

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### ANEXOS

## APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN LAS LINEAS DE ENVASADO DE UNA PLANTA ENVASADORA DE LUBRICANTES

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial que presenta el bachiller:

**MIGUEL ALEXIS PALOMINO ESPINOZA**

**ASESOR: Cesar Augusto Corrales Riveros**

Lima, Noviembre del 2012

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Formato de Recopilación de Tiempo de Parada Mensual.....	1
ANEXO 2: Formato de Cálculo de OEE para línea de envasado con una sola presentación.....	2
ANEXO 3: Formato de Cálculo de Rendimiento para Líneas de Envasado con varias presentaciones.....	3
ANEXO 4: Calculo de OEE de Líneas de Envasado.....	4
ANEXO 5: Tiempos del Rendimiento – Neumo 1 .....	6
ANEXO 6: Tiempos del Rendimiento – Neumo 2 .....	7
ANEXO 7: Tiempos del Rendimiento – Baldes 2.....	8
ANEXO 8: Tiempos del Rendimiento – Baldes 1 .....	9
ANEXO 9: Tiempos del Rendimiento – Cilindros.....	10
ANEXO 10: Formato de Funciones por Operarios .....	11
ANEXO 11. Lista de chequeo para actividades que no agregan valor .....	12
ANEXO 12: Lista de Inventario de Implementación de Prueba en la Neumo 2.....	13
ANEXO 13: Estandarización de Funciones durante operaciones de envasado y limpieza.....	14
ANEXO 14: Calculo de OEE de Líneas de Envasado después de Implementación	15

**ANEXO 1: Formato de Recopilación de Tiempo de Parada Mensual**

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total mes
Mezcla en proceso / Falta producto					0
Producto caliente/frio					0
Trasvase a otro tanque					0
Viscosidad al minimo					0
Cambios en el plan					0
Falta personal (apoyo otras líneas)					0
Espera en generación de orden					0
Línea ocupada					0
Setup de máquina					0
Se bajan cajas/lavado de línea..					0
Falla en el Equipo					0
Problemas con el equipo / sistema / llenado					0
Aprobación Pendiente					0
Faltan envases (botellas, tapas, cajas, etiq,					0
Mantenimiento Preventivo					0
Limpieza de mangueras (semanal x línea)					0
Reuniones					0
Charlas					0
Forum/Time Out					0
Cursos					0
Paradas Imprevistas					0
Se para la operación por llenar tolva					0
	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 2: Formato de Cálculo de OEE para línea de envasado con una sola presentación**

Tiempo operativo programado (HN)	180
Tiempo operativo programado (HE)	72
	252

En horas:

Tp Llenado	198.50
Tp Set-up	22
Tp Parad. Rut	11.00
Tp Entren	11.33
Tp Mnt Progr	0.00
Tp Falla Eq	5.67
Tp. Parad. Impr	3.50

Produccion buena (# botellas)	513,624
Produccion a reprocesar	78
Produccion total	513,702

Capacidad de Línea (bot/hr)	4200
-----------------------------	------

**Ratios**

	<b>Febrero</b>
Rendimiento	83.19%
Disponibilidad	97.75%
Calidad	99.98%
<b>OEE</b>	81.31%

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 3: Formato de Cálculo de Rendimiento para Líneas de Envasado con varias presentaciones**

**Cálculo de Rendimientos:**

	Total bot. c/u	Capacidad línea (bot/min)	min. observados	Tiempo operativo x presentación (hrs)	Tiempo operativo x presentación (min)	Factor de Tiempo	Observaciones
Presentación 6x1 gl	94596	18	6265	127.02	7621	75%	El 75% del t-op se estuvo llenando cajas de 6x1 gl y el 16% cajas de 12x1/4 gl y el 9% cajas de 24x0.5l
Presentación 12x1/4 gl	28608	25	1320	26.76	1606	16%	
Presentación 24x0.5l	15264	30	730	14.80	888	9%	
	138468		8315	169	10115		

**Rendimiento**

Presentación 6x1 gl	69%	52%
Presentación 12x1/4 gl	71%	11%
Presentación 24x0.5l	57%	5%
<b>Total</b>		<b>68.30%</b>

Fuente: Elaboración Propia

## ANEXO 4: Calculo de OEE de Líneas de Envasado

## Neumo 1

	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
<b>Febrero</b>	68.30%	98.84%	99.98%	67.49%
<b>Marzo</b>	68.38%	99.78%	99.78%	68.08%
<b>Abril</b>	69.32%	99.59%	99.71%	68.83%
<b>Mayo</b>	81.60%	99.83%	99.91%	81.38%
<b>Junio</b>	71.19%	99.19%	99.92%	70.56%
<b>Julio</b>	73.36%	99.83%	99.91%	73.17%

## Neumo 2

	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
<b>Febrero</b>	83.19%	97.75%	99.98%	81.31%
<b>Marzo</b>	70.21%	96.99%	99.79%	67.96%
<b>Abril</b>	71.89%	95.16%	99.90%	68.35%
<b>Mayo</b>	68.82%	92.87%	99.85%	63.82%
<b>Junio</b>	75.60%	96.84%	99.82%	73.07%
<b>Julio</b>	60.17%	98.24%	99.89%	59.04%

## Balde 2

	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
<b>Febrero</b>	85.63%	100.00%	99.97%	85.60%
<b>Marzo</b>	77.92%	99.78%	99.99%	77.74%
<b>Abril</b>	72.41%	99.69%	99.97%	72.16%
<b>Mayo</b>	65.88%	100.00%	99.98%	65.86%
<b>Junio</b>	84.40%	99.56%	99.98%	84.01%
<b>Julio</b>	60.38%	99.25%	99.98%	59.92%

**Baldes 1**

	<b>Rendimiento</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
<b>Febrero</b>	61.23%	97.41%	99.92%	59.60%
<b>Marzo</b>	50.13%	96.90%	99.88%	48.52%
<b>Abril</b>	41.54%	99.23%	100.00%	41.22%
<b>Mayo</b>	63.25%	99.66%	99.85%	62.94%
<b>Junio</b>	62.06%	100.00%	99.98%	62.05%
<b>Julio</b>	66.61%	100.00%	99.98%	66.60%

**Cilindros 1**

	<b>Rendimiento</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
<b>Marzo</b>	77.90%	99.60%	99.92%	77.52%
<b>Abril</b>	81.83%	100.00%	99.96%	81.79%
<b>Mayo</b>	78.01%	99.19%	99.93%	77.33%
<b>Junio</b>	72.72%	99.91%	99.94%	72.61%
<b>Julio</b>	65.80%	97.32%	99.95%	64.00%

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 5: Tiempos del Rendimiento – Neumo 1

	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Tiempo operativo programado (HN)	180	207	162	189	189	153
Tiempo operativo programado (HE)	36	18	0	9	18	38
	216	225	162	198	207	191
En horas:						
Tp Llenado	169	166	117	134	172	124
Tp Set-up	14	11	14	24	15	9
Tp Parad. Rut	12	18	5	14	8	43
Tp Entren	12	13	14	9	6	3
Tp Mnt Progr	1	0	0	0	0	0
Tp Falla Eq	2	1	1	0	1	0
Tp. Parad. Impr	7	17	11	18	4	11
	78.0%	73.6%	72.0%	67.5%	83.1%	
	6.6%	4.8%	8.9%	11.9%	7.1%	
	5.4%	8.1%	3.3%	7.2%	3.9%	
	5.6%	5.6%	8.5%	4.5%	3.1%	
	0.2%	0.0%	0.0%	0.2%	0.2%	
	0.9%	0.2%	0.4%	0.0%	0.6%	
	3.3%	7.7%	6.9%	8.8%	2.1%	

Fuente: Elaboración Propia



ANEXO 6: Tiempos del Rendimiento – Neumo 2

	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Tiempo operativo programado (HN)	180	207	162	189	189	153
Tiempo operativo programado (HE)	72	9	0	18	27	36
	252	216	162	207	216	189
En horas:						
Tp Llenado	198.50	150.92	119.00	157.32	158.33	130.25
Tp Set-up	22	22.17	6.83	8.17	18.17	10.50
Tp Parad. Rut	11.00	11.50	4.67	8.33	16.00	9.08
Tp Entren	11.33	14.08	6.42	5.58	5.00	1.83
Tp Mnt Progr	0.00	0.33	0.00	0.00	1.83	3.00
Tp Falla Eq	5.67	6.17	7.83	14.75	5.00	0.33
Tp. Parad. Impr	3.50	10.83	17.25	12.85	11.67	34.00
		78.8%				
		8.7%				
		4.4%				
		4.5%				
		0.0%				
		2.2%				
		1.4%				
		69.9%				
		10.3%				
		5.3%				
		6.5%				
		0.2%				
		2.9%				
		5.0%				

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 7: Tiempos del Rendimiento – Baldes 2**

	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Tiempo operativo programado (HN)	180	207	162	189	189	153
Tiempo operativo programado (HE)	63	18	0	18	0	36
	243	225	162	207	189	189
En horas:						
Tp Llenado	187.8	173.2	111.42	171.42	151.62	148.42
Tp Set-up	24.0	12.3	9.2	9.7	9.4	7.9
Tp Parad. Rut	14.3	5.2	5.8	14.0	12.2	12.0
Tp Entren	11.0	10.3	9.2	6.3	4.0	1.5
Tp Mnt Progr	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Tp Falla Eq	0.0	0.0	0.5	0.0	0.8	1.4
Tp. Parad. Impr	5.8	23.6	25.9	5.7	10.9	17.8
				62.8%		
				4.7%		
				6.8%		
				3.0%		
				0.0%		
				0.0%		
				2.7%		
Produccion buena (# envases)	46,433	38,692	23,282	33,382	43,950	25,523
Produccion a reprocesar	16	4	8	6	7	5
Produccion total	46,449	38,696	23,290	33,388	43,957	25,528

**Fuente: Elaboración Propia**

ANEXO 8: Tiempos del Rendimiento – Baldes 1

	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Tiempo operativo programado (HN)	180	207	162	189	189	153
Tiempo operativo programado (HE)	0	0	0	9	27	18
	180	207	162	198	216	171
En horas:						
Tp Llenado	124.55	125.88	88.80	102.17	150.08	102.42
	69.2%	60.8%	54.8%	51.6%	69.5%	69.5%
Tp Set-up	18.7	18.70	15.45	20.45	28.53	22.58
	10.4%	9.0%	9.5%	10.3%	13.2%	13.2%
Tp Parada. Rut	10.42	25.92	11.83	31.58	20.17	21.67
	5.8%	12.5%	7.3%	16.0%	9.3%	9.3%
Tp Entren	10.17	9.75	7.67	7.17	3.17	3.17
	5.6%	4.7%	4.7%	3.6%	1.5%	1.5%
Tp Mnt Progr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tp Falla Eq	4.67	6.42	1.25	0.67	0.00	0.00
	2.6%	3.1%	0.8%	0.3%	0.0%	0.0%
Tp. Parada. Impr	11.50	20.33	37.00	35.97	14.05	21.17
	6.4%	9.8%	22.8%	18.2%	6.5%	6.5%

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 9: Tiempos del Rendimiento – Cilindros**

	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Tiempo operativo programado (HN)	207	162	189	189	153
Tiempo operativo programado (HE)	0	0	7.32	1.25	18
	207	162	196.32	190.25	171
En horas:					
Tp Llenado	177.67	129.00	166.95	128.25	122.83
Tp Set-up	2.12	1.47	0.17	31.65	16.12
Tp Parad. Rut	7.85	11.93	11.33	9.57	5.75
Tp Entren	13.48	7.35	2.92	2.75	2.33
Tp Mnt Progr	0.83	0.00	1.58	0.00	0.00
Tp Falla Eq	0.00	0.00	0.00	0.17	4.58
Tp. Parad. Impr	5.05	12.25	13.37	17.87	19.38
	85.8%	79.6%	85.0%	67.4%	122.83
	1.0%	0.9%	0.1%	16.6%	16.12
	3.8%	7.4%	5.8%	5.0%	5.75
	6.5%	4.5%	1.5%	1.4%	2.33
	0.4%	0.0%	0.8%	0.0%	0.00
	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	4.58
	2.4%	7.6%	6.8%	9.4%	19.38

**Fuente: Elaboración Propia**

## ANEXO 10: Formato de Funciones por Operarios

FORMATO DE FUNCIONES POR OPERARIOS		
Operación _____		
Linea de Envasado	N° Operario	Funciones
Neumo1	Operario 1	
	Operario 2	
	Operario 3	
	Operario 4	
Neumo 2	Operario 1	
	Operario 2	
	Operario 3	
Cilindros 1	Operario 1	
	Operario 2	
Balde 1	Operario 1	
	Operario 2	
Balde 2	Operario 1	
	Operario 2	

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 11. Lista de chequeo para actividades que no agregan valor**

<b>1. Propósito de la operación</b>				
<b>Pregunta</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>No aplica</b>	<b>Alternativas</b>
1. ¿Es realmente necesaria esta actividad?				
2. ¿Podría unirse con otra operación o actividad?				
3. ¿Podría realizarse de una manera más rápida?				
4. ¿Se puede conseguir el mismo objetivo de la actividad de una manera diferente?				
5. ¿Es posible reducir el número de veces que se realiza esta actividad?				
6. ¿Se realiza frecuentemente esta actividad?				
7. ¿Hay algo en la actividad que no le guste o le es indiferente al cliente?				
<b>2. Secuencia y Procesos de Manufactura</b>				
<b>Pregunta</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>No aplica</b>	<b>Alternativas</b>
1. ¿Es necesario que esta actividad se realice en este punto del proceso?				
2. ¿Se puede realizar esta actividad en un lugar diferente en la secuencia del proceso?				
3. ¿La actividad se realiza de manera manual?				
4. ¿Se podría diseñar un equipo mecánico para facilitar la actividad?				
<b>3. Manejo de Materiales</b>				
<b>Pregunta</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>No aplica</b>	<b>Alternativas</b>
1. ¿Sería conveniente cambiar el tipo de recipiente donde llegan las materias primas y/o insumos?				
2. ¿Los materiales se transportan de manera manual?				
3. ¿Se podría transportar las materias primas y/o insumos hasta esta operación de otra manera?				
4. ¿El transporte genera algún riesgo de avería del producto durante la operación?				
5. ¿Es frecuente que el producto sufra daños en los transportes o en el manejo?				

Fuente: Niebel (2004)

**ANEXO 12: Lista de Inventario de Implementación de Prueba en la Neumo 2**

Area	Material	Cantidad	Decision	Destino
Neumo 2	Caja de Guantes Vacía	1	Eliminar	Basura Corriente
Neumo 2	Cinta adhesiva	2	Trasladar	Almacen de Produccion
Neumo 2	Lapiceros	3	Mantener	Mesa Metalica con dobe base
Neumo 2	Bitacora 2010, 2009	3	Trasladar	Oficina de Produccion
Neumo 2	Papel Toalla	2	Trasladar	Almacen de Produccion
Neumo 2	Casaca	1	Trasladar	Vestuario de Operarios
Neumo 2	Caja de Herramientas	1	Trasladar	Almacen de Produccion
Neumo 2	Caja con bolsas negras	1	Eliminar	Basura Quimica
Neumo 2	Folders	3	Trasladar	Oficina de Produccion
Neumo 2	Lentes rotos	2	Eliminar	Basura Corriente
Neumo 2	Guantes con hueco	1	Eliminar	Basura Quimica
Neumo 2	Limpiador de lentes	1	Trasladar	Almacen de Produccion
Neumo 2	Tablero metalico	1	Mantener	Mesa Metalica con dobe base
Neumo 2	Calculadora	1	Mantener	Mesa Metalica con dobe base
Neumo 2	Libreta	1	Eliminar	Basura Corriente
Neumo 2	Ordenes de envasado	2	Trasladar	Oficina de Produccion
Neumo 2	Procedimiento de envasado pasadas	1	Eliminar	Basura Corriente
Neumo 2	Balde	1	Eliminar	Basura Quimica
Neumo 2	Armario de 4 cuerpos	1	Trasladar	Almacen de Planta
Neumo 2	Mesa metalica con doble base	1	Mantener	Area de Trabajo
Neumo 2	Caja Herramientas de Set-up	1	Mantener	Mesa Metalica con dobe base
Neumo 2	Bitacora 2011	1	Mantener	Mesa Metalica con dobe base

Fuente: Elaboración Propia

### ANEXO 13: Estandarización de Funciones durante operaciones de envasado y limpieza

FORMATO DE FUNCIONES POR OPERARIOS		
Operación		Limpieza
Linea de Envasado	N° Operario	Funciones
Neumo 2	Operario 1	Trapeado de Suelo / Limpieza de Faja Transportadora
	Operario 2	Limpieza de Carrusel de llenado
	Operario 3	Limpieza de Carrusel de Tapadora

Fuente: Elaboración Propia

FORMATO DE FUNCIONES POR OPERARIOS		
Operación		Envasado
Linea de Envasado	N° Operario	Funciones
Neumo 2	Operario 1	Posición 1 - Posición 2 - Posición 3
	Operario 2	Posición 2 - Posición 3 - Posición 1
	Operario 3	Posición 3 - Posición 1 - Posición 2

Fuente: Elaboración Propia



### ANEXO 14: Calculo de OEE de Líneas de Envasado después de Implementación

#### Neumo 1

	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
<b>Febrero</b>	81.13%	98.84%	99.98%	80.18%
<b>Marzo</b>	81.23%	99.78%	99.78%	80.87%
<b>Abril</b>	82.35%	99.59%	99.71%	81.77%
<b>Mayo</b>	96.93%	99.83%	99.91%	96.68%
<b>Junio</b>	84.56%	99.19%	99.92%	83.81%
<b>Julio</b>	87.15%	99.83%	99.91%	86.92%

#### Neumo 2

	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
<b>Febrero</b>	96.72%	97.75%	99.98%	94.53%
<b>Marzo</b>	81.63%	96.99%	99.79%	79.01%
<b>Abril</b>	83.58%	95.16%	99.90%	79.47%
<b>Mayo</b>	80.02%	92.87%	99.85%	74.20%
<b>Junio</b>	87.89%	96.84%	99.82%	84.96%
<b>Julio</b>	69.96%	98.24%	99.89%	68.64%

#### Baldes 2

	Rendimiento	Disponibilidad	Calidad	OEE
<b>Febrero</b>	98.89%	100.00%	99.97%	98.86%
<b>Marzo</b>	89.99%	99.78%	99.99%	89.78%
<b>Abril</b>	83.62%	99.69%	99.97%	83.33%
<b>Mayo</b>	76.08%	100.00%	99.98%	76.06%
<b>Junio</b>	97.47%	99.56%	99.98%	97.03%
<b>Julio</b>	69.73%	99.25%	99.98%	69.19%

**Baldes 1**

	<b>Rendimiento</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
<b>Febrero</b>	82.24%	97.41%	99.92%	80.04%
<b>Marzo</b>	67.33%	96.90%	99.88%	65.16%
<b>Abril</b>	55.79%	99.23%	100.00%	55.36%
<b>Mayo</b>	84.95%	99.66%	99.85%	84.54%
<b>Junio</b>	83.35%	100.00%	99.98%	83.34%
<b>Julio</b>	89.46%	100.00%	99.98%	89.45%

**Cilindros 1**

	<b>Rendimiento</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Calidad</b>	<b>OEE</b>
<b>Marzo</b>	89.84%	99.60%	99.92%	89.40%
<b>Abril</b>	94.37%	100.00%	99.96%	94.33%
<b>Mayo</b>	89.97%	99.19%	99.93%	89.18%
<b>Junio</b>	83.87%	99.91%	99.94%	83.74%
<b>Julio</b>	75.88%	97.32%	99.95%	73.81%

Fuente: Elaboración Propia

