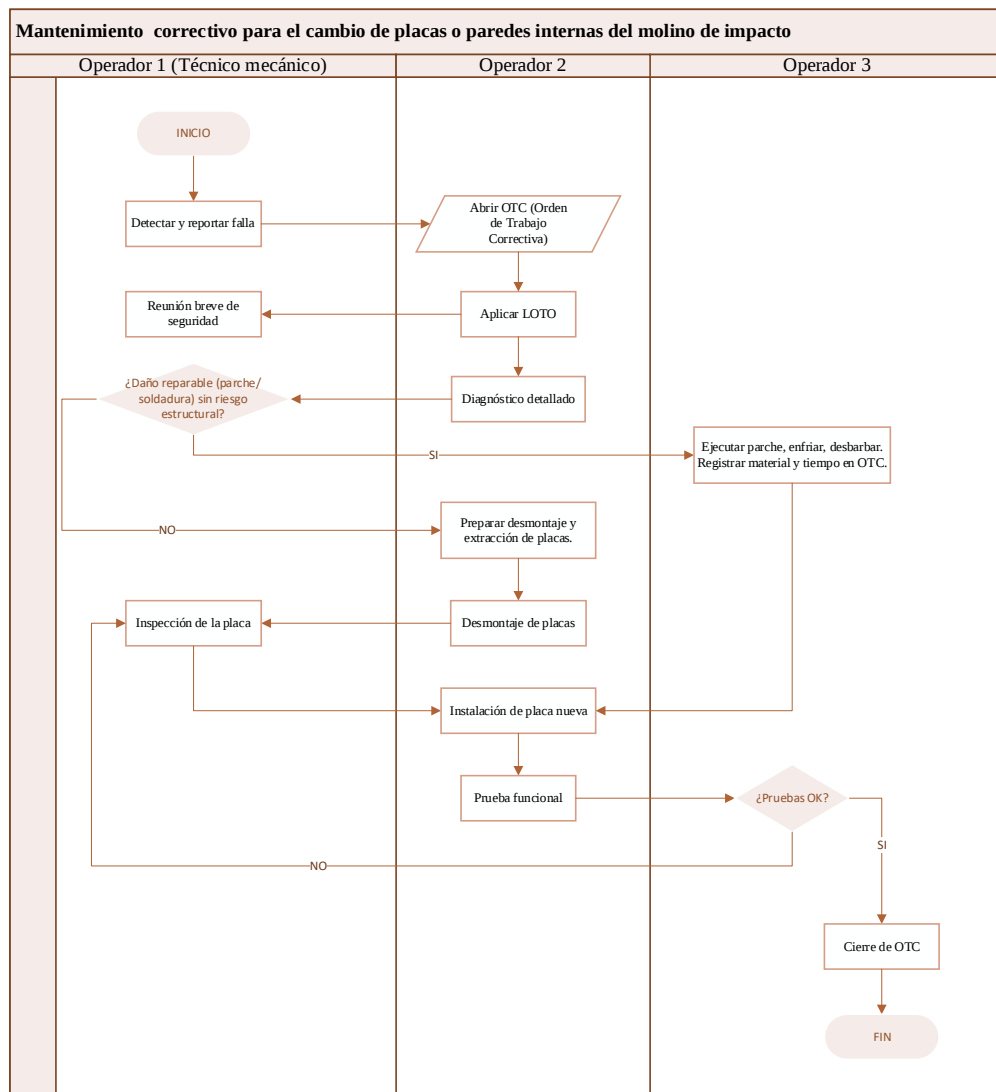
Limpiar área y verificar que no queden herramientas o partes sueltas. Realizar prueba en vacío 5 a 10 min y con carga ligera 10 a 20 min, para verificar ruidos, vibraciones anormales, fugas.

4.9.Cierre de la OTC

Completar sección ejecución del OTC (actividades, personal, tiempos). Registrar repuestos consumidos.

4.10. Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06



5. Registros necesarios

Para el registro del cambio de placas o paredes internas se utilizará la Orden de Trabajo Correctiva AC-RG-MOI-01; (instructivo AC-PV-MOCP-INS-01; 6.3).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07

5.1.Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-MOI-02

AC-RG-MOI-02				Registro de Consumo de Repuestos						
Nº Orden de Trabajo	Equipo	Fecha inicio / fin	Hora inicio / cierre	Nombre del repuesto o insumo	Cantidad usada	Unidad de medida	Proveedor (si aplica)	Motivo de uso / Observaciones	Nombre del técnico responsable	Firma

Instrucciones de llenado:

- Equipo: Escribir el nombre del equipo (ej. Molino de impacto).
- Fecha inicio y fin: Día/mes/año.
- Hora de inicio y cierre: Hora en que comenzó y terminó el trabajo donde se consumieron repuestos.
- Nº Orden de Trabajo: Número de la Orden de Trabajo Correctiva, Preventiva o Programada asociada.
- Nombre del repuesto o insumo: Nombre del repuesto o insumo (ej. “Placas”, etc.).
- Cantidad usada: Número exacto de unidades consumidas (ej. 1, 2, 5 docenas).

Unidad de medida: Especificar (ej. unidad, docena, litro, metro).

- Proveedor (si aplica): Solo llenar si el repuesto vino de compra externa en emergencia (ej. “Proveedor X”). Si salió de almacén interno, escribir “Almacén interno”.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08

- h) Motivo de uso / Observaciones: Describir brevemente la razón del consumo (ej. “Reemplazo por rotura”, “Chapaleta desgastada”).
- i) Nombre del técnico responsable: Nombre y apellido de la persona que realizó la intervención.
- j) Firma: Firma del técnico para validar el consumo.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Reducir el tiempo de parada asociado al cambio de placas internas mediante la eliminación de desperdicios (esperas, movimientos innecesarios) y la estandarización de actividades; asegurar la disponibilidad de repuestos justo a tiempo para evitar roturas por falta de stock.

2. Alcance

Aplica al procedimiento de cambio (completo o parcial) de placas/paredes internas del molino de impacto, tanto para paradas programadas como para paradas correctivas donde se aplique la metodología SMED y la política JIT de repuestos.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimiento de mantenimiento lean con enfoque JIT y SMED para cambio de placas o paredes internas del molino de impacto

4.1. Procedimiento JIT (Just In Time) para placas internas

El JIT es esencial debido a que la falta de Placas Internas (Lead time 18 días) detiene la planta.

Responsables necesarios: Jefe de producción y operador 1 (técnico mecánico).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

a) Clasificación de criticidad

Criticidad	Repuestos
A (Alta Criticidad)	Placas internas
B (Media)	Pernosy arandelas
C (Baja)	Consumibles (electrodos, soplador)

b) Cálculo del Punto de Reorden (ROP)

Se debe calcular el ROP utilizando la fórmula:

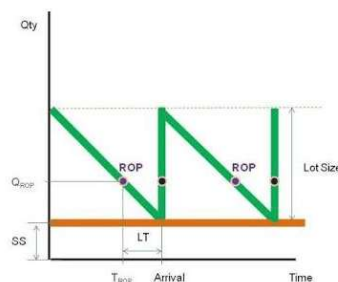
$$\text{ROP} = \text{Consumo promedio} \times \text{Cantidad de paradas} + \text{Stock de seguridad}$$

Donde:

Consumo promedio: Utilizar los repuestos requeridos según equipo (unidad/parada).

Cantidad de paradas, son las cantidades de paradas del equipo al año.

Stock de seguridad es la cantidad de unidades en inventario usadas para mitigar la desviación de la demanda.



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

c) Órdenes a proveedores

Considerar establecer contratos marco para reducir el lead time y disminuir costos, evitando la dependencia de compras externas de emergencia.

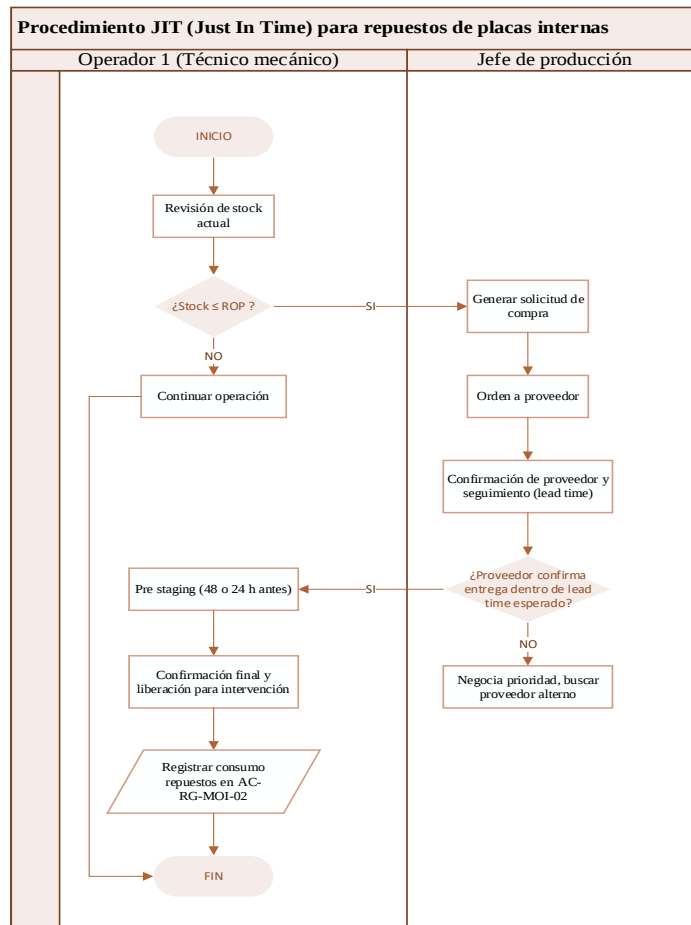


d) Registro obligatorio

El consumo de las placas debe registrarse obligatoriamente en el Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-MOI-02 (instructivo AC-CRR-MOCP-INS-01; punto 5.1.) para actualizar el stock y proyectar la próxima compra.

e) Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 04



4.2.Procedimiento SMED (Single Minute Exchange of Die)

El enfoque SMED busca convertir tareas internas (con el equipo parado) en tareas externas (con el equipo en marcha) para reducir drásticamente el tiempo de reparación (MTTR), buscando optimizar los 182,40 minutos actuales.

4.2.1. Preparación externa

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

- a) **Responsables necesarios:** Operador 1 (técnico mecánico) y operador 2.
- b) **Kits SMED:** Armado de carro por tipo de placa (placa(s), pernos, arandelas, electrodos, herramientas pequeñas) (30 min).



- c) **Pre inspección de repuestos:** Verificar dimensiones y compatibilidad, marcar lote (10 min).
- d) **Pre ensamblado:** Si la placa necesita soldadura de unión o recorte (posible), hacerlo en banco (externo). Marcar “listo para instalación” (45 min).
- e) **Reunión SMED corta:** Asignación de funciones y secuencia (10 min).

4.2.2. Actividades internas (con el equipo parado)

Nota operativa: Organizar equipo en 2 sub equipos para trabajar en paralelo:

- **Equipo A:** 2 técnicos (Operador 1 y 2).
- **Equipo B:** 2 técnicos (Operador 3 y 4).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

f) LOTO por equipo B, operador 3 (8 min).

g) Abrir el molino por equipo A (10 min).



h) Limpieza intensiva interna del molino de impacto por el equipo A (10 min).

i) Verificación de las placas internas por el equipo A (15 min).

j) Aflojado de pernos y retiro de placas afectadas por equipo B (30 min).

k) Montaje placa nueva; torque final secuenciado por el equipo B (50 min).

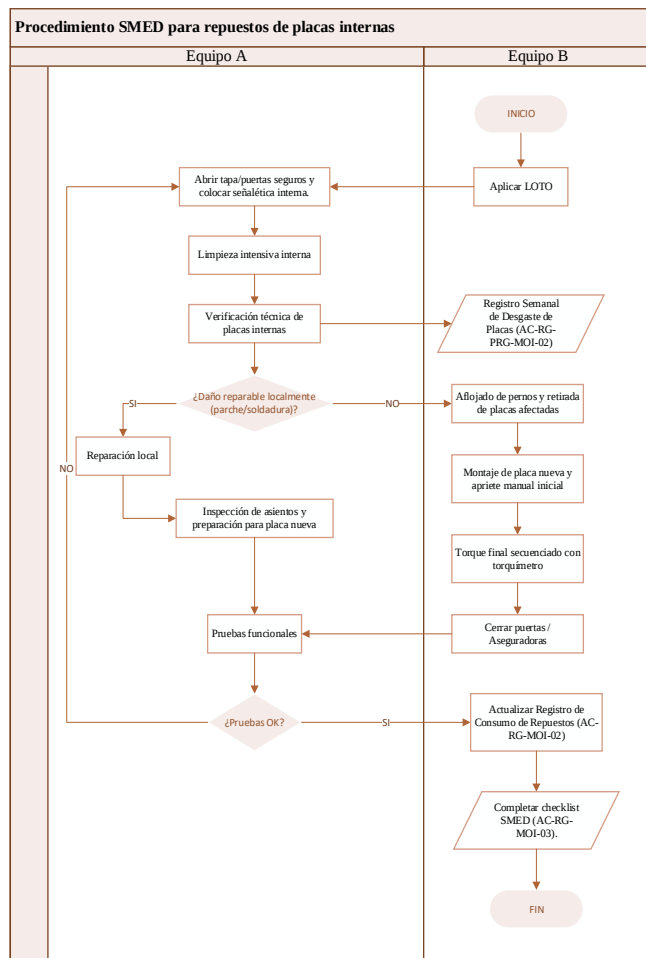
l) Cerrar las puertas del molino con las aseguradoras correspondientes por el equipo B (10 min).

m) Pruebas funcionales (20 min).

n) Cierre documental SMED (5 minutos): Se procede a llenar el Checklist SMED (AC-RG-MOI-03) registrando las horas exactas de inicio y cierre de la intervención para medir la mejora lograda en el MTTR.

4.2.3. Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 07



4.3. Checklist SMED AC-RG-MOI-03

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCP-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE PLACAS INTERNAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 08

Checklist SMED (antes de parar) AC-RG-MOI-03	Marcar (✓)
Preparación del Kit SMED (placa o placas, herramientas, torquímetro)	
Herramientas listas (llave neumática cargada, torquímetro, etc.)	
EPP para todo el equipo disponible	
Registro de repuestos actualizado y kits rotulados	
Checklist post-parada (para cierre)	
Prueba en vacío OK	
Prueba con carga OK	
Registros completados: Orden de Trabajo (cierre), Registro Consumo Repuestos, Checklist SMED	
Zona limpia y restitución de herramientas a almacén	
Firma líder:	
Hora inicio:	Hora cierre:

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado y seguro para la sustitución programada de las chapaletas (martillos) del molino de impacto, con el fin de mantener la eficiencia de trituración, reducir las paradas inesperadas asociadas a su desgaste y garantizar condiciones óptimas de trabajo.

2. Alcance

Aplicable al Molino de Impacto de la Planta de Áridos Cuéllar. Incluye las actividades de preparación, inspección del desgaste, desmontaje, reemplazo de las chapaletas, ajuste final, y el registro de la intervención. Corresponde a las intervenciones planificadas (mantenimiento programado) antes de que la pieza falle catastróficamente.

3. Contexto

El molino de impacto cumple una función central en la trituración secundaria y está sometido a fuertes cargas mecánicas y desgaste por impacto constante. El desgaste o ruptura de las chapaletas es una avería crítica con una ocurrencia anual promedio de 4 eventos, generando una pérdida significativa de 515,20 minutos de inactividad anual. La confiabilidad del equipo se ve comprometida por el desgaste acelerado de estos componentes internos.

4. Seguridad y equipos de protección

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

5. Procedimiento de mantenimiento programado para cambio de chapaletas del molino de impacto

5.1.Herramientas necesarias

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta de impacto para aflojar y ajustar pernos de gran torque	½" de cuadrante; capacidad para pernos M16–M24	Uso con compresor de aire; torque máx. 600 Nm; reduce tiempos en desmontaje de
Torquímetro	Instrumento de precisión para el ajuste final de pernos con torque exacto.	Rango 0–600 Nm.	Asegura el apriete correcto, evitando sobrecarga o falta de ajuste.
Martillo	Golpe controlado para liberar piezas trabadas	Longitud 30–40 cm; peso 1–2 kg	Mango de fibra; cabeza de acero templado
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	Palanca de 40–60 cm; espátula de 10–15 cm de ancho.	Permiten apalancar con seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Escobilla	Limpieza de polvo y residuos sobre mallas	30–40 cm de ancho	Cerdas plásticas/nylon resistentes
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm

5.2.Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / medidas típicas	Características principales
Chapaleta / martillo (tipo estándar)	Pieza de desgaste que se fija al rotor para realizar la trituración por impacto. Se reemplaza cuando la pérdida de masa o sección supera el umbral definido o aparecen fisuras.	Dimensiones largo 40 cm, ancho 30 cm, espesor 5 cm.	Material: manganeso o acero resistente.
Pernos de fijación	Sujetan placas y chapaletas	M16–M24; longitudes según placa	Grado 8.8 o 10.9 recomendados; tuerca y arandela.
Lubricante / grasa	Engrase de rodamientos y ejes	5 L	Seleccionar según especificación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Responsables necesarios: Jefe de producción, operador 1 (Técnico mecánico) y operador 2.

5.3.Determinación de la programación: Producción Real del molino (referencia):
2.990 toneladas/día.

5.3.1. Vida útil actual de placas o paredes internas (en toneladas y tiempo)

Para programar el cambio de placas o paredes internas, se utiliza el criterio de toneladas procesadas, basándose en la vida útil actual.

Según datos históricos de la planta (anexo 1), el cambio se realiza cada tres meses y es variable la cantidad de placas que se llegan a cambiar según el desgaste.

224,250 toneladas las chapaletas resisten en 862.5 horas (3 meses).

5.3.2. Criterios para placas internas

a) Pérdida de espesor > 50% respecto al espesor original (50 mm o 5 cm): medir en al menos 2 puntos representativos de las placas y calcular promedio obteniendo así el espesor actual. Estos datos se deben registrar en AC-RG-PRG-CH-MOI-01.

b) $\text{Espesor actual} = (e1 + e2) / 2$

Donde e: espesor en milímetros (mm).

c) Fórmula: $\% \text{ pérdida} = (\text{espesor original} - \text{espesor actual}) / \text{espesor original} \times 100$.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

d) Si % pérdida > 50% se debe programar reemplazo en intervención planificada o inmediato si riesgo de perforación.

e) Este cálculo y revisión se realizarán semanalmente.

f) En caso de presentarse estos problemas, se realizará el reemplazo inmediato (orden de trabajo correctivo) y son los siguientes:

- Presencia de roturas en placa.
- Desgaste en zonas de fijación.

5.4.Registro de producción diaria

Registrar la cantidad de toneladas (tn) procesadas diariamente por el Molino de Impacto AC-RG-PRG-MOI-01 (instructivo AC-PRG-MOCP-INS-01; punto 7.1).

5.5.Monitoreo Acumulado

Hacer seguimiento continuo de las toneladas acumuladas, comparándolas con el límite de vida útil establecido.

5.6.Alerta

Cuando el consumo de vida útil se acerque a un umbral predefinido al 80% del límite de su vida útil actual (ver el registro AC-RG-PRG-MOI-01), se notifica al jefe de producción para programar el reemplazo.

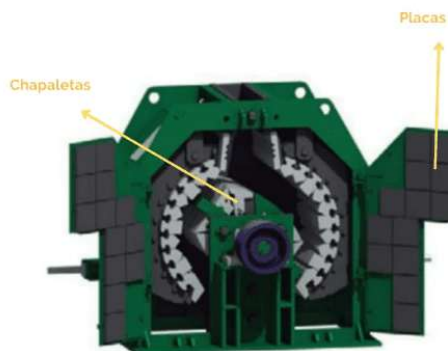
5.7.Preparación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

Coordinar con producción la parada programada, se debe aplicar LOTO para asegurar energía aislada, verificar disponibilidad de repuestos (chapaletas y pernos) y herramientas.

5.8.Apertura e Inspección

- Apertura del Molino: Usar la llave neumática para aflojar el perno tipo abrazadera y retirar el seguro principal. Utilizar picaportes/fuerza controlada (palanca) para liberar y abrir las puertas del molino.
- Limpieza Interna: Realizar una limpieza exhaustiva con escobilla, eliminando polvo y residuos de material, facilitando la inspección precisa.
- Verificación del Estado: Realizar una inspección técnica de las chapaletas, identificando roturas o desgastes significativos que justifiquen el reemplazo programado.



5.9.Desmontaje e Instalación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

d) Desmontaje: Si el desgaste es excesivo, se deben liberar los seguros mecánicos correspondientes a las chapaletas y proceder a su desmontaje. Este paso, en mantenimiento correctivo, toma un promedio de 105,8 minutos.

e) Instalación: Efectuar el cambio de las chapaletas e instalar las piezas de repuesto de forma segura y precisa.

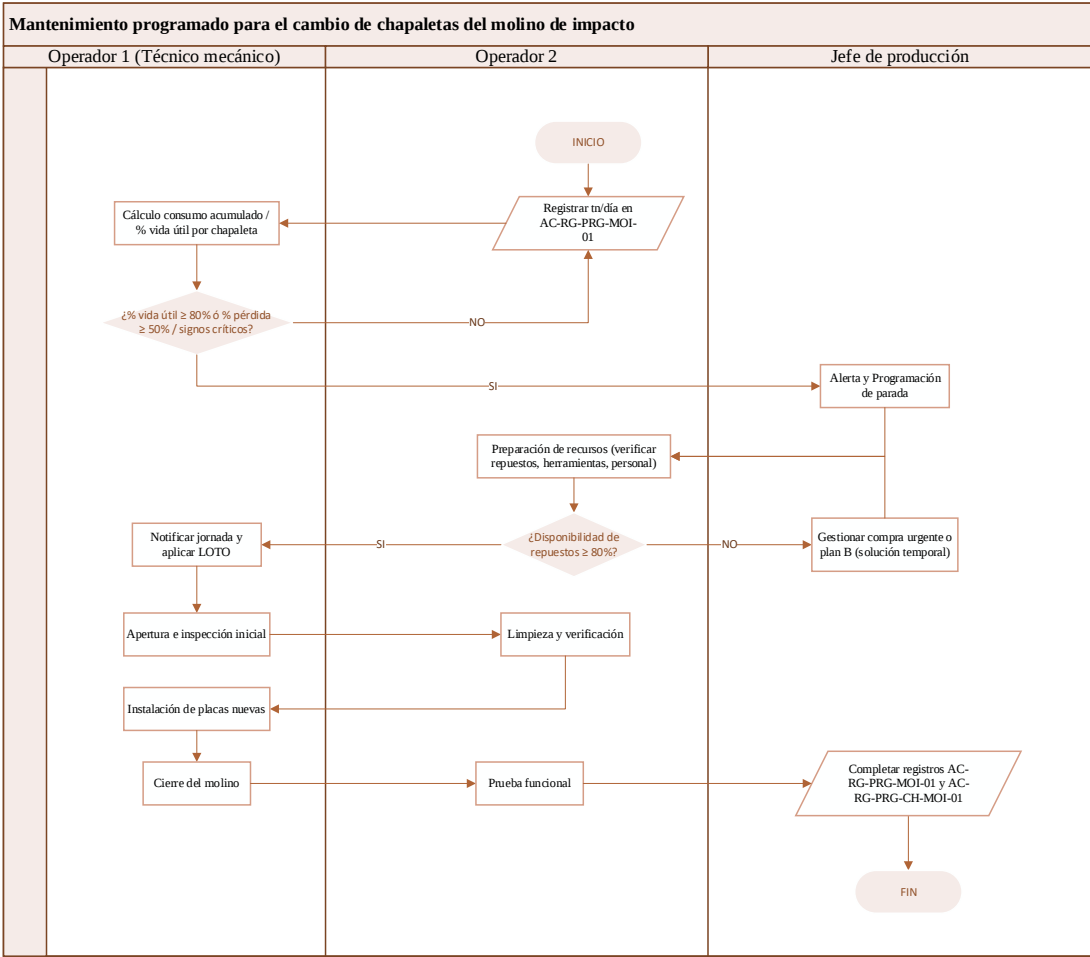
5.10. Cierre y pruebas

f) Cierre del Molino: Proceder al cierre del equipo, asegurando que las piezas estén correctamente alineadas y ensambladas. Colocar los seguros y mecanismos de fijación con precisión.

g) Prueba Funcional: Realizar una verificación final de las piezas reemplazadas y fijaciones. Encender el molino en vacío y luego con carga ligera para confirmar su funcionamiento estable.

5.11. Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07



6. Registros necesarios

6.1.Registro semanal de desgaste de chapaletas del molino de impacto

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 08

Registro Semanal de Desgaste de chapaletas del Molino de Impacto			Fecha:		Nombre del Operador:		AC-RG-PRG-CH-MOI-02
N° Placa	Espesor Original (mm)	Medición 1 (mm)	Medición 2 (mm)	Espesor Promedio (mm)	% Pérdida de Espesor	Cumple ≤50% (Si/No)	Observaciones
1	50						
2	50						
3	50						
4	50						
...	50						

Instrucciones de llenado

- Anotar fecha y nombre del personal responsable.
- Para las mediciones ver el punto 5.3.2. Criterios para placas internas. Cada placa debe medirse en 3 puntos distintos con calibrador.
- Registrar los valores en milímetros (mm).
- Espesor promedio: Calcular sumando las 2 mediciones y dividiendo entre 2.
- % Pérdida: Aplicar la fórmula indicada ver el punto 5.3.2.
- Si el valor es mayor al 50%, marcar “No cumple”.
- Observaciones: Indicar si hay fisuras, agujeros, deformaciones o problemas de fijación.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado de inspección y diagnóstico de las chapaletas (martillos) del Molino de Impacto, con el fin de detectar de forma temprana el desgaste excesivo, fisuras, o el aflojamiento antes de que se conviertan en fallas graves o paradas inesperadas. El mantenimiento preventivo busca mantener la eficiencia de trituración.

2. Alcance

Aplicable a las actividades de inspección visual y medición de desgaste de las chapaletas del Molino de Impacto de la Planta de Áridos Cuéllar. Incluye la coordinación, el diagnóstico, el registro de hallazgos y la emisión de una Orden de Trabajo Correctiva (OTC) si se requiere un reemplazo inmediato.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimiento de mantenimiento preventivo para cambio de chapaletas del molino de impacto

4.1.Herramientas necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Elemento	Uso práctico	Medidas / ejemplo	Observaciones
Calibrador (Vernier)	Medir espesor placas en mm	150 mm o 300 mm	Precisión 0,02 mm
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm
Llave neumática ½"	Aflojar/apretar pernos	Para pernos M16 o M24	Usar con torquímetro para apriete final
Torquímetro	Apriete controlado de pernos	Rango 0–600 Nm	Registrar valores
Escobillas / soplador (aire)	Limpieza interior y canales	Manual	No usar solventes sobre placas
Linterna LED	Inspección en zonas oscuras	200–500 lm	Recomendada recargable
Martillo	Liberar incrustaciones	Martillo 1–2 kg	Usar con cuidado

Responsables necesarios: Operador 1 (Técnico mecánico) y operador 2

4.2.Diagnóstico y Medición

- Limpieza:** Realizar una limpieza interna exhaustiva con escobilla, eliminando polvo y residuos de material para permitir una evaluación precisa.
- Inspección Visual de Chapaletas:** Inspeccionar el estado de las chapaletas (martillos), buscando.
 - Roturas o desgastes.
 - Evidencia de golpeo irregular.



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

- c) Medición de Desgaste: Si es posible, utilizar el Calibrador (Vernier) para medir el espesor restante de las chapaletas.

4.3.Criterios de decisión y acción

- d) Si se detecta una condición crítica: (Rotura, fisura, golpeteo irregular, o desgaste que compromete el funcionamiento).
- Detener el equipo y generar una Orden de Trabajo Correctiva (OTC). El técnico debe detallar el daño encontrado y la evidencia fotográfica.

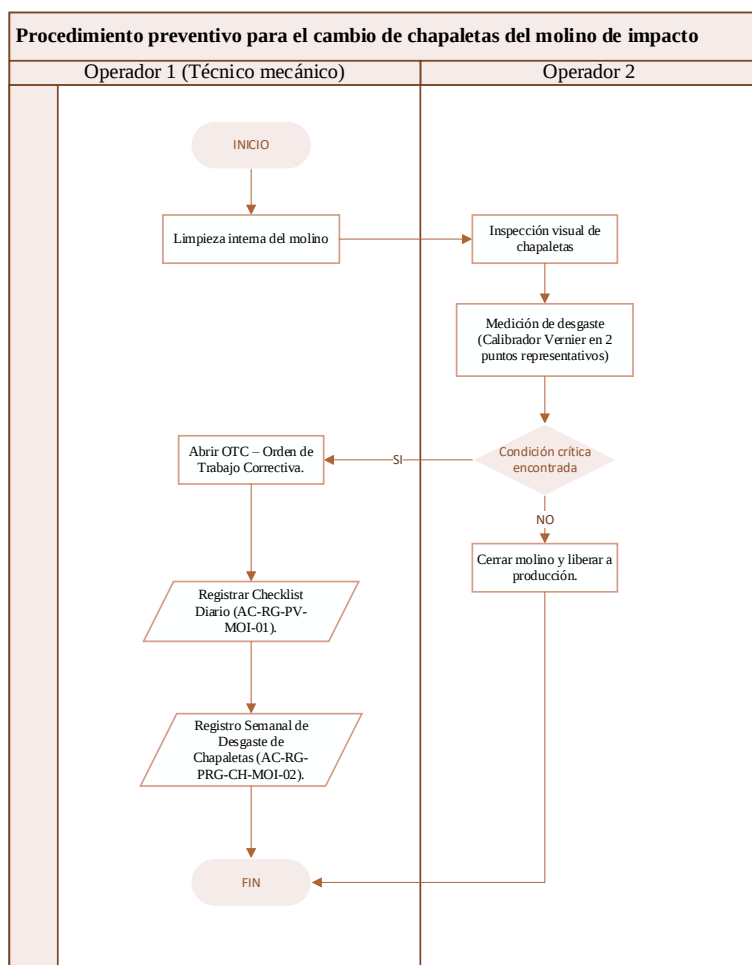


- La acción inmediata será la Sustitución de chapaletas (correctivo), cuyo proceso de desarme interno toma en promedio 105,8 minutos.
- e) Si se detecta aflojamiento de pernos: Si es accesible y el perno no está dañado, se debe ajustar de inmediato. Si el perno está inaccesible o la rosca dañada, se debe abrir una OTC.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

- f) Si la condición es aceptable: Proceder al cierre del molino y liberar el equipo a operación normal. Registrar los hallazgos en el Checklist Diario AC-RG-PV-MOI-01 (instructivo AC-PV-MOCP-INS-01; punto 6.1) y el Registro Semanal de Desgaste de Chapaletas AC-RG-PRG-CH-MOI-02 (instructivo AC-PRG-MOCH-INS-01; punto 6.1).

4.4. Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado, seguro y rápido para la sustitución inmediata de las chapaletas (martillos) defectuosas o rotas del molino de impacto, con el fin de restablecer la operación del equipo en el menor tiempo posible y mitigar las pérdidas de producción asociadas a paradas no planificadas.

2. Alcance

Aplicable a la intervención de Mantenimiento Correctivo del Molino de Impacto de la Planta de Áridos Cuéllar. Incluye las actividades que se activan al detectarse una avería crítica, como la ruptura o desgaste de las chapaletas.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimiento de mantenimiento correctivo para cambio de chapaletas del molino de impacto

4.1.Herramientas necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Herramienta de impacto para aflojar y ajustar pernos de gran torque	½" de cuadrante; capacidad para pernos M16–M24	Uso con compresor de aire; torque máx. 600 Nm; reduce tiempos en desmontaje de
Torquímetro	Instrumento de precisión para el ajuste final de pernos con torque exacto.	Rango 0–600 Nm.	Asegura el apriete correcto, evitando sobrecarga o falta de ajuste.
Martillo	Golpe controlado para liberar piezas trabadas	Longitud 30–40 cm; peso 1–2 kg	Mango de fibra; cabeza de acero templado
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	Palanca de 40–60 cm; espátula de 10–15 cm de ancho.	Permiten apalancar con seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Calibrador (Vernier)	Medición de holguras, espesores de gomas y pernos	150 mm o 300 mm	Precisión 0.02 mm, escala mm/pulgadas
Escobilla	Limpieza de polvo y residuos sobre mallas	30–40 cm de ancho	Cerdas plásticas/nylon resistentes
Metro	Medición de cortes o áreas dañadas	3–5 m	Flexible, graduación mm/cm

4.2. Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / medidas típicas	Características principales
Chapaleta / martillo (tipo estándar)	Pieza de desgaste que se fija al rotor para realizar la trituration por impacto. Se reemplaza cuando la pérdida de masa o sección supera el umbral definido o aparecen fisuras.	Dimensiones largo 40 cm, ancho 30 cm, espesor 5 cm.	Material: manganeso o acero resistente.
Pernos de fijación	Sujetan placas y chapaletas	M16–M24; longitudes según placa	Grado 8.8 o 10.9 recomendados; tuerca y arandela.
Lubricante / grasa	Engrase de rodamientos y ejes	5 L	Seleccionar según especificación

Responsables necesarios: Operador 1 (Técnico mecánico), operador 2, operador 3.

4.3. Criterios de Activación

El procedimiento correctivo se activa inmediatamente cuando se detecta:

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

- a) Falla en operación: Ruido anormal o golpeteo irregular que indica un componente suelto o roto.
- b) Diagnóstico crítico: Se encuentra una ruptura o fisura abierta en la chapaleta, o un desgaste excesivo que compromete la trituración o seguridad.

4.4.Ejecución del cambio de chapaletas: La secuencia sigue el flujo de mantenimiento correctivo del molino de impacto:

4.4.1. Seguridad y acceso

- a) Detención: Detener inmediatamente la operación del molino.
- b) LOTO: Aplicar el procedimiento de Bloqueo/Etiquetado (LOTO) para aislar la energía y garantizar la seguridad.
- c) Recursos: Verificar la disponibilidad de chapaletas y herramientas para evitar interrupciones.
- d) Apertura del Molino: Usar la llave neumática para aflojar el perno tipo abrazadera y retirar el seguro principal. Utilizar picaportes o fuerza controlada (golpes controlados) para liberar la palanca de apertura y acceder al interior del equipo.

4.4.2. Diagnóstico y desmontaje

- e) Limpieza: Realizar una limpieza exhaustiva de la parte interna con escobilla, eliminando polvo y residuos de material para permitir una evaluación precisa del daño.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

- f) Verificación del Daño: Realizar la inspección técnica de las chapaletas (martillos) y paredes internas, identificando las roturas o el desgaste significativo.



- g) Desmontaje: Si se confirma el daño, se deben liberar los seguros mecánicos correspondientes a las chapaletas. Proceder al desmontaje y reemplazo de chapaletas de forma segura y precisa.

4.4.3. Instalación y cierre

- h) Instalación: Colocar las nuevas chapaletas, asegurando que estén correctamente instaladas y fijadas.

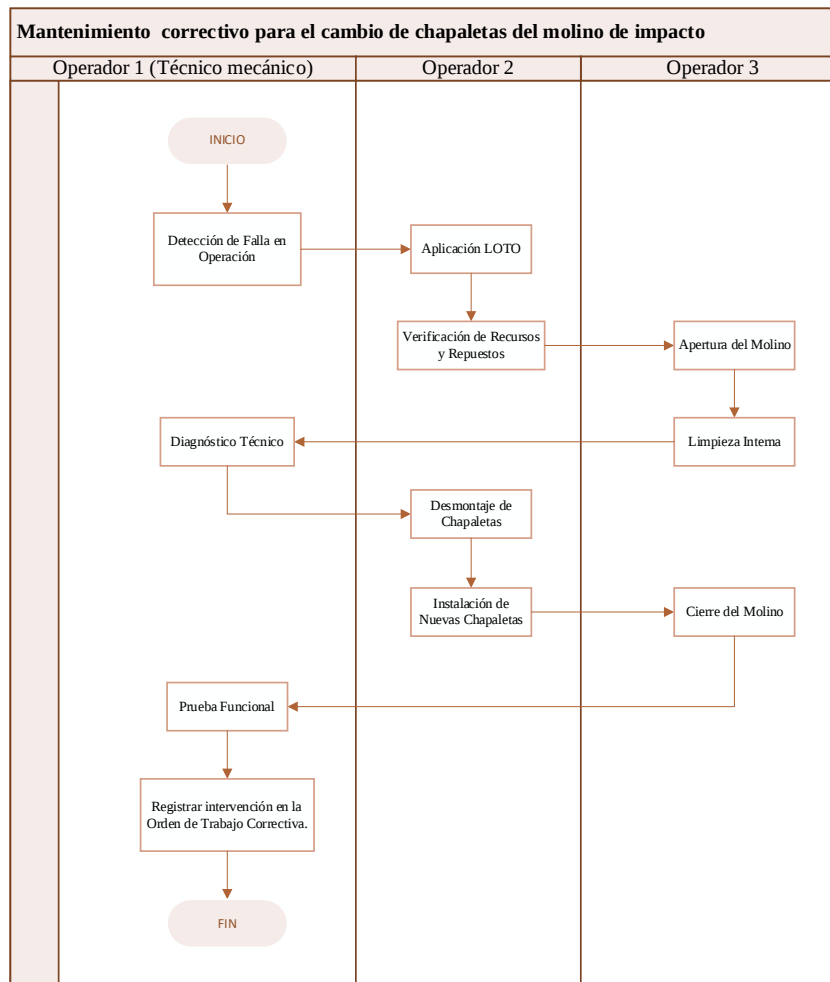


ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

- i) Fijación: Aplicar el torque final a los pernos o mecanismos de sujeción para evitar el aflojamiento por vibración.
- j) Cierre del Molino: Proceder al cierre del equipo, asegurando que todas las piezas estén correctamente alineadas y ensambladas. Colocar los seguros y mecanismos de fijación.
- k) Prueba Funcional: Realizar la verificación final de las piezas reemplazadas. Encender el molino en vacío y luego con carga ligera para confirmar su funcionamiento estable y la ausencia de ruidos o vibraciones anormales.

4.5.Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06



5. Registros necesarios

Para el registro del cambio de chapaletas se utilizará la Orden de Trabajo Correctiva AC-RG-MOI-01 (instructivo AC-PV-MOCP-INS-01; punto 6.3), también utiliza el Registro de consumo de repuestos AC-RG-MOI-02 (instructivo AC-CRR-MOCP-INS-01; punto 5.1).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Reducir drásticamente el Tiempo Medio Para Reparar (MTTR), actualmente de 128,80 minutos por evento, asociado al desgaste o ruptura de las chapaletas, mediante la implementación de: a) Just In Time (JIT): Asegurar la disponibilidad de repuestos críticos para evitar paradas por falta de stock. b) SMED: Optimizar el tiempo de reemplazo, especialmente la operación crítica de desmontaje/instalación que consume 105,8 minutos.

2. Alcance

Aplica al Molino de Impacto de la Planta de Áridos. Cubre:

- Programación de repuestos con enfoque JIT.
- Preparación y ejecución de tareas bajo metodología SMED.
- Control de registros, pruebas funcionales y cierre de intervención.

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimiento de mantenimiento lean con enfoque JIT y SMED para cambio de chapaletas del molino de impacto

4.4.Procedimiento JIT (Just In Time) para chapaletas

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

El JIT es esencial debido a que la falta de chapaletas (Lead time 20 días) detiene la planta.

a) **Responsables necesarios**

Jefe de producción y operador 1 (técnico mecánico).

b) **Clasificación de criticidad**

Criticidad	Repuestos
A (Alta Criticidad)	Chapaletas
B (Media)	Pernosy arandelas

c) **Nivel Mínimo de Stock**

Es prioritario establecer stocks de seguridad para estos ítems. Se recomienda mantener chapaletas de acero de alta resistencia en el almacén.

d) **Cálculo del Punto de Reorden (ROP)**

Se debe calcular el ROP utilizando la fórmula:

$$\text{ROP} = \text{Consumo promedio} \times \text{Cantidad de paradas} + \text{Stock de seguridad}$$

Donde:

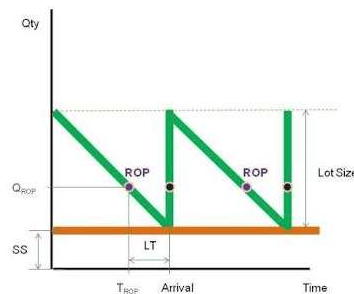
ROP: Punto de pedido (en unidades). Es el número de placas que deben quedar en el almacén para hacer un nuevo pedido.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Consumo promedio: Utilizar los repuestos requeridos según equipo (unidad/parada).

Cantidad de paradas, son las cantidades de paradas del equipo al año.

Stock de seguridad es la cantidad de unidades en inventario usadas para mitigar la desviación de la demanda.



e) Órdenes a Proveedores

Considerar establecer contratos marco para reducir el lead time y disminuir costos, evitando la dependencia de compras externas de emergencia.

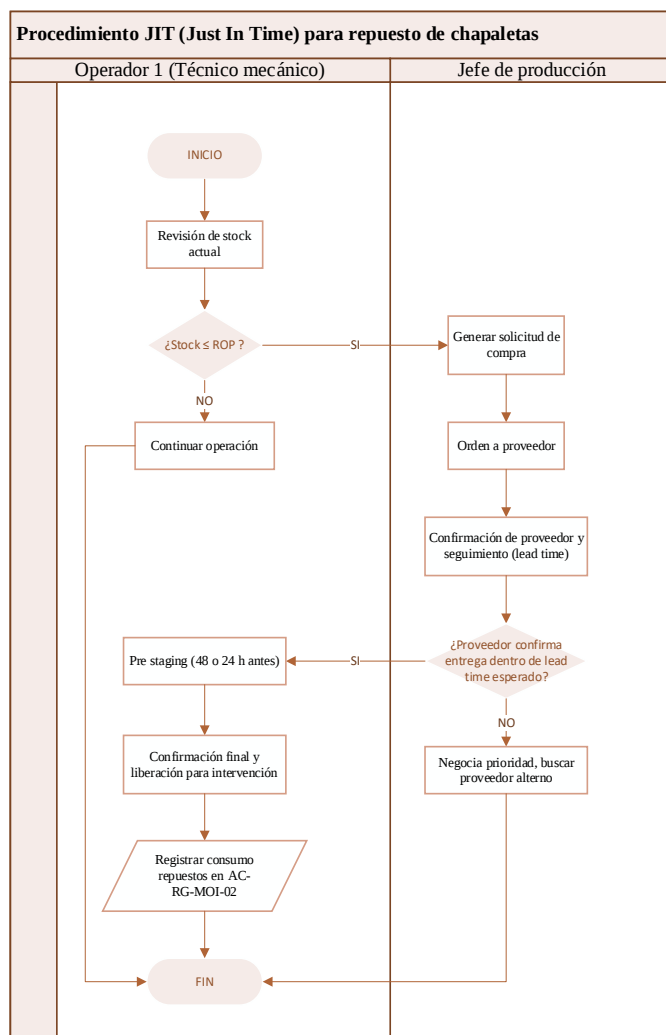


f) Registro Obligatorio

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

El consumo de las chapaletas debe registrarse obligatoriamente en el Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-MOI-02 (instructivo AC-CRR-MOCP-INS-01; punto 5.1.) para actualizar el stock y proyectar la próxima compra.

g) Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

4.5.Procedimiento SMED (Single Minute Exchange of Die)

El enfoque SMED busca convertir tareas y optimizar aquellas que se realizan con el equipo parado (MTTR de 128,80 minutos).

4.5.1. Preparación externa

- a) **Kits SMED:** Asegurar que el Kit Chapaletas esté completo (repuestos de Alta Criticidad, pernos y herramientas) (15 min).
- b) **Verificación de Herramientas:** La llave neumática debe estar lista y probada, ya que es crítica para agilizar el aflojado de pernos.
- c) **Reunión SMED corta:** Asignación de funciones y secuencia (10 min).

4.5.2. Actividades internas (con el equipo parado)

Apertura del Nota operativa: Organizar equipo en 2 sub equipos para trabajar en paralelo:

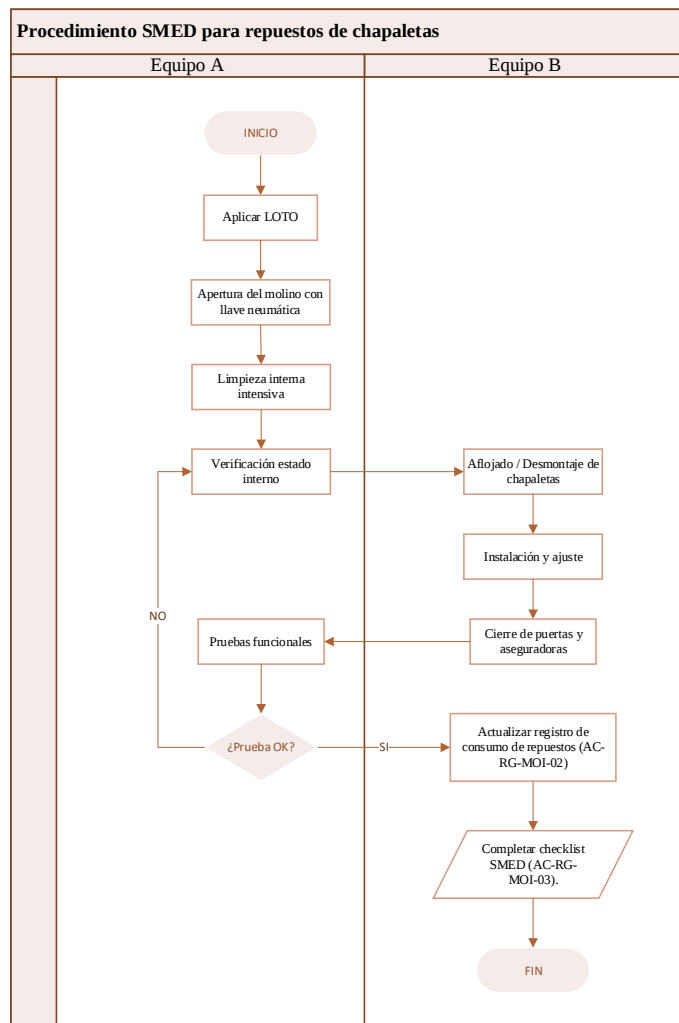
- **Equipo A:** 2 técnicos (Operador 1 y 2).
 - **Equipo B:** 2 técnicos (Operador 3 y 4).
- d) molino: Uso de Llave Neumática y el equipo A en paralelo para perno tipo abrazadera/seguros (8 min).
 - e) Limpieza interna: Limpieza intensiva con escobilla y aire comprimido inmediatamente después de la apertura, encargado el equipo A (10 min).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

- f) Verificación estado interno: El diagnóstico se realiza de forma paralela mientras se termina la limpieza por el equipo A (5 min).
- g) Aflojado/desmontaje de chapaletas: Trabajo en paralelo: Dos técnicos trabajando simultáneamente en la liberación de seguros mecánicos y el retiro de piezas por equipo B (20 min).
- h) Instalación y Ajuste: Instalación de las chapaletas nuevas pre inspeccionadas del Kit. Aplicar torque final a las fijaciones por el equipo B (30 min).
- i) Cerrar las puertas del molino con las aseguradoras correspondientes por el equipo B (8 min).
- j) Pruebas funcionales (15 min).
- k) Cierre documental SMED (5 minutos): Se procede a llenar el Checklist SMED (AC-RG-MOI-03) registrando las horas exactas de inicio y cierre de la intervención para medir la mejora lograda en el MTTR.

4.5.3. Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-MOCH-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07



5. Registros necesarios

Utilizar el registro Checklist SMED AC-RG-MOI-03 (instructivo AC-LN-MOCP-INS-01; punto 4.3).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Planificar y ejecutar la reparación programada de la banda transportadora mediante la técnica de remachado (ribeteado con grapas mecánicas), con el fin de corregir desgastes localizados o daños menores detectados durante la inspección preventiva, minimizando paradas inesperadas y optimizando la disponibilidad operativa de las cintas transportadoras.

2. Alcance

Aplicable a todas las cintas transportadoras de la Planta de Áridos Cuéllar. Incluye la preparación de recursos, el empalme o remache de la banda mediante la colocación de grapas mecánicas, la verificación de tensión y alineación, y el registro de la intervención. No cubre el reemplazo completo de la banda, lo cual se considera una intervención de mayor magnitud.

3. Contexto

Las cintas transportadoras son equipos críticos en el proceso de producción de áridos, ya que aseguran la continuidad del flujo de material. El corte de las cintas es una avería recurrente (8 ocurrencias anuales) que genera 716.80 minutos de inactividad anual. Estas fallas suelen asociarse al desgaste prematuro, sobrecarga o desalineación. La intervención mediante grapas mecánicas y remaches es el método correctivo habitual para los cortes. Este instructivo establece la planificación de dicho proceso para convertirlo en una acción programada basada en la condición, en lugar de una emergencia correctiva.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

4. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

5. Procedimiento de mantenimiento programado para empalme mecánico de cintas transportadoras

5.1.Herramientas necesarias

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Para aflojar/ancilar poleas o tensores	1/2" (impacto 300–700 Nm)	Portátil, aire comprimido
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	ajustes donde la llave neumática no llega.
Remachadora neumática / manual	Herramienta para conformar remaches de correa	Capacidad remache diametro 6 a 10 mm	Selección de boquillas según remache
Linterna LED	Inspección en zonas oscuras	200–500 lm	Recomendada recargable
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	espátula de 10–15 cm de ancho.	seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Tenazas / alicates	Manipulación de remaches	-	Corte/ajuste de remaches sobrantes
Calibrador / Vernier	Medición de espesor y paso	150–300 mm	Precisión 0.02 mm
Cinta métrica	Verificar longitud / alineación	5 m	Flexible
Escobillas / soplador	Limpieza del área	-	Remoción de polvo/áridos
Detector de alineación	Regla/escuadra o láser	-	Comprueba que poleas alineen

5.2.Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Remaches / grapas / fasteners	Elemento de fijación	Según especificación (6 a 10 mm)	Material y longitud según correa
Banda / Empalme metálico (si se usa)	Refuerzo del empalme	Según ancho correa	Acero/latón según especificación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Responsables necesarios: Jefe de producción y operador 1 (Técnico mecánico).

5.3.Criterio de inspección y acción

Empalme Mecánico: Clips o grapas rotas, dobladas o expuestas.

Tensión/Alineación: La cinta tiende a desplazarse hacia un lado o se detecta desgaste por roce lateral cerca del empalme.

Banda (cerca del empalme): Daño severo, desgarró longitudinal extendiéndose desde el empalme.



5.4.Seguridad y Aislamiento (LOTO)

Asegurar que el sistema transportador esté apagado y bloqueado/etiquetado (LOTO) para evitar un arranque accidental. Colocación de señalética.

5.5.Localización y Limpieza

Identificar la ubicación del empalme mecánico. Limpiar a fondo el área, retirando restos de áridos y polvo con la escobilla para facilitar la inspección.

5.6.Inspección Visual del Empalme

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

Inspeccionar todos los sujetadores (grapas) en busca de aflojamiento, corrosión o daño. Usar linterna LED. Registrar hallazgos en el formulario. Checklist (AC-RG-CTEM-01).

5.7.Verificación de tensión y alineación

Verificar que la tensión de la correa sea correcta. Observar si la correa corre recta o si el empalme causa un desplazamiento lateral.

5.8.Acción de mantenimiento (reemplazo menor)

Si se detecta un clip o grapa rota, reemplazar la unidad defectuosa de inmediato para evitar que el desgarró se expanda. Asegurar los nuevos sujetadores firmemente. Registro Consumo Repuestos (AC-RG-CTEM-02).

5.9.Verificación post ajuste

Confirmar visualmente que el área reparada o ajustada esté segura. Verificar alineación y seguimiento de la correa.

5.10. Prueba funcional

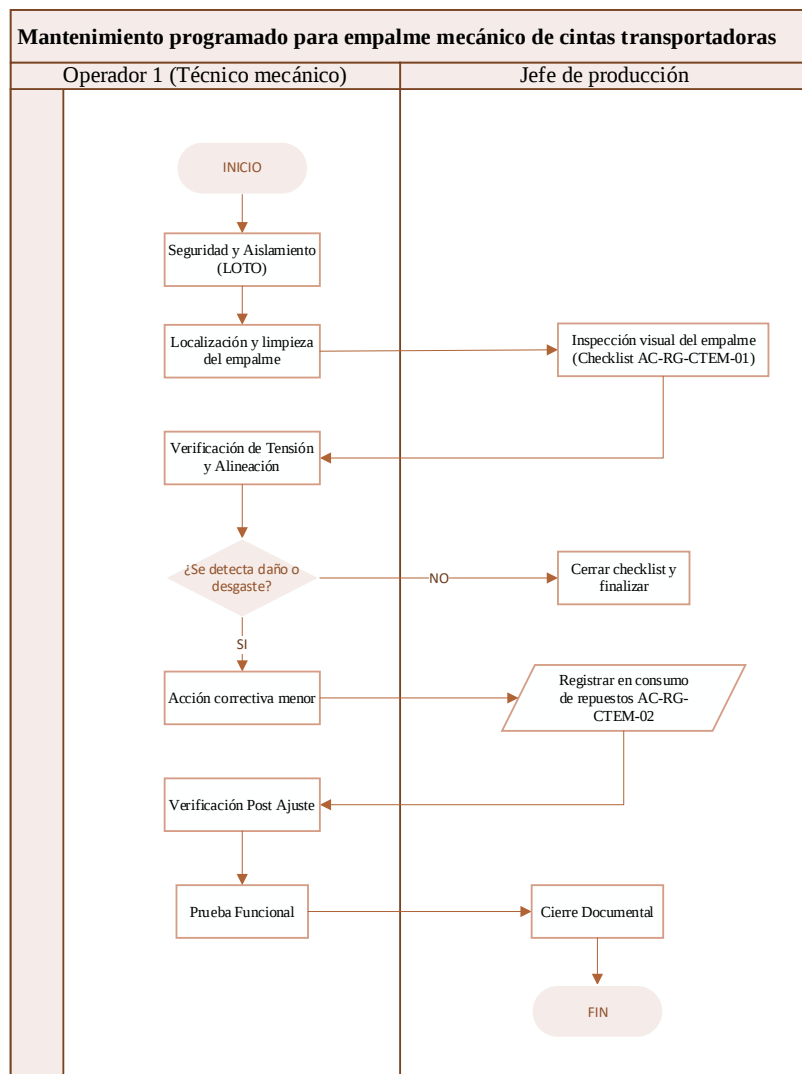
Probar la cinta transportadora a baja velocidad para verificar la integridad del empalme.

5.11. Cierre documental

Completar el Checklist de Inspección Semanal (AC-RG-CTEM-01) y, si hubo necesidad de reparación o ajuste, cerrar la Orden de Trabajo Correctiva (AC-RG-CTEM-03) (si aplica).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

5.12. Flujograma



6. Repuestos necesarios

6.1. Checklist de Inspección Semanal para la cinta transportadora

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

AC-RG-CTEM-01		Checklist de Inspección Semanal para la cinta transportadora		
Ítem a inspeccionar	Criterio / Qué revisar	Cumple	No cumple	Observaciones
Pernos de Sujeción	¿Pernos flojos, faltantes o visibles?	☐	☐	
Clips/Grapas	¿Clips rotos, doblados o con signos de corrosión/desgaste?	☐	☐	
Integridad del Empalme	¿Hay separación entre los extremos de la banda?	☐	☐	
Bordes de la Banda	¿Desgaste o daño por roce lateral cerca del empalme?	☐	☐	
Tensión de la Correa	¿La tensión se mantiene dentro del rango visual aceptable?	☐	☐	
Limpieza	¿Se retiraron todos los residuos del área del empalme?	☐	☐	
Ausencia de espacios/fisuras	Los bordes de la correa están unidos firmemente, sin espacios visibles.	☐	☐	
Alineación y seguimiento	La banda corre centrada; el empalme no se desplaza lateralmente.	☐	☐	
Acción tomada	Marque la acción realizada (Ajuste/Reprogramación/Ninguna).	☐	☐	

6.2.Registro consumo repuestos

AC-RG-CTEM-02				Registro de Consumo de Repuestos						
Nº Orden de Trabajo	Equipo	Fecha inicio / fin	Hora inicio / cierre	Nombre del repuesto o insumo	Cantidad usada	Unidad de medida	Proveedor (si aplica)	Motivo de uso / Observaciones	Nombre del técnico responsable	Firma

Instrucciones de llenado:

- Equipo: Escribir el nombre del equipo (ej. Cinta transportadora).
- Fecha inicio y fin: Día/mes/año.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07

- c) Hora de inicio y cierre: Hora en que comenzó y terminó el trabajo donde se consumieron repuestos.
- d) N° Orden de Trabajo: Número de la Orden de Trabajo Correctiva, Preventiva o Programada asociada.
- e) Nombre del repuesto o insumo: Nombre del repuesto o insumo (ej. “grapas”, etc.).
- f) Cantidad usada: Número exacto de unidades consumidas (ej. 1, 2, 5 docenas).

Unidad de medida: Especificar (ej. unidad, docena, litro, metro).

- g) Proveedor (si aplica): Solo llenar si el repuesto vino de compra externa en emergencia (ej. “Proveedor X”). Si salió de almacén interno, escribir “Almacén interno”.
- h) Motivo de uso / Observaciones: Describir brevemente la razón del consumo (ej. “Reemplazo por rotura”, “ruptura de la correa”).
- i) Nombre del técnico responsable: Nombre y apellido de la persona que realizó la intervención.
- j) Firma: Firma del técnico para validar el consumo.

6.3.Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PRG-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08

AC-RG-CTEM-03		Orden de Trabajo Correctiva o registro de orden correctiva	
Campo	Instrucciones	Contenido	Observaciones
Nº OT	Consecutivo asignado automáticamente o por jefe.	2025-CTEM-OTC-000__	
Fecha/Hora aviso	Momento de la detección		
Reportado por (nombre / cargo)	Nombre y cargo		
Equipo	Nombre del equipo y ubicación	Cinta Transportadora	
Tipo de componente afectado	Marcar lo que corresponda	Bandas ☐ Correa ☐ Otro:	
Descripción breve del problema	Detalle breve del hallazgo		
Evidencia adjunta (fotos/croquis)	Adjuntar o marcar “no aplica”		
Nivel de criticidad (marcar)	A (Parada inmediata) / B (afecta rendimiento) / C (puede esperar). Marcar lo que corresponda.	A (Detener) ☐ B (Medio) ☐ C (Baja) ☐	
Acción solicitada	Marcar lo que corresponda	Reemplazo inmediato ☐ Inspección detallada ☐ Limpieza ☐ Reapriete ☐	
Repuestos necesarios	Cantidad y los códigos del repuesto si aplica.	Bandas cortadas N°: ____ Pernos: ____ Otros:	
Responsable o/s asignado o/s	Jefe de mantenimiento escribe nombre		
Estado	Marcar lo que corresponda	Abierta ☐ En proceso ☐ Cerrada ☐	
Fecha/Hora cierre	Cierre de la orden de mantenimiento correctivo.		
Actividades realizadas	Escriba con detalle las actividades que se realizaron en esta ocasión.		
Repuestos consumidos (cod./cant.)	Escriba con detalle los repuestos consumidos en esta ocasión.		
Tiempo total intervención	Coloque el total de horas que el equipo paro.		
Firma reportante			
Firma responsable recepción			

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Establecer un procedimiento estandarizado de inspección visual y verificación de los empalmes mecánicos (sujetadores/grapas/clips) en las cintas transportadoras, con el fin de detectar holguras, daños o desgastes que puedan generar una falla inesperada. Este mantenimiento busca garantizar la integridad de la unión, minimizar el tiempo de inactividad no planificado y prolongar la vida útil de la cinta.

2. Alcance

Aplicable a todas las cintas transportadoras de la planta de áridos que utilicen empalmes mecánicos (sujetadores, clips o grapas). Incluye la inspección visual, la verificación de la seguridad de la fijación y el registro de hallazgos.

3. Contexto

Las cintas transportadoras son equipos críticos cuya interrupción afecta inmediatamente la cadena de producción. Las averías como el corte de cintas (8 ocurrencias anuales) o la ruptura de la correa, que acumulan un total de 837,80 minutos de inactividad anual, suelen ser reparadas mediante soluciones rápidas como grapas mecánicas. El mantenimiento preventivo del empalme mecánico es clave para asegurar que estas reparaciones rápidas se mantengan efectivas y seguras.

4. Seguridad y equipos de protección

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

5. Procedimiento de mantenimiento preventivo para empalme mecánico de cintas transportadoras

5.1.Herramientas necesarias

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Linterna LED	Inspección en zonas oscuras	200–500 lm	Recomendada recargable
Calibrador / Vernier	Medición de espesor y paso	150–300 mm	Precisión 0.02 mm
Cinta métrica	Verificar longitud / alineación	5 m	Flexible
Escobillas / soplador	Limpieza del área	-	Remoción de polvo/áridos
Detector de alineación	Regla/escuadra o láser	-	Comprueba que poleas alineen

Responsables: Operador 1 (Técnico mecánico).

Frecuencia de la inspección: Diaria o semanal, dependiendo de la criticidad de la cinta y el material transportado.

5.2.Procedimiento de inspección detallada

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

5.2.1. Asegurar la seguridad (LOTO): Detener el sistema transportador y aplicar el procedimiento LOTO (Bloqueo/Etiquetado) para prevenir un arranque accidental.

5.2.2. Limpieza del área: Usar la escobilla para limpiar la zona del empalme mecánico (clips/grapas) y retirar el polvo, áridos o residuos que puedan obstruir la visión.

5.2.3. Inspección Visual del Empalme:

- Verificar el Asiento de los Sujetadores: Inspeccionar visualmente cada clip o sujetador para asegurarse de que esté firmemente en su lugar y que no haya huecos entre el sujetador y la banda.
- Identificar Sujetadores Suelos o Faltantes: Comprobar que no existan remaches, pernos o clips metálicos flojos o faltantes. Los sujetadores mecánicos pueden requerir mantenimiento y ajuste periódicos para garantizar que permanezcan seguros.
- Inspección de la Banda Circundante: Buscar signos de desgaste adicional o daño a la correa causado por el propio sujetador, especialmente a lo largo de los bordes, ya que los sujetadores mecánicos pueden, con el tiempo, causar desgaste adicional.

5.2.4. Verificación de Desplazamiento y Alineación:

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

- Asegurarse de que el empalme (unión) sea perfecto y que la correa corra recta y centrada. El desgaste desigual en los bordes puede indicar desalineación, lo que afectaría la integridad del empalme.



- Observar la banda a baja velocidad (después de retirar el LOTO y solo si se requiere verificar el seguimiento) para asegurar que el empalme no se desplace lateralmente ni se salga de la polea.

5.2.5. Criterio de Decisión y Acción:

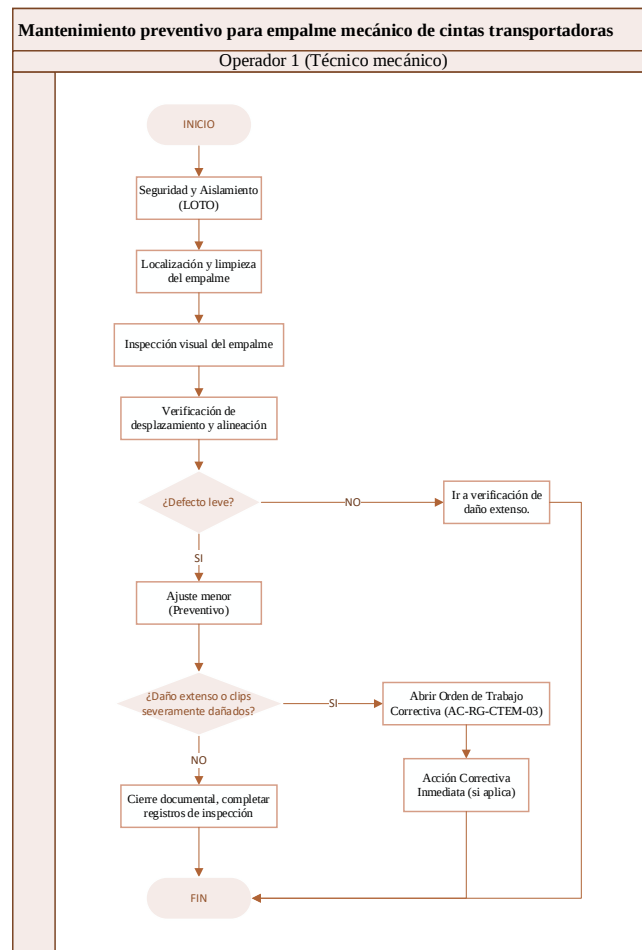
- Ajuste Menor (Preventivo): Si se detecta un clip ligeramente suelto o una pequeña holgura, intentar reapretar (usando un juego de llaves o destornillador) para que los bordes de la correa permanezcan firmemente unidos sin espacios. Registrar en Checklist de inspección de empalmes mecánicos (AC-RG-CTEM-04).



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

- **Acción Correctiva Inmediata:** Si se encuentra daño extenso (múltiples desgarros o clips severamente dañados) o si la reparación temporal falla (el clip se suelta y genera riesgo de daño mayor), o si la banda está gravemente desgastada alrededor del empalme, se debe detener el equipo, aplicar LOTO y abrir una Orden de Trabajo Correctiva (AC-RG-CTEM-03) para programar una reparación mayor (como la sustitución del tramo o vulcanización).

5.3. Flujograma



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

6. Repuestos necesarios

Checklist de Inspección Semanal para la cinta transportadora AC-RG-CTEM-01 (instructivo AC-PRG-CTEM-INS-01; punto 7.1): Se utilizará este registro para marcar las inspecciones realizadas.

Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-PVT-CV-05 (instructivo AC-RG-CTEM-02 (instructivo AC-PRG-CTEM-INS-01; punto 7.2): Se utilizará este registro si se consumen grapas o tornillería para realizar ajustes menores y preventivos en el lugar.

Orden de Trabajo Correctiva (OTC) AC-RG-CTEM-03 (instructivo AC-PRG-CTEM-INS-01; punto 7.3): Se utilizará este registro si el Empalme Mecánico falla, presenta daño extenso o requiere una reparación mayor.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Restablecer la continuidad operativa de la cinta transportadora de forma inmediata tras una falla inesperada, como el corte o la ruptura de la correa, mediante la aplicación de una solución de emergencia o provisional utilizando grapas mecánicas (clips/sujetadores). Este procedimiento busca minimizar el tiempo de inactividad no planificada, cuyo promedio actual para esta avería es de 93,11 minutos, y evitar daños mayores al equipo.

2. Alcance

Aplicable a todas las cintas transportadoras de la planta de Áridos Cuéllar que sufran fallas de banda como el corte de cintas (8 ocurrencias anuales) o ruptura de la correa (1 ocurrencia anual). Incluye las actividades desde la detección de la falla hasta el reinicio de la operación post reparación temporal.

3. Contexto de la Avería

Las cintas transportadoras son equipos esenciales para la continuidad del flujo de material en la planta. Las averías de la banda (cortes o rupturas) son recurrentes y la reparación, que a menudo utiliza grapas mecánicas, es una acción correctiva de gran impacto, acumulando 837,80 minutos de inactividad anual. El mantenimiento correctivo de la cinta implica la reparación de la banda (colocación de grapas mecánicas y remache) y la verificación de alineación y tensión.

4. Seguridad y equipos de protección

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

5. Procedimiento de mantenimiento correctivo para empalme mecánico de cintas transportadoras

5.1.Herramientas necesarias

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Llave neumática	Para aflojar/anclar poleas o tensores	1/2" (impacto 300–700 Nm)	Portátil, aire comprimido
Juego de llaves	Conjunto de llaves manuales para apriete y ajuste de tuercas y pernos.	Rango M10–M24 (10 mm a 24 mm).	Uso mecánico básico, permite ajustes donde la llave neumática no llega.
Remachadora neumática / manual	Herramienta para conformar remaches de correa	Capacidad remache diametro 6 a 10 mm	Selección de boquillas según remache
Linterna LED	Inspección en zonas oscuras	200–500 lm	Recomendada recargable
Palanca y espátula	Herramientas manuales para facilitar el montaje y tensado de la correa en las poleas.	Palanca de 40–60 cm; espátula de 10–15 cm de ancho.	Permiten apalancar con seguridad y evitar daños en la correa al instalar.
Tenazas / alicates	Manipulación de remaches	-	Corte/ajuste de remaches sobrantes
Calibrador / Vernier	Medición de espesor y paso	150–300 mm	Precisión 0.02 mm
Cinta métrica	Verificar longitud / alineación	5 m	Flexible
Escobillas / soplador	Limpieza del área	-	Remoción de polvo/áridos
Detector de alineación	Regla/escuadra o láser	-	Comprueba que poleas alineen

5.2.Repuestos necesarios

Elemento	Descripción práctica	Dimensiones / Medidas típicas	Características principales
Remaches / grapas / fasteners	Elemento de fijación	Según especificación (6 a 10 mm)	Material y longitud según correa
Banda / Empalme metálico (si se usa)	Refuerzo del empalme	Según ancho correa	Acero/latón según especificación

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Responsables necesarios: Operador 1 (Técnico mecánico) y operador 2.

5.3.Detención y seguridad (LOTO)

- Detener el sistema transportador inmediatamente tras el reporte de corte o ruptura.
- Aplicar el procedimiento LOTO (Bloqueo/Etiquetado) para aislar la energía y prevenir el arranque accidental.

5.4.Diagnóstico del daño e intervención inicial

- Limpieza del Área: Retirar los restos de áridos y material que obstaculicen la reparación o comprometan la seguridad.
- Inspección del Daño: Identificar el tipo de corte (transversal, longitudinal, o irregular). Evaluar la magnitud del corte o desgarró para confirmar si la reparación con grapas es factible (solución temporal/rápida).



5.5.Ejecución de la reparación con grapas

- Preparación de la Banda: Cortar los extremos de la cinta a escuadra (si el corte es irregular) y limpiarlos.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 04

- f) Colocación de Grapas: Insertar los clips de reparación a lo largo de los bordes del desgarro, asegurando que estén espaciados uniformemente. Los clips deben abarcar toda la longitud del daño para mantener unida la correa.



- g) Fijación de las Grapas: Utilizar una herramienta de instalación o alicates para presionar e insertar los dientes de los clips firmemente en el material de la banda. Apretar los tornillos o pernos de cada clip (remache) para asegurar que mantenga los bordes de la correa firmemente unidos sin espacios.



- h) Verificación post empalme: Verificar manualmente cada clip para asegurar que esté bien asegurado.

5.6. Ajuste final del sistema transportador

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

- i) Verificación y Ajuste de Alineación y Tensión: Comprobar la correcta alineación de las poleas y rodillos para evitar desvíos en la banda. Ajustar la tensión de la banda. Este es un paso crítico después de una reparación rápida.
- j) Eliminación de Material Atrapado: Asegurar que no quede material atrapado en la estructura que pueda generar nuevos cortes o daños prematuros.

5.7.Pruebas y cierre documental

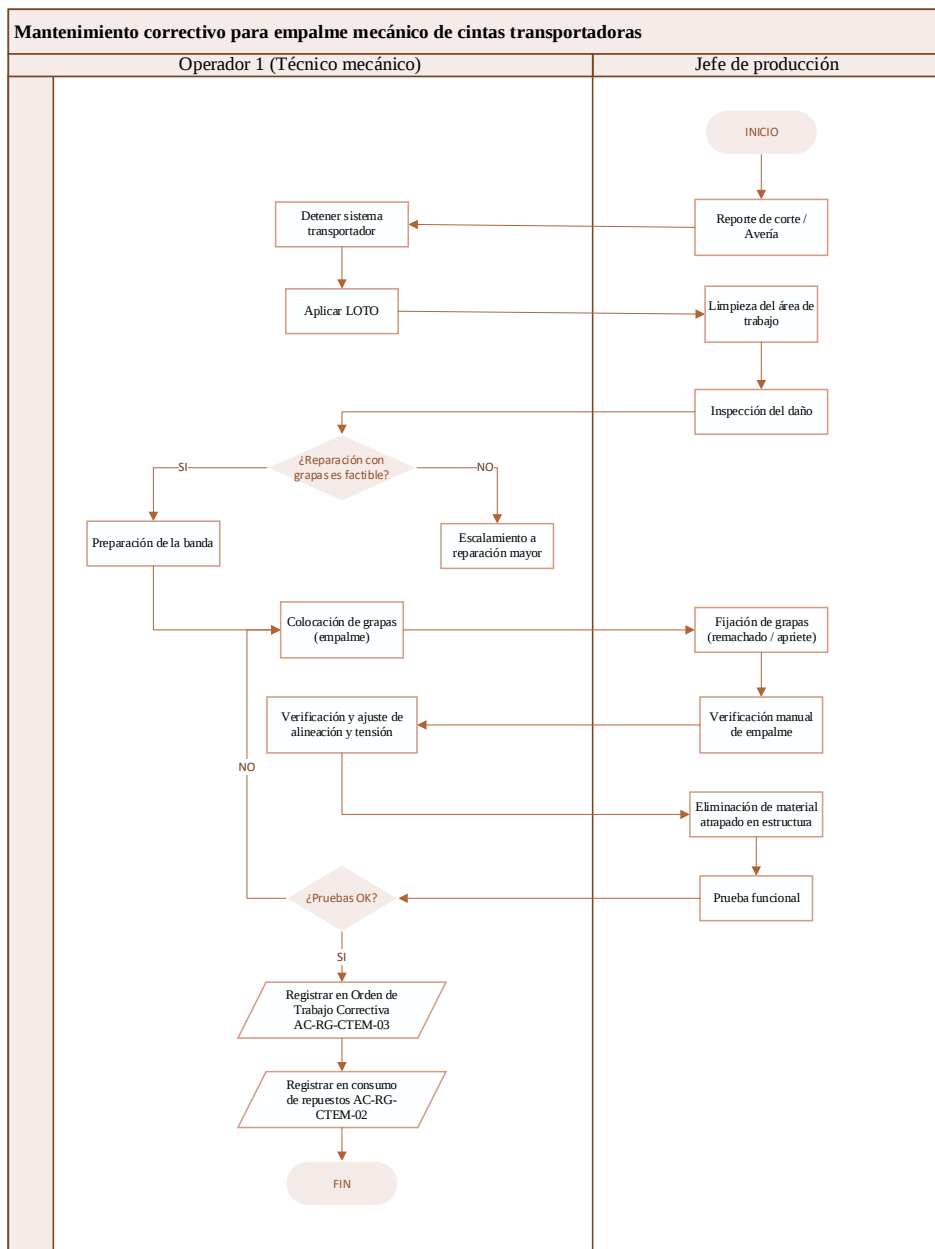
- k) Prueba Funcional: Realizar una prueba de funcionamiento de la cinta transportadora a baja velocidad para verificar la integridad de la reparación y el desplazamiento uniforme.



- l) Cierre de Registros: Cerrar la Orden de Trabajo Correctiva AC-RG-CTEM-03 (instructivo AC-RG-CTEM-03 (instructivo AC-PRG-CTEM-INS-01; punto 7.3) y registrar el consumo de las grapas y tornillería en el Registro de Consumo de Repuestos AC-RG-CTEM-02 (instructivo AC-PRG-CTEM-INS-01; punto 7.2). Documentar el tiempo total de intervención.

5.8.Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-CRR-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO DE EMPALME MECÁNICO DE CINTAS TRANSPORTADORAS	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Implementar procedimientos con enfoque Lean (Just In Time - JIT y Single Minute Exchange Die - SMED) para reducir drásticamente el tiempo de parada (MTTR), que actualmente promedia 93,11 minutos, ante fallas de banda como el corte o ruptura de la correa. Este instructivo busca estandarizar la reparación rápida con grapas mecánicas y asegurar la disponibilidad inmediata de repuestos críticos.

2. Alcance

Aplicable al mantenimiento correctivo (solución temporal o provisional) del empalme mecánico de las Cintas Transportadoras, desde la detección de la falla hasta el reinicio seguro de la operación.

3. Contexto Lean

Las averías en las cintas son recurrentes (9 ocurrencias anuales) y representan una pérdida anual de 837,80 minutos de inactividad. La aplicación de SMED busca convertir tareas realizadas con el equipo parado (internas) en tareas realizadas con el equipo en marcha (externas), y JIT asegura que el stock mínimo de repuestos de Alta Criticidad (A) esté disponible a pie de máquina.

4. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 02

5. Procedimiento de mantenimiento lean con enfoque JIT y SMED para empalme mecánico de cintas transportadoras

5.1.Procedimiento JIT (Just In Time) para empalme mecánico de cintas transportadoras

El objetivo es asegurar que las Grapas (clips/sujetadores) (Críticidad Media B), Banda transportadora (Alta Críticidad A) y Tornillería estén disponibles de inmediato para la reparación.

Responsables necesarios: Operador 1 (técnico mecánico).

a) Stock Mínimo y Punto de Reorden (ROP)

Mantener un stock de seguridad de grapas y bandas. Utilizar el Registro de Consumo de Repuestos (AC-RG-CTEM-02) (instructivo AC-PRG-CTEM-INS-01; punto 7.2) para monitorear el consumo de grapas (actualmente 2 docenas/mes) y asegurar que la orden de compra se genere al alcanzar el ROP.

Se debe calcular el ROP utilizando la fórmula:

$$\text{ROP} = \text{Consumo promedio} \times \text{Cantidad de paradas} + \text{Stock de seguridad}$$

Donde:

ROP: Punto de pedido (en unidades). Es el número de placas que deben quedar en el almacén para hacer un nuevo pedido.

Consumo promedio: Utilizar los repuestos requeridos según equipo (unidad/parada).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 03

Cantidad de paradas, son las cantidades de paradas del equipo al año.

Stock de seguridad es la cantidad de unidades en inventario usadas para mitigar la desviación de la demanda.

a) Órdenes a Proveedores

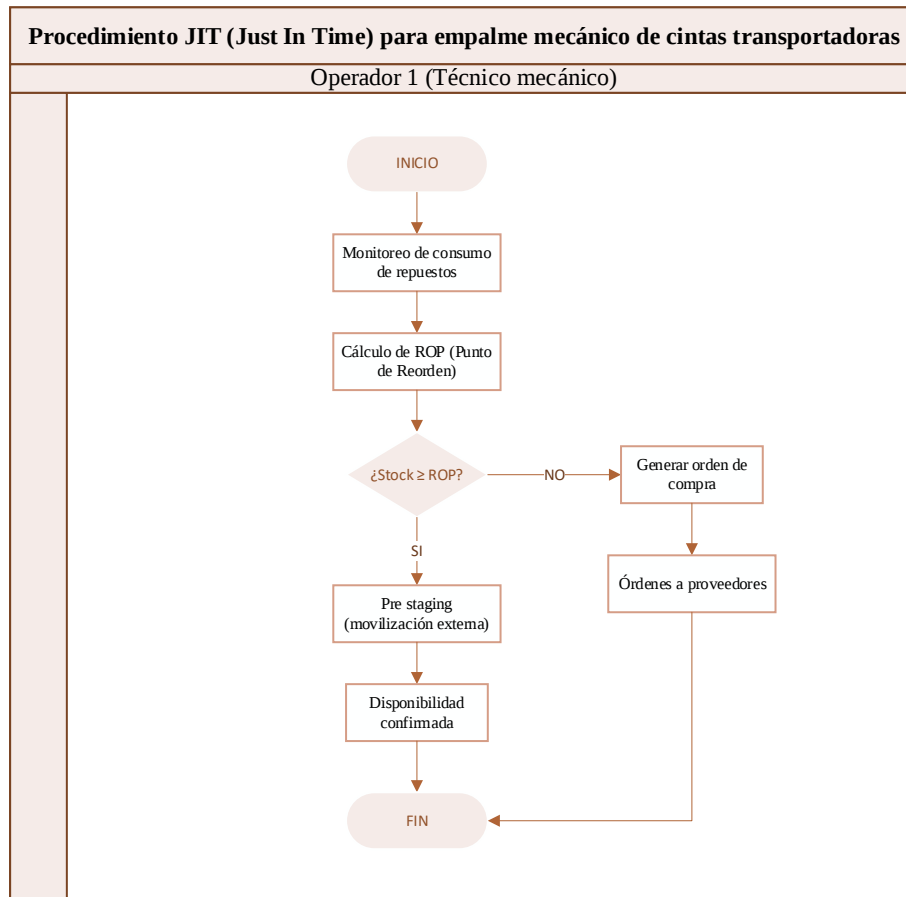
Considerar establecer contratos marco para reducir el lead time y disminuir costos, evitando la dependencia de compras externas de emergencia.

b) Pre staging (Movilización Externa)

Al detectarse la falla o al programar una parada, el Kit Empalme Mecánico debe ser movilizado por el Operador 1 a pie de máquina (área segura) antes de aplicar LOTO o iniciar la reparación. Esto elimina la búsqueda de herramientas y repuestos durante la parada.

c) Flujograma

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	N° PÁGINAS 04



5.2.Procedimiento SMED (Single Minute Exchange of Die) para empalme mecánico

El objetivo es convertir o eliminar las demoras en las actividades internas (con la cinta parada) para minimizar el tiempo de inactividad.

5.2.1. Tareas Externas (Antes de la Parada)

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 05

- a) **Responsables necesarios:** Operador 1 (Técnico Mecánico) y Operador 2 (Apoyo).
- b) **Kit Empalme Pre posicionado:** Movilizar el Kit Empalme Mecánico (grapas, herramientas, repuestos) al punto de trabajo, reduciendo tiempo de búsqueda.



- c) **Corte Provisional (si aplica):** Si el corte de la banda es irregular, el Operador 2 puede preparar la Amoladora angular para el corte a escuadra inmediato.
- d) **Reunión SMED corta:** Asignación de funciones y secuencia (10 min).

5.2.2. Tareas internas (con la máquina parada - ejecución rápida)

- e) **LOTO y diagnóstico rápido:** Aplicar LOTO de inmediato. El Operador 1 inspecciona rápidamente el daño (corte transversal/longitudinal) para confirmar el tipo de grapa (5 min).
- f) **Limpieza concentrada:** Uso de Escobilla industrial del Kit SMED para limpieza solo del área de empalme, eliminando residuos que obstruyen la reparación (5 min).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 06

- g) **Preparación de bordes (amoladora/metro):** El Operador 1 realiza el corte de la banda a escuadra (si es necesario) utilizando la amoladora. El Operador 2 utiliza el metro para verificar longitud. Optimización: Uso de herramientas de poder para cortes rápidos (10 min).

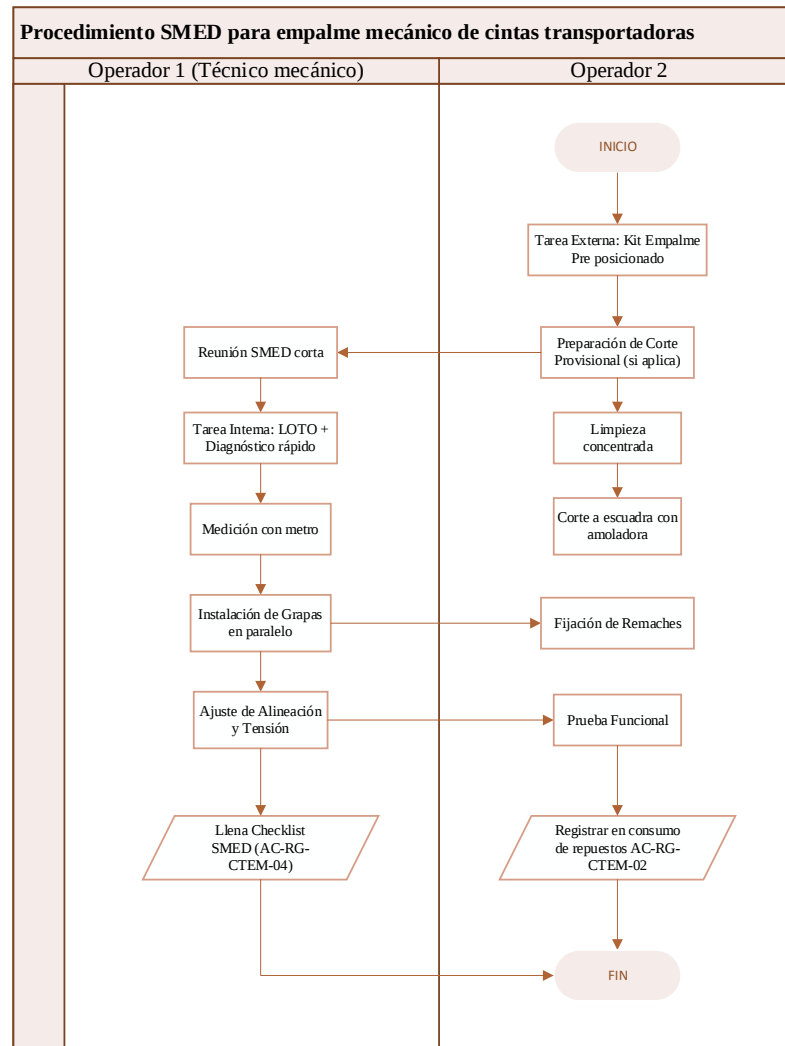


- h) **Instalación de grapas en paralelo:** El Operador 1 y 2 instalan simultáneamente las grapas mecánicas (clips/sujetadores) a lo largo del corte. El Operador 2 inserta los pernos y el Operador 1 realiza la fijación inicial (30 min).
- i) **Fijación de remaches (doble herramienta):** El Operador 1 usa la llave neumática (si aplica) o la llave ajustable para apretar los tornillos/pernos. Se verifica que los bordes estén unidos sin espacios (24 min).
- j) **Ajuste de alineación y tensión:** Se verifica la alineación de las poleas y se ajusta la tensión de la banda. Utilizar juego de llaves para ajustar los tensores inmediatamente (68 min).
- k) **Prueba funcional acelerada:** Realizar prueba a baja velocidad para verificar integridad de la reparación, desplazamiento uniforme y seguridad (7 min).

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 07

- l) **Cierre documental SMED:** El Operador 1 completa el Checklist SMED (AC-RG-CTEM-04) y registra los tiempos de inicio/cierre. El Operador 2 registra el consumo en (AC-RG-CTEM-02) (instructivo AC-PRG-CTEM-INS-01; punto 7.2) (5 min).

m) **Flujograma**



ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-LN-CTEM-INS-01
	INSTRUCTIVO CAMBIO DE CHAPALETAS DEL MOLINO DE IMPACTO	FECHA 20-09-25	Nº PÁGINAS 08

n) **Checklist SMED AC-RG-CTEM-04**

Checklist SMED (antes de parar) AC-RG-CTEM-04	Marcar (✓)
Kit Empalme Mecánico completo (grapas, tornillería, herramientas).	
Amoladora/Llaves de impacto listas (energía/aire OK)	
EPP para todo el equipo disponible	
Registro de repuestos actualizado y kits rotulados	
Checklist post-parada (para cierre)	
Prueba sin carga	
Prueba con carga	
Fijación de grapas realizada en paralelo.	
Alineación y Tensión ajustadas.	
Firma líder:	
Hora inicio:	Hora cierre:

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-TCE-INS-01
	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO	FECHA 15-10-25	Nº PÁGINAS 01

1. Objetivo

Asegurar la integridad, funcionalidad y fiabilidad de los dispositivos de distribución y protección del tablero de control eléctrico (interruptores, fusibles, contactores, relés y PLC), previniendo fallas mayores causadas por sobrecalentamiento, polvo o conexiones flojas.

2. Alcance

Aplica a las actividades de inspección, limpieza y verificación de la protección en el tablero de control principal y sus circuitos derivados, que alimentan a los equipos críticos (Criba 3N, Molino de Impacto, Cintas Transportadoras).

3. Seguridad y equipos de protección

Utilizar LOTO al momento de realizar el mantenimiento del equipo, para garantizar que el equipo no pueda encenderse o liberar energía accidentalmente mientras alguien está trabajando en él. A sí mismo, el uso obligatorio de EPP (equipo de protección personal). Para más detalle revisar la sección 5.8.2.

4. Procedimiento de mantenimiento preventivo del tablero de control eléctrico

4.1.Herramientas necesarias

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-TCE-INS-01
	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO	FECHA 15-10-25	Nº PÁGINAS 02

Elemento	Descripción Práctica	Uso
Multímetro / Medidor	Instrumento para medir tensión y continuidad	Verificación de cero energía y diagnóstico de fallas
Torquímetro	Instrumento de precisión para aplicar apriete exacto a conexiones	Asegurar la firmeza de las conexiones eléctricas para prevenir sobrecalentamiento
Soplador / Aspiradora industrial	Para remover polvo, humedad y residuos de áridos acumulados	Limpieza de componentes internos del tablero
Llave Dinamométrica	Herramienta para aflojar y apretar pernos	Desmontaje y ajuste de componentes
Cámara termográfica	(Opcional) Detección de puntos calientes	Detectar sobrecargas y conexiones flojas antes de la falla

Responsables necesarios: Jefe de producción y operador técnico.

4.2.Seguridad y LOTO

Desconectar la fuente principal de energía en el tablero y aplicar el procedimiento LOTO (Bloqueo/Etiquetado). El equipo no debe poder ser energizado accidentalmente. Verificar cero voltajes en el circuito antes de abrir el panel.

4.3.Limpieza Interna

Remover el polvo, la humedad y los residuos de áridos de todos los componentes, especialmente de los contactores y relés de protección. Usar aire comprimido seco o aspiradora. Asegurar que no queden partículas que puedan causar cortocircuitos.

4.4.Inspección visual de componentes

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-TCE-INS-01
	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO	FECHA 15-10-25	Nº PÁGINAS 03

Revisar el estado físico de interruptores, fusibles, contactores y relés. Buscar signos de recalentamiento, quemaduras o corrosión en terminales y cableado. Los cables y barras deben estar intactos.

4.5.Verificación de conexiones

Utilizar el torquímetro para verificar el apriete de todos los terminales y barras de distribución. Conexiones flojas causan resistencia y sobrecalentamiento, disparando las protecciones. Registrar aprietes corregidos en el checklist.

4.6.Pruebas funcionales de protección

Simular un disparo de sobrecarga en los relés térmicos o de sobrecarga para asegurar que "cortan el suministro ante sobrecargas".

4.7.Cierre y registro

Cerrar el tablero, retirar el LOTO y energizar. Completar el Checklist Preventivo del Tablero (AC-RG-PVT-TCE-01). Documentar la intervención para que cada evento quede documentado y la Alta Dirección pueda asegurar la adecuación y mejora continua del SGM.

5. Repuestos necesarios

5.1.Checklist preventivo del tablero de control (AC-RG-PV-TCE-01)

ÁRIDOS CUÉLLAR 	ÁRIDOS CUÉLLAR	VERSIÓN 00	CÓDIGO AC-PV-TCE-INS-01
	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TABLERO DE CONTROL ELÉCTRICO	FECHA 15-10-25	Nº PÁGINAS 04

Checklist Preventivo del Tablero (AC-RG-PV-TCE-01)	
Criterio de verificación y acción requerida	Marcar (✓)
Se aplicó el procedimiento LOTO (Bloqueo/Etiquetado).	
Se confirmó CERO VOLTAJE en el circuito (antes de abrir el panel).	
El interior del gabinete está libre de polvo, residuos o humedad.	
Ausencia de quemaduras, corrosión o daños en el aislamiento/terminales.	
Se verificó y ajustó el apriete de terminales de potencia (barras, contactores, breakers).	
Condición física y operativa de fusibles, breakers e interruptores automáticos.	
Se probó la funcionalidad de los relés de sobrecarga (simulación de disparo o verificación de ajuste).	
¿Se utilizaron materiales durante este PM (ej., fusibles, tags)?	
Duración total de la actividad de PM.	
Firma líder:	
Hora inicio:	Hora cierre:

Anexo 9

Indicador OEE propuesto de la criba vibratoria de 3 niveles

Criba vibratoria de 3 niveles	Averías	Datos (min)	Disponibilidad (%)	Descripción	Datos (tonelada/día)	Rendimiento (%)	Descripción	Datos	Calidad (%)	OEE
	Reemplazo de mallas	690,00	18%	Producción prevista	1.725,00	75,33%	Descarte (kg/hr)	21,50	100%	13%
	Tiempo de operación									
	Paradas por avería	566,70								
	Reposición de gomas	690,00	93%				Descarte (kg/día)	247,25		70%
	Tiempo de operación									
	Paradas por avería	50,00								
	Fallas en la correa de la criba	690,00	86%	Producción real	1.299,50		Descarte (tonelada/día)	0,25		64%
	Tiempo de operación									
	Paradas por avería	100								
	Ajuste de pernos	690,00	99%				Producción buena	1.299,25		75%
	Tiempo de operación									
Paradas por avería	7,00									

Fuente: Datos propuestos (Tabla 5.7)

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 10

Indicador OEE propuesto del molino de impacto

Molino de impacto	Averías	Datos (min)	Disponibilidad (%)	Descripción	Datos (tonelada/día)	Rendimiento (%)	Descripción	Datos	Calidad (%)	OEE
	Desgaste o ruptura de las paredes de impacto	123,00	82%	Producción prevista	3.450,00	86,67%	Producción buena	2.990,00	100%	71%
	Paradas por avería									
	Desgaste o ruptura de las chapaletas	90,00	87%	Producción real	2.990,00					75%
	Paradas por avería									

Fuente: Datos propuestos (Tabla 5.8)

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 11

Indicador OEE propuesto de la cinta transportadora

Cintas transportadoras	Averías	Datos (min)	Disponibilidad (%)	Descripción	Datos (tonelada/día)	Rendimiento (%)	Descripción	Datos	Calidad (%)	OEE
	Corte de las cintas	86,00	88%	Producción prevista	4.600,00	89,00%	Producción buena	4.094,00	100%	78%
	Paradas por avería									
	Falla en la correa	75,00	89%	Producción real	4.094,00					79%
	Paradas por avería									

Fuente: Datos propuestos (Tabla 5.9)

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 12

Cronograma de actividades planificadas

La elaboración de este cronograma de actividades planificadas se basa en los requisitos de gestión de mantenimiento y en la metodología Lean implementada en la propuesta:

1. Norma Boliviana NB 12017: Requisitos del SGM

Este cronograma cumple con el requisito clave de la Norma Boliviana NB 12017, la cual establece que toda organización debe definir, documentar e implementar un plan de mantenimiento y determinar cómo cumplirá los requisitos de su sistema de gestión de mantenimiento (SGM).

Planificación de la ejecución: La NB 12017 establece que la metodología utilizada para la programación de las actividades de mantenimiento debe quedar establecida en el manual administrativo. Este cronograma es la materialización de esa programación.

Confiabilidad y eficiencia: El objetivo del SGM es mejorar continuamente el grado de conservación de los objetos a fines de garantizar la confiabilidad. Esto se logra al convertir las fallas inesperadas de la operación actual (50 averías anuales) en intervenciones planificadas (22 eventos propuestos).

Vida útil y condición: La planificación se basa en criterios de vida útil y condición, tal como se define en la programación del mantenimiento preventivo y los instructivos, ver anexo 8.

2. Principios de mantenimiento Lean (SMED y JIT)

La columna de Tiempo Total de Parada Propuesto (MTTR) se basa en la aplicación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die), cuyo objetivo es reducir drásticamente el tiempo medio para reparar (MTTR). La planificación de la parada se realiza únicamente cuando el JIT (Just In Time) asegura la disponibilidad de repuestos críticos (Alta Criticidad A, como mallas y correas).

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO PROPUESTO																																																			
Equipo	Actividad Programada	Frecuencia de Programación	MTTR Propuesto (min)	M1				M2				M3				M4				M5				M6				M7				M8				M9				M10				M11				M12			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
Criba 3N	Ajuste de pemos	Bimestral (6/año)	7																																																
	Reemplazo de mallas	Semestral (2/año)	616,7																																																
	Reemplazo de gomas																																																		
	Correa de transmisión	Semestral (1/año)	100																																																
Molino Impacto	Paredes de impacto (P.I.)	Bimestral (6/año)	123																																																
	Chapaletas (C.H.)	Semestral (2/año)	90																																																
Cintas Transp.	Empalme/remache de banda	Trimestral (3/año)	86																																																
Infraestructura Eléctrica	PM integral de tablero de control eléctrico	Anual	-																																																

Elaboración: Propia (2025)

Bimestral		Trimestral		Semestral		Anual	
-----------	--	------------	--	-----------	--	-------	--

Nota 1: M1 representa el primer mes de programación (ej. Septiembre/Octubre), y los tiempos de parada (MTTR) reflejan la reducción lograda por la aplicación de SMED y JIT.

Nota 2: La actividad de mantenimiento preventivo del Tablero de Control Eléctrico se incluye en el cronograma anual por ser una intervención esencial de seguridad y de soporte a la infraestructura, necesaria para garantizar maniobras seguras de LOTO y la continuidad del suministro eléctrico. No obstante, este mantenimiento no forma parte del cálculo de los indicadores KPI (OEE, MTBF y MTTR), ya que el diagnóstico cuantitativo del proyecto se centra exclusivamente en las fallas funcionales inesperadas de los equipos críticos de proceso, basadas en la taxonomía definida y el muestreo de las 50 averías operativas anuales. Esta exclusión permite cumplir los requisitos de seguridad de la NB 12017 sin alterar el enfoque cuantitativo del proyecto.

Este cronograma prioriza el mantenimiento programado (basado en vida útil o condición) sobre el correctivo (falla inesperada), logrando un ahorro proyectado de 6.264,60 minutos/año.

- **Criba vibratoria de tres niveles**

Reemplazo de mallas y gomas: La falla de reemplazo de mallas fue la más crítica, pasando de un OEE del 0% a un 13% propuesto. La programación se realiza dos veces al año (M4 y M10). La intervención incluye simultáneamente la reposición de gomas, inspección de la caja reductora (nivel de aceite) y la inspección de tuberías y fluidos, para maximizar la eficiencia de la parada prolongada (616,7 minutos).

Fallas en la correa: La correa B85 (Alta Criticidad A) se programa para un reemplazo planificado una vez al año (M6), ya que su vida útil es de 6 meses (2,070 horas), pero su inspección preventiva semanal reduce la posibilidad de rotura inesperada a solo 1 evento programado. El MTTR propuesto de 100 minutos se logra gracias al procedimiento SMED que optimiza la sustitución.

Ajuste de pernos: Estas averías se reducen de 13 a 6 intervenciones programadas. Se planifican bimensualmente (M1, M3, M5, M7, M9, M11). Estas son paradas cortas (7 minutos MTTR) que se gestionan con herramientas como la llave neumática.

- **Molino de impacto**

El molino requiere 8 intervenciones anuales, reduciendo las 16 averías inesperadas actuales. El MTTR propuesto es crucial para elevar el OEE del molino del 64% al 71% (Paredes) y del 70% al 75% (Chapaletas).

Desgaste de paredes de impacto: La falla más crítica del molino se reduce de 12 a 6 reemplazos planificados (bimestral). La planificación se basa en la medición semanal del espesor (ver anexo 8, registro AC-RG-PRG-MOI-02), asegurando que el reemplazo

ocurra antes de que la pérdida de espesor exceda el 30%. El MTTR propuesto de 123 minutos refleja el trabajo optimizado mediante SMED.

Chapaletas: El reemplazo se reduce de 4 a 2 intervenciones planificadas (semestral, M6 y M12). Se integra con la sustitución de paredes cuando es posible, ya que ambos comparten la etapa de apertura y cierre del molino. El MTTR optimizado es de 90 minutos gracias al SMED.

Gestión JIT: Ambas fallas dependen de repuestos de Alta Criticidad (A) (placas: 18 días lead time; chapaletas: 20 días lead time). La planificación de estas paradas se garantiza mediante el procedimiento JIT que asegura el stock de seguridad.

- **Cintas transportadoras**

Las cintas reducen sus averías de 9 a 3 intervenciones planificadas de remachado / empalme.

Corte de cintas/empalme mecánico: Las 8 ocurrencias de cortes se reducen a 3 reparaciones planificadas (trimestral) (M3, M6, M9). Esta reducción se logra mediante la inspección semanal de las grapas/clips (ver anexo 8, registro AC-RG-CTEM-01). Si se detecta un clip suelto (defecto leve), se realiza un ajuste menor preventivo de inmediato.

MTTR optimizado: El tiempo de parada propuesto de 86 minutos es producto de la aplicación de SMED en el proceso de empalme, que incluye la instalación de grapas en paralelo y el uso de doble herramienta para la fijación de remaches.

Falla en la correa: Esta avería se elimina de las paradas inesperadas (0 eventos propuestos) al incorporar su revisión en el mantenimiento preventivo (verificación de desgaste, tensión y alineación), asegurando un reemplazo proactivo si se detecta riesgo inminente.

Anexo 13

Indicadores MTBF y MTTR propuestos

		hr	hrs/día	min/día										
Tiempo de operación		11:30:00	11,50	690,00										
Días de operativos		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	300	
Horas operativos		288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	3.450	
Minutos operativos		17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	17.250,00	207.000	
Equipos	Descripción	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Promedio anual
Criba 3N	Cantidad de averías	1	-	1	2	1	1	1	-	1	2	1	-	11
	Tiempo de paradas por averías (min)	7,00	-	7,00	616,70	7,00	100,00	7,00	-	7,00	616,70	7,00	-	1.375,40
	MTBF* (min)	17.243,00	-	17.243,00	8.316,65	17.243,00	17.150,00	17.243,00	-	17.243,00	8.316,65	17.243,00	-	18.693,15
	MTBF* (hrs)	287,38	-	287,38	138,61	287,38	285,83	287,38	-	287,38	138,61	287,38	-	311,55
	MTTR* (min)	7,00	-	7,00	308,35	7,00	100,00	7,00	-	7,00	308,35	7,00	-	125,04
	MTTR* (hrs)	0,12	-	0,12	5,14	0,12	1,67	0,12	-	0,12	5,14	0,12	-	2,08
Molino de impacto	Cantidad de averías	-	1	-	1	-	2	-	1	-	1	-	2	8
	Tiempo de paradas por averías (min)	-	123,00	-	123,00	-	213,00	-	123,00	-	123,00	-	213,00	918,00
	MTBF* (min)	-	17.127,00	-	17.127,00	-	8.518,50	-	17.127,00	-	17.127,00	-	8.518,50	25.760,25
	MTBF* (hrs)	-	285,45	-	285,45	-	141,98	-	285,45	-	285,45	-	141,98	429,34
	MTTR* (min)	-	123,00	-	123,00	-	106,50	-	123,00	-	123,00	-	106,50	114,75
	MTTR* (hrs)	-	2,05	-	2,05	-	1,78	-	2,05	-	2,05	-	1,78	1,91
Cintas transportadoras	Cantidad de averías	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	3
	Tiempo de paradas por averías (min)	-	-	86,00	-	-	86,00	-	-	86,00	-	-	-	258,00
	MTBF* (min)	-	-	17.164,00	-	-	17.164,00	-	-	17.164,00	-	-	-	68.914,00
	MTBF* (hrs)	-	-	286,07	-	-	286,07	-	-	286,07	-	-	-	1.148,57
	MTTR* (min)	-	-	86,00	-	-	86,00	-	-	86,00	-	-	-	86,00
	MTTR* (hrs)	-	-	1,43	-	-	1,43	-	-	1,43	-	-	-	1,43

Total de averías propuestos	1	1	2	3	1	4	1	1	2	3	1	2	22
Total de Tiempo de paradas por averías (min)	7,00	123,00	93,00	739,70	7,00	399,00	7,00	123,00	93,00	739,70	7,00	213,00	2.551,40
MTBF (min) propuesto	17.243,00	17.127,00	17.203,50	11.253,43	17.243,00	12.837,75	17.243,00	17.127,00	17.203,50	11.253,43	17.243,00	8.518,50	28.111,30
MTBF (hrs) propuesto	287,38	285,45	286,73	187,56	287,38	213,96	287,38	285,45	286,73	187,56	287,38	141,98	468,52
MTTR (min) propuesto	7,00	123,00	46,50	246,57	7,00	99,75	7,00	123,00	46,50	246,57	7,00	106,50	115,97
MTTR (hrs) propuesto	0,12	2,05	0,78	4,11	0,12	1,66	0,12	2,05	0,78	4,11	0,12	1,78	1,93

Fuente: Anexo 12

Elaboración: Propia (2025)

Anexo 14

Ficha de registro de repuestos propuestos y costos

Ficha de registro de repuestos propuestos y costos						
N°	Equipo / máquina	Descripción	Unidad	Cantidad	P.U. (Bs.)	Costo total (Bs.)
1	Todos los equipos	Pernos	Docena	1	300,00	300,00
2	Criba vibratoria 3 N	Compra mallas areneras	Mallas	2	7.100,00	14.200,00
3	Criba vibratoria 3 N	Compra de electrodos	Kg	6	75,00	450,00
4	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=8)	Barras	25	85,00	2.125,00
5	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=10)	Barras	20	98,00	1.960,00
6	Criba vibratoria 3 N	Goma (caucho sintético)	Metros	6	15,00	90,00
7	Criba vibratoria 3 N	Alquiler grúa	Hora	1	200,00	200,00
8	Todos los equipos	Pernos	Docena	6	300,00	1.800,00
9	Para todos los equipos	Compra aceite	Litros	18	60,00	1.080,00
10	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92
11	Molino de impacto	Chapaletas	Pieza	2	13.000,00	26.000,00
12	Todos los equipos	Pernos	Docena	1	300,00	300,00
13	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
14	Cinta transportadora	Correa de distribución	Correa	1	120,00	120,00
15	Cinta transportadora	Banda transportadora	Banda	1	2.000,00	2.000,00
16	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
17	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
18	Todos los equipos	Pernos	Docena	1	300,00	300,00
19	Criba vibratoria 3 N	Correa de distribución	Correa	1	250,00	250,00
20	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
21	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
22	Criba vibratoria 3 N	Compra mallas arenera	Mallas	2	7.100,00	14.200,00
23	Criba vibratoria 3 N	Compra de electrodos	Kg	6	75,00	450,00
24	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=8)	Barras	25	85,00	2.125,00
25	Criba vibratoria 3 N	Fierros de construcción (D=10)	Barras	20	98,00	1.960,00
26	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
27	Criba vibratoria 3 N	Goma (caucho sintético)	Metros	6	15,00	90,00
28	Criba vibratoria 3 N	Alquiler grúa	Hora	1	200,00	200,00
29	Todos los equipos	Pernos	Docena	6	300,00	1.800,00
30	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
31	Cinta transportadora	Grapas	Docena	1	50,00	50,00
32	Para todos los equipos	Compra aceite	Litros	18	60,00	1.080,00
33	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92
34	Molino de impacto	Chapaletas	Pieza	2	13.000,00	26.000,00
35	Molino de impacto	Placa interna	Pieza	4	3.000,00	12.000,00
36	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92
37	Para todos los equipos	Compra aceite	Litros	18	60,00	1.080,00
38	Para todos los equipos	Compra grasa	Kg	18	94,44	1.699,92

Elaboración: Propia (2025)