

MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ECSI S.A.S.

GERMÁN DAVID LÓPEZ LEGUIZAMÓN

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2013

MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ECSI S.A.S.

GERMÁN DAVID LÓPEZ LEGUIZAMÓN

**Trabajo de grado para optar el título de
Ingeniero Industrial**

Director

Edwin Alberto Garavito Hernández

Docente T.C.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2013

DEDICATORIA

A mi madre Ana Leonor Leguizamon, que es el motor de mi vida y el pilar fundamental para el desarrollo de mi vida personal, académica y profesional, brindándome siempre su apoyo, amor y comprensión, e inculcándome siempre los valores que han hecho de mí una gran persona.

A mi hermana Leydi Diana López Leguizamón, quien es un permanente ejemplo de superación, fortaleza, amor y éxito.

A Juanita Camargo, quien me dio su apoyo en la etapa final de mi carrera, y fue una constante motivación para sacar el proyecto adelante.

A mi familia, en especial a mi tía Flor Helena Leguizamón, mi primo Juan David Rodríguez Ferrer, quienes han sido parte de mi formación personal y son un apoyo incondicional.

A mis maestros del colegio Seminario Diocesano y de la Universidad Industrial de Santander.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Edwin Alberto Garavito Hernández por su colaboración en el proyecto y su comprensión en la situación de realizar el proyecto desde otra ciudad.

Al Ingeniero Mauricio Zúñiga, quien fue un permanente apoyo en la realización del proyecto, y en el ámbito laboral.

A los empleados de ECSI S.A.S, quienes siempre estuvieron dispuestos a colaborar, y por la sencillez que caracteriza sus comportamientos, circunstancias que dejan excelentes experiencias de vida personal y laboral.

A la formación que me brindaron los profesores de la Escuela de estudios Industriales y Empresariales, quienes fortalecieron mis competencias personales y de conocimiento.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. TITULO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ECSI S.A.S.	22
1.1. MODALIDAD: PRÁCTICA EMPRESARIAL	22
1.2. RESPONSABLE:	22
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	22
1.4. ALCANCE DEL TRABAJO.	25
1.5. OBJETIVOS.	26
1.5.1. Objetivo General.....	26
1.5.2. Objetivos Específicos.....	26
1.6. METODOLOGÍA.	27
2.1. OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA.	31
2.2. RESEÑA HISTORICA.	31
2.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	33
2.3.1. ORGANIGRAMA.....	33
2.3.2. MAPA DE PROCESOS.....	33
2.4. MARCO ESTRATÉGICO	33
2.4.1. MISIÓN.....	34
2.4.2. VISION.....	34
2.4.3. POLÍTICA DE CALIDAD	34
2.4.4. OBJETIVOS DE CALIDAD	35
2.5. PORTAFOLIO DE CLIENTES Y PRODUCTOS.	36
2.6. PERSONAL Y CULTURA.	36
2.7. MATERIA PRIMA.	37

2.8.	MÁQUINAS.	37
2.9.	MOLDES.	38
2.10.	PROCESOS DE FABRICACIÓN.	38
2.11.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.	38
2.11.1.	INGRESO DE MATERIA PRIMA	38
2.11.2.	SOPLADO DE PARISON:	39
2.11.3.	INYECCIÓN:	39
2.11.4.	INSPECCIÓN DEL PRODUCTO FABRICADO:	40
2.11.5.	CONTROL DE CALIDAD:	41
2.11.6.	REPROCESO Y RECICLAJE:	41
2.11.7.	MOLIDO:	42
2.11.8.	IDENTIFICACION, EMPAQUE, PELETIZADO Y ALMACENAJE:	42
3.	ESTADO DEL ARTE	44
3.1.	MARCO TEÓRICO.	44
3.1.1.	DIAGRAMA DE PARETO:	44
3.1.2.	DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO:	46
3.1.3.	DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO.	48
3.1.4.	GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES.	50
3.1.5.	ESTUDIO DEL TRABAJO:	65
3.1.6.	FILOSOFIA KAIZEN:	68
3.1.7.	EL VALUE STREAM MAPPING (VSM):	73
4.	DIAGNOSTICO DEL PROCESO GENERAL	76
4.1.	DIAGNOSTICO SITUACIÓN ACTUAL ALMACEN DE MOLDES	87
4.2.	DIAGNOSTICO DEL ORDEN DE LOS LUGARES DE TRABAJO.	88
5.	IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE LA LINEA REPRESENTATIVA	90
5.1.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS:	90
5.1.1.	PROCEDIMIENTO GENERAL DE SOPLADO E INYECCIÓN.	90
5.1.2.	PROCEDIMIENTO PARA EL ALISTAMIENTO MOLDES DE SOPLADO	91
5.2.	DIAGRAMACION DE OPERACIONES	92

5.2.1.	FLUJOGRAMA DEL PROCESO GENERAL DE PRODUCCION	92
5.2.2.	DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA LÍNEA DE SOPLADO.	93
5.3.	ELECCION DE LA LINEA REPRESENTATIVA.	97
5.4.	DIAGNOSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LINEA DE SOPLADO	99
5.4.1.	ELECCION DE LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS	99
5.4.2.	ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO	100
5.4.3.	CARACTERIZACION DE PRODUCTOS NO CONFORMES	108
5.4.4.	DIAGNOSTICO DE FALLAS/ AJUSTES MÁQUINAS.	114
6.	CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO	117
6.1.	ELABORACION DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL.	117
6.2.	MEJORAMIENTO DE LOS PROBLEMAS EN LOS ESTADOS FUERA DE CONTROL.	136
6.3.	CAPACIDAD DEL PROCESO.	144
6.4.	DESEMPEÑO DEL PROCESO DEL VALOR OBJETIVO	147
7.	PROCESO DE MONTAJE DE MOLDES.....	149
7.1.	ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL PROCESO DE MONTAJE DE MOLDES	150
7.2.	ALMACEN DE MOLDES.	153
7.3.	IMPLEMENTACION DE LA TECNICA 5 S's	154
7.3.1.	CLASIFICAR (SELECCIONAR):	154
7.3.2.	ORDENAR:	155
7.3.3.	LIMPIAR:.....	155
7.3.4.	ESTANDARIZAR Y MANTENER:.....	156
7.4.	REDISTRIBUCIÓN DEL ALMACEN DE MOLDES.	157
7.5.	SITUACIÓN DEL PROCESO LUEGO DE LA IMPLEMENTACION DE 5S's	158
7.5.1.	DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE TRABAJO:.....	159
8.	INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL AREA DE SOPLADO.....	160
8.1.	INDICADORES DEL PROCESO	161
8.2.	FICHA TECNICA DE INDICADORES	161
8.2.1.	INDICADOR 1: EFICIENCIA DE MAQUINARIAS (EM)	162

8.2.2.	INDICADOR 2: REDUCCIÓN DE SCRAP.....	162
8.2.3.	INDICADOR 3: DISMINUCION DEL TIEMPO DE CAMBIO DE MOLDE.....	163
8.2.4.	INDICADOR 4: CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE PLANIFICACIÓN.....	163
8.2.5.	INDICADOR 5: SATISFACCION DEL CLIENTE	163
9.	PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE SOPLADO.....	164
9.1.	PROCESO DE SOPLADO.....	164
9.2.	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN.....	165
9.3.	MEJORAS DE PRODUCCIÓN	167
9.3.1.	PREPARACION Y ARRANQUE DE LA MÁQUINA SOPLADORA.....	167
9.3.2.	CUANTIFICACION DE LA MEZCLA DE MATERIA PRIMA.....	168
	CONCLUSIONES.....	169
	RECOMENDACIONES	171
	BIBIOGRAFIA.....	173
	ANEXOS.....	175

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1. Errores tipo I y tipo II.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 2. Análisis de devoluciones del año 2012</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 3. Resumen Diagrama de Operaciones de Soplado</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 4. Formato para el Análisis Productivo</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 5. Caracterización de Productos no Conformes.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 6. Formato para Recolección de datos para las Gráficas de Control</i>	<i>119</i>
<i>Tabla 7. Factores para calcular líneas centrales y límites de control 3σ para la gráfica \bar{X} y R..</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 8. Límites de Control Tentativos para los Productos Representativos</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 9. Mejoramiento de los problemas presentados en los límites de control tentativos.....</i>	<i>136</i>
<i>Tabla 10. Índices de Capacidad del Proceso</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 11. Comparación: cp y cpk</i>	<i>147</i>
<i>Tabla 12. Elementos para el proceso de montaje de moldes</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 13. Comparación proceso Actual y Proceso Propuesto.....</i>	<i>166</i>

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
<i>Ilustración 1. Comparativo de Ciclos y Pesos Promedio.....</i>	23
<i>Ilustración 2. Mantenimiento Correctivo y Preventivo</i>	24
<i>Ilustración 3. Producto facturado en kilogramos.....</i>	97
<i>Ilustración 4. Identificación 6 regiones de 1σ para el análisis de las Corridas no Naturales.</i>	141
<i>Ilustración 5. Molde de una cavidad.</i>	150

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1. Ejemplo de una gráfica de Control.....</i>	50
<i>Figura 2. Patrón natural de variación en una gráfica de control</i>	53
<i>Figura 3. Distribución de frecuencia de promedios de subgrupo, con límites de control.....</i>	54
<i>Figura 4. Algunas corridas no naturales; el proceso está fuera de control.....</i>	57
<i>Figura 5. Patrón de fuera de control: Cambio o Salto de Nivel</i>	59
<i>Figura 6. Patrón de fuera de control: Tendencia o Cambio Gradual de Nivel.....</i>	60
<i>Figura 7. Patrón de fuera de control: Ciclos Recurrentes.....</i>	62
<i>Figura 8. Patrón de fuera de control: Dos Poblaciones.....</i>	63
<i>Figura 9. Causas de impedimento de Transporte y Flujo de Material.....</i>	84
<i>Figura 10. Sección de Moldes de Soplado.....</i>	87
<i>Figura 11. Sección Moldes de Inyección</i>	88
<i>Figura 12. Sección de Maquinaria en Planta.....</i>	89
<i>Figura 13. Fallas/Ajustes Máquinas AUTOMA.....</i>	115
<i>Figura 14. Identificación Fallas Máquina</i>	116

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
<i>Gráfico 1. HISTÓRICO DE DEVOLUCIONES</i>	76
<i>Gráfico 2. DIAGRAMA DE PARETO DE LAS CAUSAS DE LAS DEVOLUCIONES POR KILOGRAMO</i>	80
<i>Gráfico 3. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO: HISTORICO DE LAS DEVOLUCIONES DE PRODUCTO</i> ...	81
<i>Gráfico 4. DIAGRAMA FINAL PROCESO SENSIBILIZACIÓN HERRAMIENTAS CUANTITATIVAS</i>	86
<i>Gráfico 5. DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN</i>	94
<i>Gráfico 6. CONSUMO MATERIA PRIMA</i>	98
<i>Gráfico 7. DESPERDICIO DE MATERIAL GENERADO (SCRAP)</i>	98
<i>Gráfico 8. Consolidado Bidón 20 L</i>	103
<i>Gráfico 9. Consolidado Clorox 2000 cc</i>	104
<i>Gráfico 10. Consolidado Garrafa 3800 cc</i>	105
<i>Gráfico 11. Consolidado Garrafa 5L</i>	106
<i>Gráfico 12. Consolidado Galón Texaco</i>	107
<i>Gráfico 13. Caracterización Defectos Bidón 20 L</i>	109
<i>Gráfico 14. Caracterización Defectos Clorox 2000 cc</i>	110
<i>Gráfico 15. Caracterización Defectos límpido 1800 cc</i>	111
<i>Gráfico 16. Caracterización Defectos Garrafa 5L</i>	112
<i>Gráfico 17. Caracterización Defectos Galón Texaco</i>	113
<i>Gráfico 18. GRAFICO FINAL DE LA IMPLEMENTACION 5 S'S</i>	159

ANEXOS

	Pág.
ANEXO A . ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA	176
ANEXO B. MAPA DE PROCESOS DE ECSI	177
ANEXO C . PRODUCTOS DE MAYOR FABRICACIÓN	178
ANEXO D . CODIFICACIÓN MÁQUINAS DE SOPLADO E INYECCIÓN	179
ANEXO E . SOPLADO DE PÁRISON.....	180
ANEXO 1. PRESENTACION DE CAPACITACION: DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO.....	181
ANEXO 2. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA LINEA DE SOPLADO.....	191
ANEXO 3. INDICADORES LINEA DE SOPLADO	195
ANEXO 4. INDICADORES LINEA DE INYECCION.....	196
ANEXO 5. LISTA DE CLIENTES REPRESENTATIVOS Y DIAGRAMA DE PARETO.....	197
ANEXO 6. PRODUCTOS REPRESENTATIVOS.....	199
ANEXO 7. CARACTERIZACION DE PRODUCTOS NO CONFORMES	200
ANEXO 8. FORMATODE IDENTIFICACION FALLAS MAQUINA	201
ANEXO 9. GRAFICOS DE CORRIDA.....	201
ANEXO 10. LINEAS CENTRALES Y LÍMITES TENTATIVOS PARA LAS GRAFICAS \bar{X} y R.....	207
ANEXO 11. FORMATOS PARA CARTAS DE CONTROL DE LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS. .	212
ANEXO 12. LÍNEA CENTRAL Y LÍMITES DE CONTROL REVISADOS.	217
ANEXO 13. LÍMITES DE CONTROL, TENTATIVOS Y REVISADOS	218
ANEXO 14. LIMITES DE CONTROL OBTENIDOS DESPUES DE LA MEJORA.....	220
ANEXO 15. GRÁFICAS DE CONTROL PARA ANÁLISIS DE CONDICIONES FUERA DE CONTROL.....	222
ANEXO 16. CALCULO DE LOS RANGOS Y DESVIACIONES ESTANDAR PARA LOS SUBGRUPOS DE LAS GRAFICAS DE CONTROL.....	227
ANEXO 17. VALORES DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO, PARA LOS 5 PRODUCTOS REPRESENTATIIVOS.	232

ANEXO 18. CALCULOS DE LOS VALORES DE C_{pk}, PARA LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS....	233
ANEXO 19. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE GRÁFICOS DE CONTROL.....	234
ANEXO 20. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL PROCESO DE MONTAJE DE MOLDES.....	235
ANEXO 21. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DEL INSTRUCTIVO DE ALISTAMIENTO DE MOLDES	240
ANEXO 22. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S's.....	242
ANEXO 23. LISTA DE CHEQUEO Y GRAFICA RADAR ANTES DE LA IMPLEMENTACION DE LAS 5 S's	253
ANEXO 24. SITUACION ACTUAL DEL AMACEN DE MOLDES.....	255
ANEXO 25. PLANO ACTUAL DEL AMACEN DE MOLDES.....	257
ANEXO 26. PLANO PROPUESTO DEL AMACEN DE MOLDES.....	258
ANEXO 27. IMPLEMENTACION DE LA MEJORA DEL AMACEN DE MOLDES.....	259
ANEXO 28. LISTA DE CHEQUEO Y GRAFICA RADAR DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DE LAS 5 S's.....	262
ANEXO 29. MATRIZ DE INDICADORES.....	264
ANEXO 30. FICHAS TÉCNICAS DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO.....	265
ANEXO 31. DIAGRAMA DE PREPARACIÓN Y ARRANQUE DE UNA MÁQUINA SOPLADORA.....	270
ANEXO 32. CUANTIFICACIÓN DE LA MEZCLA DE MATERIA PRIMA.....	271

RESUMEN

TITULO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ECSI S.A.S.[^]

AUTOR: GERMÁN DAVID LÓPEZ LEGUIZAMÓN.^{^^}

PALABRAS CLAVES: Mejoramiento de procesos, Fabricación de envases plásticos, Proceso de Soplado, Cambio de Moldes, Diagramación de Procesos, Tiempos de Producción, Indicadores de Productividad.

DESCRIPCION: El presente trabajo trata acerca del mejoramiento del proceso productivo del área de soplado en una empresa productora de envases plásticos, este desarrolla mejoras a la calidad del proceso, estandarizando y reduciendo tiempos de ejecución, estableciendo métodos de control estadístico de proceso, e implementando indicadores de productividad. Herramientas que permitirán aumentar la satisfacción del cliente y hacer que la empresa adopte la ideología del mejoramiento continuo.

El proyecto comienza con el diagnóstico inicial del proceso productivo de la empresa, circunstancia que permite identificar que bases teóricas son necesarias para abordar los respectivos procesos de mejoramiento. El libro tiene 9 capítulos, los tres primeros abordan generalidades de la empresa y el marco teórico que sirve de apoyo para el desarrollo del trabajo. El capítulo 4 aborda el diagnóstico general de la empresa. El capítulo 5 aborda la identificación y el reconocimiento de la línea representativa, que permite identificar cuales productos de esa línea serán parte del análisis estadístico del proceso, que hace parte del capítulo 6. En el capítulo 7 se encuentra la descripción del proceso de montaje de moldes, que permite identificar las restricciones que tiene esa área de trabajo y en donde se implementa la estrategia de 5 S's. En el capítulo 8 se encuentra el sistema de indicadores de productividad y finalmente en el capítulo 9, se abordan propuestas finales de mejoramiento del área de soplado.

El texto finaliza con las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron durante el proceso de mejoramiento en el área de soplado de ECSI S.A.S.

[^]Proyecto de grado. Modalidad práctica empresarial.

^{^^}Universidad Industrial de Santander; Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de estudios Industriales y Empresariales; Programa de ingeniería Industrial; Edwin Garavito, director de proyecto

ABSTRACT

TITLE: Improvement of the productive process of the ECSI S.A.S Company.[^]

AUTHOR: GERMÁN DAVID LÓPEZ LEGUIZAMÓN.^{^^}

KEYWORDS: Process improvements, plastic containers manufacturing, blowing process, molds changing, layout process, times in production, productivity indicators.

DESCRIPTION: The current work is about the production process improvements in the blowing area at ECSI SAS a manufacturer enterprise in the plastic containers field. It is developed obtaining improvements in the quality process, standardizing and reducing execution times through the establishment of statistical control of process methods and employing productivity indicators as well. Tools that will allow the customer to be satisfied and will make the enterprise adopt the continuous improvement ideology.

The project begins with the initial diagnostic of the productive process in the enterprise, fact that lets identify which theoretical bases are necessities to board the corresponding improvements process. The book contains nine chapters, the first three talk about some enterprise generalities and the theoretical mark will offer a support for the development of the aim. The chapter four shows the enterprise general diagnostic. The chapter five explains the identification in the representative line, which allows to identify what products in the current line are to be part of the statistical analysis process, that will be shown in chapter six. Along the chapter seven the reader will find description for the molds setting process, which would let identify the restriction among that working area and where will be employed the five S's strategy. In the chapter eight is found the productivity indicators system and finally the chapter nine proposes the possible solutions to improve the blowing area.

The text ends with the conclusions and recommendations obtained during the improvement process in the blowing area at ECSI SAS.

[^]Degree Project: Modality business practice

^{^^}Universidad Industrial de Santander; Faculty of Engineering Physics-Mechanical, School of industrial and Enterprise Studies: Industrial Engineering Program; Edwin Garavito, Project director.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad para lograr ser competitivos a nivel empresarial, es necesario implementar sistemas de control de calidad que permitan generar una cultura empresarial orientada a optimizar los recursos disponibles, teniendo en cuenta tanto la calidad de la materia prima como el proceso productivo mismo, para lograr que el producto final sea de alta calidad, con el fin de lograr la plena satisfacción del cliente.

El crecimiento empresarial debe ser planificado, lo importante no es el crecimiento, la finalidad es la competitividad, para ello es necesario analizar aquellos procesos y productos en donde: invertir, reducir la inversión o reestructurar. Uno de los procesos más importantes de ECSI S.A.S, es el proceso de soplado, el cual tiene actualmente muchas limitaciones, que restringen o afectan el proceso productivo.

El crecimiento de la demanda, ha producido una serie de problemas de espacio en la planta, errores en la planificación de la producción, y procesos que no están completamente controlados o estandarizados.

El presente trabajo, incluye un diagnóstico de la situación inicial e identifica cuales son los elementos restrictivos de producción, con el fin de seleccionar procesos y productos que necesiten estrategias de mejora. Para ello se establecen unos objetivos que permitan establecer metas concretas de mejoramiento continuo de la calidad.

Para cumplir con los objetivos trazados, se utilizan herramientas de manufactura flexible, como: Análisis estadístico de proceso, estudio de métodos y tiempos, diagramación de operaciones, la metodología de las 5 S's y los indicadores de desempeño del proceso productivo. Mediante la utilización de las herramientas anteriormente descritas, se implementan oportunidades claras de mejora en el área de soplado, logrando transmitir

en la empresa una ideología de mejoramiento continuo de la calidad, con el fin de que se adopten estas nuevas tendencias y se transmitan a las demás áreas del proceso productivo y administrativo, logrando aumentar los índices productivos y disminuyendo los índices actuales de reprocesamiento y desperdicio de material, y estableciendo tareas estandarizadas que contribuyan con un óptimo desempeño laboral y desarrolle un clima organizacional excelente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CUMPLIMIENTO
Realizar un diagnóstico del proceso productivo con el fin de identificar los factores críticos que inciden en el nivel de devoluciones de producto.	Capítulo 4.
Realizar un análisis de las características de producción de los productos representativos, para identificar que variables inciden en su proceso de fabricación.	Capítulo 5. (5.4.2).
Desarrollar la caracterización del proceso de soplado a partir de la diagramación de las operaciones.	Capítulo 5. (5.2)
Implementación de herramientas de control estadístico para el análisis y control de variables críticas en el proceso de Soplado.	Capítulo 6.
Desarrollar la caracterización del proceso de soplado a partir de la realización de estudio de tiempos para el proceso de Montaje de Moldes.	Capítulo 7. (7.1)
Proponer e Implementar una nueva distribución, ubicación e identificación de los moldes en el almacén.	Capítulo 7. (7.4).
Planear y desarrollar un programa de entrenamiento y capacitación en mejoramiento de procesos para el personal a cargo de las labores operativas.	Capítulo 7. (7.3)
Proponer e Implementar estrategias de mejora y prácticas operacionales estandarizadas para el proceso de soplado.	Capítulo 9.
Diseñar e implementar un sistema indicadores de desempeño para evaluación y control de operaciones en el proceso de Soplado.	Capítulo 8.

1. TITULO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA ECSI S.A.S.

1.1. MODALIDAD: PRÁCTICA EMPRESARIAL

1.2. RESPONSABLE:

NOMBRE: GERMAN DAVID LOPEZ LEGUIZAMON

E-MAIL: matias_geda@hotmail.com

TELÉFONO: 3134982011

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

ECSI (Planta Principal – Zona Industrial Montevideo, Bogotá), cuenta con más de 250 clientes dentro del sector de producción y comercialización de envases plásticos, ésta variedad de clientes hace que constantemente se cambie la programación de la producción, ya que corporativamente se trabaja conforme a los requisitos y exigencias de los clientes, procedimiento que afecta drásticamente los procesos de alistamiento y montaje de las líneas de producción.

De común acuerdo con la gerencia de planta se ha propuesto realizar un diagnóstico de las áreas de soplado e inyección, con el objetivo de analizar cómo se encuentran los procedimientos de almacenamiento de moldes y consumo de material a partir de la fabricación de los productos.

Se presentan variaciones continuas en máquina con respecto a los ciclos (tiempos) de fabricación y pesos de los envases, debido al uso de material reprocesado para la fabricación de los productos, por lo tanto las operarias de máquina, personal de control de calidad y técnicos deben realizar un constante seguimiento a estos parámetros para lograr la conformidad del producto.

Lo anterior disminuye el tiempo disponible de los empleados para ejecutar sus funciones durante la jornada. A continuación se presenta el comparativo de algunos productos en los meses de Junio y Julio del año 2012.

Ilustración 1. Comparativo de Ciclos y Pesos Promedio

PRODUCTO	JUNIO		JULIO	
	PESO (GRS)	CICLO (SEG)	PESO (GRS)	CICLO (GRS)
TALCO 200	23,1	13,71	22,41	12,84
CLOROX 2000	61,91	17,16	64,18	17,88
GALON DORADO	185,12	25,93	191,77	28,35
GALON NEGRO	182,09	26,69	187,34	27,26
COCA COLA	172,29	31,61	171,67	31,14
CLOROX 3800	101,26	21,51	99,44	21,96
LIMPIDO 1800	61,7	16,56	62,42	18,52
TAMPICO 286	20,59	16,49	23,08	14,92
BIDON AMARILLO	984,76	74,28	952,23	73,8
BIDON BRINSA	1080,36	74,75	1041,83	74,28

Fuente: Analista de Manufactura, ECSI S.A.S

En algunas ocasiones la capacidad de acción de los técnicos es superada por el nivel de fallas de las máquinas debido a los problemas presentados de manera simultánea ya que normalmente durante un turno laboral están trabajando entre 4 y 6 técnicos para la sección de soplado y entre 2 o 3 para inyección; la planta cuenta con 25 sopladoras y 14 inyectoras.

A continuación se presentan los indicadores históricos de los primeros 6 meses del año 2012, en cuanto a mantenimiento correctivo y preventivo en horas, en donde se evidencia que la línea de soplado ha tenido que atender varios problemas de mantenimiento durante este lapso de tiempo en comparación con la línea de Inyección.

Ilustración 2. Mantenimiento Correctivo y Preventivo

INDICADORES DE MANUFACTURA – JUL. 2012						
HISTORICO MANTENIMIENTO CORRECTIVO (horas)						
PLANTA	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.
INYECCION ECSI	43	48	0	30	62	139
SOPLADO ECSI	1,003	643	452	591	687	826
HISTORICO MANTENIMIENTO PREVENTIVO (horas)						
PLANTA	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.
INYECCION ECSI	6	136	12	16	38	0
SOPLADO ECSI	123	39	89	106	384	224

Fuente: Analista de Manufactura, ECSI S.A.S

El área de almacenamiento de los moldes se encuentra congestionada, debido a que de los 359 moldes de soplado hay 147 moldes obsoletos o inactivos (no existe clasificación) y de los 237 moldes de Inyección 91 son obsoletos; algunos de estos no presentan actividad de uso por más de 12 meses, al igual que otros herramientas (boquillas, machos y cabezales) y otra cantidad de repuestos que no hacen parte del almacén; por lo tanto se presentan situaciones de desorden y falta de clasificación de los elementos que allí se encuentran, además de encontrar elementos que no hacen parte del almacén y no están ubicados de manera adecuada en el área, impidiendo un fácil acceso.

Las operarias presentan dificultades en el diligenciamiento incompleto y/o incorrecto de los formatos de productividad e inspección de producto en proceso (autocontrol), esto hace que los reportes de productividad semanales no presenten un alto nivel de confiabilidad. Los ordenadores, quienes son los operarios encargados de realizar el abastecimiento de cajas, estibas y canecas, no suministran de manera adecuada y a tiempo estos elementos para lograr la continuidad de la producción y por esto se

presentan represamientos de producto semi-elaborado y/o terminado en el área de trabajo.

En ocasiones las máquinas se encuentran en marcha sin tener los documentos reglamentarios para su operación como: la orden de producción, guía técnica de máquina, lista de códigos de parada, ficha de especificaciones de producto y formatos de productividad e inspección de producto en proceso (autocontrol).

Se han encontrado incoherencias en información entre las fichas de especificaciones de producto y guía técnica de máquina.

En los boletines de productividad se presentan incongruencias con respecto a los registros de producto terminado. El flujo de materia prima, insumos y producto terminado no es el adecuado debido a que las áreas de tránsito son improvisadas, puesto que dependen del espacio disponible.

El número de básculas no es proporcional a la cantidad de máquinas en el área. Y la remoción de desperdicio de material (rebaba) no es regular en las máquinas, debido a que algunas necesitan ser asistidas por personal adicional a la operación y/o no se tiene claridad en la asignación de la ejecución de la función.

1.4. ALCANCE DEL TRABAJO.

El presente trabajo desea realizar un diagnóstico de los procesos productivos de la Empresa Colombiana de Soplado e Inyección, ECSI S.A.S, analizando los procedimientos de almacenaje de moldes y proceso de soplado, estableciendo falencias que hacen que la organización pierda eficacia en su actividad.

Para atacar y mejorar los puntos críticos se utilizarán herramientas como: Gráficas de Control para variables de calidad, 5 S's, Diagrama Causa y Efecto, entre otras, con el fin de presentar soluciones viables y de fácil adaptación con poca inversión.

Una vez realizado el análisis se plantearán soluciones y se pondrán a disposición de la dirección para una evaluación y aprobación para su posterior implementación.

Uno de los resultados esperados es lograr introducir una cultura en la organización al mejoramiento continuo, donde haya flujo de información de las partes involucradas, se mantengan jornadas de capacitación a todo el personal, se clarifiquen dudas e implanten soluciones a diferentes situaciones presentadas, lo anterior para alcanzar niveles de productividad que reflejen mejores resultados a la organización.

Vigilar aquellas actividades o procedimientos críticos en la empresa para mantener control y poder establecer acciones correctivas y preventivas.

1.5. OBJETIVOS.

1.5.1. Objetivo General.

Diseñar e Implementar mejoras en el proceso productivo de la empresa ECSI S.A.S.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Realizar un diagnóstico del proceso productivo con el fin de identificar los factores críticos que inciden en el nivel de devoluciones de producto.

- Realizar un análisis de las características de producción de los productos representativos, para identificar que variables inciden en su proceso de fabricación.
- Desarrollar la caracterización del proceso de soplado a partir de la diagramación de las operaciones.
- Implementación de herramientas de control estadístico para el análisis y control de variables críticas en el proceso de Soplado.
- Desarrollar la caracterización del proceso de soplado a partir de la realización de estudio de tiempos para el proceso de Montaje de Moldes.
- Proponer e Implementar una nueva distribución, ubicación e identificación de los moldes en el almacén.
- Planear y desarrollar un programa de entrenamiento y capacitación en mejoramiento de procesos para el personal a cargo de las labores operativas.
- Proponer e Implementar estrategias de mejora y prácticas operacionales estandarizadas para el proceso de soplado.
- Diseñar e implementar un sistema indicadores de desempeño para evaluación y control de operaciones en el proceso de Soplado.

1.6. METODOLOGÍA.

1. **Conocimiento y Estudio de la Empresa:** Identificar cada una de las etapas que integran el desarrollo del proceso de producción de plásticos en ECSI S.A.S(Planta Principal – Zona Industrial Montevideo, Bogotá).

- En esta primera etapa se conocerá el sistema productivo de la planta en general, observando su estructura y funcionalidad que intervienen en el desarrollo de productos y que involucran las líneas: Soplado, Inyección, Screen, Encartonado, Molidos, Mantenimiento y Diseño.

- Conocimiento de la Estructura de Seguridad Industrial, BPM (Buenas Prácticas de Manufactura).

- Hacer Reconocimiento de La Línea de Calidad para entender las diferentes Herramientas de Control con las que cuenta la empresa en cuanto a especificaciones de Máquina y Producto. A su vez reconocer los lineamientos del sistema actual de Gestión de Calidad.

- Además se recibirá información sobre los sistemas (software) con los que cuenta la empresa para conocer la forma en la que se acopla la programación de la producción con el proceso productivo.

- Para establecer panoramas más completos se visitaran las secciones de almacén de materia prima, producto terminado y despachos.

2. **Identificación y reconocimiento de la línea de producción representativa:** Recopilar y clasificar información de volúmenes de ventas, identificando cual es la línea de producción que genera mayor impacto en la compañía.

Analizar por medio de fuentes históricas o levantamiento de información cuál de las líneas de producción (Soplado, Inyección, "Screen" y Encartonado) es más sensible en cuanto a la presencia de restricciones y causas de problemas en la empresa que afecten directamente el proceso productivo y generen pérdidas de tiempo y dinero que se ven reflejadas en variación en sus indicadores de productividad.

3. **Identificar las líneas de productos Críticos Representativos y Organizarlas en Familias de Componentes:** De la línea crítica representativa del proceso productivo, analizar productos específicos que generan más impacto dentro del proceso productivo.

Identificar y agrupar los productos que se fabrican y que tienen altos índices en variaciones o que necesitan un seguimiento puntual por la relevancia de alguno de estos que tienen con los clientes, o por petición de la gerencia de planta.

4. **Identificación de Restricciones y Análisis de tiempos:** Mediante el levantamiento de Información tanto histórica como la obtenida por la generación de formatos, se identificarán cuales restricciones afectan directamente el proceso productivo.

De igual forma se realizara un estudio de tiempos para el proceso de montaje de moldes que permita tener un control más detallado sobre la capacidad instalada y utilizada siendo esencial en el proceso de fabricación de un envase plástico.

5. **Caracterización de los puestos de trabajo:** Determinar los recursos, materiales, herramientas y dispositivos necesarios en cada centro de trabajo involucrado en el proceso de mejoramiento para Operarias, Técnicos, Ordenadores y Supervisores.

6. **Documentar el Proceso Productivo:** Investigar, recopilar y analizar información primaria (obtenida a partir de listas de chequeo, entrevistas con personal del sector

financiero y el departamento de calidad de la empresa, bases de datos de productividad; y secundarias suministradas por el gerente de planta; que permita conocer el proceso detallado, con el fin de documentar las actividades, recursos y tiempos que intervienen en el mismo.

7. **Proponer e Implementar técnicas de Ingeniería de valor y manufactura flexible:**

Identificar, Proponer e Implementar oportunidades claras de mejora, que beneficien la productividad de la empresa mediante la aplicación de métodos de Manufactura Flexible e Ingeniería de Valor.

8. **Jornadas de Capacitación Kaizen:** Capacitar y sensibilizar en herramientas que traten temas como: análisis de despilfarros, 5S's, mantenimiento autónomo, mejoramiento autónomo y progresivo con el fin de generar un cambio cultural en la organización y aumente la productividad de las áreas.

9. **Evaluar y controlar:** Implementar un sistema de indicadores de gestión de acuerdo a cada una de los objetivos establecidos para cada mejora, con el fin de evaluar y controlar la eficacia de la implementación.

2. DESCRIPCION DE LA EMPRESA.

2.1. OBJETO SOCIAL DE LA EMPRESA

La Empresa Colombiana de Soplado e Inyección "ECSI S.A.S.", es una de las compañías líderes en la producción y comercialización de artículos plásticos, elaborados con procesos de inyección, soplado e inyectado soplado en Colombia. Su sede principal se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá, en la zona industrial de Montevideo.¹

2.2. RESEÑA HISTORICA.

La Empresa Colombiana de Soplado e Inyección "ECSI S.A.S.", es una de las compañías líderes en plásticos en Colombia su vocación es la calidad y el servicio al cliente, está localizada en la ciudad de Bogotá D.C., fue fundada el 21 de diciembre de 1992 con la filosofía de lograr liderazgo basado en la calidad y valor agregado a quienes nos depositan su confianza. Su función primordial es la producción y comercialización de artículos de plástico.²

ECSI S.A.S. procesa alrededor de 8000 a 9500 toneladas/año. Genera alrededor de 639 empleos directos de los cuales el 70% son mujeres y 30% hombres

Administrativos:	61
Mano de obra directa:	462
Mano de obra indirecta:	116

ECSI S.A.S., cuenta con una avanzada tecnología en la transformación de plástico.

¹Fuente: Departamento de Control y Aseguramiento de la Calidad ECSI S.A.S.

²Fuente: Departamento de Recursos Humanos ECSI S.A.S.

En la línea de inyección labora con 30 máquinas y tiene una capacidad mínima de producción de 0,5 gramos y máximo de 4,8 kilogramos.

La línea de soplado cuenta con 31 máquinas y tiene una capacidad mínima de producción de 60 centímetros cúbicos y máxima de 30 litros. La línea de inyectora soplado cuenta con dos inyectora-sopladoras, 2 inyectoras manuales de PET y tres sopladoras manual de PET, la capacidad es de 250 a 3000 centímetros cúbicos.

ECSI S.A.S. posee una línea para impresión manual de envases y cuñetes por el sistema de "screen" y de un mecanismo de aplicación de etiqueta termo-encogible.

ECSI S.A.S. en la línea de encartonado cuenta con máquinas troqueladoras desde 1 hasta 6 pistones para la colocación de "liners" en las tapas.

ECSI S.A.S. vende productos en Colombia, Centroamérica y Sudamérica. Exporta principalmente a: El salvador, Panamá, Ecuador, Perú, República Dominicana, Costa Rica y Venezuela. Es proveedor de grandes empresas del sector alimenticio, petrolero, productos de aseo, químicos y comerciales.

Los productos principales son:

- Envases plásticos
- Tapas plásticas,
- Canastas
- Cuñetes
- Bidones y
- Otros productos plásticos.

ECSI S.A.S. es miembro de ICONTEC, ANDI, Cámara del Comercio de Bogotá y Cámara de Comercio de Centroamérica y ha sido certificada por:

- ICONTEC NTC ISO 9002/1994 (Agosto 1998).
 NTC ISO 9001/2000 (Octubre 2003).
- PIRA INT. Shell Group wold wide Basis.
- QUAKER Quaker Oats Corp. Catorade.
- COLGATE PALMOLIVE Proveedor Certificado (2008).

2.3. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la sede principal (Planta Zona Industrial de Montevideo, Bogotá) se encuentran laburando el siguiente número de trabajadores:³

Número de empleados directos: 462 (mano de obra directa).

Número de Empleados Indirectos: 61 (administrativos).

116 (mano de obra indirecta).

Número de Empleados Planta: 200-250 (3 turnos de 8 horas al día)

2.3.1. ORGANIGRAMA

Ver **ANEXO A.**

2.3.2. MAPA DE PROCESOS.

Ver **ANEXO B.**

2.4. MARCO ESTRATÉGICO

³Fuente: Departamento de Control y Aseguramiento de la Calidad ECSI S.A.S.

2.4.1. MISIÓN.

“Nuestra Empresa tiene como MISIÓN, la producción y comercialización de artículos plásticos, elaborados con procesos de inyección, soplado e inyectado soplado, con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes”.⁴

2.4.2. VISION.

“ECSI S.A.S., será una empresa líder: en servicio, producción y comercialización de artículos plásticos, reconocida en el mercado nacional y con presencia internacional. La calidad de nuestros productos dará completa satisfacción a nuestros clientes y será el resultado de personas capaces, de tecnología avanzada, de procesos altamente productivos y de la oportunidad y calidad de nuestros servicios. Estaremos colaborando en la investigación y desarrollo de materiales y procesos que contribuyan a la conservación del medio ambiente. Nuestro gran reto y desafío continuará siendo la calidad y lograremos la excelencia en todos los aspectos de nuestra organización.”

2.4.3. POLÍTICA DE CALIDAD

ECSI S.A.S. desarrolla sus actividades con base en las siguientes directrices:

I. Servicio Al Cliente.

Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes internos y externos.

II. Mejoramiento Continuo.

Mantener una cultura proactiva e innovadora en nuestros procesos y servicios.

⁴Fuente: Departamento de Control y Aseguramiento de la Calidad ECSI S.A.S.

III. Factor Humano.

Personas competentes para el desempeño de sus responsabilidades contribuyendo a su formación continua.

IV. Buenas Prácticas De Manufactura.

Garantizar envases y materiales libres de contaminantes físicos, químicos y biológicos que pongan en riesgo la inocuidad de los alimentos en los que se usen.

V. Medio Ambiente.

Trabajar continuamente por minimizar los riesgos ambientales y dar cumplimiento a los requisitos legales aplicables.

VI. Elaborar Productos Inocuos.

Minimizar y controlar los riesgos (físicos, químicos y microbiológicos), que afecten la inocuidad del producto durante el proceso de fabricación.

VII. Seguridad Industrial Y Salud Ocupacional.

Asegurar el bienestar físico de todos nuestros colaboradores, contratistas y visitantes, minimizando y controlando los riesgos relacionados con la Salud Ocupacional y la Seguridad Industrial.

2.4.4. OBJETIVOS DE CALIDAD

I. Servicio Al Cliente.

Suministrar a nuestros clientes externos e internos productos con calidad.

II. Mejoramiento Continuo.

Mantener la eficacia del Sistema de Gestión de la Calidad.

III. Factor Humano.

Elevar la competencia técnica del equipo de colaboradores de ECSI S.A.S.

IV. Utilización De Recursos.

Mantener una producción eficiente.

V. Medio Ambiente.

Manejo seguro de residuos.

VI. Elaborar Productos Inocuos.

Producir productos inocuos.

VII.Seguridad Industrial Y Salud Ocupacional.

Controlar los riesgos relacionados con la Salud ocupacional y la Seguridad Industrial.

2.5. PORTAFOLIO DE CLIENTES Y PRODUCTOS.

ECSI S.A.S. cuenta con más de 250 clientes, a los que les produce más de 800 productos, el **ANEXO C**, muestra los productos que más demanda anual tienen, ya que son requeridos constantemente por los principales clientes de ECSI:

2.6. PERSONAL Y CULTURA.

El personal que labora en ECSI S.A.S.mantiene una cultura que es consecuencia de la estructura vertical de la organización, en la que los subordinados siguen los valores y creencias de sus líderes los que generalmente tienden al trabajo en pos de la calidad y satisfacción del cliente y del entorno.

2.7. MATERIA PRIMA.

Para la fabricación de los productos plásticos se utilizan las siguientes materias primas:

Polietileno de alta densidad: El polietileno de alta densidad es un termoplástico fabricado a partir del etileno (elaborado a partir del etano, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas: Inyección, Soplado, Extrusión, o Roto-moldeo. Este es usado en la extrusora para crear la película plástica que luego es moldeada con el molde que tenga el termo-formador.

Polietileno de baja densidad: Dependiendo del catalizador, este polímero se fabrica de dos maneras: a alta presión o a baja presión. Cuando se polimeriza el etileno a baja presión se emplean catalizadores tipo Ziegler-Natta y se usa el buteno-1 como monómero.

De esta forma es como se obtiene el propileno de baja densidad lineal, que posee características muy particulares, como poder hacer películas más delgadas y resistentes. Se produce a partir del gas natural.

Poliestireno: El poliestireno (PS) es el tercer termoplástico de mayor uso debido a sus propiedades y a la facilidad de su fabricación. Posee baja densidad, estabilidad térmica y bajo costo. El hecho de ser rígido y quebradizo lo desfavorecen.

2.8. MÁQUINAS.

ECSI (Planta Principal – Zona Industrial Montevideo, Bogotá) tiene actualmente 29 máquinas sopladoras, 12 máquinas inyectoras en el área principal de producción. La codificación aparece en el **ANEXO D**.

2.9. MOLDES.

ECSI (Planta Principal – Zona Industrial Montevideo, Bogotá) cuenta con 1080 moldes de Soplado y 237 moldes de Inyección, donde 1027 son propiedad de la empresa y los demás propiedad exclusiva de varios clientes. En esta planta se encuentran almacenados los moldes de las demás sedes (planta 4, Planta Itagüí, “In House” de Clorox)

2.10. PROCESOS DE FABRICACIÓN.

En la actualidad ECSI S.A.S. Usa los polímeros como un material alternativo frente al vidrio y al metal, por sus cualidades de resistencia, escaso peso y bajo costo, cuenta con un equipo de máquinas utilizadas en los procesos de soplado, inyección y pigmentación.

A continuación se describen los principales procesos que intervienen en la fabricación de envases plásticos en ECSI S.A.S.

- Proceso de Extrusión (Soplado de Párison).
- Proceso de Inyección.
- Proceso de Peletizado.
- Reciclaje.

2.11. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

2.11.1. INGRESO DE MATERIA PRIMA

El ingreso de Materia Prima inicia a partir del abastecimiento de las tolvas de las máquinas, la cantidad colocada depende de la capacidad que posee la máquina.

El reabastecimiento de la materia prima depende de algunos factores tales como el peso y el ciclo, el tamaño y capacidad de la tolva de la máquina, etc. El Jefe de Sección (soplado o Inyección) dará las instrucciones a los operarios de la sección de Mezclas sobre el tiempo y la cantidad de material.

Los Técnicos son los encargados de dar arranque a las máquinas, y cuando esta calibrada, es decir, su correcto funcionamiento de producción, la entrega al operador para continuar con la producción.

2.11.2. SOPLADO DE PARISON:

Para el tipo de máquinas utilizadas en ECSI, que son de extrusión continua, el parison o precursor tubular fundido se produce sin interrupción. Una vez que el precursor ha alcanzado la longitud necesaria el molde de soplado se sitúa alrededor del precursor, cerrándose en torno a él. Cuando esto ocurre el precursor se corta con una cuchilla o un alambre caliente.

A continuación el molde portando el precursor se desplaza para recibir un nuevo precursor. El paso siguiente es la entrada del perno de soplado en el molde, la introducción del aire, generalmente frío en el interior de la pieza y el enfriamiento de la misma dentro del molde. El **ANEXO E**, ilustra el proceso de soplado en 5 pasos.

2.11.3. INYECCIÓN:

El proceso comienza elevando la temperatura del plástico (materia prima) a un punto donde pueda fluir bajo la aplicación de presión. Normalmente esto se hace calentando los gránulos sólidos del material hasta formar una masa fundida con una viscosidad y temperatura uniforme. Este proceso ocurre dentro del barril de la máquina.

El siguiente paso es permitir que el material se solidifique mediante la circulación de agua fría que pasa por los ductos del molde (con el molde cerrado). En esta etapa el material fundido ya plastificado, se transfiere a la parte inferior del cañón o sea a la boquilla, que inyecta hacia los canales existentes según el molde utilizado, hasta llegar a las cavidades donde toma la forma del producto final.

Por último el molde se abre para la extracción de la pieza. Esto se hace después de mantener el material bajo presión dentro del molde y una vez que el calor es removido para permitir solidificar el material en la forma deseada.

2.11.4. INSPECCIÓN DEL PRODUCTO FABRICADO:

Después de fabricado el envase, este se extrae para pasar al proceso de inspección. El producto inspeccionado por el operador, si es necesario rebaba el artículo o corta los excesos.

El operador es responsable de informar a los Supervisores, Técnicos, y/o Jefe de Sección los detalles que ocurren en las máquinas relacionados con los productos para que estos cumplan con las especificaciones de los clientes.

Los problemas en las especificaciones del envase que deben ser informados pueden ser: Ralladuras, coloración defectuosa, huecos, burbujas internas en el envase, grietas o rupturas, torceduras, transparencias, entre otras.

2.11.5. CONTROL DE CALIDAD:

Los inspectores de calidad y/o el jefe de calidad de planta, revisa los artículos por muestreo para poder determinar que envases no cumplen con las especificaciones establecidas para determinada orden de producción.

Estas especificaciones tienen que ver con: El etiquetado del envase, las características de peso del envase y el ciclo de la máquina, color requerido, hermeticidad y resistencia al impacto.

2.11.6. REPROCESO Y RECICLAJE:

Durante el proceso productivo se genera material de exceso o “scrap”, que proviene del área de producción y del producto no conforme terminado.

El “scrap” que ingresa al área de molido proviene de las fallas y pruebas que se hacen en las máquinas previo a ejecutar una orden de producción; estas pueden ser generadas por aspectos como: cambio de color (purga), coloración deficiente en el artículo, envases colapsados, envases rayados, envases incompletos, envases con paredes delgadas o gruesas, etc.

Los productos que presentan defectos son clasificados por el operario en lugares definidos para depositar el “scrap” de dicha orden de producción, para evitar que éste se mezcle con el “scrap” de otras referencias u órdenes de producción diferentes.

Los ordenadores del área de molido son los encargados de transportar los envases defectuosos que ya han sido previamente clasificados por el operario de la máquina, para dirigirlos a los molinos, en donde se pesan y se clasifican.

El jefe de la sección de mezclas se encarga de recibir el “scrap”, identificando la referencia de la orden de producción del envase y la máquina en la que fue producido, para que pueda ser reprocesado.

2.11.7. MOLIDO:

El “scrap” que ingresa a la sección de molido y mezclas, se cuantifica y se pesa, con el fin de clasificarlo según la clase de polímero y color. En ese momento inicia el proceso de molido. En este proceso se obtiene un material granulado del tamaño y forma de una “hojuela de maíz”, el cual es depositado en sacos de manera manual para pasar el proceso de costura e identificación de los mismos.

2.11.8. IDENTIFICACION, EMPAQUE, PELETIZADO Y ALMACENAJE:

- A. Identificación: Algunos de los envases requieren una funda plástica o adhesivo suministrada por la sección de insumos, que identifican la publicidad respectiva del cliente y que es colocada una vez el envase sale de la máquina.
- B. Empaque: Los envases son empacados por los operarios según los estándares preestablecidos por la orden de producción correspondiente y según las características solicitadas por el cliente. Esta sección puede tener empaque de producto final o de producto semi-elaborado: Para el empaque de producto semi-elaborado se utilizan diferentes tipos de bolsas plásticas que tienen capacidad suficiente para conservar el envase, dichos envases son enviados a la sección de impresión o “screen” y a la

sección de encartonado. Para el empaque de producto final se utilizan diferentes tipos de cajas, el tamaño de las cajas depende de los requerimientos del cliente; los envases se colocan dentro de las cajas, y las cajas y son acomodadas según las normas de estibación correspondientes a cada tipo de envase, en una zona dispuesta para estibación al lado de cada máquina.

- C. Peletizado: Algunos productos son entregados al cliente en canastas plásticas; estas canastas primero se estiban según los requerimientos del cliente y luego se cubren con plástico transparente; dicha labor es realizada por los ordenadores quienes se encargan también de ir despejando el área de producción.

- D. Almacenaje: Algunos productos terminados que no son entregados cuando se cierran las órdenes de producción, se ubican en el almacén de producto terminado, se llevan a la sección de digitación para ser identificados y registrados en el sistema de producción y luego se transportan en montacargas al almacén.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1. MARCOTEÓRICO.

3.1.1. DIAGRAMA DE PARETO:

Un diagrama de Pareto es una gráfica que clasifica los datos de algunas características de calidad, defectos o cualidades dentro de algún proceso productivo en orden descendente, de izquierda a derecha. En este caso las clasificaciones de los datos son tipos de fallas en los datos. Otras clasificaciones posibles de los datos son problemas, causas, tipos de no conformidades, etc. Los pocos vitales se encuentran a la izquierda y los muchos útiles se encuentran a la derecha.

A veces es necesario combinar algunos de los muchos útiles en una clasificación llamada otros, y se clasifican con una O en la figura. Cuando se utilice la categoría otros, siempre está en el extremo derecho. La escala vertical está en valor monetario (pesos, para fijar ideas), frecuencia o porcentaje.

Los diagramas de Pareto se distinguen de los histogramas porque en un diagrama de Pareto la escala horizontal es de categorías, mientras que la escala de un histograma es numérica.⁵

A veces los diagramas de Pareto contienen una línea acumulativa que representa la suma de los datos, al sumarlos de izquierda a derecha.

Se usan dos escalas: de la izquierda es frecuencia o pesos, y de la derecha es porcentaje.

⁵BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Diagrama de Pareto. 8ª Edición: Editorial PEARSON, 2009. 79-81 p.

Los diagramas de Pareto se usan para identificar los problemas más importantes. En general, el 80% del total se debe al 20% de los elementos.

En realidad los elementos más importantes podrían identificarse poniéndolos en una lista en orden descendente. Sin embargo, la gráfica tiene la posibilidad de proporcionar un impacto visual de las pocas características vitales que requieren atención.

La construcción de un diagrama de Pareto se hace en seis pasos:

1. Determinar el método para clasificar los datos: por problema, causa, tipo de no conformidad, etc.
2. Decidir si para evaluar las características se usaran pesos (que es lo recomendable), frecuencia ponderada o frecuencia.
3. Reunir datos durante un intervalo adecuado de tiempo.
4. Resumir los datos y agrupar las categorías en orden descendente.
5. Calcular el porcentaje acumulado, si es que se va a usar.
6. Trazar el diagrama y determinar cuáles son los pocos vitales.

Cuando se usa la escala de porcentaje acumulado, ésta debe coincidir con la escala en pesos o en frecuencia, de modo que el 100% tenga la misma altura de los pesos o la frecuencia totales.

Es de notar que un mejoramiento de calidad de los pocos vitales, por ejemplo 50%, produce un retorno de la inversión mucho mayor que una mejora de 50 % de los muchos útiles.

Entonces, de acuerdo con la experiencia, es más fácil tener un mejoramiento de 50% en los pocos vitales.

3.1.2. DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO:

Un diagrama de causa y Efecto es una figura formada por líneas y símbolos cuyo objetivo es representar una relación significativa entre un efecto y sus causas. Fue creado por Kaoru Ishikawa en 1943.⁶

Con los diagramas de causa y efecto se investigan los efectos “malos” y se emprenden acciones para corregir las causas, o los efectos “buenos” y se aprende cuales causas fueron responsables. Para cada efecto, es probable que haya numerosas causas. El efecto está a la derecha y las causas están a la izquierda. El efecto es una característica de calidad que debe mejorarse.

Las causas se suelen descomponer en las principales de: los métodos de trabajo, materiales, medición, mano de obra, maquinaria-equipos y medio ambiente (6M). A veces también se incluyen mantenimiento y Administración entre las causas principales. Cada causa principal se subdivide aún más en numerosas causas menores. Por ejemplo, bajo métodos de trabajo se podrían tener entrenamiento, conocimientos, capacidad, características físicas, etc. Los diagramas de causa y efecto (que por su forma también se llaman “Diagrama de espina de Pescado”) son los métodos para representar todas esas causas principales y secundarias.

El primer paso para elaborar un diagrama de causa y efecto es que el equipo del proyecto identifique el efecto o el problema de la calidad.

⁶BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Diagrama Causa y Efecto. 8. º Edición: Editorial PEARSON, 2009. 81-82 p.

Para determinar todas las causas menores o secundarias se requiere que el equipo de proyecto tenga sesiones de lluvia de "ideas". Es una técnica para estimular ideas que se adapta bien al diagrama de causa y efecto. Esta técnica aprovecha la capacidad de pensamiento creativo del equipo.

Se obtendrá un resultado más exacto y útil al poner atención a unos puntos esenciales:

1. La participación de todos los miembros del equipo se facilita cuando cada uno de ellos tiene un turno y sugiere una idea cada vez.
2. Se promueve la cantidad de ideas, no la calidad. La idea de una persona podrá disparar otra idea en alguien más y así se produce una reacción en cadena.
3. No se permite criticar una idea. Debe haber un intercambio fluido de información que libere la imaginación.
4. La visibilidad del diagrama es uno de los principales factores de participación.
5. Crear una atmosfera orientada a soluciones y no una sesión de quejas. El enfoque es hacia resolver un problema no discutir acerca de cómo se produjo.
6. Dejar que incuben ideas durante un periodo de tiempo específico para luego tener otra sesión para estimular las ideas. Entregar una copia de las ideas después de la primera sesión, cuando ya no se tengan ideas es tiempo de determinar la actividad de lluvia de ideas.

Una vez que se completa el diagrama de causa y efecto, éste debe ser evaluado para determinar las causas más probables. Esta actividad se hace en una sesión separada. El procedimiento es hacer que cada persona vote por las causas menores.

Las causas que tengan más votos se marcan y se determinan las cuatro o cinco causas más probables del efecto.

Se presentan soluciones para corregir esas causas y mejorar el proceso. Entre los criterios para juzgar las posibles soluciones se encuentran costo, factibilidad, resistencia al cambio, consecuencias, entrenamiento, etc.

3.1.3. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO.

Este diagrama muestra gráficamente la sucesión de actividades necesarias para la fabricación de un artículo o producto, y para ello emplea dos símbolos básicos: un círculo pequeño para representa una operación y un cuadro para representar una inspección, puede combinarse para representar un símbolo de operación-inspección.⁷

Una operación se define como aquella actividad durante la cual se hace cualquiera de las siguientes acciones:

- ✓ Transformación de un material.
- ✓ Ensamble de partes.
- ✓ Desmontaje de partes.
- ✓ Preparación del material para una posterior actividad.

Una inspección se define como aquella actividad durante la cual se verifica el cumplimiento de unos estándares de calidad del producto.

Una operación-inspección indicara que mientras se trabaja en el material, simultáneamente se verifican sus dimensiones o estándares de calidad.

⁷ORTIZ P, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa: Técnicas para el Mejoramiento de los Procesos Productivos: Diagrama de Operaciones del Proceso. Ediciones Universidad Industrial de Santander, 1999. 68p.

El grado de despilfarro presente en una actividad, podría calificarse como alto, medio o bajo:

Para las operaciones el grado de despilfarro puede catalogarse como medio, en razón a que no todas las tareas que hacen parte de la operación le agregan efectivamente valor al producto. Por su parte las inspecciones poseen un alto grado de despilfarro, ya que estas actividades aun cuando sean necesarias y tengan valor para la empresa, no tienen valor para el cliente: en este caso, podría pensarse en dos tipos de acciones: la primera, minimizar la cantidad de inspecciones, y la segunda, crear mecanismos que permitan inspeccionar el producto mientras se esté procesado.

Un símbolo adicional para la construcción de un diagrama de operaciones o un diagrama de flujo, es una línea recta horizontal, la cual indicara la entrada de materiales al proceso de fabricación. Los diagramas deben contener un encabezado en donde se presenten datos importantes sobre el proceso que se está mostrando como:

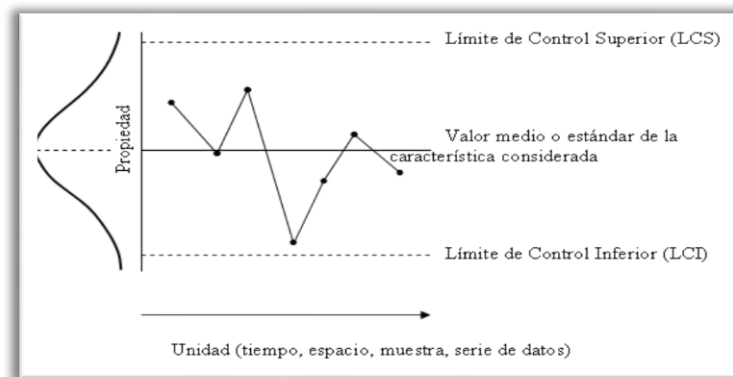
- ✓ Nombre del proceso.
- ✓ Número del diagrama.
- ✓ Parte o producto que se procesa.
- ✓ Sección o dependencia.
- ✓ Especificar si es método actual o propuesto.
- ✓ Fecha de elaboración.
- ✓ Nombre del analista.

El diagrama en sí, se dibuja trazando una línea vertical de arriba hacia abajo, insertando sobre ella los símbolos que representan las actividades o fases que componen el proceso productivo.

3.1.4. GRÁFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES.

Para indicar cuando las variables observadas en la calidad son mayores que las que causaría la casualidad, se usa el método de análisis y presentación de datos llamado gráficas de control. El método de la gráfica de control para variables es una forma de visualizar las variaciones que se presentan en la tendencia central y en la dispersión de un conjunto de observaciones. Es un registro gráfico de la calidad de determinada característica. Muestra si el proceso está o no en un estado estable.⁸

Figura 1. Ejemplo de una gráfica de Control.



Fuente: Control de calidad⁹

En la anterior figura se presenta un ejemplo de una gráfica de control. Esta gráfica se puede usar para registrar la variación del valor promedio de las muestras \bar{X} . El eje

⁸BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Gráficas de control para variables. 8. ⁹ Edición: Editorial PEARSON, 2009. 180-185 p.

⁹Ibid., p.182.

horizontal (unidad) es para el número del subgrupo. Los subgrupos están ordenados, y son inspeccionados de izquierda a derecha. En el eje vertical se encuentra la variable o propiedad a analizar.

Cada pequeño círculo lleno representa al valor promedio dentro de un subgrupo. En general se usan los promedios en las gráficas de control y no las observaciones individuales por que los valores promedio indican la existencia de una variación con mucha mayor rapidez. También con dos o más observaciones en una muestra, se puede obtener una medida de dispersión para determinado subgrupo.

La recta continua en el centro de la gráfica, puede tener tres interpretaciones, que dependen de los datos disponibles. En primer lugar, puede ser el promedio de los puntos graficados, que en el caso de una gráfica \bar{X} es el promedio de promedios, o $\bar{\bar{X}}$. En segundo lugar puede ser un valor patrón o de referencia, \bar{X}_0 basado en datos anteriores representativos. En tercer lugar, puede ser la media poblacional μ , si se conoce ese valor.

Las dos líneas externas interrumpidas son los límites de control superior e inferior. Estos límites se establecen para ayudar a juzgar la importancia de las variaciones en la calidad del producto o servicio. **Los límites de control** se usan para evaluar las variaciones de la calidad de un subgrupo a otro.

Por lo tanto para la gráfica \bar{X} los límites de control son función de los promedios de subgrupo. Una distribución de frecuencias de los promedios de subgrupo se puede determinar con su promedio y su desviación estándar.

La distribución de probabilidad de las variables continuas describe los datos que se agrupan en torno a un valor central en donde en todo proceso solo existen causas aleatorias de variación siguiendo una distribución normal.

De esta forma al sumar un grupo numeroso de variables independientes que siguen esta distribución normal, podemos deducir que se trata del **teorema del límite central**.

Los límites de control se suelen establecer en ± 3 desviaciones estándar de la línea central. La descripción de la curva normal dice que la cantidad de elementos entre $+3\sigma$ y -3σ es igual a 99.73%.

Entonces se espera que más de 9.973 veces de 10.000, los valores de subgrupo caigan entre los límites superior e inferior; cuando eso sucede, se considera que el proceso está bajo control. Cuando un valor de subgrupo cae fuera de los límites de control, se considera que el proceso está fuera de control y que hay una causa asignable de la variación.

OBJETIVOS DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL:

Las gráficas de control para variables proporcionan información:

- Para mejorar la Calidad.
- Para determinar la capacidad del proceso.
- Para tomar decisiones respecto a las especificaciones del producto.
- Para decisiones del momento respecto al proceso de producción.
- Para decisiones del momento respecto a artículos producidos recientemente.

ESTADO DE CONTROL.

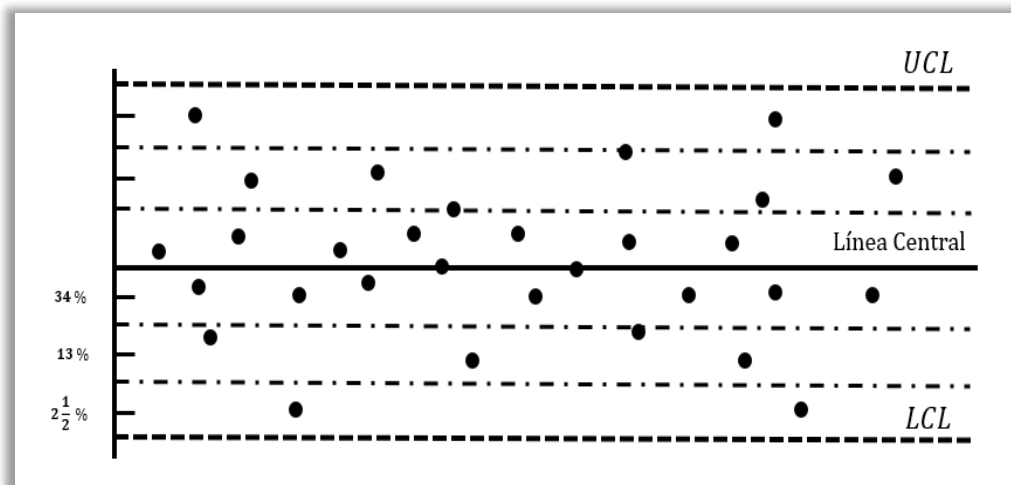
Proceso bajo control:

Cuando se han eliminado del proceso las causas asignables, hasta el grado en que los puntos de la gráfica de control permanecen dentro de los límites de control, el proceso está en un estado de control.

Ya no se puede alcanzar mayor grado de uniformidad con el proceso existente. Sin embargo se puede lograr mayor uniformidad mediante un cambio en el proceso básico, promovido por ideas para mejorar la calidad.

Cuando el proceso está “bajo control” (o “en control, o “controlado”) se presenta un patrón natural de variación que se ilustra con la gráfica de control en la Figura 2.

Figura 2. Patrón natural de variación en una gráfica de control



Fuente: Control de calidad¹⁰

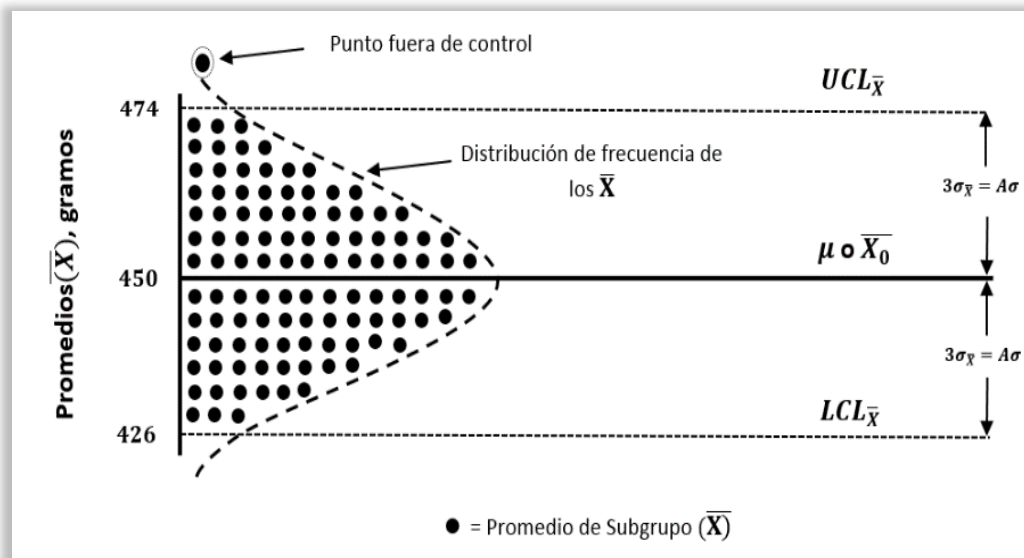
El patrón natural de variación tiene:

¹⁰BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Gráficas de control para variables. 8.ª Edición: Editorial PEARSON, 2009. 207 p.

- (1) Aproximadamente 34% de los puntos dentro de una banda imaginaria a 1 desviación estándar en ambos lados de la línea central.
- (2) 13.5% de los puntos dentro de una banda imaginaria entre 1 y 2 desviaciones estándar en ambos lados de la línea central.
- (3) 2.5% de los puntos graficados dentro de una banda imaginaria entre 2 y 3 desviaciones estándar en ambos lados de la línea central.

Los puntos están hacia uno y otro lado de la línea central en forma aleatoria, sin que haya puntos que se salgan de los límites de control. El patrón natural de los puntos, o los valores o valores promedio de subgrupo, forman su propia distribución de frecuencia. Si todos los puntos se apilaran en uno de los extremos (derecho o izquierdo) formarían una curva normal (ver Figura 3).

Figura 3. Distribución de frecuencia de promedios de subgrupo, con límites de control.



Fuente: Control de calidad¹¹

¹¹ibid., p. 211.

En general, se establecen los límites de control a 3 desviaciones estándar de la distancia a la línea central. Se usan como base para juzgar si hay evidencia de falta de control. La elección de los 3σ es económica con respecto a dos tipos de errores que se pueden presentar. Un error que los estadísticos llaman **Tipo I** ocurre cuando se busca una causa asignable de variación, cuando en realidad está presente una causa fortuita.

Cuando los límites se establecen a 3 desviaciones estándar un error **Tipo I** se presentará durante el 0.27% (3 de 1000) del tiempo.

En otras palabras, cuando un punto sale de los límites de control, se supone que se debe a una causa asignable, aun cuando se pueda deber a una causa fortuita 0.27% del tiempo.

El otro tipo de error se llama **Tipo II** y se presenta cuando se supone que hay una causa fortuita de variación, cuando en realidad hay una causa asignable. En otras palabras, cuando un punto está dentro de los límites de control se supone debido a una causa fortuita, aun cuando podría deberse a una causa asignable. La tabla 1, muestra la diferencia entre los errores **Tipo I** y **Tipo II**.

Tabla 1. Errores tipo I y tipo II

	EL PUNTO GRAFICADO ESTÁ	
	FUERA DE LOS LÍMITES DE CONTROL	DENTRO DE LOS LÍMITES DE CONTROL
Hay presente una causa asignable	Correcto	Error Tipo II
Hay presente una causa fortuita	Error Tipo I	Correcto

Fuente: Control de calidad¹²

¹²ibid., p. 208.

Cuando el proceso está controlado, solo hay presentes causas fortuitas de variación.

Cuando solo existen causas fortuitas, el proceso es estable y predecible en el tiempo.

Se sabe que la variación futura, será igual, a menos que haya un cambio en el proceso que se deba a una causa asignable.

Proceso fuera de control:

El término "*fuera de control*" (o descontrolado) se suele considerar inconveniente; sin embargo, hay casos en que esta condición es deseable. Lo mejor es pensar que el término *fuera de control* es un cambio en el proceso debido a una causa asignable¹³.

Cuando un punto (valor del subgrupo) se sale de los límites de control, el proceso está fuera de control. Quiere decir que existe una causa asignable de variación.

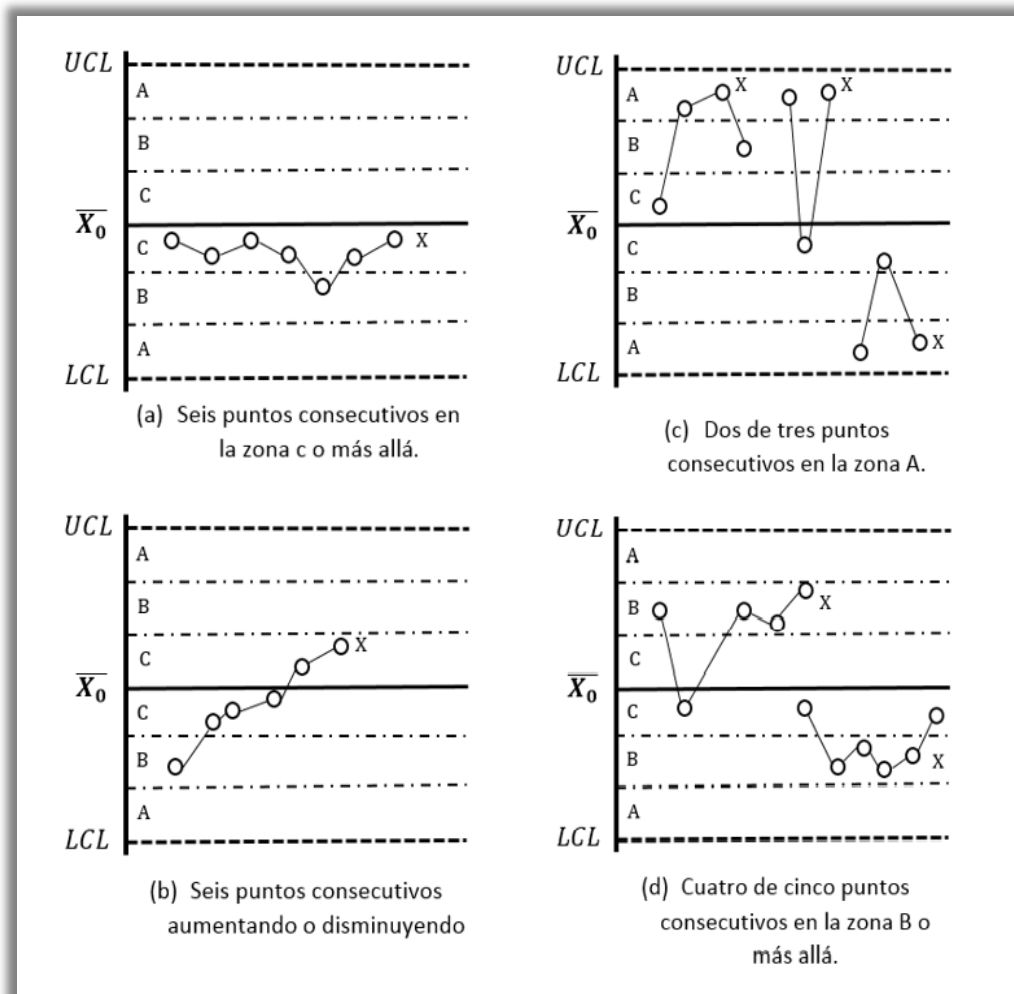
Otra forma de considerar al punto fuera de control es imaginar que el valor del subgrupo proviene de una población diferente que aquella con la que se obtuvieron los límites de control.

También se puede considerar que un proceso está fuera de control, aun cuando los puntos estén dentro de los límites 3σ . Este caso se presenta cuando en el proceso hay presentes corridas con variaciones no naturales en el proceso. Primero, se divide la gráfica de control en 6 bandas iguales, de desviación estándar, de la misma manera que la Figura 1.

¹³ Ibid., p. 209.

Para fines de identificación, las bandas se llamarán zonas A, B y C, como muestra la Figura 4.

Figura 4. Algunas corridas no naturales; el proceso está fuera de control.



Fuente: Control de calidad¹⁴

No es natural que seis puntos consecutivos o más estén arriba o debajo de la línea central, como se muestra en la Figura 4(a). También, cuando hay 10 de 11, o 12 de 14, etc., en un

¹⁴Ibid., p. 211.

lado de la línea central, se consideran como no naturales. Otra corrida no natural es la de 4(b), cuando seis puntos consecutivos crecen o decrecen continuamente. En la Figura 4(c) hay dos de tres puntos en la zona A, y en 4(d) hay cuatro de cinco puntos consecutivos en la zona B y más allá.

En realidad toda divergencia importante de la distribución natural, como se ve en la Figura 1, sería no natural y se clasificaría como condición fuera de control.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES FUERA DE CONTROL:

Cuando un proceso está fuera de control, se debe encontrar la causa asignable responsable de la condición. Se puede reducir al máximo el trabajo detectivesco necesario para localizar la causa de esta condición, conociendo los tipos de patrones fuera de control y sus causas asignables. Los tipos de patrones \bar{X} y R fuera de control son:

1. *Cambio o salto de nivel.* este tipo consiste en un cambio repentino en el nivel de la gráfica \bar{X} , de la gráfica R , o de ambas. La Figura 5, ilustra el cambio de nivel para una gráfica \bar{X} , el cambio en el proceso se puede deber a:

- (a) Un cambio intencional en el ajuste del proceso.
- (b) Un operador nuevo o inexperto.
- (c) Un material deficiente.
- (d) Una falla menor de una parte de la máquina.

Algunas causas de un cambio repentino en la extensión o variabilidad del proceso, detectando en la gráfica R son:

- (a) Un operador inexperto.

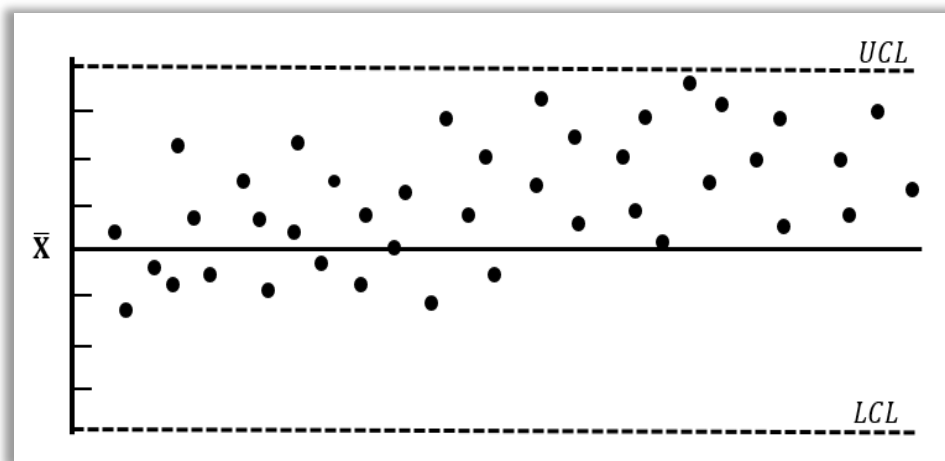
(b) Aumento repentino en el juego de los engranajes.

(c) Mayor variación en el material que llega.

Puede haber cambios repentinos en el nivel de ambas gráficas, la de \bar{X} y la R . este caso es frecuente durante el inicio de actividades con la gráfica de control, antes de llegar a un estado de control.

Podrá haber más de una causa asignable, o podrá haber una causa que pueda afectar a ambas gráficas, como un operador inexperto.

Figura 5. Patrón de fuera de control: Cambio o Salto de Nivel



Fuente: Control de calidad¹⁵

2. *Tendencia o cambio gradual de nivel.* Estos cambios de nivel de una gráfica de control son fenómenos industriales muy comunes.

¹⁵ibid., p. 213.

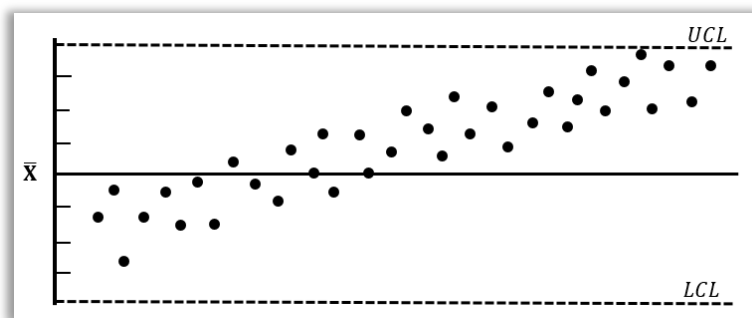
La Figura 6, muestra una tendencia o cambio gradual de nivel que está sucediendo en la dirección creciente; la tendencia podría haberse ilustrado en dirección decreciente. Algunas causas de los cambios continuos y progresivos en una grafica \bar{X} son:

- (a) Desgaste de herramienta.
- (b) Deterioro gradual del equipo.
- (c) Cambio gradual de temperatura o humedad.
- (d) Alteración de la viscosidad en un proceso químico.
- (e) Acumulación de material en la pieza.

Un cambio continuo de nivel, o tendencia, en la gráfica R , no es tan común como en la grafica \bar{X} . Sin embargo, sí sucede, y algunas de sus posibles causas son:

- (a) Una mejoría en la destreza del operador (tendencia decreciente).
- (b) Disminución de destreza del operador, debido a la fatiga, tedio, falta de atención, etc. (tendencia creciente).
- (c) Mejora gradual en la homogeneidad del material que llega.

Figura 6. Patrón de fuera de control: Tendencia o Cambio Gradual de Nivel.



Fuente: Control de calidad¹⁶

¹⁶ibid., p. 213.

3. *Ciclos recurrentes*. Cuando los puntos graficados en una grafica \bar{X} o R muestran puntos altos o bajos ondulatorios o periódicos, se trata de un *ciclo*.

Un patrón típico recurrente de fuera de control se ve en la Figura 7.

Para una grafica \bar{X} , algunas de las causas de los ciclos recurrentes son:

- (a) Efectos estacionales del material que llega.
- (b) Efectos recurrentes de temperatura y humedad (arranques en mañanas frías).
- (c) Todo evento diario o semanal, de naturaleza química, mecánica o psicológica.
- (d) La rotación periódica de operadores.

Los ciclos periódicos en una gráfica R no son tan comunes como los de una grafica \bar{X} . Algunos de los que afectan a la gráfica R son:

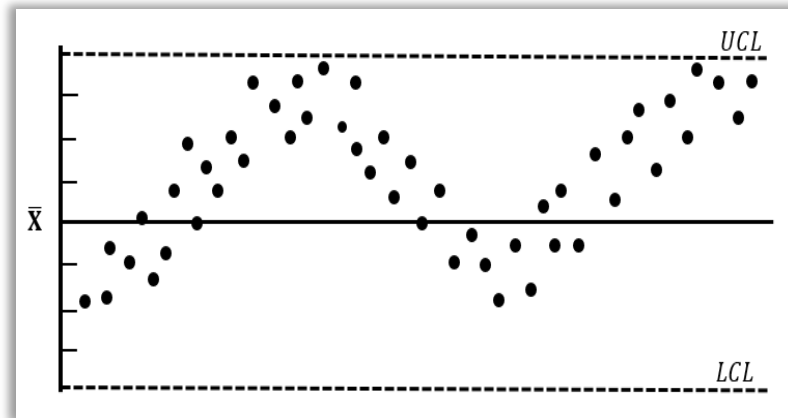
- (a) Fatiga y despabilo del operador, debidos a pausas matutinas, a medio día y por la tarde.
- (b) Ciclos de lubricación.

El patrón fuera de control de un ciclo recurrente no se informa con frecuencia, por el ciclo de inspección.

Así, un patrón cíclico de variación que se presente aproximadamente cada 2 horas podría coincidir con la frecuencia de inspección.

Por consiguiente, solo se informan los puntos bajos en el ciclo, y no hay evidencia de que haya un evento cíclico.

Figura 7. Patrón de fuera de control: Ciclos Recurrentes



Fuente: Control de calidad¹⁷

4. *Dos poblaciones (llamada también mezcla)*. Cuando hay gran cantidad de puntos cerca o fuera de los límites de control, podrá existir una situación de dos poblaciones.

Esta clase de patrón de fuera de control se ilustra en la Figura 8.

Para una grafica \bar{X} , el patrón de fuera de control se puede deber a:

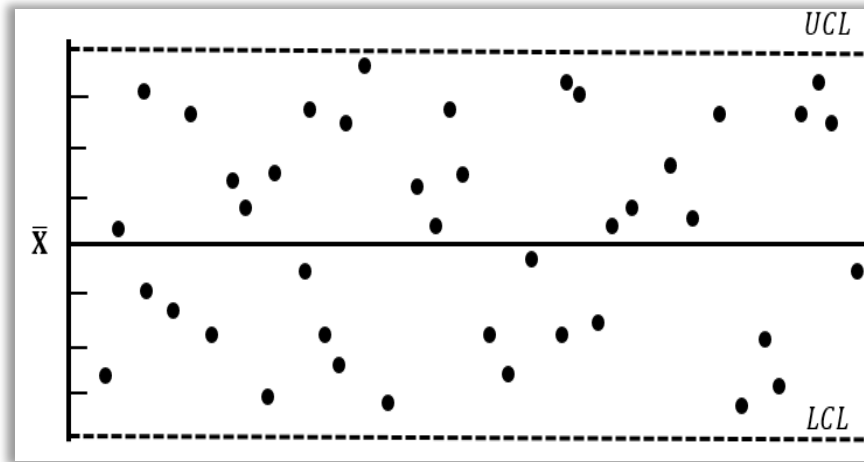
- (a) Grandes diferencias en la calidad del material.
- (b) Dos o más máquinas en la misma gráfica.
- (c) Grandes diferencias en el método o equipo de prueba.

Algunas causas de patrón de fuera de control en una gráfica **R** son:

- (a) Diferentes operadores en la misma cartografía.
- (b) Materiales de distintos proveedores.

¹⁷ *Ibid.*, p. 214.

Figura 8. Patrón de fuera de control: Dos Poblaciones



Fuente: Control de calidad¹⁸

Cuando se presentan patrones fuera de control en relación con el límite inferior de control de la gráfica R, se deben a un desempeño excepcionalmente bueno. Se debe determinar la causa para poder continuar con el desempeño excepcional.

CAPACIDAD DEL PROCESO:

La capacidad verdadera del proceso no se puede determinar sino hasta que las gráficas \bar{X} y R hayan alcanzado el mejoramiento óptimo de calidad, sin una inversión apreciable en equipo nuevo o modificación de equipo. La capacidad del proceso es igual a $6\sigma_0$, cuando el proceso está bajo control estadístico.

Con frecuencia se necesita obtener la capacidad del proceso con algún método rápido, en vez de usar las gráficas \bar{X} y R. Este método supone que el proceso es estable, o que está bajo control estadístico, y ese puede ser o no el caso. El procedimiento es el siguiente:

1. Tomar 25 subgrupos de tamaño 4, con un total de 100 mediciones.

¹⁸ Ibid., p. 215.

2. Calcular el rango para cada subgrupo.
3. Calcular el rango promedio $\bar{R} = \frac{\sum R}{g}$, donde $g=25$.
4. Calcular el estimado de la desviación estándar de la población, $\widehat{\sigma}_0 = \frac{\bar{R}}{d_2}$
5. La capacidad del proceso será igual a $6\sigma_0$.

También se puede obtener la capacidad del proceso con la desviación estándar. Se supone que el proceso está bajo control estadístico.

El procedimiento es el siguiente:

1. Tomar 25 subgrupos de tamaño 4, con un total de 100 mediciones.
2. Calcular la desviación estándar muestral, s , para cada subgrupo.
3. Calcular la desviación estándar muestral promedio $\bar{s} = \frac{\sum s}{g}$, donde $g=25$.
4. Calcular el estimado de la desviación estándar poblacional $\widehat{\sigma}_0 = \frac{\bar{s}}{c_4}$.
5. La capacidad del proceso será igual a $6\sigma_0$.

Se pueden usar tanto el método del rango como el de la desviación estándar, siendo este último de mayor exactitud.

Se debe trazar un histograma para representar en forma gráfica la capacidad del proceso.

La capacidad del proceso ($6\sigma_0$) y la tolerancia ($USL - LSL$) se combinan para formar un **índice de capacidad**, que se define como sigue¹⁹:

¹⁹ Ibid., p. 226.

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_0}$$

Donde C_p = índice de capacidad.

USL – LSL = especificación superior – especificación inferior, o tolerancia.

$6\sigma_0$ = capacidad del proceso.

Si el índice de capacidad es > 1 , es deseable.

Si el índice de capacidad es < 1 , es indeseable.

La mayoría de las organizaciones consideran que un índice de capacidad de 1.33 es una norma de facto y que son deseables valores mayores de 2.00, lo cual requiere que las especificaciones se establezcan en $\pm 6\sigma$. Usando el concepto de índice de capacidad se puede medir la calidad, siempre que el proceso este centrado. Cuanto mayor sea el índice de capacidad, la calidad será mejor. Se debe tratar de hacer que el índice de capacidad sea lo más grande posible. Eso se logra teniendo en cuenta especificaciones realistas y tratando continuamente de mejorar la capacidad del proceso.

El índice de capacidad no mide el desempeño del proceso en términos del valor nominal u objetivo. Para esta medida se usa C_{pk} , que se define como:

$$C_{pk} = \frac{\text{Min} \{ (USL - \bar{X}) \text{ o } (\bar{X} - LSL) \}}{3\sigma}$$

C_{pk} = desempeño del proceso nominal u objetivo.

3.1.5. ESTUDIO DEL TRABAJO:

LA IMPORTANCIA DE LA MEDICION DEL TRABAJO:

El propósito fundamental de la medición del trabajo es establecer estándares de tiempo para efectuar una tarea. Esta técnica sirve para calcular el tiempo que necesita un operario calificado para realizar una tarea determinada siguiendo un método preestablecido.²⁰

Toda mejora de los métodos de trabajo va muy ligada a la medida del tiempo. Esta medida es esencial para valorar y planificar el trabajo productivo, para fijar plazos de entrega al cliente, equilibrar líneas de producción, hacer presupuestos, asignar capacidades, tener una base objetiva para motivar a los trabajadores o medir su desempeño, establecer puntos de referencia con miras a la mejora a través de equipos, etc. La empresa si quiere ser competitiva para ser productiva, necesita conocer los tiempos que le permitan resolver problemas relacionados con los procesos de fabricación y por tanto estos estándares son importantes.

METODOS CLASICOS DE MEDICION DE TIEMPOS:

Entenderemos por tiempo estándar o tiempo tipo el que necesita un trabajador calificado para ejecutar una tarea según un método definido. Éste tiempo tipo o tiempo estándar, (TP o TS), comprende no solo el necesario para ejecutar la tarea a un ritmo normal, sino además, las interrupciones de trabajo que precisa el operario para recuperarse de la fatiga y para sus necesidades personales.

²⁰ SUÑE, Albert. Manual Práctico de sistemas Productivos: Estudio del Trabajo. EdicionesDíaz de Santos Madrid, 2004.

Tiempo de reloj (TR): tiempo que el operario interviene en la ejecución de una tarea y que se mide con reloj (no se cuentan los paros para descansos por fatigas o atender sus necesidades).

Factor de actividad (FA): sirve para corregir las diferencias producidas al medir el TR, motivadas por existir operario rápido, normal y lento, en la ejecución de una misma tarea.

Tiempo Normal (TN): es el TR que un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a una actividad normal, emplea en la ejecución de la tarea objeto de estudio.

Se podría pensar en un TN constante para todas las observaciones si la actividad estuviera bien estimada y no hubiera ningún otro factor de variación. Pero en realidad no es así, ya que los valores de tiempos normales correspondientes a observaciones repetidas de un mismo elemento presentan una dispersión y por lo tanto:

- Nunca basta con una sola observación para estimar con rigor el tiempo de un elemento.

- Se requiere un valor que represente el conjunto de las observaciones (tiempo normal representativo) para cuyo cálculo, se halla la media de los tiempos normales de las diversas observaciones, previa eliminación de las que se consideran anómalas después de estudiar el histograma de los tiempos normales.

Suplementos de Trabajo (K): El ser Humano necesita hacer algunas pausas para recuperarse de la fatiga y atender sus necesidades personales.

Estos periodos de inactividad se suelen tener en cuenta como una proporción K del TN. Como norma general se aconseja emplear un procedimiento de valoración rápido, sencillo y sin mucha exactitud si se va a aplicar en la fabricación de pocas piezas. Por el contrario, se utilizara el sistema más exacto posible si se ha de fabricar un gran número de piezas idénticas.

Los Sistemas más empleados y conocidos son, por orden de complejidad creciente:

1. Estimación
2. Datos Históricos
3. Muestreo
4. Tiempos Predeterminados.
5. Cronometraje.

3.1.6. FILOSOFIA KAIZEN:

La palabra Kaizen proviene de la unión de dos vocablos japoneses: KAI que significa cambio y ZEN que quiere decir bondad.

La esencia del Kaizen es sencilla y directa: Kaizen significa mejoramiento. Más aún, significa mejoramiento progresivo, continuo, que involucra a todos en la organización – alta administración, gerentes y trabajadores-. Kaizen es asunto de todos. La filosofía Kaizen supone que nuestra forma de vida –sea nuestra vida en el trabajo, vida social o vida familiar- merece ser mejorada de manera constante.

Kaizen es un enfoque humanista, porque espera que todos participen en él. Está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo, en donde pasa una tercera parte de su vida.²¹

Kaizen es una estrategia dirigida al consumidor para el mejoramiento. Comienza comprendiendo las necesidades y expectativas del cliente para luego satisfacerlas y superarlas. Se supone que a la larga todas las actividades deben conducir a una mayor satisfacción del cliente.

A. KAIZEN, ADMINISTRACIÓN ORIENTADA AL PROCESO:

La estrategia de Kaizen se esfuerza por dar atención íntegra tanto al proceso como al resultado, estableciendo sistemas separados de recompensas, tanto para los criterios P como para los criterios R. Para los criterios R recompensas financieras y para los criterios P reconocimientos y honores relacionados con el esfuerzo realizado. Por ejemplo, en la compañía Toyota, la recompensa más codiciada es el Premio Presidencial que no es dinero, sino una pluma fuente otorgada al ganador por el presidente de la compañía.²²

B. KAIZEN Y EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD:

Al hablar de calidad se tiende a pensar en término de calidad del producto. Se debe entender el significado de calidad en su sentido más amplio, ya que la calidad está asociada no solo con los productos y servicios, sino también con la forma en que la gente trabaja, la forma en que las máquinas son operadas y la forma en que se trata con los sistemas, procedimientos e información. Una compañía capaz de crear calidad en su personal ya está a medio camino de producir artículos de calidad. La calidad no se

²¹ IMAI, Masaaki. Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. 13. º Reimpresión. México: Editorial Continental, 2001.

²² Ibid., p. 41-42.

controla, se hace. Controlar la calidad significa que nos proponemos detectar lo que está mal hecho, fuera de explicarlo y corregirlo. Si la calidad se hace no es necesario emplear esfuerzo y dinero en corregirla.

C. EL ENFOQUE DE KAIZEN PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS:

El punto de partida para el mejoramiento es reconocer la necesidad. Esto viene del reconocimiento de un problema. Si no se reconoce ningún problema, tampoco se reconocerá la necesidad de mejoramiento. En las situaciones diarias de la administración, el primer instinto al enfrentarse con un problema es ocultarlo o ignorarlo en vez de encararlo con franqueza. Esto sucede porque un problema es un problema y nadie desea ser acusado de haberlo creado. Además, está en la naturaleza humana no querer admitir que se tiene un problema, ya que admitir los problemas equivale a confesar fracasos o debilidades. Sin embargo, recurriendo al pensamiento positivo, podemos convertir cada problema en una valiosa oportunidad para el mejoramiento.

Existe un refrán entre los que practican el CTC en el Japón, de que los problemas son las llaves del tesoro oculto.

D. CAMBIANDO LA CULTURA ORGANIZACIONAL:

El proceso de Kaizen comienza desde arriba, es la alta dirección de la compañía la que debe estar plenamente comprometida y dedicada con el cambio. Debe tomar la condición de líder para que todo el mundo reconozca la necesidad de cambiar. Es indispensable obtener la aceptación de los trabajadores y vencer su resistencia al cambio. Hacer que todos participen de Kaizen de manera positiva necesita el entorno o la cultura organizacional adecuada. Sería difícil obtener la cooperación de todos si existen confrontaciones serias entre la administración y los trabajadores.

La administración puede cambiar la cultura de la compañía imbuyendo calidad en el personal, pero esto solo puede hacerse mediante el entrenamiento y un liderazgo firme. Kaoru Ishikawa señala que el CTC empieza con educación y termina con educación. Para promoverlo, hay que dar educación en Control de Calidad a todo el personal, desde el presidente hasta los operarios de línea. En Japón el sistema de empleo es vitalicio, cuanto más capaciten a sus empleados más se benefician ellos y la compañía²³.

Para que la capacitación sea efectiva, la misma debe ser teórico- práctica, no solo la capacitación en el aula, sino también en el puesto de trabajo, mientras se realiza el trabajo diario. Es responsabilidad del jefe enseñar a los subalternos en el trabajo mismo.

E. EL MOVIMIENTO DE CINCO PASOS DE KAIZEN (5 S):

Para que las personas adopten el Kaizen, es preciso crear las condiciones que eviten la desmotivación y faciliten la realización del trabajo. Por lo tanto, es necesario por un lado mejorar físicamente el ambiente de trabajo, aplicando técnicas como por ejemplo las 5S; y por otro lado eliminar todos los demás factores que causan desmotivación.

Los cinco pasos “housekeeping” son los siguientes:

SEIRI: Diferenciar entre elementos necesarios e innecesarios y cualquier cosa que no se vaya a utilizar en los próximos 30 días. Con frecuencia, seiri comienza con una campaña de etiquetas rojas que se colocan sobre los elementos que consideran como innecesarios. Al final de la campaña de etiquetas rojas, todos los gerentes -incluidos el presidente y el gerente de planta lo mismo que los administradores del sistema de implementación deben reunirse y echar un buen vistazo al montón de suministros y trabajos en proceso y comenzar a llevar a cabo el kaizen para corregir el sistema que dio lugar a este despilfarro.

²³ Ibid., p 96-99.

SEITON: Disponer en forma ordenada todos los elementos que quedan después del seiri, para minimizar el tiempo de búsqueda de manera que puedan ser utilizadas cuando se necesiten.

SEISO: Mantener limpias las máquinas y los ambientes de trabajo. También hay un axioma que dice que seiso significa verificar.

Un operador que limpia una máquina puede descubrir muchos defectos de funcionamiento (máquina cubierta de aceite, hollín y polvo; fuga de aceite; una grieta; tuercas y tornillos flojos).

SEIKETSU: Extender hacia uno mismo el concepto de limpieza y practicar los tres pasos anteriores en forma continua y todos los días.

SHITSUKE: Construir autodisciplina y formar el hábito de comprometerse en las 5 S mediante el establecimiento de estándares. Las 5 S pueden considerarse como una filosofía, una forma de vida en nuestro trabajo diario.

Beneficios de las 5 S:

- Crea ambientes de trabajo limpio, higiénico, agradable y seguro.
- Mejora sustancialmente el estado de ánimo, la moral y la motivación de los empleados.
- Elimina las diversas clases de muda y libera espacio.
- Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce los costos de operación. Reduce el movimiento innecesario, como caminar.
- Ayuda a los empleados a adquirir autodisciplina y a asumir un interés real en Kaizen.
- Hace visibles los problemas de calidad.

3.1.7. EL VALUE STREAM MAPPING (VSM):

El análisis de la cadena de valor trata de ayudar a las empresas a centrar toda su atención en todo el flujo del proceso de producción (de puerta a puerta dentro de una planta, desde la recepción de componentes y de materiales hasta el envío del producto al cliente) en lugar de ver los procesos de manera aislada. Incluso permite expandirse hacia fuera llegando a los proveedores y clientes.²⁴

Ello supone adoptar una perspectiva que requiere trabajar con amplitud de miras no solo fijándose en los procesos individuales sino en todo el conjunto. Es una herramienta de lápiz y papel que ayuda a ver y comprender el flujo de materiales y el de información a medida que el producto sigue su transformación. Para ello en el VSM se representa cada proceso mediante diagramas de bloques.

Al diagramar el flujo de la cadena de valor, se visualiza fácilmente los bloqueos o estancamientos del flujo de los materiales. Los pasos que una organización debe seguir para llevar a cabo la implementación del VSM son los siguientes:

1. Seleccionar una familia de productos. Se considera familia de productos a un conjunto de variantes de producto que se someten a un proceso de fabricación similar utilizando medios de producción comunes.
2. Formar el equipo de personas participante en el análisis.

²⁴DIAZ DE BASURTO, Pablo. El ValueStreamMapping – Una herramienta básica para hacer progresos hacia la producción ajustada. V Congreso de Ingeniería de Organización. [base de datos en línea]. Vol. 1. Barcelona, 2003. [consultado 3 ago.]. Disponible en <<http://adingor.es/congresos/web/articulo/detalle/a/1384>>

3. Dibujar los procesos de producción básicos seguidos por el producto, identificando los parámetros clave de cada proceso (tiempo ciclo, tiempo de cambio de utillaje, número de operarios, porcentaje de defectivo, fiabilidad de la instalación, etc.).
4. Trazar el mapa del flujo de material, es decir, como se mueve el material de proceso en proceso, que inventarios existen y de que magnitud, así como el análisis del flujo de las materias primas de los proveedores a la empresa y del producto terminado a los clientes.
5. Dibujar el mapa del flujo de información entre el cliente y la empresa, entre la empresa y proveedores y entre el departamento de planificación y los procesos de producción.
6. Calcular el “Lead Time” total del producto y el “Lead Time” de proceso.

Hasta aquí la empresa habrá conseguido entender el mapa del flujo de valor del estado actual (VSM actual) y reconocer las áreas de desperdicio o despilfarro como la sobreproducción, los transportes innecesarios, los tiempos de espera, los inventarios, el defectivo, las dobles o triples manipulaciones, etc.

El siguiente paso es diseñar el mapa del flujo de valor de su empresa futuro con un enfoque “lean” o de producción ajustada. Para ello su empresa debe ajustar la producción a la demanda con la máxima eficiencia.

Unas pautas para ajustar su producción a la demanda son:

1. Producir en su “Tack Time”.

El “Tack Time” (Tiempo disponible / Demanda del Producto) define cual debe ser la cadena de salida del producto que permite adaptar la producción a la demanda.

Por ejemplo si la demanda diaria de nuestro producto son 100 unidades y el tiempo disponible de nuestra jornada laboral son 7,5 horas (27.000 segundos), significa que cada 270 segundos debemos producir una unidad de nuestro producto para poder adaptar nuestra producción a la demanda.

2. Implantar procesos en flujo lineal, unidad a unidad donde sea posible.

Con la implantación en línea y flujo unitario dispondremos de un sistema productivo que reduce al mínimo todo tipo de manipulaciones y movimientos innecesarios, además de eliminar stocks intermedios.

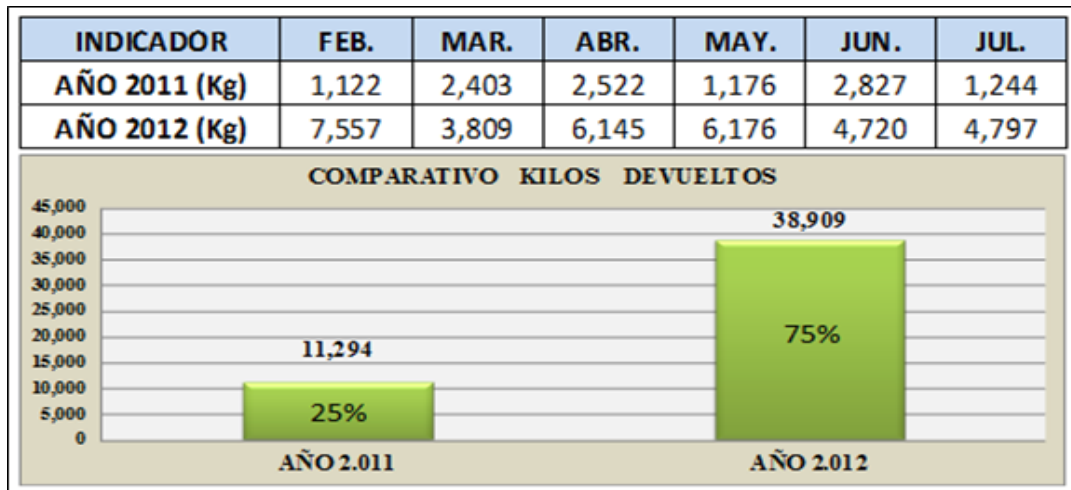
3. Usar sistemas Kanban en aquellos puntos donde el flujo continuo no sea posible.

Distribuir uniformemente en el tiempo la producción de diferentes productos (nivelar la producción).

4. DIAGNOSTICO DEL PROCESO GENERAL

A partir de las observaciones iniciales que definen el problema, de forma general, se procede a identificar qué línea de producción es la más representativa para analizar más a fondo sus problemas; una vez identificada dicha línea de producción, se elegirán cuáles de los productos representativos harán parte de un proceso de análisis detallado mediante la aplicación de diversos métodos de consolidación de la información, como diagramas de Pareto y diagramas de Causa y Efecto, con el fin de poder establecer claramente mejoras en el proceso. De igual manera, teniendo en cuenta que para una empresa productora de envases plásticos es vital el proceso de alistamiento y montaje de moldes, por ende se procederá a hacer el diagnóstico del almacén de moldes con el fin de identificar posibles problemas que afecten el desempeño del proceso productivo. Según el indicador histórico de las devoluciones de material de los meses entre Febrero a Julio de los años 2011 y 2012 presentado en el **Gráfico 1**, se identifica a este problema como un factor crítico que debe ser analizado.

Gráfico 1. HISTÓRICO DE DEVOLUCIONES.



Fuente: Analista de Manufactura, ECSI S.A.S.

En el gráfico anterior se observa que el año 2012 presentó un aumento en las devoluciones de producto en un 50% de un año a otro, marcando sin duda una tendencia negativa en el proceso productivo. Para detallar las causas de las devoluciones que afectaron el indicador del año 2012, se presenta en la Tabla 2 la información suministrada por el departamento de calidad de ECSI, donde se especifica qué tipo de causas fueron las que se presentaron en: número de eventos, kilogramos devueltos y el respectivo costo que causó cada devolución.

Tabla 2. Análisis de devoluciones del año 2012

No	CAUSA DE DEVOLUCIÓN	DESCRIPCION DE LA CAUSA	EVENTOS	KILOS DEVUELTOS	COSTO DEVOLUCION
1	FALENCIAS EN EL CONTROL DEL PROCESO POR PARTE DEL AREA PRODUCTIVA Y DE CALIDAD	Productos que son entregados sin el debido control de calidad, o con colores que no son los requeridos por los clientes. Algunos productos son fabricados sin el suficiente soporte en cuanto especificaciones ya que las fichas técnicas no tienen todos los datos necesarios para controlar su correcta fabricación.	40	13358	\$ 85.846.441
2	ENVASES COLAPSADOS POR PROBLEMAS EN EL MOLDE	Las piezas plásticas de los moldes presentan mal acople en el ensamble y daños de los moldes debido a su uso y falta de mantenimiento.	20	10367	\$ 123.115.561
3	EXCESO DE MANIPULACIÓN DEL PRODUCTO EN PLANTA	Los productos terminados son manipulados y transportados en exceso después de su fabricación, provocando que el embalaje se haga más de una vez y que el producto sufra daños y alteraciones.	31	5010	\$ 51.570.034

4	FALLAS EN LA MATERIA PRIMA Y MATERIAL DE EMPAQUE	Productos validados para producción que no fueron debidamente inspeccionados en cuanto a la materia prima y material de empaque adecuados y que llegan al cliente con características desiguales y no empacados debidamente.	22	4758	\$ 48.076.353
5	FALTA DE COMUNICACIÓN ENTRE EL AREA COMERCIAL-DESPACHO Y CLIENTE.	Productos no identificados correctamente durante la validación de la utilización de la materia prima y de los insumos que hacen parte del proceso y de los empaques respectivos.	11	3831	\$ 50.356.182
6	MAL DESPEJE DE LINEA (DESORDEN EN LA PLANTA)	Los envases sufren daños en su estructura ya que son acumulados en grandes cantidades por falta de espacio, deteriorando también su empaque. Además algunos lotes de producción presentan identificación de procesos anteriores puesto que cuando se cambia de referencia no se hace el debido despeje de línea.	10	2790	\$ 12.235.693
7	LOS ENVASES NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES DE LOS CLIENTES	Cambios en las especificaciones de los envases por parte del cliente que no son tenidos en cuenta para las nuevas órdenes de producción.	2	1510	\$ 13.729.770
8	MATERIAL CONTAMINADO	El exceso de polvo en el ambiente contamina los envases a fabricar, además la materia prima tiene partículas de plástico procedentes de la falta de limpieza de procesos anteriores en los contenedores y en los molinos.	7	930	\$ 6.981.643
9	ERROR EN DESPACHO	Los productos terminados de acuerdo a su orden de producción no son entregados a los clientes conforme a la forma previamente pactada con los mismos, lotes incompletos o con exceso de producto según las especificaciones de empaque.	7	611	\$ 7.553.483

10	PROBLEMA DE CAPACIDAD EN EL ENVASE	Las paredes de los envases son muy gruesas disminuyendo la capacidad de almacenaje de los envases	1	350	\$ 2.866.136
11	MALA APLICACIÓN DE LAS BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA (BPM)	Se encuentran elementos como cuchillas, tornillos, tuercas, etc. dentro de los envases que llegan a los clientes.	4	206	\$ 2.249.329

Fuente: Departamento de Calidad ECSI

El diagnóstico inicial en cuanto a las devoluciones presentadas por los clientes (externos) de acuerdo a las causas anteriormente presentadas se analiza mediante herramientas cuantitativas de control estadístico de proceso como el Diagrama de Pareto. La escala vertical está en kilogramos y la horizontal categoriza el tipo de causas de devolución. El diagrama se plasma en el **Gráfico 2**.

Otra herramienta que se utiliza en el análisis es el Diagrama de causa y Efecto que es una figura formada por líneas y símbolos cuyo objetivo es representar la relación entre las devoluciones de producto y sus causas, con este diagrama se puede investigar los efectos “malos” y se emprenden acciones para corregir las causas, o los efectos “buenos” y se aprende cuales causas son las responsables.

El diagrama se plasma en el **Gráfico3**. Como resultado de estas dos herramientas de análisis se concluye que las causas de devolución más importantes son:

- Falencias en el control del proceso por parte del área productiva y de calidad.
- Envases colapsados por problemas en el molde.
- Exceso de manipulación del producto en planta.
- Fallas en la materia prima y material de empaque.

Gráfico 2. DIAGRAMA DE PARETO DE LAS CAUSAS DE LAS DEVOLUCIONES POR KILOGRAMO

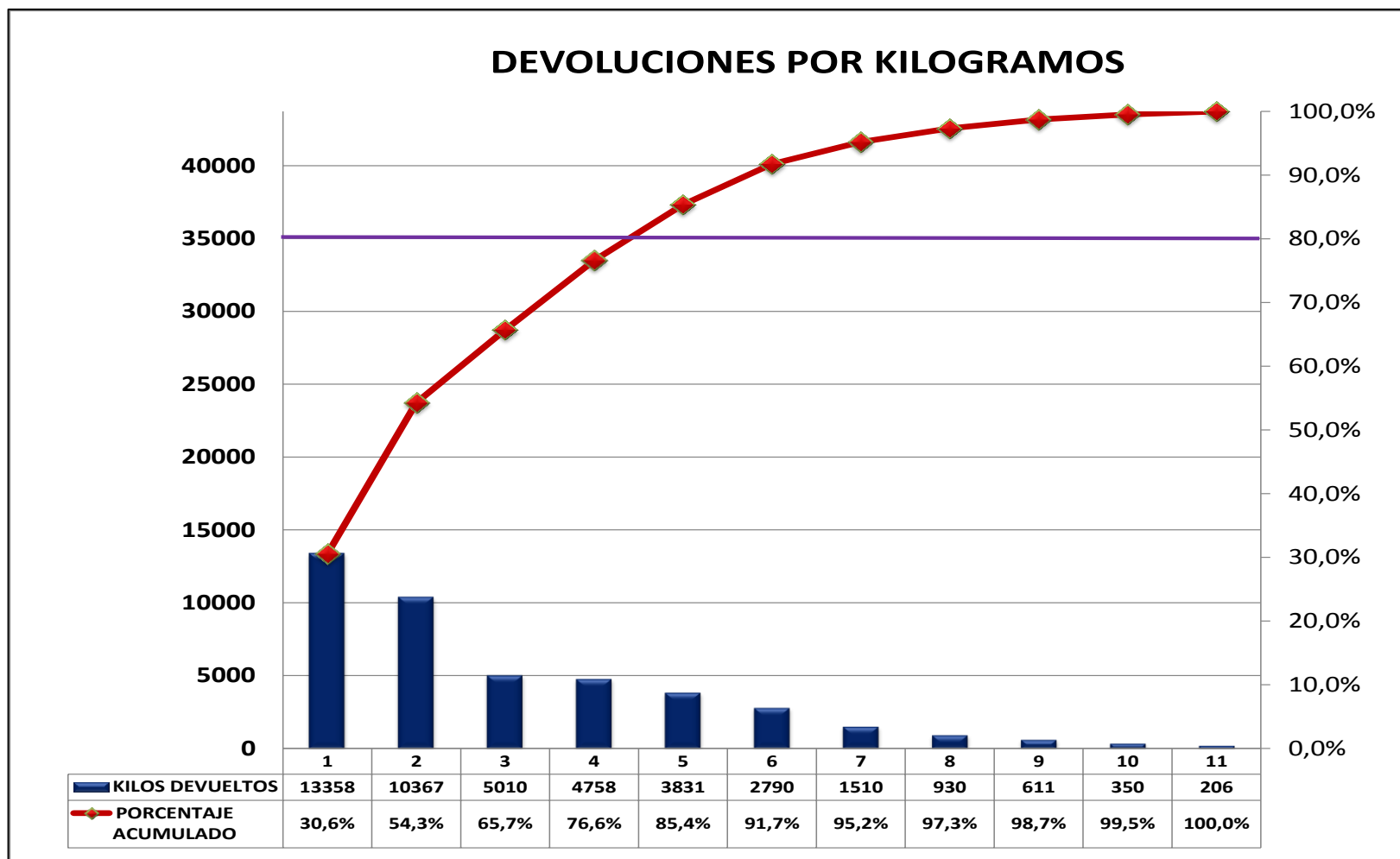
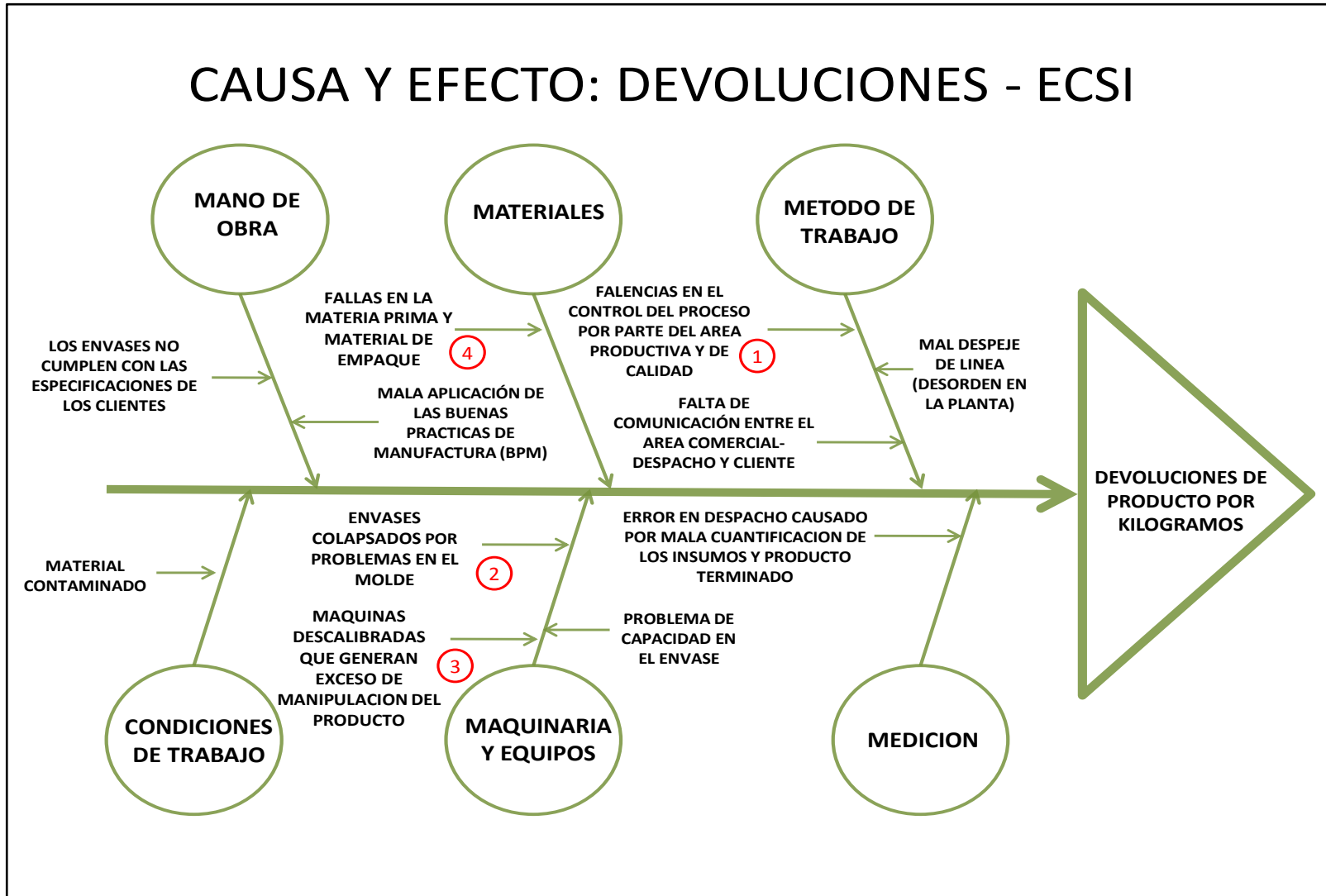


Gráfico 3. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO: HISTORICO DE LAS DEVOLUCIONES DE PRODUCTO



De común acuerdo con el Departamento de Calidad y el Gerente de planta, se decide capacitar sobre la utilización de las herramientas: Diagrama de Pareto y Diagrama de Causa-Efecto a los jefes de cada área de producción (Soplado, Inyección, Encartonado, Impresión (Screen), Almacén, Despachos, Mantenimiento, Mezclas y Programador de Producción), con el fin de establecer y complementar las causas plasmadas anteriormente, que producen las devoluciones de producto en ECSI.

La capacitación fue realizada en 2 sesiones, la primera el 17 de Octubre y la segunda el 1 de Noviembre, ambas el año 2012. La presentación de la capacitación se ilustra en el **ANEXO 1.**

Una vez capacitado el personal, se realizó la una lluvia de ideas; después de organizar las ideas propuestas, se retroalimentaron y se identificaron más causas que inciden directamente en las devoluciones de producto.

Se clasificaron las nuevas ideas según el método de las 6M para la realización de su respectivo diagrama de causa y efecto, con el fin de publicarlo y encaminarlo a soluciones conjuntas que involucren a todas las partes presentes en el proceso productivo.

A. Mano de Obra: Las siguientes causas fueron atribuidas al personal operativo de los siguientes cargos:

- *Supervisores:* No se delegan funciones adecuadamente, se descuida el inventario de insumos de producción.
- *Operarias:* Formatos de Productividad mal diligenciados, que incurren en la mala identificación de los lotes de producción que van a la sección de despacho y para establecer el control de los indicadores de productividad.

➤ *Inspección de calidad:* No existen métodos que controlen eficientemente los defectos o daños de los envases que cumplan con las características y especificaciones de producto y cliente.

B. Materiales: El material utilizado en el proceso productivo es un eslabón primordial en el que se encuentran los siguientes defectos:

➤ *Materia Prima:* Por manejar altos volúmenes de producción ECSI cuenta con varios proveedores de materia prima, y se identificó que esta variedad afecta directamente el desempeño de algunas máquinas.

➤ *Material Inadecuado:* Se resaltan dos aspectos fundamentales que son: la composición de la mezcla entre material reprocesado y material original, debido que para el proceso no se mantiene constante, por otra parte al reprocesar material éste adquiere partículas ajenas contaminantes e impactan directamente en el producto fabricado.

C. Métodos de Trabajo: las Funciones del personal involucrado en el proceso productivo (operarias, ordenadores, almacenistas) se ven limitadas por los siguientes aspectos:

➤ *Transporte y Flujo:* Por factores como alta producción y limitación de espacio, el estibado y el manejo del material dificulta mantener secuencias lógicas y organizadas en su operatividad.

A continuación se evidencia producto terminado en los corredores y en los espacios que hay entre máquinas.

Figura 9. Causas de impedimento de Transporte y Flujo de Material



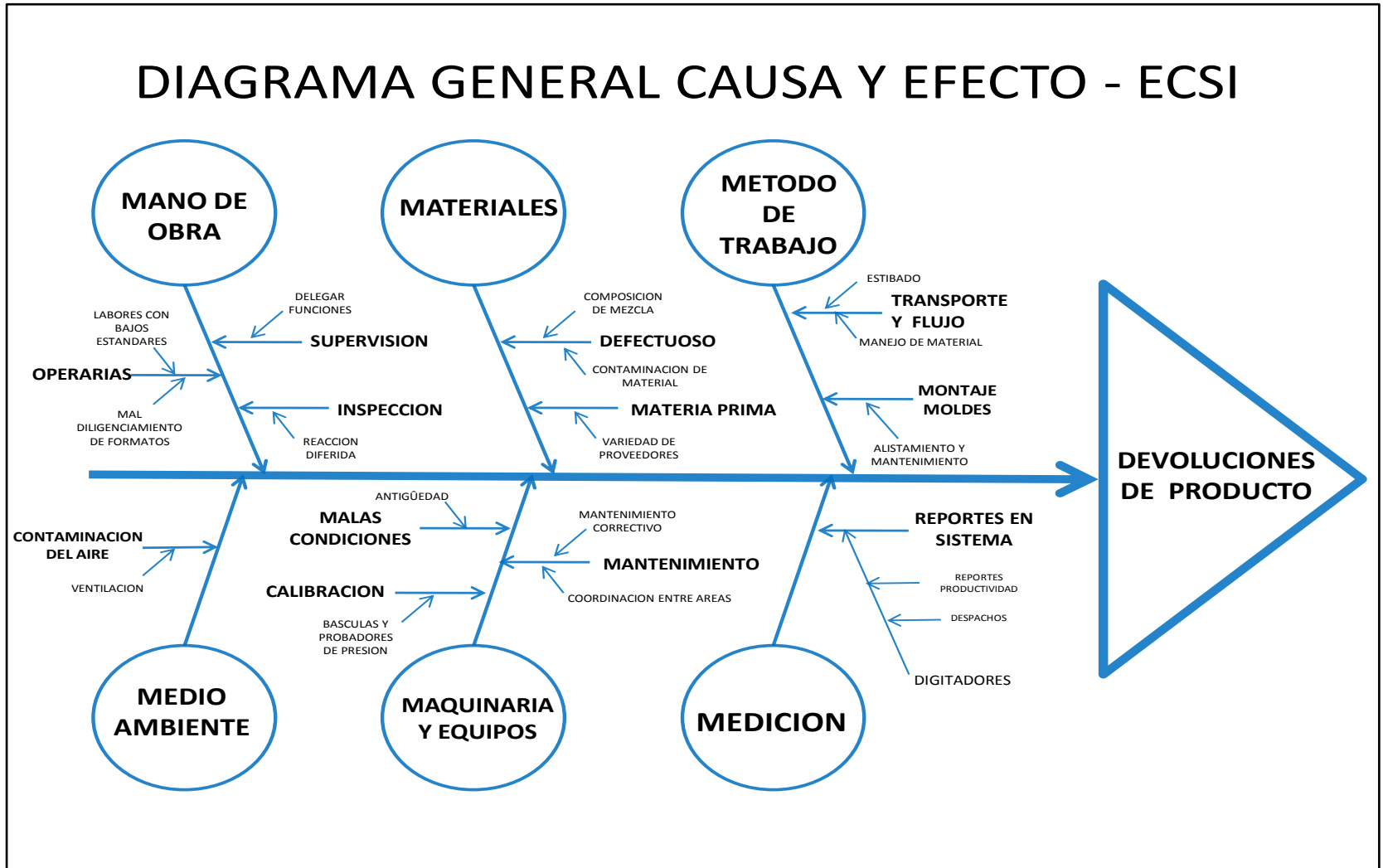
En la anterior figura se observa que los corredores y espacios entre máquinas son utilizados para posicionar indebidamente el producto terminado, dificultando actividades esenciales como: suministro de insumos, estibado, cambios de molde, reabastecimiento de materia prima, mantenimiento, entre otras.

- **Montaje de Moldes:** Actualmente los procedimientos de alistamiento y mantenimiento y montaje de moldes, no se cumplen por completo, dificultando las acciones de puesta a punto antes al ejecutar una futura orden de producción, ya que no existe un tiempo determinado de montaje de moldes, además de que los encargados de dicho proceso (Almacenista y Técnicos) se deben enfrentar a varios problemas de mantenimiento correctivo simultáneamente, que se presentan en varias máquinas.

- D. Medición:** La información almacenada en las diferentes herramientas de software que tiene ECSI, y que es utilizada para controlar la productividad de la empresa, es alimentada por los digitadores de producción, quienes suministran constantemente información que proviene de los reportes hechos dentro de la planta como: Los Reportes de Productividad y Los Reportes para Despacho de Producto final, además de depender de otros reportes. En ocasiones la información no se digita adecuadamente por informes ilegibles o incompletos, y por descuido en la labor por parte del digitador.
- E. Equipos:** Se observa en la Ilustración 2, el procedimiento más reiterativo a nivel de mantenimiento de los equipos involucrados en el proceso productivo, es el correctivo; haciendo notoria la ausencia de ejecución de mantenimientos preventivos, reflejados en otros problemas como: Malas condiciones de equipos por antigüedad y por la Ausencia y Retraso en la calibración de aquellos que necesitan de ese procedimiento.
- F. Ambiente:** Sin dejar de tener en cuenta que es normal los altos índices de ruido dentro de la planta, también se evidencia en algunas zonas la falta de ventilación dentro de lugares como la zona de molinos en donde algunas veces se escapan partículas de plástico que no son fácilmente evacuadas y que afectan el desempeño de las labores de algunas operarias que se encuentran en máquinas cercanas a esa zona.

Las características anteriormente descritas que provienen del proceso de sensibilización se consolidan en el Gráfico4, en un Diagrama de Causa-Efecto. La necesidad de la implementación de las propuestas de mejora, tanto físicas como de sensibilización a nivel operativo y organizacional, que pueden resultar de la consolidación de esta herramienta cualitativa, deben generar conciencia de agregar valor al producto mediante correctas prácticas de manufactura apoyados en el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos para las empresas del sector de plásticos.

Gráfico 4. DIAGRAMA FINAL DEL PROCESO DE SENSIBILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS CUANTITATIVAS



4.1. DIAGNOSTICO SITUACIÓN ACTUAL ALMACEN DE MOLDES

El almacén de moldes es un punto de partida para la ejecución del proceso producción en planta, ya que allí se encuentran los moldes de las diferentes áreas almacenados para su alistamiento y montaje.

Este lugar no tiene las mejores condiciones de orden y aseo y actualmente tiene dentro utensilios, herramientas y chatarra acumulada durante varios años, lo que limita y dificulta la entrada y salida de los moldes (flujo), que entran en el proceso de producción de las líneas que los necesitan que son Soplado e Inyección.

Esto dificulta la preparación del molde junto con sus herramientas (Sopladores, Cuchillas, Machos) debido a que no se tienen espacios disponibles para asignar el herramental con el molde correspondiente.

A continuación se presentan las fotos del almacén de moldes evidenciando muchos de los actuales problemas de almacenamiento de moldes.

Figura 10. Sección de Moldes de Soplado

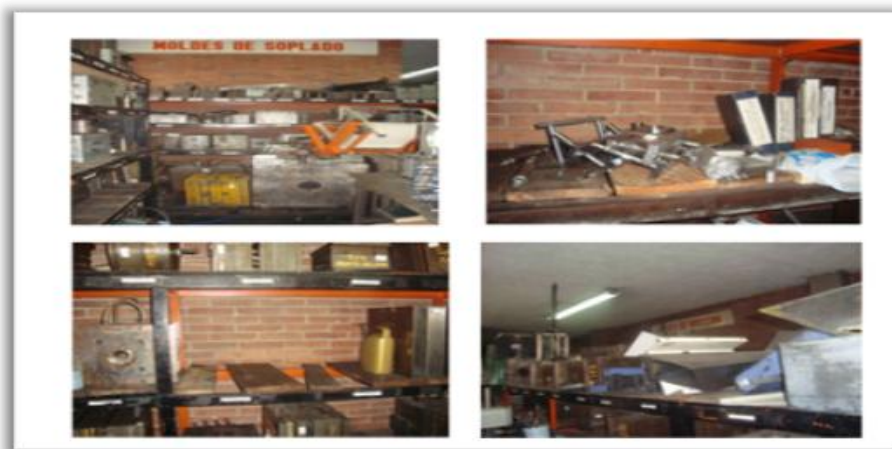


Figura 11. Sección Moldes de Inyección



Este panorama no favorece el almacenaje de los moldes y herramientas, ya que se encuentran objetos obsoletos y chatarra acumulada como carritos transportadores, sillas, entre otros elementos que no hacen parte del almacén. Además el piso de los niveles esta ensamblado con tablas de madera que no son uniformes en tamaño y dificulta al operario el posicionamiento de los moldes. Teniendo organizadores disponibles, se observa que no se usan de manera eficaz, ya que dejan herramientas por fuera de éste y por último la organización de los documentos que permiten conocer la trazabilidad de los moldes no se encuentran ubicados en un lugar seguro aparte de los herramientas del almacén.

4.2. DIAGNOSTICO DEL ORDEN DE LOS LUGARES DE TRABAJO.

Se realizó una verificación del orden de los lugares de trabajo, arrojando resultados que permiten descifrar que los operarios no tiene claras las restricciones que existen dentro de la planta en cuanto a elementos personales debido a que se encontraron carteras y/o mochilas, entre otros elementos.

La acumulación de desperdicio de material generado por las máquinas provoca que éste salga de la bandeja recolectora y ocasione desorden y contaminación.

En algunos casos los estados de limpieza y orden de canastas que usan como soporte para el empaque de los productos no es el adecuado, y se llegaron a encontrar elementos que no son necesarios para la ejecución de sus funciones.

A continuación se evidencia algunas de las situaciones planteadas:

Figura 12. Sección de Maquinaria en Planta



5. IDENTIFICACION Y RECONOCIMIENTO DE LA LINEA REPRESENTATIVA

5.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS:

5.1.1. PROCEDIMIENTO GENERAL DE SOPLADO E INYECCIÓN.

Los procesos de soplado e inyección inician cuando se genera el programa de producción con base en los requerimientos exigidos por los clientes y a los pedidos generados por el departamento de ventas, por lo tanto el jefe de planeación hace entrega de este documento al jefe de la línea correspondiente, supervisores, digitadores y jefe de mezclas con el objetivo difundir la información y que las partes involucradas tengan claridad de ella.²⁵

En planta se solicita la orden de producción al igual que la ficha técnica de producto para dar inicio a la producción y se verifica que el artículo BPCS de la ficha corresponda con cada uno de los documentos mencionados, para esta actividad se involucra al supervisor, digitador y jefe de área que a su vez informa al auxiliar de almacén de moldes sobre el nuevo pedido, esto lo hace diligenciando una solicitud de moldes donde se informa que molde se requiere al igual que las herramientas necesarias para su montaje en máquina.

El supervisor de planta informa al técnico de máquina el cambio de referencia para que se haga un pre-alistamiento de máquina y éste debe avisar al operario de mezclas para el alistamiento de material de purga que sea necesario.

Para realizar el montaje el técnico debe solicitar la guía técnica de máquina donde se establecen los parámetros para la producción correspondiente, una vez esta guía se encuentre en la máquina el técnico realiza la devolución del molde y los herramientas de

²⁵ Adaptado de Manual de Procedimientos de Soplado e Inyección; Sistema de Gestión de Calidad, ECSI S.A.S

la pasada producción a la vez que el auxiliar de almacén le hace entrega del molde y herramientas para la nueva producción.

El técnico realiza el montaje del molde en la máquina y efectúa los correspondientes ajustes para que el área de calidad apruebe el arranque de la producción.

Con esta autorización se da inicio a la producción y el supervisor realiza un registro en el formato de control de producción y el control de pesos y ciclos una vez por turno.

El producto lo empaca y estiba el operario de acuerdo a la ficha técnica de producto e identifica cada caja o bolsa generada durante el turno con el adhesivo correspondiente al área en que se fabricó el producto y realiza una inspección de este cada hora registrándolo en el formato de autocontrol al igual que los reportes de productividad desde que inicia el turno hasta que este finaliza incluyendo las paradas presentadas en la máquina.

5.1.2. PROCEDIMIENTO PARA EL ALISTAMIENTO MOLDES DE SOPLADO

El procedimiento inicia con el diligenciamiento del formato de solicitud de moldes por parte del jefe del área de soplado informando que moldes se deben preparar para la próxima producción.

El auxiliar de moldes al verificar esta información busca el molde en el almacén, revisa los racores de enfriamiento y deja el molde en la salida del almacén.

Por otra parte alista la boquilla, el soplador, los cortadores y la contra-estampa si el molde lo requiere.

Una vez listos estos elementos el auxiliar lleva el molde y sus herramientas a la máquina correspondiente donde hace entrega de estos al técnico y se registra en el formato control de moldes.²⁶

Cuando se genera un cambio de molde y éste se desmonta el auxiliar debe recogerlo en la máquina para llevarlo al almacén con la carretilla o el puente grúa de ser necesario. Allí se verifica el estado de las boquillas, sopladores, contra-estampa y cortadores, y se hace el respectivo mantenimiento.

También se revisa físicamente el estado de los moldes en cuanto a filo, cuchillas y columnas, y de encontrar alguna anomalía se debe registrar en el formato de control de moldes.

Si existen daños en el molde que no pueden corregirse en el almacén se genera un orden de mantenimiento correctivo y se lleva el molde al taller.

Por último, se ubica el molde en su respectivo lugar en el almacén.

5.2. DIAGRAMACION DE OPERACIONES

5.2.1. FLUJOGRAMA DEL PROCESO GENERAL DE PRODUCCION

La producción inicia a partir de la Planificación de la Producción, lo mismo que se ve reflejada en el Programa Diario de Producción que identifica la fecha, la máquina, el producto, colores y unidades, la cantidad a producir, ciclo y peso óptimo (deseado), ciclo y peso real, la producción por día, los kilogramos utilizados de MP y los días restantes de producción.

²⁶ Adaptado de Manual de Procedimientos Soplado; Sistema de Gestión de Calidad, ECSI S.A.S

El Jefe de Soplado es el responsable de solicitar la materia prima consultando el Programa Diario de Producción; la solicitud de materia prima se realiza a través de la Requisición de Materia Prima, la cual identifica: máquina, Materia Prima (mezcla porcentual entre materia prima virgen y reprocesada), sacos, kilogramos, colorantes y artículos.

El Jefe de Despachos, bajo las especificaciones de la Requisición procede a entregar los materiales solicitados; es responsabilidad del Jefe de Soplado así como del Jefe de despachos verificar la entrega de los materiales.

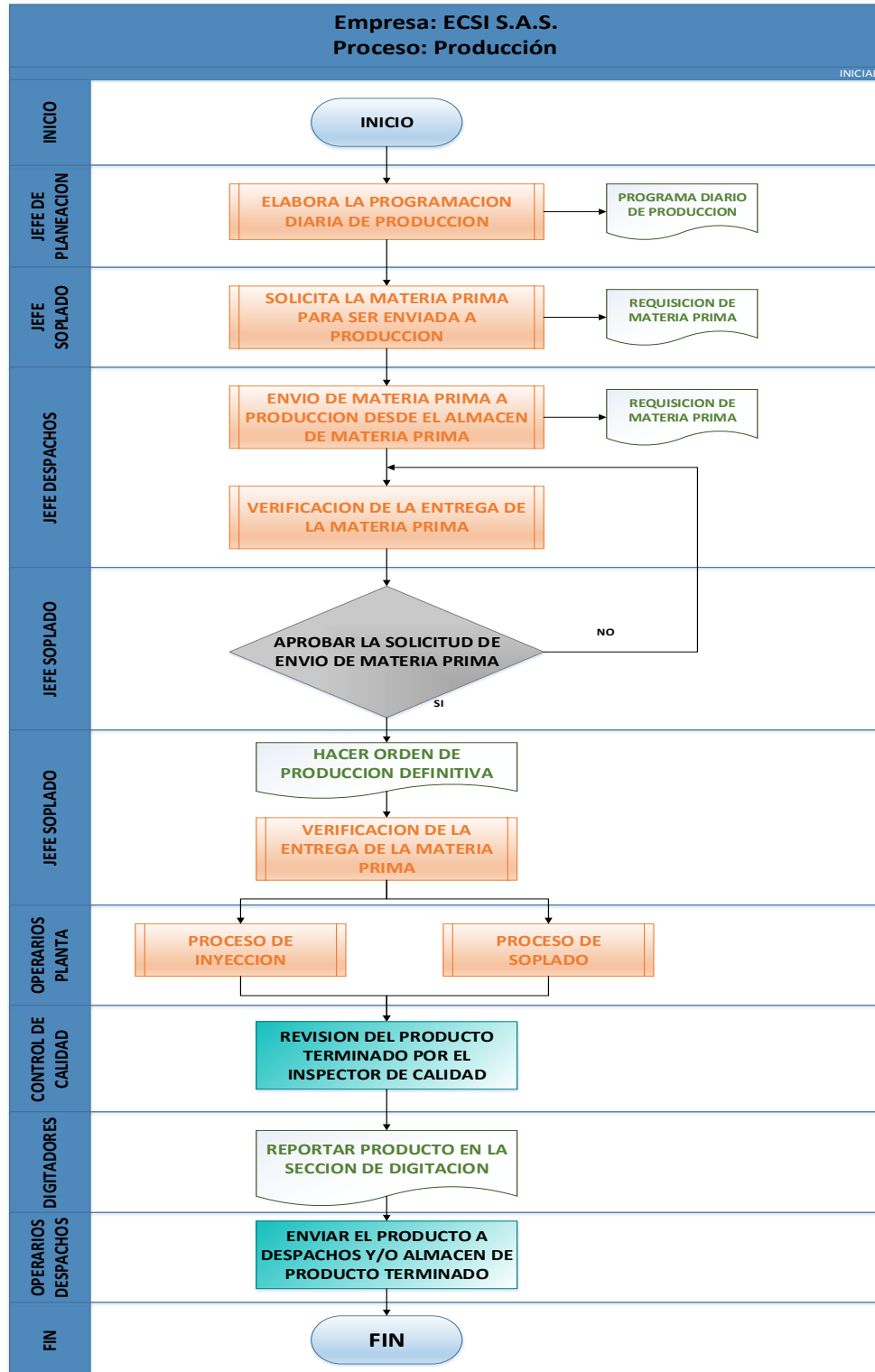
Como evidencia de salida de artículos de la bodega de materia prima (entrega y recepción de materiales) el Jefe de Soplado y Jefe de Despachos mantienen copias de la Requisición de Materia Prima. A partir de este punto inicia el proceso de pigmentación donde se mezcla la resina con los pigmentos, esta mezcla es enviada a las tolvas de las máquinas para iniciar el proceso de plastificación en el cual el artículo es moldeado dándole la forma final.

Antes de salir, el artículo es revisado por el departamento de control de calidad, y de ahí el artículo terminado es enviado a la sección de digitación en donde se registra la salida de producto con destino a las bodegas del almacén de producto terminado o directamente a la zona de carga para ser entregado al cliente. El proceso de Producción será graficado mediante un diagrama de flujo (Gráfico 5).

5.2.2. DIAGRAMA DE OPERACIONES DE LA LÍNEA DE SOPLADO.

ECSI S.A.S. no tiene un diagrama de operaciones del proceso de soplado, esto dificulta el correcto entendimiento y desempeño de la operación por parte de los operarios involucrados, quienes en ocasiones no desempeñan bien su labor debido a que algunas actividades no están previamente establecidas, documentadas o difundidas.

Gráfico 5. DIAGRAMA GENERAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN



La base para analizar y mejorar el proceso productivo es elaborar un diagrama de operaciones para el proceso de soplado que detalle el nivel de las tareas a realizar y así poder asignar correctamente las partes del proceso a los miembros que se involucran en el proceso. Se debe asegurar de que la realidad coincida con documentación existente en este proceso.

ACTIVIDADES INVOLUCRADAS:

1. Seleccionar Máquina
2. Recibir Programa con orden de producción.
3. Informa a las áreas involucrados en el cambio de molde.
4. Montaje de molde de soplado.
5. Alimentar la máquina con su respectivo material plástico.
6. Cuadre de máquina.
7. Inspección de calidad para el arranque de máquina y despeje de línea.
8. Soplado de producto (extrusión).
9. Inspección del producto por la operaria.
10. Inspección de producto por analista de calidad.
11. Control diario de proceso por el técnico de línea.
12. Rebabar el producto (opcional).
13. Colocar etiqueta (opcional).
14. Realizar termo-encogido (opcional).
15. Empacar el producto.
16. Identificar el producto (trazabilidad).
17. Inspección de calidad del producto terminado.
18. Identificar estado de inspección.
19. Entregar el producto al proceso siguiente o a despachos.
20. Tomar los datos de la producción real.

21. Realizar los reportes de balance y boletines de producción.
22. Hacer seguimiento al proceso.
23. Análisis de datos.
24. Acciones correctivas y preventivas.

En este apartado se crea el diagrama de operaciones de la línea de soplado y se puede observar en el **ANEXO 2**. En el diagrama se detallan los tiempos que cada actividad dura durante su ejecución.

A continuación se muestra el resumen del diagrama de Operaciones:

Tabla 3. Resumen Diagrama de Operaciones de Soplado

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO (hrs)
	OPERACIÓN	17	11,06
	INSPECCIÓN	4	0,7
Total:		21	11,76

Fuente: Procedimiento General de Soplado ECSI S.A.S

El proceso de soplado mantiene una extrusión constante durante el día y solo finaliza una vez se cumpla la orden de producción para determinado producto.

El diagrama contabiliza el proceso desde que la materia prima sale de la bodega de materia prima y finaliza en la entrega de producto al cliente, al proceso de ‘screen’ o al almacén de producto terminado, teniendo en cuenta el tiempo de alistamiento y puesta a punto de la máquina que debe ser un proceso estándar. El tiempo de ciclo que tiene la producción de cada envase será analizado en la siguiente sección en donde se estudiarán los productos críticos, puesto que este varía según la orden de producción que se esté ejecutando.

5.3. ELECCION DE LA LINEA REPRESENTATIVA.

En la planta principal (Ubicada en la Zona Industrial de Bogotá) ECSI SAS se llevan a cabo procesos de soplado, inyección, encartonado y “Screen”, donde se cuenta con 730 trabajadores en promedio y se consumen 352.113 kilos de plástico aproximadamente por mes. En la ilustración 3 se observa el producto facturado en kilogramos.

Ilustración 3. Producto facturado en kilogramos

ECSI SAS		INDICADORES DE MANUFACTURA – JUL. 2012						
PRODUCTO FACTURADO EN KILOS								
PLANTA	FEB. (kg)	MAR. (kg)	ABR. (kg)	MAY. (kg)	JUN. (kg)	JUL. (kg)	PROMEDIO (Kg)	
ECSI	342,146	355,484	339,250	388,799	329,396	357,603	352,113	

Fuente: Analista de Manufactura, ECSI S.A.S

Los procesos de soplado e inyección son de vital importancia para la actividad, por lo tanto en el **ANEXO 3** y el **ANEXO 4**, se presentan los indicadores de soplado e inyección respectivamente, el histórico entre los meses de febrero a julio de plástico procesado por

mes para el presente año 2012, al igual que el desperdicio de material generado; todo esto en kilogramos. Con base en los indicadores presentados se realiza un comparativo entre las áreas de soplado e inyección en cuanto al consumo y desperdicio de material generado en estos seis meses. Se presentan los comparativos a continuación:

Gráfico 6. CONSUMO MATERIA PRIMA



Fuente: Analista de Manufactura, ECSI S.A.S

Gráfico 7. DESPERDICIO DE MATERIAL GENERADO (SCRAP)



Fuente: Analista de Manufactura, ECSI S.A.S

Se observa que el área de soplado tiene un consumo promedio de material del 75% del consumo total de planta y una generación de rebaba cerca del 92%, además de tener 135 operarias en máquina y 19 técnicos disponibles en el área, con el 21% de la nómina de la empresa, hace que ésta sea la línea con mayor impacto en la compañía.

5.4. DIAGNOSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LINEA DE SOPLADO

La línea de soplado presenta continuas variaciones de peso en los envases fabricados y en ocasiones también de ciclos (tiempos) de la máquina. Durante los ciclos productivos esto se debe a los tipos de material utilizados para la fabricación de los envases, ya que en ocasiones los porcentajes de las mezclas de material reprocesado y original no son constantes, haciendo que las máquinas sean sensibles a estos cambios, repercutiendo en la des-calibración de los pesos de los envases, al igual que las rebabas generadas.

Por lo tanto los consumos de material para la fabricación de un producto no es constante y se pretende identificar los porcentajes de producto conforme, producto no conforme, rebaba generada y torta que se producen durante la fabricación de un producto específico.

5.4.1. ELECCION DE LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS

Dentro de la línea de soplado se escoge un grupo de productos que harán parte del proyecto, algunos han sido sugeridos por la gerencia de planta y otros por hacer parte de los clientes representativos para la organización.

En el **ANEXO 5** se presentan los 20 clientes más importantes para ECSI principal junto con las cantidades promedio demandadas por ellos, además se muestra el diagrama de Pareto con el fin de visualizar cuáles de ellos son los de mayor demanda.

Los clientes con mayor demanda son: Brinsa (11,61%) y Clorox (11,54%), razón por la cual la gerencia de planta solicita que se analicen los siguientes productos, ya que tienen un consumo alto de materia prima y generan un alto grado de desperdicio de material, además de que han presentado varios problemas durante su proceso productivo:

Para Brinsa: Bidón 20 Litros.

Para Clorox: Envase Clorox 3800 cc y Envase Clorox 2000 cc.

Además la gerencia de planta solicita el estudio de la Garrafa de Agua Brisa de 5 Litros (Nacional de Gaseosas), y del Galón Texaco (ChevronPretroleum).

El **ANEXO 6**, muestra los productos representativos que harán parte del análisis.

5.4.2. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Para identificar las variables que inciden en el proceso de fabricación se realiza un análisis de las características de producción de los productos representativos de la línea de soplado, mediante la creación de un formato que permite recolectar datos para estudiar algunas de las variables (tamaño, peso, características de calidad) que intervienen durante la fabricación.

Este análisis se lleva a cabo para conocer la situación actual del proceso con respecto a la eficiencia de las máquinas en cuanto a material procesado. Para esto se realiza la medición de algunos productos para controlarlo y así posteriormente poder manejarlo.

Estas mediciones permiten a la empresa observar y controlar el proceso teniendo una visión continua de éste.

Las medidas son fundamentales para comprender lo que ocurre, corrigiendo las condiciones que se salen de control, estableciendo prioridades y así garantizar que se generen ganancias y no pérdidas.

El análisis se realiza con el fin de conocer el rendimiento de la máquina para la fabricación de un producto específico, constituyendo los porcentajes de consumo de materia prima que se convertirá en producto óptimo o conforme que recibirá el cliente y la rebaba generada que será reprocesada posteriormente.


El formato creado se puede observar en la Tabla 4, esta forma permite identificar los componentes y estándares que hacen parte del producto a analizar. Esto se hace en la parte superior del formato.

La parte inferior suministra información en cuanto a los tiempos de los ciclos, pesos de envase y desperdicio de material generado en su elaboración, igualmente permite cuantificar el consumo de material durante la muestra y obtener el nivel de productividad por medio de la producción óptima, producción no conforme, desperdicio de material promedio y tortas (acumulación excesiva no uniforme de material plástico).

Para realizar el análisis de los 5 productos representativos, se realizaron 10 tomas aproximadamente, de 20 muestras cada una, con información acerca del peso del envase y el desperdicio de material (scrap) generado por la máquina.

Además de la caracterización de los productos no conformes, los cuales son los productos que presentan algún defecto y no son aprobados por el área de calidad al no cumplir con los parámetros establecidos y la acumulación excesiva de material plástico (Torta) que no hace parte del envase ni de su desperdicio de material generado.

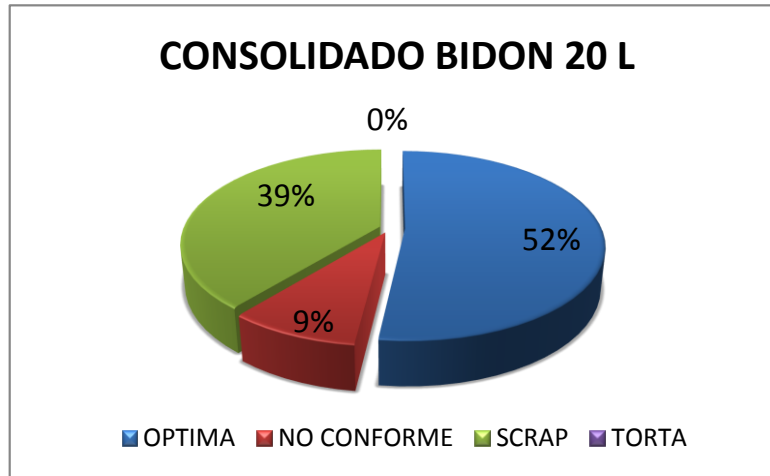
Tabla 4. Formato para el Análisis Productivo

 ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCION DE LA LINEA SOPLADO											
PRODUCTO				CODIGO		PESO SISTEMA		Nº MOLDES/CAVIDADES		CICLO	
BIDON 20 L AMARILLO 950 gr SOPLADO				S000021		950		1M-1C-75S		75	
TIPO DE EMPAQUE				CANTIDAD DE EMPAQUE				PESO DE EMPAQUE (KG)			
BOLSA	X	CAJA		1 Bolsa				0,0809			
										# [CAJAS/ PQTS] x NIVEL	2
CODIGO		TIPO DE EMPAQUE (MAQ)		CODIGO		TIPO DE EMPAQUE (FINAL)		UNIDAD DE EMPAQUE (MAQ)		UNIDAD DE EMPAQUE (FINAL)	
60620		PEBD 156 X 77		60620		PEBD 156 X 77		2 Filas x 4 Unds = 8 Unds		2 Filas x 4 Unds = 8 Unds	
										FILAS x ESTIBA	4
										PALETIZADO	N/A
CODIGO MOLDE		CAVIDADES OPERANDO		PESO (F. TECNICA)		CICLO (F. TECNICA)		Nº OPERARIOS		CODIGO MAQUINA	
MOLDSOP312		1		950 ± 30		78 "		1		SOPPAV014	
FECHA											
DIA	5	MES	SEPTIEMBRE	AÑO	2012						
CICLO				PESOS POR CAVIDAD						SCRAP	
HORA MUESTRA	TIEMPO CICLO	1	2	3	4	5	6	GRS x CICLO			
1	15:23	74,00	931,3					765,7			
2	15:31	74,00	942,8					725,0			
3	15:33	74,00	940,7					727,8			
4	15:34	74,00	935,6					776,5			
5	15:37	74,00	949,7					684,9			
6	15:39	74,00	954,0					674,3			
7	15:41	74,00	948,2					690,5			
8	15:43	74,00	965,8					637,3			
9	15:45	74,00	940,6					742,9			
10	15:46	74,00	952,4					691,6			
11	15:58	74,00	909,8					754,6			
12	16:04	74,00	945,2					717,3			
13	16:07	74,00	947,1					702,7			
14	16:13	74,00	952,8					686,8			
15	16:15	74,00	951,5					694,5			
16	16:17	74,00	960,8					632,7			
17	16:17	74,00	945,8					703,1			
18	16:22	74,00	946,8					666,5			
19	16:27	74,00	946,1					634,9			
20	16:31	74,00	929,6					713,6			
PROMEDIOS		74,00	944,83					701,16			
PROMEDIO TOTAL		944,83									
UNDS PRODUCIDAS MUESTRA				4 PAQ x 8 UNDS							
TOTAL UNDS				32							
TIEMPO TOTAL MUESTRA (Seg)				3480							
TOTALES DE PRODUCCION EN KILOGRAMOS											
PRODUCCION OPTIMA						30,23					
PRODUCCION NO CONFORME						16,90					
SCRAP TOTAL											
HORA						16:45					
PESO						22,44					
TORTA											
HORA						00:00					
PESO						0,00					
CAMBIO DE MOLDE											
HORA						N/A					
DURACION (INTERVALO)						N/A					
OBSERVACIONES :											
15:48 MAQUINA PARADA 15:58 REINICIO MAQUINA PDCCION NO CONFORME: 16,9 KG (18 UNDS) 17 UNDS CONTAMINADAS											

El análisis del resultado del proceso de los Productos Representativos es el siguiente:

1. Bidón Amarillo 20 Litros (Brinsa)

Gráfico 8. Consolidado Bidón 20 L



Fuente: Reporte Control de Producción Soplado

En este diagrama se presenta el análisis realizado al producto Bidón Amarillo 20 Litros, el cual presenta que en promedio y durante su producción el 52% de la materia prima utilizada se transformará en producto que cumplirá con las especificaciones establecidas por el cliente y la empresa, y que el 39% será material que se tendrá que reprocesar, ya que hace parte de la rebaba generada, el restante será el producto no conforme el cual se caracteriza más adelante.

Con base en la información recopilada se puede establecer que en la fabricación del Bidón Amarillo 20 Litros en promedio la descarga de material por envase es de 1.664 grs, por lo tanto el envase tendrá cerca del 57% de material y que el 43% se convierte en rebaba y será un material a reprocesar, siendo un porcentaje muy alto para la rebaba que genera la fabricación de este producto y que no trae beneficios a la productividad de la empresa.

La composición del material utilizado en cuanto a los porcentajes de mezcla de materia prima no se cumple conforme a los parámetros de calidad para la fabricación de este envase; esto influye de manera directa en el desempeño de la máquina, ya que al reutilizar material hace que varíe sensiblemente el peso del producto.

2. Clorox 2000 cc (Clorox De Colombia)

Gráfico 9. Consolidado Clorox 2000 cc



Fuente: Reporte Control de Producción Soplado

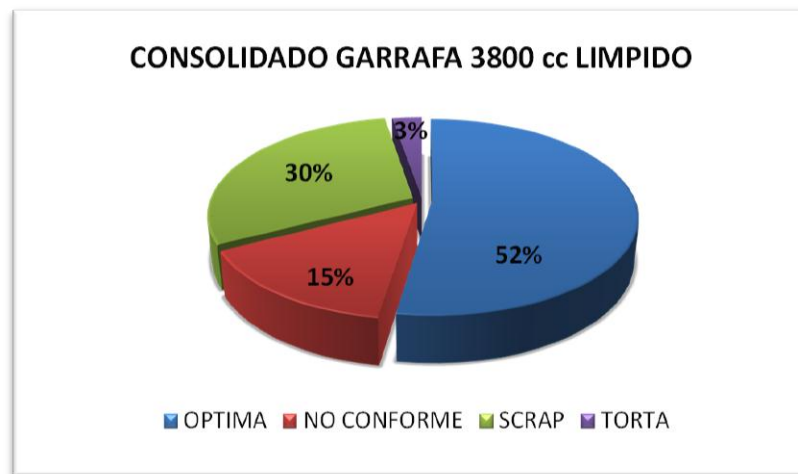
Este análisis también abarca productos del cliente Clorox de Colombia, debido a que es el segundo con mayor demanda para la empresa. Se analiza el envase Clorox 2000cc., donde aproximadamente solo el 47% del consumo de material se convierte en producto conforme, es alarmante esta situación ya que el 53% del consumo de material deberá ser reprocesado y por lo tanto generará mayores costos en su producción.

El porcentaje de torta generada es del 2%, esto se puede considerar debido a la antigüedad de la máquina, ya que presenta inconvenientes de forma continua como la variación de peso, rebabas internas y externas, entre otros. En promedio la descarga de

material por envase es de 95 gr., donde el 65% que equivale a 61.6 gr. es el peso del envase el cual se encuentra dentro del rango establecido por el cliente que es de 60.4 gr. con una tolerancia de ± 2 . Por lo tanto no presenta inconvenientes en cuanto a su especificación de peso.

3. Clorox/Límpido 3800cc (Clorox De Colombia)

Gráfico 10. Consolidado Garrafa 3800 cc



Fuente: Reporte Control de Producción Soplado

Para el envase Límpido 3800cc. Se obtienen valores de productos conformes cerca al 52% de la producción, mientras que el 15% es presentado por los envases no conformes a las características de calidad.

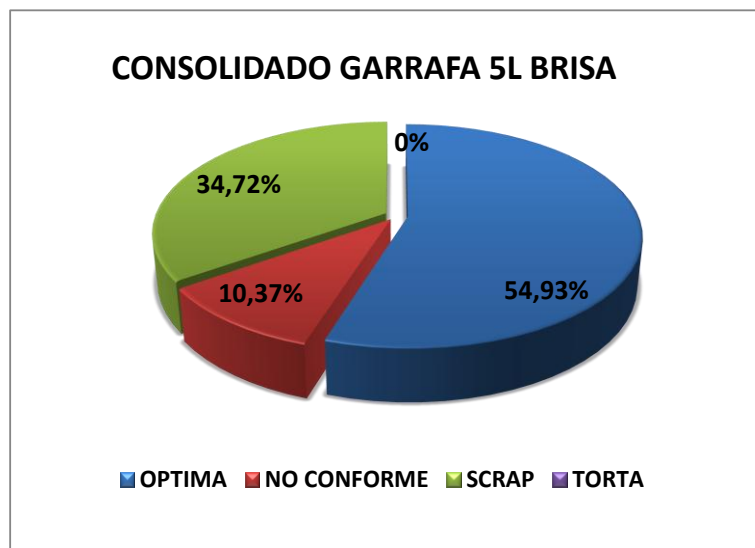
La descarga promedio para este envase es de 157 gr., los cuales se distribuyen en 65% para el envase y el 35% en la rebaba generada.

El peso del envase es de 101,4 gr. en promedio, manteniéndose dentro del rango establecido por calidad que es de 98,6 a 102,6 gr.

Este envase presenta un porcentaje de 15% de producción no conforme, se debe al alto porcentaje de generación de rebaba durante el proceso de fabricación de este producto, ya que este será reprocesado y utilizado para nuevos envases.

4. Garrafa Agua Brisa 5 Litros (Panamco)

Gráfico 11. Consolidado Garrafa 5L



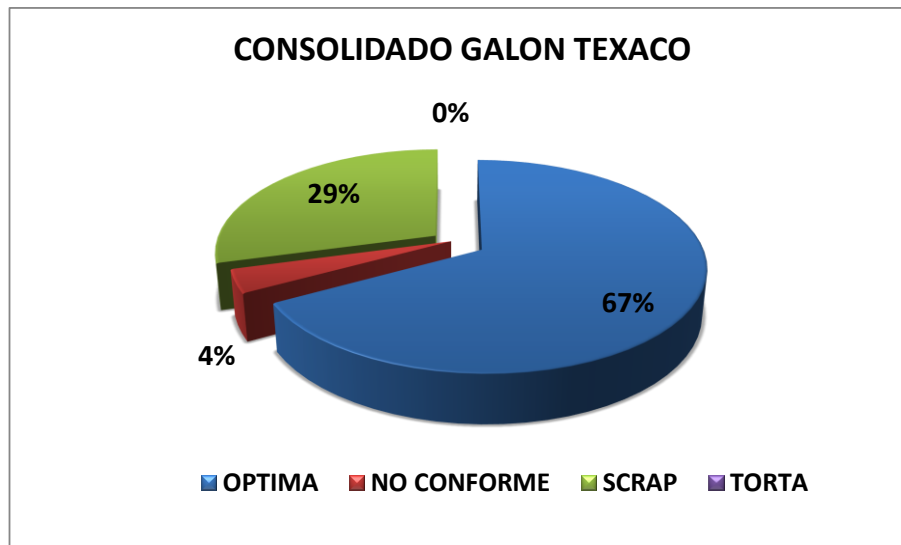
Fuente: Reporte Control de Producción Soplado

Presenta un rendimiento de producción conforme de 58%, estableciéndose como el segundo mejor entre el grupo de productos analizados, y presenta uno de los índices más bajos en generación de rebaba con un 35%.

La descarga de este envase en promedio es 272 gr., y el 37% pertenece a la rebaba del envase, manteniendo el peso en 171,5 gr., lo que equivale al 63% de la descarga, y manteniéndose dentro del peso establecido el cual es de $172 \pm 2,5$ gr.

5. Galón Texaco (Chevron Texaco)

Gráfico 12. Consolidado Galón Texaco



Fuente: Reporte Control de Producción Soplado

Este envase fue recomendado por la gerencia de planta para ser analizado puesto que es muy irregular, ya que es muy sensible al cambio de material, condición que hace que el peso y "scrap" del envase varíen; además la máquina donde se produce tiene problemas constantemente.


Sin embargo para el presente análisis, fue el de mejor comportamiento en producción de los 5 productos con un rendimiento del 67%, comparado con apenas el 4% de producción no conforme, su variación promedio de desperdicio de material (scrap) es casi la tercera parte de la producción total promedio con un 29%. El peso promedio es de 182,01 gr y se encuentra entre su tolerancia establecida de 185 ± 5 gramos.

El ciclo promedio para producir un envase es de 26,6 segundos.

5.4.3. CARACTERIZACION DE PRODUCTOS NO CONFORMES

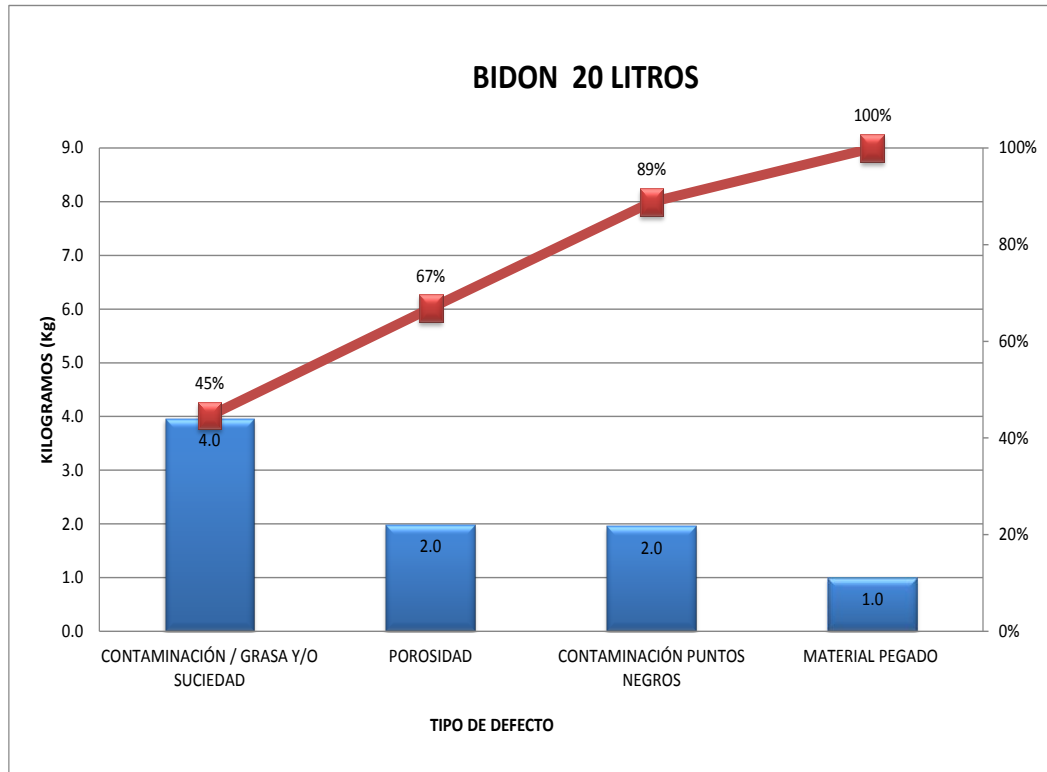
El formato del **ANEXO 7** se crea debido a la necesidad de identificar las causas de productos no conformes dentro del proceso de soplado, y así realizar un análisis de los problemas que actúan de manera permanente; se basa en la frecuencia de aparición de estos defectos. La idea de esta actividad es instaurar prioridades y enfocar los esfuerzos para establecer una mejora. A través de este formato se establecerán diagramas de Pareto para identificar los defectos críticos, tomar decisiones y ejecutar acciones correctivas y/o preventivas pertinentes. Uno de los productos presentes en este análisis es Garrafa 5L, al cual se ha hecho esta caracterización y se evidencia a continuación:

Tabla 5. Caracterización de Productos no Conformes

CARACTERIZACIÓN PRODUCTOS NO CONFORMES																																																					
MAQUINA:	SOPCHI003	FECHA:	19 DE SEPTIEMBRE DE 2012																																																		
PRODUCTO:	GARRAFA 5L AGUA BRISA	CODIGO:	F252265																																																		
CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS <table border="1"> <thead> <tr> <th>DEFECTOS CRÍTICOS</th> <th>PESO (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ENVASE PERFORADO</td><td>0</td></tr> <tr><td>MATERIAL PEGADO</td><td>0,38</td></tr> <tr><td>MATERIALES EXTRAÑOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>CONTAMINACIÓN / GRASA Y/O SUCIEDAD</td><td>1,57</td></tr> <tr><td>QUELLO INCLINADO</td><td>0</td></tr> <tr><td>FISURA EN LA BOCA</td><td>0</td></tr> <tr><td>PESTAÑA DÉBIL</td><td>0</td></tr> <tr><td>ENVASE COLAPSADO</td><td>0,17</td></tr> <tr><td>TRAS PARENO A EN LA COSTURA</td><td>0</td></tr> <tr><td>ROSCA DEFORME</td><td>0</td></tr> <tr><td>INESTABILIDAD / BASE SOPLADA</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>		DEFECTOS CRÍTICOS	PESO (Kg)	ENVASE PERFORADO	0	MATERIAL PEGADO	0,38	MATERIALES EXTRAÑOS	0	CONTAMINACIÓN / GRASA Y/O SUCIEDAD	1,57	QUELLO INCLINADO	0	FISURA EN LA BOCA	0	PESTAÑA DÉBIL	0	ENVASE COLAPSADO	0,17	TRAS PARENO A EN LA COSTURA	0	ROSCA DEFORME	0	INESTABILIDAD / BASE SOPLADA	0	CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS <table border="1"> <thead> <tr> <th>DEFECTOS MAYORES</th> <th>PESO (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>COLOR DIFERENTE</td><td>0</td></tr> <tr><td>POROSIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REBABA INTERNA / EXTERNA</td><td>0,3</td></tr> <tr><td>RAYAS NOTORIAS</td><td>1</td></tr> <tr><td>OLORS EXTRAÑOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>OVALAMIENTO</td><td>0</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DEFECTOS MENORES</th> <th>PESO (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>RAYAS LEVES</td><td></td></tr> <tr><td>CONTAMINACIÓN PUNTOS NEGROS</td><td>1,68</td></tr> <tr><td>IDENTIFICACIÓN INCOMPLETA</td><td></td></tr> <tr><td>EMPAQUE DETERIORADO</td><td></td></tr> <tr><td>MALA IDENTIFICACIÓN</td><td></td></tr> </tbody> </table>		DEFECTOS MAYORES	PESO (Kg)	COLOR DIFERENTE	0	POROSIDAD	0	REBABA INTERNA / EXTERNA	0,3	RAYAS NOTORIAS	1	OLORS EXTRAÑOS	0	OVALAMIENTO	0	DEFECTOS MENORES	PESO (Kg)	RAYAS LEVES		CONTAMINACIÓN PUNTOS NEGROS	1,68	IDENTIFICACIÓN INCOMPLETA		EMPAQUE DETERIORADO		MALA IDENTIFICACIÓN	
DEFECTOS CRÍTICOS	PESO (Kg)																																																				
ENVASE PERFORADO	0																																																				
MATERIAL PEGADO	0,38																																																				
MATERIALES EXTRAÑOS	0																																																				
CONTAMINACIÓN / GRASA Y/O SUCIEDAD	1,57																																																				
QUELLO INCLINADO	0																																																				
FISURA EN LA BOCA	0																																																				
PESTAÑA DÉBIL	0																																																				
ENVASE COLAPSADO	0,17																																																				
TRAS PARENO A EN LA COSTURA	0																																																				
ROSCA DEFORME	0																																																				
INESTABILIDAD / BASE SOPLADA	0																																																				
DEFECTOS MAYORES	PESO (Kg)																																																				
COLOR DIFERENTE	0																																																				
POROSIDAD	0																																																				
REBABA INTERNA / EXTERNA	0,3																																																				
RAYAS NOTORIAS	1																																																				
OLORS EXTRAÑOS	0																																																				
OVALAMIENTO	0																																																				
DEFECTOS MENORES	PESO (Kg)																																																				
RAYAS LEVES																																																					
CONTAMINACIÓN PUNTOS NEGROS	1,68																																																				
IDENTIFICACIÓN INCOMPLETA																																																					
EMPAQUE DETERIORADO																																																					
MALA IDENTIFICACIÓN																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CANTIDAD NO CONFORME (Kg)</th> <th>PESO (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DEFECTOS CRITICOS:</td><td>2,12</td></tr> <tr><td>DEFECTOS MAYORES:</td><td>1,3</td></tr> <tr><td>DEFECTOS MENORES:</td><td>1,68</td></tr> <tr><td>TOTAL:</td><td>5,1</td></tr> </tbody> </table>		CANTIDAD NO CONFORME (Kg)	PESO (Kg)	DEFECTOS CRITICOS:	2,12	DEFECTOS MAYORES:	1,3	DEFECTOS MENORES:	1,68	TOTAL:	5,1																																										
CANTIDAD NO CONFORME (Kg)	PESO (Kg)																																																				
DEFECTOS CRITICOS:	2,12																																																				
DEFECTOS MAYORES:	1,3																																																				
DEFECTOS MENORES:	1,68																																																				
TOTAL:	5,1																																																				

A. Bidón Amarillo 20 Litros (Brinsa)

Gráfico 13. Caracterización Defectos Bidón 20 L



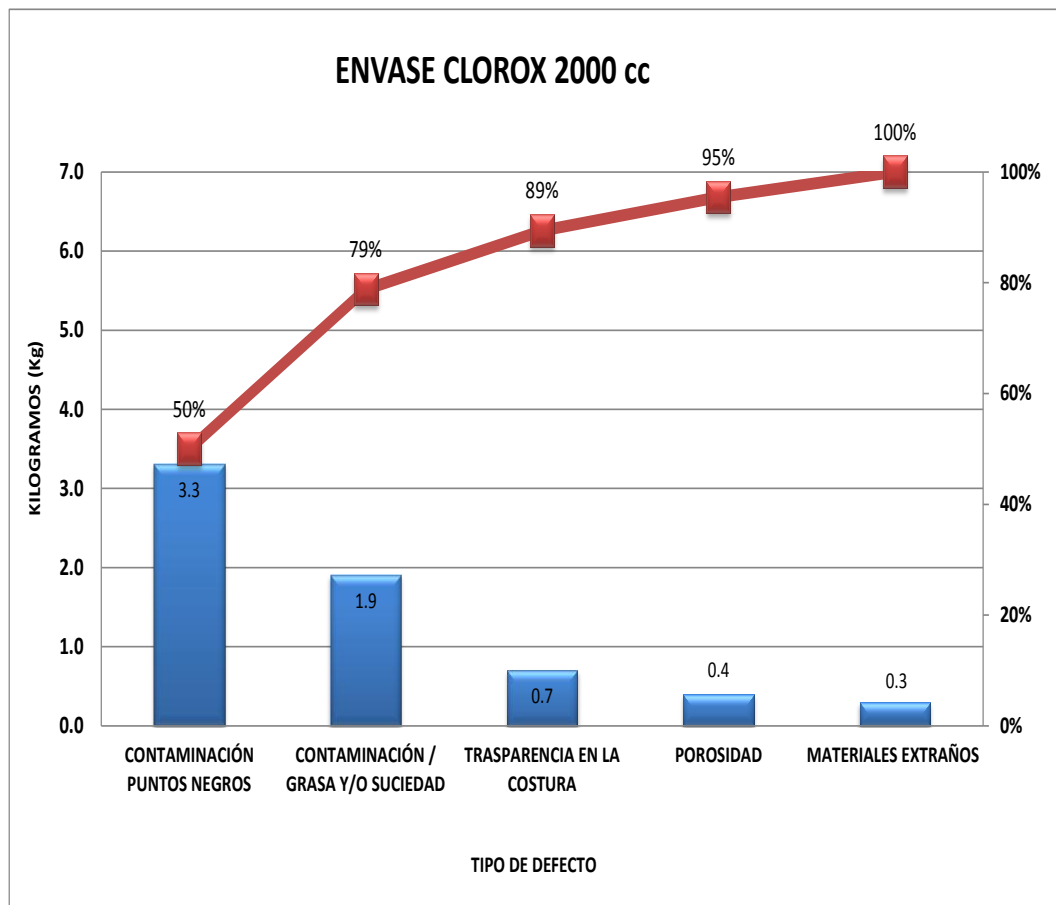
Se establece que el 9% de la producción general de este producto se convierte regularmente en producción no conforme, por lo tanto se realizó la caracterización de los diferentes defectos que éste presenta y que hacen que no cumpla con los requisitos establecidos.

Notamos que cerca del 45% de los defectos son generados por la contaminación, grasa y/o suciedad, y un 21% de contaminación por puntos negros en el envase; esto suele suceder debido a las cantidades de material reprocesado que se utilizan en su fabricación, y que conforman el 66% de la producción no conforme; por lo tanto este defecto tiene prioridad para ser analizado con las áreas de mezclas y soplado para establecer acciones correctivas.

Con el 22% encontramos las porosidades en el envase, que suelen presentarse debido a las temperaturas manejadas en su fabricación al igual que el tipo de material utilizado.

B. Clorox 2000 cc (Clorox De Colombia)

Gráfico 14. Caracterización Defectos Clorox 2000 cc

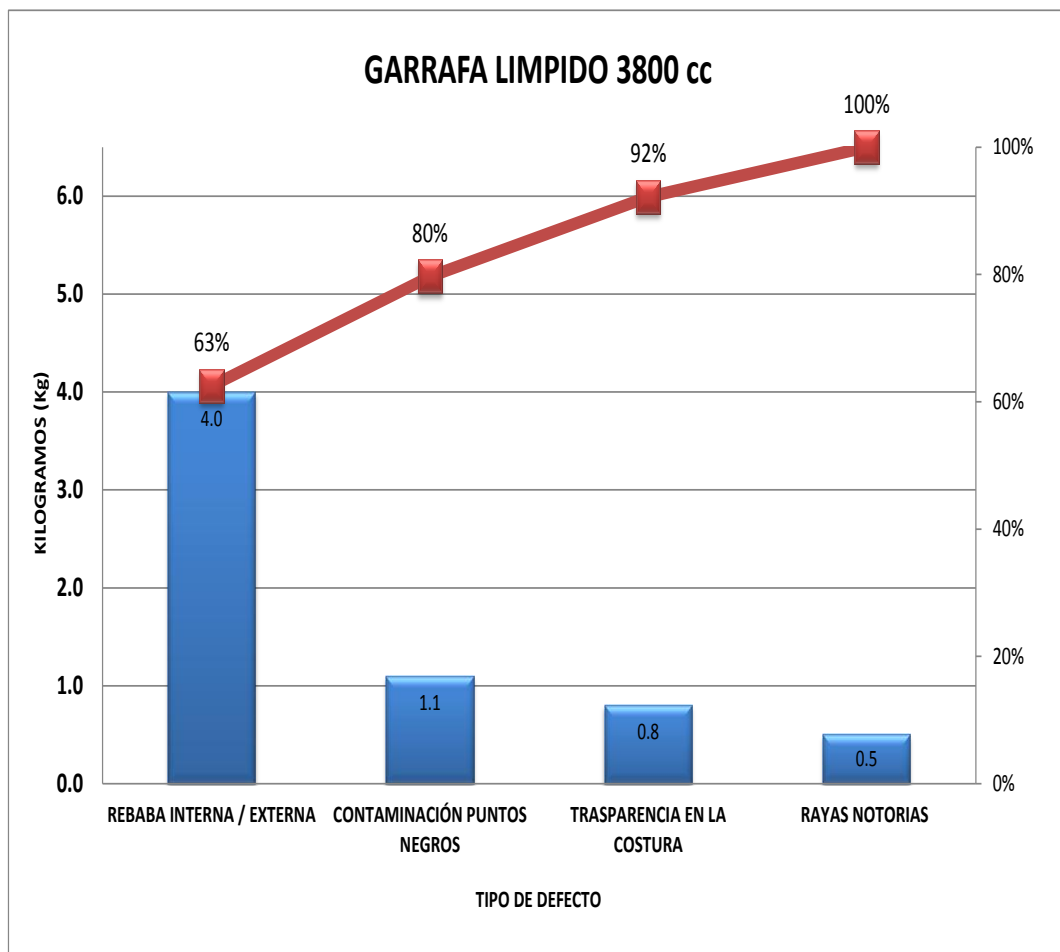


Para este producto donde el 10% de su fabricación se convierte en productos no conformes, se identifica que el 79% es contaminación en el material, debido al gran porcentaje de material reprocesado que es utilizado en su fabricación, ya que más de la mitad de los productos fabricados serán reprocesados posteriormente.

El 17% se debe a transparencias en costuras de cierre y porosidades, causado porque el molde no se empalma correctamente.

C. Límpido 3800cc (Clorox De Colombia)

Gráfico 15. Caracterización Defectos límpido 1800 cc



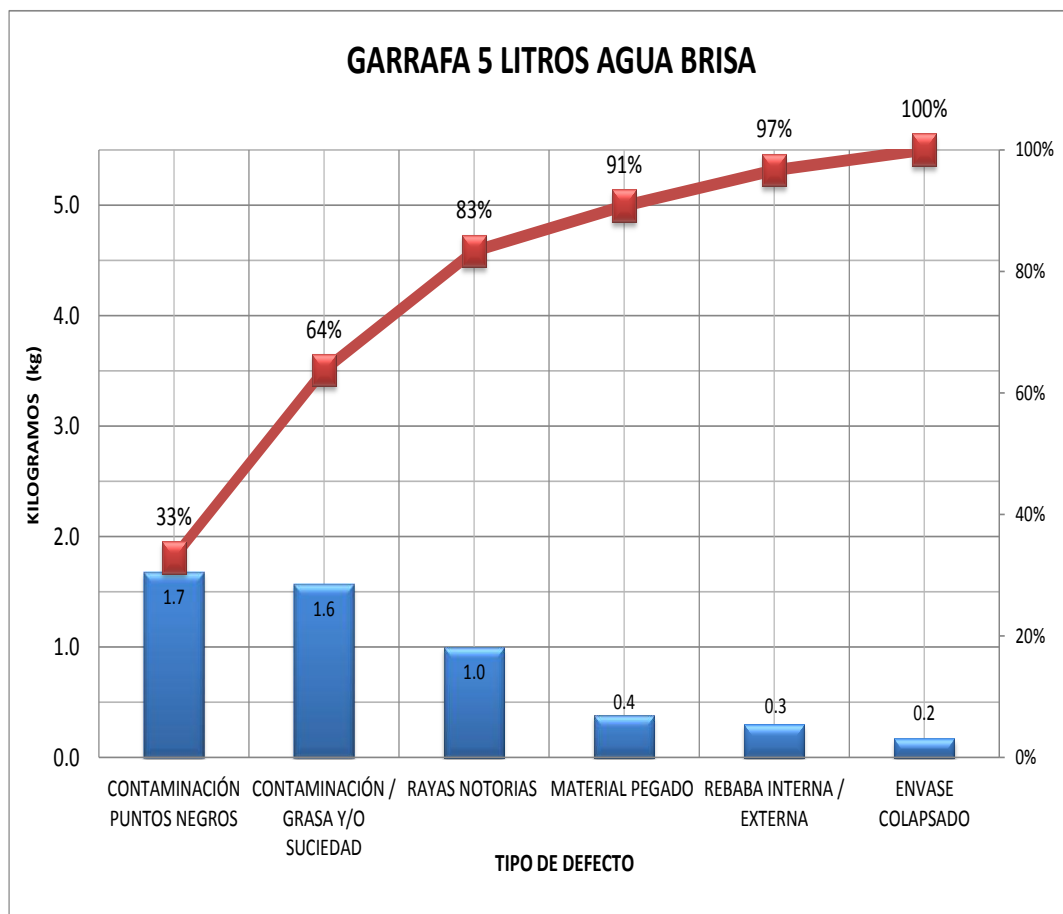
La Garrafa Límpido 3800cc. Presenta defectos críticos en su fabricación, ya que el 63% de la producción no conforme es debido a las rebabas internas y/o externas, y solo el 17% se

refiere a la contaminación del material, por ultimo un 12% y 8% equivalen a transparencias en las costuras y rayas notorias en el envase respectivamente.

La mayoría de estos defectos se deben a los parámetros de operación de la máquina, los cuales varían y controlan los técnicos del área.

D. Garrafa Agua Brisa 5 Litros (Panamco)

Gráfico 16. Caracterización Defectos Garrafa 5L

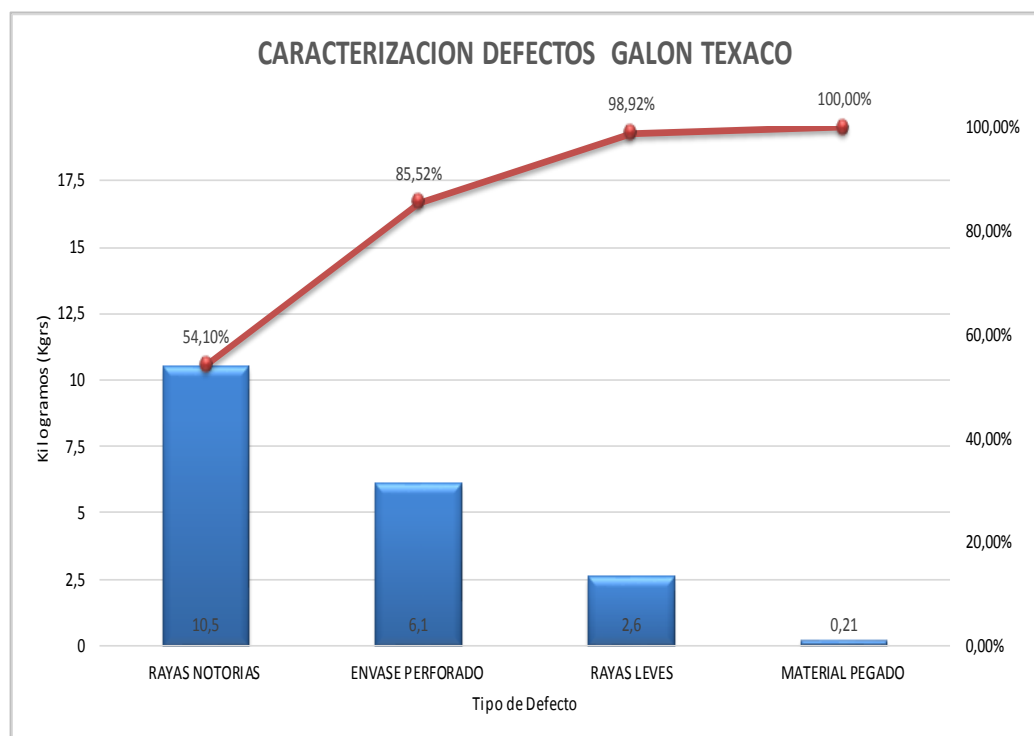


En promedio la fabricación de este envase crea un 7% de productos no conformes, por lo tanto se presenta la caracterización de defectos de estos envases.

Los dos primeros defectos equivalen al 83% de contaminación en el material, lo cual hace que este producto sea crítico para usar material reprocesado debido a que este envase es transparente en su color.

E. Galón Texaco (Chevron Texaco)

Gráfico 17. Caracterización Defectos Galón Texaco



A pesar de generar solo un 4% de producción no conforme, el principal problema que tiene este envase es que presenta rayas notorias en las paredes del envase, y que ha

generado retención de grandes lotes de producción e inmediato rechazo por parte del cliente.

5.4.4. DIAGNOSTICO DE FALLAS/ AJUSTES MÁQUINAS.

De las 28 máquinas de soplado, 12 máquinas son de la marca Automa, las cuales presentan varias especificaciones como la posibilidad de operarlas con cabezales de una o doble salida, para procesar material plástico de polipropileno (PP) y/o polietileno (PE).

Cuenta con 3 zonas de calentamiento, con un extrusor de diámetro de 70 mm, una capacidad de 85 kilogramos por hora para procesar y fuerza de cierre de 8 toneladas.

Por ser la marca con mayor número de máquinas se decide establecer un panorama general del funcionamiento de éstas, por medio de formatos que permitieron conocer las fallas o repuestos que hacen que estas máquinas presenten un número determinado de paradas o ajustes durante su proceso productivo.

Los formatos se crean con base a información suministrada por los técnicos del área por medio de reportes de las situaciones presentadas diariamente con las máquinas.

Se identifican 30 problemas inicialmente relacionados con la operación de la máquina y se dejan abiertas las observaciones a los técnicos para realizar aportes que mejoren la información suministrada por el formato.

La recopilación de información se realizó durante el mes de septiembre y se codificaron las fallas para la presentación gráfica de los resultados.

Esta codificación se presenta a continuación:

Figura 13. Fallas/Ajustes Máquinas AUTOMA

CODIGO	TIPO FALLA / AJUSTE	CODIGO	TIPO FALLA / AJUSTE
P1	Fugas De Aceite	P16	Soporte Para Varillas
P2	Regulador De Aire	P17	Pinzas Transportadoras
P3	Cableado	P18	Freno De Carro
P4	Válvula Reguladora De Aire	P19	Mangueras
P5	Espárragos	P20	Tornillo De Cañón
P6	Flauta	P21	Acrílico Puertas
P7	Resistencias De Cabezal	P22	Display De Tiempos
P8	Válvula De Descompresión	P23	Mordaza
P9	Pistón De Soplador	P24	Pines De Mordaza
P10	Moog (Parison)	P25	Barril De Extrusora
P11	Manómetro	P26	Bloques
P12	Refrigeración	P27	Válvula De Amortiguación De Cierre
P13	Pirómetros	P28	Temporizador
P14	Pistón De Corte	P29	Transformador De Corte Caliente
P15	Regulador De Cierre o Amortiguación	P30	Variador De Velocidad

Se analizaron 6 máquinas en el área de soplado, las cuales están codificadas por la empresa como Automa 005, Automa 006, Automa 007, Automa 008, Automa 026 y Automa 027. En el **ANEXO 8** se ilustra esta herramienta que se crea con el fin de integrar los procesos de mantenimiento con el área de producción, para identificar los factores críticos y/o problemas puntuales en las máquinas y disminuir tiempos de reacción en cuanto a reparación y asistencia en las máquinas. Los problemas enlistados en este formato se obtuvieron mediante el análisis de los reportes semanales de fallas de las

máquinas, los cuales eran generados por los técnicos del área durante la jornada laboral. Uno de los propósitos de esta forma es lograr pronosticar y prevenir fallas en las máquinas durante el proceso productivo, y suministrar un histórico de cuáles de las máquinas presentan más problemas y a estas qué clase de metodología implementar para ser transmitida al departamento de mantenimiento con el fin de disminuir el tiempo de respuesta de asistencia.

A continuación se presenta un ejemplo de formato diligenciado:

Figura 14. Identificación Fallas Máquina

FECHA (PERIODO DE TIEMPO)		DESDE				HASTA					
DIA	15	MES	10	AÑO	2012	DIA	21	MES	10	AÑO	2012
MAQUINA: SOPALUT OR		PRODUCTO(S):				MOLDE(S) (CÓDIGO):					
NOMBRES: VICTOR ACOSTA		CODIGOS: 1662		TURNOS: 1		CARLOS SAENZ		8571		2	
MIGUEL CARDENAS		1674		3							

PROBLEMAS DE LA MAQUINA	MANTENIMIENTO O REPARACIÓN										CAMBIO DE LA PIEZA										NO TIENE LA PIEZA			
	L	M	M	J	V	S	D	SE REPARÓ			L	M	M	J	V	S	D	SE CAMBIÓ						
								SI	NO	DIA								SI	NO	DIA				
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								
25																								
26																								
27																								
28																								
29																								
30																								

PROBLEMAS DEL MOLDE	MANTENIMIENTO O REPARACIÓN										CAMBIO DE LA PIEZA										NO TIENE LA PIEZA			
	L	MA	MI	J	V	S	D	SE REPARÓ			L	MA	MI	J	V	S	D	SE CAMBIÓ						
								SI	NO	DIA								SI	NO	DIA				
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								

OBSERVACIONES (TECNICO):
 ALGUNOS TORNILLOS DE AMARRE QUE SUJETAN LA EXTRUSORA ESTAN EN MAL ESTADO ORIGINANDO VIBRACION Y DIFICULTANDO EL DESPLAZAMIENTO
 CAMBIAR TERMOCOPLAS, CALIBRAR PIROMETROS, PONER VISOR DE LA TOLVA
 FAVOR CAMBIAR REGISTRO DE ENTRADA Y SALIDA GENERAL
 REVISAR EL ESTADO DE LA RESISTENCIA EN LA ZONA 6
 EL PARISON SALE ARRUGADO
 CALIBRAR VISOR DE RPM DEL TORNILLO

* AGREGUE A CONTINUACION PROBLEMAS QUE NO SE ENCUENTREN EN EL LISTADO.

NOTAS:

6. CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO

6.1. ELABORACION DE LAS GRÁFICAS DE CONTROL.

Para establecer las gráficas de control para el promedio \bar{X} y el rango **R**, es preferible apegarse a un procedimiento establecido.

A continuación se presentan los pasos de este procedimiento:

- A. Seleccionar la característica de calidad.
- B. Escoger el subgrupo racional.
- C. Reunir los datos.
- D. Determinar en forma tentativa la línea central y los límites de control.
- E. Establecer la línea central y los límites de control revisados.
- F. Alcanzar el objetivo.

A. SELECCIONAR LA CARACTERISTICA DE CALIDAD.

La característica que se escoja para elaborar una gráfica \bar{X} y **R** debe ser una característica de calidad que se pueda medir y expresar en números.

Normalmente se deberán atender las características de calidad que afectan al desempeño de los envases fabricados, que estén dando problemas en términos de producción y/o costo.

La característica seleccionada para el siguiente estudio de los envases de los productos representativos es: **PESO**.

B. ESCOGER EL SUBGRUPO RACIONAL.

Los datos que se grafican consisten en grupos de elementos que se llaman subgrupos racionales. Es importante comprender que los datos reunidos en forma aleatoria no clasifican como racionales. Un subgrupo racional es uno en el que la variación dentro del mismo solo se debe a causas fortuitas. Esta variación dentro de un subgrupo se usa para determinar los límites de control.

Las muestras del subgrupo serán realizadas mediante el esquema de **INSTANTE EN EL TIEMPO**. En este esquema se seleccionan las muestras de los envases que se obtienen en un momento en el tiempo, o tan cerca de ese momento en el tiempo como sea posible. La siguiente muestra de subgrupo será parecida, pero de un envase obtenido cierto tiempo después.

El método de instante en el tiempo se usa con frecuencia ya que suministra la referencia del tiempo para determinar causas asignables. También permite tener una medida más sensible de los cambios en el promedio del proceso. Como las variaciones son cercanas entre sí, la variación se deberá, con más probabilidad, a causas fortuitas, por lo que cumplen los criterios de subgrupo racional.

Los lotes de donde se toman los subgrupos deben ser homogéneos, lo que quiere decir que los factores que intervienen en la fabricación de los envases del lote sean tan parecidas como sea posible: misma máquina, mismo operario, misma cavidad del molde. Igualmente, debe ser un lote homogéneo, una cantidad fija de material. Independientemente de cómo se definen los lotes, los envases del subgrupo deben haberse producido, bajo las mismas condiciones.

El subgrupo racional utilizado será de **4**(mediciones o muestras).

C. REUNIR LOS DATOS.

Para usar las gráficas \bar{X} y R se recolectan los datos en el siguiente formato:

Tabla 6. Formato para Recolección de datos para las Gráficas de Control

 FORMATO INFORMACIÓN CONTROL ESTADISTICO									
PRODUCTO: _____									
CARACTERÍSTICA DE CONTROL: _____									
NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO	RANGO	COMENTARIO
			X1	X2	X3	X4			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
$\Sigma x / \Sigma R$									

La característica de calidad es: **PESO**, en donde al usar un grupo racional de 4 (mediciones o muestras), se obtienen 5 subgrupos por día, durante 5 días, este proceso de toma de datos se realizara para cada envase que será analizado. Se toman las muestras, se calculan el promedio \bar{X} y el rango R del subgrupo y se anotan los resultados en el formato. Entre otra información que se anota está la fecha, hora y comentarios acerca del proceso. Es necesario reunir un mínimo de 25 subgrupos de datos. Menos subgrupos no permiten tener una cantidad suficiente de datos para calcular con exactitud la línea central y los límites de control, y más subgrupos demorarían la implantación de la gráfica de control.

Como primer paso en el análisis de datos, los puntos de datos en orden de producción, se grafican mediante la *gráfica de corrida* para aprender del proceso productivo, y analizar los datos en la etapa de desarrollo del envase. En el **ANEXO 9**, se presentan los gráficos de corrida para los 5 productos que hacen parte del análisis:

I. *BIDON 20 LITROS – BRINSA*

El promedio del peso para el Bidón 20 litros en las tomas realizadas es de 1056,41 gramos y se encuentra dentro de los límites de peso establecidos por el departamento de calidad de ECSI que es de 1050 ± 30 gramos. Por su parte el rango promedio de los 25 grupos racionales es de 16,46 gramos y se encuentran dentro de la tolerancia permitida para la elaboración de este bidón.

II. *ENVASE CLOROX/LIMPIDO 3800 cc*

El promedio del peso para el Envase Clorox/Límpido 3800 cc en las tomas realizadas es de 101,26 gramos y se encuentra dentro de los límites de peso establecidos por el departamento de calidad de ECSI que es de $100,6 \pm 2,0$ gramos. Por su parte el rango promedio de los 25 grupos racionales es de 1,46 gramos y se encuentran dentro de la tolerancia permitida para la elaboración de este envase.

III. *ENVASE CLOROX 2000 cc*

El promedio del peso para el Envase Clorox 2000 cc en las tomas realizadas es de 61,62 gramos y se encuentra dentro de los límites de peso establecidos por el departamento de calidad de ECSI que es de $60,4 \pm 2,0$ gramos. Por su parte el rango promedio de los 25

grupos racionales es de 4,04 gramos y se encuentran fuera de la tolerancia permitida superándola en 2,04 gramos para la elaboración de este envase.

IV. GARRAFA AGUA BRISA 5 LITROS

El promedio del peso para la garrafa de Agua Brisa de 5 litros en las tomas realizadas es de 171,50 gramos y se encuentra dentro de los límites de peso establecidos por el departamento de calidad de ECSI que es de $172,5 \pm 2,5$ gramos. Por su parte el rango promedio de los 25 grupos racionales es de 0,94 gramos y se encuentran dentro de la tolerancia permitida para la elaboración de esta garrafa.

V. GALÓN TEXACO

El promedio del peso para el Galón Texaco es de 185,21 gramos y se encuentra dentro de los límites de peso establecidos por el departamento de calidad de ECSI que es de 185 ± 5 gramos.

Por su parte el rango promedio de los 25 grupos racionales es de 1,29 gramos y se encuentran dentro de la tolerancia permitida para la elaboración de esta garrafa.

D. DETERMINAR EN FORMA TENTATIVA LA LÍNEA CENTRAL Y LOS LÍMITES DE CONTROL

Las líneas centrales para las gráficas \bar{X} y R se obtienen con las formulas²⁷:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g}$$

²⁷ BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Gráficas de control para variables. 8.ª Edición: Editorial PEARSON, 2009. 192 p.

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{R}_i}{g}$$

Siendo $\bar{\bar{X}}$ = promedio de promedios de subgrupo.

\bar{X}_i = promedio del i-ésimo subgrupo.

g = cantidad de subgrupos.

\bar{R} = promedio de rangos de subgrupo.

\bar{R}_i = rango del i-ésimo subgrupo.

Los límites tentativos de control para las gráficas se establecen en ± 3 desviaciones estándar del valor central, así:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_{\bar{X}} \quad UCL_R = \bar{\bar{X}} + 3\sigma_R$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_{\bar{X}} \quad LCL_R = \bar{\bar{X}} - 3\sigma_R$$

En donde UCL = límite superior de control.

LCL = límite inferior de control.

$\sigma_{\bar{X}}$ = Desviación estándar poblacional de los promedios \bar{R} de subgrupo.

S_R = Desviación estándar poblacional del rango.

Los cálculos son más simples usando el producto del rango \bar{R} por un factor A_2 para reemplazar las 3 desviaciones estándar ($A_2 R = 3\sigma_{\bar{X}}$):

La deducción de $3\sigma_{\bar{X}} = A_2 \bar{R}$ se basa en la sustitución de $\sigma_{\bar{X}} = \sigma/\sqrt{n}$ y en una estimación de $\sigma = R/d_2$, donde d_2 es un factor que depende del tamaño del subgrupo.

$$3\sigma_{\bar{x}} = \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{3}{d_2\sqrt{n}} \bar{R}; \text{ Por lo que, } A_2 = \frac{3}{d_2\sqrt{n}}$$

En las fórmulas para la gráfica \bar{X} . En la gráfica **R**, se usa el rango \bar{R} para estimar la desviación estándar del rango σ_R .

La deducción de la formula simplificada se basa en la sustitución de $d_3\sigma = \sigma_R$ y $\sigma = \bar{R}/d_2$, con lo cual:

$$\left(1 + \frac{3d_3}{d_2}\right) \bar{R} \text{ y } \left(1 - \frac{3d_3}{d_2}\right) \bar{R}$$

Para los límites de control. Por lo tanto, se igualan D_4 y D_3 a los coeficientes de \bar{R} . Entonces las fórmulas son²⁸:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad LCL_R = D_3 \bar{R}$$

Donde los factores A_2 , D_3 y D_4 varían con el tamaño del subgrupo y se determinan en la Tabla 7. Para la gráfica \bar{X} , los límites de control superior e inferior son simétricos respecto a la línea central. Teóricamente, los límites de control para una gráfica R también deberían ser simétricos respecto a la línea central.

Pero para que se dé ese caso, con subgrupos de tamaño 6 o menor se necesitaría que el límite inferior de control tuviera un valor negativo.

²⁸BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Gráficas de control para variables. 8.ª Edición: Editorial PEARSON, 2009. 194 p.

Como no es posible un rango negativo, el límite inferior de control se ubica en 0, asignando el valor 0 a D_3 , para subgrupos de 6 o menores.

LÍMITES DE CONTROL PARA LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS:

Los cálculos necesarios para obtener los límites de control y línea central tentativos, se utilizarán los valores de la tabla 7. Los valores de los factores que se utilizan para los cálculos son:

$$A_2 = 0,729 \quad D_3 = 0 \quad D_4 = 2,282$$

En la Tabla 8, se consolidan los resultados para los límites tentativos de control para los 5 productos representativos. El **ANEXO 10** muestra las líneas centrales y los límites de control tentativos para las gráficas \bar{X} y **R**, para los 5 productos representativos con los datos preliminares correspondientes.

E. ESTABLECER LA LÍNEA CENTRAL Y LOS LÍMITES DE CONTROL REVISADOS.

El siguiente paso es adoptar la mejor estimación de los valores estándar, con los datos disponibles. Si en un análisis de los datos preliminares resulta que hay un buen control, se podrá considerar entonces que \bar{X} y \bar{R} son representativos del proceso, y se convierten en los valores estándar, \bar{X}_0 y \bar{R}_0 .

Se puede decir que un buen control es el que no tiene puntos fuera de control, no tiene corridas largas en alguno de los lados de la línea central, y que no tiene pautas anómalas de variación.

Tabla 7. Factores para calcular líneas centrales y límites de control 3σ para la gráfica \bar{X} y R

TABLA DE PROMEDIOS			TABLA DE DESVIACIONES ESTANDAR					TABLA DE RANGOS						
FACTORES PARA LIMITES DE CONTROL			FACTORES PARA LINEA CENTRAL	FACTORES PARA LIMITES DE CONTROL					FACTORES PARA LINEA CENTRAL	FACTORES PARA LIMITES DE CONTROL				
A1	A2	A3	C4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	D1	D2	D3	D4	
2,121	1,880	2,659	0,7979	0	3,267	0	2,606	1,128	0,853	0	3,686	0	3,267	
1,732	1,023	1,954	0,8862	0	2,568	0	2,276	1,693	0,888	0	4,358	0	2,574	
1,500	0,729	1,628	0,9213	0	2,266	0	2,088	2,059	0,880	0	4,698	0	2,282	
1,342	0,577	1,427	0,9400	0	2,089	0	1,964	2,326	0,864	0	4,918	0	2,114	

Fuente: Control de calidad²⁹

²⁹BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Apéndice. 8. º Edición: Editorial PEARSON, 2009. 514 p.

Tabla 8. Límites de Control Tentativos para los Productos Representativos

	SUMATORIA PROMEDIOS	SUMATORIA RANGOS	PROMEDIO DE PROMEDIOS DE SUBGRUPO	PROMEDIO DE RANGOS DE SUBGRUPO	LIMITE SUPERIOR DE CONTROL DE CONTROL PROMEDIO	LIMITE INFERIOR DE CONTROL DE CONTROL PROMEDIO	LIMITE SUPERIOR DE CONTROL DE CONTROL RANGO	LIMITE INFERIOR DE CONTROL DE CONTROL RANGO
PRODUCTOS	$\sum \bar{X}$	$\sum R$	$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g}$	$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{R}_i}{g}$	$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$	$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$	$UCL_R = D_4 \bar{R}$	$LCL_R = D_3 \bar{R}$
BIDON 20 LITROS – BRINSA	26410,25	411,60	1056,41	16,46	1068,41	1044,41	37,56	0
ENVASE CLOROX/LIMPIDO 3800 cc	2533,01	36,26	101,32	1,45	102,38	100,26	3,31	0
ENVASE CLOROX 2000 cc	1540,48	101,00	61,62	4,04	64,57	58,675	9,219	0
GARRAFA AGUA BRISA 5 LITROS	4283,90	29,60	171,36	1,16	172,21	170,51	2,65	0
GALON TEXACO	4630,36	73,50	185,21	2,94	187,35	183,07	6,72	0

En esta etapa se desecharán los puntos de las gráficas \bar{X} y R que se encuentren fuera de control y que tengan causas asignables, analizando primero la gráfica R para determinar si es estable, seguido del análisis de la gráfica \bar{X} ; se calculan entonces nuevos valores de \bar{X} y R con los datos que restan, mediante la utilización de las siguientes formulas:

$$\overline{\overline{X}}_{nuevo} = \frac{\sum \bar{X} - \bar{X}_d}{g - g_d} \overline{R}_{nuevo} = \frac{\sum \bar{R} - R_d}{g - g_d}$$

Donde X_d = Promedios de subgrupos descartados.

g_d = Número de subgrupos descartados.

R_d = Rangos de subgrupos descartados.

Para desechar los datos, se desecha el valor que este fuera de control dentro del subgrupo, entonces, cuando se desecha un valor de \bar{X} , no se desecha el valor correspondiente de R , o viceversa.

Estos nuevo valores de \bar{X} y R se usan para establecer los valores estándar de \bar{X}_0 , R_0 y σ_0 .

Entonces:

$$\bar{X}_0 = \overline{\overline{X}}_{nuevo} R_0 = \overline{R}_{nuevo} \sigma_0 = \frac{R_0}{d_2}$$

Donde d_2 es un factor de la tabla 7, para estimar σ_0 a partir de R_0 . Los valores estándar se consideran como la mejor estimación, con los datos disponibles.

Las líneas centrales y los límites de control 3σ , para las operaciones se obtienen usando los valores estándar y las siguientes formulas:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0 UCL_R = D_2\sigma_0$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0 LCL_R = D_1\sigma_0$$

Donde A , D_1 y D_2 son factores de la tabla 7, para poder obtener los límites de control 3σ , a partir de \bar{X}_0 y σ_0 .³⁰

Los siguientes análisis se realizarán con la observación del ANEXO 9. Además en el **ANEXO 11**, se presentan los formatos con los datos obtenidos para cada uno de los productos representativos, en donde se encuentran los valores de las mediciones que generaron los 25 subgrupos para cada análisis correspondiente.

En el apartado 6.2, se establece un plan de mejoramiento que permite eliminar los subgrupos que tienen causas asignables ya que estas pueden ser recurrentes.

➤ **ANÁLISIS DEL BIDÓN 20 LITROS – BRINSA:**

Análisis gráfica R: El punto fuera de control del subgrupo 17 de la gráfica *R* tiene una causa asignable (cambio de material), se descarta de los datos. Los demás puntos indican que el proceso es estable.

Análisis gráfica \bar{X} : Los subgrupos fuera de control 4 y 6 tuvieron la misma causa asignable (contaminación del material); Los subgrupos fuera de control 11 y 12 tuvieron la misma causa asignable (Reinicio de máquina por corte del suministro eléctrico); Los subgrupos fuera de control 17 y 25 tuvieron la misma causa asignable (cambio del material en la

³⁰BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad Total: Gráficas de control para variables. 8.ª Edición: Editorial PEARSON, 2009. 197 p.

tolva). Estos seis subgrupos se desechan de los datos por ser parte de variaciones naturales dentro del proceso de fabricación del bidón.

Se calcula un nuevo valor de $\bar{\bar{X}}$ basado en desechar los valores de \bar{X} de: 1038,65 - 1037,20 - 1081,63 - 1093,50 - 1047,90 - 1037,20, para los subgrupos 4, 6, 11, 12,17 y 25. Los cálculos para un nuevo valor de \bar{R} se basaran en desechar el valor de R = 48,80, para el subgrupo 17.

$$\bar{\bar{X}}_{nuevo} = \frac{\sum \bar{X} - \bar{X}_d}{g - g_d}$$

$$\bar{\bar{X}}_{nuevo} = \frac{26410,25 - 1038,65 - 1037,20 - 1081,63 - 1093,50 - 1047,90 - 1037,20}{25 - 6}$$

$$\bar{\bar{X}}_{nuevo} = 1056,53$$

$$\bar{R}_{nuevo} = \frac{\sum \bar{R} - R_d}{g - g_d}$$

$$\bar{R}_{nuevo} = \frac{411,60 - 48,80}{25 - 1}$$

$$\bar{R}_{nuevo} = 15,12$$

Para un tamaño de subgrupo igual a 4, los factores son A = 1,500, $d_2 = 2,059$ y $D_1 = 0$ y $D_2 = 4,698$. Entonces los cálculos para determinar de \bar{X}_0, R_0 y σ_0 usando los datos indicados son:

$$\bar{X}_0 = \bar{\bar{X}}_{nuevo} = 1056,53$$

$$R_0 = \overline{R_{nuevo}} = 15,12$$

$$\sigma_0 = \frac{R_0}{d_2} = \frac{15,12}{2,059} = 7,34$$

Entonces los límites de **control revisados** son:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0 = 1056,53 + (1,500)(7,34) = 1067,54$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0 = 1056,53 - (1,500)(7,34) = 1045,52$$

$$UCL_R = D_2\sigma_0 = (4,698)(7,34) = 34,48$$

$$LCL_R = D_1\sigma_0 = (0)(7,34) = 0$$

➤ **ANÁLISIS DE CLOROX/LÍMPIDO 3800 cc:**

Análisis gráfica R: Los puntos fuera de control de los subgrupos 21, 23 y 24 de la gráfica *R* tienen la misma causa asignable (ajuste mecánico causado por material contaminado), se descartan de los datos. Los demás puntos indican que el proceso es estable.

Análisis gráfica \bar{X} : El punto fuera de control del subgrupo 3 tiene una causa asignable (la máquina tuvo un reinicio en un tramo leve de tiempo por problemas en el suministro eléctrico); el subgrupo 10 tuvo una causa asignable (ajuste mecánico debido a que se lubricó la máquina); el subgrupo 13 tuvo una causa asignable (cambio de material). Estos tres subgrupos se desechan de los datos por ser parte de variaciones naturales dentro del proceso de fabricación del envase clorox/límpido 3800 cc.

Se calcula un nuevo valor de $\bar{\bar{X}}$ basado en desechar los valores de \bar{X} de: 103,20 – 99,18 – 103,55, para los subgrupos 3, 10 y 13. Los cálculos para un nuevo \bar{R} se basarán en desechar los valores de $R = 3,40$ para el subgrupo 21, $R = 5,70$ para el subgrupo 23 y $R = 3,40$ para el subgrupo 24.

$$\bar{\bar{X}}_{nuevo} = \frac{2533,01 - 103,20 - 99,18 - 103,55}{25 - 3}$$

$$\bar{\bar{X}}_{nuevo} = 101,23$$

$$\bar{R}_{nuevo} = \frac{36,26 - 3,40 - 5,70 - 3,40}{25 - 3}$$

$$\bar{R}_{nuevo} = 1,08$$

Para un tamaño de subgrupo igual a 4, los factores son $A = 1,500$, $d_2 = 2,059$ y $D_1 = 0$ y $D_2 = 4,698$. Entonces los cálculos para determinar de \bar{X}_0 , R_0 y σ_0 usando los datos indicados son:

$$\bar{X}_0 = \bar{\bar{X}}_{nuevo} = 101,16$$

$$R_0 = \bar{R}_{nuevo} = 1,08$$

$$\sigma_0 = \frac{R_0}{d_2} = \frac{1,08}{2,059} = 0,524$$

Entonces los límites de **control revisados** son:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0 = 101,16 + (1,500)(0,524) = 101,95$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0 = 101,16 - (1,500)(0,524) = 100,37$$

$$UCL_R = D_2\sigma_0 = (4,698)(0,524) = 2,46$$

$$LCL_R = D_1\sigma_0 = (0)(0,524) = 0$$

➤ **ANÁLISIS DE CLOROX 2000 cc:**

Para el análisis del Clorox 2000 cc, podemos decir que según los datos preliminares resultan que tienen un buen control, podremos considerar por el momento que \bar{X} y \bar{R} son representativos del proceso y se convierten en los valores estándar, \bar{X}_0 y R_0 . Sin embargo un buen control es el que no tiene puntos fuera de control, y que no tiene corridas largas en alguno de los lados de la línea central, y que además no tiene pautas anómalas de variación, circunstancia que no cumple con la presentación de las gráficas para este envase, por consiguiente será analizado en el apartado 6.3, para saber su real estado de control.

Para un tamaño de subgrupo igual a 4, los factores son $A = 1,500$, $d_2 = 2,059$ y $D_1 = 0$ y $D_2 = 4,698$. Entonces los cálculos para determinar de \bar{X}_0, R_0 y σ_0 usando los datos indicados son:

$$\bar{X}_0 = \overline{\bar{X}_{nuevo}} = 61,62$$

$$R_0 = \overline{R_{nuevo}} = 4,04$$

$$\sigma_0 = \frac{R_0}{d_2} = \frac{4,04}{2,059} = 1,96$$

Entonces los límites de **control revisados** son:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0 = 61,62 + (1,500)(1,96) = 64,56$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0 = 61,62 - (1,500)(1,96) = 58,68$$

$$UCL_R = D_2\sigma_0 = (4,698)(1,96) = 9,21$$

$$LCL_R = D_1\sigma_0 = (0)(1,96) = 0$$

➤ **ANÁLISIS DE LA GARRAFA DE 5 LITROS:**

La garrafa de 5 litros presenta fluctuaciones erráticas y poco naturales para un proceso estable o controlado, los puntos fuera de control en la grafica \bar{X} son una muestra clara de que existen anomalías en el proceso de fabricación de la garrafa puesto que no tienen un patrón consistente.

➤ **ANÁLISIS DEL GALÓN TEXACO:**

Análisis gráfica R: Todos los puntos de los 25 subgrupos de la gráfica R, se encuentran bajo control, circunstancia que permite decir que \bar{R} es igual a R_0 .

Análisis gráfica \bar{X} : Los puntos fuera de control de los subgrupos 2 y 3, tienen la misma causa asignable (cambio de referencia en el pigmento de la materia prima); el subgrupo 9 fuera de control tiene una causa asignable (falla en el tornillo del cañón); Los puntos fuera de control de los subgrupos 13, 14 y 15 tienen una causa asignable (boquilla dañada y obstruida por variación en la composición del material); Los puntos fuera de control de los subgrupos 22, 23 y 24 tienen una causa asignable (material contaminado).

Estos nueve subgrupos se desechan de los datos por ser parte de variaciones dentro del proceso de fabricación del galón.

Se calcula un nuevo valor de \bar{X} basado en desechar los valores de \bar{X} de: 177,88 - 178,78 - 194 - 190,10 - 187,80 - 191,95 - 182,73 - 179,95 - 181,18, para los subgrupos 3, 4, 9, 13, 14, 15, 22, 23 y 24. El valor de R es el mismo puesto que todos los subgrupos están bajo control en esta gráfica, entonces: $R = R_0 = \overline{R_{nuevo}}$

$$\overline{X_{nuevo}} = \frac{4630,36 - 177,88 - 178,78 - 194 - 190,10 - 187,80 - 191,95 - 182,73 - 179,95 - 181,18}{25-9}$$

$$\overline{X_{nuevo}} = 185,37$$

$$\overline{R_{nuevo}} = \frac{73,50}{25}$$

$$\overline{R_{nuevo}} = 2,94$$

Para un tamaño de subgrupo igual a 4, los factores son $A = 1,500$, $d_2 = 2,059$ y $D_1 = 0$ y $D_2 = 4,698$. Entonces los cálculos para determinar de \bar{X}_0, R_0 y σ_0 usando los datos indicados son:

$$\bar{X}_0 = \overline{X_{nuevo}} = 185,37$$

$$R_0 = \overline{R_{nuevo}} = 2,94$$

$$\sigma_0 = \frac{R_0}{d_2} = \frac{2,94}{2,059} = 1,43$$

Entonces los límites de **control revisados** son:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0 = 185,37 + (1,500)(1,43) = 187,51$$
$$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0 = 185,37 - (1,500)(1,43) = 183,23$$

$$UCL_R = D_2\sigma_0 = (4,698)(1,43) = 6,72$$

$$LCL_R = D_1\sigma_0 = (0)(1,43) = 0$$

El **ANEXO 12**, resume la estimación de los valores estándar, donde aparecen la línea central y los límites de control revisados para los productos: Bidón, Clorox 3800 cc, Clorox 200 cc y Galón Texaco.

La garrafa de 5 litros se excluye puesto que es un proceso inestable y está fuera de control.

F. ALCANZAR EL OBJETIVO.

Las líneas centrales y los límites de control se dibujan a continuación en las gráficas \bar{X} y R , con el fin de obtener visualmente como se ajustaron los nuevos valores estándar respecto a los valores tentativos. En el **ANEXO 13**, muestra el mejoramiento inicial que se obtuvo al introducir las gráficas para los productos representativos que hacen parte del estudio, comparando los límites de control, tentativos y revisados. Como complemento a la introducción de esta herramienta de control, se necesita la implementación periódica mensual de la misma, calculando los valores estándar, para controlar los cambios futuros.

Esta reevaluación se puede hacer cada 25 subgrupos o más y los resultados se deben comparar con los anteriores resultados. Además se debe investigar a fondo las causas de las condiciones fuera de control.

La generación de ideas por distintas personas que están involucradas en el proceso productivo es esencial en el mejoramiento continuo de la calidad.

6.2. MEJORAMIENTO DE LOS PROBLEMAS EN LOS ESTADOS FUERA DE CONTROL.

Una vez implementada la herramienta de las gráficas de control, se procede a informar a los técnicos y operadores de las máquinas en donde se producen los envases, sobre los resultados de fuera de control; además se ponen en un lugar visible las primeras gráficas de control, creando una señal psicológica para que los involucrados en el proceso mejoren su desempeño. Como la mayoría de los problemas no son causados por la mano de obra, sino en su mayoría son causados por problemas en las máquinas, se tomaron correctivos para poder desempeñar bien la producción. Antes de volver a utilizar la gráfica de control se mejoraron los problemas encontrados durante el primer periodo de toma de muestras, los problemas fueron atendidos por el departamento de mantenimiento y técnicos de turno, dirigidos por el jefe maestro de técnicos, y avalados por la gerencia de planta. La siguiente tabla, muestra el listado de problemas y sus respectivas mejoras, para los productos representativos analizados.

Tabla 9. Mejoramiento de los problemas presentados en los límites de control tentativos

	PROBLEMA	MEJORA
Bidón 20 L	Este bidón presenta un alto porcentaje de rebaba en la producción de un envase, debido a su tamaño y las	Se diseñaron 2 pasadores para la platina hidráulica del pistón del molde con el fin de evitar que rompa los tornillos Bristol. Se revisaron los pistones hidráulicos del molde y

	características del molde, por ende el material utilizado para abastecer la máquina contiene un nivel alto de material reprocesado.	hubo que fabricar la rosca del pistón, ya que estaba muy desgastada, se montaron los pistones con la nueva pieza y sus respectivos pasadores. Se bajó la extrusora para recortar el scrap (75 gramos de material) y pasar de aproximadamente de 715 a 640 gramos de scrap.
	Espesor de pared variable (delgado y grueso) en las paredes frontales del envase.	Se redujo el ciclo de la máquina para fabricar el envase pasando de 76seg a 70seg
	Piezas rotas en la máquina	Se cambiaron tornillos Bristol, Platinas y pistón hidráulico.
	Los filos de corte del molde están averiados y además el soplador se encuentra ovalado.	Se bajó el molde y se envió al taller para hacer insertos de cuchilla y rosca, mientras se fabrica el nuevo soplador.
	El bidón fabricado sale con rayas en la superficie de las paredes del envase.	Se bajó boquilla y macho para pulir y levantar los respectivos planos, y así fabricar las nuevas piezas.
	Material acumulado en las guías, provocando que el envase saliera con la costura abierta.	Mantenimiento y limpieza de casquillos.
Clorox/límpido 3800 cc	Algunas muestras no pasaban la prueba de impacto.	Se desmontó el molde con el fin de equilibrar bien su cuerpo, mejorando la costura de la base del envase.
Garrafa 5 L	Algunas garrafas producidas tenían mala estabilidad.	Se cambió la válvula de descompresión del producto y el rebabador.
	Hay presencia de material en las guías y en los casquillos	Se limpió y graduó la máquina.
	La puntera estaba rayada y ovalada repercutiendo en posteriores fugas de agua.	Se diseñó e instaló una nueva puntera para el envase.
	La colada de la manija está muy	Se revisó el molde y se ajustaron las cuchillas.

	dura para rebabar	
Clorox 2000 cc	Algunos envases salen con rebaba en el cuello, puesto que el molde se trababa en el proceso.	Se bajó el molde para alargar el canal de colada, además se ajustaron las guías en cuello, manija.
	Se desportillo la cuchilla de la cavidad 3	Se cambiaron las cuchillas de corte de la cavidad 3.
	Escape de material	Se cambiaron las mangueras de soplado para aumentar la presión de soplado, disminuyendo el diámetro interno de manguera.
	Fuerte Endurecimiento de la colada superior del envase.	Se bajó el molde para arreglar los filos de corte, y para corregir deficiencia en los puntos de apoyo de cuchilla del molde.
	Fuerte Endurecimiento de la colada inferior del envase.	Se bajó el molde de las cavidades 3 y 4, donde se ajustó el corte de las bases para levantar los filos y se taladro el molde para colocarle una platina que ajustara el molde a la máquina.
	El buje del párison se averió, dificultando su movilidad.	Se ajustó el buje, y se rectificaron la rosca y los torpedos, además se brilló el cabezal.
	El macho esta rasgado.	Se suavizó el buje y el torpedo. Se cambió el macho.
Galón Texaco	Hay variación de Peso, provocando que la máquina no pueda pasar el material ya que el material está contaminado.	Se graduaron las temperaturas, pasando de 175 a 185 grados. Se subieron las revoluciones. Se bajó tiempo de enfriamiento. Se suben en 10 grados a las zonas de temperatura: 1, 2, 3 y 10 de la máquina.
	Tornillo Roto	Se revisó el cañón, el tornillo y el cabezal, se sacaron medidas en el daño del soplador, se fabricó y monto un tornillo nuevo
	Cuatro de las seis resistencias de	Se revisan y se cambian las resistencias,

	cabezal están dañadas produciendo que No baje material. El ciclo de la máquina está 7 segundos por encima del estándar.	además se reestructura el ciclo de la máquina a 26 segundos.
	Rotura y Perforación del cuello de la Galón	Se le hace retención al molde, para evitar su ruptura
	Variación de material acumulado en la boca del soplador.	Se Ajustó la cuchilla de corte de manga.
	Envases con defectos	Se cambió de Boquilla y Macho, y se cuadró la máquina.
	Variación en las paredes del galón.	Montaje de boquilla y macho nuevos.

Una vez solucionados los problemas que tuvo el proceso productivo, en el primer periodo donde se construyeron las primeras gráficas de control, se procede a analizar si hubo variaciones favorables o no, mediante la construcción de nuevas gráficas de control para un segundo periodo, con el fin de comparar el impacto de la implementación de las gráficas de control para controlar el proceso de fabricación de envases de los productos representativos.

Las tomas de los subgrupos, para el primer periodo de estudio fueron realizadas:

- Bidón 20 litros: del 31 de diciembre de 2012 al 4 de enero de 2013.
- Clorox/Límpido 3800 cc: del 8 al 12 de enero de 2013.
- Clorox 2000 cc: del 19 al 23 de enero de 2013.
- Garrafa 5L: del 29 de enero al 2 de febrero de 2013.
- Galón Texaco: del 5 al 9 de febrero de 2013.

Las tomas de los subgrupos, para el segundo periodo de estudio, fueron realizadas:

- Bidón 20 litros: del 4 al 8 de febrero de 2013.
- Clorox/Límpido 3800 cc: del 11 al 15 de febrero de 2013.
- Clorox 2000: del 18 al 22 de febrero de 2013.
- Garrafa 5L: del 25 de febrero al 1 de marzo de 2013.
- Galón Texaco: del 4 al 8 de marzo de 2013.

Las mejoras en algunos desempeños de febrero y marzo no se deben en su mayoría, a los esfuerzos de los operarios, puesto que son las máquinas quienes presentaron problemas en los periodos anteriores.

Se establecieron nuevos límites de control para las gráficas \bar{X} y R , y la línea central para la gráfica R , para el mes siguiente a la primera toma, para cada envase. No se cambió la línea central de la grafica \bar{X} porque es el valor nominal, luego de haber controlado el proceso.

En el **ANEXO 14** se observa el mejoramiento de calidad, luego de reajustar el proceso de fabricación de los 5 productos representativos.

El bidón 20 litros, tuvo mayor variación aleatoria con respecto al comportamiento de la primera toma de subgrupos, el rango tuvo una leve variación ascendente, los 25 subgrupos están dentro de los límites de control. El envase de clorox/límpido 3800 cc, presenta un comportamiento más aleatorio y en su grafica de rango tiene ahora una leve tendencia ascendente.

El envase clorox 2000 cc, tuvo una variación similar a la primera toma, aunque un poco más centrado, además la variación del rango también se redujo.

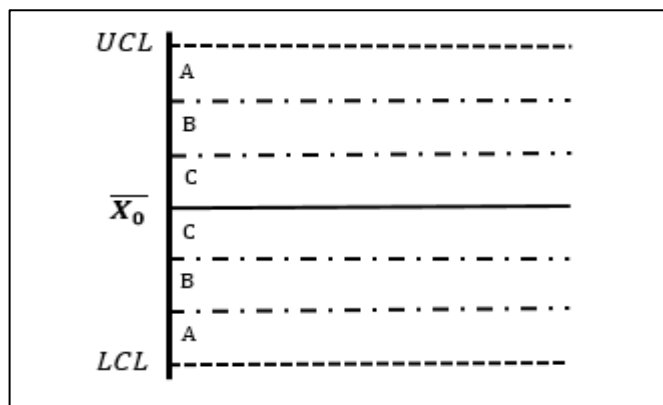
El Galón Texaco obtuvo una variación cíclica, pero también tuvo una reducción en la variación del rango. En cuanto a la Garrafa de 5 litros, se produjo de nuevo un estado fuera de control.

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES FUERA DE CONTROL

Una vez implementadas nuevas gráficas de control mejorando los problemas presentados durante la primera toma, para los 5 productos representativos, es momento de encontrar las causas asignables responsables de estas condiciones, mediante el análisis de los patrones fuera de control para las nuevas gráficas \bar{X} y R . Aun cuando los puntos estén dentro de los límites 3σ , se puede considerar que un proceso está fuera de control, mediante la presencia de corridas no naturales en la variación del proceso.

Para el siguiente análisis, las gráficas de control se dividen en 6 bandas de 1 desviación estándar. El siguiente análisis requiere de la observación del **ANEXO 15**, en donde se presentan las respectivas gráficas para cada uno de los productos representativos. La siguiente ilustración permite observar la forma en que las 6 regiones son nombradas, con el fin de ver qué tipo de corridas no naturales pueden presentarse.

Ilustración 4. Identificación de las 6 regiones de 1σ para el análisis de las Corridas no Naturales.



Las corridas con variaciones no naturales en el proceso se analizan a partir de la observación de la gráfica \bar{X}_0 .

Bidón de 20 litros: presenta un tipo de corrida no natural, esta es que presenta dos de tres puntos consecutivos en la zona A, en los puntos de los subgrupos 19, 20 y 21.

Envase clorox/límpido 3800 cc: presenta un tipo de corrida no natural, esta es que presenta dos de tres puntos consecutivos en la zona A, en los puntos 15, 16 y 17.

Envase clorox 2000 cc: presenta un tipo de corrida no natural, esta es que presenta dos de tres puntos consecutivos en la zona A, en los puntos 6, 7 y 8.

Galón Texaco: al igual que los anteriores presenta un tipo de corrida no natural, esta es que presenta dos de tres puntos consecutivos en la zona A, pero en este caso particular se presenta en 5 oportunidades; en los puntos 2, 3 y 4; 7, 8 y 9; 11, 12 y 13; 14, 15 y 16; y 18, 19 y 20, mediante un comportamiento cíclico.

Los procesos están fuera de control, y se debe encontrar la causa asignable responsable de esta condición, para ello se analizan que tipo de patrones fuera de control que presentan los envases para las gráficas \bar{X} y R , estos pueden ser:

1. Cambio o salto de nivel.
2. Tendencia o cambio gradual de nivel.
3. Ciclos recurrentes.
4. Dos poblaciones o mezcla.

Para el Bidón de 20 litros: Presenta un leve cambio de nivel de la gráfica \bar{X} . Puede deberse a fallas menores de una parte de la máquina. Esta situación que se repite constantemente puesto que el soplador está defectuoso. Además, la gráfica R , también presenta un leve cambio continuo de nivel, situación que es positiva puesto que el material que llega a la máquina es más homogéneo en su composición, en cuanto a la mezcla de material virgen y material reprocesado.

Para el Envase clorox/límpido 3800 cc: Presenta una tendencia o cambio gradual de nivel leve, en la gráfica \bar{X} , que está sucediendo en dirección decreciente. Esta situación se debe a que la máquina requiere de constante graduación de las temperaturas que necesita para trabajar. Además, la gráfica R , presenta un cambio gradual de nivel en dirección creciente, circunstancia que es positiva debido a que hubo más control en la homogeneidad del material que llega a la máquina.

Para el Envase clorox 2000 cc: Presenta un leve cambio de nivel de la gráfica \bar{X} . Puede deberse a fallas menores de una parte de la máquina. Esta situación se debe a que el canal de colada que fue arreglado ya que anteriormente presentaba fugas de material.

Para el Galón Texaco: Presenta puntos de subgrupos altos y bajos en forma ondulatoria y casi periódica en la gráfica \bar{X} , convirtiéndose en un ciclo. Esta situación se debe a que el material que llega a la máquina no cumple completamente con las especificaciones óptimas para trabajar, además que la máquina es muy sensible a los efectos recurrentes de temperatura y humedad (arranque de máquina en bajas temperaturas ambiente). Esta máquina tiene constantes problemas mecánicos y de lubricación.

Para la Garrafa 5 litros: Este envase está totalmente fuera de control, a pesar de que se le hicieron mejoras significativas, persiste su estado. En el apartado 9.3, se plantean mejoras para solucionar los problemas que afectan sensiblemente la fabricación de la garrafa.

6.3. CAPACIDAD DEL PROCESO.

La verdadera capacidad del proceso de fabricación de los productos representativos puede mejorarse notablemente siguiendo con la implementación de las gráficas de control hasta que estas alcancen un mejoramiento óptimo de calidad.

Para las gráficas \bar{X} y R , el proceso de mejoramiento de la calidad comenzó en enero para los productos: Bidón 20 litros, Clorox/Límpido 3800 cc, Clorox 2000 cc; y en febrero comenzó para los productos: Garrafa 5L y Galón Texaco.

A continuación se determinara la capacidad del proceso para los procesos de fabricación de los 5 productos representativos, mediante los métodos de rango y desviación estándar.

1. El primer paso es calcular los rangos para los 25 subgrupos, y sumarlos.
2. El segundo paso es calcular la desviación estándar muestral para los 25 subgrupos, se utiliza la siguiente formula:

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n(n-1)}}$$

Este proceso se realiza para los 5 productos representativos. El **ANEXO 16**, muestra el cálculo de los rangos y desviaciones estándar para los subgrupos de las gráficas de control

finales, información utilizada para la construcción de las gráficas de control del segundo periodo de toma de muestras.

3. Se calculan ahora los estimados de la desviación estándar poblacional, para los dos métodos: rango y desviación estándar, mediante las siguientes formulas:

$$\widehat{\sigma}_0 = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad , \quad \widehat{\sigma}_0 = \frac{\bar{s}}{c_4}$$

Donde $d_2 = 2,059$

$c_4 = 0,9213$

Valores obtenidos de la tabla 7, para un $n=4$.

4. Finalmente hallar la capacidad del proceso para los dos métodos, que es igual a $6\sigma_0$.

El **ANEXO 17**, resume la estimación de los valores de *capacidad de proceso*, mediante los métodos de rango y desviación estándar, para: el bidón 20 litros, el envase de clorox/límpido 3800 cc, el envase clorox 2000 cc, el Galón Texaco y también se incluye la garrafa de 5 litros. Los resultados obtenidos muestran similitud en los dos métodos, pero al tratarse de distribuciones normales, y que son promedios de subgrupos de datos, es más exacto el valor obtenido del método de desviación estándar, puesto que los promedios de los subgrupos se agrupan mucho más cerca del centro que los valores individuales. Cuando se promedian los valores, se minimiza el efecto de un valor extremo porque es pequeña la probabilidad de tener valores extremadamente altos o extremadamente bajos en un subgrupo, como puede ocurrir en el método del rango.

INDICE DE CAPACIDAD

La relación entre la tolerancia y la capacidad del proceso origina el índice de capacidad. Para el cálculo de dicho índice se tendrá en cuenta el valor que proviene del método de desviación estándar ya que es un valor más exacto, acorde con la distribución normal para los datos de promedios de subgrupo. Se calcula de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma_0}$$

La siguiente tabla resume los índices de capacidad del proceso para los 5 productos representativos.

Tabla 10. Índices de Capacidad del Proceso

PRODUCTOS	PROMEDIO DE PROMEDIOS DE SUBGRUPO	LIMITE SUPERIOR DE CONTROL PROMEDIO	LIMITE INFERIOR DE CONTROL PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	CAPACIDAD DEL PROCESO, DESVIACION ESTANDAR	INDICE DE CAPACIDAD DEL PROCESO, C_p
BIDON 20 LITROS – BRINSA	1056,97	1061,61	1052,32	3,27	19,63	0,47
ENVASE CLOROX/LIMPIDO 3800 cc	101,09	101,90	100,28	0,62	3,74	0,43
ENVASE CLOROX 2000 cc	61,27	63,66	58,88	1,84	11,07	0,43
GARRAFA AGUA BRISA 5 LITROS	171,68	172,78	170,57	0,76	4,57	0,48
GALON TEXACO	185,55	186,96	184,14	0,96	5,75	0,49

Después del mejoramiento de calidad, los resultados obtenidos para los 5 productos arroja valores menores que uno ($C_p < 1$), esto significa que la capacidad del proceso es mayor que la tolerancia ($6\sigma > USL - LSL$), circunstancia que significa una situación indeseable. Aun cuando se formaron patrones naturales de variación, se confirma la producción de envases no conformes, que aumentan la existencia de material reprocesado, ya que varios envases no cumplen con las especificaciones por diversos

motivos. Deben revisarse las tolerancias, y si es posible aumentarlas, y debe ser complementada con estudios de confiabilidad, para definir si es posible o no aumentarlas. Otra solución es cambiar la dispersión del proceso, mediante la reducción apreciable de la desviación estándar mediante un control más detallado del material que se utiliza para la producción, o la adquisición de nuevas máquinas que controlen la producción automáticamente, o unas máquinas completamente reparadas.

6.4. DESEMPEÑO DEL PROCESO DEL VALOR OBJETIVO

Para medir el desempeño en términos del valor nominal u objetivo se utiliza el C_{pk} , que se define como:

$$C_{pk} = \frac{\text{Min} \{ (USL - \bar{X}) \text{ o } (\bar{X} - LSL) \}}{3\sigma}$$

Los valores necesarios para realizar este cálculo, están presentes en la tabla 10. En donde se utilizan los valores de \bar{X} obtenidos a partir de la implementación de las mejoras.

El cálculo de los valores de c_{pk} , para los productos representativos analizados, se observan en el **ANEXO 18**. El desempeño del valor objetivo, se compara a continuación con el índice de capacidad del proceso:

Tabla 11. Comparación: c_p y c_{pk}

PRODUCTOS	C_p	C_{pk}
BIDON 20 LITROS – BRINSA	0,47	0,47
ENVASE CLOROX/LIMPIDO 3800 cc	0,43	0,43
ENVASE CLOROX 2000 cc	0,43	0,43
GALON TEXACO	0,48	0,48
GARRAFA AGUA BRISA 5 LITROS	0,49	0,48

El C_{pk} de los cuatro primeros productos: el bidón 20 litros, el envase de clorox/límpido 3800 cc, el envase clorox 2000 cc, el Galón Texaco, es igual al C_p , indicando que los procesos están centrados ($C_p = C_{pk}$), puesto que el valor de C_{pk} siempre es menor o igual a C_p . Sin embargo un valor de $C_{pk} < 1$, indica que el proceso obtiene envases que no están fabricados conforme a las especificaciones, igual como se dijo en el análisis de C_p . Para la garrafa de 5 litros, podría ajustarse el centro ya que el $C_{pk} < C_p$, sin embargo como los otros cuatro envases el valor de C_{pk} es menor que uno, y con anterioridad se sabe que este envase está fuera de control.

La circunstancia que necesita ser analizada detalladamente mientras se siguen implementando las gráficas de control, es hacer mantenimiento continuo a las máquinas y ejercer mayor control en el suministro de material que se les abastece.

El proceso de implementación de las gráficas de control queda a cargo del director de los técnicos, el señor Humberto Salgado, Se realizara mensualmente en donde la metodología que se utilizara se presenta en el **ANEXO 19**.

La medición se realiza en el área de soplado hasta alcanzar un estado de control estable de los productos representativos, además de aumentar la eficiencia en el mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas de soplado de una cavidad.

7. PROCESO DE MONTAJE DE MOLDES.

Para una empresa productora de envases plásticos como ECSI S.A.S, es vital el proceso de montaje de moldes, ya sea para la sección de soplado o para la sección de Inyección, dos de los procesos más importantes dentro de la planta de producción.

Continuamente el montaje de moldes tiene problemas críticos en cuanto a los tiempos de montaje, circunstancia debida a que en la empresa aún no se tiene estandarizado el montaje y que su almacén presenta varios problemas de espacio y clasificación de los mismos.

En el **Capítulo 4** de este documento, en donde se hace un diagnóstico inicial del almacén de moldes, se observa su actual estado en cuanto a orden y limpieza, situación que influye directamente en el proceso.

Los moldes para plásticos se construyen de diversas maneras, en función de la forma de la pieza que se quiere obtener; por lo general son moldes partidos, si la pieza es de revolución y simétrica, lo más común es que sea de macho (núcleo) y hembra (matriz), de

lo contrario tendrá múltiples partes que se ensamblan para el cierre y llenado del molde y se abren para el desmolde de la pieza.

El moldeo por soplado es un proceso discontinuo de producción de recipientes y artículos huecos, en donde una resina termoplástica es fundida, transformada en una preforma hueca y llevada a un molde final en donde, por la introducción de aire a presión en su interior, se expande hasta tomar la forma del molde.

Finalmente es enfriada y expulsada como un artículo terminado.

Ilustración 5. Molde de una cavidad.



7.1. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL PROCESO DE MONTAJE DE MOLDES

EnECSI S.A.S, no se ha realizado un estudio de tiempos que permita determinar, cual es el tiempo real del proceso de montaje de moldes, dificultando directamente en el desempeño productivo y obstaculizando en muchas ocasiones la programación de la producción, originando problemas con los clientes.

En este apartado se realizó un estudio de tiempos (**ANEXO 20**), que pueda determinar los tiempos tipo que intervienen en el montaje de moldes de una cavidad para la sección de soplado.

Se elabora el estudio de tiempos para moldes de una cavidad puesto que todos los productos representativos que se estudiaron para la implementación de gráficos de control, tienen esa característica. En común acuerdo con el director de los técnicos, el gerente de planta, los técnicos más experimentados y los operarios encargados del almacén de moldes, se hace el listado de las actividades que deben hacer parte del proceso de montaje de moldes.

También se tiene en cuenta para la elaboración de este listado la información que existe en la empresa, que aparece en el *Instructivo para el Alistamiento de Moldes*, información que se resume en el **ANEXO 21**.

A. TAMAÑO DE LA MUESTRA

Al tratarse de un proceso que históricamente dura entre 6 y 12 horas, la gerencia de planta autoriza que la muestra sea de 5 tomas (ciclos), ya que es un trabajo que necesita la mejor precisión posible, pero demanda de tiempo y concentración.

B. DIVISION DE LOS CICLOS EN ELEMENTOS

La tabla 12, muestra el listado de elementos, que son consecuencia de la concesión previa de las partes involucradas y será utilizado para la toma de tiempos:

Son en total 21 elementos que harán parte del proceso de toma de tiempos, para un total de 5 tomas (ciclos).

Los tiempos fueron tomados con cronometro, y se registraron en el formato del **ANEXO 20-1**.

Luego se asigna a cada uno (toma) la valoración correspondiente, con el fin de obtener el tiempo normalizado, información que se consolida en el **ANEXO 20-2**, según el ritmo de trabajo de los operarios a cargo de cada labor, también fueron asignados los suplementos por necesidades personales y condiciones físicas, obteniendo información que permite calcular el tiempo asignado (**ANEXO 20-3**).

Tabla 12. Elementos para el proceso de montaje de moldes

ELEMENTO	ACTIVIDAD
1	Desconectar Sistema de Refrigeracion (molde y soplador)
2	Desconectar Bomba Hidraulica
3	Colocar cadena a molde saliente (lazo)
4	Aflojar Platinas de sujecion (tornillos)
5	Bajar el molde (con puente grua)
6	Sopletear Ductos
7	Entregar Molde y Recibir molde de nueva referencia
8	Subir Molde a Maquina
9	Sujetar Molde a Maquina
10	Conectar Sistema de Enfriamiento
11	Conectar Bomba Hidraulica
12	Conectar sistema Electrico de Cabezal
13	Cuadrar Extrusora
14	Cuadrar Sopladores
15	Cuadrar Rebabadores
16	Cuadrar Pinzas
17	Cuadrar Banda
18	Montaje de Cabezal
19	Montaje de Boquilla y Macho (dado)
20	Montaje de Contra-estampa
21	Montaje de Cortadores

El tiempo asignado total es de: 449,74 minutos, o **4,496 horas**.

Asumiendo un porcentaje de suplemento por contingencia de 5% sobre la jornada de trabajo y no sobre el tiempo asignado, se procede a calcular el tiempo tipo para el montaje de un molde, así:

$$\text{Tiempo Tipo} = \frac{4,496}{(1 - 0,05)}$$

$$\text{Tiempo Tipo} = 4,732 \text{ horas por molde}$$

De esta manera un molde de una cavidad, para la sección de soplado, debe montarse en 4,732 horas (283,958 minutos), estandarizando este proceso de tanta trascendencia en el proceso de fabricación de envases plásticos., mediante la divulgación y adecuación en el manual de funciones de los cargos que efectúan la labor y complementándolo con la generación de un instructivo de montaje de moldes, circunstancia que fue presentada al departamento de aseguramiento y gestión de la calidad, como solicitud formal, y que está pendiente de aprobación.

7.2. ALMACEN DE MOLDES.

El proceso de soplado e inyección depende directamente de los moldes, y de cómo estos son preparados para ser enviados a producción según la orden de producción requerida. ECSI S.A.S, tiene actualmente un problema en el almacenaje de los moldes, puesto que existe desaseo y desorden dentro del mismo, y el espacio no es bien aprovechado para llevar a cabo todas las labores de preparación que se requieren, antes de que el molde salga a la planta de producción.

El almacén se encuentra obstruido por máquinas, herramientas, probadores de presión, piezas de maquinaria en uso y discontinuada, bandas transportadoras averiadas, y varios objetos que no pertenecen al área. Además los herramientas, repuestos y varias partes de los moldes no están clasificados ni ordenados. Los moldes no están clasificados adecuadamente, y tampoco se respeta la ubicación que deberían tener, una vez que salgan o entren al almacén.

Antes de implementar la técnica, se capacitara al personal involucrado: el almacenista de soplado, el almacenista de inyección, el director de los técnicos, el gerente de planta y los técnicos. La capacitación se realizó el día 15 de Febrero de 2013, en una sesión de hora y media en el salón de capacitación de la empresa.

El **ANEXO 22**, muestra la presentación de la respectiva capacitación y lista de asistencia de los participantes. Antes de implementar la técnica 5 S's, se realiza una lista de chequeo, los resultados y la gráfica radar, aparecen en el **ANEXO 23**, en donde se ve que existen grandes problemas en cuanto a estandarización, puesto que no se han generado hasta el momento ninguna clase de oportunidades de mejora.

Además en cuanto a la clasificación, existen muchos elementos que carecen de controles visuales o señalizaciones, impidiendo el adecuado inventario de los elementos presentes en el almacén de moldes.

7.3. IMPLEMENTACION DE LA TECNICA 5 S's

Una vez identificado el problema que existe dentro del almacén de moldes, y después de la capacitación respectiva sobre el tema, se procede a realizar la implementación de la técnica o filosofía 5S.

7.3.1. CLASIFICAR (SELECCIONAR):

El propósito de la clasificación es el de retirar de los puestos de trabajo todos los elementos que no son necesarios para las operaciones del mismo.

Para esta S debemos realizar un estudio minucioso junto a los operarios para clasificar los elementos necesarios y los innecesarios, ya que muchos de ellos no se volverán a utilizar nunca o solo serán necesarios en un futuro lejano, como: herramientas inservibles, piezas de máquinas obsoletas, herramientas rotas o inservibles, recipientes vacíos y rotos, tarimas, basura, tablas, máquinas probadoras de presión, entre muchos otros que no se requieren en el proceso.

7.3.2. ORDENAR:

Esta etapa de la implementación, al igual que las demás, es muy importante; debido a que con ella podremos organizar el espacio dentro del área de producción y permitir que todos los elementos necesarios sean fáciles de encontrar, ubicar y utilizar. Para obtener el mayor beneficio en esta etapa debe trabajarse de manera conjunta con la clasificación de los elementos necesarios del área, ya que si se realiza la organización de todos los moldes y sus herramientas correspondientes, hará que los elementos que realmente sean necesarios sean asequibles en el momento de ejecutar una orden de producción. Además se identificarán las zonas de soplado, inyección y descargue, que facilite y conserve el orden.

7.3.3. LIMPIAR:

La siguiente S se trata de realizar la limpieza general del lugar, hay que promocionar mucho esta actividad debido a que la mayoría la toma como una simple limpieza del polvo sobre los moldes y estantes y este paso va mucho más allá que eso. Esta S se la tiene que asociar a la inspección, ya que se trata de revisar todo como se encuentra, para poder

evitar daños de los equipos y moldes, manteniéndolos en excelente estado, para evitar problemas en la producción, pudiendo tener un mantenimiento preventivo en vez de un mantenimiento correctivo. La forma adecuada es delegar responsabilidades de aseo a los almacenistas, para que inspecciones y mantengan la respectiva limpieza, para ello deben diligenciar el formato de aseo existente en la empresa.

7.3.4. ESTANDARIZAR Y MANTENER:

Continuando con la implementación de la filosofía 5S entramos a las acciones de estandarización y mantenimiento, las que permiten que la clasificación, orden y limpieza se mantenga en el tiempo dentro del lugar de trabajo y continúan hasta que formen parte del diario vivir en el almacén de moldes.

Estandarizar: La estandarización nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el almacén de moldes nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones. Se deben realizar acciones de autocontrol permanente.

Mantener: Mantener nos sirve para convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo. Podremos obtener los beneficios alcanzados con las cuatro "S" anteriores por largo tiempo si se logra crear un ambiente de respeto a las normas y estándares establecidos. Las cuatro "S" anteriores se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina.

En esta etapa de la metodología, se concluyó en usar una técnica con la que los operarios así como la gerencia se encuentren familiarizados, que es el uso de políticas de trabajo, que sirven para hacer conciencia en el trabajador de cómo debe realizar su trabajo e inculcan en mantener estas políticas como parte de la cultura de la empresa. Las políticas

estarán encaminadas a preservar la metodología implementada en el área de producción. Esta política debe ser complemento a las BPM (buenas prácticas de manufactura), política que ECSI, inculca a sus trabajadores constantemente.

7.4. REDISTRIBUCIÓN DEL ALMACEN DE MOLDES.

Como complemento de la capacitación de las 5 S's, se propone a la gerencia de planta la redistribución del almacén de moldes, cambiando la organización actual del espacio, para obtener una mejor organización, además de adquirir un puente grúa que permita una adecuada manipulación de los moldes, además de adquirir un mesón con las medidas necesarias para que los procesos de limpieza y adecuación de moldes puedan llevarse a cabo sin ocasionar accidentes a los almacenistas. Para la organización del almacén se aplicaron los siguientes principios de almacenamiento:

- *Principio de Rotación:* Los moldes se distribuyeron en posiciones fijas, este orden se obtuvo después del análisis histórico de la frecuencia de utilización (rotación) de los moldes del año 2012. El almacén tiene 1317 moldes entre soplado e inyección, y según su frecuencia de utilización se dividieron en 8 intervalos con el fin de darles una ubicación más cerca de la salida del almacén.
- *Principio de Afinidad:* los herramientas (machos y boquillas), los repuestos de partes y las herramientas para montaje se posicionaron al lado de cada molde, con el fin de hacer más eficiente el proceso de alistamiento para montaje de molde.
- *Principio de Ubicación:* Los moldes propiedad de los clientes se ubican todos juntos y con posiciones fijas para controlar de manera eficiente el estado de los mismos, y tenerlos disponibles para cuando el cliente los necesite.

El **ANEXO 24**, muestra la situación actual del almacén de moldes mediante la visualización de un registro fotográfico, y el **ANEXO 25**, muestra el plano actual del almacén de moldes. Primero se procede a clasificar los moldes, de tal forma que se identifiquen los que pertenecen a la sección de soplado, a la sección de inyección, los que son propiedad exclusiva de los clientes y los que están obsoletos. Los moldes de la sección de soplado, se marcan de color azul, los de la sección de inyección con blanco, los moldes de propiedad de los clientes con rojo, y los que quedan sin marca son los obsoletos. Después de clasificarlos la gerencia de planta le da diferentes destinos fuera de la planta de producción a los moldes obsoletos. El siguiente paso es reorganizar el almacén y obtener nuevos espacios que mejoren notablemente la distribución, y generen un flujo más coherente con el desempeño de alistamiento y traslado de moldes.

El **ANEXO 26**, muestra el nuevo plano del almacén de moldes e identifica las zonas donde se posicionarán los moldes de acuerdo con el principio de rotación donde los moldes con mayor frecuencia de utilización se ubican más cerca de la salida del almacén, reduciendo distancias en la operación. Se da espacio para poner un mesón en medio de las zonas de soplado e inyección, y se proporciona un espacio para adecuar un cuarto pequeño para realizar el arenado de los moldes.

Además, se proporciona al lugar un puente grúa que facilite la movilización de los moldes. Se evidencia el cambio final del almacén en el **ANEXO 27**, donde se clasificaron y ordenaron los moldes, herramientas, repuestos y utilería, respetando la identificación correspondiente en los estantes.

7.5. SITUACIÓN DEL PROCESO LUEGO DE LA IMPLEMENTACION DE 5S's

Luego de la implementación de la estrategia de 5 S's, y de la redistribución del almacén de moldes, se realizara la medición de cómo se encuentran las 5 S's dentro del área y como estas impactaron el ambiente laboral.

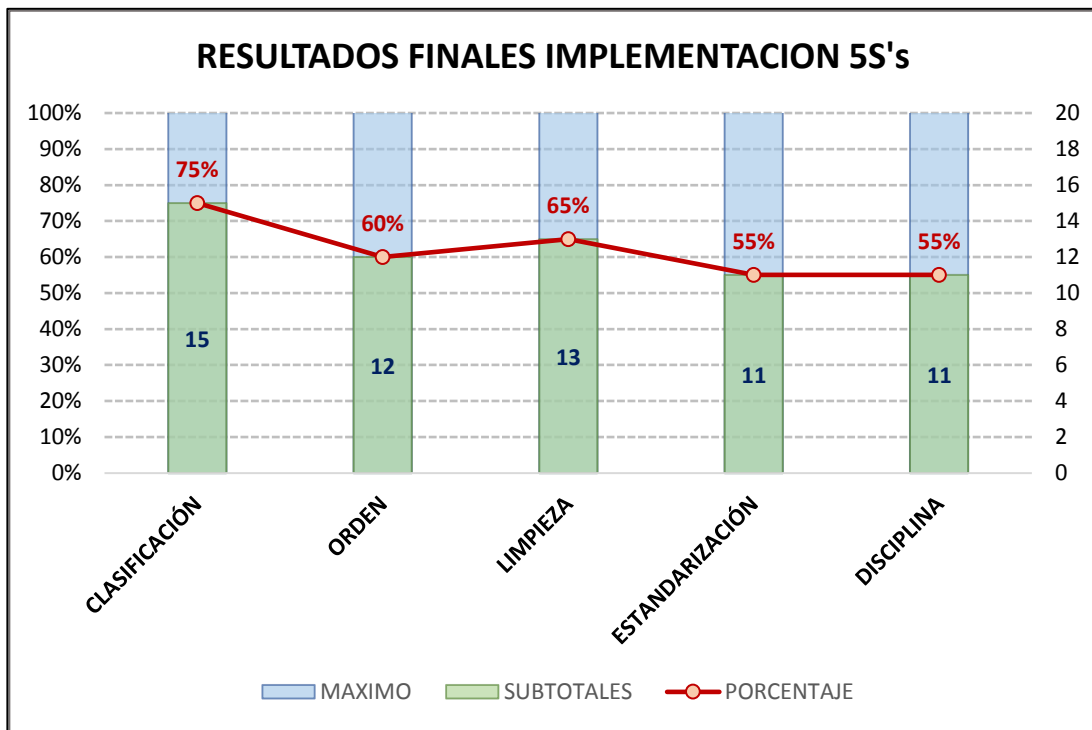
7.5.1. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE TRABAJO:

Este diagnóstico es una manera de realizar una inspección general de cómo se encuentran todas las técnicas y como están afectando al clima laboral del almacén de moldes luego de haber hecho la redistribución y de haber implementado la técnica 5 S's.

OBSERVACION DIRECTA: Después de tener concluida la implementación de todas las S's (clasificación, orden, limpieza, estandarización y mantenimiento) se realizó nuevamente la verificación de cómo se encontraba la metodología dentro del almacén de moldes por medio del formato de evaluación y grafica radar, que aparece en el **ANEXO 28**.

Los resultados finales se tabulan a continuación, notando un incremento considerable de la metodología implementada, incrementándose en las 5 S's, sobre todo en lo referente a clasificación y estandarización, ya que se eliminaron artículos innecesarios, incrementando la noción de orden y limpieza del almacén de moldes.

Gráfico 18. GRAFICO FINAL DE LA IMPLEMENTACION 5 S'S



La implementación de la herramienta 5 S's, produjo una notable mejora en cuanto al orden y mantenimiento del lugar, después de realizar las mejoras en el almacén de moldes. Los operarios se preocupan por tener y mantener en óptimas condiciones tanto el lugar, como los objetos dentro de él. La cultura y ambiente laboral cambio satisfactoriamente.

8. INDICADORES DE DESEMPEÑO DEL AREA DE SOPLADO.

Para complementar la visión organizacional, se elaboran los indicadores de desempeño mediante un sistema de ponderación. Se definieron las estrategias y objetivos del departamento de producción, para el área de soplado, con el fin de seleccionar los indicadores que se van a analizar en este apartado.

Mediante los siguientes pasos se seleccionaran los indicadores:

- A. Identificación de los objetivos del área de Soplado.
- B. Elaboración de la lista preliminar de los posibles indicadores.
- C. Identificar los indicadores que medirán los objetivos.

Se hizo una reunión que incluye: la gerencia de planta, el jefe de soplado, el director de los técnicos, y el jefe de mantenimiento, en donde se definieron los principales indicadores, que tienen mayor impacto en los objetivos estratégicos de la planta de producción y que representen una ayuda para la toma de decisiones en el área de soplado.

8.1. INDICADORES DEL PROCESO

Para administrar la estrategia de la implementación se elabora un siguiente formato mediante una matriz de indicadores, este formato se observa en el **ANEXO 29**.

8.2. FICHA TECNICA DE INDICADORES

La elaboración de indicadores mide los objetivos, con el fin de evaluar su respectivo cumplimiento. Es necesario realizar una ficha técnica de los indicadores del proceso de soplado, en donde se evaluarán: la eficiencia, el tiempo de ejecución del proceso de soplado por cada orden de producción, la calidad de los envases producidos, la productividad, entre otras. Cada indicador tendrá su ficha respectiva que se asigna a los diferentes objetivos estratégicos propuestos de mejoramiento de calidad. La elaboración se realiza mediante los siguientes pasos:

- A. Definir el objetivo a medir.
- B. Aclarar el resultado esperado.

- C. Conceptualizar que necesita asegurar con el objetivo que se propone.
- D. Formular el indicador clave de desempeño (KPI).
- E. Indicar un responsable del proceso.
- F. Definir el plazo de cumplimiento.
- G. Definir los límites de cumplimiento (semáforo).
- H. Definir la frecuencia de medición.
- I. Definir la visualización de los datos (gráficos).

8.2.1. INDICADOR 1: EFICIENCIA DE MAQUINARIAS (EM)

La eficiencia de maquinaria es el indicador que analiza a la eficiencia en tiempo disponible, eficiencia de producción y eficiencia de calidad de manera global versus la producción real. Las reducciones de la eficiencia de los equipos tienen diversas causas, no todas relacionadas con el mantenimiento en sentido estricto.

Pueden ser causadas por defectos de operación, diseño y otros factores.

El Objetivo principal de este indicador es el de reducir las pérdidas por tiempos perdidos por paradas de máquina.

8.2.2. INDICADOR 2: REDUCCIÓN DE SCRAP

El “Scrap” son desechos, rebabas, mal formaciones que se generan producto de las operaciones de producción.

Hay costos asociados por defectos que se descubren antes de que el producto llegue a manos del cliente. Son costos que desaparecen si el producto no presenta ningún defecto antes de ser enviado al cliente.

Lo que se pretende con este indicador es reducir los costos por “scrap” y de esta manera obtener una producción más óptima.

8.2.3. INDICADOR 3: DISMINUCION DEL TIEMPO DE CAMBIO DE MOLDE

En la determinación del tiempo para el procedimiento de cambios de moldes, se deben realizar algunas actividades de preparación como: tener todas las partes listas y en buen estado, para evitar contratiempos en el proceso de montaje.

El objetivo es reducir el tiempo al mínimo por cambio de molde y de esta manera ser eficientes en la producción diaria.

Por ello debe medirse, con el apoyo del estudio de tiempos realizado para el montaje de molde, que estandarice de manera definitiva y prioritaria este proceso.

8.2.4. INDICADOR 4: CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE PLANIFICACIÓN

Su objetivo es disminuir el volumen de existencia, a partir de lanzar o cerrar la orden de compra o fabricación en el momento adecuado según los resultados del Programa Producción, evitando obstrucciones o sobresaltos en la puesta en marcha de los procesos productivos del área de soplado, y generando una cultura comercial que sea respetada por los clientes y por la empresa.

8.2.5. INDICADOR 5: SATISFACCION DEL CLIENTE

El objetivo de este indicador es aumentar la satisfacción del cliente ya sea con el desempeño de la empresa, o con el precio y la calidad del producto la comparación con la competencia y la fidelidad declarada en cuanto a su disposición de cambiar o no de otro producto con características similares.

El **ANEXO 30**, Muestra las fichas realizadas para los 5 indicadores.

Actualmente ECSI, se encuentra en reforma y actualización de su software de información y almacenamiento de datos, provenientes de la digitación de los reportes de productividad, y otros formatos que alimentan las bases de datos.

La intención de llevar el control de estos indicadores es que se complemente la información que se prepara semanalmente que son los reportes de rendimiento por máquina, para las secciones de soplado e inyección, de tal forma que se empiece a generar un histórico en el área de producción ya que actualmente, la base de datos la maneja el área de costos.

Con la integración de estos indicadores, el proceso de soplado puede controlarse de una manera más detallada, para reducir los problemas que actualmente enfrenta.

9. PROPUESTAS DE MEJORA PARA EL PROCESO DE SOPLADO

A continuación se estandariza la utilización de las máquinas en el proceso de elaboración de envases plásticos, mediante el seguimiento de lineamientos planteados en esta parte, para el área de soplado.

9.1. PROCESO DE SOPLADO

En el moldeo por extrusión o soplado de párison, se utiliza un transportador de tornillo helicoidal. El polímero es transportado desde la tolva, a través de la cámara de calentamiento, hasta la boca de descarga, en una corriente continua. A partir de gránulos sólidos, el polímero emerge de la matriz de extrusión en un estado blando. Como la abertura de la boca de la matriz tiene la forma del producto que se desea obtener, el proceso es continuo. Posteriormente se corta en la medida adecuada.

9.2. PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN

El Jefe de soplado, entrega al supervisor de turno la orden de trabajo de soplado, esto lo hace según la programación semanal de lo se producirá en la planta. El Supervisor de turno traslada esta información al operador de la máquina sopladora para que prepare su máquina, según el procedimiento establecido, verifica los datos de la orden de trabajo de soplado y si tiene alguna consulta se la hace al supervisor de turno respecto a la misma, hasta dejar clara la orden. El proceso está diagramado en el ANEXO 2.

El operador de la extrusora verifica la formulación exacta según la orden de soplado contra las fórmulas de cuantificación de la mezcla de materia prima y procede a indicarle al auxiliar de Mezclas, para que empiece a llenar la tolva con el material necesario.

Una vez llena la tolva le informa al operador para que arranque la máquina. Se dirige al panel principal y presiona el botón de arranque y verifica que el motor generador esté girando. Se posiciona en la parte superior del dado para recibir la burbuja o la película ya extruida.

Se acerca al panel de control y enciende el motor superior que se encuentra en la torre que domina los rodillos superiores de extrusión, éstos son los que determinan el grosor de

la película de plástico, relacionando velocidad de extrusión de la película con la velocidad de giro.

Al mismo tiempo le da arranque a todos los rodillos del sistema de embobinado.

Tabla 13. Comparación proceso Actual y Proceso Propuesto

COMPARACION PROCESO DE SOPLADO				
No.	ACTIVIDADES	TIEMPO ACTUAL	TIEMPO PROPUESTO	DIFERENCIA
1	Cuantificación de materia prima y reproceso	0,33	0,15	0,18
2	Homogenización y revisión de la mezcla	0,66	0,3	0,36
3	Llenado y revisión de tolvas	0,33	0,2	0,13
4	Desmontaje y revisión de la bobina	0,58	0,4	0,18
5	Transporte de la bobina	0,08	0,04	0,04
AHORRO TOTAL DE TIEMPO				0,89 hrs o 53 minutos

CAMBIOS REALIZADOS PARA LA MEJORA EN EL TIEMPO:

1. La cuantificación de la materia prima y el reproceso ya debe venir calculada desde que se hace el despacho en bodega.
2. Al realizar la homogenización de la mezcla de la materia prima varevisando de una vez que haya quedado bien mezclado antes de llenarla tolva (tareas simultáneas).

3. Al ingresar la mezcla a la tolva de una vez va revisando que cubra todo el espacio en ella para evitar desperdicios.

4. La nueva ubicación de las máquinas termo-formadoras ahorra tiempo en la distancia de transporte.

9.3. MEJORAS DE PRODUCCIÓN

La cuantificación de la materia prima y el reproceso ya debe venir calculada desde que se hace el despacho en bodega, y realizada por la sección de mezclas (molino) en donde se realiza la respectiva combinación entre material virgen y material reprocesado. Al realizar la homogenización de la mezcla de la materia prima va revisando de una vez que haya quedado bien mezclado antes de llenar la tolva (tareas simultáneas). Al ingresar la mezcla a la tolva de una vez va revisando que cubra todo el espacio en ella para evitar desperdicios.

9.3.1. PREPARACION Y ARRANQUE DE LA MÁQUINA SOPLADORA

Antes de encender la máquina sopladora, el operario se asegurará que la materia prima este ingresada correctamente en la tolva mezcladora y que las cantidades de materia virgen y material reprocesado sean las correctas. Seguidamente, el operador de soplado, acciona el interruptor principal de la máquina manualmente, luego se dirige hacia el panel de operación del mismo y establece la temperatura de cada una de las secciones del tornillo fundidor que varían entre 230° a 260° grados centígrados distribuidas en 15 zonas de diferentes temperaturas, luego ajusta el calibre de la lámina en el cabezal que contiene el dado de extrusión.

El Técnico procede a encender cada uno de los ventiladores del tornillo fundidor y verifica que estén operando, así también enciende el ventilador del cabezal o dado y verifica el

funcionamiento del mismo. Espera durante 45 minutos que los pirómetros le den aviso para proceder a operar la máquina. Mientras está esperando el tiempo de calentamiento, el operador y el auxiliar verifican la limpieza del dado o molde de extrusión, así como el control continuo de todos los parámetros de la máquina. El **ANEXO 31**, presenta el diagrama para la preparación y arranque de máquina.

9.3.2. CUANTIFICACION DE LA MEZCLA DE MATERIA PRIMA

El **ANEXO 32**, es un formato que se genera con el fin de clasificar las resinas utilizadas para el proceso y que se adjuntan a los formatos (papeles) requeridos por cada máquina para realizar el proceso de fabricación según la orden de producción. También se adjunta un formulario de mezclas, que corrobore la información sobre la mezcla proveniente de la sección de molido y mezclas.

9.3.3. AJUSTES Y CAMBIO DE LOS MOLDES DE EXTRUSIÓN

El operador de la máquina junto con su auxiliar como primer paso en este procedimiento procede a la extracción de los platos del ring de aire, la matriz y el dado que son las partes importantes de la máquina sopladora de la siguiente manera: quitan las mangueras del ventilador, retiran los cables que sujetan el ring de aire a la base de la estructura de la extrusora, quitan los tornillos de la parte inferior del ring y lo dejan en el piso, proceden a aflojar la parte superior del ring de aire desenroscándola y luego la quitan, con este paso tienen que tener cuidado, ya que el material es muy delicado porque es de aluminio. De aquí en adelante tienen que tener cuidado y ponerse guantes de asbesto porque tienen que aflojar los tornillos de la base de la matriz que son del centro del dado y quitar la tuerca y la roldana que sujeta el dado con el muñón roscado del centro del cabezal, tienen que poner la temperatura a 180 grados Celsius en el termorregulador de la última zona de

la extrusora y esperar como mínimo 30 minutos para derretir el plástico que atrapa el dado dentro de la matriz.

Limpian el dado con una espátula de bronce y le pasan gaskerosén para quitar todo el plástico adherido, quitan los tornillos que sujetan la matriz del dado y desconectan los cables conductores de corriente que están conectados a las resistencias de la matriz del dado junto con la termocupla, la cual debe ser retirada. Colocan las argollas a la matriz del dado y le introducen un tubo a través de éstas, proceden a levantar el tubo para extraer la matriz, junto con su auxiliar de extrusión colocan la matriz en el piso y quitan las argollas para limpiar la base de la matriz con una espátula de bronce y luego con gas kerosén. Como segundo paso en este procedimiento después de la limpieza de estas piezas se procede a la colocación del dado y platos en el ring de aire de la siguiente manera: colocan las dos argollas en la matriz del dado que va a cambiar y le introducen un tubo y la levantan para colocarla en la base del cabezal con mucho cuidado de no topar la matriz con el cabezal o el perno para no dañarla. Quitan las argollas a la matriz y le colocan los tornillos a la matriz bien apretados.

Luego colocan las argollas al dado e introducen a través de ellas un tubo para levantar éste con el dado y lo colocan de forma que entre en el perno roscado del centro del cabezal, bajándolo poco a poco para que no se lastime el dado, ponen los tornillos que sujetan el dado a la base del cabezal y los aprietan. Colocan la roldana y la tuerca nuevamente en el perno roscado del centro del cabezal para luego conectar los cables de corriente en las resistencias de la matriz y la termocupla.

CONCLUSIONES

- Con un sistema de control de calidad, la empresa mejora la calidad del producto, ayuda a reducir el costo de producción, el reproceso, la pérdida de tiempo, y se logra una mayor confiabilidad por parte de los clientes. Después de haber propuesto y probado el sistema

de control de calidad, se comprobó que su aplicación reduce la elaboración de productos defectuosos que generan pérdida para la empresa; a la vez, que el nivel de calidad que se tenía era bajo, debido a que no se contaba con un control de calidad en ninguno de los departamentos.

- La diagramación del proceso de elaboración de envases plásticos en el área de soplado, permitió al personal involucrado reconocer los tiempos de ejecución de las tareas, además de identificar los posibles peligros o dificultades que presentaba el proceso, logrando un óptimo desempeño productivo y disminuyendo los tiempos perdidos e ineficientes en la ejecución de las órdenes de producción.
- El análisis estadístico de proceso, logro determinar los valores promedio de los productos representativos, e identificó que el material suministrado a las máquinas es un punto de inflexión en el proceso de soplado, ya que afecta el desempeño de muchas máquinas, y las propiedades físicas de los envases. Además se identificó que la producción de la garrafa de 5 litros, no crea envases homogéneos ya que la máquina es muy sensible a cambios en la composición o referencia del material y variación de temperatura. Los demás productos representativos presentan fuentes no naturales de variación debido a las razones anteriormente descritas.
- El estudio de tiempos para el proceso de cambio de moldes, logró determinar cuánto debe durar esa labor, y produjo un compromiso de parte de los encargados de la ejecución, logrando que el proceso sea más eficaz y permitiendo identificar problemas actuales en cuanto a mantenimiento y estado de herramientas y repuestos utilizados. Además de una reducción del tiempo perdido en promedio de 3,5 horas para las máquinas de soplado de una cavidad.

- La implementación de la estrategia de 5 S's, arrojó mejoras favorables en todos los ítems, donde: clasificación aumento 60%, estandarización aumento 45%, orden y limpieza 20% y la disciplina aumento en un 15%, evidenciando el cambio en la cultura organizacional y operativa de los empleados.
- Los indicadores de desempeño, motivaron a las secciones y jefaturas correspondientes a interesarse por el tema, repercutiendo en el aumento de la productividad en el área de soplado en un 5,5% en los últimos dos meses, y creando una cultura de mejoramiento y preocupación por disminuir las falencias en la producción.

RECOMENDACIONES

- Los niveles administrativos, en especial la alta gerencia debe ofrecer un apoyo absoluto a cualquier plan de mejora para sus áreas productivas, ya que para toda empresa es muy

significativo su participación continua en cualquier plan de desarrollo empresarial y productivo

- Se recomienda realizar seguimiento a las estrategias y acciones de mejora implementadas, para garantizar el mejoramiento del proceso productivo. Realizar reuniones constantemente durante los primeros meses de la implementación del programa, lo cual es necesario para evaluar la efectividad del mismo, así como la aceptación y correcciones que sean necesarias realizarle, previo a un estudio, debido al crecimiento de la empresa o cambio en algún proceso de fabricación.
- Es indispensable que los procedimientos sean comunicados y explicados a los trabajadores que operan las máquinas; esto se puede realizar con una capacitación que debe de ser impartida por el supervisor de turno a su grupo de trabajo.
- Implementar el sistema de control de calidad para las demás áreas de la empresa: Inyección, Screen, encartonado, despachos, diseño, y mezclas, con el fin de hacer de todos los procesos más eficientes.
- Diagramar las operaciones de inyección, “screen” y encartonado, permitiendo que todos los empleados de la empresa conozcan y tengan en cuenta la duración de sus tareas, con el fin de cumplir adecuadamente con las órdenes de producción de cada área.
- Se debe tener cuidado al fabricar los productos, ya que los tipos de material que se utilizan (polietileno y polipropileno) son diferentes entre sí, y si en algún momento se llegaran a mezclar, provocarían contaminación, lo que daría como resultado un producto defectuoso.

- Realizar el análisis estadístico de proceso, para todos los productos del área de soplado, determinando los verdaderos estándares en cuanto a las especificaciones de los productos y permitiendo hacer cambios futuros en las especificaciones, tolerancias de los envases y reforma de moldes de producción. A su vez realizar estos análisis para las demás áreas de producción.
- Realizar continuas capacitaciones y evaluaciones con relación a la metodología 5S y otras técnicas de manufactura esbelta; no solo al área de trabajo sino a todos los posibles encargados de la producción incluyendo a las gerencias medias y altas, para así mantener una mejora continua y poder en el futuro obtener una certificación de calidad.

BIBIOGRAFIA

BESTERFIELD, Dale. Control de Calidad: Administración de la calidad. 8. º Edición: Editorial PEARSON, 2009.

**DALE H. BESTERFIELD (2007). "Control de Calidad - Calidad, Análisis de defectos".
Editorial McGraw Hill.**

**MASAAKI IMAI (1998). "Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa". Compañía
Editorial Continental, S. A. de C. V.**

**MASAAKI IMAI (1998). "Cómo Implementar el Kaizen en el Sitio de Trabajo (Gemba)".
Editorial Mc Graw Hill.**

**MALLO CARLOS Y MELO JOSÉ (1995). "Control de Gestión y Control Presupuestario".
Editorial McGraw Hill.**

**MALLO CARLOS Y MELO JOSÉ (1995). "Control de Gestión y Control Presupuestario".
Editorial Mc Graw Hill.**

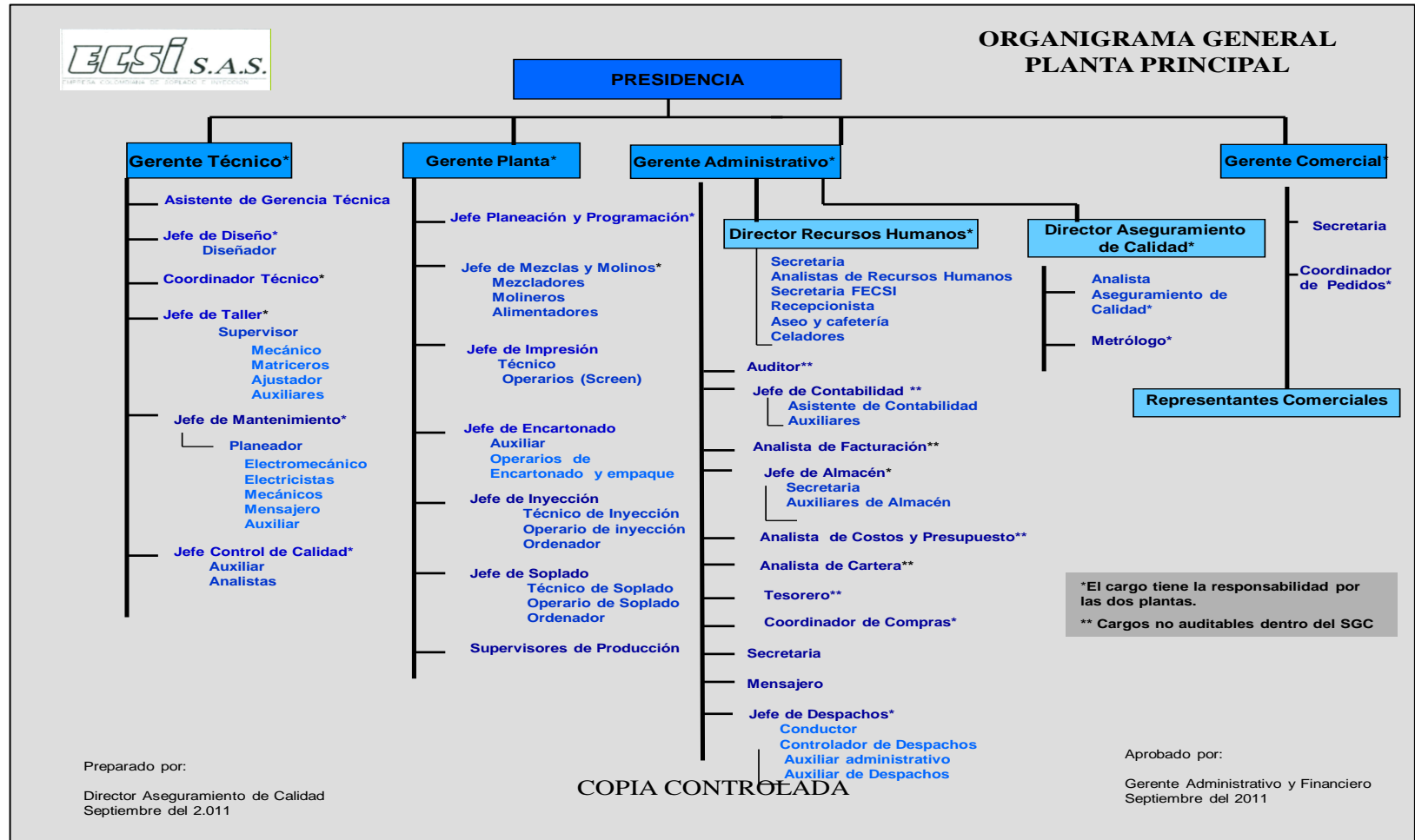
**NIEBEL B.W. "Ingeniería Industrial – Métodos, Estándares y diseño del trabajo". Editorial
Alfaomega.**

**ORTIZ P, Néstor Raúl. Análisis y Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. Ediciones
Universidad Industrial de Santander, 1999.**

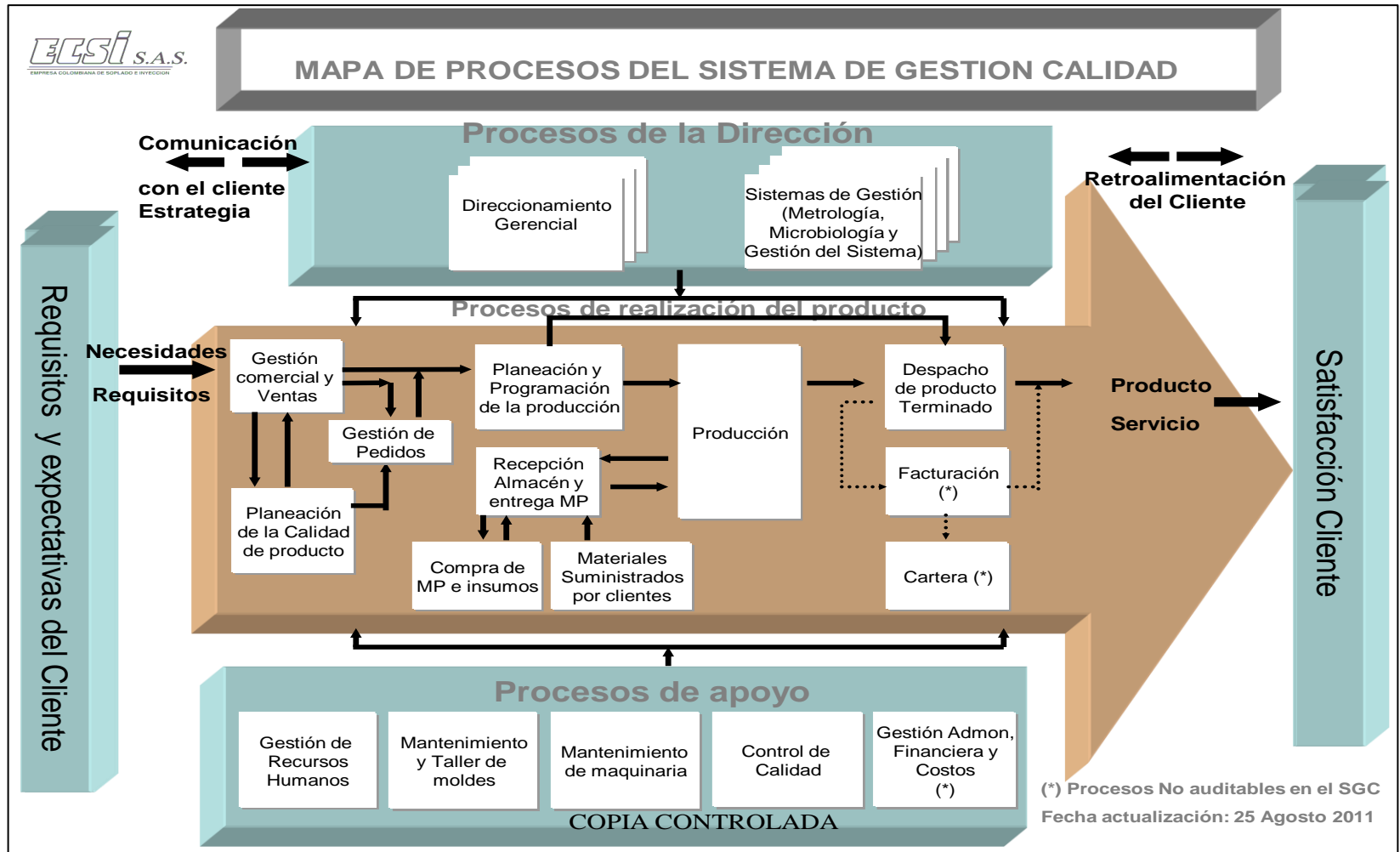
**SUÑE, Albert. Manual Práctico de Sistemas Productivos: Estudio del Trabajo. Ediciones
Díaz de Santos Madrid, 2004.**

ANEXOS

ANEXO A. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA



ANEXO B. MAPA DE PROCESOS DE ECSI



ANEXO C. PRODUCTOS DE MAYOR FABRICACIÓN

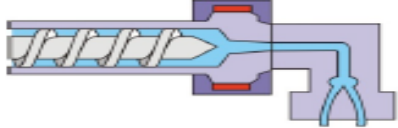
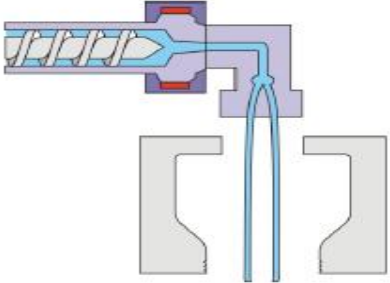
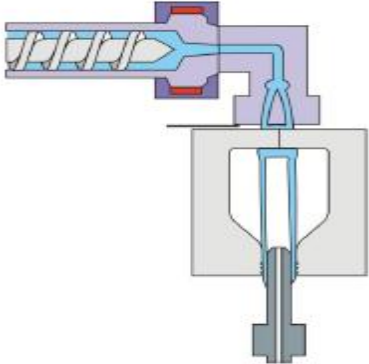
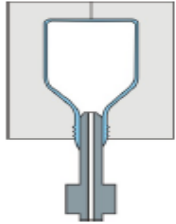
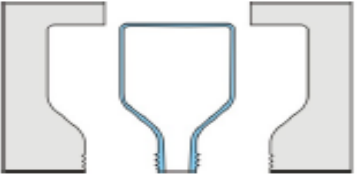
CLIENTE	PRODUCTO	IMAGEN
BRINSA	BIDON 20 LITROS	
CLOROX	CLOROX 2000 CC	
ALPINA	YOX 100 GR	
SIKA	CUÑETE AMARILLO 20 KG	
COLANTA	TAMPICO 286	
UNILEVER	CRESOPINOL 3000	
CHEVRON PETROLEUM	GALON CHEVRON TEXACO	
DUQUESA	BIDON 20 LITROS	
RECKITT BENCKINSER	ENVASE GALON VANISH	
MEALS	ENVASE LIMPIDO 3900 CC	
JOHNSON & JOHNSON	TALCO 200	
COCA-COLA	GARRAFA 5 LITROS BRISA	
ALGARRA	KUMIS 1000 cc	

ANEXO D. CODIFICACIÓN MÁQUINAS DE SOPLADO E INYECCIÓN

MAQUINAS SOPLADO	
SOPAUT004	SOPBLO022
SOPAUT005	SOPBLO023
SOPAUT006	SOPCHI001
SOPAUT007	SOPCHI002
SOPAUT008	SOPCHI003
SOPAUT012	SOPCHI018
SOPAUT016	SOPKAU003
SOPAUT026	SOPKAU024
SOPAUT027	SOPKAU025
SOPAUT028	SOPKAU030
SOPAUT029	SOPKAU031
SOPAUT057	SOPMAG005
SOPBEK010	SOPPAK020
SOPBEK012	SOPPAV014
SOPBEK013	


MAQUINAS INYECCION
INYASI004
INYASI010
INYASI014
INYASI017
INYASI018
INYASI019
INYASI021
INYASI022
INYASI025
INYASI032
INYNIS023
INYNIS024

ANEXO E. SOPLADO DE PÁRISON

PROCESO DE SOPLADO PARISON		
1	EXTRUSIÓN DE LA PREFORMA	
2	INTRODUCCIÓN DE LA PREFORMA EN EL MOLDE DE SOPLADO	
3	INTRODUCCIÓN DEL AIRE MEDIANTE EL PERNO DE SOPLADO	
4	ENFRIAMIENTO DE LA PIEZA EN EL INTERIOR DEL MOLDE	
5	DESMOLDEO	

ANEXO 1. PRESENTACION DE CAPACITACION: DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO




EMPRESA COLOMBIANA DE SOPLADO E INYECCION

Actividad de Mejoramiento de los Procesos Productivos

ECSIS.A.S.

Causa-Efecto



DEFINICIÓN:

Es una herramienta eficaz utilizada en Acciones de **Mejoramiento** y **Control de Calidad** que permite de una forma sencilla, agrupar y visualizar las razones que han de estar en el origen de un problema o resultando que se pretenda mejorar.

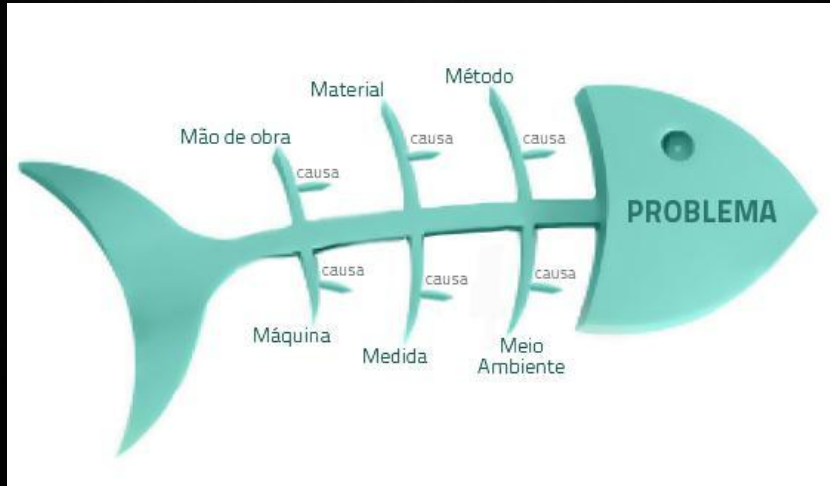
Tras identificar claramente el problema o efecto a estudiar (fallos, averías, tiempos de ejecución demasiado largos...), se va componiendo una lista de las distintas causas que hayan podido producir tal efecto, empezando por un nivel más general y enfocando con más y más detalle las sub-causas.

La elaboración de estos diagramas se hace, habitualmente, en **GRUPOS DE TRABAJO** en donde todos los integrantes participarán del proceso de análisis.

El diagrama causa – efecto representa gráficamente las causas de un suceso.

ECSIS.A.S.

ESPINA DE PESCADO CAUSA – EFECTO



ECSIS.A.S.



ELABORACION DEL DIAGRAMA

1. El procedimiento a seguir para elaborar un diagrama causa-efecto se puede sistematizar de la siguiente manera:

» Definir, sencilla y brevemente, el Efecto, Fenómeno o Característica de Calidad cuyas causas se pretenden identificar.

CARACTERÍSTICA
DE CALIDAD

PROBLEMAS

SITUACIONES

SUCESOS

ECSIS.A.S.



ELABORACION DEL DIAGRAMA

2.



A través de **LA INVESTIGACIÓN** y **DISCUSIÓN** con un grupo de personas, identificar las causas que más directamente afectan dicha característica, es decir, aquellas que tienen una influencia directa en el problema a solucionar (causas primarias).



ECSIS.S.A.S.



MANO DE OBRA

- ¿Las personas conocen su Trabajo?
- ¿Los operarios están entrenados?
- ¿Los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?
- ¿Se espera que cualquier trabajador desempeñe su labor de manera eficiente?
- ¿La gente esta motivada?
- ¿Conoce la importancia de su trabajo por la calidad?





MÉTODOS

- ¿Las responsabilidades y procedimientos de trabajo están definidos de manera clara o dependen de cada persona?
- ¿Cuándo el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo?
- ¿Están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?



13

MÁQUINAS O EQUIPOS

- ¿Las maquinas han demostrado ser capaces de dar la calidad que se requiere?
- ¿Existen diferencias entre máquinas?
- ¿Hay cambios de herramienta periódicamente?
- ¿Los criterios para ajustar las maquinas son claros?
- ¿Existen programas de mantenimiento preventivo?



15

MATERIAL

- ¿Se conoce como influye la variabilidad del material sobre el problema?
- ¿Ha habido algún cambio reciente en los materiales?
- ¿Cuál es la influencia de los múltiples proveedores?
- ¿Se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen?



17

MEDICIONES

- ¿Se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?
- ¿Están definidas las características que son medidas?
- ¿Han sido medidas suficientes piezas?
- ¿Se tiene evidencia de que el instrumento de medición es capaz de repetir la medida con la precisión requerida?
- ¿Los métodos y criterios usados por los operarios para tomar las mediciones son adecuados?



19

MEDIO AMBIENTE



- ¿Existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?
- ¿La temperatura ambiental influye en las operaciones?



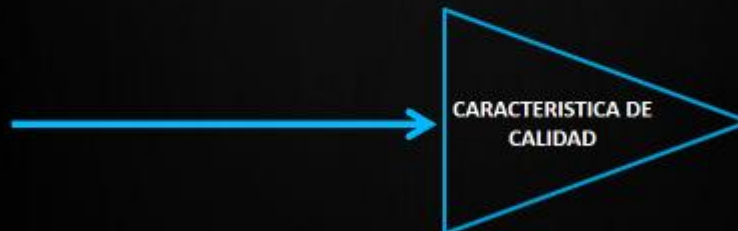
21

ELABORACION DEL DIAGRAMA

3.



Trazar el esqueleto del diagrama escribiendo, en uno de los extremos, la característica de calidad planteada. A partir de ella diseñar la "espinas de pescado", esto es, una línea horizontal en la que confluyen varias ramas incorporando las causas apuntadas como primarias.



ECSI S.A.S.



ELABORACION DEL DIAGRAMA

4.



Una vez identificadas las causas (**PRIMARIAS**), incluirlas en el diagrama. Se identifican las causas más generales en la contribución al efecto. Cualquier idea de los miembros del grupo podrá ser asociada a alguna de dichas causas.



Método utilizado para empresas con líneas de producción: 5M's

ECSI S.A.S.



ELABORACION DEL DIAGRAMA

5.



Identificar las causas **SECUNDARIAS** que afectan las causas Primarias. Posteriormente incluirlas paralelamente a la línea principal y que apunten hacia la causa principal correspondiente.



Método utilizado para empresas con líneas de producción: 5M's

ECSI S.A.S.



ELABORACION DEL DIAGRAMA

6.

» Identificar las causas **TERCIARIA** que afectan las causas Secundarias. Posteriormente incluirlas paralelamente a la líneas de las causas primarias y que apunten hacia las líneas de las causas secundarias.



ELABORACION DEL DIAGRAMA

7.

» Comprobar la validez lógica de cada cadena causal

Para cada causa raíz "leer" el diagrama en dirección al efecto analizado, asegurándose de que cada cadena causal tiene sentido lógico y operativo.

Este análisis asegura que la ordenación es correcta y también puede ayudar a identificar factores causales intermedios u aquellos que fueron omitidos.

ECSI S.A.S.

ECSI SAS

ELABORACION DEL DIAGRAMA

8.

» Comprobar la Integración del Diagrama.

Finalmente debemos comprobar, en una visión de conjunto del Diagrama la existencia de ramas principales que:

- Tienen menos de 3 causas.
- Tienen, apreciablemente, más o menos causas que las demás.
- Tienen menos niveles de causas subsidiarias que las demás.

La existencia de alguna de estas circunstancias no significa un defecto en el diagrama pero sugiere una comprobación a fondo del proceso.

9.

» Conclusión y Resultado.

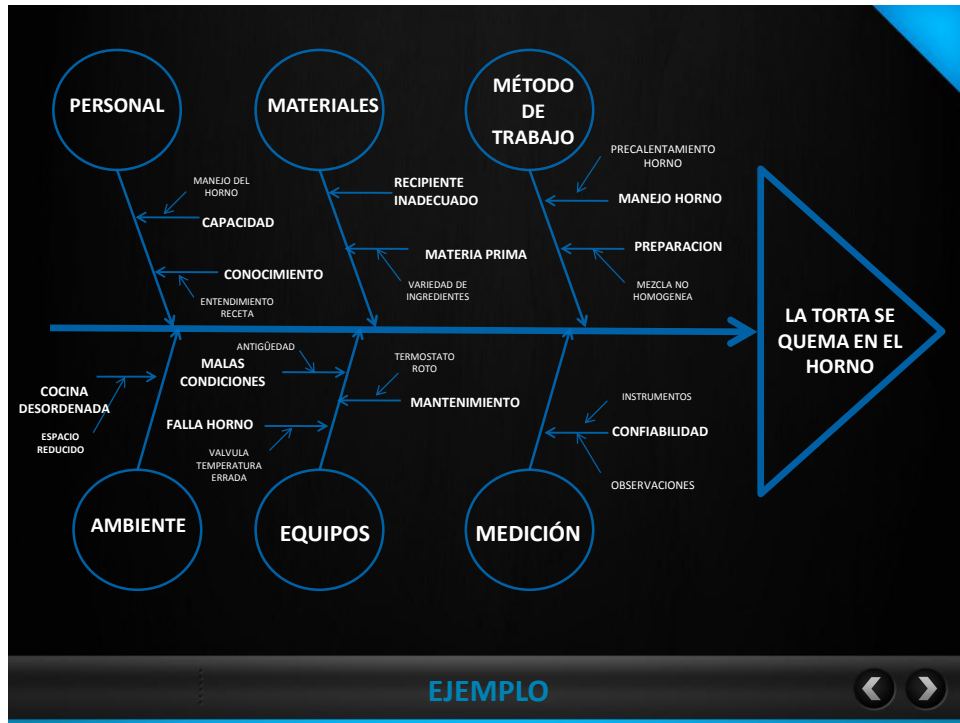
El resultado de la utilización de esta herramienta es un diagrama ordenado de posibles causas (teorías) que contribuyen a un efecto.

ECSI S.A.S.



EJEMPLO DE APLICACIÓN





ECSI CON MEJORAMIENTO CONTINUO

GRACIAS

ECSI S.A.S.

EMPRESA COLOMBIANA DE SOPLO y INYECCION

ECSI S.A.S.

ANEXO 2. DIAGRAMA DE PROCESO DE LA LINEA DE SOPLADO

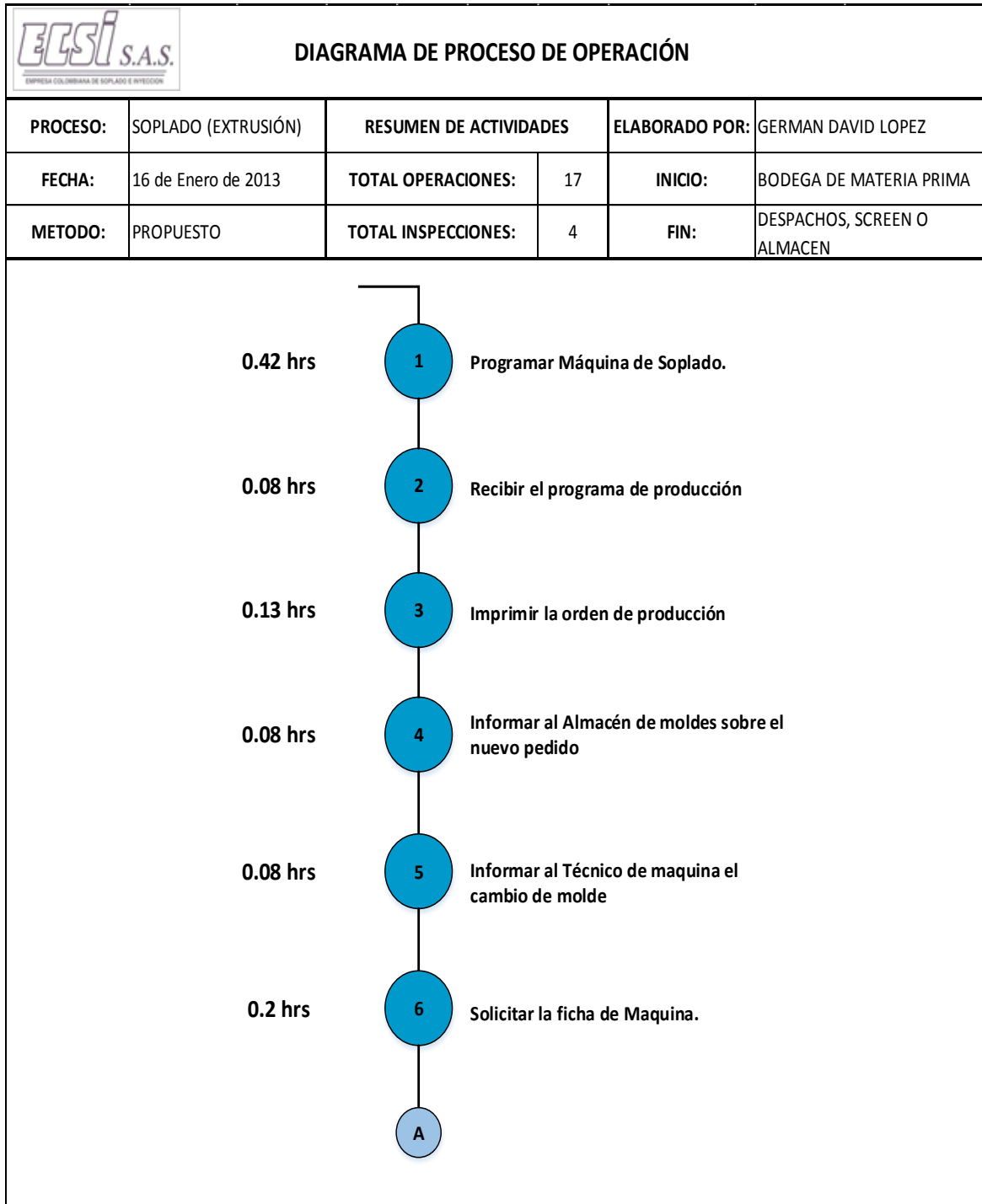




DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN

PROCESO:	SOPLADO (EXTRUSIÓN)	RESUMEN DE ACTIVIDADES		ELABORADO POR:	GERMAN DAVID LOPEZ
FECHA:	16 de Enero de 2013	TOTAL OPERACIONES:	17	INICIO:	BODEGA DE MATERIA PRIMA
METODO:	PROPUESTO	TOTAL INSPECCIONES:	4	FIN:	DESPACHOS, SCREEN O ALMACEN

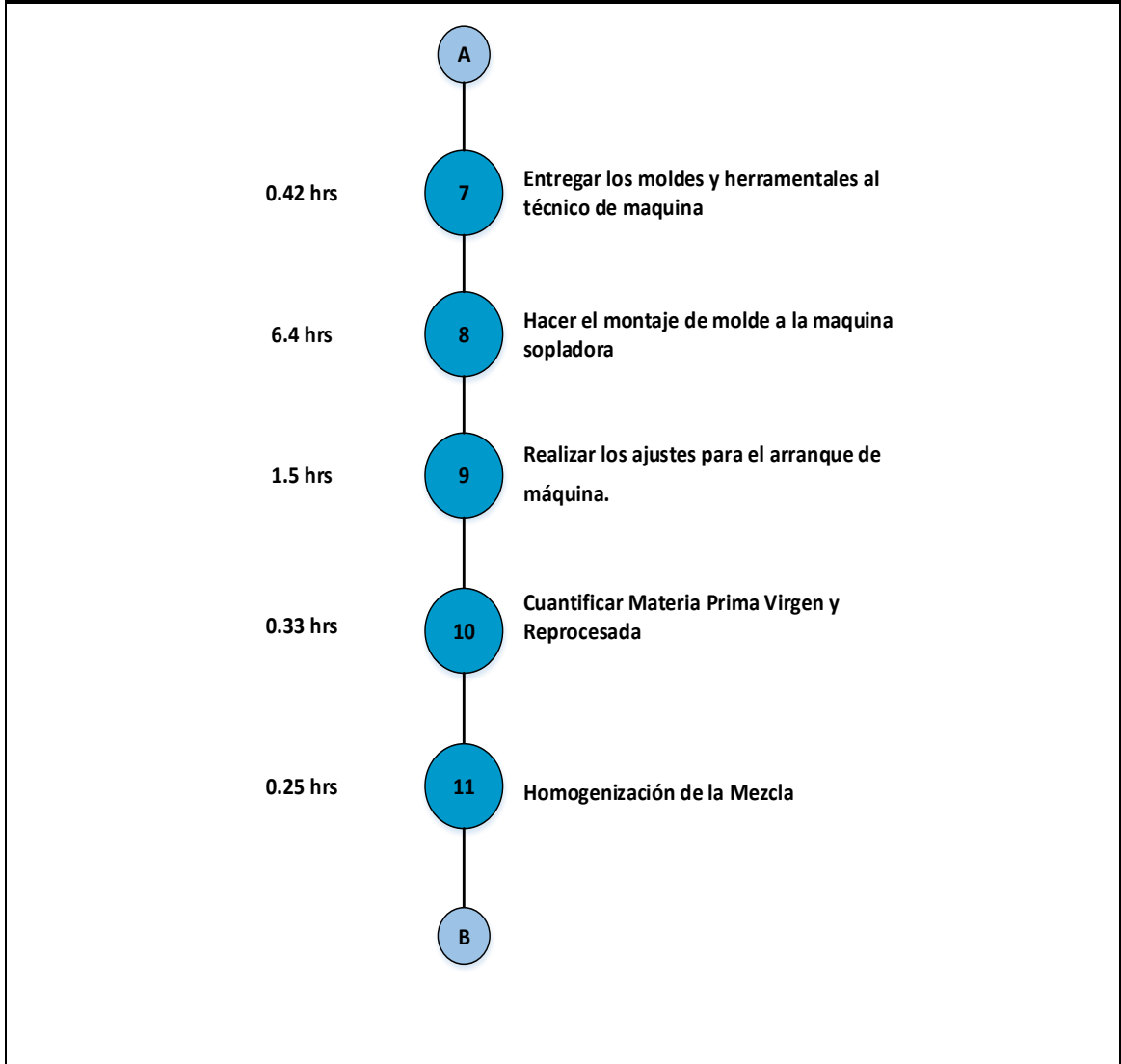




DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN

PROCESO:	SOPLADO (EXTRUSIÓN)	RESUMEN DE ACTIVIDADES		ELABORADO POR:	GERMAN DAVID LOPEZ
FECHA:	16 de Enero de 2013	TOTAL OPERACIONES:	17	INICIO:	BODEGA DE MATERIA PRIMA
METODO:	PROPUESTO	TOTAL INSPECCIONES:	4	FIN:	DESPACHOS, SCREEN O ALMACEN

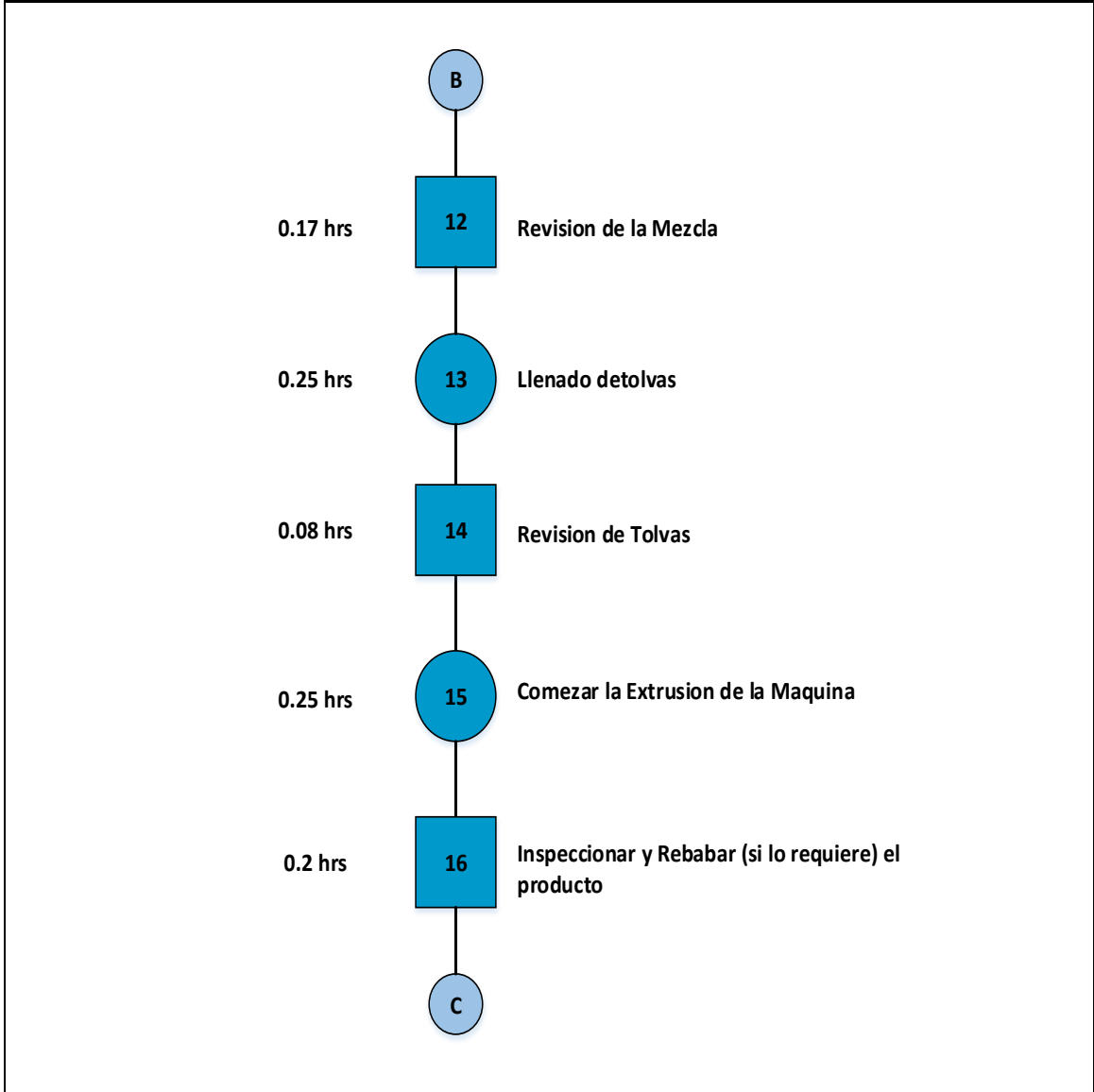
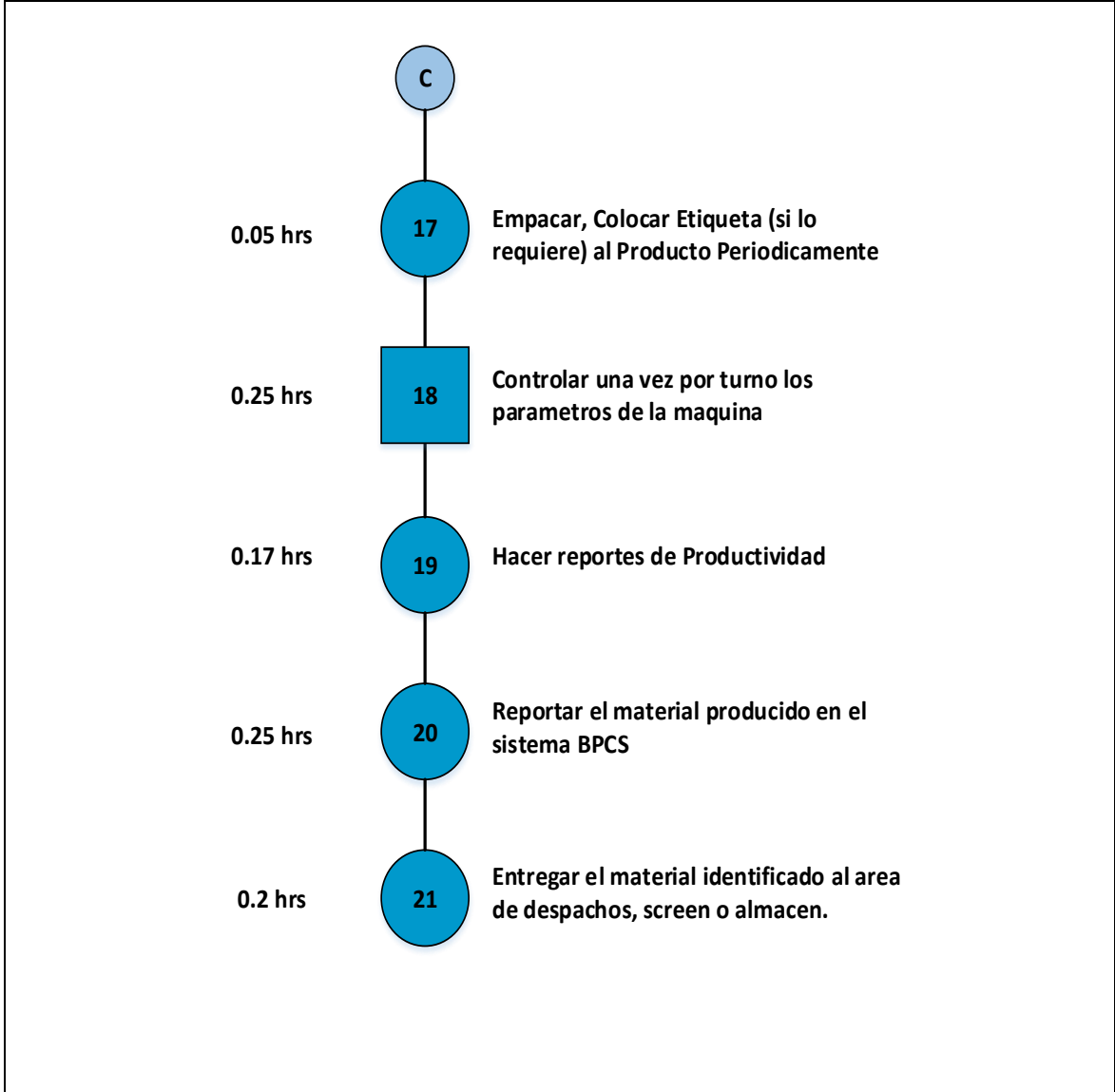




DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN

PROCESO:	SOPLADO (EXTRUSIÓN)	RESUMEN DE ACTIVIDADES		ELABORADO POR:	GERMAN DAVID LOPEZ
FECHA:	16 de Enero de 2013	TOTAL OPERACIONES:	17	INICIO:	BODEGA DE MATERIA PRIMA
METODO:	PROPUESTO	TOTAL INSPECCIONES:	4	FIN:	DESPACHOS, SCREEN O ALMACEN



ANEXO 3. INDICADORES LINEA DE SOPLADO

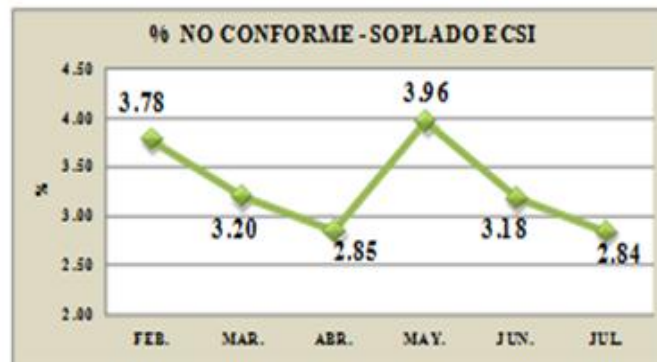
PRODUCCION PLANTA E CSI - SOPLADO

	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.
KILOS PROCESADOS	248,141	253,470	256,454	276,665	250,099	253,272
PROMEDIO KG/ DIA	11,622	11,186	11,188	11,097	10,869	11,845
DIAS UTILIZACION	21.35	22.66	22.92	24.93	23.01	21.38
%UTILIZACION	74.79	75.29	82.28	81.97	80.07	72.60



SCRAP Y DE SPERDICIO - SOPLADO E CSI

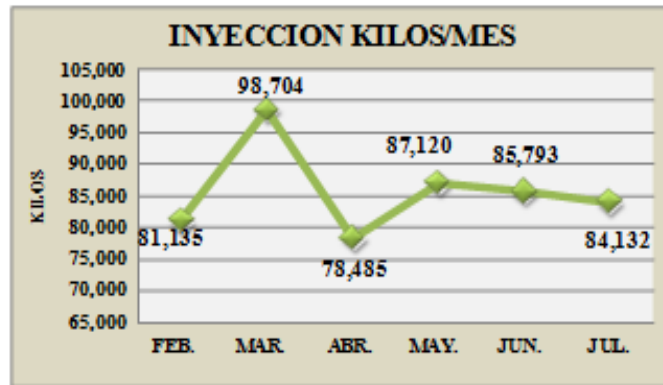
	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.
TOTAL DESPERDICIO (kg)	0	0	0	0	0	0
TOTAL SCRAP (kg)	155,013	157,074	163,618	177,178	155,177	150,916
%SCRAP Y NO CONFORME	38.45	38.26	38.95	39.04	38.29	37.34



ANEXO 4. INDICADORES LINEA DE INYECCION

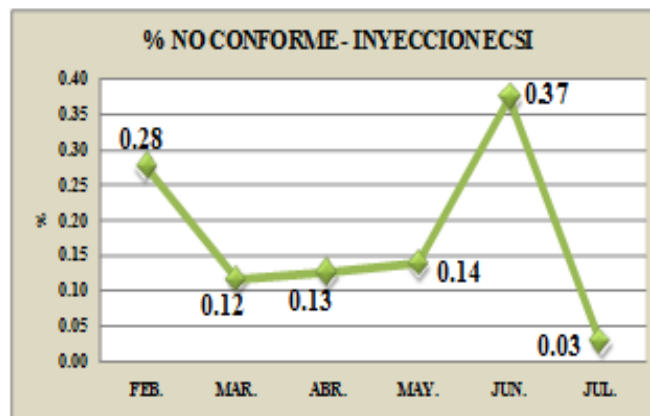
PRODUCCION PLANTA ECSI - INYECCION

	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.
KILOS PROCESADOS	81,135	98,704	78,485	87,120	85,793	84,132
PROMEDIO KG /DIA	2,921	3,406	2,983	3,074	3,185	3,113
DIAS UTILIZACION	27.77	28.98	26.31	28.34	26.93	27.03
%UTILIZACION	95.83	94.73	94.08	91.56	90.12	90.93



SCRAP Y DE SPERDICIO - INYECCION ECSI

	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.
TOTAL DESPERDICIO (kg)	0	0	0	0	0	0
TOTAL SCRAP (kg)	13,109	11,817	16,608	14,983	15,771	15,073
% SCRAP Y NO CONFORME	13.91	10.69	17.47	14.67	15.53	15.19

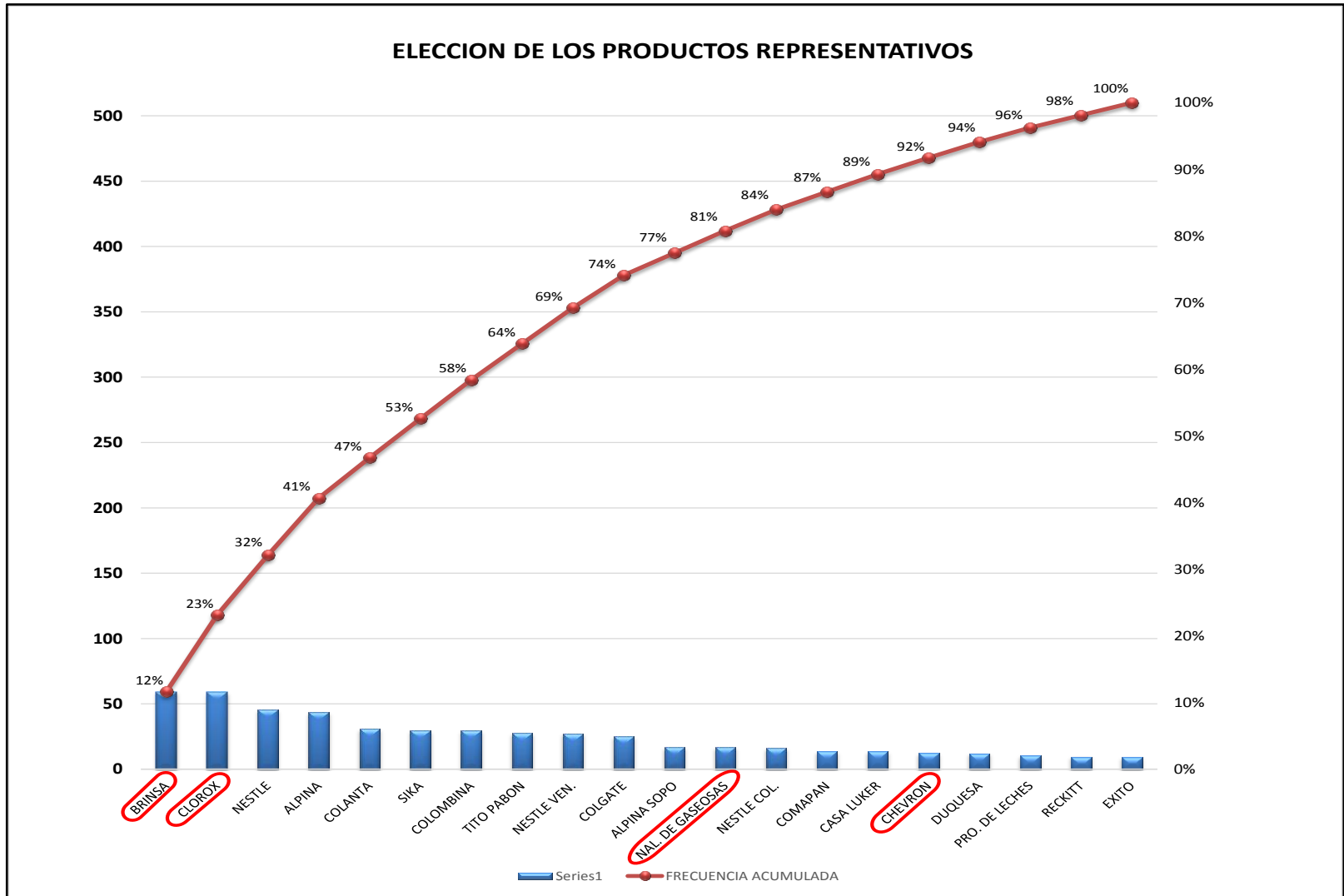


ANEXO 5. LISTA DE CLIENTES REPRESENTATIVOS Y DIAGRAMA DE PARETO

5-1. LISTA DE CLIENTES REPRESENTATIVOS ECSI PRINCIPAL

RANGO	NOMBRE DEL CLIENTE	KILOS	%
1	BRINSA S.A.	59,275	72.73
2	CLOROX DE COLOMBIA	58,896	
3	NESTLE DE COL. - BUGA	45,796	
4	ALPINA S.A. - FACA	43,762	
5	COOPERATIVA COLANTA	30,953	
6	SIKA COLOMBIA	29,897	
7	COLOMBINA S.A.	29,685	
8	PINTURAS TITO PABON	27,780	
9	NESTLE VENEZUELA	27,441	
10	COLGATE PALMOLIVE	25,009	
11	ALPINA S.A. - SOPO	17,091	
12	IND.NAL. DE GASEOSAS	16,962	
13	NESTLE DE COLOMBIA	16,111	
14	CIA.MAN. DE PAN COMAPAN	13,699	
15	CASA LUKER	13,499	
16	CHEVRON PETROLEUM	12,599	
17	DUQUESA S.A.	12,188	
18	PROCESADORA DE LECHE	10,829	
19	RECKITT BENCKISER	9,644	
20	ALMACENES ÉXITO - BOGOTA	9,469	
SUB TOTAL		510,585	
21	OTROS CLIENTES	191,463	27.27
TOTAL		702,048	

5-2. DIAGRAMA DE PARETO DE LOS CLIENTES REPRESENTATIVOS DE ECSI



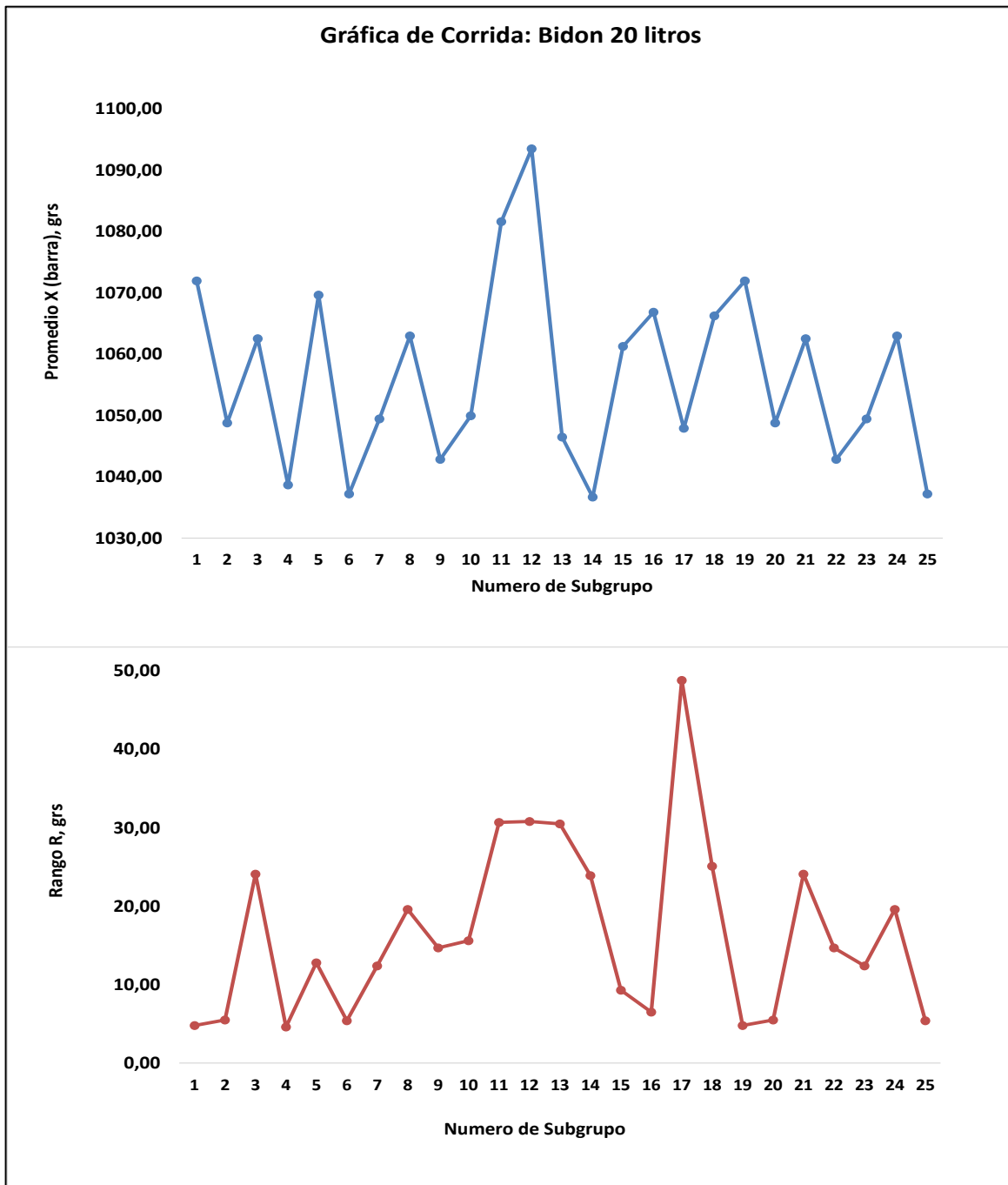
ANEXO 6. PRODUCTOS REPRESENTATIVOS

PRODUCTO	CLIENTE	FOTO
BIDON 20 LITROS	BRINSA	
GARRAFA CLOROX/ LIMPIDO 3800 cc	CLOROX	
GARRAFA AGUA BRISA 5 LITROS	NACIONAL DE GASEOSAS/ PANAMCO	
ENVASE CLOROX 2000 cc	CLOROX	
GALÓN TEXACO	CHEVRON PRETOLEUM	

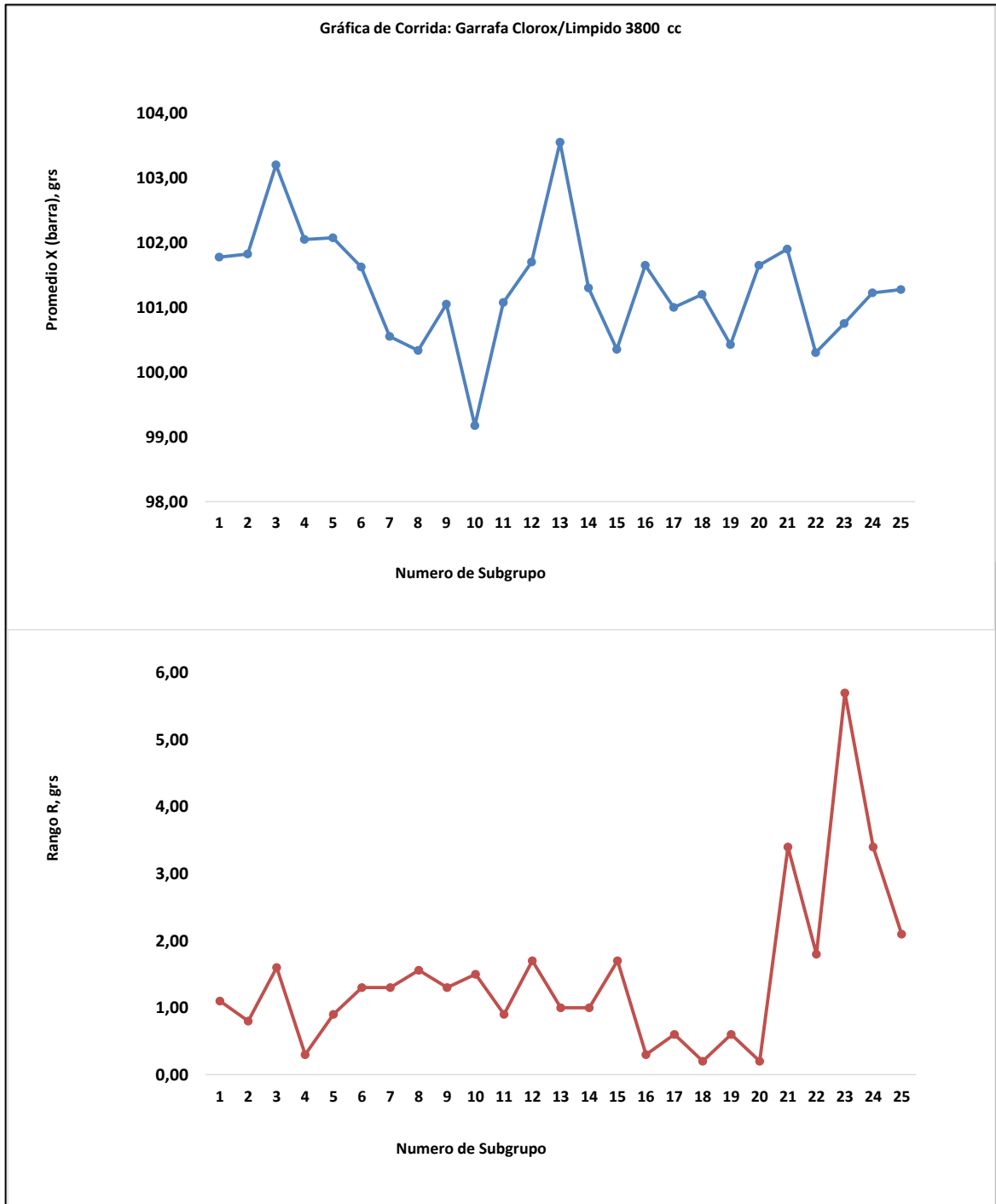
ANEXO 7. CARACTERIZACION DE PRODUCTOS NO CONFORMES

	CARACTERIZACIÓN PRODUCTOS NO CONFORMES																																																														
MAQUINA: _____ FECHA: _____ HORA: _____																																																															
PRODUCTO: _____ CODIGO: _____																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS</th> </tr> <tr> <th style="width: 80%;">DEFECTOS CRÍTICOS</th> <th style="width: 20%;">PESO (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ENVASE PERFORADO</td><td></td></tr> <tr><td>MATERIAL PEGADO</td><td></td></tr> <tr><td>MATERIALES EXTRAÑOS</td><td></td></tr> <tr><td>CONTAMINACIÓN / GRASA Y/O SUCIEDAD</td><td></td></tr> <tr><td>CUELLO INCLINADO</td><td></td></tr> <tr><td>FISURA EN LA BOCA</td><td></td></tr> <tr><td>PESTAÑA DÉBIL</td><td></td></tr> <tr><td>ENVASE COLAPSADO</td><td></td></tr> <tr><td>TRASPARENCIA EN LA COSTURA</td><td></td></tr> <tr><td>ROSCA DEFORME</td><td></td></tr> <tr><td>INESTABILIDAD / BASE SOPLADA</td><td></td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CANTIDAD NO CONFORME (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 80%;">DEFECTOS CRITICOS:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DEFECTOS MAYORES:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>DEFECTOS MENORES:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS		DEFECTOS CRÍTICOS	PESO (Kg)	ENVASE PERFORADO		MATERIAL PEGADO		MATERIALES EXTRAÑOS		CONTAMINACIÓN / GRASA Y/O SUCIEDAD		CUELLO INCLINADO		FISURA EN LA BOCA		PESTAÑA DÉBIL		ENVASE COLAPSADO		TRASPARENCIA EN LA COSTURA		ROSCA DEFORME		INESTABILIDAD / BASE SOPLADA		CANTIDAD NO CONFORME (Kg)		DEFECTOS CRITICOS:		DEFECTOS MAYORES:		DEFECTOS MENORES:		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS</th> </tr> <tr> <th style="width: 80%;">DEFECTOS MAYORES</th> <th style="width: 20%;">PESO (Kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>COLOR DIFERENTE</td><td></td></tr> <tr><td>POROSIDAD</td><td></td></tr> <tr><td>REBABA INTERNA / EXTERNA</td><td></td></tr> <tr><td>RAYAS NOTORIAS</td><td></td></tr> <tr><td>OLORES EXTRAÑOS</td><td></td></tr> <tr><td>OVALAMIENTO</td><td></td></tr> <tr> <th style="text-align: center;">DEFECTOS MENORES</th> <th style="text-align: center;">PESO (Kg)</th> </tr> <tr><td>RAYAS LEVES</td><td></td></tr> <tr><td>CONTAMINACIÓN PUNTOS NEGROS</td><td></td></tr> <tr><td>IDENTIFICACIÓN INCOMPLETA</td><td></td></tr> <tr><td>EMPAQUE DETERIORADO</td><td></td></tr> <tr><td>MALA IDENTIFICACIÓN</td><td></td></tr> </tbody> </table>	CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS		DEFECTOS MAYORES	PESO (Kg)	COLOR DIFERENTE		POROSIDAD		REBABA INTERNA / EXTERNA		RAYAS NOTORIAS		OLORES EXTRAÑOS		OVALAMIENTO		DEFECTOS MENORES	PESO (Kg)	RAYAS LEVES		CONTAMINACIÓN PUNTOS NEGROS		IDENTIFICACIÓN INCOMPLETA		EMPAQUE DETERIORADO		MALA IDENTIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS																																																															
DEFECTOS CRÍTICOS	PESO (Kg)																																																														
ENVASE PERFORADO																																																															
MATERIAL PEGADO																																																															
MATERIALES EXTRAÑOS																																																															
CONTAMINACIÓN / GRASA Y/O SUCIEDAD																																																															
CUELLO INCLINADO																																																															
FISURA EN LA BOCA																																																															
PESTAÑA DÉBIL																																																															
ENVASE COLAPSADO																																																															
TRASPARENCIA EN LA COSTURA																																																															
ROSCA DEFORME																																																															
INESTABILIDAD / BASE SOPLADA																																																															
CANTIDAD NO CONFORME (Kg)																																																															
DEFECTOS CRITICOS:																																																															
DEFECTOS MAYORES:																																																															
DEFECTOS MENORES:																																																															
CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS																																																															
DEFECTOS MAYORES	PESO (Kg)																																																														
COLOR DIFERENTE																																																															
POROSIDAD																																																															
REBABA INTERNA / EXTERNA																																																															
RAYAS NOTORIAS																																																															
OLORES EXTRAÑOS																																																															
OVALAMIENTO																																																															
DEFECTOS MENORES	PESO (Kg)																																																														
RAYAS LEVES																																																															
CONTAMINACIÓN PUNTOS NEGROS																																																															
IDENTIFICACIÓN INCOMPLETA																																																															
EMPAQUE DETERIORADO																																																															
MALA IDENTIFICACIÓN																																																															

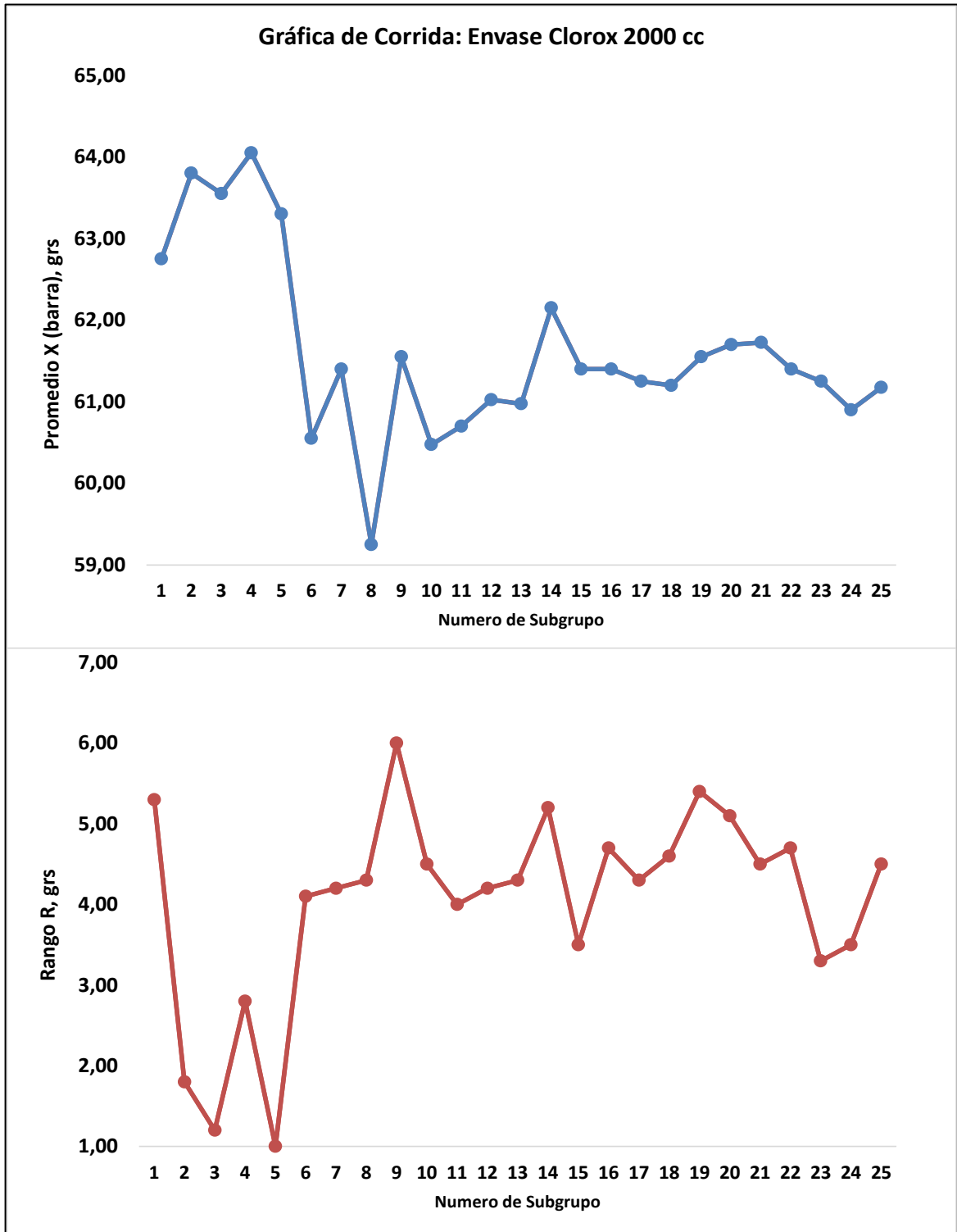
9-1. Corrida Bidón 20 Litros



9-2. Corrida Clorox/Límpido 3800 cc

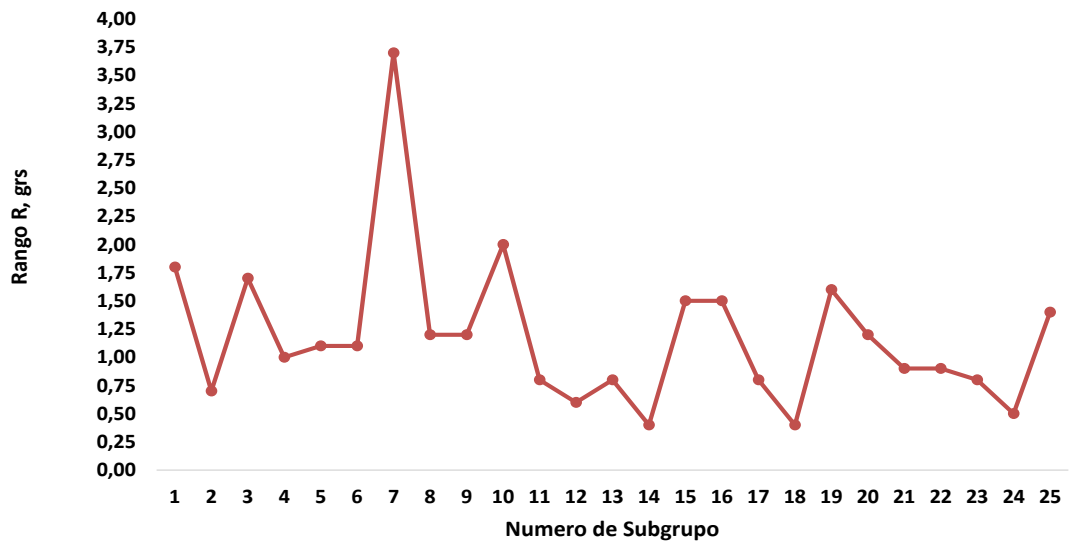
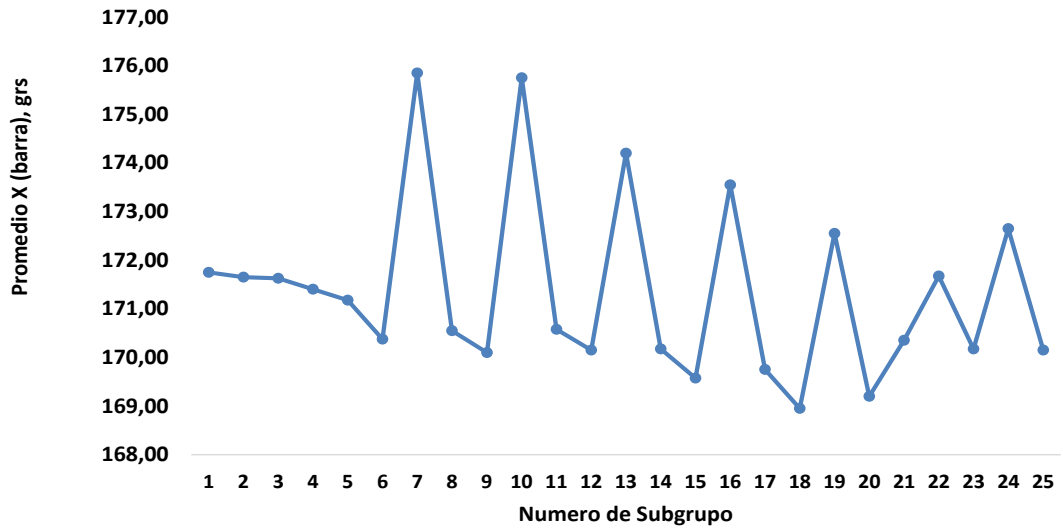


9-3. Corrida Clorox 2000 cc



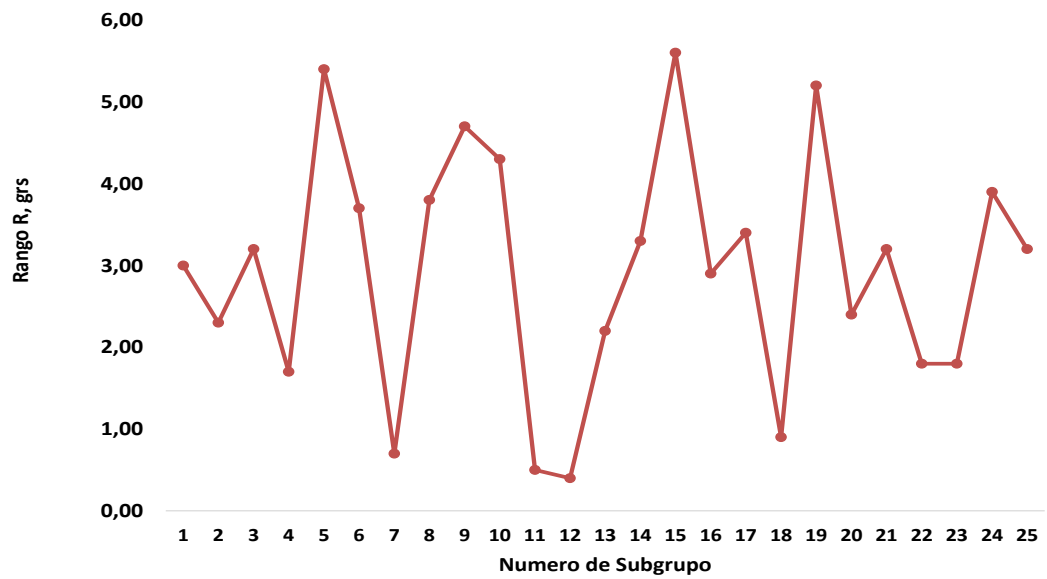
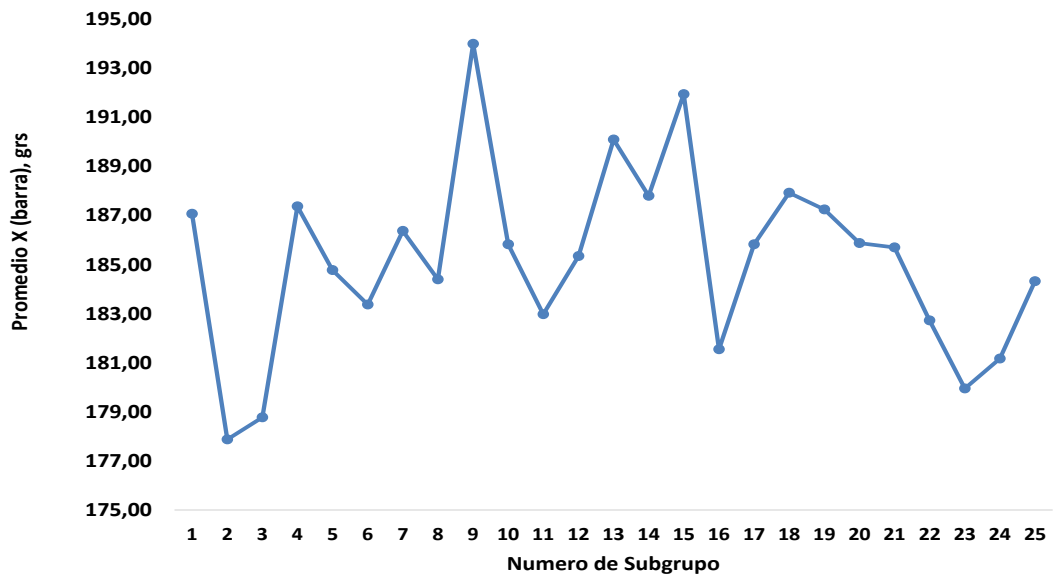
9-4. Corrida Garrafa Agua Brisa 5 litros

Gráfica de Corrida: Garrafa Agua Brisa 5 Litros

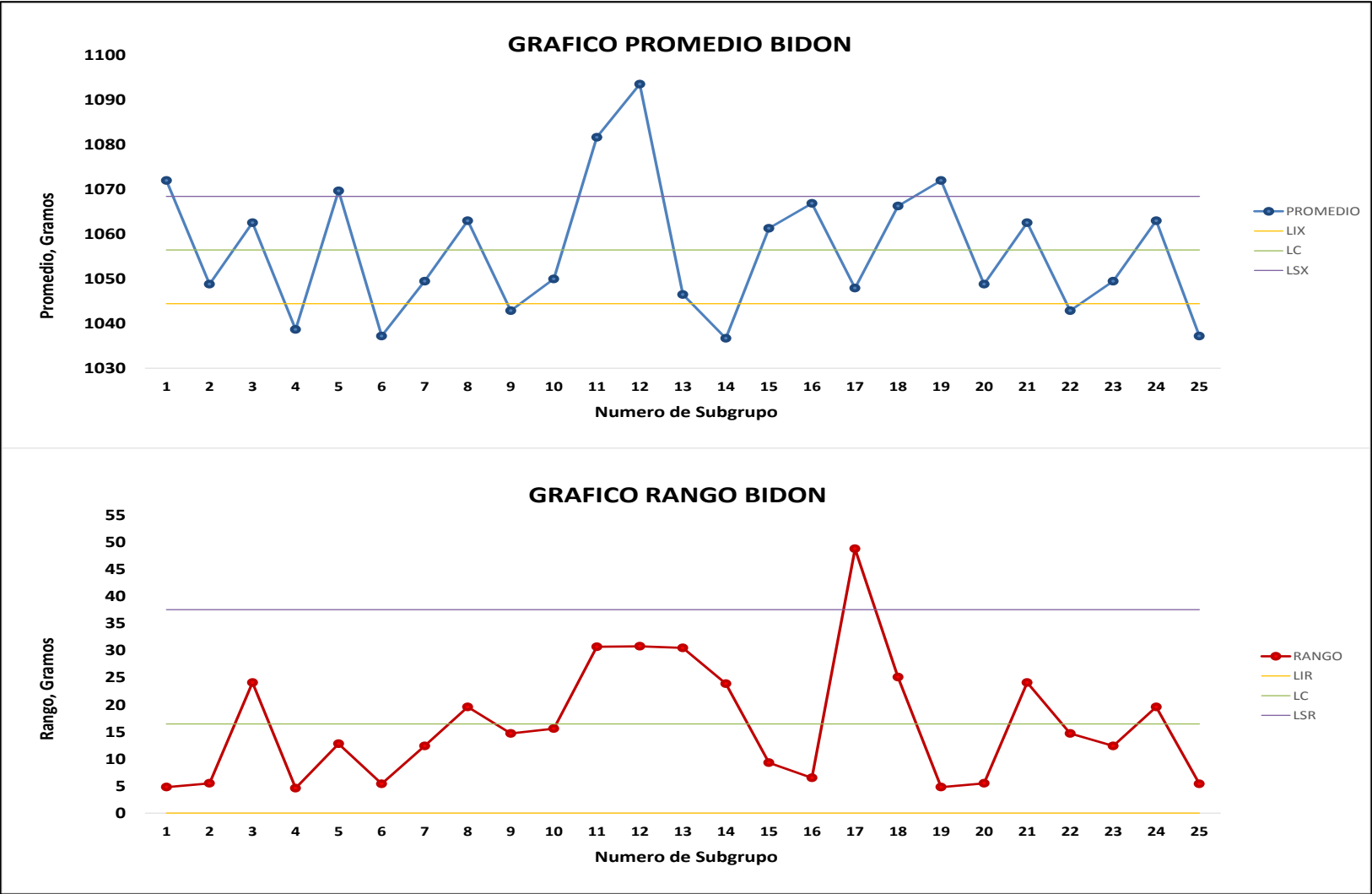


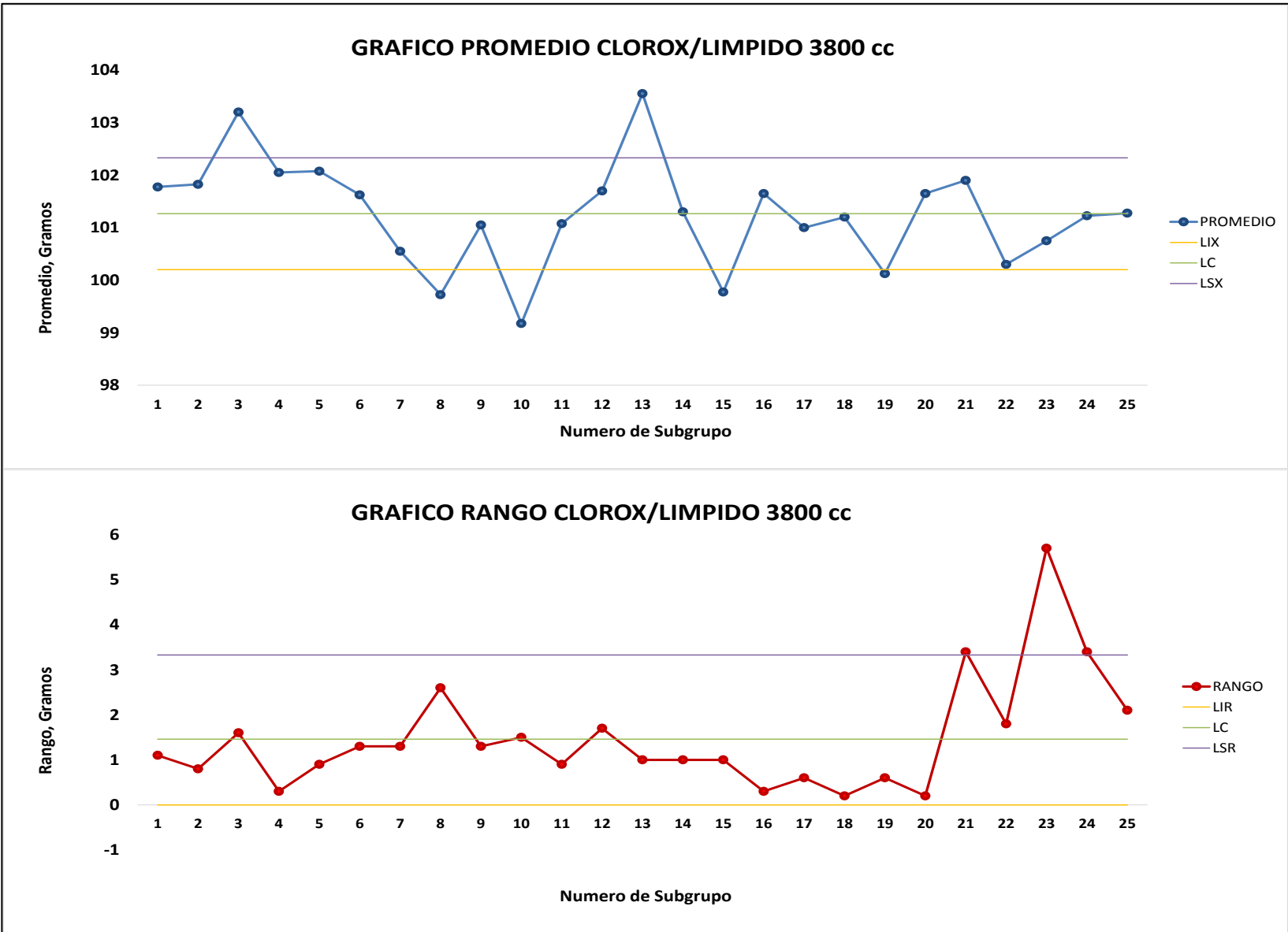
9-5. Corrida Galón Texaco

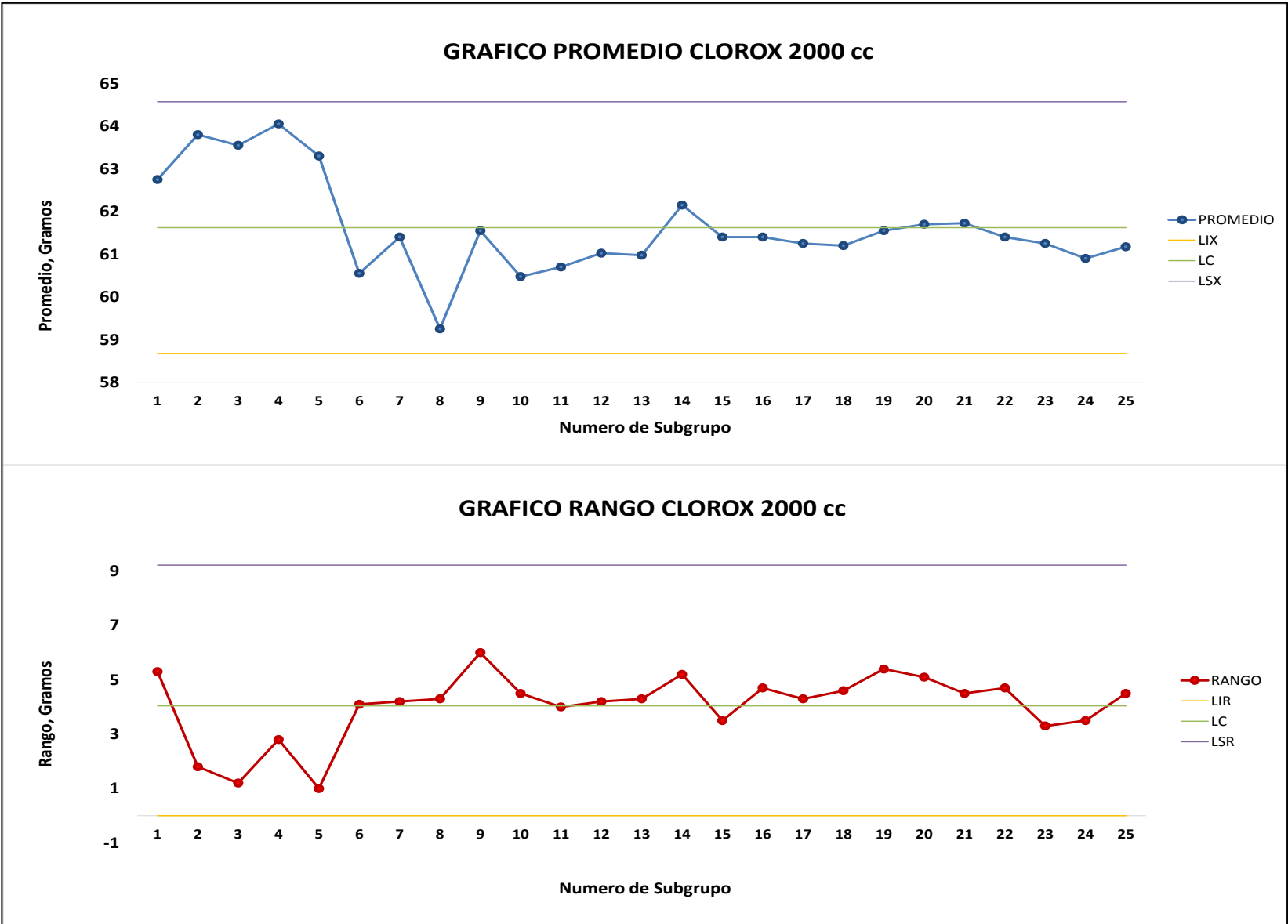
Gráfica de Corrida: Galon Texaco

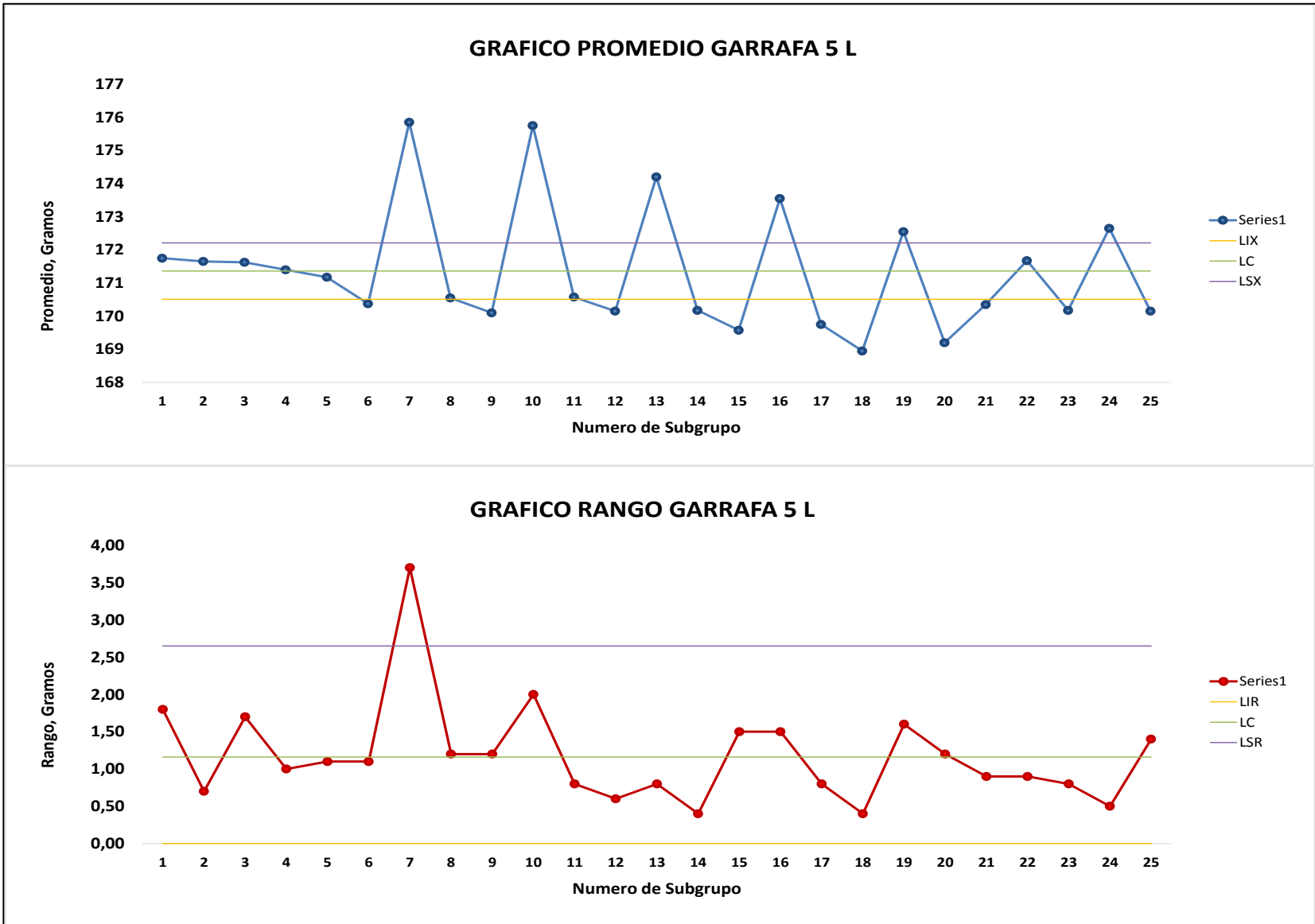


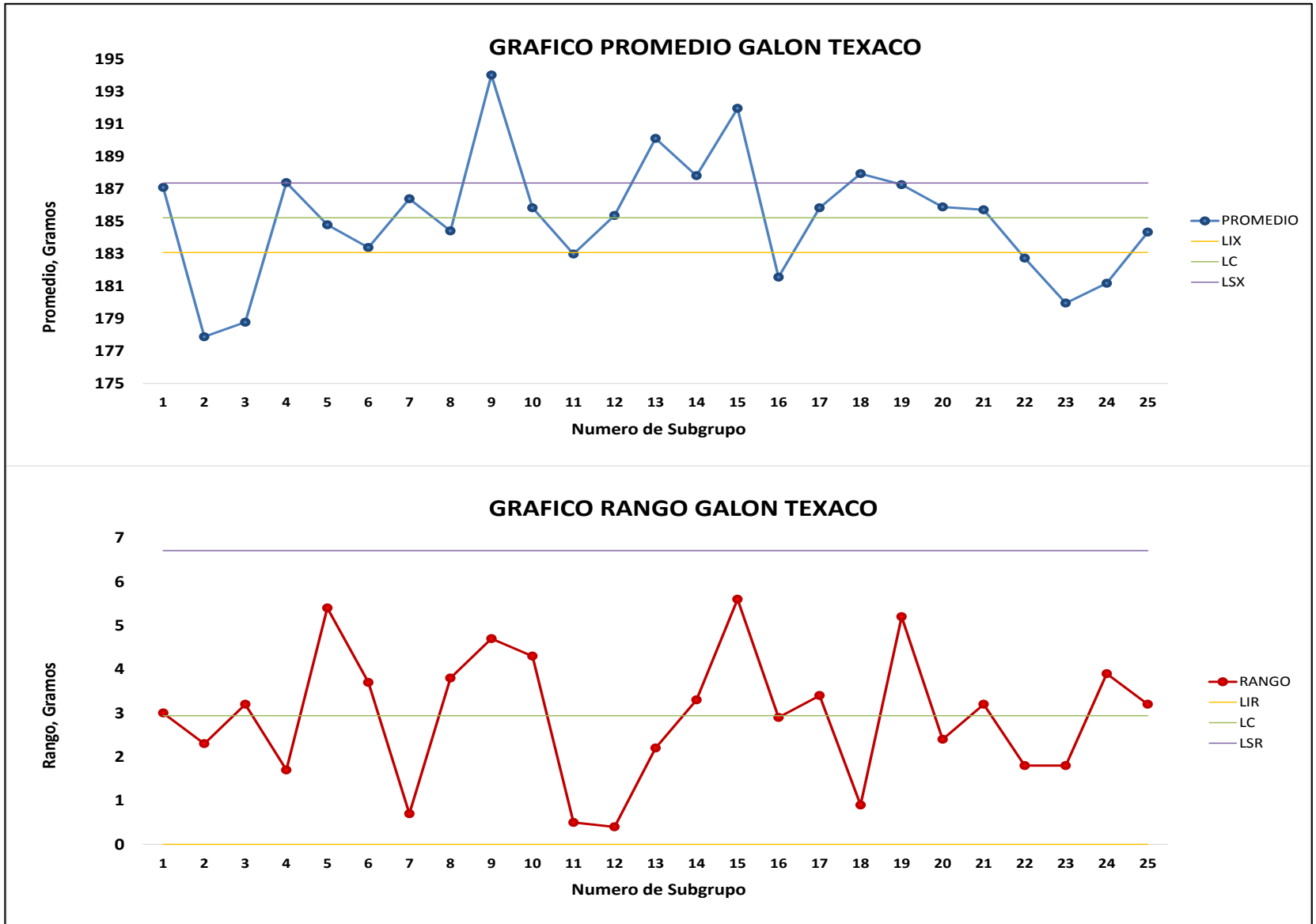
ANEXO 10. LINEAS CENTRALES Y LÍMITES TENTATIVOS PARA LAS GRAFICAS \bar{X} y R











ANEXO 11. FORMATOS PARA CARTAS DE CONTROL DE LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS.

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA BIDON 20 LITROS									
NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	COMENTARIO
			X1	X2	X3	X4			
1	31/12/2012	10:45:00 a. m.	1075,10	1071,20	1070,30	1071,20	1071,95	4,80	
2	31/12/2012	10:55:00 a. m.	1048,40	1051,60	1046,10	1049,00	1048,78	5,50	
3	31/12/2012	11:15:00 a. m.	1051,70	1053,80	1075,80	1068,80	1062,53	24,10	
4	31/12/2012	1:30:00 a. m.	1033,10	1035,70	1028,50	1057,30	1038,65	4,60	MATERIAL CONTAMINADO
5	31/12/2012	2:00:00 a. m.	1070,00	1076,70	1063,90	1068,00	1069,65	12,80	
6	01/01/2013	10:40:00 a. m.	1034,70	1039,10	1034,90	1040,10	1037,20	5,40	MATERIAL CONTAMINADO
7	01/01/2013	11:00:00 a. m.	1045,70	1048,20	1045,80	1058,10	1049,45	12,40	
8	01/01/2013	11:20:00 a. m.	1061,20	1064,10	1073,10	1053,50	1062,98	19,60	
9	01/01/2013	11:40:00 a. m.	1036,40	1051,10	1044,80	1039,10	1042,85	14,70	
10	01/01/2013	12:00:00 p. m.	1058,90	1043,30	1044,10	1053,50	1049,95	15,60	
11	02/01/2013	10:30:00 a. m.	1080,80	1066,40	1097,10	1082,20	1081,63	30,70	REINICIO MAQ CORTE SUM ELECTRICO
12	02/01/2013	10:50:00 a. m.	1078,00	1092,10	1108,80	1095,10	1093,50	30,80	REINICIO MAQ CORTE SUM ELECTRICO
13	02/01/2013	11:10:00 a. m.	1041,10	1068,40	1037,90	1038,50	1046,48	30,50	
14	02/01/2013	11:30:00 a. m.	1021,70	1043,70	1045,60	1035,70	1036,68	23,90	
15	02/01/2013	11:50:00 p. m.	1060,20	1066,20	1061,80	1056,90	1061,28	9,30	
16	03/01/2013	10:43:00 a. m.	1068,40	1063,60	1070,10	1065,30	1066,85	6,50	
17	03/01/2013	10:53:00 a. m.	1023,50	1024,00	1071,80	1072,30	1047,90	48,80	CAMBIO DE MATERIAL
18	03/01/2013	11:13:00 a. m.	1050,10	1067,50	1075,20	1072,20	1066,25	25,10	
19	03/01/2013	11:33:00 a. m.	1075,10	1071,20	1070,30	1071,20	1071,95	4,80	
20	03/01/2013	11:53:00 a. m.	1048,40	1051,60	1046,10	1049,00	1048,78	5,50	
21	04/01/2013	10:10:00 a. m.	1051,70	1053,80	1075,80	1068,80	1062,53	24,10	
22	04/01/2013	10:30:00 a. m.	1036,40	1051,10	1044,80	1039,10	1042,85	14,70	
23	04/01/2013	10:50:00 a. m.	1045,70	1048,20	1045,80	1058,10	1049,45	12,40	
24	04/01/2013	11:10:00 a. m.	1061,20	1064,10	1073,10	1053,50	1062,98	19,60	
25	04/01/2013	12:30:00 p. m.	1034,70	1039,10	1034,90	1040,10	1037,20	5,40	CAMBIO DE MATERIAL
SUMA			$\Sigma x / \Sigma R$				26410,25	411,60	

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA CLOROX 3800 cc

NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	COMENTARIO
			X1	X2	X3	X4			
1	08/01/2013	12:10:00 p. m.	102,20	102,10	101,70	101,10	101,78	1,10	
2	08/01/2013	12:30:00 p. m.	101,70	102,30	101,80	101,50	101,83	0,80	
3	08/01/2013	12:50:00 p. m.	102,80	104,20	102,60	103,20	103,20	1,60	REINICIO MAQ CORTE SUM ELECTRICO
4	08/01/2013	1:10:00 p. m.	102,10	102,20	102,00	101,90	102,05	0,30	
5	08/01/2013	1:30:00 p. m.	102,70	101,80	101,80	102,00	102,08	0,90	
6	09/01/2013	12:50:00 p. m.	101,60	102,30	101,00	101,60	101,63	1,30	
7	09/01/2013	1:10:00 p. m.	99,90	101,20	99,90	101,20	100,55	1,30	
8	09/01/2013	1:30:00 p. m.	98,10	100,10	100,00	100,70	99,73	2,60	
9	09/01/2013	1:50:00 p. m.	101,60	100,30	101,40	100,90	101,05	1,30	
10	09/01/2013	2:10:00 p. m.	98,50	99,70	100,00	98,50	99,18	1,50	AJUSTE MECANICO (LUBRICACION)
11	10/01/2013	12:55:00 p. m.	100,10	101,10	101,10	102,00	101,08	0,90	
12	10/01/2013	1:15:00 p. m.	100,90	101,50	101,80	102,60	101,70	1,70	
13	10/01/2013	1:35:00 p. m.	103,70	103,70	102,90	103,90	103,55	1,00	CAMBIO DE MATERIAL
14	10/01/2013	1:55:00 p. m.	100,80	101,80	101,60	101,00	101,30	1,00	
15	10/01/2013	2:15:00 p. m.	99,20	99,80	100,20	99,90	99,78	1,00	
16	11/01/2013	9:25:00 a. m.	101,80	101,50	101,70	101,60	101,65	0,30	
17	11/01/2013	9:45:00 a. m.	101,20	101,00	101,20	100,60	101,00	0,60	
18	11/01/2013	10:05:00 a. m.	101,30	101,10	101,10	101,30	101,20	0,20	
19	11/01/2013	10:25:00 a. m.	100,40	100,00	100,30	99,80	100,13	0,60	
20	11/01/2013	10:45:00 a. m.	101,70	101,50	101,70	101,70	101,65	0,20	
21	12/01/2013	9:45:00 a. m.	103,70	100,30	102,00	101,60	101,90	3,40	AJUSTE MECANICO (CONTAMINACION)
22	12/01/2013	10:05:00 a. m.	101,30	99,70	99,50	100,70	100,30	1,80	
23	12/01/2013	10:25:00 a. m.	98,40	99,10	104,10	101,40	100,75	5,70	AJUSTE MECANICO (CONTAMINACION)
24	12/01/2013	10:45:00 a. m.	99,10	101,80	102,50	101,50	101,23	3,40	AJUSTE MECANICO (CONTAMINACION)
25	12/01/2013	11:05:00 a. m.	101,40	101,60	102,10	100,00	101,28	2,10	
SUMA			$\Sigma x / \Sigma R$				2531,53	36,60	

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA ENVASE CLOROX 2000 cc

NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	COMENTARIO
			X1	X2	X3	X4			
1	19/01/2013	10:40:00 a. m.	63,40	64,90	59,60	63,10	62,75	5,30	
2	19/01/2013	10:50:00 a. m.	62,90	63,80	64,70	63,80	63,80	1,80	
3	19/01/2013	11:10:00 a. m.	64,30	63,10	63,50	63,30	63,55	1,20	
4	19/01/2013	11:30:00 a. m.	63,10	64,10	63,10	65,90	64,05	2,80	
5	19/01/2013	11:50:00 a. m.	63,80	62,80	63,20	63,40	63,30	1,00	
6	20/01/2013	10:40:00 a. m.	59,10	62,90	58,80	61,40	60,55	4,10	
7	20/01/2013	11:00:00 a. m.	62,80	62,70	58,60	61,50	61,40	4,20	
8	20/01/2013	11:20:00 a. m.	53,70	63,00	58,70	61,60	59,25	4,30	
9	20/01/2013	11:40:00 a. m.	59,50	64,70	58,70	63,30	61,55	6,00	
10	20/01/2013	12:00:00 p. m.	58,60	63,10	58,70	61,50	60,48	4,50	
11	21/01/2013	10:32:00 a. m.	59,30	63,00	59,00	61,50	60,70	4,00	
12	21/01/2013	10:52:00 a. m.	59,70	63,10	58,90	62,40	61,03	4,20	
13	21/01/2013	11:12:00 a. m.	59,10	63,40	59,20	62,20	60,98	4,30	
14	21/01/2013	11:32:00 a. m.	59,30	64,00	58,80	66,50	62,15	5,20	
15	21/01/2013	11:52:00 p. m.	59,70	63,20	58,90	63,80	61,40	3,50	
16	22/01/2013	10:43:00 a. m.	60,00	63,40	58,70	63,50	61,40	4,70	
17	22/01/2013	10:53:00 a. m.	59,90	63,00	58,70	63,40	61,25	4,30	
18	22/01/2013	11:13:00 a. m.	59,50	63,00	58,40	63,90	61,20	4,60	
19	22/01/2013	11:33:00 a. m.	59,40	64,50	59,10	63,20	61,55	5,40	
20	22/01/2013	11:53:00 a. m.	59,50	64,60	60,00	62,70	61,70	5,10	
21	23/01/2013	11:10:00 a. m.	61,70	63,10	58,80	63,30	61,73	4,50	
22	23/01/2013	11:30:00 a. m.	59,30	64,00	59,30	63,00	61,40	4,70	
23	23/01/2013	11:50:00 a. m.	59,00	62,30	59,10	64,60	61,25	3,30	
24	23/01/2013	12:10:00 a. m.	58,80	62,30	59,10	63,40	60,90	3,50	
25	23/01/2013	12:30:00 p. m.	59,50	63,10	58,60	63,50	61,18	4,50	
SUMA						$\sum x / \sum R$	1540,48	101,00	

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA GARRAFA 5 LITROS

NUMERO DE	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	COMENTARIO
			X1	X2	X3	X4			
1	29/01/2013	9:25:00 a. m.	171,0	171,4	171,8	172,8	171,75	1,80	
2	29/01/2013	10:25:00 a. m.	171,6	172,0	171,3	171,7	171,65	0,70	
3	29/01/2013	11:25:00 a. m.	171,8	171,6	172,4	170,7	171,63	1,70	
4	29/01/2013	12:25:00 p. m.	171,6	171,0	171,0	172,0	171,40	1,00	
5	29/01/2013	1:25:00 p. m.	171,7	171,7	170,7	170,6	171,18	1,10	
6	30/01/2013	2:25:00 p. m.	171,2	170,1	170,1	170,1	170,38	1,10	
7	30/01/2013	9:35:00 a. m.	173,4	176,2	176,7	177,1	175,85	3,70	
8	30/01/2013	10:35:00 a. m.	171,0	170,8	170,6	169,8	170,55	1,20	
9	30/01/2013	11:35:00 a. m.	170,5	170,1	169,3	170,5	170,10	1,20	
10	30/01/2013	12:35:00 p. m.	176,9	176,1	174,9	175,1	175,75	2,00	
11	31/01/2013	1:35:00 p. m.	170,5	171,1	170,4	170,3	170,58	0,80	
12	31/01/2013	8:10:00 a. m.	170,4	170,0	170,4	169,8	170,15	0,60	
13	31/01/2013	9:10:00 a. m.	174,6	174,6	173,8	173,8	174,20	0,80	
14	31/01/2013	10:10:00 a. m.	170,3	170,2	169,9	170,3	170,18	0,40	
15	31/01/2013	11:10:00 a. m.	170,3	169,4	169,8	168,8	169,58	1,50	
16	01/02/2013	12:10:00 p. m.	173,8	174,3	172,8	173,3	173,55	1,50	
17	01/02/2013	6:50:00 a. m.	169,6	169,4	169,8	170,2	169,75	0,80	
18	01/02/2013	7:50:00 a. m.	168,8	169,2	168,8	169,0	168,95	0,40	
19	01/02/2013	8:50:00 a. m.	173,2	172,9	172,5	171,6	172,55	1,60	
20	01/02/2013	9:50:00 a. m.	170,0	169,3	168,7	168,8	169,20	1,20	
21	02/02/2013	10:50:00 a. m.	170,0	169,9	170,7	170,8	170,35	0,90	
22	02/02/2013	11:50:00 a. m.	171,4	171,5	171,5	172,3	171,68	0,90	
23	02/02/2013	12:50:00 p. m.	170,6	170,3	170,0	169,8	170,18	0,80	
24	02/02/2013	1:50:00 p. m.	172,4	172,9	172,5	172,8	172,65	0,50	
25	02/02/2013	2:50:00 p. m.	169,4	169,6	170,8	170,8	170,15	1,40	
SUMA						$\Sigma x / \Sigma s$	4283,90	29,60	

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA GALON TEXACO

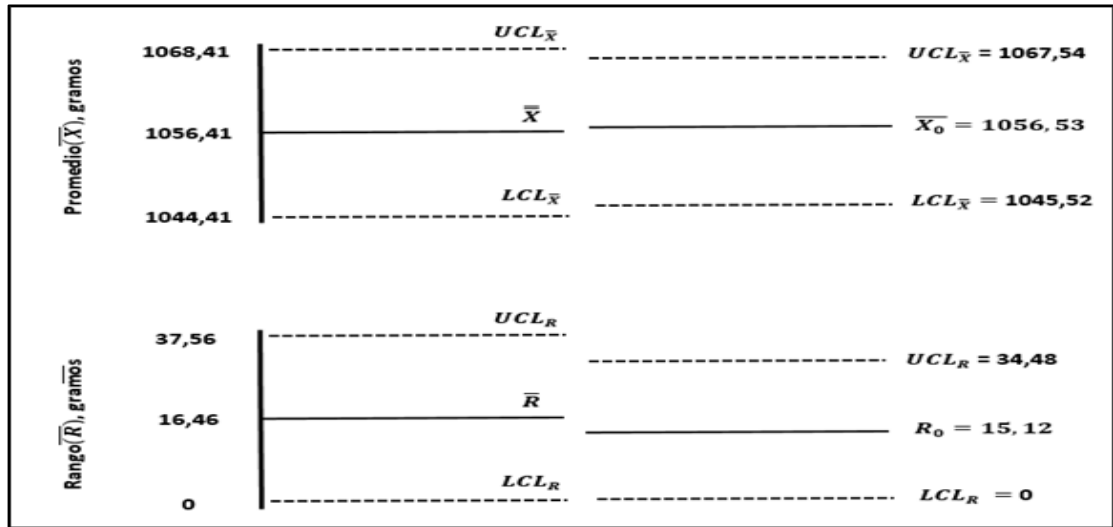
NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	COMENTARIO
			X1	X2	X3	X4			
1	05/02/2013	1:10:00 p. m.	188,70	187,40	186,50	185,70	187,08	3,00	
2	05/02/2013	2:10:00 p. m.	178,70	177,50	176,50	178,80	177,88	2,30	
3	05/02/2013	3:10:00 p. m.	179,60	176,70	179,90	178,90	178,78	3,20	CAMBIO DE PIGMENTO
4	05/02/2013	4:10:00 p. m.	186,90	188,30	186,60	187,70	187,38	1,70	CAMBIO DE PIGMENTO
5	05/02/2013	5:10:00 p. m.	184,70	187,20	185,40	181,80	184,78	5,40	
6	06/02/2013	11:12:00 a. m.	183,80	181,30	185,00	183,40	183,38	3,70	
7	06/02/2013	12:12:00 p. m.	186,10	186,80	186,50	186,10	186,38	0,70	
8	06/02/2013	1:12:00 p. m.	183,00	183,60	184,20	186,80	184,40	3,80	
9	06/02/2013	2:12:00 p. m.	196,00	194,20	191,30	194,50	194,00	4,70	FALLA EN EL TORNILLO DE CAÑON
10	06/02/2013	3:12:00 p. m.	184,20	188,30	184,00	186,80	185,83	4,30	
11	07/02/2013	10:30:00 a. m.	182,80	182,90	183,30	182,90	182,98	0,50	
12	07/02/2013	11:30:00 a. m.	185,10	185,40	185,40	185,50	185,35	0,40	
13	07/02/2013	2:00:00 p. m.	191,10	188,90	190,90	189,50	190,10	2,20	MANTENIMIENTO BOQUILLA
14	07/02/2013	3:00:00 p. m.	188,50	188,00	185,70	189,00	187,80	3,30	MANTENIMIENTO BOQUILLA
15	07/02/2013	4:00:00 p. m.	188,90	194,50	193,20	191,20	191,95	5,60	MANTENIMIENTO BOQUILLA
16	08/02/2013	5:00:00 p. m.	183,10	180,20	180,90	182,00	181,55	2,90	
17	08/02/2013	3:00:00 p. m.	187,60	185,90	184,20	185,60	185,83	3,40	
18	08/02/2013	4:00:00 p. m.	187,90	187,90	188,40	187,50	187,93	0,90	
19	08/02/2013	5:00:00 p. m.	186,10	185,20	187,30	190,40	187,25	5,20	
20	08/02/2013	6:00:00 p. m.	184,40	186,60	186,80	185,70	185,88	2,40	
21	09/02/2013	10:30:00 a. m.	187,30	184,10	186,40	185,00	185,70	3,20	
22	09/02/2013	11:30:00 a. m.	182,60	181,70	183,50	183,10	182,73	1,80	MATERIAL CONTAMINADO
23	09/02/2013	12:30:00 p. m.	180,70	178,90	180,30	179,90	179,95	1,80	MATERIAL CONTAMINADO
24	09/02/2013	9:35:00 a. m.	180,70	181,70	183,10	179,20	181,18	3,90	MATERIAL CONTAMINADO
25	09/02/2013	10:35:00 a. m.	182,60	183,70	185,80	185,20	184,33	3,20	
SUMA			$\Sigma x / \Sigma R$				4630,33	73,50	

ANEXO 12. LÍNEA CENTRAL Y LÍMITES DE CONTROL REVISADOS.

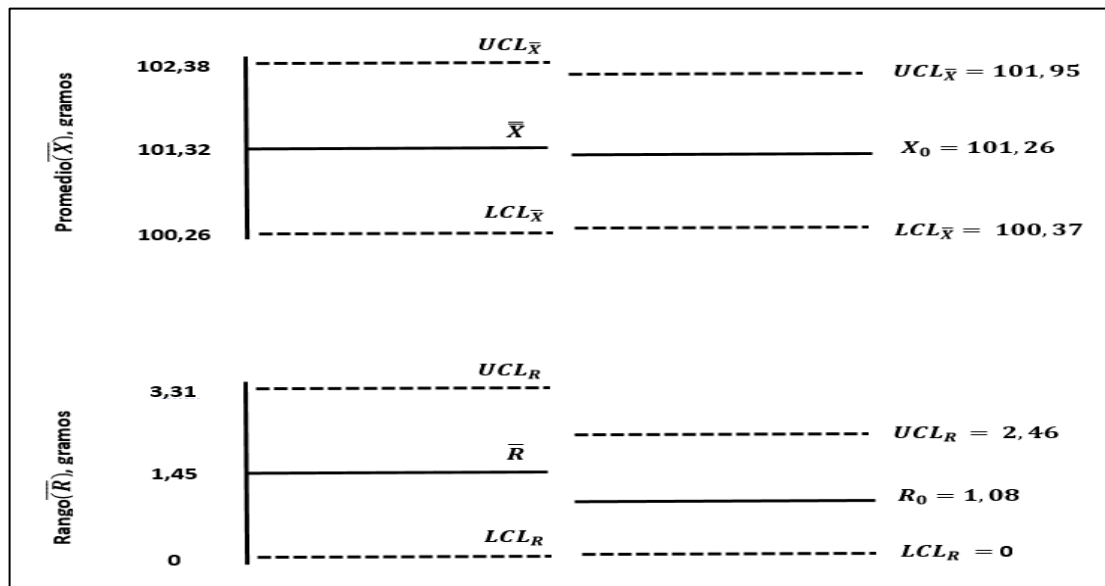
	NUEVO PROMEDIO	NUEVO PROMEDIO DE RANGOS	NUEVA DESVIACION ESTANDAR	PROMEDIO DE PROMEDIOS DE SUBGRUPO	PROMEDIO DE RANGOS DE SUBGRUPO	LIMITE SUPERIOR REVISADO PROMEDIO	LIMITE INFERIOR REVISADO PROMEDIO	LIMITE SUPERIOR REVISADO RANGO	LIMITE INFERIOR REVISADO RANGO
PRODUCTOS	\bar{X}_0	R_0	σ_0	$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g}$	$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{R}_i}{g}$	$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0$	$LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0$	$UCL_R = D_2\sigma_0$	$LCL_R = D_1\sigma_0$
BIDON 20 LITROS – BRINSA	1056,53	15,12	7,34	1056,41	16,46	1067,54	1045,52	34,48	0
ENVASE CLOROX/LIMPIDO 3800 cc	101,16	1,08	0,52	101,261	1,46	101,95	100,37	2,46	0
ENVASE CLOROX 2000 cc	61,62	4,04	1,96	61,62	4,04	64,56	58,68	9,21	0
GALON TEXACO	185,37	2,94	1,43	185,21	2,94	187,515	183,23	6,72	0

ANEXO 13. LÍMITES DE CONTROL, TENTATIVOS Y REVISADOS

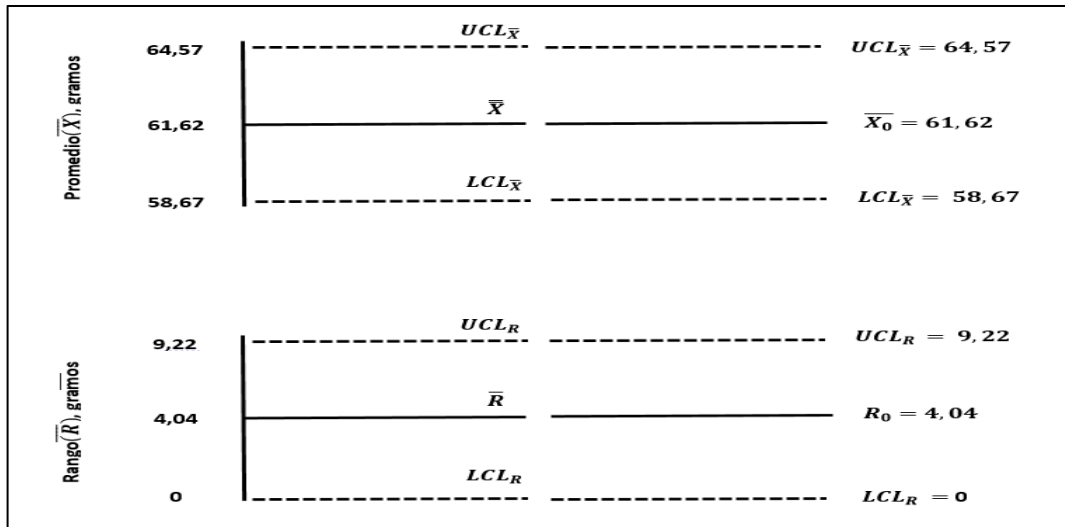
13-1. Bidón 20 litros.



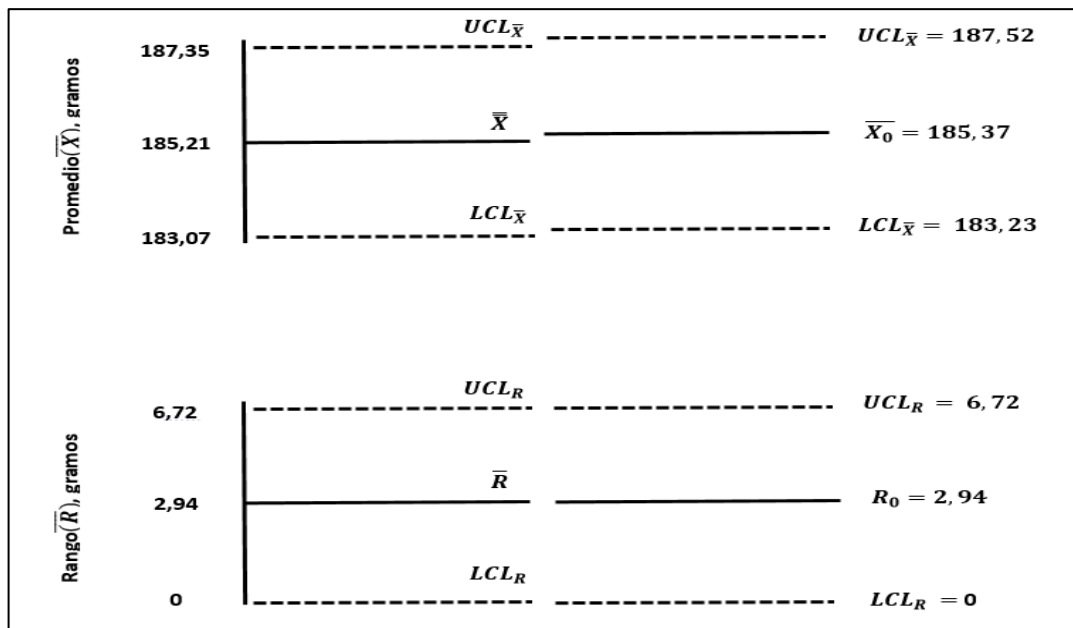
13-2. Clorox/Límpido 3800cc.



13-3. Clorox 2000cc.

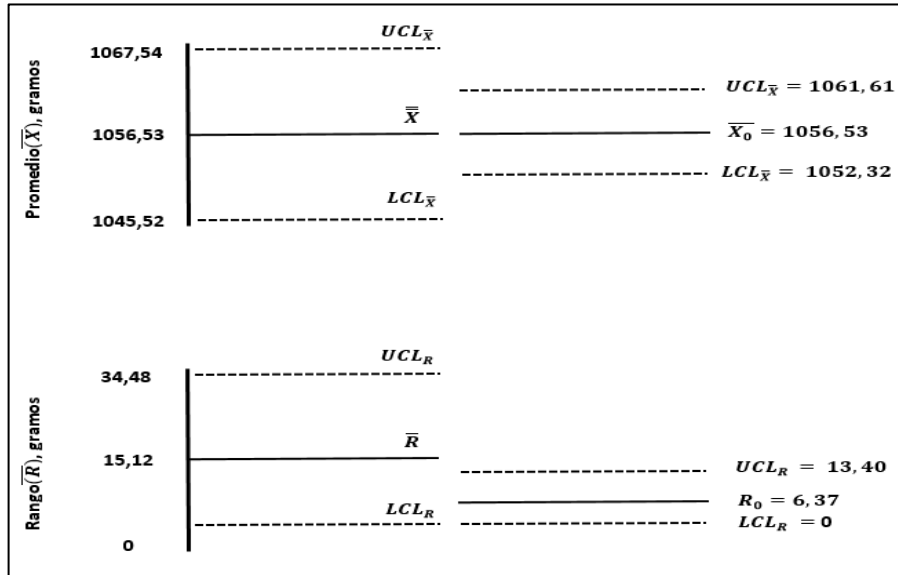


13-4. Galón Texaco.

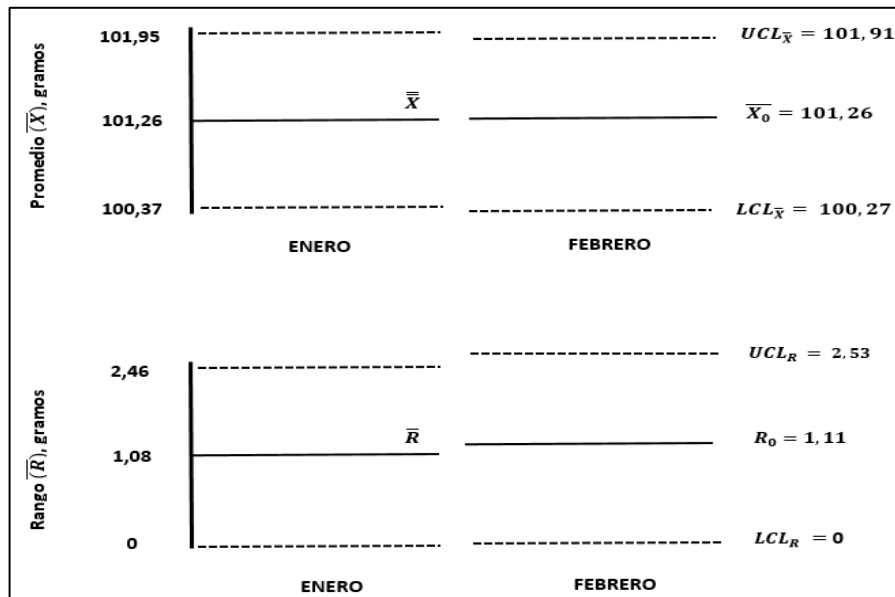


ANEXO 14. LIMITES DE CONTROL OBTENIDOS DESPUES DE LA MEJORA

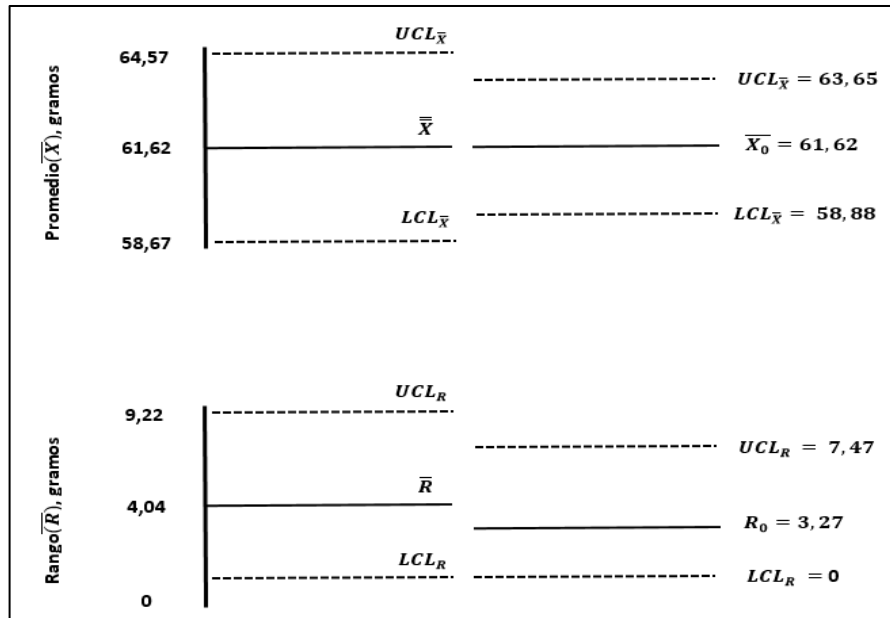
14-1. Bidón 20 litros.



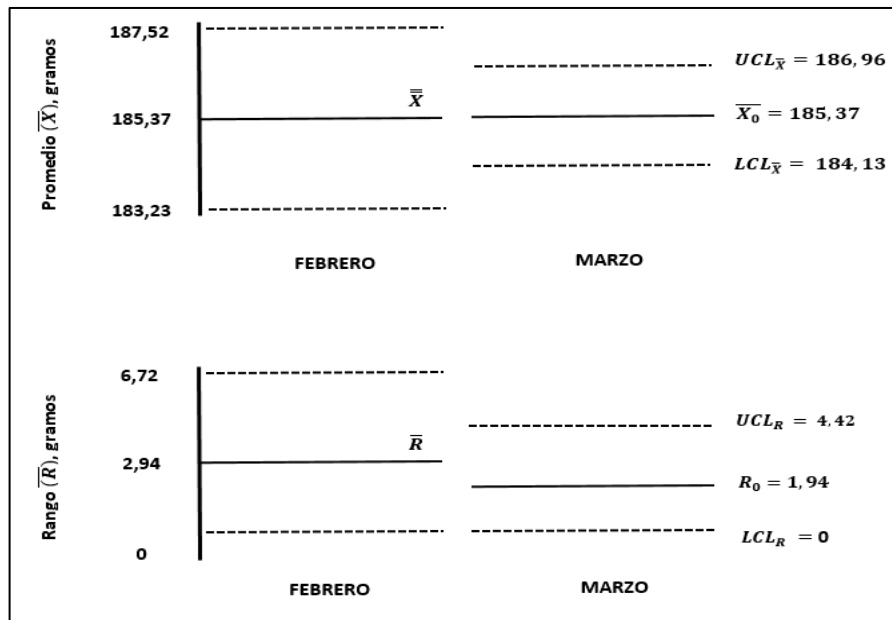
14-2. Clorox/Límpido 3800cc.



14-3. Clorox 2000cc.



14-4. Galón Texaco.



ANEXO 15. GRÁFICAS DE CONTROL PARA EL ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES FUERA DE CONTROL

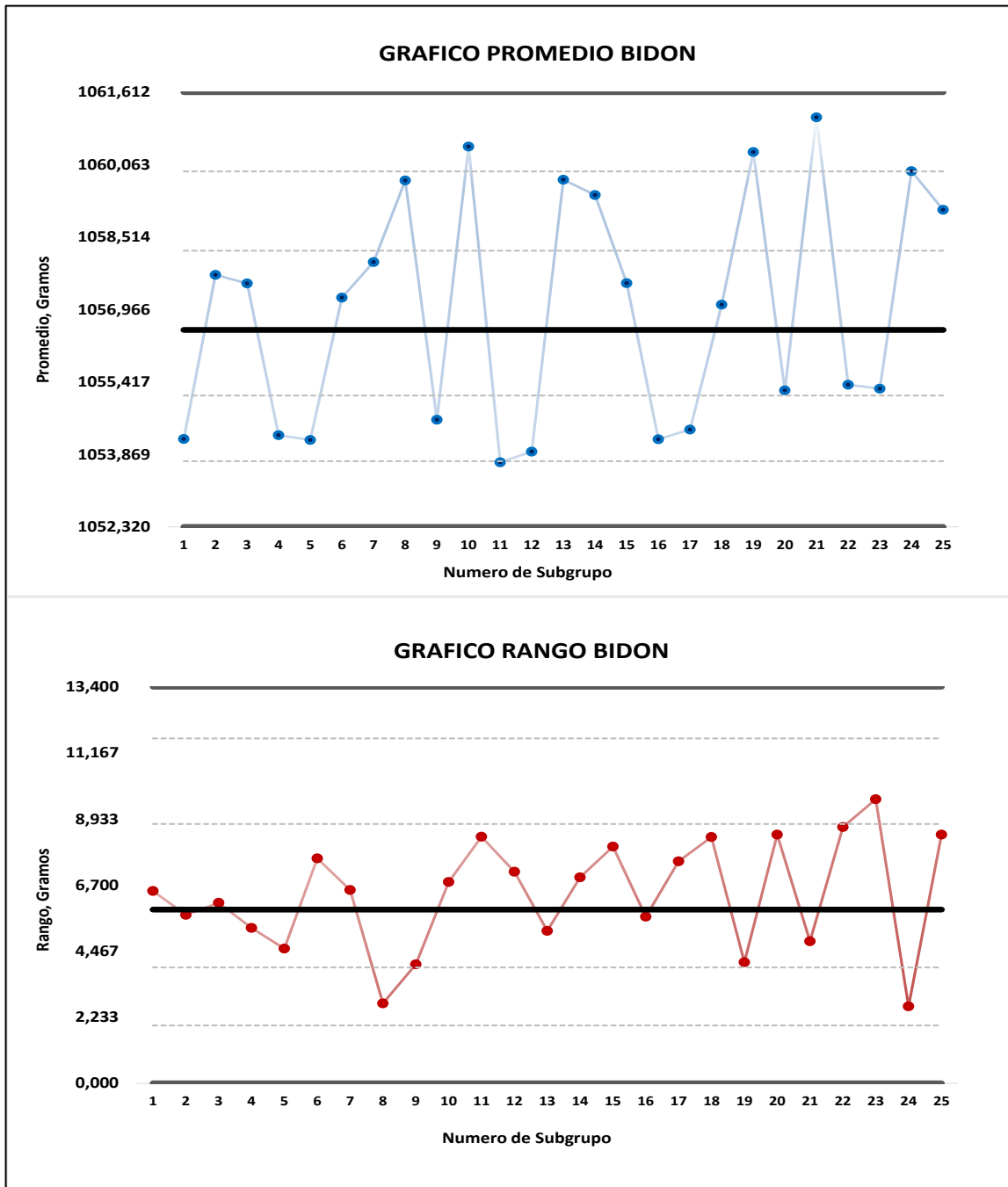


GRAFICO PROMEDIO CLOROX/LIMPIDO 3800 cc

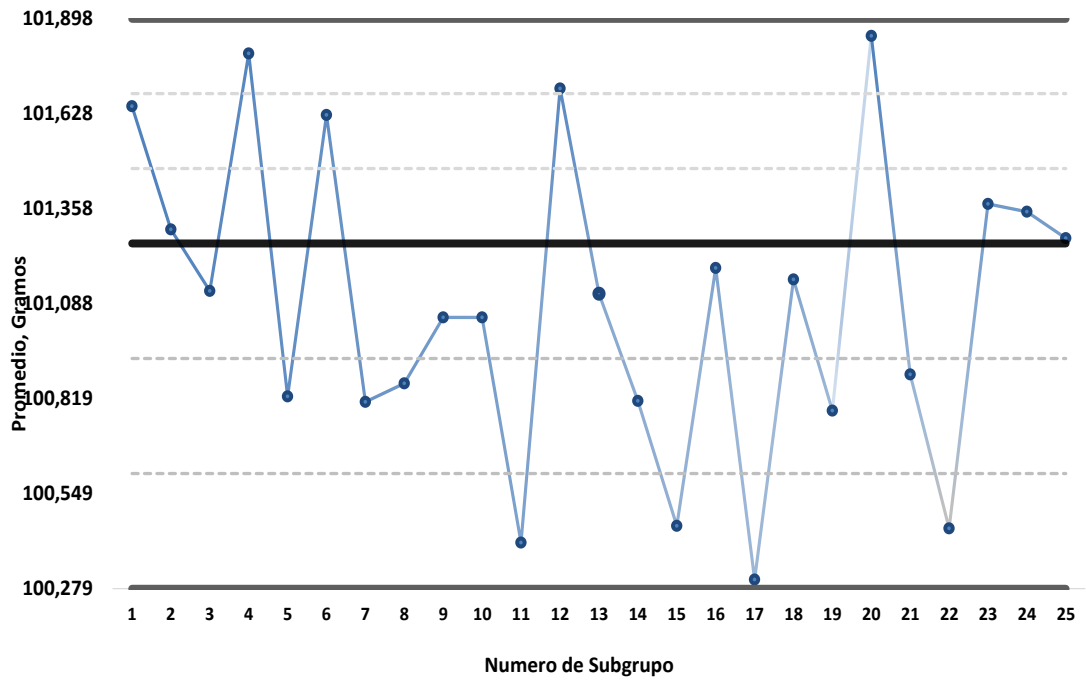


GRAFICO RANGO CLOROX/LIMPIDO 3800 cc

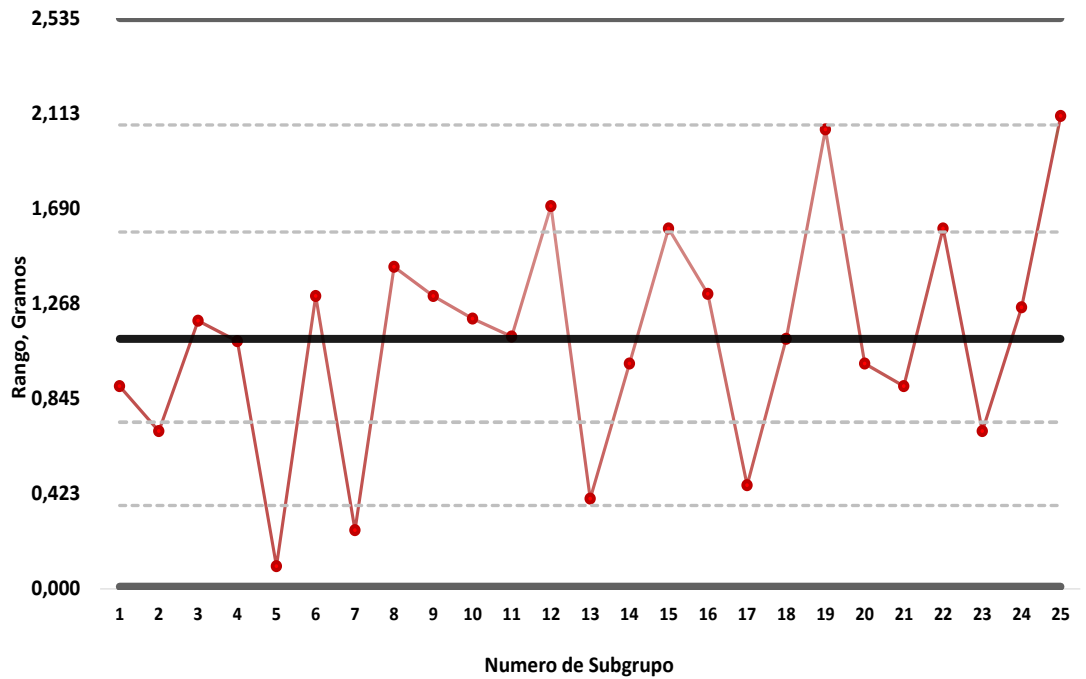


GRAFICO PROMEDIO CLOROX 2000 cc

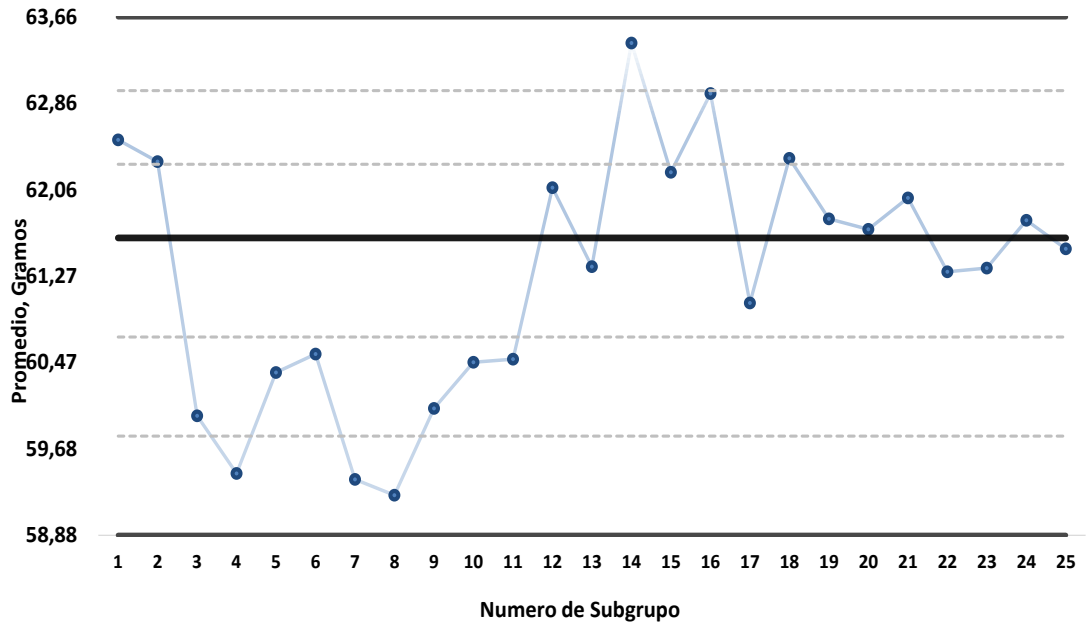


GRAFICO RANGO CLOROX 2000 cc

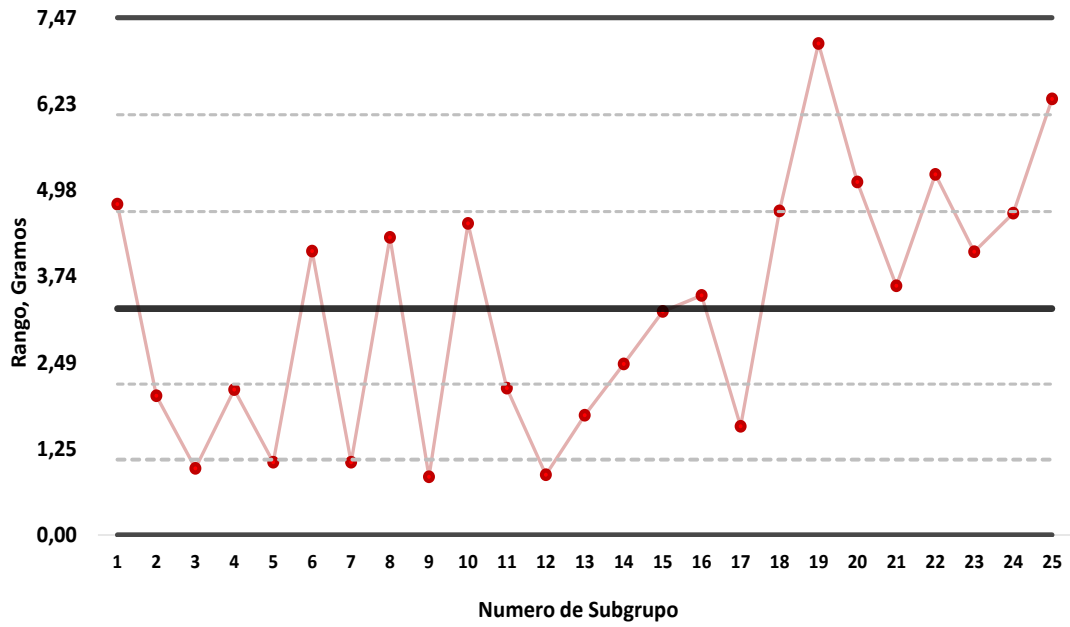


GRAFICO PROMEDIO GARRAFA 5 L

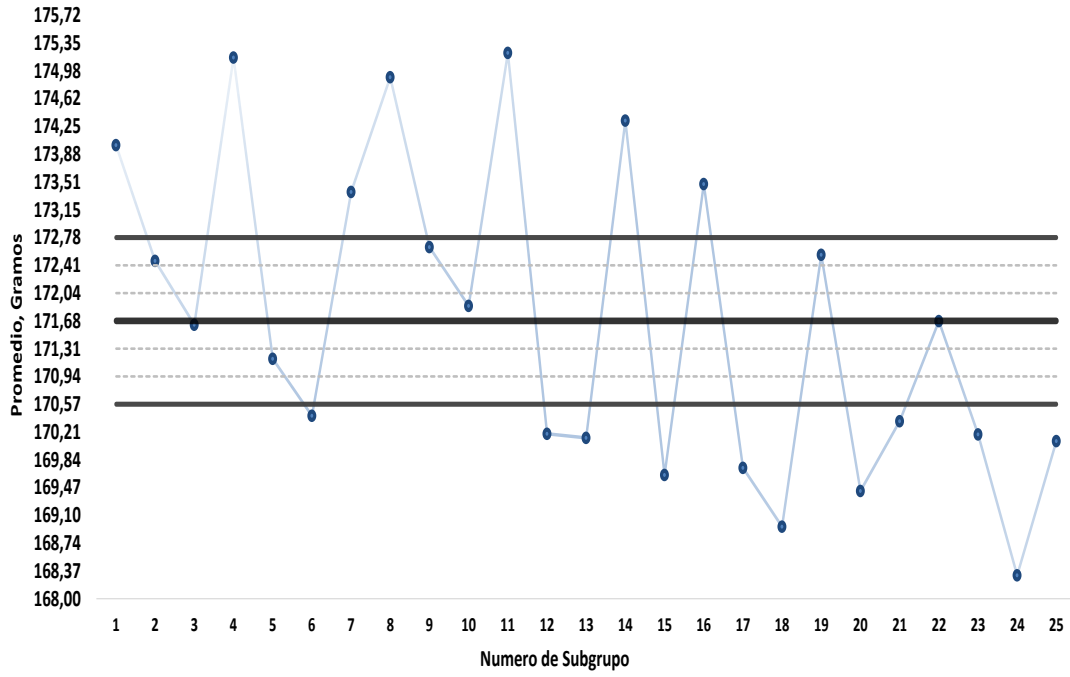


GRAFICO RANGO GARRAFA 5 L

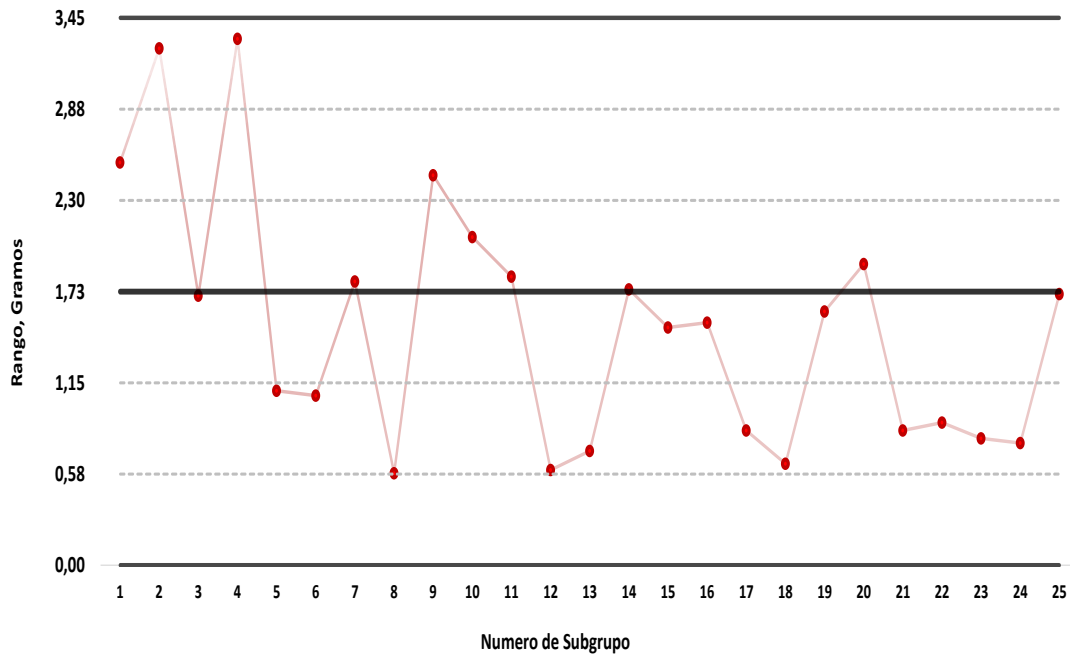


GRAFICO PROMEDIO GALON TEXACO

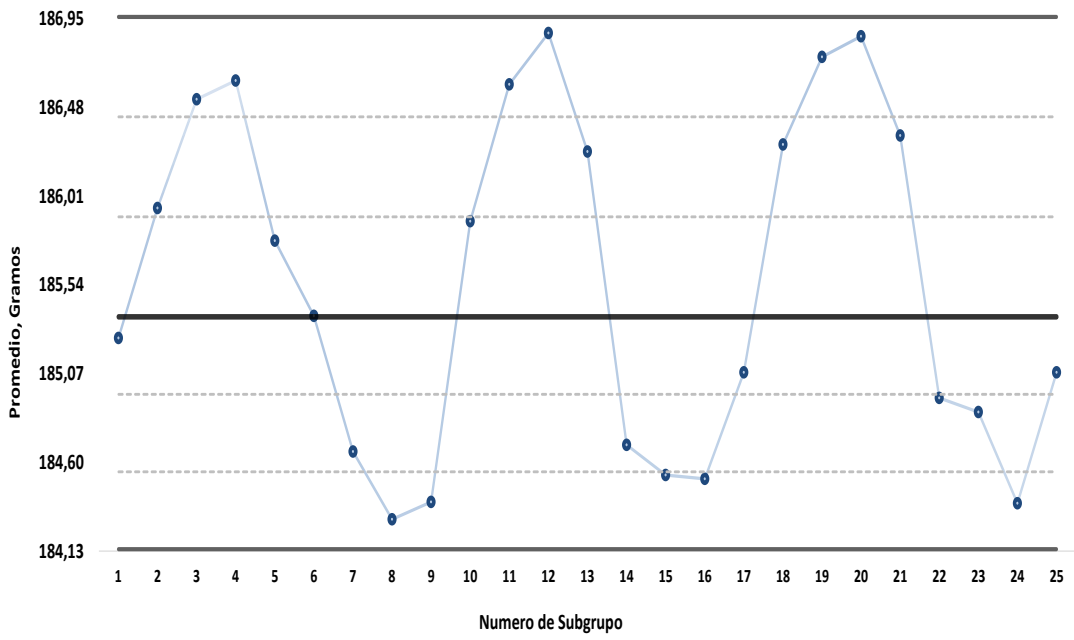
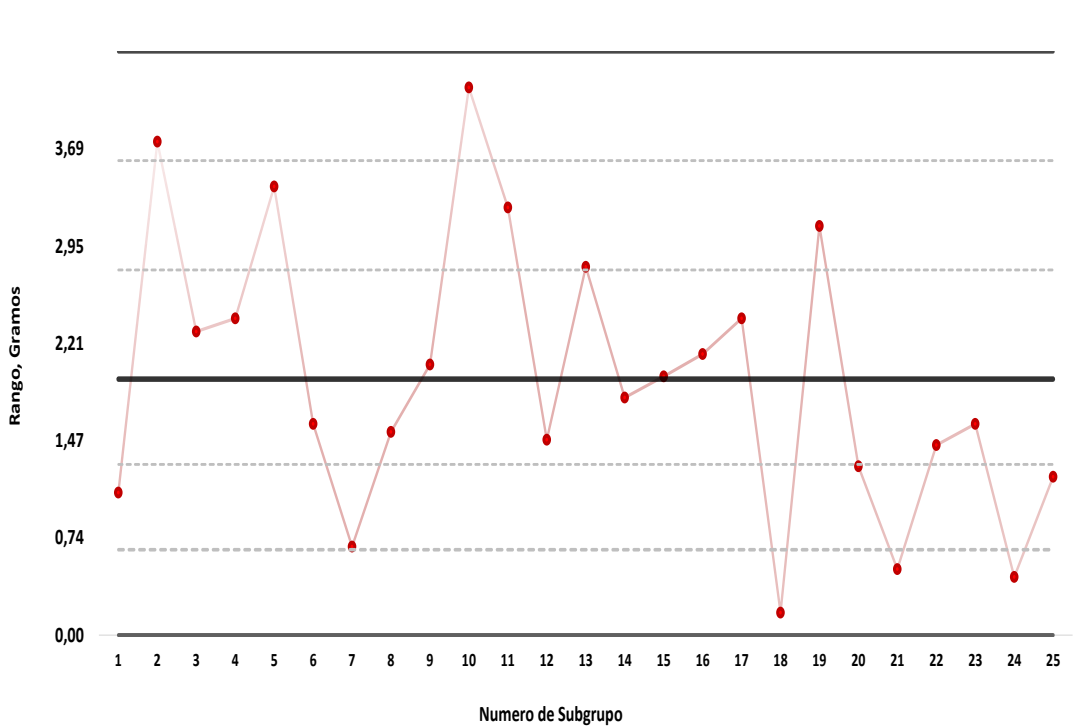


GRAFICO RANGO GALON TEXACO



ANEXO 16. CALCULO DE LOS RANGOS Y DESVIACIONES ESTANDAR PARA LOS SUBGRUPOS DE LAS GRAFICAS DE CONTROL

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA BIDON 20 LITROS									
NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL s
			X1	X2	X3	X4			
1	04/02/2013	10:10:00 a. m.	1054,20	1055,50	1050,30	1056,80	1054,20	6,50	2,81
2	04/02/2013	10:40:00 a. m.	1059,92	1054,23	1058,18	1058,50	1057,71	5,69	2,44
3	04/02/2013	11:10:00 a. m.	1054,70	1055,80	1060,80	1058,80	1057,53	6,10	2,79
4	04/02/2013	11:40:00 a. m.	1056,10	1052,87	1050,85	1057,30	1054,28	5,25	2,95
5	04/02/2013	12:10:00 p. m.	1056,00	1051,45	1053,90	1055,36	1054,18	4,55	2,02
6	05/02/2013	10:30:00 a. m.	1060,70	1053,10	1060,90	1054,18	1057,22	7,60	4,16
7	05/02/2013	11:00:00 a. m.	1055,70	1058,20	1055,80	1062,23	1057,98	6,53	3,06
8	05/02/2013	11:30:00 a. m.	1061,20	1059,10	1060,10	1058,50	1059,73	2,70	1,18
9	05/02/2013	12:00:00 p. m.	1056,40	1054,36	1055,31	1052,38	1054,61	4,02	1,71
10	05/02/2013	12:30:00 p. m.	1063,90	1059,30	1057,10	1061,50	1060,45	6,80	2,92
11	06/02/2013	10:30:00 a. m.	1057,56	1050,45	1057,56	1049,23	1053,70	8,33	4,48
12	06/02/2013	10:50:00 a. m.	1053,65	1056,68	1056,27	1049,12	1053,93	7,15	3,48
13	06/02/2013	11:10:00 a. m.	1059,84	1061,40	1061,48	1056,25	1059,74	5,15	2,45
14	06/02/2013	11:30:00 a. m.	1062,66	1058,70	1060,60	1055,70	1059,42	6,96	2,96
15	06/02/2013	11:50:00 p. m.	1060,20	1056,20	1060,86	1052,86	1057,53	8,00	3,73
16	07/02/2013	10:43:00 a. m.	1055,40	1050,60	1056,23	1054,54	1054,19	5,63	2,49
17	07/02/2013	10:53:00 a. m.	1055,50	1054,00	1057,80	1050,30	1054,40	7,50	3,15
18	07/02/2013	11:13:00 a. m.	1052,10	1060,56	1055,20	1060,42	1057,07	8,32	4,15
19	07/02/2013	11:33:00 a. m.	1059,16	1061,86	1058,11	1062,20	1060,33	4,09	2,01
20	07/02/2013	11:53:00 a. m.	1059,40	1052,45	1058,10	1051,00	1055,24	8,40	4,13
21	08/02/2013	10:10:00 a. m.	1061,70	1058,00	1062,80	1061,80	1061,08	4,80	2,11
22	08/02/2013	10:30:00 a. m.	1058,78	1051,10	1051,80	1059,76	1055,36	8,66	4,54
23	08/02/2013	10:50:00 a. m.	1059,70	1056,20	1050,10	1055,10	1055,28	9,60	3,97
24	08/02/2013	11:10:00 a. m.	1060,00	1060,10	1061,10	1058,50	1059,93	2,60	1,07
25	08/02/2013	12:30:00 p. m.	1056,70	1060,10	1054,50	1065,10	1059,10	8,40	4,62
SUMA						Σx / ΣR	26424,17	159,33	75,37

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA GARRAFA 5 LITROS

NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL s
			X1	X2	X3	X4			
1	29/01/2013	9:25:00 a. m.	172,58	173,65	174,66	175,12	174,00	2,54	1,13
2	29/01/2013	10:25:00 a. m.	172,32	174,56	171,30	171,70	172,47	3,26	1,46
3	29/01/2013	11:25:00 a. m.	171,80	171,60	172,40	170,70	171,63	1,70	0,70
4	29/01/2013	12:25:00 p. m.	176,60	173,65	176,86	173,54	175,16	3,32	1,81
5	29/01/2013	1:25:00 p. m.	171,70	171,70	170,70	170,60	171,18	1,10	0,61
6	30/01/2013	2:25:00 p. m.	171,20	170,19	170,17	170,13	170,42	1,07	0,52
7	30/01/2013	9:35:00 a. m.	172,40	173,38	173,56	174,19	173,38	1,79	0,74
8	30/01/2013	10:35:00 a. m.	175,09	174,67	175,21	174,63	174,90	0,58	0,29
9	30/01/2013	11:35:00 a. m.	172,56	172,69	171,45	173,91	172,65	2,46	1,01
10	30/01/2013	12:35:00 p. m.	172,84	172,63	170,77	171,26	171,88	2,07	1,02
11	31/01/2013	1:35:00 p. m.	174,65	174,16	175,98	176,10	175,22	1,82	0,97
12	31/01/2013	8:10:00 a. m.	170,46	170,00	170,41	169,86	170,18	0,60	0,30
13	31/01/2013	9:10:00 a. m.	170,36	170,45	169,97	169,73	170,13	0,72	0,34
14	31/01/2013	10:10:00 a. m.	174,32	173,95	173,65	175,39	174,33	1,74	0,76
15	31/01/2013	11:10:00 a. m.	170,30	169,51	169,94	168,80	169,64	1,50	0,65
16	01/02/2013	12:10:00 p. m.	173,80	174,19	172,66	173,30	173,49	1,53	0,66
17	01/02/2013	6:50:00 a. m.	169,58	169,35	169,80	170,20	169,73	0,85	0,36
18	01/02/2013	7:50:00 a. m.	168,65	169,29	168,76	169,12	168,96	0,64	0,30
19	01/02/2013	8:50:00 a. m.	173,20	172,90	172,50	171,60	172,55	1,60	0,70
20	01/02/2013	9:50:00 a. m.	170,67	169,30	168,96	168,77	169,43	1,90	0,86
21	02/02/2013	10:50:00 a. m.	170,05	169,94	170,61	170,79	170,35	0,85	0,42
22	02/02/2013	11:50:00 a. m.	171,40	171,50	171,50	172,30	171,68	0,90	0,42
23	02/02/2013	12:50:00 p. m.	170,60	170,30	170,00	169,80	170,18	0,80	0,35
24	02/02/2013	1:50:00 p. m.	168,56	168,69	168,07	167,92	168,31	0,77	0,37
25	02/02/2013	2:50:00 p. m.	169,23	169,54	170,63	170,94	170,09	1,71	0,83
SUMA						$\Sigma x / \Sigma s$	4291,91	37,82	17,55

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA ENVASE CLOROX 2000 cc

NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL s	
			X1	X2	X3	X4				
1	18/02/2013	10:40:00 a. m.	62,85	64,90	60,12	62,22	62,52	4,78	1,97	
2	18/02/2013	10:50:00 a. m.	61,73	61,64	63,74	62,18	62,32	2,01	0,97	
3	18/02/2013	11:10:00 a. m.	60,56	59,90	59,60	59,87	59,98	0,96	0,41	
4	18/02/2013	11:30:00 a. m.	59,31	58,36	59,67	60,46	59,45	2,10	0,87	
5	18/02/2013	11:50:00 a. m.	60,13	60,56	59,89	60,94	60,38	1,05	0,46	
6	19/02/2013	10:40:00 a. m.	59,10	62,90	58,80	61,40	60,55	4,10	1,95	
7	19/02/2013	11:00:00 a. m.	59,56	59,09	58,94	59,99	59,40	1,05	0,48	
8	19/02/2013	11:20:00 a. m.	53,70	63,00	58,70	61,60	59,25	4,30	4,11	
9	19/02/2013	11:40:00 a. m.	60,07	60,51	59,67	59,95	60,05	0,84	0,35	
10	19/02/2013	12:00:00 p. m.	58,60	63,10	58,70	61,50	60,48	4,50	2,21	
11	20/02/2013	10:32:00 a. m.	59,89	61,49	59,37	61,26	60,50	2,12	1,03	
12	20/02/2013	10:52:00 a. m.	61,68	62,29	61,81	62,55	62,08	0,87	0,41	
13	20/02/2013	11:12:00 a. m.	61,54	62,37	60,64	60,87	61,36	1,73	0,78	
14	20/02/2013	11:32:00 a. m.	63,22	64,56	63,79	62,09	63,42	2,47	1,04	
15	20/02/2013	11:52:00 p. m.	60,97	63,56	60,57	63,80	62,23	3,23	1,69	
16	21/02/2013	10:43:00 a. m.	61,11	64,57	61,59	64,53	62,95	3,46	1,86	
17	21/02/2013	10:53:00 a. m.	60,29	61,86	60,56	61,37	61,02	1,57	0,72	
18	21/02/2013	11:13:00 a. m.	60,43	64,66	59,98	64,34	62,35	4,68	2,49	
19	21/02/2013	11:33:00 a. m.	58,40	65,50	58,56	64,72	61,80	7,10	3,84	
20	21/02/2013	11:53:00 a. m.	59,50	64,60	60,00	62,70	61,70	5,10	2,39	
21	22/02/2013	11:10:00 a. m.	60,54	62,87	60,47	64,07	61,99	3,60	1,78	
22	22/02/2013	11:30:00 a. m.	58,66	63,87	59,09	63,61	61,31	5,21	2,82	
23	22/02/2013	11:50:00 a. m.	59,54	62,26	59,94	63,63	61,34	4,09	1,94	
24	22/02/2013	12:10:00 a. m.	59,80	64,22	59,57	63,54	61,78	4,65	2,44	
25	22/02/2013	12:30:00 p. m.	58,33	64,41	58,71	64,63	61,52	6,30	3,47	
SUMA							$\Sigma x / \Sigma R$	1531,72	81,87	42,48

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA CLOROX 3800 cc

NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	RANGO	DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL s
			X1	X2	X3	X4			
1	11/02/2013	12:10:00 p. m.	101,20	101,50	101,80	102,10	101,65	0,90	0,39
2	11/02/2013	12:30:00 p. m.	101,70	101,20	101,80	100,50	101,30	0,70	0,59
3	11/02/2013	12:50:00 p. m.	101,10	101,43	100,24	101,73	101,13	1,19	0,64
4	11/02/2013	1:10:00 p. m.	101,10	102,20	102,00	101,90	101,80	1,10	0,48
5	11/02/2013	1:30:00 p. m.	100,70	100,80	100,80	101,00	100,83	0,10	0,13
6	12/02/2013	12:50:00 p. m.	101,60	102,30	101,00	101,60	101,63	1,30	0,53
7	12/02/2013	1:10:00 p. m.	101,21	101,47	100,38	100,18	100,81	0,26	0,63
8	12/02/2013	1:30:00 p. m.	101,54	101,10	100,11	100,70	100,86	1,43	0,61
9	12/02/2013	1:50:00 p. m.	101,60	100,30	101,40	100,90	101,05	1,30	0,58
10	12/02/2013	2:10:00 p. m.	101,40	100,60	100,50	101,70	101,05	1,20	0,59
11	13/02/2013	12:55:00 p. m.	99,88	100,19	100,57	101,00	100,41	1,12	0,48
12	13/02/2013	1:15:00 p. m.	100,90	101,50	101,80	102,60	101,70	1,70	0,71
13	13/02/2013	1:35:00 p. m.	100,60	101,00	101,20	101,67	101,12	0,40	0,44
14	13/02/2013	1:55:00 p. m.	100,20	101,20	101,00	100,85	100,81	1,00	0,43
15	13/02/2013	2:15:00 p. m.	101,50	100,23	100,20	99,90	100,46	1,60	0,71
16	14/02/2013	9:25:00 a. m.	101,84	100,53	101,75	100,64	101,19	1,31	0,70
17	14/02/2013	9:45:00 a. m.	100,35	100,65	100,33	99,89	100,31	0,46	0,31
18	14/02/2013	10:05:00 a. m.	101,67	101,10	100,56	101,30	101,16	1,11	0,46
19	14/02/2013	10:25:00 a. m.	101,84	101,20	100,30	99,80	100,79	2,04	0,91
20	14/02/2013	10:45:00 a. m.	102,50	101,50	101,70	101,70	101,85	1,00	0,44
21	15/02/2013	9:45:00 a. m.	101,20	100,30	101,45	100,60	100,89	0,90	0,53
22	15/02/2013	10:05:00 a. m.	101,30	99,70	100,10	100,70	100,45	1,60	0,70
23	15/02/2013	10:25:00 a. m.	101,40	100,10	102,10	101,89	101,37	0,70	0,90
24	15/02/2013	10:45:00 a. m.	100,60	101,62	101,85	101,33	101,35	1,25	0,54
25	15/02/2013	11:05:00 a. m.	101,40	101,60	102,10	100,00	101,28	2,10	0,90
SUMA	$\Sigma x / \Sigma R$						2527,22	27,77	14,35

DATOS SOBRE LOS PESOS PARA GALON TEXACO

NUMERO DE SUBGRUPO	FECHA	HORA	MEDICIONES				PROMEDIO x	DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL s	RANGO	
			X1	X2	X3	X4				
1	04/03/2013	1:10:00 p. m.	185,23	184,56	185,60	185,64	185,26	0,50	1,08	
2	04/03/2013	2:10:00 p. m.	187,86	186,31	185,50	184,12	185,95	1,56	3,74	
3	04/03/2013	3:10:00 p. m.	185,60	185,70	186,90	187,90	186,53	1,09	2,30	
4	04/03/2013	4:10:00 p. m.	185,90	185,30	187,60	187,70	186,63	1,21	2,40	
5	04/03/2013	5:10:00 p. m.	186,70	187,20	185,40	183,80	185,78	1,52	3,40	
6	05/03/2013	11:12:00 a. m.	184,80	185,30	185,00	186,40	185,38	0,71	1,60	
7	05/03/2013	12:12:00 p. m.	184,90	184,73	184,23	184,76	184,66	0,29	0,67	
8	05/03/2013	1:12:00 p. m.	184,76	184,99	183,45	183,98	184,30	0,71	1,54	
9	05/03/2013	2:12:00 p. m.	184,32	185,60	184,08	183,55	184,39	0,87	2,05	
10	05/03/2013	3:12:00 p. m.	184,26	188,30	184,15	186,80	185,88	2,03	4,15	
11	06/03/2013	10:30:00 a. m.	187,08	187,54	184,30	187,50	186,61	1,55	3,24	
12	06/03/2013	11:30:00 a. m.	186,10	186,40	187,43	187,58	186,88	0,74	1,48	
13	06/03/2013	2:00:00 p. m.	186,30	187,29	186,90	184,50	186,25	1,23	2,79	
14	06/03/2013	3:00:00 p. m.	185,50	184,47	183,70	185,09	184,69	0,78	1,80	
15	06/03/2013	4:00:00 p. m.	183,65	185,61	184,32	184,54	184,53	0,81	1,96	
16	07/03/2013	5:00:00 p. m.	183,10	184,92	185,23	184,79	184,51	0,96	2,13	
17	07/03/2013	3:00:00 p. m.	186,60	184,90	184,20	184,60	185,08	1,06	2,40	
18	07/03/2013	4:00:00 p. m.	186,19	186,36	186,24	186,35	186,29	0,08	0,17	
19	07/03/2013	5:00:00 p. m.	186,10	185,20	188,30	187,40	186,75	1,37	3,10	
20	07/03/2013	6:00:00 p. m.	187,40	186,60	187,32	186,12	186,86	0,61	1,28	
21	08/03/2013	10:30:00 a. m.	186,54	186,35	186,40	186,04	186,33	0,21	0,50	
22	08/03/2013	11:30:00 a. m.	185,40	185,65	184,50	184,21	184,94	0,69	1,44	
23	08/03/2013	12:30:00 p. m.	184,70	184,56	184,30	185,90	184,87	0,71	1,60	
24	08/03/2013	9:35:00 a. m.	184,46	184,64	184,22	184,20	184,38	0,21	0,44	
25	08/03/2013	10:35:00 a. m.	184,60	184,70	185,80	185,20	185,08	0,55	1,20	
SUMA							Σx / ΣR	4638,74	22,07	48,46

ANEXO 17. VALORES DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO, PARA LOS 5 PRODUCTOS REPRESENTATIVOS.

	SUMATORIA DE RANGOS	RANGO PROMEDIO	SUMATORIA DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL	DESVIACION ESTANDAR MUESTRAL PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR DE LA POBLACION, RANGO	DESVIACION ESTANDAR DE LA POBLACION, DESVIACION ESTANDAR	CAPACIDAD DEL PROCESO, RANGO	CAPACIDAD DEL PROCESO, DESVIACION ESTANDAR
PRODUCTOS	$\sum R$	$\bar{R} = \frac{\sum R}{g}$	$\sum s$	$\bar{s} = \frac{\sum s}{g}$	$\hat{\sigma}_0 = \frac{\bar{R}}{d_2}$	$\hat{\sigma}_0 = \frac{\bar{s}}{c_4}$	$6\sigma_0, (\bar{R})$	$6\sigma_0, (\bar{s})$
BIDON 20 LITROS – BRINSA	159,33	6,37	75,37	3,01	3,10	3,27	18,57	19,63
ENVASE CLOROX/LIMPIDO 3800 cc	27,77	1,11	14,35	0,57	0,54	0,62	3,24	3,74
ENVASE CLOROX 2000 cc	81,87	3,27	42,48	1,70	1,59	1,84	9,54	11,07
GARRAFA AGUA BRISA 5 LITROS	37,82	1,51	17,55	0,70	0,73	0,76	4,41	4,57
GALON TEXACO	48,46	1,94	22,07	0,88	0,94	0,96	5,65	5,75

ANEXO 18. CALCULOS DE LOS VALORES DE Cpk, PARA LOS PRODUCTOS REPRESENTATIVOS

➤ C_{pk} , BIDÓN 20 LITROS.

$$C_{pk1} = \frac{\text{Min} \{(1061,61 - 1056,97) \text{ o } (1056,97 - 1052,32)\}}{3(3,27)}$$

$$C_{pk1} = \frac{\text{Min} \{(4,64) \text{ o } (4,65)\}}{9,81} = \frac{4,64}{9,81} = \mathbf{0,47}$$

➤ C_{pk} , CLOROX/LÍMPIDO 3800 cc.

$$C_{pk2} = \frac{\text{Min} \{(101,90 - 101,09) \text{ o } (101,09 - 100,28)\}}{3(0,62)}$$

$$C_{pk2} = \frac{\text{Min} \{(0,81) \text{ o } (0,81)\}}{1,86} = \frac{0,81}{1,86} = \mathbf{0,43}$$

➤ C_{pk} , CLOROX 2000 cc.

$$C_{pk3} = \frac{\text{Min} \{(63,66 - 61,27) \text{ o } (61,27 - 58,88)\}}{3(1,84)}$$

$$C_{pk3} = \frac{\text{Min} \{(2,39) \text{ o } (2,39)\}}{5,52} = \frac{2,39}{5,52} = \mathbf{0,43}$$

➤ C_{pk} , GALÓN TEXACO.

$$C_{pk4} = \frac{\text{Min} \{(186,96 - 185,55) \text{ o } (185,55 - 184,14)\}}{3(0,96)}$$

$$C_{pk4} = \frac{\text{Min} \{(1,41) \text{ o } (1,41)\}}{2,88} = \frac{1,41}{2,88} = \mathbf{0,48}$$

➤ C_{pk} , GARRAFA 5 LITROS.

$$C_{pk5} = \frac{\text{Min} \{(172,78 - 171,68) \text{ o } (171,68 - 170,57)\}}{3(0,76)}$$


$$C_{pk5} = \frac{\text{Min} \{(1,10) \text{ o } (1,11)\}}{2,28} = \frac{1,10}{2,28} = \mathbf{0,48}$$

ANEXO 19. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE GRÁFICOS DE CONTROL

METODOLOGIA DE IMPLEMENTACION DE GRAFICOS DE CONTROL			
Responsable	Humberto Salgado	Numero de Subgrupos racionales	25
Frecuencia de Implementación	Mensual	Factores	$A_2 = 0,729$ $D_3 = 0$ $D_4 = 2,282$
Determinar en forma tentativa la línea central y los límites de control			
$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{X}_i}{g} \quad \bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{R}_i}{g}$		$UCL_{\bar{X}} = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad UCL_R = D_4 \bar{R}$	$LCL_{\bar{X}} = \bar{X} - A_2 \bar{R} \quad LCL_R = D_3 \bar{R}$
Líneas centrales para las gráficas \bar{X} y R		límites de control.	
Establecer la línea central y los límites de control revisados.			
Mejorar los problemas presentados en los límites de control tentativos			
Desechara los puntos de las gráficas \bar{X} y R que se encuentren fuera de control y que tengan causas asignables			
X_d = Promedios de subgrupos descartados		$\bar{X}_{nuevo} = \frac{\sum \bar{X} - X_d}{g - g_d} \quad \bar{R}_{nuevo} = \frac{\sum \bar{R} - R_d}{g - g_d}$	
g_d = Número de subgrupos descartados			
R_d = Rangos de subgrupos descartados		$\bar{X}_0 = \bar{X}_{nuevo} \quad R_0 = \bar{R}_{nuevo} \quad \sigma_0 = \frac{R_0}{d_2}$	
$A = 1,500$	$D_1 = 0$		
$d_2 = 2,059$	$D_2 = 4,698$	$UCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 + A\sigma_0 \quad UCL_R = D_2\sigma_0$ $LCL_{\bar{X}} = \bar{X}_0 - A\sigma_0 \quad LCL_R = D_1\sigma_0$	
Límites de control revisados			
Resultados			
Publicar las gráficas de control y generar informe para la reunión mensual de producción			

ANEXO 20. ESTUDIO DE TIEMPOS PARA EL PROCESO DE MONTAJE DE MOLDES

20-1. FORMATO REGISTRO PREMUESTRAS (PARA CADA CICLO)

	<p>FORMATO DE REGISTRO DE TIEMPOS POR CRONOMETRO</p> <p>MONTAJE DE MOLDES DE UNA CAVIDAD</p> <p>Premuestras proceso Soplado</p>
Numero Molde: _____	Ciclo: _____
Producto: _____	hora Inicial: _____
Fecha: _____	Hora Final: _____
Tecnico lider: _____	
Almacenista: _____	
ELEMENTO	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	

20-2. TIEMPO NORMALIZADO PROMEDIO Y SUPLEMENTOS

CICLO 1			
ELEMENTO	VALORACION (%)	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)	TIEMPO NORMALIZADO
1	97	13	12,61
2	100	0,55	0,55
3	97	10,8	10,48
4	98	20	19,60
5	100	5	5,00
6	98	20	19,60
7	98	30	29,40
8	96	15	14,40
9	98	10	9,80
10	98	15	14,70
11	100	0,75	0,75
12	94	30	28,20
13	100	0,25	0,25
14	98	45	44,10
15	98	20	19,60
16	99	15	14,85
17	100	15	15,00
18	98	40	39,20
19	98	30	29,40
20	100	15	15,00
21	97	30	29,10

CICLO 2			
ELEMENTO	VALORACION (%)	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)	TIEMPO NORMALIZADO
1	98	9	8,82
2	100	0,25	0,25
3	98	15	14,70
4	98	20	19,60
5	100	10	10,00
6	100	16	16,00
7	98	15	14,70
8	96	10	9,60
9	98	20	19,60
10	96	14	13,44
11	97	0,1	0,10
12	96	20	19,20
13	98	0,25	0,25
14	100	35	35,00
15	98	30	29,40
16	99	20	19,80
17	97	10	9,70
18	98	40	39,20
19	95	20	19,00
20	100	20	20,00
21	97	20	19,40

CICLO 3			
ELEMENTO	VALORACION (%)	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)	TIEMPO NORMALIZADO
1	100	12	12,00
2	97	0,25	0,24
3	100	10	10,00
4	97	10	9,70
5	99	15	14,85
6	95	10	9,50
7	95	15	14,25
8	95	15	14,25
9	99	15	14,85
10	95	20	19,00
11	100	0,25	0,25
12	100	20	20,00
13	98	0,5	0,49
14	95	30	28,50
15	98	30	29,40
16	99	30	29,70
17	100	25	25,00
18	98	120	117,60
19	95	120	114,00
20	95	60	57,00
21	94	30	28,20

CICLO 4			
ELEMENTO	VALORACION (%)	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)	TIEMPO NORMALIZADO
1	95	11	10,45
2	97	0,15	0,15
3	100	3	3,00
4	100	5	5,00
5	99	10	9,90
6	95	12	11,40
7	95	20	19,00
8	100	10,8	10,80
9	95	10	9,50
10	96	19	18,24
11	97	0,15	0,15
12	100	15	15,00
13	98	2,5	2,45
14	95	15	14,25
15	98	10	9,80
16	100	10	10,00
17	95	10	9,50
18	97	40	38,80
19	98	15	14,70
20	98	10	9,80
21	95	15	14,25

CICLO 5			
ELEMENTO	VALORACION (%)	TIEMPO OBSERVADO (MINUTOS)	TIEMPO NORMALIZADO
1	98	10	9,8
2	98	0,35	0,3
3	98	10	9,8
4	95	25	23,8
5	100	15	15,0
6	100	10	10,0
7	95	45	42,8
8	95	15	14,3
9	95	20	19,0
10	96	13	12,5
11	100	0,25	0,3
12	100	25	25,0
13	100	0,15	0,2
14	95	35	33,3
15	98	30	29,4
16	100	20	20,0
17	100	15	15,0
18	98	45	44,1
19	100	40	40,0
20	95	20	19,0
21	95	25	23,8

SUPLEMENTOS CORRESPONDIENTES											
ELEMENTO	CONSTANTES	DE PIE	POSTURA ANORMAL	FUERZA MUSCULAR	ILUMINACIÓN	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	CONCENTRACIÓN	RUIDO	MONOTONÍA	TEDIO	TOTAL
1	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
2	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
3	9	2	2	1	0	0	0	0	0	0	17
4	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
5	9	2	2	3	0	0	0	0	0	0	21
6	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	15
7	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
8	9	2	2	3	0	0	0	0	0	0	21
9	9	2	2	1	0	0	0	0	0	0	17
10	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
11	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
12	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
13	9	2	0	0	0	0	2	2	0	0	19
14	9	2	2	0	0	0	2	2	0	0	23
15	9	2	2	0	0	0	0	0	0	0	15
16	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	11
17	9	2	2	1	0	0	0	0	0	0	17
18	9	2	2	1	0	0	2	0	0	0	21
19	9	2	2	1	0	0	2	0	0	0	21
20	9	2	2	1	0	0	2	0	0	0	21
21	9	2	0	0	0	0	2	0	0	0	15

ELEMENTO	TIEMPO NOMALIZADO PROMEDIO (MINUTOS)
1	10,74
2	0,31
3	9,60
4	15,53
5	10,95
6	13,30
7	24,02
8	12,66
9	14,55
10	15,57
11	0,30
12	21,48
13	0,72
14	31,02
15	23,52
16	18,87
17	14,84
18	55,78
19	43,42
20	24,16
21	22,94

20-3. TIEMPOS ASIGNADOS

ELEMENTO	TIEMPO NOMALIZADO PROMEDIO (MINUTOS)	SUPLEMENTOS POR NECESIDADES PERSONALES (%)	TIEMPO ASIGNADO
1	10,74	11	11,92
2	0,31	11	0,34
3	9,60	17	11,23
4	15,53	11	17,24
5	10,95	21	13,25
6	13,30	15	15,30
7	24,02	11	26,66
8	12,66	21	15,32
9	14,55	17	17,02
10	15,57	11	17,28
11	0,30	11	0,33
12	21,48	11	23,84
13	0,72	19	0,85
14	31,02	23	38,15
15	23,52	15	27,05
16	18,87	11	20,95
17	14,84	17	17,36
18	55,78	21	67,49
19	43,42	21	52,54
20	24,16	21	29,23
21	22,94	15	26,38
TOTAL			449,74

ANEXO 21. RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DEL INSTRUCTIVO DE ALISTAMIENTO DE MOLDES

INSTRUCTIVO PARA EL ALISTAMIENTO DE MOLDES		
No	ACTIVIDAD	DETALLES
1	Registrar el formato Solicitud de Moldes: F02:09-002i	<ul style="list-style-type: none"> • Previamente se escriben los moldes que deben alistarse para la próxima producción.(Jefe de Soplado)
2	Alistar el molde para entregar a producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar el molde en la estantería. • Revisar los Racores de enfriamiento. • Bajar el molde de la estantería con el gato hidráulico y colocarlo a la salida.
3	Alistar los herramientas para entregar a producción	<ul style="list-style-type: none"> • Alistar la boquilla del molde. • Alistar el soplador verificando que se encuentre completo. Colocar racores al soplador si el molde es de tapa rosca, cuando el molde es de tapa a presión no requiere racores para la refrigeración. • Alistar contra estampa si el molde lo requiere. • Alistar cortadores.
4	Entregar el molde y los herramientas a producción.	<ul style="list-style-type: none"> • El auxiliar de almacén de moldes debe llevar a la maquina el molde y los herramientas con ayuda de la carretilla manual o del puente grúa si se requiere. • Diligenciar el formato F02:09-002i. Debe firmar el auxiliar de almacén de moldes y el que recibe el molde en maquina.
5	Recibir el molde de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Durante el día el auxiliar de almacén de moldes se desplaza a la maquina y recoge los moldes con la carretilla manual o del puente grúa según el peso. • Durante la noche el técnico de maquina baja el molde y lo deja al lado de la máquina para que sea recogido en la mañana.
6	Revisar el estado del molde.	<ul style="list-style-type: none"> • El auxiliar de moldes debe revisar físicamente el estado del molde (filo, cuchillas y columnas) y revisar el formato F02:09-002i.si algo se encuentra en mal estado. • Firmar la recepción del molde.

7	Revisar los herramientas (boquilla, soplador, contraestampa, cortadores) y limpiarlos.	<ul style="list-style-type: none"> • Si se encuentra alguno en mal estado se debe generar una orden de trabajo por parte del jefe de soplado para mantenimiento en el taller de moldes. <p>Brillar Boquillas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Montar la boquilla en la copa del torno. - Abrir la copa con una cruceta para introducir la boquilla, ajustar la boquilla en la copa. - Prender el tono a 1000 RPM. - Proteger la bancada (poner cartón o plástico) evitando que caigan partículas metálicas que puedan desgastar el carro del torno. - Lijar la boquilla entre 15 y 20 min (dependiendo del tamaño) con una lija 240. <p>Cambiar Cuchillas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar si se requieren nuevas cuchillas (desgaste del filo) - Si se requiere el cambio hay que verificar si hay cuchillas en el stock del almacén, si no las hay se debe hacer una orden de trabajo para el taller de moldes solicitando que se produzca una.
8	Abrir el Molde, efectuar actividades de ajuste, limpieza para almacenar y quede listo para próxima producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Abrir el molde y revisar los filos, columnas y las cuchillas del molde. • Soplar el refrigerador del molde para evitar corrosión. • Si el molde lo requiere se debe: <p>-Arenar: Se realiza cuando el interior del molde se desgasta perdiendo su rugosidad. Llevar el molde al taller de moldes, introducirlo en la cabina, cerrar la cabina, acercarse de tal manera que pueda introducir los brazos en los guantes de seguridad y ver claramente por la ventana de la cabina. Con la manguera interna arenar a presión el interior del molde (tiempo de duración entre 10 y 20 min según el tamaño)</p> <p>-Revisar las columnas, si se encuentran desgastadas se debe generar una orden de trabajo en sistema EAN dirigida al taller de moldes donde se solicite la fabricación.</p>
9	Solicitar mantenimiento correctivo. (solo aplica si hay daños en el molde que no pueden corregirse en el almacén.)	<ul style="list-style-type: none"> • Generar una orden de trabajo en el sistema EAN dirigida al taller de moldes donde se solicite mantenimiento correctivo. • Entregar el molde acompañado de la orden de trabajo impresa al taller de moldes. • Después de realizado el mantenimiento correctivo se debe devolver el molde, el auxiliar lo revisa que se encuentre en buen estado y se guarda.
10	Guardar el molde en su respectiva ubicación.	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicar el molde en el lugar que corresponde.

ANEXO 22. IMPLEMENTACIÓN DE LAS 5S's

22-1. PRESENTACION DE LAS 5 S's


ACTIVIDAD DE MEJORAMIENTO

COMO IMPLEMENTAR LAS 5 S's





COMENZAR

2



¿ QUE SON LAS 5 S's.?

Es una herramienta de calidad que permite implementar y establecer estándares para tener áreas y espacios de trabajo en orden y realizar eficazmente las actividades.



¿ CUAL ES EL OBJETIVO PRINCIPAL DE LAS 5 S's.?

Desarrollar un ambiente de trabajo agradable y eficiente, en un clima de seguridad, orden, limpieza y constancia que permita el correcto desempeño

LAS 5 S's



- SEIRI** \longrightarrow **SELECCIONAR**
- SEITON** \longrightarrow **ORGANIZAR**
- SEISO** \longrightarrow **LIMPIAR**
- SEIKETSU** \longrightarrow **ESTANDARIZAR**
- SHITSUKE** \longrightarrow **DISCIPLINA**



BENEFICIOS DIRECTOS

Seguridad:

- Menor índice de Accidentes.
- Reducción drástica de ausentismo.



Calidad:

- Satisfacción de los Clientes.
- Velocidad de respuesta y mejora.



Eficiencia:

- Productividad.
- Energía positiva.



Eliminación de Desperdicios:

- Satisfacción de los Clientes.
- Velocidad de respuesta y mejora.



DEFINICIONES



SELECCIONAR



ORGANIZAR



LIMPIAR



DEFINICIONES



ESTANDARIZAR



DISCIPLINA



SEIRI → SELECCIONAR

SIGNIFICADO:

Eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios que no se requieren para realizar nuestra labor

EL SEIRI-CLASIFICACION, CONSISTE EN:

- ✓ Separar en el sitio de trabajo las cosas que realmente sirven de las que no sirven.
- ✓ Clasificar lo necesario de lo Innecesario para el trabajo rutinario.
- ✓ Mantener lo que necesitamos y eliminar lo excesivo.
- ✓ Separar los elementos empleados de acuerdo a su naturaleza, uso, seguridad y frecuencia de utilización con el objeto de facilitar la agilidad en el trabajo.
- ✓ Eliminar información innecesaria y que nos pueda conducir a errores de interpretación o de actuación.



Clasificar



SEIRI → SELECCIONAR

Mantener solo lo necesario

- Revisar el área de trabajo.
- Separar lo que sirve de lo que no sirve.
- Definir un lugar donde poner temporalmente lo que no se necesita, pero le puede servir a alguien.
- Decidir que se hará con las cosas.

Una vez **CLASIFICADO** lo necesario, se selecciona por frecuencia de uso:



Clasificar



SEITON → ORGANIZAR

SIGNIFICADO:

Consiste en organizar los elementos que hemos clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad.

La ORGANIZACION permite

- ✓ Disponer de un sitio adecuado para cada elemento utilizado en el trabajo de rutina, para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- ✓ Facilita el acceso rápido a elementos que se requieren para el trabajo.
- ✓ Mejorar la información en el sitio de trabajo para evitar errores y acciones de riesgo potencial.
- ✓ El aseo y la limpieza se pueden realizar con mayor facilidad y seguridad.
- ✓ Se libera espacio.



ORDENAR



SEITON → ORGANIZAR

“UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR”

- Colocar o distribuir las cosas en el lugar que les corresponde, mantener esa ubicación con una adecuada disposición, para que estén listas en el momento que se soliciten.



ORDENAR



SEISO → LIMPIAR

SIGNIFICADO:

Eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de mi lugar de trabajo.

La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de un ambiente agradable permanentemente, implica un pensamiento superior a limpiar. Exige que realicemos un trabajo creativo de identificación de las fuentes de suciedad y contaminación para tomar acciones de raíz para su eliminación, de lo contrario será imposible mantener limpio y en buen estado el área de trabajo.

Para aplicar LA LIMPIEZA se debe>

- ✓ Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- ✓ Asumir la limpieza como una actividad de mantenimiento autónomo.



LIMPIAR



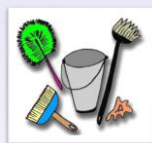
SEISO → LIMPIAR

Un sitio desordenado; es un lugar inseguro que puede provocar un accidente y llegar a afectar la calidad del producto.

El éxito en la limpieza de una empresa depende de la actitud de su personal.

Las tres etapas de la LIMPIEZA:

- ✓ AREA INDIVIDUAL.
- ✓ AREAS COMUNES.
- ✓ AREAS DIFICILES..



LIMPIAR



SEIKETSU → ESTANDARIZAR

SIGNIFICADO:

Es la metodología que nos permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las primeras tres "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con nuestras acciones.



El ESTANDARIZAR pretende:

- ✓ Mantener el estado de limpieza alcanzado con las tres primeras "S".
- ✓ El empleo de los estándares se debe revisar periódicamente.
- ✓ Las normas de limpieza, lubricación y aprietes son la base del mantenimiento autónomo.

La empresa debe definir los estándares de colores generales para la empresa como el color de las paredes, equipos, herramientas, etc.



NORMALIZAR



SHITSUKE → AUTO-DISCIPLINA

Significa convertir en hábito el empleo y utilización de los métodos establecidos y estandarizados para la limpieza en el lugar de trabajo.

Si se estimula que cada uno de nosotros como empleados aplique esta técnica en cada una de las actividades diarias, es muy seguro que en la práctica la autodisciplina no tendría ninguna dificultad.



La AUTO-DISCIPLINA implica:

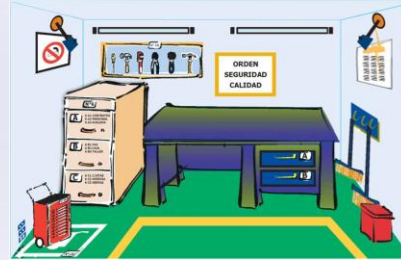
- ✓ El respeto de las normas y estándares establecidas para conservar el sitio de trabajo implacable.
- ✓ Realizar un control personal y el respeto por las normas que regulan el funcionamiento de una organización.
- ✓ Promover el hábito de auto controlar o reflexionar sobre el nivel de cumplimiento de las normas establecidas.



MANTENER
DISCIPLINA



BENEFICIOS DE 5 S's



SEPARAR

Se recupera espacio desperdiciado, escritorios, mesas de trabajo, estanterías, tableros de herramientas, etc.

Mejora la seguridad al despejarse



ORDENAR

Mejora la productividad al minimizar o eliminar los tiempos improductivos.

Mejora la distribución de máquinas, equipos, en síntesis mejora el entorno de nuestro lugar de trabajo.



LIMPIAR

Disminución de accidentes o incidentes al estar todo pintado, limpio, despejado, señalado, pisos, zonas de riesgo y sendas peatonales.

Ambientes de trabajo agradables y confortables.

Mejora de la calidad pues la limpieza está vinculada con la habilidad para producir productos con calidad.



Beneficios



CONCLUSIONES

LA CREACION DE UN ENTORNO PRODUCTIVO ES:

- ✓ Tarea de todos.
- ✓ Es requisito para procesos competitivos.
- ✓ Reduce la adicción a la urgencia.

APLICAR LAS 5'S A PROFUNDIDAD REQUIERE:

- ✓ De un gran Esfuerzo Consciente.
- ✓ Genera un cambio Cultural.

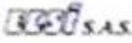


· DEBE SER UNO DE LOS PRIMEROS PASOS Y MAXIMA PRIORIDAD PARA EL MEJORAMIENTO CONTINUO

ECSI CON MEJORAMIENTO CONTINUO

¡ GRACIAS !

22-2. LISTA DE ASISTENCIA DE CAPACITACION 5S'S

		DIRECCIÓN RECURSOS HUMANOS	CONTROL DE ASISTENCIA				
FECHA: 15 feb 2013		LUGAR:		HORA: 2:45 pm			
NOMBRE DE ACTIVIDAD (TEMA): Mejoramiento Continuo : Presentación 5S'S							
DURACIÓN: 1 hora DICTADO POR: GERMAN LOPEZ L							
No.	COD	NOMBRE	CÉDULA	CARGO	FIRMA	VENC	TEN
1	1269	W Marina Clave	54698301	Jefe Mezclas	<i>[Signature]</i>	X	
2	1421	Angelica Villano clare	52205140	Analista de Procesos	<i>[Signature]</i>	X	
3	1504	José Gabriel Acosta	19481019	Asesor	<i>[Signature]</i>	X	
4	1556	José Orlando Caro E.	79872701	Supervisor planta	<i>[Signature]</i>	X	
5		Abigail P. Gallo	52210560	Asistente Planificación	<i>[Signature]</i>	X	
6	1332	Camila Zúñiga Eche	117401301	Jefe Planta	<i>[Signature]</i>	X	
7	1697	Carlos Quintero	15029926	Coordinador N.T.	<i>[Signature]</i>	X	
8	5019	William Rosales	80432439	SECC. DE INVESTIGACION	<i>[Signature]</i>	X	
9		Mauricio Zúñiga Eche	79691063	Supervisor Planta	<i>[Signature]</i>	X	
10		Andrés Ardila	101540786	Almacenero	<i>[Signature]</i>	X	
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							

9P 9H

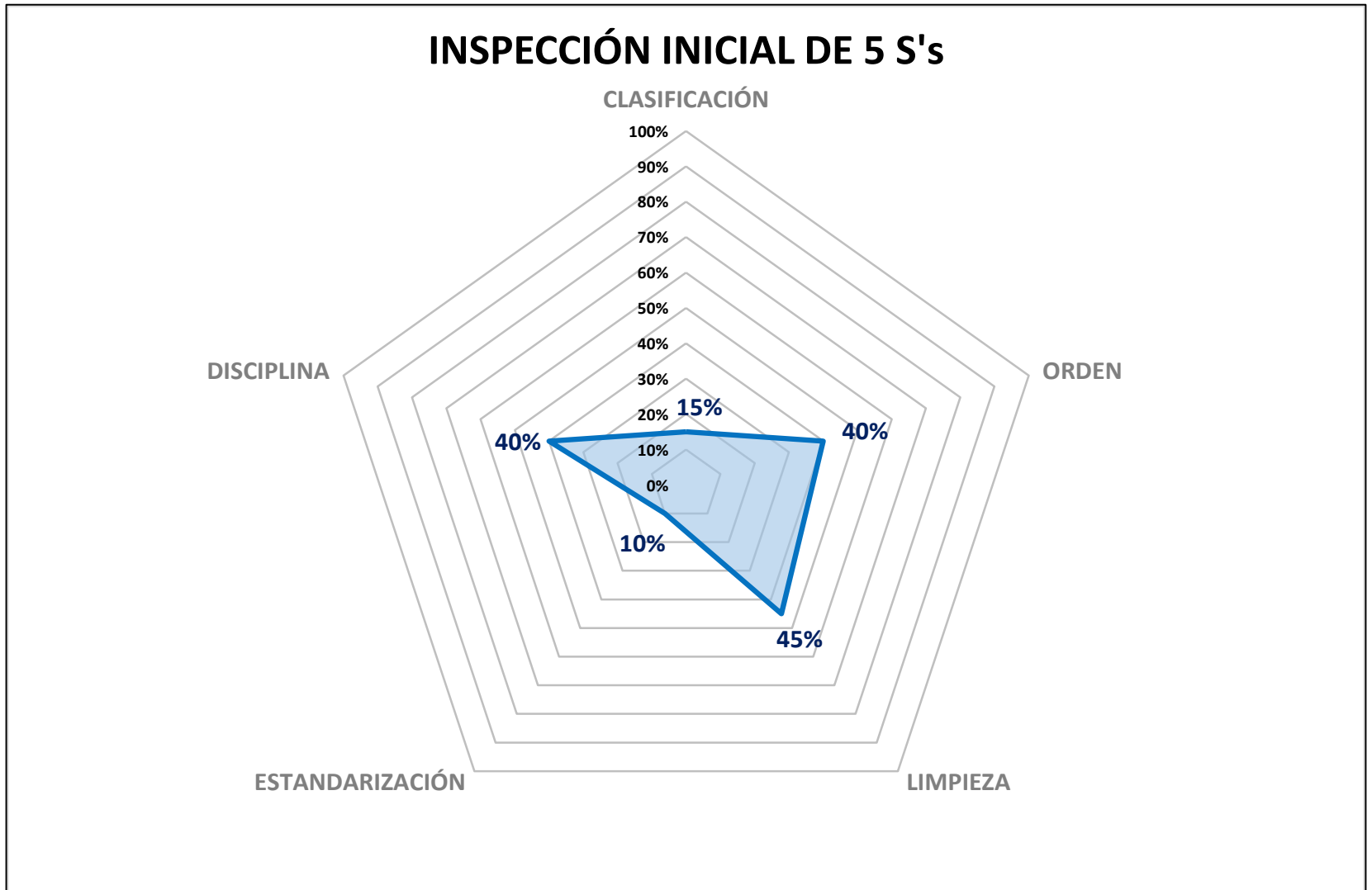
FCS 06-0079-27

ANEXO 23. LISTA DE CHEQUEO Y GRAFICA RADAR ANTES DE LA IMPLEMENTACION DE LAS 5 S's

23-1 LISTA INICIAL DE CHEQUEO 5 S's

INSPECCIÓN INICIAL DE 5 S's				
HOJA CONTROL 5 S's - ECSI S.A.S		PUNTAJE	30	Evaluador: German Lopez
				Fecha: Enero de 2013
5 S's	#	ARTICULO CHEQUEADO	DESCRIPCIÓN	PT
CLASIFICACIÓN	1	Materiales o partes	Materiales o partes en exceso de inventario	1
	2	Maquinaria y Equipos	Existencia Innecesaria al rededor?	0
	3	Herramientas y/o Utileria	Existencia Innecesaria al rededor?	1
	4	Control Visual	Existencia o no, de control visual?	1
	5	Estandares Escritos	Tiene establecido los estandares para 5 S's?	0
SUBTOTAL				3
ORDEN	6	Indicadores de Lugar	Existen áreas de almacenaje marcadas?	2
	7	Indicadores de Articulos	Demarcacion de los artículos, lugares?	2
	8	Indicadores de Cantidad	Están identificados maximos y minimos?	1
	9	Vias de Acceso	Están identificadas las lineas de acceso?	2
	10	Herramientas y/o Utileria	Poseen un lugar claramente identificado?	1
SUBTOTAL				8
LIMPIEZA	11	Pisos	Están los pisos libres de basura, o suciedad?	2
	12	Moldes	Están los moldes libres de objetos o suciedad?	2
	13	Limpieza e Inspección	Realiza inspeccion de moldes y herramental?	2
	14	Responsabilidad de limpieza	Existe personal responsable de la limpieza?	1
	15	Hábito de Limpieza	Limpia pisos, estantes, moldes y herramientas?	2
SUBTOTAL				9
ESTANDARIZACIÓN	16	Notas de Mejoramiento	Genera notas de mejoramiento regularmente?	1
	17	Ideas de Mejoramiento	Se han implementado oportunidades de mejora?	0
	18	Procedimietos Claves	Usa procedimientos escritos, claros y actualizados?	1
	19	Plan de Mejoramiento	Tiene plan futuro de mejora para el almacen?	0
	20	Las primeras 3 S's	Están las primeras 3 S's mantenidas?	0
SUBTOTAL				2
DISCIPLINA	21	Entrenamiento	Son conocidos los procedimientos estandares?	2
	22	Herramientas y Partes	Son almacenados correctamente?	1
	23	Control de Stock	Ha iniciado un control de Stock?	0
	24	Procedimientos	Están al día regularmente revisados?	2
	25	Descripcion del Cargo	Están al día regularmente revisados?	3
SUBTOTAL				8
0= MUY MAL 1= MAL 2= PROMEDIO 3=BUENO 4= MUY BUENO				

23-2. GRAFICA DE LA INSPECCIÓN INICIAL ANTES DE IMPLEMENTAR LAS 5 S's



ANEXO 24. SITUACION ACTUAL DEL AMACEN DE MOLDES

SITUACIÓN INICIAL DEL ALMACÉN DE MOLDES.



PASILLOS Y CORREDORES DEL ALMACEN



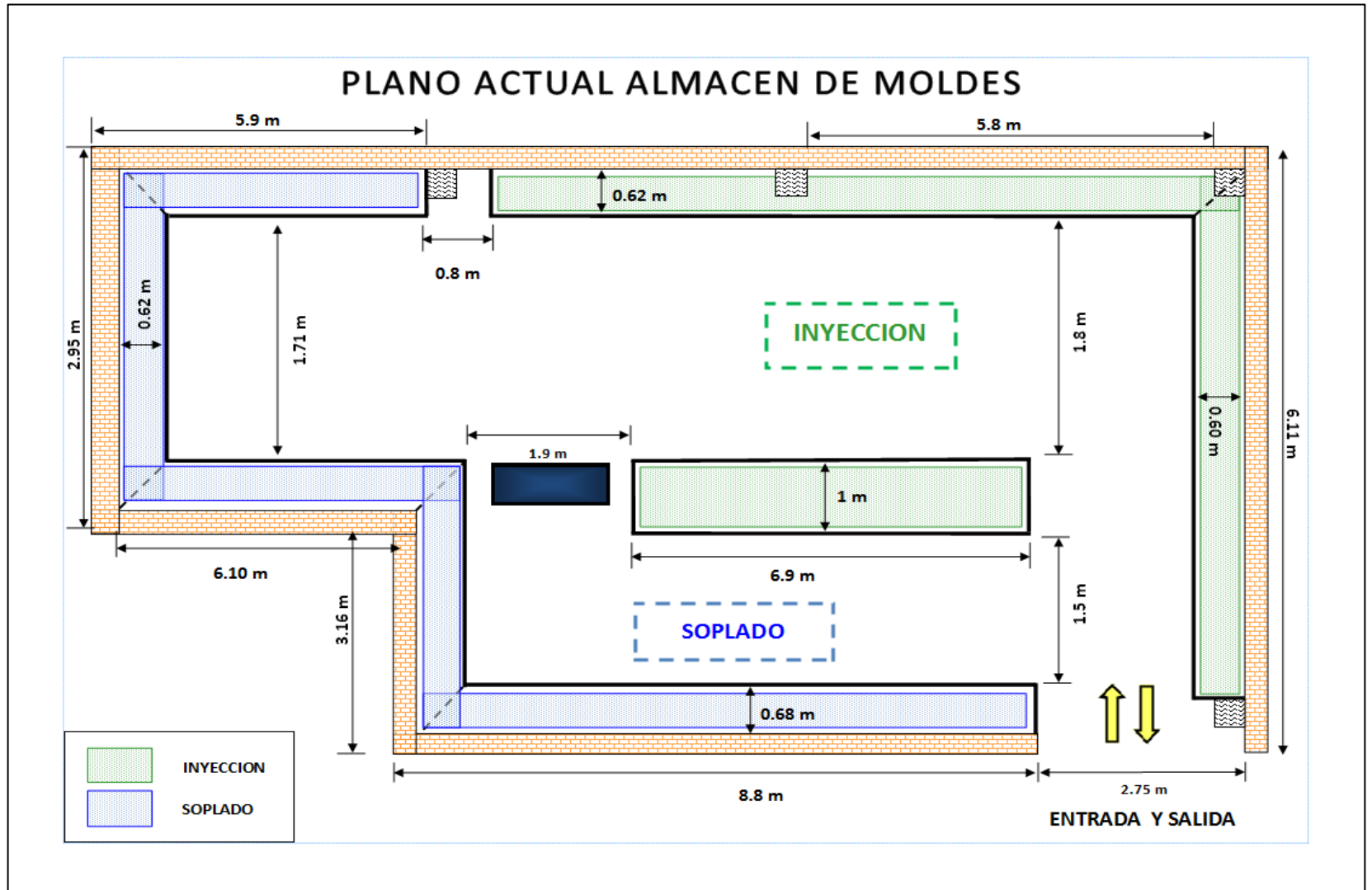
ESTANTES DE MOLDES Y HERRAMENTALES



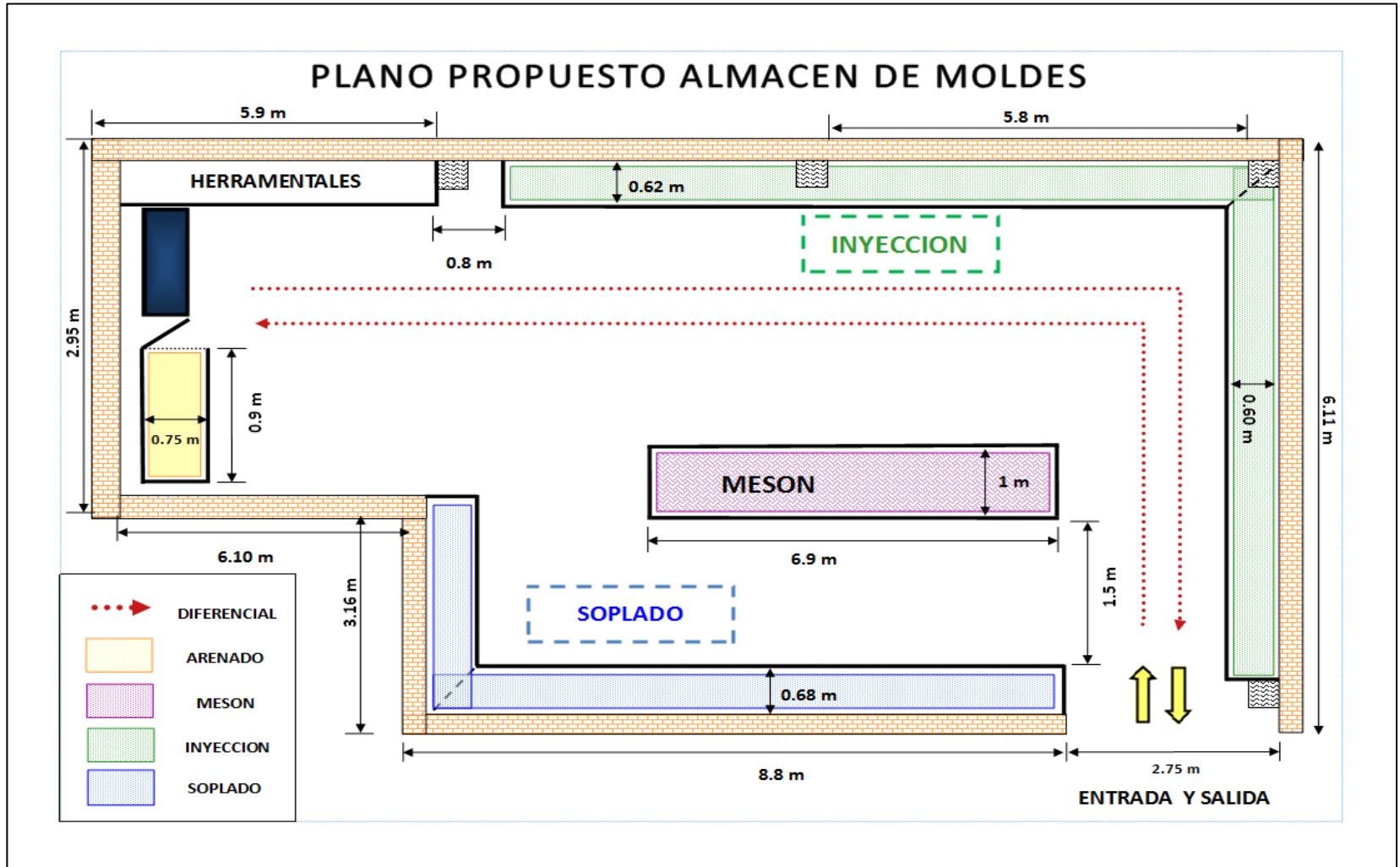
ZONAS DE DESCARGUE DE LOS MOLDES



ANEXO 25. PLANO ACTUAL DEL AMACEN DE MOLDES



ANEXO 26. PLANO PROPUESTO DEL AMACEN DE MOLDES



ANEXO 27. IMPLEMENTACION DE LA MEJORA DEL AMACEN DE MOLDES

27-1.REGISTROS FOTOGRAFICOS

ESTANTES DE MOLDES Y HERRAMENTALES



PUENTE GRUA Y ZONA DE DESCARGUE

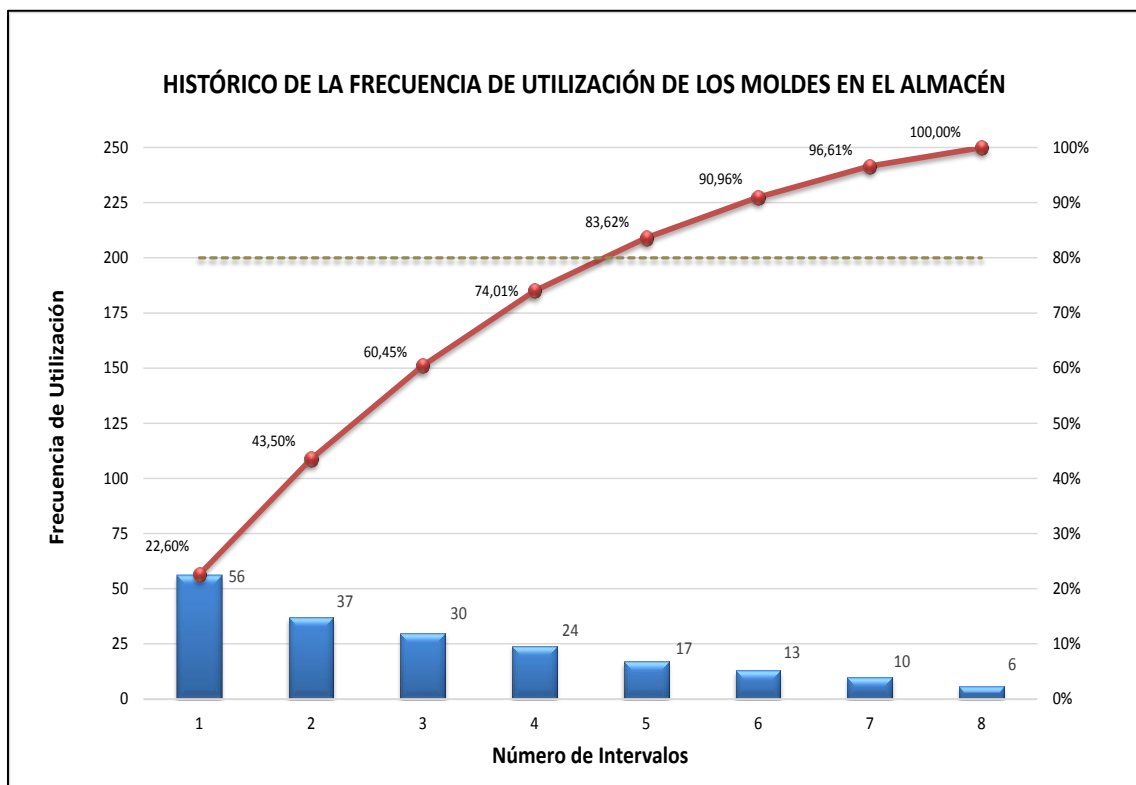


MESÓN DE TRABAJO



27-2. INTERVALOS E HISTORICO DE USO DE MOLDES

HISTORICO DE USO 2012		
No	INTERVALOS (DIAS)	FRECUENCIA DE USO DE LOS MOLDES
1	16 - 52	56
2	275 - 312	37
3	127 - 163	30
4	53 - 89	24
5	90 - 126	17
6	164 - 200	13
7	201 - 237	10
8	238 - 274	6

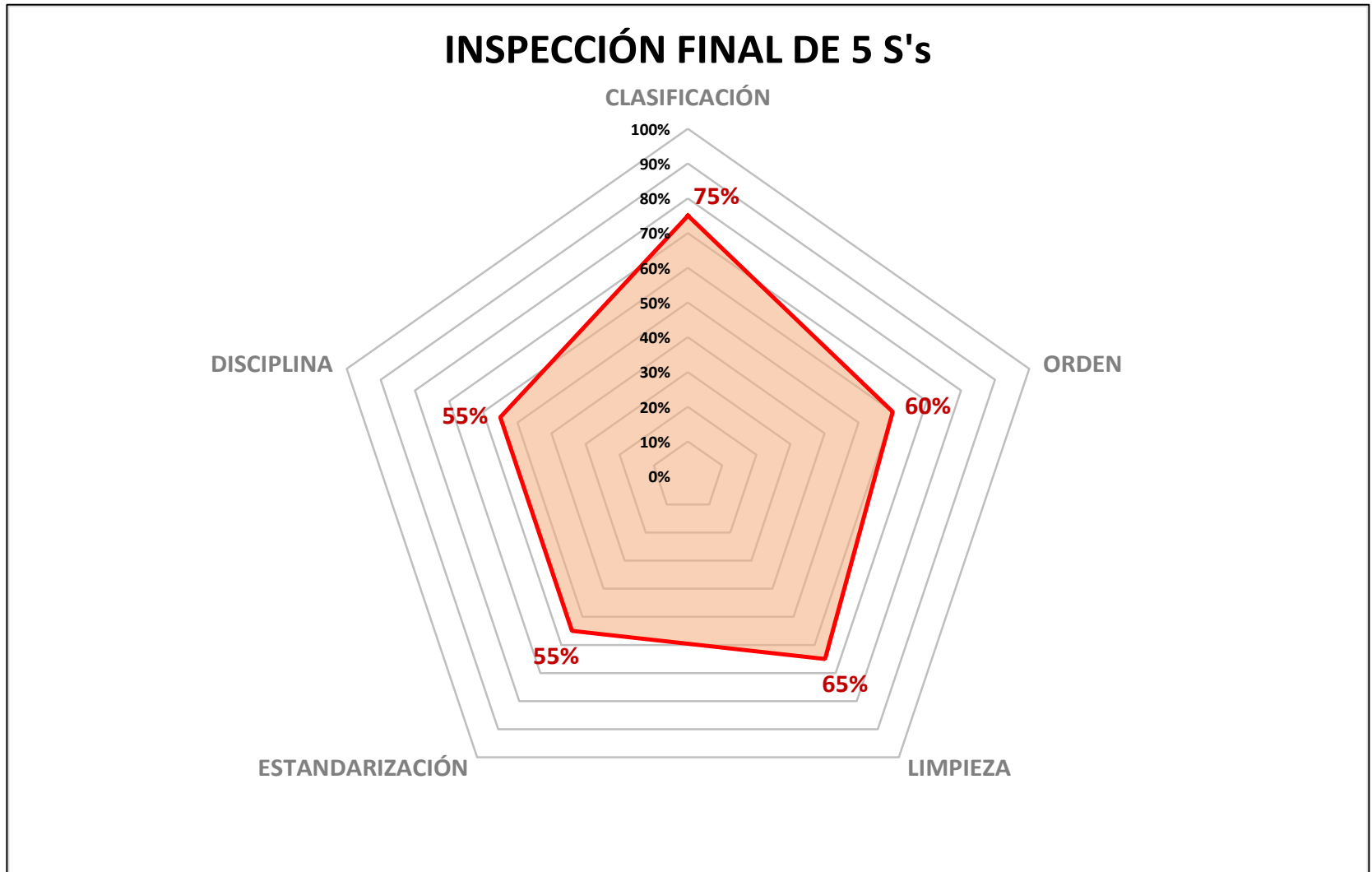


ANEXO 28. LISTA DE CHEQUEO Y GRAFICA RADAR DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DE LAS 5 S's

28-1 LISTA FINAL DE CHEQUEO 5 S's

INSPECCIÓN FINAL DE 5 S's				
HOJA CONTROL 5 S's - ECSI S.A.S			PUNTAJE	62
			Evaluador: German Lopez	
			Fecha: Febrero de 2013	
5 S's	#	ARTICULO CHEQUEADO	DESCRIPCIÓN	PT
CLASIFICACIÓN	1	Materiales o partes	Materiales o partes en exceso de inventario	3
	2	Maquinaria y Equipos	Existencia Innecesaria al rededor?	3
	3	Herramientas y/o Utileria	Existencia Innecesaria al rededor?	4
	4	Control Visual	Existencia o no, de control visual?	3
	5	Estandares Escritos	Tiene establecido los estandares para 5 S's?	2
SUBTOTAL				15
ORDEN	6	Indicadores de Lugar	Existen áreas de almacenaje marcadas?	3
	7	Indicadores de Articulos	Demarcacion de los artículos, lugares?	2
	8	Indicadores de Cantidad	Están identificados maximos y minimos?	2
	9	Vias de Acceso	Están identificadas las lineas de acceso?	2
	10	Herramientas y/o Utileria	Poseen un lugar claramente identificado?	3
SUBTOTAL				12
LIMPIEZA	11	Pisos	Están los pisos libres de basura, o suciedad?	3
	12	Moldes	Están los moldes libres de objetos o suciedad?	2
	13	Limpieza e Inspección	Realiza inspeccion de moldes y herramental?	3
	14	Responsabilidad de limpieza	Existe personal responsable de la limpieza?	2
	15	Hábito de Limpieza	Limpia pisos, estantes, moldes y herramientas?	3
SUBTOTAL				13
ESTANDARIZACIÓN	16	Notas de Mejoramiento	Genera notas de mejoramiento regularmente?	2
	17	Ideas de Mejoramiento	Se han implementado oportunidades de mejora?	1
	18	Procedimietos Claves	Usa procedimientos escritos, claros y actualizados?	2
	19	Plan de Mejoramiento	Tiene plan futuro de mejora para el almacen?	3
	20	Las primeras 3 S's	Están las primeras 3 S's mantenidas?	3
SUBTOTAL				11
DISCIPLINA	21	Entrenamiento	Son conocidos los procedimientos estandares?	2
	22	Herramientas y Partes	Son almacenados correctamente?	3
	23	Control de Stock	Ha iniciado un control de Stock?	0
	24	Procedimientos	Están al día regularmente revisados?	3
	25	Descripcion del Cargo	Están al día regularmente revisados?	3
SUBTOTAL				11
0= MUY MAL 1= MAL 2= PROMEDIO 3=BUENO 4= MUY BUENO				

28-2. GRAFICA DE LA INSPECCIÓN DESPUES DE IMPLEMENTAR LAS 5 S's



ANEXO 29. MATRIZ DE INDICADORES

OBJETIVO ESTRATÉGICO	INDICADOR	RESPONSIBLE	LÍNEA BASE	SEMÁFORO
Alcanzar eficiencia en el Área de Soplado.	$\% \text{ de Eficiencia de Maquinas} = \frac{\text{Total Horas producidas}}{\text{Total horas disponibles}}$	Jefe de Soplado	80%	<50%
				50% - 90%
				>90%
Reducir el índice de scrap mejorable y de tortas de producción del scrap	$\text{Análisis de scrap} = \frac{\% \text{ Scrap Tortas}}{\% \text{Scrap Total}}$	Jefe de Soplado	3%	>5%
				2.5% - 5%
				<2.5
Disminuir el número de horas de cambio de molde.	$\text{Tiempo de Cambio de Moldes} = \frac{\# \text{ Minutos cambio de Moldes}}{\text{Total Minutos Disponibles}}$	Jefe de Mantenimiento	20%	>20%
				10% - 20%
				<10
Cumplir el Programa de la Planificación de la Producción.	$\% \text{ de Cumplimiento Planificación} = \frac{\text{Total Unidades producidas}}{\text{Total Unidades Planificadas}}$	Jefe de Planificación de Producción	85%	<65%
				65% - 90%
				>90%
Garantizar la calidad excepcional de los envases producidos.	Número de quejas recibidas por producto no conforme.	Jefe de Calidad	12%	>12
				9% - 12%
				<9

ANEXO 30. FICHAS TÉCNICAS DE LOS INDICADORES DE DESEMPEÑO

30-1. INDICADOR 1: EFICIENCIA DE MAQUINARIAS (EM)

FICHA DEL INDICADOR			
NOMBRE DEL INDICADOR	Eficiencia de Maquinaria		
DEFINIR: Objetivo	Alcanzar eficiencia en el área de Soplado		
ACLARAR: Que se quiere lograr?	Las operaciones deben ser realizadas de una manera eficiente en el area de soplado		
CONCEPTUALIZAR: Que se necesita asegurar?	Asegurar una buena rentabilidad y ser más eficientes		
FORMULA KPI	$\% \text{ de Eficiencia de Maquinas} = \frac{\text{Total Horas producidas}}{\text{Total horas disponibles}}$		
RESPONSIBLE	Jefe de Soplado		
FUENTE DE CAPTURA	Informe de Productividad		
FRECUENCIA DE MEDICION	Semanal		
BASE	80%	UNIDAD	Porcentaje
LIMITES DE CUMPLIMIENTO	ROJO	AMARILLO	VERDE
	< 50%	50% - 90%	> 90%

30-2. INDICADOR 2: REDUCCIÓN DE SCRAP

FICHA DEL INDICADOR			
NOMBRE DEL INDICADOR	Reducción de Scrap		
DEFINIR: Objetivo	Reducir el índice de scrap mejorable y de tortas de producción del scrap total y mantenerlo durante el año 2013		
ACLARAR: Que se quiere lograr?	Que el scrap que proviene de las fallas y pruebas que se generan a diario en las máquinas de producción sea reducido.		
CONCEPTUALIZAR: Que se necesita asegurar?	Que los niveles de scrap se reduzcan a cantidades mínimas.		
FORMULA KPI	$\text{Análisis de scrap} = \frac{\% \text{ Scrap Tortas}}{\% \text{ Scrap Total}}$		
RESPONSIBLES	Jefe de Soplado, Supervisores de Planta y Tecnicos.		
FUENTE DE CAPTURA	Informe de Productividad		
FRECUENCIA DE MEDICION	Mensual		
BASE	3%	UNIDAD	Porcentaje
LIMITES DE CUMPLIMIENTO	ROJO	AMARILLO	VERDE
	> 5%	2,5% - 5%	< 2,5%

30-3. INDICADOR 3: DISMINUCION DEL TIEMPO DE CAMBIO DE MOLDE

FICHA DEL INDICADOR			
NOMBRE DEL INDICADOR	Horas de cambio de Molde		
DEFINIR: Objetivo	Disminuir el tiempo de cambio de molde.		
ACLARAR: Que se quiere lograr?	Las operaciones deben ser realizadas de una manera eficiente en el area de soplado		
CONCEPTUALIZAR: Que se necesita asegurar?	Reducir el tiempo de paradas de máquina, consecuencia del montaje o desmontaje de molde.		
FORMULA KPI	$\text{Tiempo de Cambio de Moldes} = \frac{\# \text{ Minutos cambio de Moldes}}{\text{Total Minutos Disponibles}}$		
RESPONSIBLE	Jefe de Mantenimiento y Técnicos de turno.		
FUENTE DE CAPTURA	Informe de Productividad, Ordenes de Mantenimiento y Montaje de moldes		
FRECUENCIA DE MEDICION	Diario		
BASE	20%	UNIDAD	Porcentaje
LIMITES DE CUMPLIMIENTO	ROJO	AMARILLO	VERDE
	>20%	10% - 20%	<10%

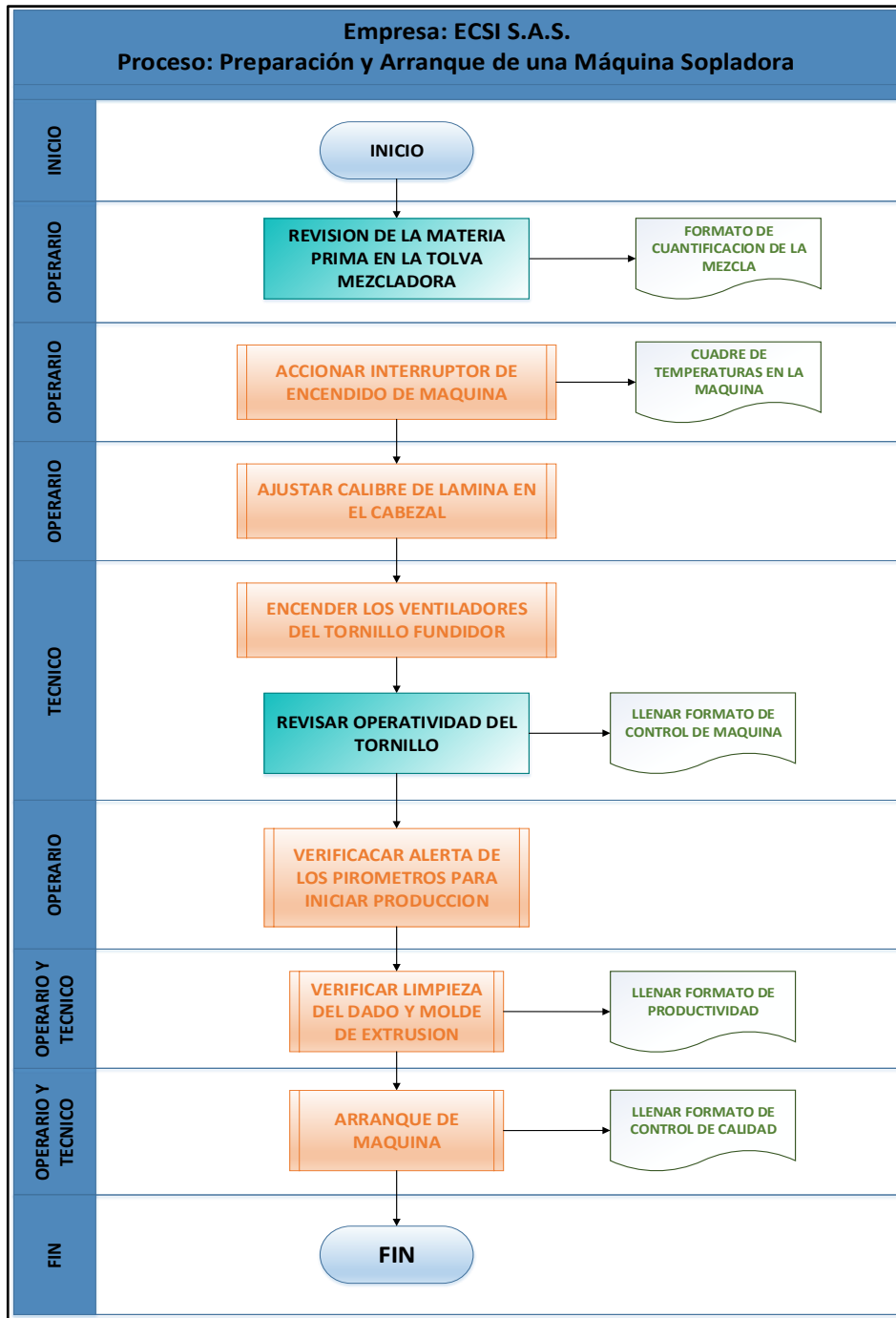
30-4. INDICADOR 4: CUMPLIMIENTO DEL PROGRAMA DE PLANIFICACIÓN

FICHA DEL INDICADOR			
NOMBRE DEL INDICADOR	Cumplimiento de la planificación de la producción		
DEFINIR: Objetivo	Cumplir el programa de la planificación de la producción		
ACLARAR: Que se quiere lograr?	El programa de planificación de la producción que se entrega al área de soplado debe cumplirse, para asegurarse de utilizar eficientemente los recursos e insumos de la planta.		
CONCEPTUALIZAR: Que se necesita asegurar?	Asegurar que las entregas propuestas al área comercial sean cumplidas, y además tener los almacenes de PT controlados y/o abastecidos		
FORMULA KPI	$\% \text{ de Cumplimiento Planificación} = \frac{\text{Total Unidades producidas}}{\text{Total Unidades Planificadas}}$		
RESPONSIBLE	Jefe de Planeacion de la Producción		
FUENTE DE CAPTURA	Programa de producción, Informe de Producción		
FRECUENCIA DE MEDICION	Semanal		
BASE	85%	UNIDAD	Porcentaje
LIMITES DE CUMPLIMIENTO	ROJO	AMARILLO	VERDE
	< 65%	65% - 90%	> 90%

30-5. INDICADOR 5: SATISFACCION DEL CLIENTE

FICHA DEL INDICADOR			
NOMBRE DEL INDICADOR	Satisfacción del cliente		
DEFINIR: Objetivo	Garantizar la calidad excepcional de los envases fabricados en el area de soplado		
ACLARAR: Que se quiere lograr?	La satisfaccion del cliente ofreciendo un producto de excelente calidad.		
CONCEPTUALIZAR: Que se necesita asegurar?	La Fidelidad del Cliente		
FORMULA KPI	Número de quejas recibidas por producto no conforme.		
RESPONSIBLE	Jefe de Calidad		
FUENTE DE CAPTURA	Encuestas Internas, Índice de Satisfacción del cliente		
FRECUENCIA DE MEDICION	Mensual		
BASE	12%	UNIDAD	Número
LIMITES DE CUMPLIMIENTO	ROJO	AMARILLO	VERDE
	>12%	9% - 12%	< 9%

ANEXO 31. DIAGRAMA DE PREPARACIÓN Y ARRANQUE DE UNA MÁQUINA SOPLADORA



ANEXO 32. CUANTIFICACIÓN DE LA MEZCLA DE MATERIA PRIMA

MEZCLAS DE MATERIAS PRIMAS DE SOPLADO		
HOJA DE CLASIFICACION DE RESINAS		
TIPO DE RESINA	CODIGO	
BAJA DENSIDAD, LINER	MBL LBA 1546	
BAJA DENSIDAD, TE	MBL LBA 2583	
LINEAL	UNION CARBIDE DFD 25553-1	
ALTA DENSIDAD	MBL HTA002B, NA 657	
COLORANTE BAJA DENSIDAD	MASTER BH 50% CON.	
FORMULACION DE MEZCLAS		
DESCRIPCION	RESINAS	%
PELICULA DE BAJA DENSIDAD TRANSPARENTE, BAJA RESISTENCIA	LBA 133, DFDC7052	70 Y 30
PELICULA BAJA DENSIDAD TRANSPARENTE, ALTA RESISTENCIA	NA 853, DFDC7052	60 Y 40
PELICULA BAJA DENSIDAD DE COLOR, BAJA RESISTENCIA	LBA 133, DFDC7052 Y MASTER BACH BLANCO	70,27 Y 3
PELICULA BAJA DENSIDAD DE COLOR, ALTA RESISTENCIA	NA951, DFDC7052, DFDC7052 Y MASTER BACH BLANCO	60,37 Y 3
PELICULA BAJA DENSIDAD TERMOENCOGIBLE	LBA 253, DFDC7052	90 Y 10
PELICULA ALTA DENSIDAD TRANSPARENTE	HTA001B, DFDC7052	70 Y 30