

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



**PROYECTO DE GRADO**

**MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN  
EMPACAR S.A. ATRAVÉS DE UN SISTEMA DE  
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

**PROYECTO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**POR : ROBERTO ALTAMIRANO GONZALES**  
**TUTOR : M.SC. ING. MONICA LINO HUMEREZ**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2019**

**DEDICATORIA**

*A dios, mi esposa y mi familia.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios Jehová y Jesucristo por permitirme llegar a cumplir una meta más en mi vida. Por haber estado ahí cuando más lo necesite.*

*A mi esposa Adriana por su apoyo incondicional, por su alto sentido de optimismo y motivación, por su amor y comprensión.*

*A toda mi familia y a amigos, de cada uno pude aprender algo nuevo y diferente.*

*A mi tutora Ing. Monica Lino por su continuo apoyo a lo largo de todo este tiempo que me ha tomado terminar el proyecto de grado, gracias por las observaciones y recomendaciones que me permitieron mejorar mi trabajo.*

## RESUMEN EJECUTIVO

Debido al rápido crecimiento que tuvo la empresa no elaboraron una planificación adecuada que les permitiera conocer y controlar las diferentes variables que afectan el entorno de la empresa, por ello a través del método de suavización exponencial teniendo en cuenta los resultados, se realizó la planeación agregada con el fin de determinar la necesidad de capacidad mensual e inventario. Se aplicó planeación de requerimiento de materiales (MPR) para programar las cantidades de materia prima necesarias para producir las referencias. La programación está en función del número de máquinas inyectoras en planta, el tiempo promedio de procesamiento y capacidad por día. Con ayuda del control por cada centro de trabajo la empresa cuenta con un sistema de información en tiempo real para la toma de decisiones. Por último, se establecen los indicadores de gestión y se hace la validación costo/beneficio para el sistema de Producción logrando una mejora importante en la empresa.

## TABLA DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| CAPITULO I .....  | 12 |
| 1. GENERALIDADES.....   | 12 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN.....  | 12 |
| 1.2. MARCO TEÓRICO.....   | 12 |
| 1.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....                   | 12 |
| 1.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA.....                    | 15 |
| 1.2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INYECCIÓN .....               | 17 |
| 1.2.4. PRONÓSTICO .....   | 22 |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN.....   | 26 |
| 1.4. PROBLEMÁTICA.....  | 28 |
| 1.4.1. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.....                               | 28 |
| 1.5. OBJETIVO GENERAL .....                                     | 30 |
| 1.6. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....                                 | 30 |
| 1.7. ALCANCE .....  | 30 |
| CAPITULO II .....   | 31 |
| 2. DIAGNÓSTICO ACTUAL EMPACAR S.A. ....                         | 31 |
| 2.1. LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA.....                            | 31 |
| 2.1.1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA .....                 | 31 |
| 2.2. REFERENCIA DE PRODUCTOS .....                              | 32 |
| 2.2.1. SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS PARETO .....                  | 33 |
| 2.3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE FABRICACIÓN PARA PREFORMAS ..... | 36 |
| 2.3.1. EQUIPO PRINCIPAL: INYECTORAS HUSKY .....                 | 36 |
| 2.3.2. EQUIPOS AUXILIARES.....                                  | 41 |
| 2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS PARETO .....                  | 44 |

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE  
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

|                   |  |    |
|-------------------|--|----|
| 2.4.1.            | PREFORMA: 46,6g; 54,6g; 48g; 60g y 58,6g.....                                      | 44 |
| 2.5.              | ANÁLISIS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO.....                                       | 45 |
| CAPITULO III..... |  | 46 |
| 3.                | ESTUDIO DE VARIABLES QUE INCIDEN EN EL PROCESO.....                                | 46 |
| 3.1.              | DISTRIBUCIÓN DE COSTOS.....  | 46 |
| 3.1.1.            | COSTOS ALMACEN/DISTRIBUCIÓN.....   | 46 |
| 3.1.1.1.          | ALQUILER ALMACENES.....  | 46 |
| 3.1.1.2.          | COSTOS DE OPERACIÓN DE MANO DE OBRA.....   | 47 |
| 3.1.2.            | COSTOS DE PRODUCCIÓN.....  | 47 |
| 3.1.2.1.          | COSTOS DE OPERACIÓN.....   | 47 |
| 3.1.2.2.          | COSTO DE MATERIA PRIMA.....  | 48 |
| 3.1.2.2.1.        | COSTOS ESPECÍFICOS DE MATERIA PRIMA POR PRODUCTO ..                                | 50 |
| 3.1.2.3.          | OTROS COSTOS DE PRODUCCIÓN.....  | 55 |
| 3.1.3.            | COSTOS DE CONTROL CALIDAD.....   | 56 |
| 3.1.3.1.          | MANO DE OBRA.....  | 56 |
| 3.2.              | COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN, ALMACENES-DISTRIBUCIÓN Y<br>CONTROL DE CALIDAD ..... | 56 |
| CAPITULO IV.....  |  | 57 |
| 4.                | PRONÓSTICO E INVENTARIOS.....  | 57 |
| 4.1.              | SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO ADECUADO .....                                  | 57 |
| 4.1.1.            | PROMEDIO MÓVIL SIMPLE .....  | 58 |
| 4.1.2.            | PROMEDIO MÓVIL PONDERADO.....  | 59 |
| 4.1.3.            | SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL.....   | 61 |
| 4.1.4.            | ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL .....   | 62 |
| 4.2.              | ANÁLISIS DE CADA REFERENCIA PARA LA ELECCIÓN DEL MODELO .....                      | 64 |
| 4.3.              | PROPUESTA PARA EL MANEJO DE LOS INVENTARIOS.....                                   | 65 |

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE  
GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

|                  |   |    |
|------------------|---|----|
| 4.3.1.           | MODELOS DE CONTROL DE INVENTARIO.....   | 65 |
| 4.3.1.1.1.       | MODELO DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA (EOQ) .....   | 66 |
| 4.3.1.2.         | MODELO DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA CON DEMANDA VARIABLE<br>68                                  |    |
| CAPITULO V.....  |   | 70 |
| 5.               | ESTUDIO DE TIEMPOS.....   | 70 |
| 5.1.             | DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE ARMADO DE CAJAS DE<br>CARTÓN Y CANASTILLOS METÁLICOS ..... | 70 |
| 5.1.1.           | ENSAMBLADO DE CAJAS DE CARTÓN.....  | 70 |
| 5.1.2.           | ENSAMBLADO DE CANASTILLOS METÁLICOS.....  | 71 |
| 5.2.             | DETERMINACIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN .....  | 72 |
| 5.3.             | PREPARACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS .....  | 74 |
| 5.4.             | EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS .....  | 77 |
| 5.5.             | CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS .....   | 81 |
| 5.5.1.           | SUPLEMENTOS FIJOS.....  | 81 |
| 5.5.2.           | SUPLEMENTOS VARIABLES .....   | 81 |
| 5.6.             | TIEMPO TIPO .....   | 82 |
| CAPITULO VI..... |   | 83 |
| 6.               | GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....  | 83 |
| 6.1.             | PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE .....   | 85 |
| 6.1.1.           | CALCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE .....  | 85 |
| 6.1.1.1.         | CAPACIDAD REAL .....  | 85 |
| 6.1.1.2.         | FACTOR DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS .....   | 85 |
| 6.1.1.2.1.       | TIEMPOS INACTIVOS E IMPRODUCTIVOS .....   | 85 |
| 6.1.1.3.         | PRODUCCIÓN REAL .....   | 86 |
| 6.2.             | PLANEACIÓN AGREGADA.....  | 90 |

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

|                    |   |     |
|--------------------|---|-----|
| 6.2.1.             | ESTABLECER MODELO DE PLANEACIÓN AGREGADA .....  | 91  |
| 6.3.               | PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN .....  | 93  |
| 6.3.1.             | ESQUEMA BÁSICO .....  | 94  |
| 6.3.2.             | CONSOLIDACIÓN DE LA PROPUESTA .....   | 95  |
| 6.4.               | PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP) .....   | 97  |
| 6.4.1.             | ESTABLECER MODELO DE MRP .....  | 97  |
| 6.4.2.             | PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA PRODUCTOS EN CAJA DE CARTÓN .....                                    | 98  |
| 6.4.3.             | PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA PRODUCTOS EN CANASTILLO METÁLICO .....                               | 99  |
| 6.5.               | PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....   | 100 |
| 6.5.1.             | DETERMINACIÓN DE FORMAS DE REALIZAR LA PRODUCCIÓN.....  | 100 |
| 6.5.1.1.           | DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.....   | 100 |
| 6.5.1.2.           | DISEÑO DE UN INSTRUCTIVO PARA EL ARRANQUE DE MÁQUINAS<br>101  |     |
| 6.5.1.3.           | DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO E INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE INYECCIÓN ..... | 102 |
| 6.6.               | SIMULACIÓN .....  | 102 |
| CAPITULO VII.....  |   | 106 |
| 7.                 | IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE LA PRODUCCIÓN .....  | 106 |
| 7.1.               | BENEFICIOS.....   | 106 |
| 7.1.1.             | BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO .....  | 106 |
| 7.1.2.             | BENEFICIOS DE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE MAQUINA.....                                      | 106 |
| 7.1.3.             | BENEFICIOS DE LA PROGRAMACIÓN MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN<br>107   |     |
| CAPITULO VIII..... |   | 108 |



MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

|  |     |
|--|-----|
| 8. EVALUACIÓN ECONÓMICA.....             | 108 |
| 8.1. MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD.....   | 108 |
| 8.2. CALCULO DEL INDICADOR OEE.....      | 110 |
| 8.3. CALCULO DE COSTO DE PRODUCCIÓN..... | 113 |
| CAPITULO IX.....                         | 115 |
| 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....   | 115 |
| 9.1. CONCLUSIONES.....                   | 115 |
| 9.2. RECOMENDACIONES.....                | 116 |
| CAPITULO X.....                          | 118 |
| 10. BIBLIOGRAFIA.....                    | 118 |



## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA N.º 1 PREFORMAS DE DIFERENTES GRAMAJES.....   | 18 |
| FIGURA N.º 2 UNIDAD DE INYECCIÓN.....                | 37 |
| FIGURA N.º 3 UNIDAD DE CIERRE .....                  | 38 |
| FIGURA N.º 4 UNIDAD DE CONTROL .....                 | 38 |
| FIGURA N.º 5 UNIDAD DE ROBOT.....                    | 39 |
| FIGURA N.º 6 MOLDE PARA INYECCIÓN DE PREFORMAS ..... | 40 |
| FIGURA N.º 7 SILO SECADOR Y DESHUMIDIFICADOR.....    | 41 |
| FIGURA N.º 8 CHILLER .....                           | 42 |
| FIGURA N.º 9 DOSIFICADOR DE PIGMENTO .....           | 43 |

## INDICE DE GRAFICAS

|   |    |
|---|----|
| GRÁFICA N.º 1 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA “2” .....        | 15 |
| GRÁFICA N.º 2 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA “5” .....        | 16 |
| GRÁFICA N.º 3 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA “6” .....        | 16 |
| GRÁFICA N.º 4 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA “7” .....        | 17 |
| GRÁFICA N.º 5 ANÁLISIS PARETO.....  | 35 |
| GRÁFICA N.º 6 PRONOSTICO CON PROMEDIO MÓVIL SIMPLE .....                  | 58 |
| GRÁFICA N.º 7 PRONÓSTICO CON PROMEDIO MÓVIL PONDERADO .....               | 60 |
| GRÁFICA N.º 8 PRONOSTICO CON SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL.....                 | 61 |
| GRÁFICA N.º 9 PRONOSTICO CON REGRESIÓN LINEAL .....                       | 63 |
| GRÁFICA N.º 10 MODELOS DE PRONÓSTICOS.....                                | 64 |
| GRÁFICA N.º 11 REPRESENTACIÓN GRÁFICA: RESULTADO ANÁLISIS PARETO<br>..... | 67 |

## INDICE DE ILUSTRACIONES

|  |     |
|--|-----|
| ILUSTRACIÓN N.º 1 ORGANIGRAMA EMPACAR S.A. (ACTUAL).....   | 14  |
| ILUSTRACIÓN N.º 2 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LA PRODUCCIÓN DE<br>EMPACAR S.A.....                          | 28  |
| ILUSTRACIÓN N.º 3 LOCALIZACIÓN PLANTA “EMPACAR S.A” .....  | 31  |
| ILUSTRACIÓN N.º 4 CADENA DE ABASTECIMIENTO.....  | 45  |
| ILUSTRACIÓN N.º 5 DISEÑO EN 3D CAJA DE CARTÓN CON PRODUCTO<br>TERMINADO .....                            | 71  |
| ILUSTRACIÓN N.º 6 DISEÑO EN 3D CANASTILLO METÁLICO .....   | 72  |
| ILUSTRACIÓN N.º 7 CURSO GRAMA ANALÍTICO “ENSAMBLADO DE<br>CANASTILLO METÁLICO.....                       | 76  |
| ILUSTRACIÓN N.º 8 MATRIZ PRINCIPAL PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN .   | 92  |
| ILUSTRACIÓN N.º 9 MATRIZ SECUNDARIA PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN<br>– INGRESO DE DÍAS DE PRODUCCIÓN ..... | 93  |
| ILUSTRACIÓN N.º 10 ESQUEMA DE RELACIÓN DE PROBLEMAS Y<br>PROPUESTAS DE MEJORA .....                      | 100 |
| ILUSTRACIÓN N.º 11 MODELO DE SIMULACION: INGRESO DE PEDIDOS DE<br>CLIENTES.....                          | 103 |
| ILUSTRACIÓN N.º 12 MODELO DE SIMULACION: PLANEACION AGREGADA<br>(JULIO/2018) .....                       | 103 |
| ILUSTRACIÓN N.º 13 MODELO DE SIMULACION: ENTRADAS PARA EL MRP<br>(JULIO/2018) .....                      | 104 |
| ILUSTRACIÓN N.º 14 MODELO DE SIMULACION: MRP 46,6 G CRISTAL<br>(JULIO/2018) .....                        | 104 |
| ILUSTRACIÓN N.º 15 MODELO DE SIMULACION: MRP 46,6 G CRISTAL<br>(JULIO/2018) .....                        | 105 |
| ILUSTRACIÓN N.º 16 MODELO DE SIMULACION: OEE (JULIO/2018) .....  | 105 |

## INDICE DE DIAGRAMA

|  |     |
|--|-----|
| DIAGRAMA N.º 1 PROCESO DE PRODUCCIÓN PREFORMAS PET ..... | 83  |
| DIAGRAMA N.º 2 FLUJO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN..... | 94  |
| DIAGRAMA N.º 3 CALCULO DEL OEE.....                      | 111 |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| TABLA N.º 1 PERSONAL POR ÁREAS Y JORNADAS DE TRABAJO .....  | 13 |
| TABLA N.º 2 TÉCNICAS DE PRONÓSTICO Y MODELOS COMUNES .....  | 23 |
| TABLA N.º 3 TIPOS DE GRAMAJE .....  | 32 |
| TABLA N.º 4 VARIEDAD DE MEZCLAS DE LOS PRODUCTOS PARA BEBIDAS....                                 | 33 |
| TABLA N.º 5 VARIEDAD DE COLORES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMAS<br>PET .....                      | 33 |
| TABLA N.º 6 HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN GESTIÓN 2017-2018.....  | 34 |
| TABLA N.º 7 ANÁLISIS PARETO SOBRE LOS PRODUCTOS DE EMPACAR S.A. .                                 | 34 |
| TABLA N.º 8 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL .....  | 36 |
| TABLA N.º 9 PRINCIPALES CARACTERISTICAS TECNICAS: INYECTORAS.....                                 | 40 |
| TABLA N.º 10 PRINCIPALES CARACTERISTICAS TECNICAS: SILO SECADOR Y<br>DESHUMIDIFICADOR.....        | 42 |
| TABLA N.º 11 PRINCIPALES CARACTERISTICAS TECNICAS: CHILLER.....                                   | 43 |
| TABLA N.º 12 PERSONAL DE ALMACÉN Y DISTRIBUCIÓN .....   | 47 |
| TABLA N.º 13 COSTO MENSUAL PERSONAL ALMACÉN Y DISTRIBUCIÓN.....                                   | 47 |
| TABLA N.º 14 PERSONAL DE PRODUCCIÓN .....   | 48 |
| TABLA N.º 15 COSTO MENSUAL DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN.....  | 48 |
| TABLA N.º 16 COSTO PROMEDIO DE COMPRA DE RESINA POR KILO EN (US\$)<br>.....                       | 49 |
| TABLA N.º 17 PRECIO PROMEDIO DE COMPRA DE RESINA, SEGÚN<br>PARTICIPACIÓN DE VENTAS EN (US\$)..... | 49 |

|  |    |
|--|----|
| TABLA N.º 18 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 46,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE<br>CARTÓN .....      | 50 |
| TABLA N.º 19 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 46,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET)<br>CANASTILLO METÁLICO ..... | 50 |
| TABLA N.º 20 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 54,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE<br>CARTÓN .....      | 51 |
| TABLA N.º 21 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 54,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET)<br>CANASTILLO METÁLICO ..... | 51 |
| TABLA N.º 22 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 48 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE<br>CARTÓN .....        | 52 |
| TABLA N.º 23 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 48 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET)<br>CANASTILLO METÁLICO .....   | 52 |
| TABLA N.º 24 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 58,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE<br>CARTÓN .....      | 53 |
| TABLA N.º 25 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 58,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET)<br>CANASTILLO METÁLICO ..... | 53 |
| TABLA N.º 26 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 60 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE<br>CARTÓN .....        | 54 |
| TABLA N.º 27 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE<br>PREFORMA 60 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET)<br>CANASTILLO METÁLICO .....   | 54 |

|  |    |
|--|----|
| TABLA N.º 28 COSTO PROMEDIO DE PRODUCCIÓN MENSUAL POR GRAMAJE .....  | 55 |
| TABLA N.º 29 COSTOS MENSUALES ASOCIADOS A PRODUCCIÓN .....   | 55 |
| TABLA N.º 30 COSTO MENSUAL DEL PERSONAL DE CONTROL DE CALIDAD .....  | 56 |
| TABLA N.º 31 COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN, ALMACENES-<br>DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD .....           | 56 |
| TABLA N.º 32 GUÍA PARA SELECCIONAR UN MÉTODO DE PRONÓSTICO<br>APROPIADO .....                              | 57 |
| TABLA N.º 33 PRONÓSTICO CON PROMEDIO MÓVIL SIMPLE, EN TONELADAS<br>.....                                   | 58 |
| TABLA N.º 34 PRONÓSTICO CON PROMEDIO MÓVIL PONDERADO, EN<br>TONELADAS .....                                | 59 |
| TABLA N.º 35 PRONÓSTICO CON SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL, EN<br>TONELADAS .....                                 | 61 |
| TABLA N.º 36 PRONOSTICO CON REGRESIÓN LINEAL, EN TONELADAS .....   | 62 |
| TABLA N.º 37 PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES<br>RESINAS SOBRE LA VENTA.....                  | 66 |
| TABLA N.º 38 ANÁLISIS PARETO - RESINAS.....  | 67 |
| TABLA N.º 39 PROPUESTA PARA OBTENER LA CANTIDAD DE PEDIDO FIJA<br>PARA RESINAS.....                        | 68 |
| TABLA N.º 40 PROPUESTA PARA OBTENER LA CANTIDAD DE PEDIDO FIJA<br>PARA RESINAS CON DEMANDA ALEATORIA ..... | 69 |
| TABLA N.º 41 DATOS OBTENIDOS “RECOJO DEL PALATRAP” .....   | 78 |
| TABLA N.º 42 CALCULO DE NÚMERO DE OBSERVACIONES .....  | 79 |
| TABLA N.º 43 CUADRO RESUMEN .....  | 80 |
| TABLA N.º 44 ESTÁNDARES PARA TIEMPOS SUPLEMENTARIOS .....  | 82 |
| TABLA N.º 45 CAPACIDAD REAL MENSUAL POR INYECTORA.....   | 85 |
| TABLA N.º 46 PRODUCCIÓN REAL, TONELADAS-MES.....   | 87 |
| TABLA N.º 47 UTILIZACIÓN GESTIÓN 2017-2018 .....   | 88 |
| TABLA N.º 48 EFICIENCIA GESTIÓN 2017-2018 .....  | 89 |

|  |     |
|--|-----|
| TABLA N.º 49 ESTRUCTURA FINAL DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN ..... | 96  |
| TABLA N.º 50 MRP PRODUCTO 46,6g EN CAJA DE CARTÓN.....         | 98  |
| TABLA N.º 51 MRP PRODUCTO 46,6g EN CANASTILLO METÁLICO .....   | 99  |
| TABLA N.º 52 INDICE DE PRODUCTIVIDAD GESTIÓN 2016.....         | 108 |
| TABLA N.º 53 INDICE DE PRODUCTIVIDAD GESTIÓN 2017.....         | 109 |
| TABLA N.º 54 INDICE DE PRODUCTIVIDAD GESTIÓN 2018.....         | 109 |
| TABLA N.º 55 CUADRO RESUMEN INDICE DE PRODUCTIVIDAD .....      | 110 |
| TABLA N.º 56 COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD .....         | 111 |
| TABLA N.º 57 COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO.....               | 112 |
| TABLA N.º 58 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD.....                 | 112 |
| TABLA N.º 59 COMPORTAMIENTO DEL OEE .....                      | 113 |
| TABLA N.º 60 COSTOS DE PRODUCCIÓN .....                        | 114 |



## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

### CAPITULO I

#### 1. GENERALIDADES

##### 1.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de este capítulo se presentará una descripción general de la empresa, desde sus orígenes, su situación en el mercado actual, áreas de producción y como se desarrolla el proceso productivo.

Justificación del proyecto, para lo cual se hace la identificación de los problemas y su jerarquización tomando en cuenta principalmente los niveles de producción y finalmente el alcance que tendrá el sistema dentro de la empresa.

##### 1.2. MARCO TEÓRICO

###### 1.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

La empresa donde se desarrollará el sistema, se llama “EMPACAR S.A.” filial La Paz, se dedica a la producción distribución y comercialización de preformas PET con alta demanda en el mercado de las bebidas carbonatadas, jugos y agua que son de consumo usual en nuestro medio.

Empacar S.A. La Paz es un proyecto de Empacar S.A. (En Santa Cruz) que es la casa matriz. Es una apuesta estratégica que hace el dueño: **Ivo Kulgís** y de los principales ejecutivos para cubrir el mercado nacional de La Paz, Oruro, Cochabamba; además del mercado extranjero del Oeste de Perú y Chile.

Empacar S.A. La Paz se pone en marcha el 20 de noviembre de 2013, entre sus principales clientes están: EMBOL (Coca Cola, Fanta, Sprite, etc.), CBN (Pepsi, 7up, etc.), y otras empresas.



## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Los productos de la empresa son distribuidos en grupos de:

- Preformas para Botellas Gaseosas y/o Jugos
- Preformas para Botellones “Sifones”

Hasta el 30 de junio del 2018, se produjeron: **675.384.010** unidades de preformas, y **341.089** preformas para Sifones.

Actualmente la empresa cuenta con 48 empleados; del cual 20 empleados son de planta; es decir: inyección y control de calidad; trabaja a 3 turnos, en 4 grupos de 5 empleados (Planta), tal como se detalla en la tabla a continuación:

TABLA N.º 1 PERSONAL POR ÁREAS Y JORNADAS DE TRABAJO

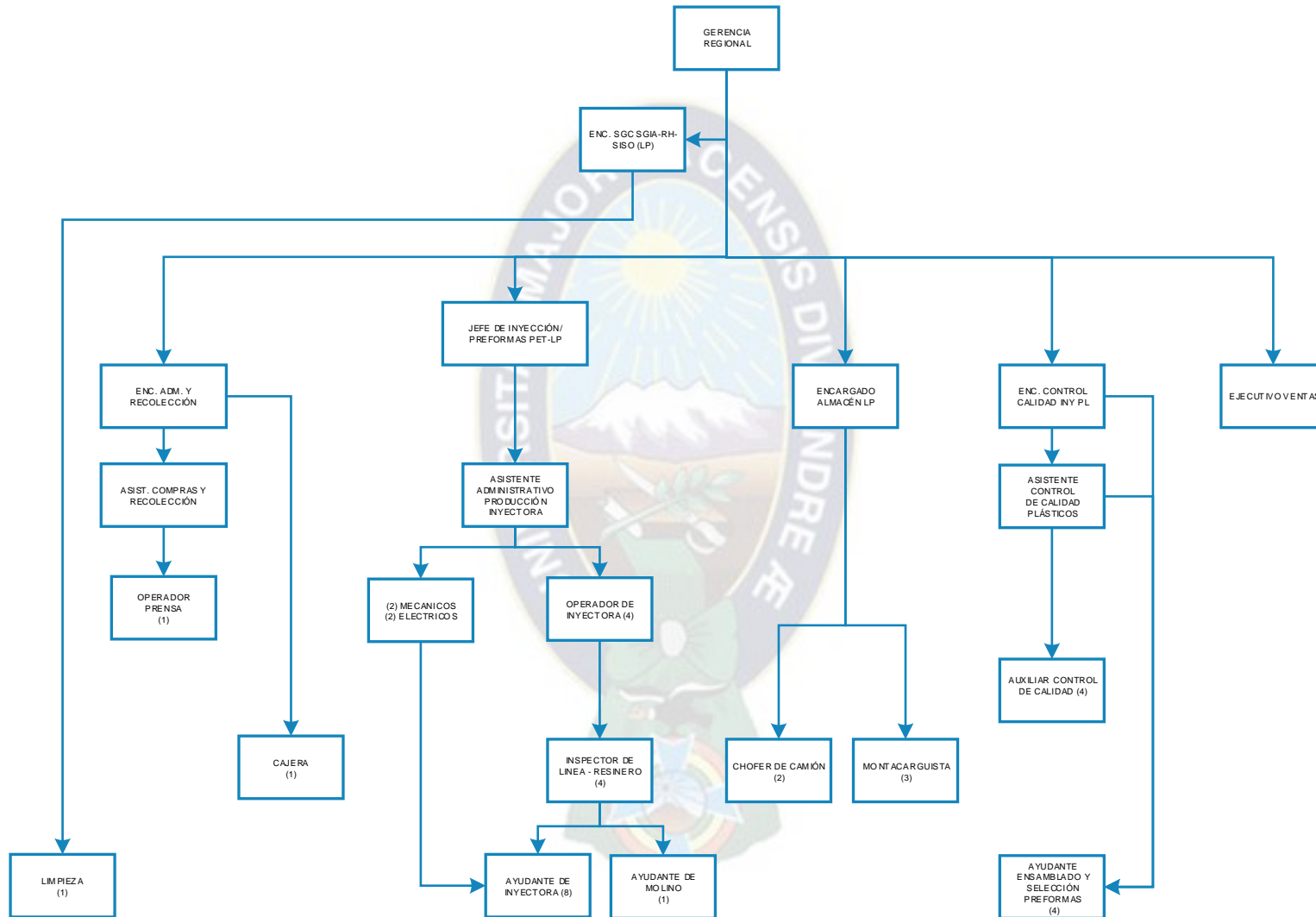
| ÁREA                    | NUMERO DE PERSONAS  | TURNO         |
|-------------------------|---------------------|---------------|
| INYECCIÓN*              | 20                  | I, II y III** |
| CONTROL DE CALIDAD      | 4                   | I, II y III** |
| ALMACÉN Y LOGÍSTICA     | 5                   | 8:00 – 16:30  |
| MANTENIMIENTO           | 2                   | 8:00 – 16:30  |
| ARMADO Y SELECCIÓN      | 3                   | 8:00 – 16:00  |
| RECOLECCIÓN             | 2                   | 8:00 – 16:30  |
| PERSONAL ADMINISTRATIVO | 12                  | 8:00 – 16:30  |
| <b>TOTAL</b>            | <b>48 empleados</b> |               |

*Fuente elaboración propia.*

\* Inyección está compuesto por: 1 Operador, 1 Ayudante de Resina, 3 Ayudantes; por cada turno.

\*\*\* Se trabaja en 3 turnos: 7 – 15; 15 – 22; 22 – 7.

ILUSTRACIÓN N.º 1 ORGANIGRAMA EMPACAR S.A. (ACTUAL)



Fuente: Elaboración Propia

## 1.2.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

La planta cuenta con una superficie de: 6204 m2.

Cuenta con 2 áreas:

- Área de Inyección (3204 m2)
- Área de Recolección (3000 m2)

El área de recolección no será objeto de análisis en el sistema propuesto.

Además, posee departamentos auxiliares que son:

- Departamento de Control de Calidad
- Departamento de Almacén General
- Departamento de Mantenimiento Técnico
- Oficinas de Planta

La capacidad instalada de la planta se la medirá en términos de toneladas PET procesadas, el último mes de junio de 2018 fue de **706,48 Ton.**

### GRÁFICA N.º 1 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA "2"



Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida por Jefatura de Producción

GRÁFICA N.º 2 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA "5"



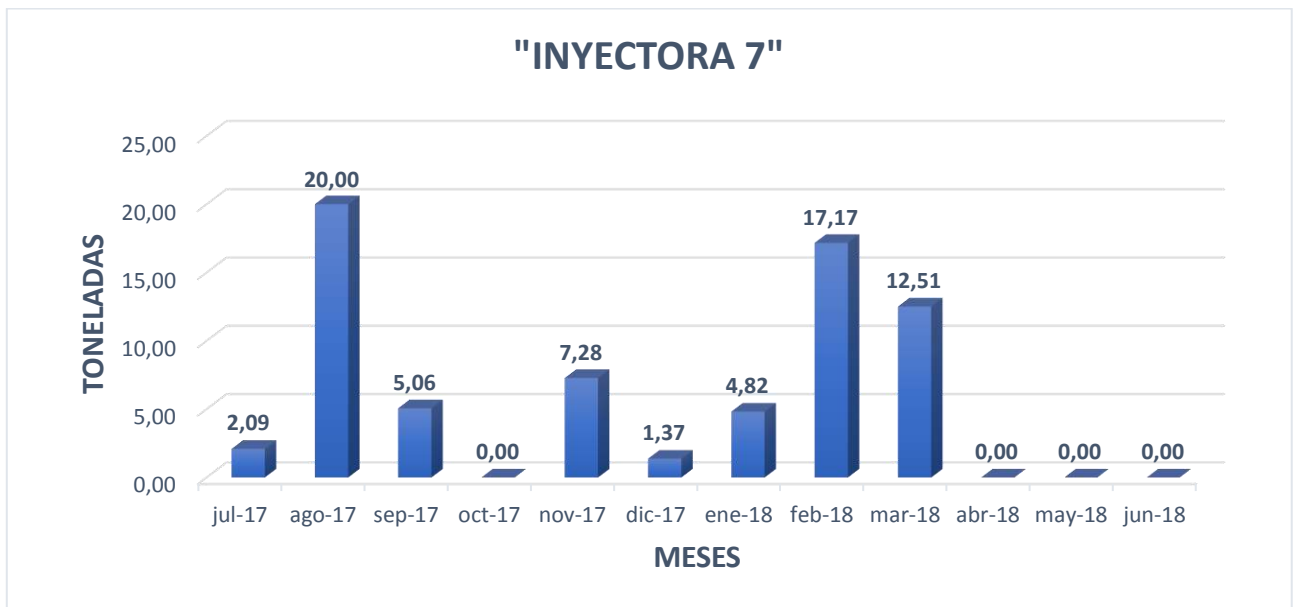
Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida por Jefatura de Producción

GRÁFICA N.º 3 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA "6"



Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida por Jefatura de Producción

GRÁFICA N.º 4 COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN: INYECTORA "7"



Fuente: Elaboración Propia en base a información obtenida por Jefatura de Producción

La máquina 7, no será objeto de estudio para el desarrollo del sistema de gestión de la calidad, debido que la misma, trabaja según programación variable, pedidos especiales.

En la planta se elaboran preformas de forma continua, se trabaja de lunes a domingo y feriados, cada grupo cubre uno de los 3 turnos, durante 6 días consecutivos y descansa 2 días.

### 1.2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INYECCIÓN

El proceso de inyección comienza desde el abastecimiento de la materia prima que es la resina de PET, y termina con la entrega de preformas en cajas de cartón o canastillos metálicos, debidamente embaladas y claramente identificadas.

FIGURA N.º 1 PREFORMAS DE DIFERENTES GRAMAJES



Fuente: [http://www.empacar.com.bo/app\\_images/pet-3-big.jpg](http://www.empacar.com.bo/app_images/pet-3-big.jpg)

El término PET es la forma abreviada de denominar al Tereftalato de Polietileno, polímero que se caracteriza por su alta resistencia, baja permeabilidad (propiedades de barrera) que protegen la integridad del producto, tiene una apariencia transparente, capaz de moldearse de diferentes formas y adquirir varios colores, razón por la cual es ampliamente utilizado en la elaboración de envases para bebidas carbonatadas y de consumo usual, tales como agua, refrescos, jugos y otros alimentos.

Las materias primas empleadas para la producción de las preformas son: la denominada resina virgen y la resina EcoPET; la primera es provista por Embol, que importa vía marítima desde el Asia; la segunda es provista exclusivamente de la casa matriz (Planta Santa Cruz).

La preforma puede ser producida con resina 100% virgen, o con mezclas entre resina virgen y resina reciclada “Ecopet” como ser:

- 90% virgen – 10% ecopet
- 80% virgen – 20% ecopet
- **70% virgen – 30% ecopet**
- 50% virgen – 50% ecopet
- 30% virgen - 70% ecopet

Siendo las anteriores las más comerciales en el mercado. El tipo de mezcla es según el requerimiento del cliente.

El proceso de producción incluye los siguientes pasos:

1. La resina es ingresada al área de almacenamiento a través de montacargas para luego ser trasladada al área de producción.
2. Dentro del área de producción, se cargan los bolsones individualmente a cada inyectora dependiendo del tipo de lote, mezcla que se desee producir.
3. La resina virgen o la mezcla es succionada directamente mediante bombas del mezclador gravimétrico a un silo secador de aproximadamente 5 toneladas de capacidad en donde es calentada a 175°C por un lapso de 7 horas aproximadamente.
4. La resina caliente y seca es transportada por un conducto especial, que se conecta a la inyectora e ingresa por un tornillo extrusor donde se calienta a 285°C y se funde para que pueda ingresar de forma líquida al molde.
5. Los moldes se clasifican de acuerdo a los gramajes de las preformas que van a producir. Y por el número de cavidades 48, 56 y 72 cavidades dependiendo del tipo de inyectora y molde. Dentro del mismo, la resina caliente

toma la forma de la cavidad del molde y se genera una “preforma”, que tiene la forma de un tubo de ensayo plástico.

Dependiendo del cliente, se puede dar color a la preforma, ésta puede ser: verde, azul, naranja, etc., esto se lo aplica con equipos dosificadores de color ya que el PET en su estado original es transparente.

6. Al abrir el molde las preformas son expulsadas y retiradas por un brazo robot, el mismo que dependiendo del diseño de máquina proveen el enfriamiento o las depositan en las cámaras de refrigeración, dentro de la cabina climatizada de la máquina.
7. Las preformas se almacenan en cajas de cartón o canastillos metálicos, el volumen varía de acuerdo al tamaño de la preforma, Ej.: cajas con preformas de 24,5g contienen 14 000 unid, cajas con preformas de 46,6g; 48g, 52g; 54,6g; 56g y 60g tienen 7 000 unid., etc.
8. Las cajas de cartón son selladas con una tapa, aseguradas con flejes de plástico, los canastillos metálicos tienen una protección interna de hojas de cartón plástico y después es cubierta con stretch film en su parte superior e identificadas con un sticker (si es necesario) que detalla el tipo de mezcla, además de la boleta de identificación que indica el número de caja, fecha producción, operador de turno, tipo de resina utilizada, volumen de preformas y aprobación de calidad.
9. Finalmente, las cajas son entregadas al almacén de producto terminado para su almacenaje y posterior despacho a clientes.



Paralelo al proceso de producción se realizan inspecciones de calidad cada 2 horas, para ello, de cada línea de inyección se toma una muestra de las preformas producidas, se llevan al laboratorio de calidad donde son sometidas a rigurosas pruebas de control en las que se realizan mediciones de: altura, diámetro externo e interno, espesor, peso entre otros, los datos obtenidos se comparan con el estándar, en caso de detectar alguna anomalía en el producto el auxiliar de control de calidad tiene la obligación de bloquear las cajas producidas durante el período comprendido entre las dos últimas inspecciones realizadas.

Además, cada ayudante de máquina realiza controles de atributos, para detectar defectos; que se clasifican como: críticos, mayores y menores; que se pueden presentar durante el proceso de inyección.

Las cajas bloqueadas pasan al área de productos observados para su posterior inspección, donde personal de selección se encarga de revisar una a una las preformas, se envía al scrap las preformas defectuosas y luego se liberan las cajas.

Cada turno de trabajo está comprendido por: 1 operador, quien se encarga del cumplimiento de la producción planificada, cumplir con los estándares de la operación y verificación del correcto funcionamiento de los equipos e inyectoras, 4 ayudantes quienes cumplen las funciones operativas entre las cuales constan: abastecimiento de resina, disposición de cajas, pesaje y embalaje del preformas producidas en cartones o canastillos metálicos, limpieza y tareas de mantenimiento asistidas y un auxiliar de control de calidad.

El área de inyección está constituida por 3 líneas de producción definidas por su nombre de fábrica y su posición dentro del área. Estas líneas se diferencian en sus niveles de producción y estos a

su vez son definidos por la capacidad del molde, la cantidad de masa que inyectan, y el tiempo de ciclo establecido por el proveedor de la máquina inyectora.

#### 1.2.4. PRONÓSTICO

El pronóstico se puede clasificar en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación:

- Las **técnicas cualitativas** son subjetivas y se basan en estimados y opiniones.
- El **análisis de series de tiempo**, el enfoque primario de este capítulo, se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura. La información anterior puede incluir varios componentes, como influencias de tendencias, estacionales o cíclicas, y se describe en la sección siguiente.
- El **pronóstico causal**, que se analiza utilizando la técnica de la regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente.
- Los **modelos de simulación** permiten al encargado del pronóstico manejar varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> CHASE, AQUILANO. Administración de Operaciones. Duodécima Edición. MAC GRAW HILL

TABLA N.º 2 TÉCNICAS DE PRONÓSTICO Y MODELOS COMUNES

| <b>I. CUALITATIVO</b>            | <b>Subjetivas: de juicio basadas en estimados y opiniones</b>   |
|----------------------------------|---|
| <b>Técnicas acumulativas</b>     | Deriva un pronóstico a través de la compilación de las entradas de aquellos que se encuentran al final de la jerarquía y que tratan con lo que se pronostica. Por ejemplo, un pronóstico general de las ventas se puede derivar combinando las entradas de cada uno de los vendedores que están más cerca de su territorio.   |
| <b>Investigación de Mercados</b> | Se establece para recopilar datos de varias formas (encuestas, entrevistas, etc.) con el fin de comprobar hipótesis acerca del mercado. Por lo general, se usa para pronosticar ventas a largo plazo y de nuevos productos.   |
| <b>Grupos de consenso</b>        | Intercambio libre en las juntas. La idea es que la discusión en grupo produzca mejores pronósticos que cualquier individuo. Los participantes pueden ser ejecutivos, vendedores o clientes.   |
| <b>Analogía histórica</b>        | Relaciona lo pronosticado con un artículo similar. Es importante al planear nuevos productos en los que las proyecciones se pueden derivar mediante el uso del historial de un producto similar.  |
| <b>Método de Delfos</b>          | Un grupo de expertos responde un cuestionario. Un moderador recopila los resultados y formula un cuestionario nuevo que se presenta al grupo. Por lo tanto, existe un proceso de aprendizaje para el grupo mientras recibe información nueva y no existe ninguna influencia por la presión del grupo o individuos dominantes. |

Fuente: CHASE, AQUILANO. *Administración de Operaciones. Duodécima Edición.*  
MAC GRAW HILL



|   |   |
|---|---|
| <b>II. ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO</b> | Con base en la idea de que el historial de los eventos a través del tiempo se puede utilizar para proyectar el futuro.  |
| <b>Promedio Móvil Simple</b>            | Se calcula el promedio de un periodo que contiene varios puntos de datos dividiendo la suma de los valores de los puntos entre el número de éstos. Por lo tanto, cada uno tiene la misma influencia   |
| <b>Promedio móvil ponderado</b>         | Puede ser que algunos puntos específicos se ponderen más o menos que los otros, según la experiencia.   |
| <b>Suavización exponencial</b>          | Los puntos de datos recientes se ponderan más y la ponderación sufre una reducción exponencial conforme los datos se vuelven más antiguos.  |
| <b>Análisis de regresión</b>            | Ajusta una recta a los datos pasados casi siempre en relación con el valor de los datos. La técnica de ajuste más común es la de los mínimos cuadrados.   |
| <b>Técnica Box Jenkins</b>              | Muy complicada, pero al parecer la técnica estadística más exacta que existe. Relaciona una clase de modelos estadísticos con los datos y ajusta el modelo con las series de tiempo utilizando distribuciones bayesianas posteriores.   |
| <b>Series de tiempo Shiskin</b>         | (Se conoce también como X-11). Desarrollada por Julius Shiskin de la Oficina del Censo. Un método efectivo para dividir una serie temporal en temporadas, tendencias e irregular. Necesita un historial por lo menos de 3 años. Muy eficiente para identificar los cambios, por ejemplo, en las ventas de una compañía. |
| <b>Proyecciones de tendencias</b>       | Ajusta una recta matemática de tendencias a los puntos de datos y la proyecta en el futuro.   |

Fuente: CHASE, AQUILANO. *Administración de Operaciones. Duodécima Edición.* MAC GRAW HILL



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>III. CAUSAL</b>               | Trata de entender el sistema subyacente y que rodea al elemento que se va a pronosticar. Por ejemplo, las ventas se pueden ver afectadas por la publicidad, la calidad y los competidores.                           |
| <b>Análisis de regresión</b>     | Similar al método de los mínimos cuadrados en las series de tiempo, pero puede contener diversas variables. La base es que el pronóstico se desarrolla por la ocurrencia de otros eventos.                           |
| <b>Modelos econométricos</b>     | Intentos por describir algún sector de la economía mediante una serie de ecuaciones interdependientes.   |
| <b>Modelos de entrada/salida</b> | Se enfoca en las ventas de cada industria a otros gobiernos y empresas. Indica los cambios en las ventas que una industria productora puede esperar debido a los cambios en las compras por parte de otra industria. |
| <b>Principales indicadores</b>   | Estadísticas que se mueven en la misma dirección que la serie a pronosticar, pero antes que ésta, como un incremento en el precio de la gasolina que indica una baja futura en la venta de autos grandes.            |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <b>IV. MODELOS DE SIMULACIÓN</b> | Modelos dinámicos, casi siempre por computadora, que permiten al encargado de las proyecciones hacer suposiciones acerca de las variables internas y el ambiente externo en el modelo. Dependiendo de las variables en el modelo, el encargado de los pronósticos puede hacer preguntas como: ¿Qué sucedería con mi pronóstico si el precio aumentara 10%? ¿Qué efecto tendría una recesión nacional leve sobre mi pronóstico? |
|----------------------------------|--|

Fuente: CHASE, AQUILANO. *Administración de Operaciones. Duodécima Edición.* MAC GRAW HILL

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

En Bolivia, cada boliviano consume más de 100 litros de bebidas no alcohólicas al año<sup>2</sup>, este consumo demanda la producción de millones de botellas de diferente capacidad, botellas que nacen de la preforma, como las que se producen en Empacar S.A.

Con un segmento de mercado en crecimiento y alto potencial de desarrollo para Empacar S.A, la implementación y desarrollo de mejoras en los procesos y controles que se manejan al interior de la empresa contribuyen al progreso del sector económico al que pertenece, proporcionando una mejor calidad en el producto y el fomento de una mejor competitividad frente a sus semejantes. De la misma manera, al interior de la empresa se va a generar una mejor organización, control y manejo de los procesos que incurren en la elaboración del producto final, determinando un mejor y mayor desempeño de las tareas de los trabajadores, provocando así estabilidad laboral para los mismos y mayores utilidades para los dueños y socios de la empresa.

Con la realización de un proyecto que desarrolle, proponga e implemente un sistema gestión de la producción es primordial el uso completo y correcto de las herramientas y elementos que maneja la Ingeniería Industrial. La correspondiente utilización y optimización de estos permitirá a nivel académico encaminar el trabajo hacia un excelente resultado que permita responder a las necesidades de la empresa y del mercado. De esta manera, las diferentes áreas y enfoques que ofrece la carrera serán determinantes en cada uno de los pasos a seguir para la elaboración del proyecto por medio de asignaturas como: Gestión de la Producción, Logística, Investigación de Operaciones, Ingeniería de Métodos, entre otros, que permitan solucionar los problemas actuales de

---

<sup>2</sup> [https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=1&pla=3&id\\_articulo=207235](https://www.eldia.com.bo/index.php?cat=1&pla=3&id_articulo=207235)

la empresa y genere un proyecto óptimo que cumpla efectivamente con los objetivos establecidos.

Para la justificación académica de la realización del proyecto, se enmarcaron las áreas de Producción y Logística. El énfasis en Logística dictamina la base para el estudio del manejo y control de inventarios, establecimiento y determinación de los pronósticos, aprovechamiento óptimo de la planta, entre otros. Igualmente, el énfasis en Producción, provee todas las herramientas complementarias para el correcto análisis, estudio y aplicación para el mejoramiento de la producción dentro de la empresa Empacar S.A., dentro del contexto de planeación, programación y control de la misma.

El presente proyecto tiene el propósito de aplicar técnicas para el desarrollo de la productividad en la empresa, utilizando herramientas de mejora continua como ser: modelos de pronóstico e inventarios, estudios de tiempos y gestión de la producción (Planificación y programación de la producción, Plan de requerimiento de materiales)

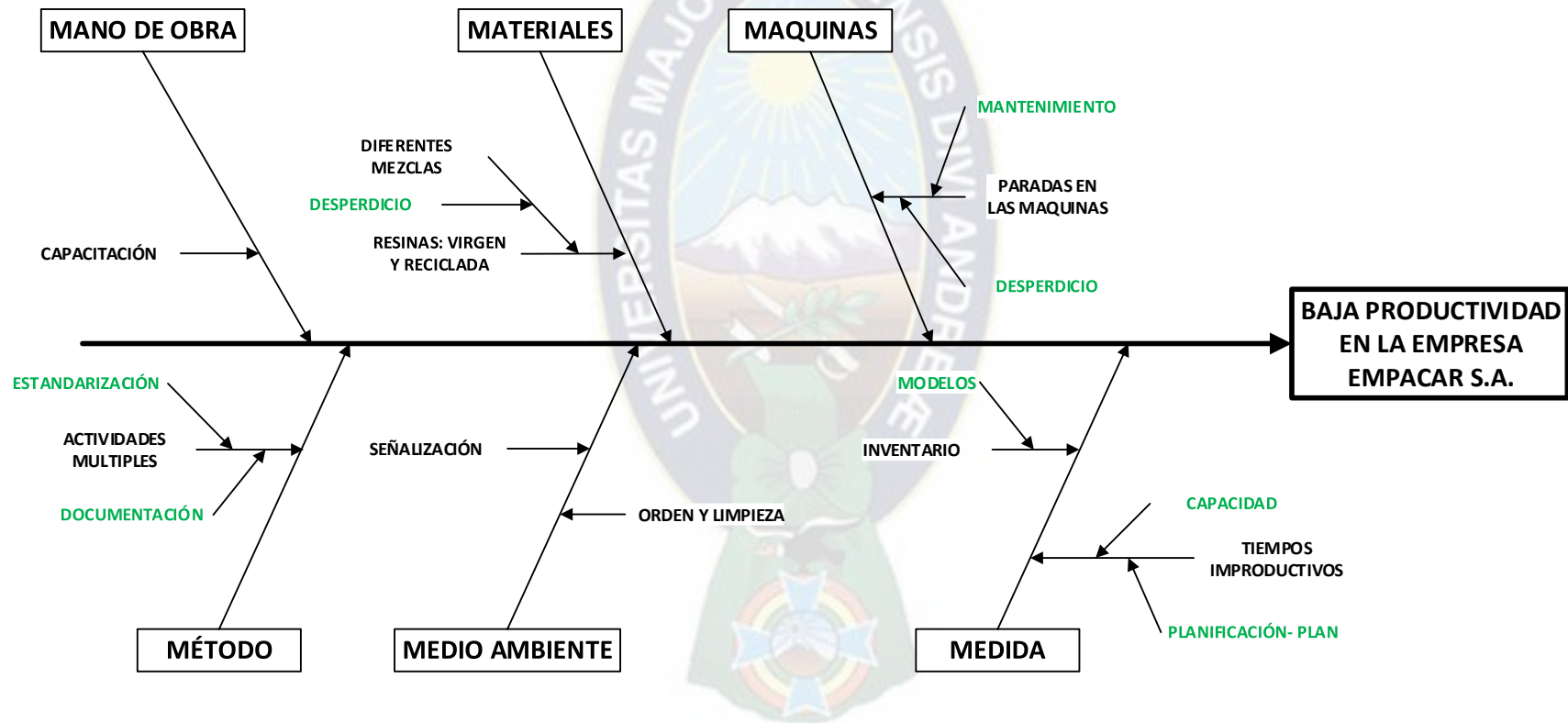
Mediante la elaboración del proyecto, a nivel personal se podrá enfatizar en habilidades como: investigación, creatividad, solución de problemas, cumplimiento de objetivos, responsabilidad, dinamismo y practicidad, que serán fundamentales durante el desarrollo de todas las tareas y que sin importar el asunto en que se utilicen van a ser una herramienta clave durante toda la vida, además aplicar las herramientas aprendidas durante la carrera en un contexto real.

En cuanto al sentido humano y la responsabilidad social se pretende dar un modelo de adopción para las empresas del sector y que permita la reducción de las tasas de desempleo. De esta manera como futuros ingenieros industriales y líderes de este país es un hecho que debemos contribuir con el desarrollo del mismo, siendo este proyecto el comienzo de una serie de eventos en pro de la construcción de un mejor país.

## 1.4. PROBLEMÁTICA

### 1.4.1. DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

ILUSTRACIÓN N.º 2 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO DE LA PRODUCCIÓN DE EMPACAR S.A.



Fuente: Elaboración Propia.



Se realiza el diagrama de causa efecto con el objetivo de identificar todas las posibles causas que afectan a la productividad de la empresa EMPACAR S.A., además proporcionar información para desarrollar oportunidades de mejora.

Para esto se tuvo en cuenta las 6M's. Mano de obra, materiales, maquinas, método, medio ambiente y medida. Posteriormente se determinaron las causas raíces críticas del diagnóstico que se presentan a continuación:

- **Mantenimiento:** Las máquinas inyectoras tienen paradas constantes; debido a que solamente se realiza un mantenimiento correctivo.
- **Desperdicio:**
  - Cada parada y posterior reinicio de las máquinas inyectoras genera bastante desperdicio, siendo el desperdicio directamente proporcional al tiempo que la máquina permanece parada.
  - Las diferentes mezclas entre resina virgen y resina reciclada, provocan altos niveles de desperdicio. Diferentes mezclas de resinas dan lugar a diferentes tonos en la preforma; en consecuencia, eleva el nivel de desperdicio.
- **Modelos:** No existe un modelo para llevar un adecuado control en los inventarios de materia prima e insumo.
- **Capacidad:** Actualmente la capacidad de las maquinas inyectoras es muy baja, debido a que se generan tiempos improductivos al momento de iniciar la ordenes de producción, durante los cambios de molde y/o formato.
- **Planificación – Plan - Programación:** el abastecimiento de materiales es deficiente, existe un claro desorden; antes y durante la ejecución de las ordenes producción

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- **Estandarización:** Las actividades de los trabajadores de planta no se encuentran definidas.
- **Documentación:** Todas las actividades clave del proceso no cuentan con una metodología definida.

### 1.5. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este proyecto es diseñar e implementar de un sistema de gestión de la producción para mejorar la productividad en la empresa Empacar S.A. filial La Paz, con el fin de convertirla en una empresa competitiva.

### 1.6. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar problemas de producción
- Medir los niveles de desperdicio
- Diseñar un programa de requerimiento de materiales adecuado a la empresa.
- Utilizar técnicas para planificar la producción de manera adecuada.
- Establecer una estructura de costos de producción.

### 1.7. ALCANCE

El proyecto desarrollará e implementará un sistema de gestión de la producción para la planta de La Paz; de tal manera que en la planta se haga un buen uso de materias primas y mano de obra, así también un adecuado uso de los recursos económicos; mediante técnicas de planificación de la producción. Esto incrementará la productividad, convirtiéndola en una empresa altamente competitiva a mediano y largo plazo.

## CAPITULO II

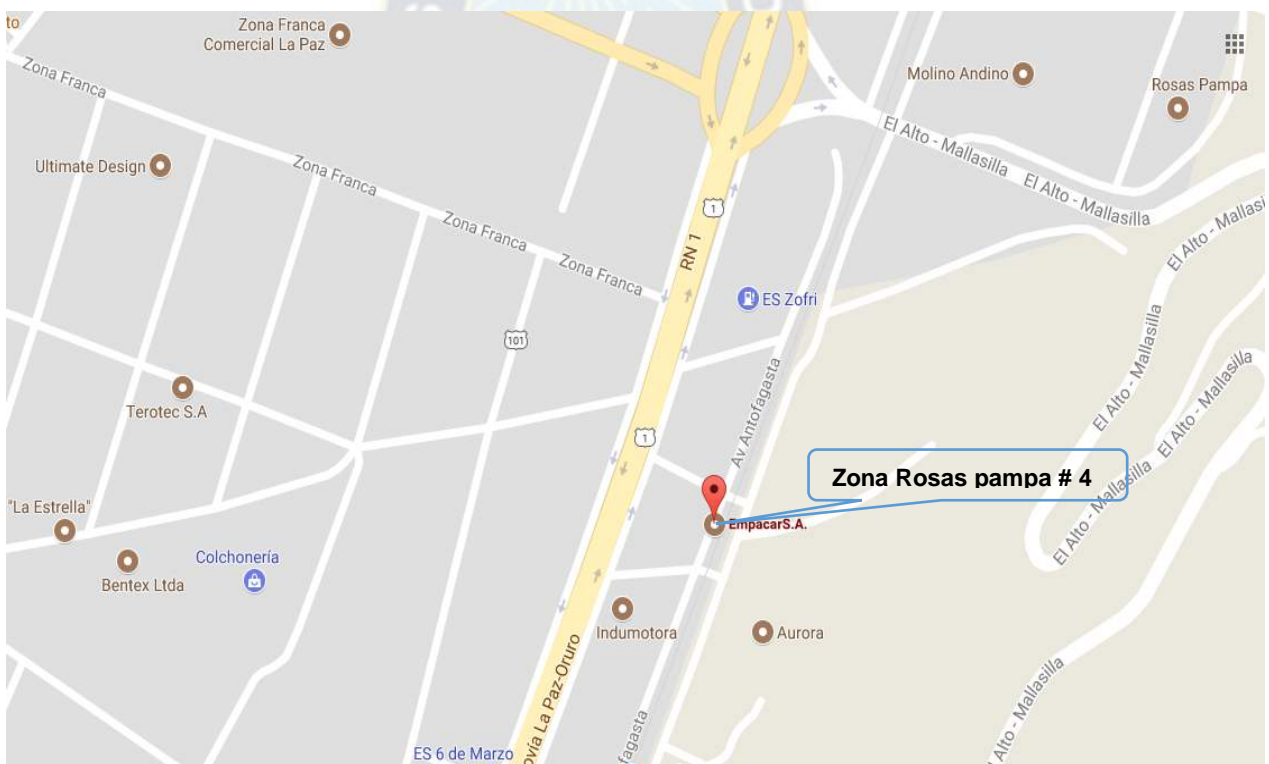
### 2. DIAGNÓSTICO ACTUAL EMPACAR S.A.

#### 2.1. LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

Empacar S.A. es una empresa localizada en la Ciudad de El Alto – La Paz, Bolivia; ubicada en la Zona franca Comercial entre Avenida de 6 marzo y Avenida Antofagasta, inicio operaciones en 20 de noviembre de 2013, dedicada a la fabricación de preformas PET.

##### 2.1.1. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA

ILUSTRACIÓN N.º 3 LOCALIZACIÓN PLANTA “EMPACAR S.A.”



Fuente: <https://www.google.com.bo/maps/place/EMPACAR+S.A./@16.556801,68.1802875,751m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x915edf2de9e09105:0xe1b6ed69cebe2df4!8m2!3d-16.5585685!4d-68.1803885>

Durante los más cinco años de funcionamiento, la empresa creció en capacidad de producción, como en el mercado, además existen proyectos para ampliar sus instalaciones; actualmente sus principales clientes son: EMBOL Y CBN-PEPSI, entre otras embotelladoras.

## 2.2. REFERENCIA DE PRODUCTOS

Empacar S.A. cuenta con 2 líneas de productos de preformas PET, que son:

1. Preformas para Bebidas, gaseosas, jugos, etc.
2. Preformas Sifoneras

En la siguiente tabla se detalla los gramajes de cada tipo de preforma y su uso:

TABLA N.º 3 TIPOS DE GRAMAJE

| Nº | GRAMAJE |
|----|---------|
| 1  | 46,6 g  |
| 2  | 48 g    |
| 3  | 52 g    |
| 4  | 52,6 g  |
| 5  | 54,6 g  |
| 6  | 56 g    |
| 7  | 58,6 g  |
| 8  | 60 g    |
| 9  | 64 g    |
| 10 | 700 g   |

*Fuente: Elaboración Propia en Base al Departamento de Control de Calidad de Empacar S.A. La Paz.*

Las preformas son elaboradas con diferentes mezclas de resina virgen y resina reciclada “Ecopet”, cada mezcla es identificada debidamente con una boleta y logo diferente.

TABLA N.º 4 VARIEDAD DE MEZCLAS DE LOS PRODUCTOS PARA BEBIDAS

| Nº | RESINA VIRGEN | RESINA ECOPET |
|----|---------------|---------------|
| 1  | 100%          | 0%            |
| 2  | 90%           | 10%           |
| 3  | 80%           | 20%           |
| 4  | 70%           | 30%           |
| 5  | 50%           | 50%           |
| 6  | 30%           | 70%           |
| 7  | 0%            | 100%          |

Fuente: Elaboración Propia en Base al Departamento de Control de Calidad de Empacar S.A. La Paz.

También las preformas se producen en diferentes colores:

TABLA N.º 5 VARIEDAD DE COLORES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMAS PET

| Nº | NOMBRE   | COLOR  |
|----|----------|--|
| 1  | Cristal  |  |
| 2  | Blanco   |  |
| 3  | Verde    |  |
| 4  | Azul     |  |
| 5  | Amarillo |  |
| 6  | Naranja  |  |
| 7  | Ámbar    |  |
| 8  | Plateado |  |

Fuente: Elaboración Propia en Base al Departamento de Control de Calidad de Empacar S.A. La Paz.

### 2.2.1. SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS PARETO

Empacar S.A. produce 10 diferentes gramajes, esto representan el 100% de la producción desde el mes de enero hasta diciembre del 2017 la participación porcentual de cada gramaje se lo representa en la siguiente tabla # 5.

TABLA N.º 6 HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN GESTIÓN 2017-2018

| Nº | GRAMAJE | PARTICIPACIÓN |
|----|---------|---------------|
| 1  | 46,6 g  | 35,11 %       |
| 2  | 48 g    | 18,00 %       |
| 3  | 52 g    | 0,45 %        |
| 4  | 52,6 g  | 0,26 %        |
| 5  | 54,6 g  | 19,01 %       |
| 6  | 56 g    | 1,39 %        |
| 7  | 58,6 g  | 11,20 %       |
| 8  | 60 g    | 12,03 %       |
| 9  | 64 g    | 2,48 %        |
| 10 | 700 g   | 0,07 %        |

Fuente: Elaboración propia en base a la Jefatura de producción de Empacar S.A. La Paz.

Se puede apreciar que existen gramajes, que tienen un alto porcentaje de participación respecto al volumen total de la producción, en contra parte existen gramajes que tienen un bajo porcentaje de participación. Se realizará un análisis de Pareto para determinar la cantidad de productos será adecuada manejar.

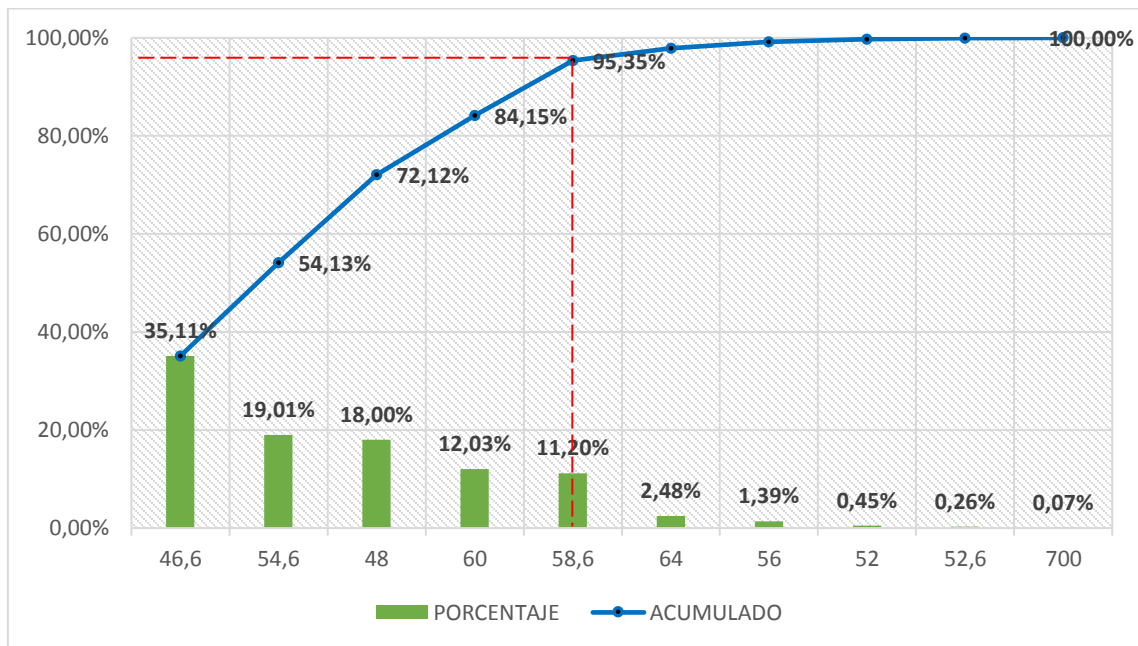
TABLA N.º 7 ANÁLISIS PARETO SOBRE LOS PRODUCTOS DE EMPACAR S.A.

| Nº | GRAMAJE | PARTICIPACIÓN | ACUMULADA |
|----|---------|---------------|-----------|
| 1  | 46,6 g  | 35,11 %       | 35,11 %   |
| 2  | 54,6 g  | 19,01 %       | 54,13 %   |
| 3  | 48 g    | 18,00 %       | 72,12 %   |
| 4  | 60 g    | 12,03 %       | 84,15 %   |
| 5  | 58,6 g  | 11,20 %       | 95,35 %   |
| 6  | 64 g    | 2,48 %        | 97,83 %   |
| 7  | 56 g    | 1,39 %        | 99,23 %   |
| 8  | 52 g    | 0,45 %        | 99,68 %   |
| 9  | 52,6 g  | 0,26 %        | 99,93 %   |
| 10 | 700 g   | 0,07 %        | 100,00%   |

Fuente: Elaboración Propia

Los 5 primeros productos acumulados alcanzan más del 90 por ciento del volumen de producción de la planta.

### GRÁFICA N.º 5 ANÁLISIS PARETO



Fuente: *Elaboración Propia.*

Si realizamos un sistema de gestión de la producción al 50,00% de los gramajes, se estaría solucionando el 95,35% del volumen de la producción en la empresa.

Con base en los resultados obtenidos en análisis de Pareto nuestro objeto de estudio se va a limitar a trabajar en los siguientes productos:

- ❖ **Preforma 46,6g**
- ❖ **Preforma 54,6g**
- ❖ **Preforma 48g**
- ❖ **Preforma 60g**
- ❖ **Preforma 58,6g**

## 2.3. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE FABRICACIÓN PARA PREFORMAS

### 2.3.1. EQUIPO PRINCIPAL: INYECTORAS HUSKY

En el área de inyección se cuenta con 4 máquinas inyectoras, 3 de la marca Husky y 1 de procedencia China marca Mega especial para producciones de sifones, las mismas que constituyen el equipo principal de las 4 líneas de producción de inyección.

Cada una de estas máquinas inyectoras son capaces de procesar distintos gramajes de preformas con capacidades diarias de producción diferentes en entre sí como se detalla en la siguiente tabla:

TABLA N.º 8 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN ACTUAL

| INYEKTORA | GRAMAJE | PROM. CAJAS/DIA | PROM. UNID/DIA |
|-----------|---------|-----------------|----------------|
| INY B     | 46,6g   | 50              | 350 000        |
|           | 48g     | 46              | 322 000        |
|           | 52,6g   | 28              | 196 000        |
|           | 54,6g   | 27              | 189 000        |
| INY E     | 52g     | 17              | 119 000        |
|           | 52,6    | 27              | 189 000        |
|           | 54,6g   | 27              | 189 000        |
|           | 58,6g   | 23              | 161 000        |
|           | 60g     | 24              | 168 000        |
|           | 64g     | 17              | 119 000        |
| INY G     | 52,6g   | 29              | 203 000        |
|           | 54,6g   | 30              | 210 000        |
|           | 56g     | 24              | 168 000        |
|           | 58,6g   | 21              | 147 000        |
|           | 60g     | 25              | 175 000        |
| INY F     | 700 g   | 15              | 1 500          |

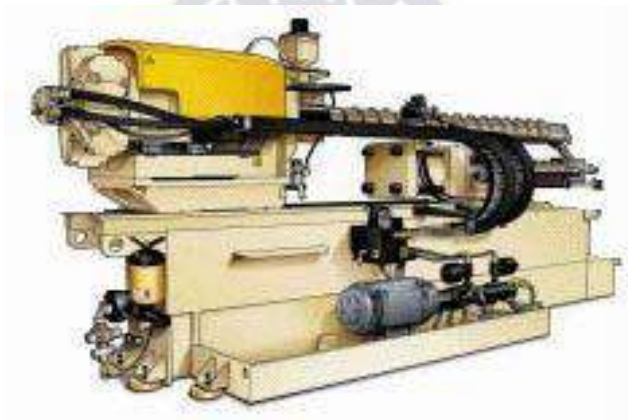
Fuente: *Elaboración propia en base a información obtenida del departamento de producción Empacar S.A.*



Aunque las máquinas de inyección son de diferentes modelos, básicamente están constituidas por 5 partes principales que son:

- ❖ **UNIDAD DE INYECCIÓN:** La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el PET. Para lograr esto se utilizan husillos (tornillos de hierro que se usan en el movimiento de algunas máquinas) de diferentes características según el polímero que se desea fundir.

FIGURA N.º 2 UNIDAD DE INYECCIÓN



Fuente: [www.husky.com.es/hipet](http://www.husky.com.es/hipet)

- ❖ **UNIDAD DE CIERRE:** Es una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre bastante grande que contrarresta la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. Si la fuerza de cierre es insuficiente, el material escapará por la unión del molde, causando así que la pieza final tenga defectos de rebabas.

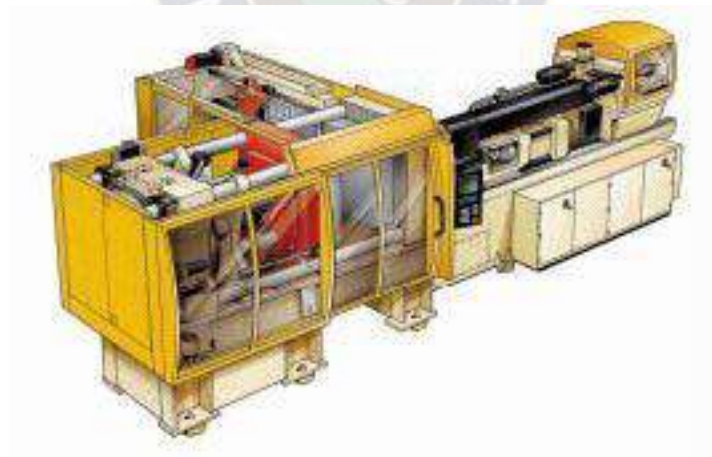
FIGURA N.º 3 UNIDAD DE CIERRE



Fuente: [www.husky.com.es/hipet](http://www.husky.com.es/hipet)

- ❖ **UNIDAD DE CONTROL:** La unidad de control se compone del armario eléctrico y de la interfaz hombre-máquina. El armario eléctrico contiene un controlador de lógica programable, los interruptores de circuito y la lógica. La interface hombre-máquina regula el funcionamiento de la máquina y las funciones de trabajo.

FIGURA N.º 4 UNIDAD DE CONTROL



Fuente: [www.husky.com.es/hipet](http://www.husky.com.es/hipet)

- ❖ **UNIDAD DE ROBOT:** La unidad de robot se encarga de la manipulación de piezas. Extrae las preformas del molde, las refrigera, y las deposita en la cinta transportadora.

FIGURA N.º 5 UNIDAD DE ROBOT



Fuente: [www.husky.com.es/hipet](http://www.husky.com.es/hipet)

- ❖ **MOLDE:** Es la parte más importante de la máquina de inyección, ya que es el espacio donde se genera la pieza (preforma); para producir una preforma de gramaje diferente, simplemente se cambia el molde o se realiza un cambio de corona (formato), al ser una pieza intercambiable que se atornilla en la unidad de cierre. Las partes del molde son:
  - Cavidad: es el volumen en el cual la preforma será moldeada.
  - Corona: son pistones forman las cavidades de la preforma, con un mismo molde se pueden producir hasta 2 gramajes diferentes de preformas cambiando por una corona de diferente diámetro.
  - Canales o ductos: son conductos a través de los cuales el polímero fundido fluye debido a la presión de inyección.
  - Canales de enfriamiento: Son canales por los cuales circula agua para regular la temperatura del molde.

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- Barras expulsoras: al abrir el molde, estas barras expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad, pudiendo a veces contar con la ayuda de un robot para realizar esta operación:

FIGURA N.º 6 MOLDE PARA INYECCIÓN DE PREFORMAS



Fuente: [www.husky.com.es/hipet](http://www.husky.com.es/hipet)

TABLA N.º 9 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: INYECTORAS

| CARACTERÍSTICAS                 | HyPET       | GL 300 v.2  | GL 300 v.1  | UNIDAD    |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| VELOCIDAD                       | 120000      | 90000       | 80000       | pref/h    |
| CAPACIDAD MOLDE                 | 72          | 56          | 48          | cavidades |
| PESO TOTAL                      | 9300        | 8700        | 8500        | Kg        |
| CICLO MINIMO                    | 6,8         | 6,6         | 6,5         | Seg.      |
| PRESION DE TRABAJO              | 90          | 82          | 77          | psi       |
| LIMITE MAXIMO TEMP.DE INYECCIÓN | 415         | 415         | 415         | ° C       |
| SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO   | 150         | 120         | 115         | psi       |
| CONSUMO DE AIRE                 | 1557        | 1435        | 1370        | l/min     |
| DIMENSIONES                     | 7.1x1.9x2.5 | 6.1x1.5x2.2 | 6.0x1.4x3.2 | m         |
| POTENCIA DEL CALENTADOR         | 24,8        | 23,8        | 23,8        | KW        |

Fuente: *Elaboración propia, en base a manual inyectora Husky: HyPET, GL300.*

### 2.3.2. EQUIPOS AUXILIARES

- ❖ **SILO SECADOR:** Es un depósito en el que se almacena la resina que alimenta a las máquinas inyectoras durante el proceso de inyección, se le emplea para extraer la humedad de la resina.
- ❖ **DESHUMIDIFICADOR:** Empleado para controlar las condiciones termodinámicas del aire que rodea el molde de inyección, es decir, controlar la temperatura de rocío con el fin de evitar condensación en las paredes del molde y en el interior de la cavidad.

FIGURA N.º 7 SILO SECADOR Y DESHUMIDIFICADOR



Fuente: <http://www.plastico.com/documenta/imagenes/3069327/Tolva-PET-Pro-en-conjunto-con-el-secador-XD600-de-Moretto-g1.jpg>

TABLA N.º 10 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS: SILO SECADOR Y DESHUMIDIFICADOR

| CARACTERÍSTICA      | RANGO       | UNIDAD |
|---------------------|-------------|--------|
| PESO                | 5200        | Kg     |
| CAPACIDAD           | 9500        | Kg     |
| CAUDAL DE AIRE      | 800 a 3000  | m3/H   |
| TEMPERATURA DE AGUA | 7 a 10      | °C     |
| POTENCIA            | 17,9 - 27,2 | kW     |
| RUIDO               | <80         | dB     |
| TEMPERATURA PROCESO | 25          | °C     |

Fuente: *Elaboración propia.*

- ❖ **CHILLER´S:** Es una unidad de enfriamiento en circuito cerrado que extrae el calor del molde de inyección a través del enfriamiento del agua de recirculación.

FIGURA N° 8 CHILLER



Fuente: [http://img.directindustry.com/images\\_di/photo-g/air-cooled-water-chillers-73008-7130945.jpg](http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/air-cooled-water-chillers-73008-7130945.jpg)

TABLA N.º 11 PRINCIPALES CARACTERISTICAS TECNICAS: CHILLER

| CARACTERISTICA           | RANGO    | UNIDAD |
|--------------------------|----------|--------|
| POTENCIA DE ENFRIAMIENTO | 404      | kW     |
| VENTILADORES AXIALES     | 30       | kW     |
| BOMBA                    | 700-2200 | l/min  |
| POTENCIA INSTALADA       | 111,4    | kW     |
| TANQUE                   | 1200     | litros |
| PESO NETO                | 4250     | Kg     |

Fuente: *Elaboración propia.*

- ❖ **DOSIFICADOR DE PIGMENTO:** Equipo empleado para inyectar el pigmento o colorante a la colada de resina antes de entrar en el molde de inyección.

FIGURA N.º 9 DOSIFICADOR DE PIGMENTO



Fuente: <http://colorMatrix.com.es>

## 2.4. DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS PARETO

Todos los productos de diferente gramaje están compuestos principalmente por:

- Resina Virgen
- Resina Ecopet (Si es necesario<sup>3</sup>)
- Pigmento (Si es necesario<sup>4</sup>)

### 2.4.1. PREFORMA: 46,6g; 54,6g; 48g; 60g y 58,6g

La presentación de estos productos son cajas de cartón o canastillos metálicos. Cada caja/canastillo contiene 7 000 unidades. La proporción de resina se la define en función al pedido del cliente; entre las proporciones más comunes se tiene: 100% resina virgen, 95% resina virgen – 5% resina reciclada, 90% resina virgen – 10% resina reciclada, y 70%resina virgen – 30% resina reciclada entre otros; el color de la preforma viene en presentaciones como ser: cristal, verde, azul, entre otros.

---

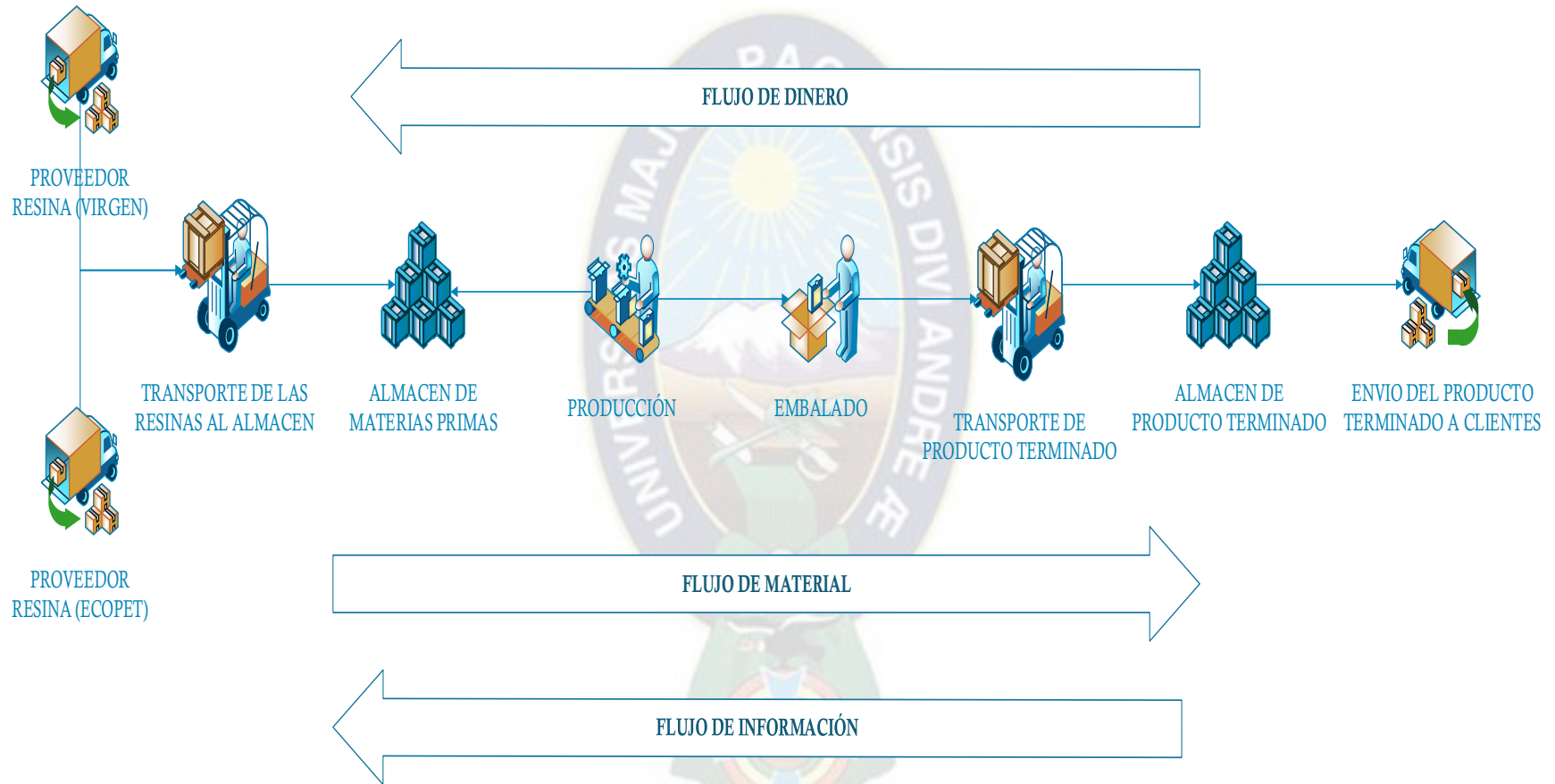
<sup>3</sup>La preforma contiene Resina Ecopet y su proporción, según defina el cliente.

<sup>4</sup> La preforma contiene pigmento del color que defina el cliente.



## 2.5. ANÁLISIS DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

ILUSTRACIÓN N.º 4 CADENA DE ABASTECIMIENTO



Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO III

### 3. ESTUDIO DE VARIABLES QUE INCIDEN EN EL PROCESO

Una vez descrita y analizada la situación de la empresa con respecto a la operación de la producción y la cadena de abastecimiento, es importante conocer y determinar el costo asociado a dichas operaciones, por lo tanto, se realizará un análisis en tres aspectos: costos por operación, por utilización de mano de obra del personal y por materias primas. De esta manera se puede determinar el impacto de estos en la empresa y el uso de los mismos como fuente de información para generar propuestas con base en las oportunidades de mejora.

#### 3.1. DISTRIBUCIÓN DE COSTOS

En Empacar S.A distribuyen los costos de producción, almacenamiento/distribución y control de calidad de la siguiente manera. En los costos de almacenamiento/distribución incluyen a las personas encargadas de los despachos de pedidos y transportadores. Para efectos contables los servicios públicos, el alquiler de los almacenes, vigilancia, depreciación, los atribuyen a costos de producción, además se incluye el personal a cargo de esta y la materia prima.

A todos los costos de personal se le sumaron las respectivas prestaciones sociales que por ley corresponden, incluye también la dotación de ropa de trabajo.

#### 3.1.1. COSTOS ALMACEN/DISTRIBUCIÓN

##### 3.1.1.1. ALQUILER ALMACENES.

Se alquila tres almacenes para el almacenamiento de materia prima y producto terminado. El costo total es US\$. 3 448,28.

### 3.1.1.2. COSTOS DE OPERACIÓN DE MANO DE OBRA.

Para el respectivo manejo del inventario que se da dentro de la planta, Empacar S.A. destina un número de personas que se distribuyen de la siguiente manera:

TABLA N.º 12 PERSONAL DE ALMACÉN Y DISTRIBUCIÓN

| ALMACÉN Y DISTRIBUCIÓN |                           |
|------------------------|---------------------------|
| 3                      | Montacarguistas           |
| 2                      | Choferes distribuidores   |
| 1                      | Encargado almacén general |

Fuente: *Elaboración propia.*

Los costos asociados al manejo del personal para esta área, se describen en la siguiente.

TABLA N.º 13 COSTO MENSUAL PERSONAL ALMACÉN Y DISTRIBUCIÓN

| CANTIDAD                    | CARGO                     | COSTO TOTAL (US\$) |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------|
| 3                           | Montacarguista            | 2 448,98           |
| 2                           | Chofer distribuidor       | 1 632,65           |
| 1                           | Encargado almacén general | 1 211,43           |
| <b>TOTAL, COSTO POR MES</b> |                           | <b>5 293,06</b>    |

Fuente: *Elaboración propia, en base a la planilla de sueldo y salarios del mes de junio-2018.*

### 3.1.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN

#### 3.1.2.1. COSTOS DE OPERACIÓN

Dentro del proceso productivo, tiene la siguiente distribución de personal:

TABLA N.º 14 PERSONAL DE PRODUCCIÓN

| PRODUCCIÓN |                         |
|------------|-------------------------|
| 15         | Ayudante general        |
| 4          | Operadores de inyectora |
| 1          | Mecánico                |
| 1          | Electricista            |
| 1          | Asistente de producción |
| 1          | Jefe de producción      |

Fuente: Elaboración propia.

Los costos asociados al manejo del personal para esta área, se describen en la siguiente tabla:

TABLA N.º 15 COSTO MENSUAL DEL PERSONAL DE PRODUCCIÓN

| CANTIDAD                    | CARGO                   | COSTO TOTAL (US\$) |
|-----------------------------|-------------------------|--------------------|
| 15                          | Ayudante general        | 10 340,54          |
| 4                           | Operador de inyectora   | 5 800,67           |
| 1                           | Mecánico                | 1 323,21           |
| 1                           | Electricista            | 1 323,21           |
| 1                           | Asistente de producción | 934,83             |
| 1                           | Jefe de producción      | 1 632,66           |
| <b>TOTAL, COSTO POR MES</b> |                         | <b>21 355,12</b>   |

Fuente: Elaboración propia, en base a la planilla de sueldo y salarios del mes de junio-2108

### 3.1.2.2. COSTO DE MATERIA PRIMA

La materia prima principal para la producción de preformas es la resina virgen y reciclada, a continuación, en la tabla No 16 se encuentra el promedio mes a mes desde el enero del año 2014 hasta junio de 2018.

TABLA N.º 16 COSTO PROMEDIO DE COMPRA DE RESINA POR KILO EN (US\$)

| RESINA      | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | PROMEDIO |
|-------------|------|------|------|------|------|----------|
| JADE 302    | -    | -    | 0,96 | 0,95 | 1,21 | 1,04     |
| JADE 328    | -    | 1,14 | 0,97 | 1,04 | -    | 1,05     |
| EASTLON 602 | -    | -    | 0,97 | 1,01 | 1,22 | 1,07     |
| EASTLON 612 | 1,40 | 1,30 | -    | 1,29 | 1,28 | 1,32     |

Fuente: Elaboración propia, en base información obtenida del sistema SAI.

Para calcular el precio de la resina se identificó la participación de cada una, sobre la participación de ventas de la empresa, de esta manera se determinó el precio de compra unitario por resina.

TABLA N.º 17 PRECIO PROMEDIO DE COMPRA DE RESINA, SEGÚN PARTICIPACIÓN DE VENTAS EN (US\$)

| RESINA VIRGEN                           | PROMEDIO | % PARTICIPACIÓN | PROMEDIO PONDERADO SOBRE VENTAS |                 |
|---|----------|-----------------|---------------------------------|-----------------|
|   |          |                 | (Kg)                            | (Ton)           |
| JADE 302                                | 1,04     | 55,17%          | 0,62                            | 617,97          |
| JADE 328                                | 1,05     | 37,51%          | 0,42                            | 420,18          |
| EASTLON 602                             | 1,07     | 6,42%           | 0,07                            | 71,87           |
| EASTLON 612                             | 1,32     | 0,90%           | 0,01                            | 10,07           |
| <b>PRECIO PROMEDIO DE COMPRA (US\$)</b> |          |                 | <b>1,12</b>                     | <b>1 120,09</b> |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

El precio promedio de compra de las resinas desde el 2014 hasta junio del 2018, tomando en cuenta la participación de cada resina sobre las ventas de la empresa, fue de: 1,12 US\$/Kg o 1 120,09 US\$/Ton.<sup>5</sup>

Complementando los costos promedio de la resina, se toma en cuenta el costo promedio de la resina ecopet<sup>6</sup> (reciclada), de 0,97 US\$/Kg o 970,81 US\$/Ton.

<sup>5</sup> US\$ 1 232,10 por big bag (1 big bag = 1 100 Kg)

<sup>6</sup> La resina ecopet (reciclada) es producida en la planta de Empacar Santa Cruz (1 big bag = 1 100 Kg)

### 3.1.2.2.1. COSTOS ESPECÍFICOS DE MATERIA PRIMA POR PRODUCTO

El producto final: preformas, viene en presentación de 7 000 unidades por caja o canastillo, su empaque consiste en una bolsa plástica, caja de cartón o canastillo metálico, los insumos que componen una unidad de producto se expresan en las siguientes tablas.

**TABLA N.º 18 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 46,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE CARTÓN**

| ÍTEMS                     | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | -                       | -        | -      | -                  |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 97,86    | Kg     | 95,00              |
| PALLET                    | 6,91                    | 1        | Unid   | 6,91               |
| CINTURÓN EXTERNO          | 2,07                    | 1        | Unid   | 2,07               |
| CINTURÓN INTERNO          | 2,03                    | 1        | Unid   | 2,03               |
| TAPAS                     | 1,30                    | 2        | Unid   | 2,60               |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| FLEJE                     | 0,0154                  | 32       | Metro  | 0,49               |
| GRAPAS                    | 0,0063                  | 7        | Unid   | 0,0441             |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>111,07</b>      |

*Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.*

**TABLA N.º 19 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 46,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CANASTILLO METÁLICO**

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | -                       | -        | -      | -                  |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 97,86    | Kg     | 95,00              |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| CARTÓN PLAST              | 0,35                    | 4        | Unid   | 1,40               |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>98,32</b>       |

*Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.*

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La preforma de 46,6 g Cristal en sus dos presentaciones, es producida exclusivamente para el cliente Embol (Coca Cola). Embol proporciona resina virgen para que Empacar produzca las preformas (servicio de inyección).

TABLA N.º 20 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 54,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOJET) CAJA DE CARTÓN

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | -                       | -        | -      | -                  |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 114,66   | Kg     | 111,31             |
| PALLET                    | 6,91                    | 1        | Unid   | 6,91               |
| CINTURÓN EXTERNO          | 2,07                    | 1        | Unid   | 2,07               |
| CINTURÓN INTERNO          | 2,03                    | 1        | Unid   | 2,03               |
| TAPAS                     | 1,30                    | 2        | Unid   | 2,60               |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| FLEJE                     | 0,0154                  | 32       | Metro  | 0,49               |
| GRAPAS                    | 0,0063                  | 7        | Unid   | 0,0441             |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>127,37</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

TABLA N.º 21 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 54,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOJET) CANASTILLO METÁLICO

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | -                       | -        | -      | -                  |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 114,66   | Kg     | 111,31             |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| CARTÓN PLAST              | 0,35                    | 4        | Unid   | 1,40               |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>114,63</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La preforma de 54,6 g Cristal en sus dos presentaciones, es producida exclusivamente para el cliente Embol (Coca Cola). Embol proporciona resina virgen para que Empacar produzca las preformas (servicio de inyección).

TABLA N.º 22 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 48 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOJET) CAJA DE CARTÓN

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | 1,12                    | 235,2    | Kg     | 263,45             |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 100,8    | Kg     | 97,86              |
| PALLET                    | 6,91                    | 1        | Unid   | 6,91               |
| CINTURÓN EXTERNO          | 2,07                    | 1        | Unid   | 2,07               |
| CINTURÓN INTERNO          | 2,03                    | 1        | Unid   | 2,03               |
| TAPAS                     | 1,30                    | 2        | Unid   | 2,60               |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| FLEJE                     | 0,0154                  | 32       | Metro  | 0,49               |
| GRAPAS                    | 0,0063                  | 7        | Unid   | 0,0441             |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>457,15</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

TABLA N.º 23 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 48 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOJET) CANASTILLO METÁLICO

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | 1,12                    | 235,2    | Kg     | 263,45             |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 100,8    | Kg     | 97,86              |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| CARTÓN PLAST              | 0,35                    | 4        | Unid   | 1,40               |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>444,41</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

La preforma de 48 g Cristal en sus dos presentaciones, es producida para diferentes clientes, a diferencia de los gramajes 46,6g y 54,6g, estas preformas se producen con resina virgen de propiedad de Empacar.



TABLA N.º 24 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 58,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE CARTÓN

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | -                       | -        | -      | -                  |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 123,06   | Kg     | 119,47             |
| PALLET                    | 6,91                    | 1        | Unid   | 6,91               |
| CINTURÓN EXTERNO          | 2,07                    | 1        | Unid   | 2,07               |
| CINTURÓN INTERNO          | 2,03                    | 1        | Unid   | 2,03               |
| TAPAS                     | 1,30                    | 2        | Unid   | 2,60               |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| FLEJE                     | 0,0154                  | 32       | Metro  | 0,49               |
| GRAPAS                    | 0,0063                  | 7        | Unid   | 0,0441             |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>135,53</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

TABLA N.º 25 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 58,6 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CANASTILLO METÁLICO

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | -                       | -        | -      | -                  |
| RESINA RECICLADA          | 0,97                    | 123,06   | Kg     | 119,47             |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| CARTÓN PLAST              | 0,35                    | 4        | Unid   | 1,40               |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>122,78</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

La preforma de 58,6 g Cristal en sus dos presentaciones, es producida exclusivamente para el cliente Embol (Coca Cola). Embol proporciona resina virgen para que Empacar produzca las preformas (servicio de inyección).

TABLA N.º 26 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 60 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CAJA DE CARTÓN

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | 1,12                    | 294      | Kg     | 329,31             |
| RESINA REICLADA           | 0,97                    | 126      | Kg     | 122,32             |
| PALLET                    | 6,91                    | 1        | Unid   | 6,91               |
| CINTURÓN EXTERNO          | 2,07                    | 1        | Unid   | 2,07               |
| CINTURÓN INTERNO          | 2,03                    | 1        | Unid   | 2,03               |
| TAPAS                     | 1,30                    | 2        | Unid   | 2,60               |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| FLEJE                     | 0,0154                  | 32       | Metro  | 0,49               |
| GRAPAS                    | 0,0063                  | 7        | Unid   | 0,0441             |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>467,69</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

TABLA N.º 27 COSTO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE PREFORMA 60 g CRISTAL (MEZCLA: 70% VIRGEN – 30% ECOPET) CANASTILLO METÁLICO

| ÍTEM                      | COSTO POR UNIDAD (US\$) | CANTIDAD | UNIDAD | COSTO TOTAL (US\$) |
|---------------------------|-------------------------|----------|--------|--------------------|
| RESINA VIRGEN             | 1,12                    | 294      | Kg     | 329,31             |
| RESINA REICLADA           | 0,97                    | 126      | Kg     | 122,32             |
| BOLSA PLÁSTICA            | 1,88                    | 1        | Unid   | 1,88               |
| PRECINTO                  | 0,0350                  | 1        | Unid   | 0,0350             |
| CARTÓN PLAST              | 0,35                    | 4        | Unid   | 1,40               |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                         |          |        | <b>454,94</b>      |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del sistema SAI.

La preforma de 60 g Cristal en sus dos presentaciones, es producida para el cliente CBN, a diferencia de los gramajes 46,6g; 54,6g; y 58,6g estas preformas se producen con resina virgen de propiedad de Empacar.

Según las tablas N° 7, 16 al 27, se realizó el cálculo del costo promedio de producción mensual, por gramaje.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TABLA N.º 28 COSTO PROMEDIO DE PRODUCCIÓN MENSUAL POR GRAMAJE

| GRAMAJE                   | PROMEDIO CAJAS/MES | COSTO UNITARIO (US\$) |            | COSTO (US\$)      | PRESENTACIÓN MAS FRECUENTE |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|------------|-------------------|----------------------------|
|                           |                    | CAJA                  | CANASTILLO |                   |                            |
| 46,6                      | 678,32             | 111,07                | 98,32      | 66 692,46         | CANASTILLO                 |
| 54,6                      | 367,25             | 127,37                | 114,63     | 42 097,89         | CANASTILLO                 |
| 48                        | 347,70             | 457,15                | 444,41     | 158 950,42        | CANASTILLO                 |
| 60                        | 232,36             | 467,69                | 454,94     | 108 672,53        | CAJA DE CARTÓN             |
| 58,6                      | 216,37             | 135,53                | 122,78     | 26 566,44         | CANASTILLO                 |
| 64                        | 47,88              | 497,80                | 485,05     | 23 835,75         | CAJA DE CARTÓN             |
| 56                        | 26,93              | 437,58                | 424,84     | 11 782,91         | CAJA DE CARTÓN             |
| 52                        | 8,73               | 407,47                | 394,73     | 3 557,40          | CAJA DE CARTÓN             |
| 52,6                      | 4,96               | 411,99                | 399,24     | 1 978,36          | CANASTILLO                 |
| 700                       | 88,06              | 91,33                 | -          | 8 042,81          | CAJA DE CARTÓN             |
| <b>COSTO TOTAL (US\$)</b> |                    |                       |            | <b>452 176,98</b> |                            |

Fuente: Elaboración propia, en base a información otorgada por la empresa.

### 3.1.2.3. OTROS COSTOS DE PRODUCCIÓN

Contablemente a producción se le asignan los siguientes costos:

TABLA N.º 29 COSTOS MENSUALES ASOCIADOS A PRODUCCIÓN

| ÍTEM  | COSTO MENSUAL (US\$) |
|---|----------------------|
| ELECTRICIDAD                                      | 40 768,17            |
| AGUA  | 147,61               |
| INTERNET  | 139,66               |
| TELEFONÍA   | 215,52               |
| SEGURIDAD Y VIGILANCIA                            | 1 235,63             |
| COMBUSTIBLES                                      | 520,20               |
| DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN DE MAQUINARIA/EQUIPOS | 23 100,00            |
| PERSONAL DE SELECCIÓN Y ARMADO DE CAJAS           | 1 595,78             |
| <b>TOTAL</b>                                      | <b>67 722,57</b>     |

Fuente: Elaboración propia, en base a información otorgada por la empresa.

### 3.1.3. COSTOS DE CONTROL CALIDAD.

#### 3.1.3.1. MANO DE OBRA

El equipo de control de calidad, se encarga de asegurar la calidad todo el proceso desde su inicio hasta final.

TABLA N.º 30 COSTO MENSUAL DEL PERSONAL DE CONTROL DE CALIDAD

| CANTIDAD                    | CARGO                           | COSTO TOTAL (US\$) |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------|
| 1                           | Encargado Control de calidad    | 1 119,70           |
| 1                           | Asistente de control de calidad | 715,68             |
| 3                           | Auxiliar de control calidad     | 1 672,97           |
| <b>TOTAL, COSTO POR MES</b> |                                 | <b>3 508,35</b>    |

Fuente: Elaboración propia, en base a la planilla de sueldos y salarios del mes de junio-2108

### 3.2. COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN, ALMACENES-DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

Los costos totales de cada las variables que inciden en el proceso, se resumen en la siguiente tabla.

TABLA N.º 31 COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN, ALMACENES-DISTRIBUCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD

| ÁREA                            | COSTO (US\$)      |
|---------------------------------|-------------------|
| <b>ALMACENES Y DISTRIBUCIÓN</b> |                   |
| -alquiler almacenes             | 3 448,28          |
| -mano de obra                   | 5 293,06          |
| <b>PRODUCCIÓN</b>               |                   |
| -mano de obra                   | 21 355,12         |
| -costo promedio de producción   | 452 176,98        |
| -otros costos de producción     | 67 722,57         |
| <b>CONTROL DE CALIDAD</b>       |                   |
| -mano de obra                   | 3 508,35          |
| <b>COSTO TOTAL</b>              | <b>55 3504,35</b> |

Fuente: Elaboración propia, en base a información del mes de junio del 2018, otorgada por la empresa.

CAPITULO IV

4. PRONÓSTICO E INVENTARIOS

4.1. SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO ADECUADO

La elección del método de pronóstico, se tomará de referencia la siguiente tabla:

TABLA Nº 32 GUÍA PARA SELECCIONAR UN MÉTODO DE PRONÓSTICO APROPIADO

| MÉTODO DE PRONOSTICO   | MONTO DE DATOS HISTÓRICOS  | PATRÓN DE LOS DATOS   | HORIZONTE DE PRONOSTICO |
|--|--|---|-------------------------|
| Promedio móvil simple  | 6 a 12 meses, a menudo se utilizan datos semanales   | Los datos deben ser estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad) | Corto a mediano         |
| <b>Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple</b> | <b>Para empezar, se necesitan de 5 a 10 observaciones</b>                                  | <b>Los datos deben ser estacionarios</b>                                    | <b>Corto</b>            |
| Suavización exponencial con tendencia                            | Para empezar, se necesitan de 5 a 10 observaciones   | Estacionarios y tendencias  | Corto                   |
| Regresión lineal   | De 10 a 20 observaciones; para la temporalidad, por lo menos 5 observaciones por temporada | Estacionarios, tendencias y temporalidad                                    | Corto a mediano         |

Fuente: CHASE, AQUILANO. *Administración de Operaciones. Duodécima Edición.* MAC GRAW HILL

Debido a que la demanda de los productos en la empresa tiene comportamiento estacionario se evaluarán los métodos de pronóstico: Promedio móvil ponderado y suavización exponencial simple.

#### 4.1.1. PROMEDIO MÓVIL SIMPLE

La fórmula de un promedio móvil simple es:

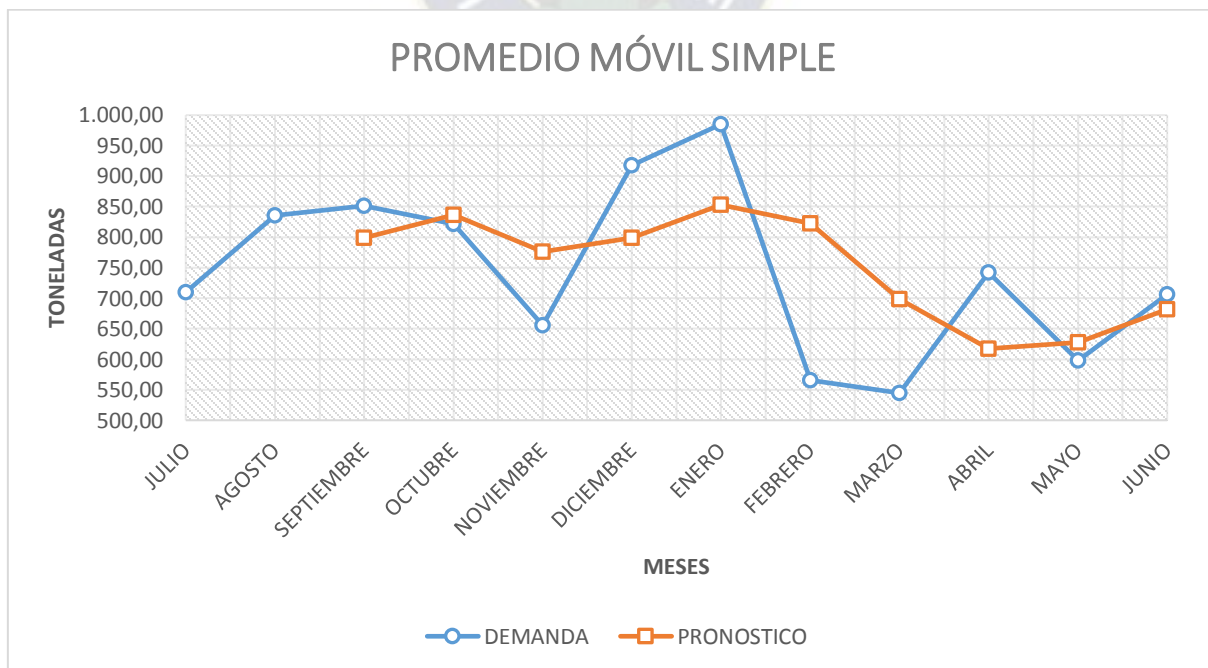
$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n}$$

TABLA N.º 33 PRONÓSTICO CON PROMEDIO MÓVIL SIMPLE, EN TONELADAS

| MESES      | DEMANDA | PRONOSTICO |
|------------|---------|------------|
| JULIO      | 709,35  | -          |
| AGOSTO     | 835,18  | -          |
| SEPTIEMBRE | 851,71  | 798,75     |
| OCTUBRE    | 821,68  | 836,19     |
| NOVIEMBRE  | 655,87  | 776,42     |
| DICIEMBRE  | 918,05  | 798,53     |
| ENERO      | 984,95  | 852,96     |
| FEBRERO    | 565,62  | 822,87     |
| MARZO      | 544,64  | 698,40     |
| ABRIL      | 741,66  | 617,31     |
| MAYO       | 597,50  | 627,93     |
| JUNIO      | 706,48  | 681,88     |

Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción de Empacar S.A.

GRÁFICA N.º 6 PRONOSTICO CON PROMEDIO MÓVIL SIMPLE



Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción de Empacar S.A.

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La gráfica muestra la relación entre la demanda real con el pronóstico obtenido con un promedio móvil simple; se puede apreciar para los meses de: enero, febrero, marzo y abril se presenta una considerable diferencia entre ambas series.

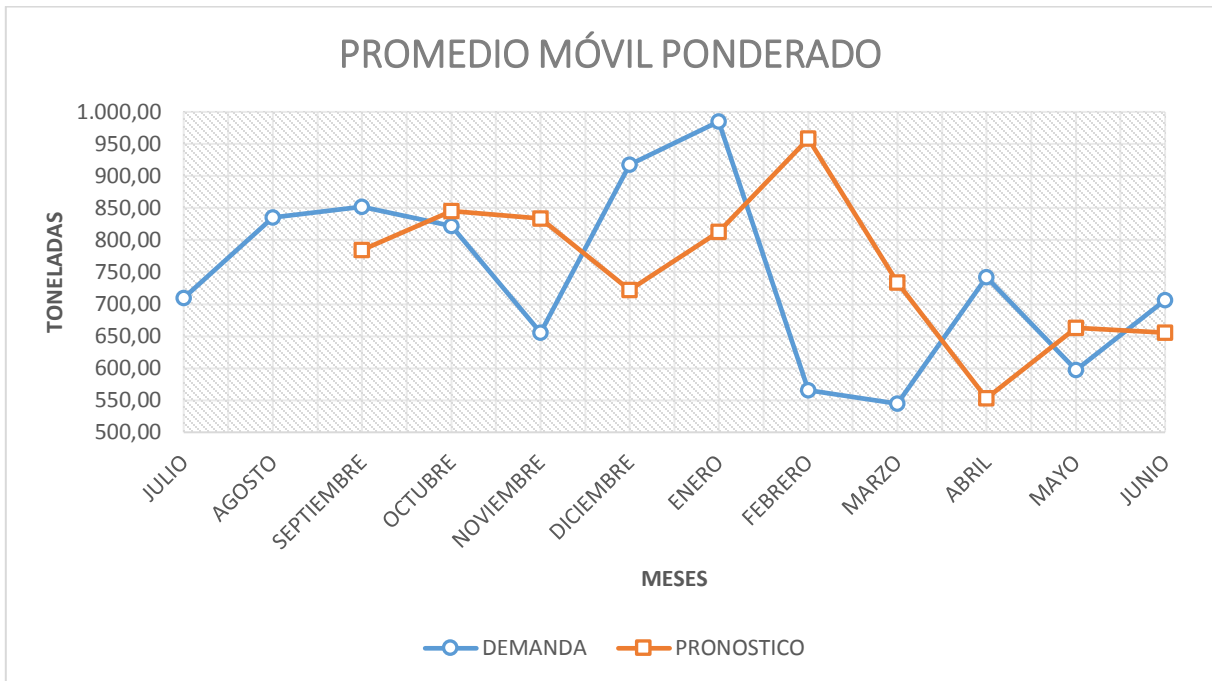
### 4.1.2. PROMEDIO MÓVIL PONDERADO

TABLA N.º 34 PRONÓSTICO CON PROMEDIO MÓVIL PONDERADO, EN TONELADAS

| MESES      | DEMANDA | PRONOSTICO |
|------------|---------|------------|
| JULIO      | 709,35  | -          |
| AGOSTO     | 835,18  | -          |
| SEPTIEMBRE | 851,71  | 784,85     |
| OCTUBRE    | 821,68  | 845,10     |
| NOVIEMBRE  | 655,87  | 833,69     |
| DICIEMBRE  | 918,05  | 722,19     |
| ENERO      | 984,95  | 813,18     |
| FEBRERO    | 565,62  | 958,19     |
| MARZO      | 544,64  | 733,35     |
| ABRIL      | 741,66  | 553,03     |
| MAYO       | 597,50  | 662,85     |
| JUNIO      | 706,48  | 655,17     |

Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción de Empacar S.A.

GRÁFICA N.º 7 PRONÓSTICO CON PROMEDIO MÓVIL PONDERADO



Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción de Empacar S.A.

La gráfica muestra la relación entre la demanda real con el pronóstico obtenido con un promedio móvil ponderado; se puede apreciar para los meses de: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril se presenta una considerable diferencia entre ambas series.



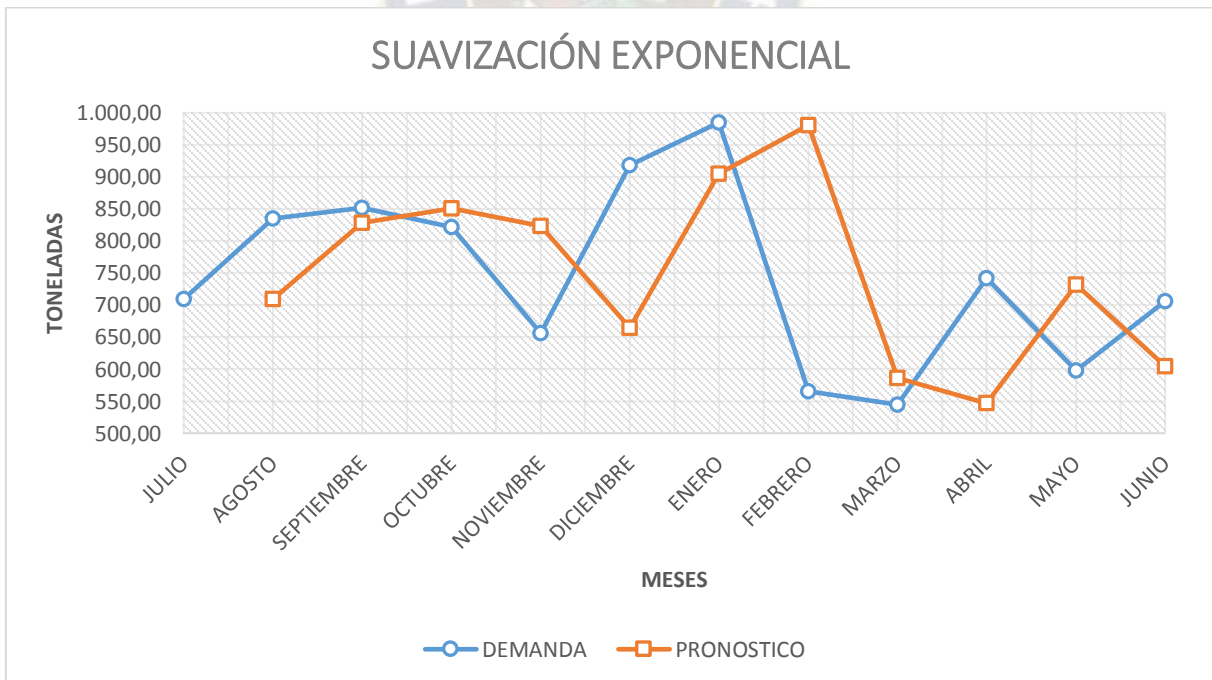
4.1.3. SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL

TABLA N.º 35 PRONÓSTICO CON SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL, EN TONELADAS

| MESES      | DEMANDA | PRONOSTICO |
|------------|---------|------------|
| JULIO      | 709,35  | -          |
| AGOSTO     | 835,18  | 709,35     |
| SEPTIEMBRE | 851,71  | 828,89     |
| OCTUBRE    | 821,68  | 850,56     |
| NOVIEMBRE  | 655,87  | 823,12     |
| DICIEMBRE  | 918,05  | 664,23     |
| ENERO      | 984,95  | 905,36     |
| FEBRERO    | 565,62  | 980,97     |
| MARZO      | 544,64  | 586,39     |
| ABRIL      | 741,66  | 546,73     |
| MAYO       | 597,50  | 731,91     |
| JUNIO      | 706,48  | 604,23     |

Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción de Empacar S.A.

GRÁFICA N.º 8 PRONOSTICO CON SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL



Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción de Empacar S.A.

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

La gráfica muestra la relación entre la demanda real con el pronóstico obtenido con suavización exponencial; se puede apreciar para los meses de: noviembre, diciembre y febrero, se presenta una considerable diferencia entre ambas series.

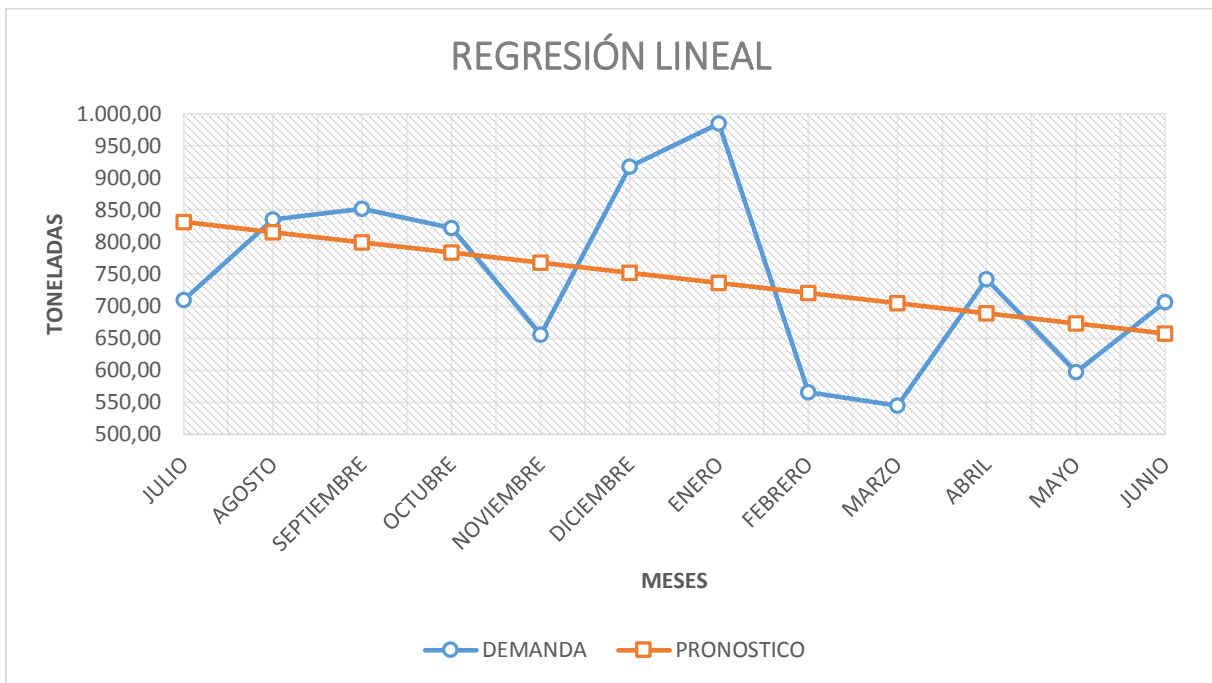
### 4.1.4. ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL

TABLA N.º 36 PRONOSTICO CON REGRESIÓN LINEAL, EN TONELADAS

| MESES      | DEMANDA | PRONOSTICO |
|------------|---------|------------|
| JULIO      | 709,35  | 831,51     |
| AGOSTO     | 835,18  | 815,67     |
| SEPTIEMBRE | 851,71  | 799,83     |
| OCTUBRE    | 821,68  | 783,99     |
| NOVIEMBRE  | 655,87  | 768,15     |
| DICIEMBRE  | 918,05  | 752,31     |
| ENERO      | 984,95  | 736,47     |
| FEBRERO    | 565,62  | 720,63     |
| MARZO      | 544,64  | 704,79     |
| ABRIL      | 741,66  | 688,95     |
| MAYO       | 597,50  | 673,11     |
| JUNIO      | 706,48  | 657,27     |

Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción.

GRÁFICA N.º 9 PRONOSTICO CON REGRESIÓN LINEAL

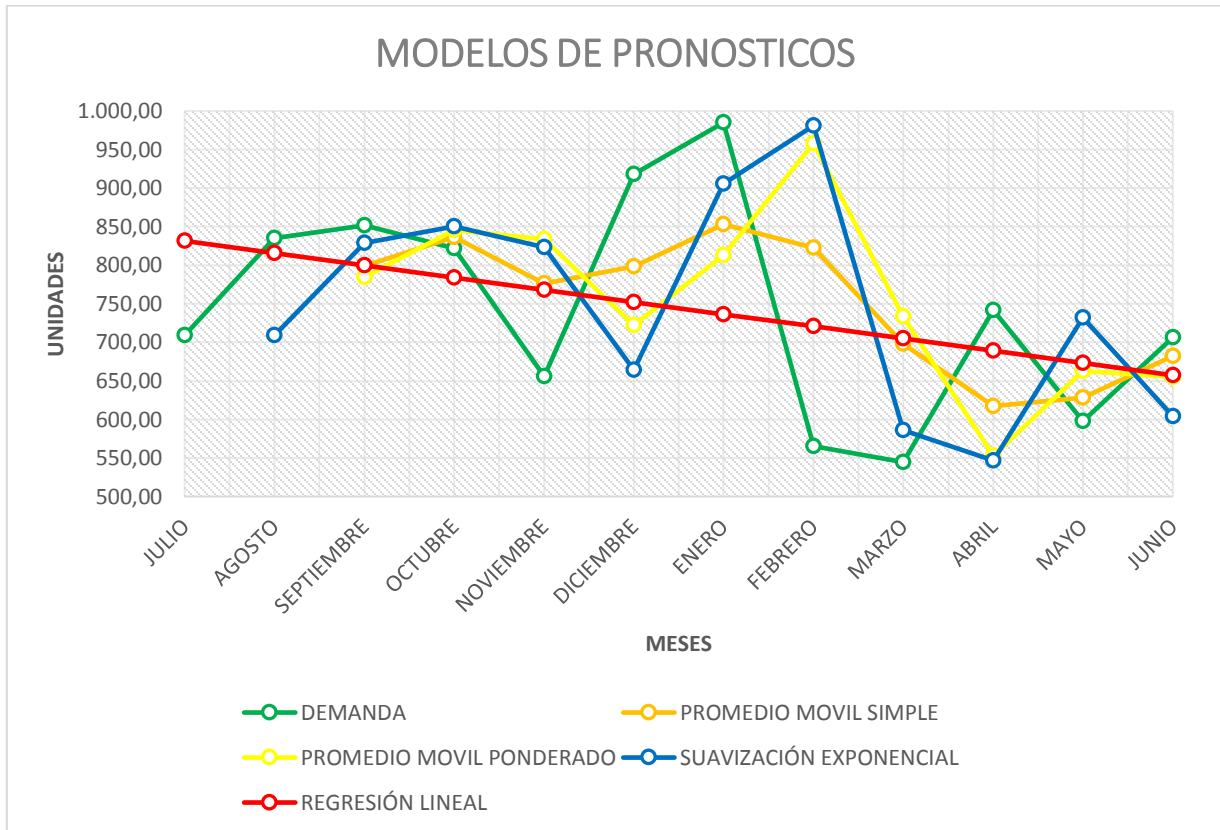


Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción.

La gráfica muestra la relación entre la demanda real con el pronóstico obtenido con regresión lineal; se puede apreciar para los meses de: diciembre, enero, febrero y marzo se presenta una considerable diferencia entre ambas series.

#### 4.2. ANÁLISIS DE CADA REFERENCIA PARA LA ELECCIÓN DEL MODELO

GRÁFICA N.º 10 MODELOS DE PRONÓSTICOS



Fuente: Elaboración Propia en base información del área de producción.

Se puede apreciar considerables diferencias con las series: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado y regresión lineal; sin embargo, la serie: suavización exponencial, es la curva que mejor se ajusta a la demanda. El pronóstico obtenido por este método es el más acertado.

### 4.3. PROPUESTA PARA EL MANEJO DE LOS INVENTARIOS

#### 4.3.1. MODELOS DE CONTROL DE INVENTARIO

Los sistemas de administración de inventarios determinan la metodología bajo la cual se debe realizar el buen manejo de los inventarios en una organización. Para cada empresa existe una forma característica que va a poder determinar la óptima realización de esta metodología, dependiendo de la naturaleza de la misma, ya sea manufacturera o de servicios, como también el tipo de proceso de producción. En este caso, el proceso determinante para la elaboración del producto final es lineal ya que la materia prima es requerida con anticipación y después de todo el proceso de producción el producto terminado estará muy poco tiempo en el inventario.

Por medio de esta metodología se debe determinar con claridad para la empresa: el número de unidades que se deben producir en un momento establecido; el momento en que se debe ordenar el inventario; los productos que merezcan una atención especial en el proceso; y finalmente el control de los costos en el proceso.

El propósito de la administración de los inventarios en cuanto a las finanzas de la organización es poder mantener las cantidades de inventario necesarias y poder facilitar la operación al menor costo posible.

#### 4.3.1.1.1. MODELO DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA (EOQ)

También llamado cantidad de pedido económico, EOQ (Economic order quantity), consiste en determinar el nivel de inventario óptimo que podrá establecer la menor cantidad de dinero entre los costos de ordenamiento y los costos de mantener el inventario.

Para determinar la cantidad óptima de pedido de resina virgen y Ecopet se realizó un Pareto basado en la participación de cada una de las resinas sobre el total de los productos como se presenta en la siguiente tabla.

TABLA N.º 37 PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DE LAS DIFERENTES RESINAS SOBRE LA VENTA

| Nº           | RESINA         | PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO |
|--------------|----------------|-----------------------------|
| 1            | JADE CZ 302    | 55,17%                      |
| 2            | JADE CZ 328    | 37,51%                      |
| 3            | EASTLON CB-612 | 6,42%                       |
| 4            | EASTLON CB-602 | 0,90%                       |
| <b>TOTAL</b> |                | <b>100,00%</b>              |

*Fuente: Elaboración adaptada por el autor a partir de la información otorgada por Empacar S.A.*

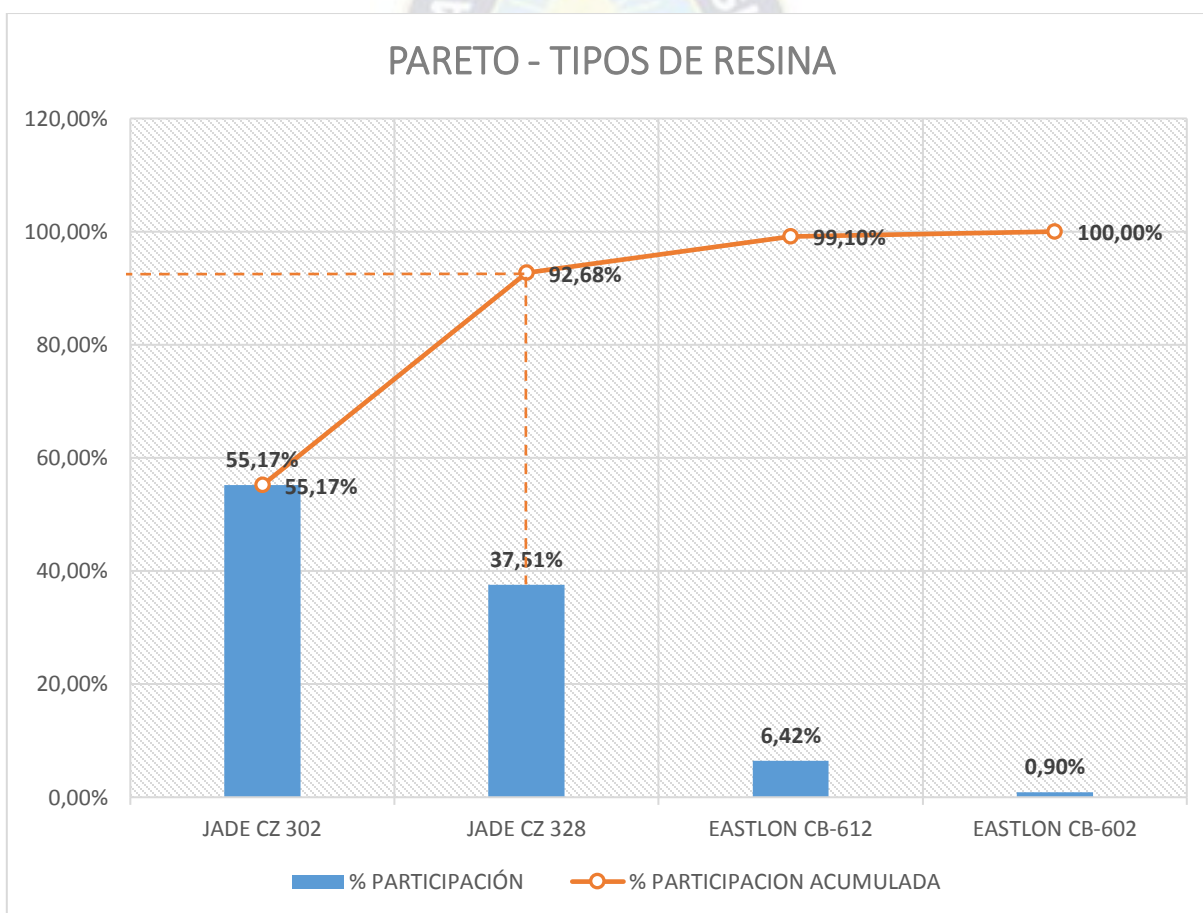
Como se puede ver en la tabla anterior, hay resinas que tienen alta participación en los ingresos de la compañía mientras que hay 2 resinas que no alcanzan a representar ni al 10 % sobre los pedidos realizados en los diferentes productos, por lo que se consideró realizar un análisis de con el fin de determinar la cantidad económica de pedido de las resinas adecuadas para dar una solución integral, que permita enfocar los esfuerzos a las variables más críticas dando a la vez solución a la mayor parte de los problemas. A continuación, en la siguiente tabla se presenta el análisis de Pareto.

TABLA N.º 38 ANÁLISIS PARETO - RESINAS

| Nº | RESINA         | % DE PARTICIPACIÓN | % DE PARTICIPACIÓN ACUMULADA |
|----|----------------|--------------------|------------------------------|
| 1  | JADE CZ 302    | 55,17%             | 55,17%                       |
| 2  | JADE CZ 328    | 37,51%             | 92,68%                       |
| 3  | EASTLON CB-612 | 6,42%              | 99,10%                       |
| 4  | EASTLON CB-602 | 0,90%              | 100,00%                      |

Fuente: Adaptada por el autor a partir de la información otorgada por Empacar S.A.

GRÁFICA N.º 11 REPRESENTACIÓN GRÁFICA: RESULTADO ANÁLISIS PARETO



Fuente: Elaboración propia.

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Se determinó la cantidad de resina necesaria anualmente para abastecer la demanda pronosticada en el capítulo 4, sobre esta base se calcularon los costos de para determinar la cantidad de pedido fija.

TABLA N.º 39 PROPUESTA PARA OBTENER LA CANTIDAD DE PEDIDO FIJA PARA RESINAS

| MATERIA PRIMA | DEMANDA PROMEDIO ANUAL (Ton) | COSTO DEL PEDIDO (US\$) | COSTO UNITARIO (US\$) | TIEMPO DE ENTREGA (Días) | COSTO DE MANTENER EL INVENTARIO (US\$) | CANTIDAD DE PEDIDO FIJO (EOQ) (Ton) | PUNTO DE REORDEN (Ton) | COSTO ANUAL TOTAL (US\$) |
|---------------|------------------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|--|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| RESINA VIRGEN | 2 188,51                     | 6 465,52                | 1 120,09              | 7,00                     | 2 262,93                               | <b>111,83</b>                       | <b>120,00</b>          | <b>2 704 389,95</b>      |
| RESINA ECOPET | 2 679,81                     | 7 902,30                | 970,81                | 5,00                     | 2 370,69                               | <b>133,66</b>                       | <b>111,00</b>          | <b>2 918 452,06</b>      |

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.1.2. MODELO DE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA CON DEMANDA VARIABLE

En el anterior modelo (Cantidad económica de pedido), se suponía que la demanda era constante, pero como sabemos en la realidad esto no es así, la demanda de un producto, puede bajar o subir cada día dependiendo de múltiples factores, tales como el comportamiento de la economía, de los clientes, del mercado, de la competencia, etc.

Ahora bien, debemos saber, que la demanda es variable, entonces tenemos que adoptar medidas de error.

Si para la resina virgen tenemos que:

$$\mu = 42,09 \text{ Ton} ; \sigma = 65,65 \text{ Ton} ;$$

$$z = 1,645 \text{ (para un } \alpha = 0,05)$$



MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Y para la resina reciclada tenemos que:

$$\mu = 51,53 \text{ Ton} ; \sigma = 80,39 \text{ Ton} ;$$

$$z = 1,645 \text{ (para un } \alpha = 0,05)$$

Sobre esta base se calcularon los costos de para determinar la cantidad de pedido fija con demanda variable.

TABLA N.º 40 PROPUESTA PARA OBTENER LA CANTIDAD DE PEDIDO FIJA PARA RESINAS CON DEMANDA ALEATORIA

| MATERIA PRIMA | DEMANDA PROMEDIO ANUAL (Ton) | COSTO DEL PEDIDO (\$) | COSTO UNITARIO (\$) | TIEMPO DE ENTREGA (Dias) | COSTO DE MANTENER EL INVENTARIO (\$) | CANTIDAD ECONOMICA DEL PEDIDO (EOQ) (Ton) | PUNTO DE REORDEN (Ton) | STOCK DE SEGURIDAD (Ton) | COSTO ANUAL TOTAL (\$) |
|---------------|------------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------------|---|------------------------|--------------------------|------------------------|
| RESINA VIRGEN | 2 188,51                     | 6 465,52              | 1 120,09            | 20,00                    | 2 262,93                             | 111,83                                    | 150,08                 | 107,99                   | 3 477 402,42           |
| RESINA ECOPET | 2 679,81                     | 7 902,30              | 970,81              | 15,00                    | 2 370,69                             | 133,66                                    | 183,78                 | 132,24                   | 3 904 380,66           |

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO V

### 5. ESTUDIO DE TIEMPOS

La inyección de preforma es un proceso automatizado, sin embargo, existe una etapa paralela al proceso de producción: armado de cajas o canastillos, que sirven para el embalaje de los productos.

#### 5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE ARMADO DE CAJAS DE CARTÓN Y CANASTILLOS METÁLICOS

##### 5.1.1. ENSAMBLADO DE CAJAS DE CARTÓN

La caja de cartón que contiene el producto terminado “PREFORMAS” consta de: cinturón externo, cinturón interno, tapa superior, tapa inferior y una bolsa plástica.

El ensamblado de la base consiste en plegar los cuatro lados de una lámina de cartón, posteriormente se pliega y ensambla cada esquina (4 esquina). De igual manera se procede para la tapa superior.

Continúa desplegando el cinturón externo de forma vertical, se introduce en el mismo el cinturón interno también en forma vertical, dando como resultado el cuerpo de la caja.

Se coloca el cuerpo de la caja, sobre la tapa inferior, y se procede a sujetarlas con 3 filas de zunchos distribuidos simétricamente en la mitad de la caja, en  $\frac{3}{4}$  de la caja y en la tapa inferior, para lograr un soporte de para que el contenido “preformas” no rebalse, quede expuesto al medio ambiente, todo el conjunto se lo pesa y registra.

Cuando la caja de cartón está llena con el producto terminado, se la vuelve a pesar y se procede a cerrar la bolsa plástica con un precinto y continúa colocando la tapa superior y se colocan 2 filas de zuncho; una fila a la altura de la tapa superior y la otra entre la

fila superior y la fila del medio de la caja. Finalmente se coloca dos columnas de zuncho brindar una mayor protección a la caja.

El producto final queda de la siguiente manera:

#### ILUSTRACIÓN N.º 5 DISEÑO EN 3D CAJA DE CARTÓN CON PRODUCTO TERMINADO



*Fuente: Elaboración propia, desarrollado en SketchUp-PRO-2016*

#### 5.1.2. ENSAMBLADO DE CANASTILLOS METÁLICOS

El armado de los canastillos o Bin Metálicos, consiste en levantar la pared delantera, después se despliega las paredes izquierda y derecha del canastillo, después se levanta la pared trasera y se procede a unirla a las paredes izquierda y derecha con las dos chapas incorporadas que tiene esta pared.

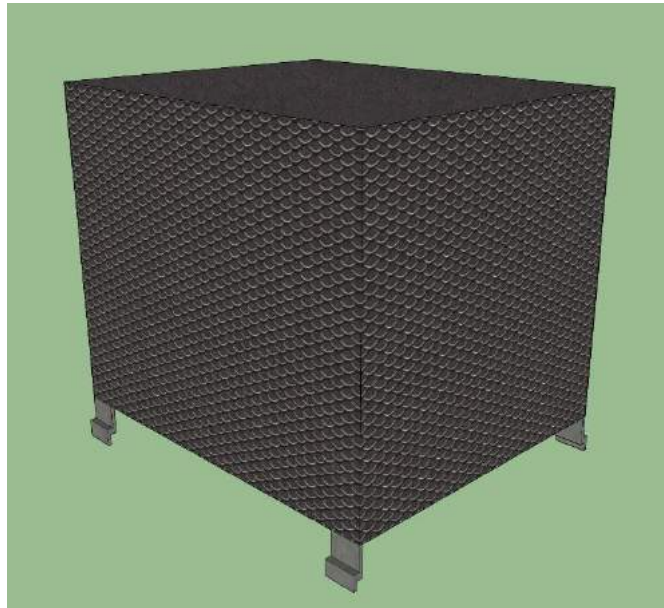
Posteriormente se colocan cartones plásticos “cartonplast” en cada pared interna del canastillo para brindar protección adicional al producto, finalmente se introduce una bolsa plástica y se la lleva a pesar.

Cuando el canastillo está lleno con el producto terminado se la lleva a pesar, después se procede a cerrar la bolsa con un

precinto, finalmente se embala toda la caja con stretchflim para evitar el contacto de polvo y humedad al producto.

El producto final queda de la siguiente manera:

#### ILUSTRACIÓN N.º 6 DISEÑO EN 3D CANASTILLO METÁLICO



*Fuente: Elaboración propia, desarrollado en SketchUp-PRO-2014*

#### 5.2. DETERMINACIÓN DEL MÉTODO DE MEDICIÓN

Actualmente existen tres elementos que ayudan a establecer los tiempos estándar, ellos son: las estimaciones, los registros históricos y los procedimientos de medición del trabajo. Aunque algunas empresas a través de la historia han utilizado las estimaciones para establecer los estándares de sus procesos, está comprobado que, con estas, los estándares se salen de contexto<sup>7</sup>.

La compensación de errores en ocasiones disminuye su desviación, pero la experiencia muestra que a lo largo de un periodo los valores estimados tienen una desviación sustancial de los estándares medidos. Con los

---

<sup>7</sup> NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris: Ingeniería Industrial. México: Alfa omega, 2001

registros históricos los estándares se basan en trabajos similares y nos muestran cuanto tiempo en realidad hacer el trabajo.

De esta manera, para la propuesta que se presentará a la empresa Empacar S.A., se dificulta basarse estos registros ya que en esta empresa no se ha realizado ningún estudio preciso y por lo tanto no se puede determinar con exactitud cuál será el tiempo estándar de la operación a estudiar.

Por otro lado, existen las técnicas de medición de trabajo, entre ellas tenemos: estudio de tiempo con cronometro, MODAPS, estudio de muestro de trabajo. Todas las técnicas anteriores consideran cada detalle del proceso y lo relacionan directamente con el tiempo normal para desarrollar cada una de las operaciones.

Independientemente de la técnica a emplear, en el presente proyecto se tendrá en cuenta que se debe fortalecer la estructura de confianza de los jefes y los empleados a los cuales se les realizará el estudio, puesto que cualquier error premeditado por parte de los trabajadores incidirá de manera directa en el resultado del estudio.

La implantación exitosa de cualquier técnica de medición del trabajo requiere un gran esfuerzo y colaboración de la administración, se hace indispensable que se genere el compromiso necesario y los recursos para que el estudio se utilice inmediatamente y no se guarde.

Aunque se puede obtener la misma información con los procedimientos del muestro de trabajo, el estudio de tiempos con cronometro es una herramienta que facilita la toma de datos a un bajo costo y que permite obtener dicha información con menos dificultad.

El estudio de tiempos con cronometro, es la técnica más común para establecer los estándares de tiempo en un área de manufactura. El estándar de tiempo es el elemento más importante de información de manufactura, a menudo es el único método aceptado por la gerencia

como por los trabajadores. Además, una de las mejores herramientas para medir los costos y beneficios de una idea o mejora es la técnica del estudio de tiempos.

### 5.3. PREPARACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

El procedimiento del estudio de tiempos con cronometro se podrá resumir en 6 pasos elementales, el formato a utilizar fue creado en función de características del proceso y a los requerimientos del proceso

PASO 1: Seleccionar el proceso que se va a estudiar y los trabajadores calificados para el estudio.

PASO 2: Recopilar toda la información posible sobre el proceso.

PASO 3: Dividir las operaciones en elementos.

PASO 4: Efectuar el estudio de tiempo propiamente dicho.

PASO 5: Determinar el número de ciclos a cronometrar

PASO 6: Realizar los cálculos correspondientes.

➤ **PASO 1. Seleccionar el proceso que se va a estudiar y los trabajadores calificados para el estudio.**

Finalizando el diagnóstico de los problemas de la empresa, se llegó a la conclusión de estudiar y analizar los procesos de ensamblado: “canastillos metálicos” y de “cajas de cartón”, debido a su gran rotación e importancia debido a que contienen el producto final.

Debido a que gran parte de la producción que se realiza en la planta es para cubrir el mercado del departamento de La Paz, nuestros clientes: EMBOL, CBN, COMPANIA DE ALIMENTOS, PIL, entre otros, hacen su pedido en ambas presentaciones, es decir un 65% de todos nuestros productos terminados, son embalados en canastillos metálicos y el restante 35% en cajas de cartón.

Debido a que en la empresa Empacar S. A. existen varios ayudantes que realizan la misma operación, se decidió elegir a los ayudantes: Eloy Flores, Santiago Chuquimia, que son trabajadores con suficiente antigüedad y experiencia en el puesto y llegan a ser los ayudantes más calificados y bien capacitados (utiliza la cantidad de energía mínima para la realización de un trabajo, con movimientos naturales y descansados siempre que el trabajo se lo permita). Se evitó elegir algún ayudante demasiado rápido o lento, o con actitudes negativas que afectará su desempeño durante el estudio y como consecuencia los resultados del mismo.

➤ **PASO 2. Recopilar toda la información posible sobre el proceso.**

Para la recopilación de información se recurrió a la utilización cursograma analítico, los cuales brindan información acerca de la secuencia del proceso de ensamblado, el número de operaciones, transportes, inspecciones con sus respectivas características. En el formato elaborado para el estudio de tiempos, se recopila información sobre cada una de las operaciones del proceso de ensamblado de canastillos metálicos.


➤ **PASO 3. Dividir las operaciones en elementos.**

Para la división de las operaciones en elementos se tendrán en cuenta algunos factores que son de vital importancia para la buena ejecución del estudio de tiempos.

La división en elementos que se utiliza para la toma de los tiempos se encuentra descrita en los formatos para cada una de las operaciones. Solo se tomarán los tiempos de las operaciones clasificadas como variables (en la que interviene el operario), las operaciones constantes (realizadas por la inyectora) no participarán en la toma de tiempos por que se realizan sin la intervención del factor humano, se considerará como el tiempo estándar de las mismas los tiempos dados en sus respectivas especificaciones técnicas.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ILUSTRACIÓN N.º 7 CURSO GRAMA ANALÍTICO “ENSAMBLADO DE CANASTILLO METÁLICO

| PROCESO DE ENSAMBLADO DE CANASTILLO METÁLICO                         |   |             |           |           |            |                |            |               |                  |   |
|--|---|-------------|-----------|-----------|------------|----------------|------------|---------------|------------------|---|
| ACTIVIDAD: EMSAMBLADO Y EMBALADO                                     |   | METODO:     |           |           | RESUMEN    |                |            |               |                  |   |
| ELABORÓ: ROBERTO ALTAMIRANO GONZALES                                 |   | ACTUAL      |           |           | ACTIVIDAD  | SIMBOLO        | CANTIDAD   | TIEMPO (Seg.) | DISTANCIA (Mts.) |  |
|  |   | PROPUESTO X |           |           | OPERACIÓN  | ●              | 11         | 140,50        |                  |   |
| FECHA: 13/07/2015  |   | TIPO:       |           |           | OPR-INSP   | □              | 10         | 98,20         |                  |   |
|  |   | MATERIAL    |           |           | TRASPORTE  | →              | 14         | 282,07        | 259,50           |   |
| COMENTARIO: EL PRESENTE CURSOGRAMA FUE REALIZADO PARA LA INYECTORA 2 |   | OBRERO X    |           |           | ESPERA     | ●              | 1          | 2400,00       |                  |   |
|  |   | MAQUINA     |           |           | ALMACEN    | ▼              | 0          | 0,00          |                  |   |
|  |   |             |           |           | INSPECCIÓN | ■              | 1          | 5,70          |                  |   |
| ITEM   | DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD   | OPERACIÓN   | OPER-INSP | TRASPORTE | ESPERA     | ALMACENAMIENTO | INSPECCIÓN | TIEMPO (Seg.) | DISTANCIA (Mts.) | OBSERVACIONES   |
| 1  | RECOGER EL PALATRAP   |             |           | →         |            |                |            | 16,74         | 15,40            |   |
| 2  | DIRIGIRSE A LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE CANASTILLOS                    |             |           | →         |            |                |            | 28,91         | 26,60            |   |
| 3  | CARGAR UN CANASTILLO  | ●           |           |           |            |                |            | 15,60         |                  |   |
| 4  | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE ARMADO                             |             |           | →         |            |                |            | 12,72         | 11,70            |   |
| 5  | DESCARGAR EL CANASTILLO   | ●           |           |           |            |                |            | 8,90          |                  |   |
| 6  | COGER LA PARED DELANTERA  | ●           |           |           |            |                |            | 2,10          |                  |   |
| 7  | DESPLEGAR LA PARED IZQUIERDA  | ●           |           |           |            |                |            | 1,30          |                  |   |
| 8  | DESPLEGAR LA PARED DERECHA  | ●           |           |           |            |                |            | 1,30          |                  |   |
| 9  | COGER LA PARED TRASERA  | ●           |           |           |            |                |            | 4,60          |                  |   |
| 10   | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED IZQUIERDA MEDIANTE LA CHAPA SUPERIOR |             | □         |           |            |                |            | 4,20          |                  |   |
| 11   | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED DERECHA MEDIANTE LA CHAPA SUPERIOR   |             | □         |           |            |                |            | 3,10          |                  |   |
| 12   | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED DERECHA MEDIANTE LA CHAPA INFERIOR   |             | □         |           |            |                |            | 1,10          |                  |   |
| 13   | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED IZQUIERDA MEDIANTE LA CHAPA INFERIOR |             | □         |           |            |                |            | 1,10          |                  |   |
| 14   | RECOGER CARTONPLAST   |             |           | →         |            |                |            | 13,48         | 12,40            |   |
| 15   | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED DELANTERA                                |             | □         |           |            |                |            | 4,10          |                  |   |
| 16   | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED IZQUIERDA                                |             | □         |           |            |                |            | 3,50          |                  |   |
| 17   | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED DERECHA                                  |             | □         |           |            |                |            | 3,50          |                  |   |
| 18   | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED TRASERA                                  |             | □         |           |            |                |            | 5,10          |                  |   |
| 19   | RECOGER BOLSA PLASTICA Y VARILLA (I-V)                                  |             |           | →         |            |                |            | 61,09         | 56,20            |   |
| 20   | COLOCAR BOLSA PLASTICA AL INTERIOR DEL CANASTILLO                       |             | □         |           |            |                |            | 35,50         |                  |   |
| 21   | COGER EL PALATRAP   |             |           | →         |            |                |            | 9,78          | 9,00             |   |
| 22   | CARGAR EL CANASTILLO  | ●           |           |           |            |                |            | 4,20          |                  |   |
| 23   | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA BALANZA                                    |             |           | →         |            |                |            | 32,07         | 29,50            |   |
| 24   | PESAR EL CANASTILLO EN LA BALANZA (VACIO)                               | ●           |           |           |            |                |            | 3,10          |                  |   |
| 25   | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA INYECTORA                                  |             |           | →         |            |                |            | 11,74         | 10,80            |   |
| 26   | ESPERAR A QUE LA CAJA ESTE LLENA  |             |           |           | ●          |                |            | 2400,00       |                  | MIENTRAS ESPERA EMSAMBLA OTRO CANASTILLO Y LO TRASLADA A LA ZONA DE ESPERA          |
| 27   | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA BALANZA                                    |             |           | →         |            |                |            | 11,74         | 10,80            |   |
| 28   | PESAR EL CANASTILLO EN LA BALANZA (CON PRODUCTO)                        | ●           |           |           |            |                |            | 7,10          |                  |   |
| 29   | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE EMBALADO                           |             |           | →         |            |                |            | 10,54         | 9,70             |   |
| 30   | RECOGER EL PRECINTO   |             |           | →         |            |                |            | 7,61          | 7,00             |   |
| 31   | COLOCAR EL PRECINTO   |             | □         |           |            |                |            | 37,00         |                  |   |
| 32   | RECOGER LA BOBINA DE STRECHFLIM   |             |           | →         |            |                |            | 5,98          | 5,50             |   |
| 33   | EMBALAR EL CANASTILLO CON EL STRECHFLIM                                 | ●           |           |           |            |                |            | 84,20         |                  |   |
| 34   | INSPECCION DEL EMBALADO AL CANASTILLO                                   |             |           |           |            |                | ■          | 5,70          |                  |   |
| 35   | IR POR EL PALATRAP  |             |           | →         |            |                |            | 16,74         | 15,40            |   |
| 36   | ELEVAR EL CANASTILLO  | ●           |           |           |            |                |            | 8,10          |                  |   |
| 37   | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE PRODUCTO TERMINADO                 |             |           | →         |            |                |            | 42,93         | 39,50            |   |

Fuente: Elaboración propia, en base a los datos recopilados en el muestreo.



#### 5.4. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

- Ejecutar el estudio de tiempos propiamente dicho

Para la realización del estudio se debe tener en cuenta:

1. Recopilación necesaria para el estudio
2. Generar una buena estructura de confianza para evitar errores en los resultados
3. Los operarios deben estar dispuestos y conscientes del estudio que se va a realizar.

- Determinar el número de ciclos a cronometrar

El número exacto de ciclos que se puede establecer por métodos estadísticos obtenidos a través de la distribución T-student por tener muestras menores a treinta observaciones. Nivel de confianza del 95%. Se tiene que el número de ciclos viene dado por la formula siguiente<sup>8</sup>:

$$N = \frac{\delta^2 * t^2}{I^2}$$

$\delta$  = Desviación estandar de los datos registrados

t = constante obtenida de la T – student

I = (promedio de los datos \* porcentaje de error) =  
Intervalo de precisión

N = Numero de ciclos del estudio de tiempos

---

<sup>8</sup> NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris; Ingeniería Industrial. Mexico: Alfaomega, 2001.

Con las observaciones realizadas en la toma de tiempos se obtuvieron los datos para la realización de la formula, los cálculos de la primera observación se muestran a continuación. Para las operaciones subsiguientes dichos cálculos se realizaron con la ayuda de una hoja de Excel y los resultados se presentarán en sus respectivos cuadros resúmenes.

TABLA N.º 41 DATOS OBTENIDOS “RECOJO DEL PALATRAP”

| Nº Obs. | Tiempo (Seg.) |
|---------|---------------|
| 1       | 16,06         |
| 2       | 16,56         |
| 3       | 16,25         |
| 4       | 17,08         |
| 5       | 17,71         |
| 6       | 18,28         |
| 7       | 17,35         |
| 8       | 14,98         |
| 9       | 15,03         |
| 10      | 18,13         |

Fuente: *Elaboración propia, en base a los datos recopilados en el muestreo*

$$\delta = 1,12$$

$$t = 2,2621$$

La T-student se obtuvo mediante el análisis de datos en Excel “Prueba t para medias de dos muestras emparejadas” y es el valor correspondiente al cruce de los grados de libertad de las muestras, para nuestro caso, es el número de datos obtenido menos uno (10-1=9) con una probabilidad de 5% de error de confiabilidad para obtener una confiabilidad del 95% requerida en el proceso.

$$I = \left( \frac{167,43}{10} \right) * 0,05$$

$$I = 0,84$$

Reemplazando en la ecuación, se tiene:

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

$$N = \frac{1,11^2 * 2,2621^2}{0,84^2}$$

$$N = 8,99 \sim 9$$

El número de observaciones hallado es 8,99, el cual debería aproximarse a 9 pero dado que es menor a número de muestra preliminar se escoge 10, por lo tanto, al ser estas iguales a las observaciones realizadas son suficientes y no es necesario realizar más para el intervalo de confianza (95%). Ver anexo 1.

TABLA N.º 42 CALCULO DE NÚMERO DE OBSERVACIONES

| RECOGO DEL PALATRAP |        |                        |       | DIRIGIRSE A LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE CANASTILLOS |        |                        |       |
|---------------------|--------|------------------------|-------|--|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.             | Tiempo |                        |       | Nº Obs.  | Tiempo |                        |       |
| 1                   | 16,26  | Nº DATOS               | 10    | 1  | 27,82  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                   | 16,56  | PROMEDIO               | 16,74 | 2  | 29,73  | PROMEDIO               | 28,91 |
| 3                   | 16,25  | DESVIACIÓN             | 1,11  | 3  | 31,28  | DESVIACIÓN             | 1,74  |
| 4                   | 17,58  | Distribución T         | 2,26  | 4  | 31,73  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                   | 17,71  | Grados de Libertad     | 9     | 5  | 27,48  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                   | 17,28  | Confiabilidad          | 0,95  | 6  | 27,74  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                   | 17,35  | Probabilidad de Error  | 0,05  | 7  | 27,41  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                   | 14,88  | Intervalo de Precisión | 0,84  | 8  | 30,52  | Intervalo de Precisión | 1,45  |
| 9                   | 15,23  | Nº Observaciones       | 8,99  | 9  | 28,19  | Nº Observaciones       | 7,37  |
| 10                  | 18,33  |                        |       | 10   | 27,21  |                        |       |

| CARGAR UN CANASTILLO |        |                        |       | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE ARMADO |        |  |       |
|----------------------|--------|------------------------|-------|---|--------|--|-------|
| Nº Obs.              | Tiempo |                        |       | Nº Obs.                                     | Tiempo |  |       |
| 1                    | 13,68  | Nº DATOS               | 10    | 1   | 12,89  | Nº DATOS   | 10    |
| 2                    | 15,62  | PROMEDIO               | 15,61 | 2   | 11,27  | PROMEDIO   | 12,72 |
| 3                    | 14,17  | DESVIACIÓN             | 1,23  | 3   | 13,88  | DESVIACIÓN   | 1     |
| 4                    | 16,35  | Distribución T         | 2,26  | 4   | 12,09  | Distribución T   | 2,26  |
| 5                    | 17,22  | Grados de Libertad     | 9     | 5   | 12,84  | Grados de Libertad   | 9     |
| 6                    | 14,90  | Confiabilidad          | 0,95  | 6   | 13,81  | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7                    | 14,94  | Probabilidad de Error  | 0,05  | 7   | 14,19  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                    | 16,87  | Intervalo de Precisión | 0,78  | 8   | 12,58  | Intervalo de Precisión   | 0,64  |
| 9                    | 15,25  | Nº Observaciones       | 12,78 | 9   | 12,06  | Nº Observaciones   | 12,71 |
| 10                   | 17,05  |                        |       | 10  | 11,56  | NOTA   |       |
|                      |        |                        |       | 11  | 12,53  | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 3 observaciones adicionales al primer resultado |       |
|                      |        |                        |       | 12  | 12,49  |  |       |
|                      |        |                        |       | 13  | 12,46  |  |       |

Fuente: Elaboración propia, en base a los datos recopilados en el muestreo

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TABLA N.º 43 CUADRO RESUMEN

| Nº                          | ACTIVIDAD   | T. PROM. (Seg)    |
|-----------------------------|---|-------------------|
| 1                           | RECOGER EL PALATRAP   | 16,74             |
| 2                           | DIRIGIRSE A LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE CANASTILLOS                    | 28,91             |
| 3                           | CARGAR UN CANASTILLO  | 15,60             |
| 4                           | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE ARMADO                             | 12,72             |
| 5                           | DESCARGAR EL CANASTILLO   | 8,90              |
| 6                           | COGER LA PARED DELANTERA  | 2,10              |
| 7                           | DESPLEGAR LA PARED IZQUIERDA  | 1,30              |
| 8                           | DESPLEGAR LA PARED DERECHA  | 1,30              |
| 9                           | COGER LA PARED TRASERA  | 4,60              |
| 10                          | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED IZQUIERDA MEDIANTE LA CHAPA SUPERIOR | 4,20              |
| 11                          | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED DERECHA MEDIANTE LA CHAPA SUPERIOR   | 3,10              |
| 12                          | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED DERECHA MEDIANTE LA CHAPA INFERIOR   | 1,10              |
| 13                          | UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED IZQUIERDA MEDIANTE LA CHAPA INFERIOR | 1,10              |
| 14                          | RECOGER CARTONPLAST   | 13,48             |
| 15                          | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED DELANTERA                                | 4,10              |
| 16                          | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED IZQUIERDA                                | 3,50              |
| 17                          | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED DERECHA                                  | 3,50              |
| 18                          | COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED TRASERA                                  | 5,10              |
| 19                          | RECOGER BOLSA PLASTICA Y VARILLA (I-V)                                  | 61,09             |
| 20                          | COLOCAR BOLSA PLASTICA AL INTERIOR DEL CANASTILLO                       | 35,50             |
| 21                          | COGER EL PALATRAP   | 9,78              |
| 22                          | CARGAR EL CANASTILLO  | 4,20              |
| 23                          | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA BALANZA                                    | 32,07             |
| 24                          | PESAR EL CANASTILLO EN LA BALANZA (VACIO)                               | 3,10              |
| 25                          | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA INYECTORA                                  | 11,74             |
| 26                          | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA BALANZA                                    | 11,74             |
| 27                          | PESAR EL CANASTILLO EN LA BALANZA (CON PRODUCTO)                        | 7,10              |
| 28                          | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE EMBALADO                           | 10,54             |
| 29                          | RECOGER EL PRECINTO   | 7,61              |
| 30                          | COLOCAR EL PRECINTO   | 37,00             |
| 31                          | RECOGER LA BOBINA DE STRECHFLIM   | 5,98              |
| 32                          | EMBALAR EL CANASTILLO CON EL STRECHFLIM                                 | 84,20             |
| 33                          | INSPECCION DEL EMBALADO AL CANASTILLO                                   | 5,70              |
| 34                          | IR POR EL PALATRAP  | 16,74             |
| 35                          | ELEVAR EL CANASTILLO  | 8,10              |
| 36                          | TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE PRODUCTO TERMINADO                 | 42,93             |
| <b>TOTAL, TIEMPO BASICO</b> |   | <b>526,47Seg.</b> |

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el tiempo Básico es:

**Tiempo Básico = 8,77 Min.**

## 5.5. CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS

Los tiempos suplementarios, son eventos que no se pueden cronometrar; entonces se tomarán en cuenta los suplementos por descanso y estos se calculan de modo que permitan al operario reponerse de la “**fatiga**”; que es el cansancio físico y/o mental, real o imaginario, que reduce la capacidad de trabajo de quien los siente.

Los suplementos por descanso se dividen en dos partes principales: Fijos y Variables.

### 5.5.1. SUPLEMENTOS FIJOS

- Suplemento: por necesidades personales: son aquellos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo: ir al retrete o a lavarse, ir a beber algo.
- Suplemento: por fatiga básica: se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía.

### 5.5.2. SUPLEMENTOS VARIABLES

No se tomarán en cuenta por que los operarios no están expuestos a condiciones ambientales malas como, por ejemplo: alta humedad, demasiado frio, mucho esfuerzo, etc.

También se tomarán en cuenta tiempos suplementarios como: trabajo ligeramente agachado, ruido intermitente y monotonía.

Todos los suplementos anteriormente mencionados se resumen en la siguiente tabla con sus respectivos porcentajes:

TABLA N.º 44 ESTÁNDARES PARA TIEMPOS SUPLEMENTARIOS

| SUPLEMENTOS                      | % | T. SUPLEMENTARIO |
|----------------------------------|---|------------------|
| Necesidades personales           | 5 | 0,4387           |
| Fatiga Básica                    | 4 | 0,3510           |
| Por trabajo ligeramente agachado | 2 | 0,1755           |
| Ruido intermitente               | 2 | 0,1755           |
| Monotonía                        | 4 | 0,3510           |

Fuente: *Elaboración propia*

Por lo tanto, el tiempo suplementario es:

**Tiempo Suplementario = 1,49 Min.**

#### 5.6. TIEMPO TIPO

Con lo calculado anteriormente podemos calcular el tiempo tipo para el ensamblado del canastillo metálico es:

$$T_{\text{tipo}} = T_{\text{basico}} + T_{\text{suplementario}}$$

$$T_{\text{tipo}} = 8,77 + 1,49$$

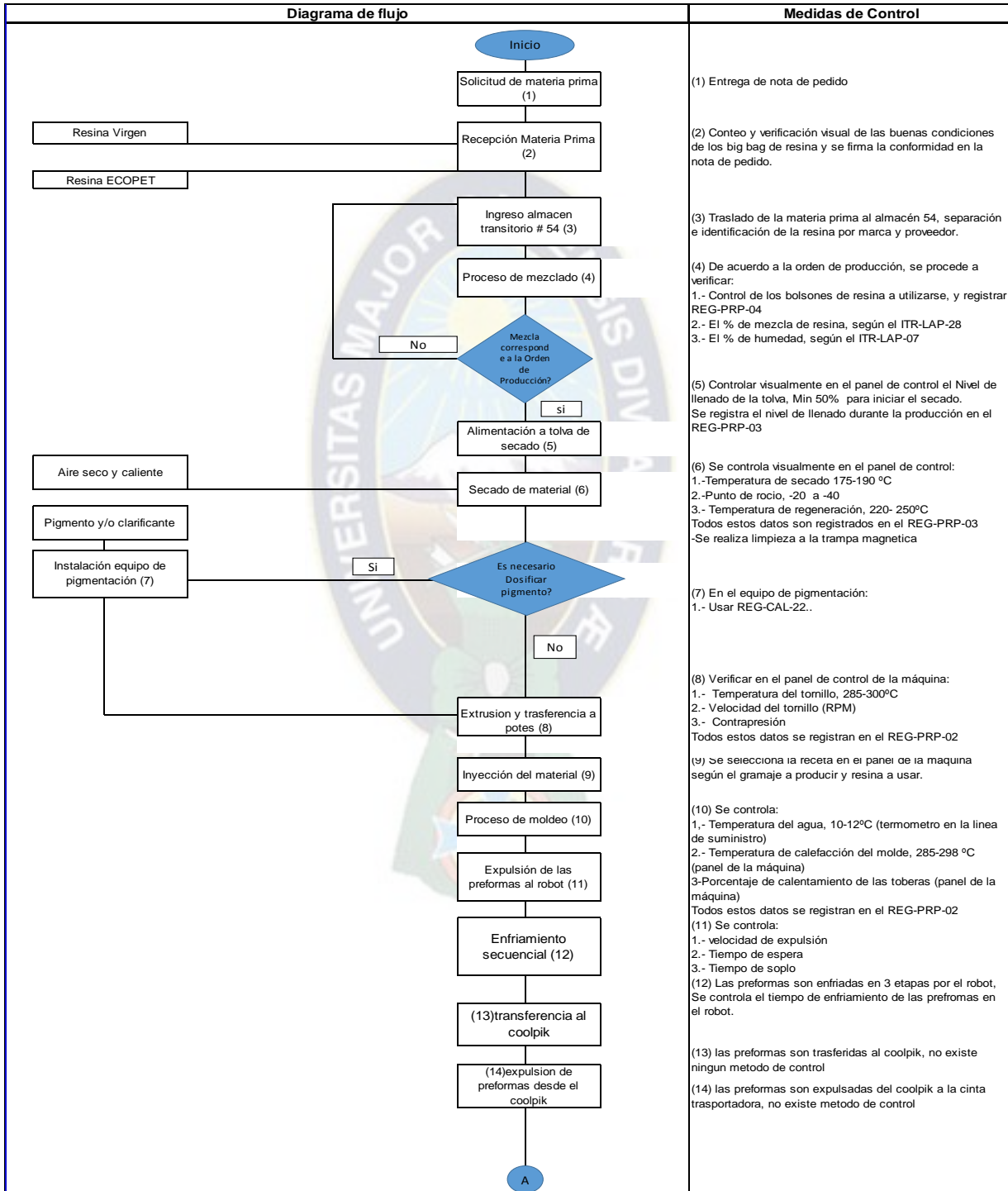
$$T_{\text{tipo}} = 10,26 \text{ (Min)}$$

# MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

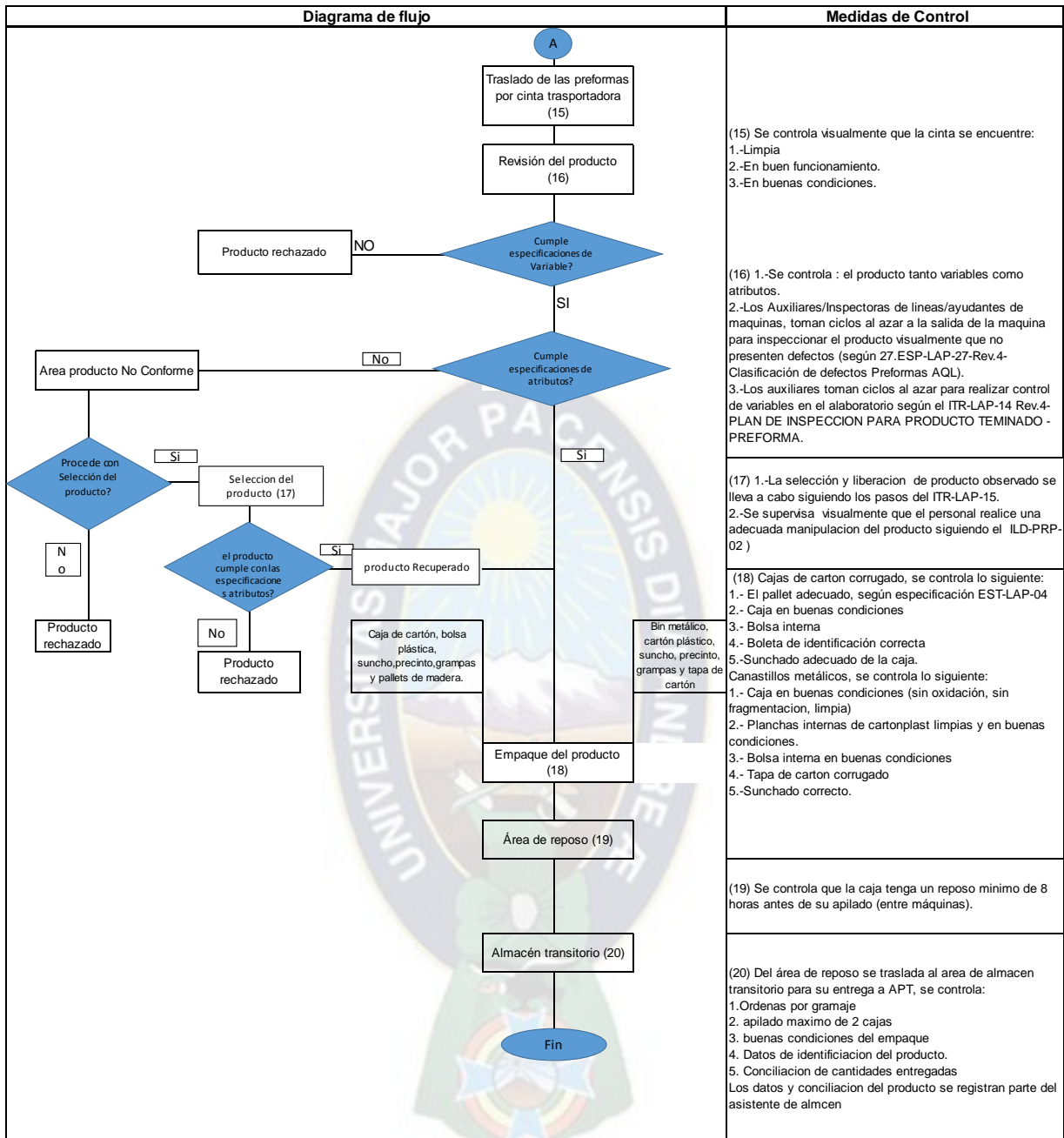
## CAPITULO VI

### 6. GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

#### DIAGRAMA N.º 1 PROCESO DE PRODUCCIÓN PREFORMAS PET



## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN



Fuente: Elaboración propia



## 6.1. PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE

### 6.1.1. CALCULO DE LA CAPACIDAD DISPONIBLE

#### 6.1.1.1. CAPACIDAD REAL

La capacidad máxima teórica por inyectoras y total de la empresa Empacar S.A., se resume en la siguiente tabla:

TABLA N.º 45 CAPACIDAD REAL MENSUAL POR INYECTORA

| INY-2                    | INY-5  | INY-6          | Unidad           |
|--------------------------|--------|----------------|------------------|
| 14                       | 9      | 9              | caja/turno       |
| 41                       | 25     | 26             | caja/día         |
| 1230                     | 740    | 760            | cajas/mes        |
| 348,13                   | 404,13 | 404,13         | Kg/caja          |
| 420,85                   | 298,34 | 305,80         | Ton/mes          |
| <b>TOTAL, INYECTORAS</b> |        | <b>2730</b>    | <b>cajas/mes</b> |
|                          |        | <b>1024,99</b> | <b>Ton/mes</b>   |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla indica por ejemplo para la INY-2, se producen en promedio, 14 cajas por turno, 41 cajas por día, 1230 cajas por mes, 348,13 Kg por caja, haciendo un promedio de producción de 420,85 toneladas por mes

#### 6.1.1.2. FACTOR DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS

##### 6.1.1.2.1. TIEMPOS INACTIVOS E IMPRODUCTIVOS

Empacar S.A. establece un 10% de la capacidad máxima teórica, la cual utiliza para resolver temas de control de calidad, cambios de formato/molde y mantenimiento entre las principales.

### 6.1.1.3. PRODUCCIÓN REAL

La capacidad efectiva o real es la capacidad que espera alcanzar una empresa dadas sus actuales limitaciones operativas. La capacidad efectiva es, a menudo, menor que la capacidad proyectada, porque la instalación puede haber sido diseñada para una primera versión del producto o para una combinación de productos (mix) diferente de la que se está produciendo actualmente.

Resultan especialmente útiles dos medidas del rendimiento del sistema: la utilización y la eficiencia. La utilización es, sencillamente, el porcentaje efectivamente alcanzado de la capacidad por diseño. La eficiencia es el porcentaje de la capacidad efectiva alcanzada realmente. Dependiendo de cómo se utilizan y gestionan las instalaciones, puede resultar difícil o imposible alcanzar el cien por cien de eficiencia. Los directores de operaciones suelen evaluarse según la eficiencia. La clave para mejorar la eficiencia se encuentra a menudo en la resolución de los problemas de calidad, y en una programación, formación y mantenimiento eficaces.<sup>9</sup>

Empacar S.A utiliza sus instalaciones a un ritmo inferior al de su capacidad teórica máxima. Esto se debe a que se ha descubierto que se puede trabajar de modo más eficiente cuando las inyectoras no se fuerzan al límite. En lugar de esto, se trabaja a un 90% de la capacidad teórica que será nuestra capacidad real.

---

<sup>9</sup> Dirección de la producción y operaciones, Jay Heizer y Barry Render, 8va Edición, Página 363

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

En la siguiente tabla se describe la producción real por cada máquina en toneladas mensuales:

TABLA N.º 46 PRODUCCIÓN REAL, TONELADAS-MES

| MES             | INY 2         | INY 5         | INY 6         |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| JULIO           | 356,74        | 267,97        | 82,55         |
| AGOSTO          | 388,04        | 237,14        | 190,00        |
| SEPTIEMBRE      | 356,67        | 225,31        | 264,67        |
| OCTUBRE         | 350,38        | 201,42        | 269,87        |
| NOVIEMBRE       | 325,94        | 211,30        | 111,36        |
| DICIEMBRE       | 428,44        | 221,62        | 266,62        |
| ENERO           | 389,58        | 239,06        | 351,49        |
| FEBRERO         | 211,75        | 215,21        | 121,49        |
| MARZO           | 314,20        | 210,20        | 7,73          |
| ABRIL           | 348,87        | 210,57        | 182,22        |
| MAYO            | 318,27        | 218,00        | 61,23         |
| JUNIO           | 351,86        | 230,75        | 123,86        |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>345,06</b> | <b>224,04</b> | <b>169,42</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Con la anterior tabla: Producción real y la tabla 45, se calcula el % de utilización, a continuación:

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad real}}$$

TABLA N.º 47 UTILIZACIÓN GESTIÓN 2017-2018

| MES             | INY B         | INY E         | INY G         |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| JULIO           | 84,77%        | 89,82%        | 27,00%        |
| AGOSTO          | 92,20%        | 79,49%        | 62,13%        |
| SEPTIEMBRE      | 84,75%        | 75,52%        | 86,55%        |
| OCTUBRE         | 83,26%        | 67,51%        | 88,25%        |
| NOVIEMBRE       | 77,45%        | 70,82%        | 36,41%        |
| DICIEMBRE       | 101,80%       | 74,28%        | 87,19%        |
| ENERO           | 92,57%        | 80,13%        | 114,94%       |
| FEBRERO         | 50,32%        | 72,14%        | 39,73%        |
| MARZO           | 74,66%        | 70,46%        | 2,53%         |
| ABRIL           | 82,90%        | 70,58%        | 59,59%        |
| MAYO            | 75,63%        | 73,07%        | 20,02%        |
| JUNIO           | 83,61%        | 77,34%        | 40,50%        |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>81,99%</b> | <b>75,10%</b> | <b>55,40%</b> |

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$$

La eficiencia de las máquinas de inyección se establece como el porcentaje que resulta de la comparación producción real entre la capacidad efectiva de las máquinas en un periodo determinado de tiempo en el que no se consideran los paros programados de las máquinas para los mantenimientos preventivos durante ese periodo

Se consideró la eficiencia de las líneas de producción como un criterio básico para analizar el funcionamiento actual del área de inyección, debido a que este indicador tiene un impacto directo sobre los costos de producción de la empresa, pues la ineficiencia de las líneas reduce los niveles finales de producto terminado afectando a las

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ventas, encareciendo el producto y reduciendo la utilidad neta.

Estos indicadores nos permiten identificar a primera vista cual es la línea de producción que tiene mayores problemas sean estos de aumento en el tiempo de producción, disminución de las cantidades producidas o incremento del desperdicio.

Los datos de las eficiencias de las líneas fueron tomados de los reportes diarios que elabora el departamento de producción de la empresa

En la tabla N° 48 se puede observar los índices de eficiencia de las líneas durante las gestiones 2017-2108.

**TABLA N.º 48 EFICIENCIA GESTIÓN 2017-2018**

| MES             | INY B         | INY E         | INY G         |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| JULIO           | 77,06%        | 81,65%        | 24,54%        |
| AGOSTO          | 83,82%        | 72,26%        | 56,48%        |
| SEPTIEMBRE      | 77,04%        | 68,65%        | 78,68%        |
| OCTUBRE         | 75,69%        | 61,38%        | 80,23%        |
| NOVIEMBRE       | 70,41%        | 64,39%        | 33,10%        |
| DICIEMBRE       | 92,55%        | 67,53%        | 79,26%        |
| ENERO           | 84,16%        | 72,85%        | 104,49%       |
| FEBRERO         | 45,74%        | 65,58%        | 36,12%        |
| MARZO           | 67,87%        | 64,05%        | 2,30%         |
| ABRIL           | 75,36%        | 64,16%        | 54,17%        |
| MAYO            | 68,75%        | 66,43%        | 18,20%        |
| JUNIO           | 76,01%        | 70,31%        | 36,82%        |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>74,54%</b> | <b>68,27%</b> | <b>50,37%</b> |

*Fuente: Elaboración propia.*

El índice de eficiencia sirve para establecer de qué forma se están aprovechando los recursos en las líneas de producción, los porcentajes totales, tanto mensuales como por línea se obtuvieron de la relación entre la cantidad de

producción real del mes o de la línea con la cantidad teórica de los mismos (mes o línea), lo que permite tener un porcentaje de eficiencia real

Revisando los porcentajes de eficiencias obtenidos durante las gestiones 2017-2018 se puede observar claramente que la línea de producción con un índice de eficiencia más bajo es la línea Inyectora 6 con un porcentaje del 50,37% seguida de la línea Inyectora 5 con 68,27 %, considerando el nivel estándar de producción de todo el periodo con el nivel de producción real la eficiencia global del período del área de inyección fue del **64,39%**, con lo que se puede establecer que cualquier mejora que permita incrementar puntos en la eficiencia elevaría un gran medida los niveles de producción del área de inyección favoreciendo a las ventas de la empresa.

## 6.2. PLANEACIÓN AGREGADA

Se lo define como el Plan de Producción a medio plazo, factible desde el punto de vista de la capacidad, que permita lograr el plan estratégico de la manera más eficaz posible. El término agregado surge del hecho de que en este nivel de planeación se consideran “familias” de productos (gramajes de preformas) y no los productos individualizados (preformas por gramaje y color) que se generan en el área de inyección. El plan agregado es un plan mensual que tiene como objetivo principal establecer el número de días al mes por cada línea de producción que se deberán dedicar para la elaboración de un determinado gramaje de preforma.

La información que se requiere para elaborar este plan es:

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- Requerimiento de preformas por gramaje, establecido en base a la demanda de los clientes, esta información es extraída del presupuesto de ventas del área comercial.
- Capacidad mensual de producción de cada formato de preformas por línea de producción, esta es la capacidad promedio de producción la cual es establecida en base al promedio diario de producción de las máquinas en condiciones normales de trabajo.
- El inventario de preformas con el que se inicia el periodo para el cual se realiza el plan de producción, este inventario es proporcionado por el área de logística.

El resultado de este plan además de ser empleado para elaborar el plan maestro de producción permite tener una visión del inventario de producto al final del mes, con lo cual el programador de producción puede evaluar cuál será la situación de los stocks al inicio del siguiente mes, y en los casos de ser necesarios, determinar si hará falta importar preformas en caso de no cubrir toda la necesidad de producto.

### 6.2.1. ESTABLECER MODELO DE PLANEACIÓN AGREGADA

La estructura del PAP quedará definida en una matriz alimentada por la información antes mencionada, en la primera columna (C.1) se detallarán los nombres de los principales clientes debidamente identificados con números del 1 al 10, el cliente N representa la sumatoria de las demandas de varios clientes pequeños cuyo requerimiento mensual no es lo suficientemente grande como para considerarlos por separado.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ILUSTRACIÓN N.º 8 MATRIZ PRINCIPAL PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN

|     | C1                      | C2       | C3     | C4   | C5     | C6   | C7   | C8     | C9   | C10    | C11  | C12  | C13   |
|-----|-------------------------|----------|--------|------|--------|------|------|--------|------|--------|------|------|-------|
| F1  | CLIENTE                 | GRAMAJES |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      | TOTAL |
| F2  | EMBOL                   | 22 g     | 24,5 g | 28 g | 46,6 g | 48 g | 52 g | 54,6 g | 56 g | 58,6 g | 60 g | 64 g |       |
| F3  | CBN                     |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F4  | COMPANIA DE ALIMENTOS   |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F5  | GRINPLAS                |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F6  | INDUSTRIAS VENADO       |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F7  | INDUSTRIAS SAMA         |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F8  | PLASTICOS VJF           |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F9  | SANIFER                 |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F10 | HOLDING SANTA MARIA     |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F11 | EMBOTELLADORA AMERICA   |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F12 | TOTAL DEMANDA           |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F13 | INVENTARIO INICIAL      |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F14 | CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |
| F15 | INVENTARIO FINAL        |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |       |

Fuente: *Elaboración propia.*

A partir de la columna 2 (C2) hasta la columna 12 (C12) se ingresarán las cantidades de producto requerido por formato de cada uno de los clientes considerados en el presupuesto de ventas, la columna 13 (C13) es la suma del total de la demanda del cliente.

La fila 12(F12) se realiza la sumatoria de las demandas de cada gramaje de preforma en el mes. En la fila 13(F.13) se debe ingresar la cantidad de cada tamaño de preformas con que se cuenta en el inventario al momento de realizar el PAP. La fila 14(F.14) es el producto de la capacidad de cada línea de producción por el período de tiempo en el mes que será necesario destinarle a la línea de producción a fin de cubrir las cantidades demandadas y asegurar un nivel de inventario satisfactorio para el mes siguiente, este cálculo se evidencia en la siguiente matriz:



ILUSTRACIÓN N.º 9 MATRIZ SECUNDARIA PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN – INGRESO DE DÍAS DE PRODUCCIÓN

| CAPACIDAD |        | INYECTORA | GRAMAJES |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      | DÍAS DE PRODUCCIÓN |
|-----------|--------|-----------|----------|--------|------|--------|------|------|--------|------|--------|------|------|--------------------|
| MINIMA    | MAXIMA |           | 22 g     | 24,5 g | 28 g | 46,6 g | 48 g | 52 g | 54,6 g | 56 g | 58,6 g | 60 g | 64 g |                    |
|           |        | INY - B   |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |                    |
|           |        | INY - E   |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |                    |
|           |        | INY - G   |          |        |      |        |      |      |        |      |        |      |      |                    |

Fuente: Elaboración propia.

En esta matriz se deberá reflejar el número de días que cada inyectora requerirá para producir una determinada cantidad de producto, los cuales vinculados con la capacidad de la línea (establecida en términos de la velocidad diaria de producción de la línea) ofrecerán la cantidad final que se podrá producir.

Finalmente, en la fila 16(F.16) se indica el inventario de preformas proyectado al cierre del periodo de programación como resultado de la diferencia entre la cantidad total de preformas disponibles para el mes (capacidad de producción del mes más el inventario inicial) y la demanda global de cada formato de preforma. Con toda la información que se ha detallado se elabora el PAP, el mismo que se genera en una hoja de cálculo y tiene una estructura completa como la detallada en el anexo 2.

Después que se haya aprobado el PAP, se debe proceder a desagregar este programa por cada familia de producto, es decir, se debe elaborar el Plan Maestro de Producción.

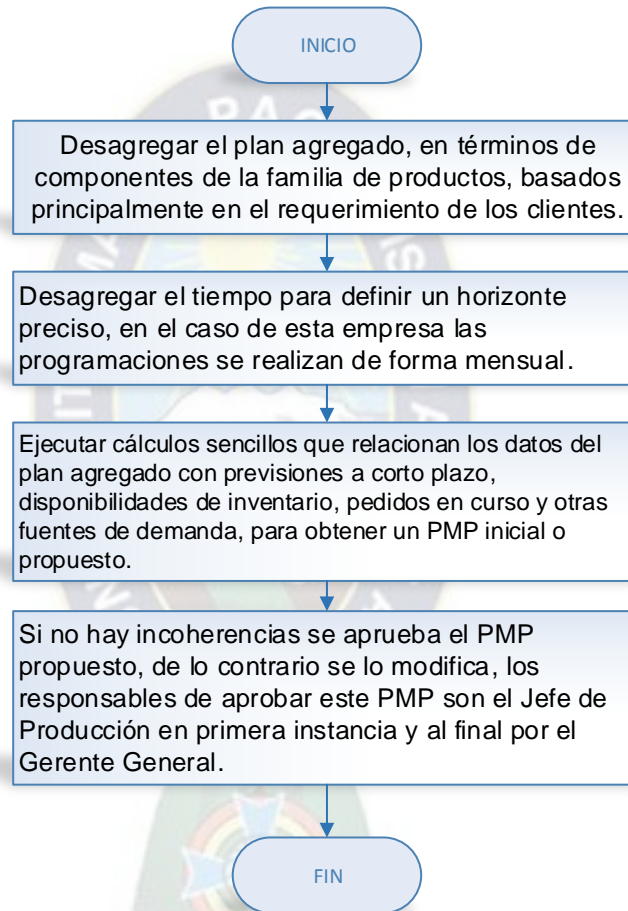
### 6.3. PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Es una herramienta que posibilita la concreción del plan agregado, a través de la determinación de la cantidad neta de productos que hay que producir en determinado período de tiempo considerando la capacidad de producción de la planta.

### 6.3.1. ESQUEMA BÁSICO

Alcanzar un PMP supone un procedimiento que parte del plan agregado seleccionado como el más conveniente que, en términos generales, se resume en el siguiente diagrama:

DIAGRAMA N.º 2 FLUJO DEL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN



*Fuente: Elaboración propia.*

Una vez que se ha realizado el análisis de la información antes mencionada y con un PAP aprobado, se puede proceder con la elaboración del PMP, el objetivo principal de este plan es distribuir los días por cada gramaje con su respectivo color en las líneas de producción, en este plan se puede detallar además para qué cliente está destinada esta producción, el día en que se deberá

realizar un cambio de molde o cores para producir otro gramaje, estos cambios son introducidos por el planificador de producción y acordados con el Jefe de Producción, para finalmente ser revisados y autorizados por la Gerencia Comercial. La estructura final del PMP es una matriz con el nivel de detalle que se presenta en el anexo 3.

En esta matriz se detallan los días del mes en los cuales se realizará la producción. Las demás columnas representan por cada línea de inyección el código de producto, el cliente, descripción del producto (gramaje y color), cantidad y el estado del pedido.

Una de las decisiones más importantes para partir con la programación es determinar cuál será la preforma con la que cada línea deberá iniciar la producción, para ello es preciso revisar el nivel del inventario de las preformas, así como la cantidad demandada del producto para el mes, de manera que se elija el producto que tiene un inventario muy bajo o una demanda por demás elevada y que requiere de atención inmediata para suplir la necesidad del cliente.

### 6.3.2. CONSOLIDACIÓN DE LA PROPUESTA

Al igual que con el PAP, el PMP queda plasmado en una hoja electrónica a manera de cronograma por cada línea de inyección, la estructura final se muestra en la tabla a continuación.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

TABLA N.º 49 ESTRUCTURA FINAL DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

| DIAS | 6 - GL 300 |             |          |                   |         |      | 2 - Hypet       |                       |                   |         |      | 5 - GL 300 |          |                   |         |   |
|------|------------|-------------|----------|-------------------|---------|------|-----------------|-----------------------|-------------------|---------|------|------------|----------|-------------------|---------|---|
|      | Cód.       | Cliente     | Producto | Cant.             | Est.    | Cód. | Cliente         | Producto              | Cant.             | Est.    | Cód. | Cliente    | Producto | Cant.             | Est.    |   |
| X    | 1          | 14886 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Color   | 105.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Cristal | 203.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 147.000 | ↓ |
| Real |            | 14886 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Color   | 105.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Cristal | 259.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 112.000 | ↓ |
| J    | 2          | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 105.000 | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 77.000  | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Cristal | 329.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 154.000 | ↑ |
| V    | 3          | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 161.000 | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 84.000  | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Cristal | 336.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| S    | 4          | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 168.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 329.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 147.000 | ↑ |
| D    | 5          | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 322.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 154.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 322.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 112.000 | ↓ |
| L    | 6          | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 196.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 315.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 140.000 | ↑ |
| M    | 7          | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14890 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Color   | 203.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 189.000 | ↑    | 14890 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Color   | 308.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 147.000 | ↑ |
| X    | 8          | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14890 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Color   | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5646 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Cristal | 168.000 | ↑    | 14890 - 1 EMBOL | EMBOL                 | 46.6 gr - Color   | 287.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 147.000 | ↑ |
| J    | 9          | 5650 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Color   | 105.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5650 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Color   | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 308.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 140.000 | ↑ |
| V    | 10         | 5650 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Color   | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 5650 EMBOL  | EMBOL    | 56.0 gr - Color   | 175.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 315.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 140.000 | ↑ |
| S    | 11         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 105.000 | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↓ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 49.000  | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 322.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 133.000 | ↓ |
| D    | 12         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 112.000 | ↓    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 322.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 140.000 | ↑ |
| L    | 13         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 210.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 329.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 154.000 | ↑ |
| M    | 14         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 196.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 329.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 147.000 | ↑ |
| X    | 15         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 154.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 315.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 140.000 | ↑ |
| J    | 16         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 196.000 | ↑    | 14877 - 1 EMBOL | EMBOL SENSIBLE        | 46.6 gr - Cristal | 336.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 140.000 | ↑ |
| V    | 17         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 5652 - PI       | PIL                   | 48.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 5652 - PI       | PIL                   | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| S    | 18         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 5652 - PI       | PIL                   | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 5652 - PI       | PIL                   | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| D    | 19         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 5652 - PI       | PIL                   | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    | 8235 - N   | CBN      | 60.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑ |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 5652 - DE       | CIA DE ALIMENTOS      | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| L    | 20         | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 20215 - 6       | ASTRIX AZUL Y VIOLETA | 48.0 gr - Color   | 49.000  | ↓    |            |          |                   |         |   |
| Real |            | 14885 EMBOL | EMBOL    | 54.6 gr - Cristal | 161.000 | ↑    | 20215 - 6       | ASTRIX AZUL Y VIOLETA | 48.0 gr - Color   | 49.000  | ↓    |            |          |                   |         |   |
| M    | 21         |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| X    | 22         |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| J    | 23         |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 161.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| V    | 24         |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| S    | 25         |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| D    | 26         |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      | 5652 - 6        | OTROS                 | 48.0 gr - Cristal | 245.000 | ↑    |            |          |                   |         |   |
| L    | 27         |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| M    | 28         |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| X    | 29         |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| J    | 30         |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| Real |            |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |
| V    | 31         |             |          |                   |         |      |                 |                       |                   |         |      |            |          |                   |         |   |

Fuente: Elaboración propia.

La elaboración tanto del plan agregado de producción como del plan maestro es responsabilidad del programador de producción y se deben ejecutar al menos una semana antes del inicio del nuevo mes para su respectiva aprobación y distribución a las partes involucradas en el proceso.

#### 6.4. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES (MRP)

##### 6.4.1. ESTABLECER MODELO DE MRP

Está determinado por un programa definido en un horizonte de tiempo que tiene la capacidad de combinar el plan maestro de producción con la programación escalonada de tareas en el tiempo. De esta manera indica en qué momento se debe ordenar un insumo o artículo de materia prima a algún proveedor de no existir alguno de estos en inventario, o también cuando debe iniciar el proceso de producción de un artículo en específico para satisfacer la demanda que muestra el mercado en un horizonte de tiempo dado. Para efectos de la realización del modelo en Empacar S.A.

Los planes de requerimiento de material van a indicar el momento en que debe ordenarse un artículo, lo anterior se presenta cuando no existe el artículo en el inventario o cuando debe iniciar la producción de un producto específico para satisfacer la demanda del producto terminado en una fecha determinada. En el anexo 4 se muestra tablas de MRP para cada uno de los productos.

6.4.2. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA PRODUCTOS EN CAJA DE CARTÓN

TABLA N.º 50 MRP PRODUCTO 46,6g EN CAJA DE CARTÓN

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |               |   |           |              |         |                      |
|-------------------------------------|---------------|---|-----------|--------------|---------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 46,6          | <pre> graph TD     PT[PRODUCTO TERMINADO] --&gt; RV[RESINA VIRGEN]     PT --&gt; RR[RESINA REICLADA]     PT --&gt; P[PIGMENTO]     PT --&gt; CC[CAJA DE CARTÓN]     CC --&gt; PAL[PALLET]     CC --&gt; CI[CINTURON INTERNO]     CC --&gt; CE[CINTURON EXTERNO]     CC --&gt; TAP[TAPAS]     CC --&gt; BP[BOLSA PLASTICA]     CC --&gt; PRE[PRECINTO]     CC --&gt; FLE[FLEJE]     CC --&gt; GRA[GRAPAS]                     </pre> |           |              |         |                      |
| COLOR                               | Cristal       |   |           |              |         |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0,0000        |   |           |              |         |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70,00         |   |           |              |         |                      |
| RESINA REICLADA %                   | 30,00         |   |           |              |         |                      |
| UNIDADES/CAJA                       | 7000          |   |           |              |         |                      |
| PEDIDO                              | 120           |   |           |              |         |                      |
| ITEMS                               | CANT/CAJA     | DETALLE   | UNID      | PRESENTACIÓN | LOTE    | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 228,34        | 27.400,80   | KG        | 1.100        | 880.000 | 20                   |
| RESINA REICLADA                     | 97,86         | 11.743,20   | KG        | 1.100        | 44.000  | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00          | 0,00  | KG        | 25           | 1.600   | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>326,20</b> | <b>39.144,00</b>  | <b>KG</b> |              |         |                      |
| PALLET                              | 1,00          | 120,00  | UNID      | 1            | 2.000   | 30                   |
| CINTURON EXTERNO                    | 1,00          | 120,00  | UNID      | 10           | 4.000   | 45                   |
| CINTURON INTERNO                    | 1,00          | 120,00  | UNID      | 10           | 4.000   | 45                   |
| TAPAS                               | 2,00          | 240,00  | UNID      | 10           | 8.000   | 45                   |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00          | 120,00  | UNID      | 10           | 3.000   | 45                   |
| PRECINTO                            | 1,00          | 120,00  | UNID      | 100          | 10.000  | 180                  |
| FLEJE                               | 32,00         | 3.840,00  | METROS    | 1.000        | 128.000 | 60                   |
| GRAPAS                              | 7,00          | 840,00  | UNID      | 5.000        | 50.000  | 90                   |

Fuente: Elaboración Propia.

6.4.3. PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA PRODUCTOS EN CANASTILLO METÁLICO

TABLA N.º 51 MRP PRODUCTO 46,6g EN CANASTILLO METÁLICO

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |               |   |           |              |           |                      |
|-------------------------------------|---------------|---|-----------|--------------|-----------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 46,6          | <pre> graph TD     PT[PRODUCTO TERMINADO] --&gt; RV[RESINA VIRGEN]     PT --&gt; RR[RESINA RECICLADA]     PT --&gt; P[PIGMENTO]     PT --&gt; CM[CANASTILLO METÁLICO]     CM --&gt; C[CANASTILLO]     CM --&gt; BP[BOLSA PLÁSTICA]     CM --&gt; PR[PRECINTO]     CM --&gt; CP[CARTÓN PLÁST]                 </pre> |           |              |           |                      |
| COLOR                               | Cristal       |   |           |              |           |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0             |   |           |              |           |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70            |   |           |              |           |                      |
| RESINA RECICLADA %                  | 30            |   |           |              |           |                      |
| UNIDADES/CANASTILLO                 | 7000          |   |           |              |           |                      |
| PEDIDO                              | 120           |   |           |              |           |                      |
| ITEMS                               | CANT/CANAS    | DETALLE   | UNID      | PRESENTACIÓN | LOTE      | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 228,34        | 27.400,80   | KG        | 1.100        | 220.000   | 20                   |
| RESINA RECICLADA                    | 97,86         | 11.743,20   | KG        | 1.100        | 44.000    | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00          | 0,00  | KG        | 25           | 1.600     | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>326,20</b> | <b>39.144,00</b>  | <b>KG</b> |              |           |                      |
| CANASTILLO                          | 1,00          | 120,00  | UNID      | 1,00         | 2.000,00  | 30,00                |
| BOLSA PLÁSTICA                      | 1,00          | 120,00  | UNID      | 10,00        | 3.000,00  | 45,00                |
| PRECINTO                            | 1,00          | 120,00  | UNID      | 100,00       | 10.000,00 | 180,00               |
| CARTÓN PLÁST                        | 4,00          | 480,00  | UNID      | 1.000,00     | 20.000,00 | 60,00                |

Fuente: Elaboración Propia

Con la propuesta de MRP, Empacar S.A. tendrá una herramienta flexible, a los posibles cambios en proveedores, cantidad mínima de pedido exigida por los mismos, etc. Se realizó el plan de requerimiento de materiales para un horizonte de tiempo de 90 días, de todos los materiales necesarios para cada una de las referencias principales, las recepciones programadas, el inventario disponible, el lanzamiento de pedidos planificados entre otras.

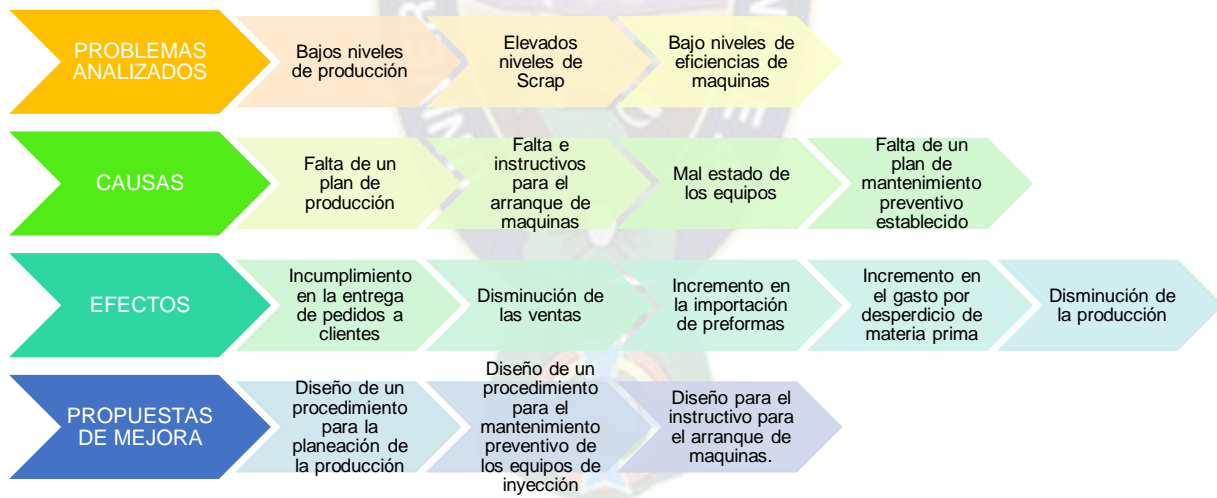
Con esta propuesta, se tiene una herramienta que permite a la empresa tener claros los periodos en los que se tienen que recibir los diferentes materiales y en qué momento se deben pedir estos, para hacer una programación de la producción efectiva.

## 6.5. PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

### 6.5.1. DETERMINACIÓN DE FORMAS DE REALIZAR LA PRODUCCIÓN

Después del análisis de la situación inicial del área de inyección las propuestas de mejoras se enfocarán en disminuir o eliminar los problemas de paros y arranques de máquinas que generaron los tiempos perdidos y los elevados niveles de scrap y la falta de una herramienta para fijar los programas de producción. La relación entre los problemas encontrados, sus causas y efectos en la empresa con las propuestas de mejoras, se presenta a continuación:

ILUSTRACIÓN N.º 10 ESQUEMA DE RELACIÓN DE PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE MEJORA



Fuente: Elaboración propia.

#### 6.5.1.1. DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO PARA LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN.

Ver anexo 5.



### 6.5.1.2. DISEÑO DE UN INSTRUCTIVO PARA EL ARRANQUE DE MÁQUINAS

Cada vez que se detiene una inyectora por un periodo de tiempo mayor a cuatro horas es preciso realizar un proceso de acondicionamiento de la máquina de modo que esta pueda volver a funcionar de forma óptima, estas actividades no están estandarizadas y para ello se deben considerar algunos factores que hacen que el procedimiento pueda variar, estas condiciones son:

- Temperatura del secador
- Temperatura de la máquina y molde de inyección
- Presión interna de la máquina y de llenado en el tornillo de extrusión.
- Tiempos de refrigeración y de expulsión de las preformas.

Es en la unidad de control de la inyectora, a través de la interfaz hombre – máquina que se puede regular el funcionamiento de la máquina ingresando por aquí los parámetros estándares para iniciar la producción.

Para que el proceso de arranque de las máquinas se cumpla sin mayores contratiempos, se ha detallado un instructivo con el fin de que sea distribuido entre el personal a cargo de las inyectoras, en este instructivo se detallan los valores estándares requeridos para el inicio de una producción segura y la serie de actividades que se deben desempeñar antes de reiniciar la producción, este instructivo debe ser distribuido a todos los supervisores, técnicos y operadores del área de inyección con el fin de que lo pongan en práctica cada vez que sea necesario. Ver anexo 6.

### 6.5.1.3. DISEÑO DE UN PROCEDIMIENTO E INSTRUCTIVO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE INYECCIÓN

Los problemas que generan tiempos perdidos y elevados niveles de desperdicio están vinculados con el mal funcionamiento de las máquinas (sea por problemas mecánicos o eléctricos), al momento de realizar este análisis se identificó que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo estructurado.

Para hacer frente a este problema se establecerán procedimientos e instructivos que servirán de base para el desarrollo del programa de mantenimiento de las máquinas y equipos auxiliares de inyección, estos documentos fueron elaborados considerando los lineamientos que el Área del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa establece para la elaboración de este tipo de documentos, los cuales a su vez están alineados con lo que en términos generales disponen las normas ISO. Ver anexo 7

## 6.6. SIMULACIÓN

Para la validación del sistema de gestión de la producción, se diseñó una planilla en Excel, que simulara el funcionamiento del SGP durante el mes de julio de la gestión 2018.

La mencionada planilla se encuentra conformada por 6 libros:

1. Ingreso de pedidos de clientes
2. Planeación agregada (mensual)
3. Entradas del MRP
4. MRP: producto a elaborar
5. Plan maestro de producción
6. OEE

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ILUSTRACIÓN N.º 11 MODELO DE SIMULACION: INGRESO DE PEDIDOS DE CLIENTES

| PEDIDOS    |              |          |                                    |         |          |          |
|------------|--------------|----------|------------------------------------|---------|----------|----------|
| CLIENTES   | PRESENTACIÓN | CANTIDAD | CANTIDAD SOLICITADA POR EL CLIENTE |         | % RESINA | % RESINA |
| EMBOL      | CANASTILLO   | 6510000  |                                    |         | 70       | 30       |
| EMBOL      | CANASTILLO   | 1050000  |                                    |         | 70       | 30       |
| EMBOL      | CANASTILLO   | 2700000  | 34,6                               | VERDE   | 70       | 30       |
| CBN        | CAJA CARTON  | 900000   | 52                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| CBN        | CAJA CARTON  | 2800000  | 60                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| CBN        | CAJA CARTON  | 35000    | 64                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| COMPANIA   | CAJA CARTON  | 602000   | 46,6                               | CRISTAL | 70       | 30       |
| GRINPLAS   | CAJA CARTON  | 500000   | 48                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| INDUSTRIAS | CAJA CARTON  | 175000   | 56                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| INDUSTRIAS | CAJA CARTON  | 35000    | 52                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| PLASTICOS  | CAJA CARTON  | 70000    | 56                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| PLASTICOS  | CAJA CARTON  | 750000   | 58,6                               | CRISTAL | 70       | 30       |
| SANIFER    | CAJA CARTON  | 21000    | 52                                 | CRISTAL | 70       | 30       |
| HOLDING SA | CAJA CARTON  | 280000   | 56                                 | CRISTAL | 70       | 30       |

Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN N.º 12 MODELO DE SIMULACION: PLANEACION AGREGADA (JULIO/2018)

| PLANEACIÓN AGREGADA            |                   |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |             |                   |    |                    |
|--------------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|-------------------|----|--------------------|
| CLIENTE                        | GRAMAJES          |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |             | TOTAL             |    |                    |
|                                | 46,6              | 48               | 52               | 52,6             | 54,6             | 56               | 58,6             | 60               | 64               |             |                   |    |                    |
| EMBOL                          | 6.510.000         | 0                | 0                | 1.050.000        | 2.700.000        | 0                | 0                | 0                | 0                | 0           | 10.260.000        |    |                    |
| CBN                            | 0                 | 0                | 900.000          | 0                | 0                | 0                | 0                | 2.800.000        | 35.000           | 0           | 3.735.000         |    |                    |
| COMPANIA DE ALIMENTOS          | 602.000           | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0           | 602.000           |    |                    |
| GRINPLAS                       | 0                 | 500.000          | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0           | 500.000           |    |                    |
| INDUSTRIAS VENADO              | 0                 | 0                | 0                | 0                | 0                | 175.000          | 0                | 0                | 0                | 0           | 175.000           |    |                    |
| INDUSTRIAS SAMA                | 0                 | 0                | 35.000           | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0           | 35.000            |    |                    |
| PLASTICOS VJF                  | 0                 | 0                | 0                | 0                | 0                | 70.000           | 750.000          | 0                | 0                | 0           | 820.000           |    |                    |
| SANIFER                        | 0                 | 0                | 21.000           | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0           | 21.000            |    |                    |
| HOLDING SANTA MARIA            | 0                 | 0                | 0                | 0                | 0                | 280.000          | 0                | 0                | 0                | 0           | 280.000           |    |                    |
| EMBOTELLADORA AMERICA          | 0                 | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0           | 0                 |    |                    |
| <b>TOTAL DEMANDA</b>           | <b>7.112.000</b>  | <b>500.000</b>   | <b>956.000</b>   | <b>1.050.000</b> | <b>2.700.000</b> | <b>525.000</b>   | <b>750.000</b>   | <b>2.800.000</b> | <b>35.000</b>    | <b>0</b>    | <b>16.428.000</b> |    |                    |
| <b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN</b> | <b>10.500.000</b> | <b>9.660.000</b> | <b>3.570.000</b> | <b>5.880.000</b> | <b>5.670.000</b> | <b>5.040.000</b> | <b>4.410.000</b> | <b>5.250.000</b> | <b>3.570.000</b> | <b>0</b>    | <b>53.550.000</b> |    |                    |
| <b>INVENTARIO INICIAL</b>      | <b>35.000</b>     | <b>1.371.900</b> | <b>1.981.000</b> | <b>6.381</b>     | <b>51.200</b>    | <b>98.000</b>    | <b>6.755</b>     | <b>118.950</b>   | <b>42.150</b>    | <b>0</b>    | <b>3.711.336</b>  |    |                    |
| <b>INVENTARIO FINAL</b>        | <b>0</b>          | <b>871900</b>    | <b>1025000</b>   | <b>0</b>         | <b>0</b>         | <b>0</b>         | <b>0</b>         | <b>0</b>         | <b>0</b>         | <b>7150</b> | <b>1.904.050</b>  |    |                    |
| CAPACIDAD                      |                   |                  | GRAMAJES         |                  |                  |                  |                  |                  |                  |             |                   |    | DIAS DE PRODUCCIÓN |
| MINIMA                         | MAXIMA            | INYECTORA        | 46,6             | 48               | 52               | 52,6             | 54,6             | 56               | 58,6             | 60          | 64                |    |                    |
| 5.670.000                      | 10.500.000        | INY - 2          | 21               | 0                | 0                | 6                | 0                | 0                | 0                | 0           | 0                 | 27 |                    |
| 3.570.000                      | 5.670.000         | INY - 5          | 0                | 0                | 0                | 0                | 15               | 0                | 0                | 0           | 0                 | 15 |                    |
| 4.410.000                      | 6.300.000         | INY - 6          | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 4                | 6                | 16          | 0                 | 26 |                    |

Fuente: Elaboración propia.

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ILUSTRACIÓN N.º 13 MODELO DE SIMULACION: ENTRADAS PARA EL MRP (JULIO/2018)

| CLIENTES             | PRESENTACIÓN | GRAMAJE | COLOR   | % RESINA VIRGEN | Suma de CANTIDAD |
|----------------------|--------------|---------|---------|-----------------|------------------|
| CBN                  | CAJA CARTON  | 52      | CRISTAL | 70              | 900000           |
|                      |              | 60      | CRISTAL | 70              | 2800000          |
|                      |              | 64      | CRISTAL | 70              | 35000            |
| COMPANIA DE AL       | CAJA CARTON  | 46,6    | CRISTAL | 70              | 602000           |
|                      |              | 46,6    | CRISTAL | 70              | 6510000          |
| EMBOL                | CANASTILLO   | 52,6    | VERDE   | 70              | 1050000          |
|                      |              | 54,6    | VERDE   | 70              | 2700000          |
|                      |              | 48      | CRISTAL | 70              | 500000           |
| HOLDING SANTA        | CAJA CARTON  | 56      | CRISTAL | 70              | 280000           |
| INDUSTRIAS SAM       | CAJA CARTON  | 52      | CRISTAL | 70              | 35000            |
| INDUSTRIAS VEN       | CAJA CARTON  | 56      | CRISTAL | 70              | 175000           |
| PLASTICOS VJF        | CAJA CARTON  | 56      | CRISTAL | 70              | 70000            |
|                      |              | 58,6    | CRISTAL | 70              | 750000           |
| SANIFER              | CAJA CARTON  | 52      | CRISTAL | 70              | 21000            |
| <b>Total general</b> |              |         |         |                 | <b>16428000</b>  |

| PRESENTACIÓN    | CANASTILLO |
|-----------------|------------|
| GRAMAJE         | 46,6       |
| COLOR           | CRISTAL    |
| % RESINA VIRGEN | 70         |

| Etiquetas de fila    | Suma de CANTIDAD |
|----------------------|------------------|
| EMBOL                | 6510000          |
| <b>Total general</b> | <b>6510000</b>   |

Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN N.º 14 MODELO DE SIMULACION: MRP 46,6 G CRISTAL (JULIO/2018)

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |               |                   |           |              |           |                      |
|-------------------------------------|---------------|-------------------|-----------|--------------|-----------|----------------------|
| PRESENTACIÓN                        | CANASTILLO    |                   |           |              |           |                      |
| GRAMAJE                             | 46,6          |                   |           |              |           |                      |
| COLOR                               | CRISTAL       |                   |           |              |           |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0             |                   |           |              |           |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70            |                   |           |              |           |                      |
| RESINA REICLADA %                   | 30            |                   |           |              |           |                      |
| UNIDADES/CANASTILLO                 | 7000          |                   |           |              |           |                      |
| PEDIDO                              | 930           |                   |           |              |           |                      |
| ITEMS                               | CANT/CANAS.   | DETALLE           | UNID      | PRESENTACIÓN | LOTE      | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 228,34        | 212.356,20        | KG        | 1.100        | 220.000   | 20                   |
| RESINA REICLADA                     | 97,86         | 91.009,80         | KG        | 1.100        | 44.000    | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00          | 0,00              | KG        | 25           | 1.600     | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>326,20</b> | <b>303.366,00</b> | <b>KG</b> |              |           |                      |
| CANASTILLO                          | 1,00          | 930,00            | UNID      | 1,00         | 2.000,00  | 30,00                |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00          | 930,00            | UNID      | 10,00        | 3.000,00  | 45,00                |
| PRECINTO                            | 1,00          | 930,00            | UNID      | 100,00       | 10.000,00 | 180,00               |
| CARTÓN PLAST                        | 4,00          | 3.720,00          | UNID      | 1.000,00     | 20.000,00 | 60,00                |

Fuente: Elaboración propia.

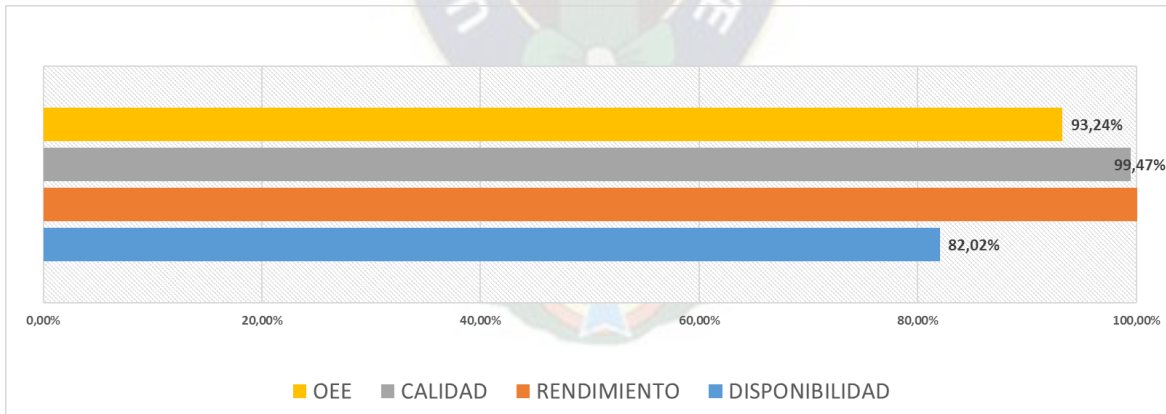
MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

ILUSTRACIÓN N.º 15 MODELO DE SIMULACION: MRP 46,6 G CRISTAL (JULIO/2018)

|      |    | PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN |         |         |         |          |        |             |         |         |         |          |        |          |
|------|----|----------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|-------------|---------|---------|---------|----------|--------|----------|
|      |    | INYECTORA 2                |         |         |         |          | LA PAZ |             |         |         |         |          |        |          |
|      |    | CODIGO                     | CLIENTE | GRAMAJE | COLOR   | CANTIDAD | ESTADO | CODIGO      | CLIENTE | GRAMAJE | COLOR   | CANTIDAD | ESTADO | CODIGO   |
| Prog | 1  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟡      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 330.000  | 🟡      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Prog | 2  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 340.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Prog | 3  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Prog | 4  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 5646-7   |
| Prog | 5  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Prog | 6  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Prog | 7  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Prog | 8  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Prog | 9  | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Prog | 10 | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 190.000  | 🟢      | 8234-3   |
| Prog | 11 | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8235 - I |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 185.000  | 🟢      | 8235 - I |
| Prog | 12 | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 189.000  | 🟢      | 8235 - I |
| Real |    | 14877 - 1 EMBOL            | EMBOL   | 46,6    | CRISTAL | 350.000  | 🟢      | 14885 EMBOL | EMBOL   | 54,6    | CRISTAL | 185.000  | 🟢      | 8235 - I |

Fuente: Elaboración propia

ILUSTRACIÓN N.º 16 MODELO DE SIMULACION: OEE (JULIO/2018)



Fuente: Elaboración propia

La simulación para el mes de julio del 2018 obtuvo una OEE de 93,24%, lo cual indica que el sistema de gestión de la producción se está ejecutando positivamente en la empresa.

## CAPITULO VII

### 7. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE LA PRODUCCIÓN

El presente proyecto se implementó durante 3 etapas y tuvo una duración de 18 meses, en el diagrama Gantt del anexo 8 se detallan todas las actividades principales que se desarrollaron.

El SGP a la fecha está ejecutándose en la empresa, sin embargo, se realizó un corte en el mes de junio de 2018 para realizar la evaluación de los resultados alcanzados e informarlos a la alta dirección de la empresa.

#### 7.1. BENEFICIOS

##### 7.1.1. BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO

Esta propuesta no requiere de inversión monetaria por lo que no se puede definir en términos de dinero el beneficio que la empresa pudiera obtener, sin embargo, con el plan de mantenimiento preventivo, el procedimiento y los instructivos diseñados se espera:

- Prevenir o disminuir el riesgo de fallas en los equipos incluidos en este plan.
- Incrementar la capacidad de producción elevando la eficiencia de los equipos cuyos valores actuales se encuentran desmejorados básicamente por problemas de mal funcionamiento de la maquinaria involucrada en el proceso productivo.
- Incrementar la vida útil de los equipos de producción.

##### 7.1.2. BENEFICIOS DE LA ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE ARRANQUE DE MAQUINA

Esta propuesta tampoco contempla inversión económica, considera la ejecución de una serie de tareas previamente coordinadas para reducir el impacto de las paradas de máquinas en los niveles de desperdicio generados por arranques de máquinas ineficientes. Para ello se identificaron los puntos clave que se deben considerar y controlarlos al

reiniciar la producción, de esta manera se espera que se pueda disminuir el nivel de desperdicio histórico que por este concepto se ha generado mensualmente.

### 7.1.3. BENEFICIOS DE LA PROGRAMACIÓN MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN

Con la aplicación de la programación de producción de acuerdo con el procedimiento diseñado durante el primer trimestre del año no se registraron cambios de molde que estuvieran fuera del programa de producción aprobado al inicio de cada mes, con lo que se pudo cumplir con las entregas de producto a los clientes dentro del tiempo requerido por los mismos sin mayores contratiempos, además de reducir la pérdida de tiempo por cambios de molde de última hora debidos a desabastecimientos por programaciones deficientes. Con el cumplimiento del programa de producción se consiguió además dar mayor confiabilidad en las entregas de producto a los clientes mejorando así la imagen de la empresa como proveedor ante sus clientes, en términos generales estos beneficios no son cuantificables.

CAPITULO VIII

8. EVALUACIÓN ECONÓMICA

8.1. MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Se realizará la medición total de la productividad según:

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Ingresos por Ventas}}{\text{Recursos Utilizados}}$$

Donde:

Ingresos por Ventas: Ventas totales por mes

Costos de Operación: Materia prima e Insumos, gastos del personal, gastos de mantenimiento, gastos generales, depreciación, material de empaque.

TABLA N.º 52 ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD GESTIÓN 2016

| MESES           | TONELADAS PRODUCIDAS | INGRESOS POR VENTAS | COSTOS DE OPERACIÓN | ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD |
|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| ENERO           | 685,23               | 953 336,51          | 655 258,49          | 1,45                    |
| FEBRERO         | 635,56               | 869 960,60          | 559 683,55          | 1,55                    |
| MARZO           | 611,75               | 837 751,52          | 558 666,32          | 1,50                    |
| ABRIL           | 635,28               | 858 708,09          | 567 741,40          | 1,51                    |
| MAYO            | 679,96               | 915 198,15          | 590 838,50          | 1,55                    |
| JUNIO           | 628,42               | 790 468,89          | 571 169,05          | 1,38                    |
| JULIO           | 605,05               | 752 504,83          | 537 289,42          | 1,40                    |
| AGOSTO          | 710,65               | 881 164,68          | 629 748,30          | 1,40                    |
| SEPTIEMBRE      | 719,75               | 879 829,24          | 625 197,56          | 1,41                    |
| OCTUBRE         | 707,50               | 875 122,93          | 651 478,22          | 1,34                    |
| NOVIEMBRE       | 493,07               | 582 173,50          | 567 915,36          | 1,03                    |
| DICIEMBRE       | 594,32               | 690 749,13          | 610 169,80          | 1,13                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>642,21</b>        | <b>823 914,01</b>   | <b>593 763,00</b>   | <b>1,39</b>             |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N° 48, muestra el cálculo del índice de productividad de la gestión 2016, la misma fue antes de implementar el sistema de gestión de la producción en la empresa.



TABLA N.º 53 INDICE DE PRODUCTIVIDAD GESTIÓN 2017

| MESES           | TONELADAS PRODUCIDAS | INGRESOS POR VENTAS | COSTOS DE OPERACIÓN | INDICE DE PRODUCTIVIDAD |
|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| ENERO           | 860,23               | 1 005 074,67        | 716 414,54          | 1,40                    |
| FEBRERO         | 756,45               | 946 845,42          | 660 966,60          | 1,43                    |
| MARZO           | 742,00               | 936 257,05          | 622 939,22          | 1,50                    |
| ABRIL           | 747,64               | 938 152,97          | 635 315,37          | 1,48                    |
| MAYO            | 631,23               | 803 649,47          | 591 579,98          | 1,36                    |
| JUNIO           | 662,26               | 826 479,51          | 593 695,63          | 1,39                    |
| JULIO           | 709,35               | 865 920,35          | 595 763,94          | 1,45                    |
| AGOSTO          | 835,18               | 1 013 903,12        | 667 502,58          | 1,52                    |
| SEPTIEMBRE      | 851,71               | 1 039 059,54        | 688 214,75          | 1,51                    |
| OCTUBRE         | 821,68               | 1 019 368,13        | 670 692,33          | 1,52                    |
| NOVIEMBRE       | 655,87               | 808 526,91          | 574 140,86          | 1,41                    |
| DICIEMBRE       | 918,05               | 1 128 072,91        | 700 446,34          | 1,61                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>765,97</b>        | <b>944 275,84</b>   | <b>643 139,34</b>   | <b>1,47</b>             |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla, muestra el cálculo del índice de productividad de la gestión 2017, durante el la fase de implementación.

TABLA N.º 54 INDICE DE PRODUCTIVIDAD GESTIÓN 2018

| MESES           | TONELADAS PRODUCIDAS | INGRESOS POR VENTAS | COSTOS DE OPERACIÓN | INDICE DE PRODUCTIVIDAD |
|-----------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| ENERO           | 984,95               | 1 371 436,25        | 821 707,05          | 1,67                    |
| FEBRERO         | 565,62               | 786 261,20          | 487 747,03          | 1,61                    |
| MARZO           | 544,64               | 752 390,85          | 482 761,90          | 1,56                    |
| ABRIL           | 741,66               | 991 634,70          | 572 134,18          | 1,73                    |
| MAYO            | 597,50               | 807 365,91          | 499 869,53          | 1,62                    |
| JUNIO           | 706,48               | 949 583,05          | 553 665,17          | 1,72                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>690,14</b>        | <b>943 112,00</b>   | <b>569 647,47</b>   | <b>1,65</b>             |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla, muestra el cálculo del índice de productividad de la gestión 2018, durante la fase de ejecución.

TABLA N.º 55 CUADRO RESUMEN INDICE DE PRODUCTIVIDAD

| MESES           | GESTIÓN 2016 | GESTIÓN 2017 | GESTIÓN 2018 |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| ENERO           | 1,45         | 1,40         | 1,67         |
| FEBRERO         | 1,55         | 1,43         | 1,61         |
| MARZO           | 1,50         | 1,50         | 1,56         |
| ABRIL           | 1,51         | 1,48         | 1,73         |
| MAYO            | 1,55         | 1,36         | 1,62         |
| JUNIO           | 1,38         | 1,39         | 1,72         |
| JULIO           | 1,40         | 1,45         | -            |
| AGOSTO          | 1,40         | 1,52         | -            |
| SEPTIEMBRE      | 1,41         | 1,51         | -            |
| OCTUBRE         | 1,34         | 1,52         | -            |
| NOVIEMBRE       | 1,03         | 1,41         | -            |
| DICIEMBRE       | 1,13         | 1,61         | -            |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>1,39</b>  | <b>1,47</b>  | <b>1,65</b>  |

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de gestión de la producción durante 12 meses de implementación y 6 meses de ejecución, logro mejorar el promedio anual del índice de productividad de la empresa en 0,08 para la gestión 2017 y 0,26 para la gestión 2018.

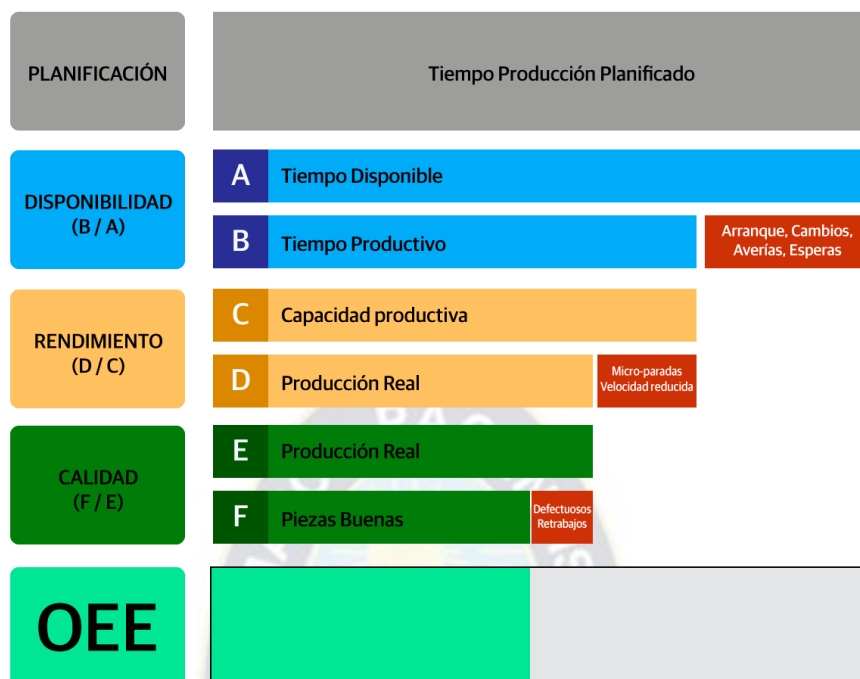
## 8.2. CALCULO DEL INDICADOR OEE

El OEE resulta de multiplicar otras tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Rendimiento y la Calidad.

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

DIAGRAMA N.º 3 CALCULO DEL OEE



Fuente: <https://www.sistemasooe.com/oe/85-para-principiantes/98-calculer-oe>

TABLA N.º 56 COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD

| MES             | GESTIÓN 2016  | GESTIÓN 2017  | GESTIÓN 2018  |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| ENERO           | 93,52%        | 95,14%        | 96,66%        |
| FEBRERO         | 91,63%        | 93,90%        | 95,94%        |
| MARZO           | 95,48%        | 91,84%        | 96,73%        |
| ABRIL           | 95,09%        | 93,74%        | 96,37%        |
| MAYO            | 95,15%        | 95,43%        | 96,21%        |
| JUNIO           | 91,62%        | 91,43%        | 96,68%        |
| JULIO           | 93,18%        | 95,52%        |               |
| AGOSTO          | 94,28%        | 93,71%        |               |
| SEPTIEMBRE      | 94,83%        | 95,88%        |               |
| OCTUBRE         | 90,81%        | 94,81%        |               |
| NOVIEMBRE       | 91,76%        | 96,68%        |               |
| DICIEMBRE       | 93,89%        | 95,50%        |               |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>93,44%</b> | <b>94,47%</b> | <b>96,43%</b> |

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N.º 57 COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO

| MES             | GESTIÓN 2016  | GESTIÓN 2017  | GESTIÓN 2018  |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| ENERO           | 88,24%        | 94,11%        | 97,44%        |
| FEBRERO         | 88,34%        | 96,58%        | 98,06%        |
| MARZO           | 93,08%        | 97,50%        | 98,39%        |
| ABRIL           | 90,04%        | 96,93%        | 98,95%        |
| MAYO            | 88,83%        | 96,58%        | 98,46%        |
| JUNIO           | 95,32%        | 98,53%        | 98,44%        |
| JULIO           | 92,96%        | 97,81%        |               |
| AGOSTO          | 92,47%        | 97,07%        |               |
| SEPTIEMBRE      | 91,75%        | 95,06%        |               |
| OCTUBRE         | 96,53%        | 96,77%        |               |
| NOVIEMBRE       | 92,28%        | 98,29%        |               |
| DICIEMBRE       | 92,38%        | 96,60%        |               |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>91,85%</b> | <b>96,82%</b> | <b>98,29%</b> |

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N.º 58 COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD

| MES             | GESTIÓN 2016  | GESTIÓN 2017  | GESTIÓN 2018  |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| ENERO           | 95,65%        | 96,31%        | 97,83%        |
| FEBRERO         | 96,03%        | 97,07%        | 97,67%        |
| MARZO           | 88,99%        | 97,44%        | 96,65%        |
| ABRIL           | 92,71%        | 97,11%        | 97,43%        |
| MAYO            | 95,39%        | 97,12%        | 96,85%        |
| JUNIO           | 94,52%        | 97,80%        | 97,20%        |
| JULIO           | 96,48%        | 95,45%        |               |
| AGOSTO          | 95,90%        | 97,01%        |               |
| SEPTIEMBRE      | 95,16%        | 97,34%        |               |
| OCTUBRE         | 95,68%        | 97,80%        |               |
| NOVIEMBRE       | 95,79%        | 95,35%        |               |
| DICIEMBRE       | 97,21%        | 97,40%        |               |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>94,96%</b> | <b>96,93%</b> | <b>97,27%</b> |

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N.º 59 COMPORTAMIENTO DEL OEE

| MES             | GESTIÓN 2016  | GESTIÓN 2017  | GESTIÓN 2018  |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| ENERO           | 79,03%        | 86,16%        | 92,13%        |
| FEBRERO         | 77,82%        | 88,14%        | 91,87%        |
| MARZO           | 79,20%        | 87,23%        | 91,99%        |
| ABRIL           | 79,26%        | 88,27%        | 92,93%        |
| MAYO            | 80,53%        | 89,50%        | 91,75%        |
| JUNIO           | 82,82%        | 88,11%        | 92,51%        |
| JULIO           | 83,55%        | 89,16%        |               |
| AGOSTO          | 83,64%        | 88,23%        |               |
| SEPTIEMBRE      | 82,76%        | 88,73%        |               |
| OCTUBRE         | 83,79%        | 89,75%        |               |
| NOVIEMBRE       | 81,17%        | 90,77%        |               |
| DICIEMBRE       | 84,35%        | 89,88%        |               |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>81,49%</b> | <b>88,66%</b> | <b>92,20%</b> |

*Fuente: Elaboración propia.*

El OEE de la gestión 2016 fue de 81,49% (sin SGP), durante la gestión 2017 se implementó el SGP obteniendo una OEE de 88,66% y para la gestión 2018 se ejecutó el SGP, obteniendo una OEE de 92,20. El objetivo para la gestión 2018 es una OEE mayor o igual al 95%.

### 8.3. CALCULO DE COSTO DE PRODUCCIÓN

La ejecución de la gestión de la producción tuvo resultados satisfactorios, se obtuvo un ahorro promedio de 6,24US\$/Tonelada Producida.

TABLA N.º 60 COSTOS DE PRODUCCIÓN

| MES             | C. PROD.<br>2016<br>(US\$/Ton) | C. PROD.<br>2017<br>(US\$/Ton) | C. PROD.<br>2018<br>(US\$/Ton) |
|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ENERO           | 441,00                         | 373,56                         | 375,01                         |
| FEBRERO         | 365,35                         | 414,52                         | 403,07                         |
| MARZO           | 397,97                         | 380,09                         | 436,29                         |
| ABRIL           | 378,43                         | 390,50                         | 312,17                         |
| MAYO            | 353,67                         | 477,93                         | 377,34                         |
| JUNIO           | 393,64                         | 437,21                         | 324,44                         |
| JULIO           | 372,75                         | 380,62                         | -                              |
| AGOSTO          | 370,90                         | 339,97                         | -                              |
| SEPTIEMBRE      | 353,37                         | 348,78                         | -                              |
| OCTUBRE         | 405,56                         | 356,99                         | -                              |
| NOVIEMBRE       | 636,53                         | 416,13                         | -                              |
| DICIEMBRE       | 511,41                         | 303,71                         | -                              |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>415,05</b>                  | <b>385,00</b>                  | <b>371,39</b>                  |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla muestra los costos de producción por tonelada durante las gestiones: 2016, 2017 y parte 2018, en la misma se puede apreciar el comportamiento durante los meses de enero a diciembre. El costo de producción entre las gestiones 2016 y 2017 bajo un 7,24% y el costo de producción entre las gestiones 2017 y 2018 bajo un 3,54%. Una reducción acumulada de los costos de producción de 10,78% en 18 meses de ejecución del sistema de gestión de la producción.

## CAPITULO IX

### 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 9.1. CONCLUSIONES

- Una vez identificados los problemas de inyección se logró establecer que las condiciones de funcionamiento de los equipos inciden directamente sobre los niveles de producción y desperdicio del área, por lo que se consideró importante diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos principales de inyección destinado a disminuir los niveles de desperdicio, los cuales representaron a la empresa aproximadamente 359,62 Ton de desperdicio durante el periodo analizado.
- Se diseñaron Planes Agregados y Maestros de Producción incluidos en un procedimiento para Programar la Producción, en el que se involucran a las áreas de ventas, producción y logística compartiendo información sobre demandas, capacidades e inventarios , ya que durante el análisis de los problemas se encontró que no existía un procedimiento estructurado para el manejo de la información antes mencionada lo cual contribuía a la descoordinación y a cambios no programados afectando el cumplimiento en la entrega de los pedidos de los clientes.
- En el procedimiento para Programar la Producción se estableció periodos de programación mensuales, con la aprobación de las personas directamente involucradas en el proceso de planificación y que conocen los requerimientos de los clientes y la capacidad de la empresa para cumplirlos, disminuyendo el número de reuniones de programación a una mensual con revisiones semanales del cumplimiento del programa a nivel de jefaturas.
- Se documentaron: 2 procedimientos y 1 instructivo de trabajo, los cuales servirán como base para futuras capacitaciones al personal en caso de requerirlo.

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- Tomando como referencia el nuevo promedio diario de producción: 23 toneladas/día; el sistema de gestión de la producción generó un ahorro de 1.004,42 US\$/diarios, 30.132,55 US\$/mensuales o 361.590,63 US\$/anuales.
- Los costos de operación se incrementaron; respecto a la gestión 2016; en US\$ 49 376,34 durante la gestión 2017. Esto a razón de que el SGP necesitaba mayor cantidad de recursos entrar en marcha.
- Los costos de operación se redujeron; respecto a la gestión 2016; en US\$ 24 115,53 durante el primer semestre de la gestión 2018. Se estima que al finalizar la gestión 2018 se recuperará la inversión de la gestión 2017.
- El sistema de gestión de la producción disminuyó un 10,52% el costo de producción por tonelada, respecto de la gestión 2016.

### 9.2. RECOMENDACIONES

- La empresa debe considerar como pilar fundamental en el mejoramiento de las actividades de mantenimiento la capacitación constante del personal técnico que les permita especializarse cada vez que un técnico del exterior visita la planta y realiza las inspecciones anuales de los equipos de inyección, principalmente de las máquinas inyectoras, para disminuir de esta forma la necesidad de intervención de personal extranjero cuando se presentan problemas técnicos en estos equipos.
- Con el fin de mantener la operatividad de los equipos principales y auxiliares detallados en este proyecto se recomienda la ejecución del plan de mantenimiento preventivo detallado en este estudio, además de llevar un registro confiable de los mantenimientos ejecutados en los equipos para realizar mediciones de las actividades ejecutadas y los cambios obtenidos con su realización.



## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- Es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado.
- Se recomienda elaborar un presupuesto anual de gastos operativos para los equipos principales del área de inyección, para de esta manera poder darles un seguimiento a los gastos incurridos por el mantenimiento preventivo; de tal forma que se pueda determinar el comportamiento de los mismos en el transcurso de los años.
- Se recomienda que la comunicación entre las áreas de ventas, producción y mantenimiento sea activa y continua a fin de lograr el cumplimiento de los mantenimientos detallados en el plan diseñado para de esta forma no perder la planificación, no extender los plazos de realización sin que se afecte la producción y por ende el cumplimiento en la entrega de producto a los clientes.
- La información entregada por el departamento de logística respecto a los niveles de inventario deberá ser entregada diariamente y ajustada a la realidad, por lo que se recomienda a la empresa automatizar este proceso pues actualmente el control es manual esto puede generar errores en la información transmitida lo cual podría afectar la planeación de producción y entrega de producto.

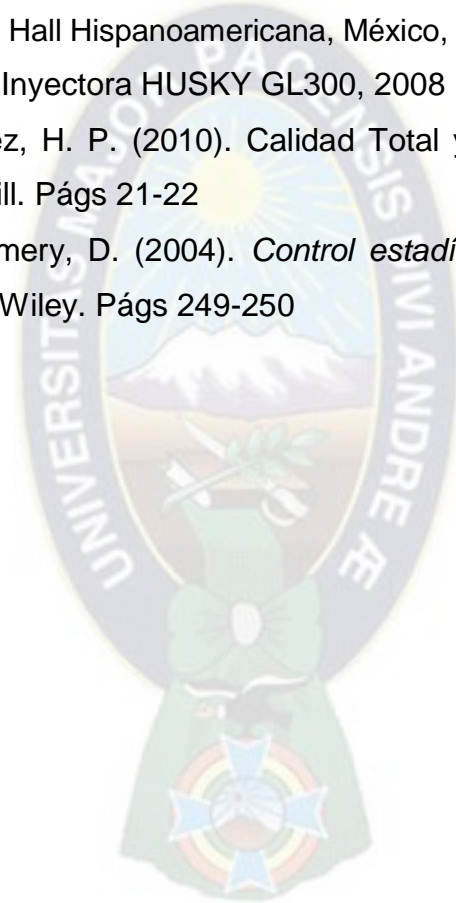
## CAPITULO X

### 10. BIBLIOGRAFIA

- CHASE, R., Administración de Producción y Operaciones, Mc Graw Hill, Bogotá, 2000.
- NIEBEL, B. W., Ingeniería Industrial: Métodos, tiempos y movimientos, Alfaomega, México, Décima Edición, 2001.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TRABAJO, Introducción al estudio del trabajo, Limusa, 1999.
- BARRY RENDER, JAY HEIZAER. Principios de administración de operaciones. Quinta Edición. PEARSON Prentice México, 2004.
- SCHROEDER Roger G., Administración de Operaciones, ed. Mc Graw Hill, segunda edición, 2004.
- CHAPMAN, Stephen N. "Planificación y control de la producción"; ed. Pearson Education. México 2006.
- SIPPER, D., Planeación y control de la producción, Mc Graw Hill, México, 1998.
- MEYERS, Fred; Estudio de tiempos y movimientos. Mexico: Prentice Hall, 2000.
- Moldes y Maquinas de Inyección para la Transformación de Plásticos; Gianni Bodini, Editorial Mc Graw Hill
- ISO. (2008). *Norma ISO 9001:2008*. Suiza: ISO (International Organisation for Standarization).
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Administración de Operaciones: Procesos y cadena de suministro*. Pearson.
- Nahmias, S. (2007). *Análisis de la producción y las operaciones*. McGraw-Hill.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, J.A.; GARCÍA, S.; DOMÍNGUEZ MACHUCA, M.A.; RUÍZ, A. Y ALVAREZ, "TPM "Dirección de Operaciones: aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios." Mc Graw-Hill

## MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN EN EMPACAR S.A. A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN

- TOKUTARO SUZUKI, “TPM en Industrias de Proceso”,
- TGP HOSHIN, c/Marqués de Cubas, 25, 28014 Madrid España, 1995. Interamericana de España, S.A, 1995
- RUSSELL, Roberta S.; Taylor, Bernard W. Operations Management. Cuarta Edición. Prentice Hall, New Jersey, 2003
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TRABAJO, Introducción al estudio del trabajo, Limusa, 1999.
- EVERETT E. A., Administración de la producción y las operaciones, Prentice Hall Hispanoamericana, México, Cuarta Edición, 1991.
- Manual Inyectora HUSKY GL300, 2008
- Gutiérrez, H. P. (2010). Calidad Total y Productividad. Mexico: Mc Graw Hill. Págs 21-22
- Montgomery, D. (2004). *Control estadístico de la Calidad*. México: Limusa Wiley. Págs 249-250





## **ANEXO 1**

**ESTUDIO DE TIEMPOS: CALCULO  
DE NUMERO DE OBSERVACIONES:**

| RECOGO DEL PALATRAP |        |                        |       |
|---------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.             | Tiempo |                        |       |
| 1                   | 16,26  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                   | 16,56  | PROMEDIO               | 16,74 |
| 3                   | 16,25  | DESVIACIÓN             | 1,11  |
| 4                   | 17,58  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                   | 17,71  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                   | 17,28  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                   | 17,35  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                   | 14,88  | Intervalo de Precisión | 0,84  |
| 9                   | 15,23  | Nº Observaciones       | 8,99  |
| 10                  | 18,33  |                        |       |

| DIRIGIRSE A LA ZONA DE ALMACENAMIENTO DE CANASTILLOS |        |                        |       |
|--|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.  | Tiempo |                        |       |
| 1  | 27,82  | Nº DATOS               | 10    |
| 2  | 29,73  | PROMEDIO               | 28,91 |
| 3  | 31,28  | DESVIACIÓN             | 1,74  |
| 4  | 31,73  | Distribución T         | 2,26  |
| 5  | 27,48  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6  | 27,74  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7  | 27,41  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8  | 30,52  | Intervalo de Precisión | 1,45  |
| 9  | 28,19  | Nº Observaciones       | 7,37  |
| 10   | 27,21  |                        |       |

| CARGAR UN CANASTILLO |        |                        |       |
|----------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.              | Tiempo |                        |       |
| 1                    | 13,68  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                    | 15,62  | PROMEDIO               | 15,61 |
| 3                    | 14,17  | DESVIACIÓN             | 1,23  |
| 4                    | 16,35  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                    | 17,22  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                    | 14,90  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                    | 14,94  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                    | 16,87  | Intervalo de Precisión | 0,78  |
| 9                    | 15,25  | Nº Observaciones       | 12,78 |
| 10                   | 17,05  |                        |       |

| TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE ARMADO |        |  |       |
|---|--------|--|-------|
| Nº Obs.                                     | Tiempo |  |       |
| 1   | 12,89  | Nº DATOS   | 10    |
| 2   | 11,27  | PROMEDIO   | 12,72 |
| 3   | 13,88  | DESVIACIÓN   | 1     |
| 4   | 12,09  | Distribución T   | 2,26  |
| 5   | 12,84  | Grados de Libertad   | 9     |
| 6   | 13,81  | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7   | 14,19  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8   | 12,58  | Intervalo de Precisión   | 0,64  |
| 9   | 12,06  | Nº Observaciones   | 12,71 |
| 10  | 11,56  | NOTA   |       |
| 11  | 12,53  | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 3 observaciones adicionales al primer resultado |       |
| 12  | 12,49  |  |       |
| 13  | 12,46  |  |       |

| DESCARGAR EL CANASTILLO |        |                        |      |
|-------------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                 | Tiempo |                        |      |
| 1                       | 8,48   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                       | 8,59   | PROMEDIO               | 8,8  |
| 3                       | 8,39   | DESVIACIÓN             | 0,61 |
| 4                       | 8,39   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                       | 8,35   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                       | 8,99   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                       | 8,43   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                       | 9,90   | Intervalo de Precisión | 0,44 |
| 9                       | 9,91   | Nº Observaciones       | 9,86 |
| 10                      | 8,56   |                        |      |

| COGER LA PARED DELANTERA |        |                        |      |
|--------------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                  | Tiempo |                        |      |
| 1                        | 1,92   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                        | 1,91   | PROMEDIO               | 2,1  |
| 3                        | 2,15   | DESVIACIÓN             | 0,13 |
| 4                        | 2,21   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                        | 1,98   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                        | 2,11   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                        | 2,13   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                        | 2,31   | Intervalo de Precisión | 0,1  |
| 9                        | 2,11   | Nº Observaciones       | 7,46 |
| 10                       | 2,14   |                        |      |

| DESPLEGAR LA PARED IZQUIERDA |        |                        |      |
|------------------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                      | Tiempo |                        |      |
| 1                            | 1,27   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                            | 1,34   | PROMEDIO               | 1,3  |
| 3                            | 1,36   | DESVIACIÓN             | 0,06 |
| 4                            | 1,35   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                            | 1,29   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                            | 1,21   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                            | 1,29   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                            | 1,22   | Intervalo de Precisión | 0,06 |
| 9                            | 1,37   | Nº Observaciones       | 4,01 |
| 10                           | 1,26   |                        |      |

| DESPLEGAR LA PARED DERECHA |        |                        |      |
|----------------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                    | Tiempo |                        |      |
| 1                          | 1,33   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                          | 1,30   | PROMEDIO               | 1,3  |
| 3                          | 1,30   | DESVIACIÓN             | 0,06 |
| 4                          | 1,29   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                          | 1,44   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                          | 1,25   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                          | 1,24   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                          | 1,27   | Intervalo de Precisión | 0,06 |
| 9                          | 1,31   | Nº Observaciones       | 4,39 |
| 10                         | 1,23   |                        |      |

| COGER LA PARED TRASERA |        |                        |      |
|------------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                | Tiempo |                        |      |
| 1                      | 5,04   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                      | 4,81   | PROMEDIO               | 4,6  |
| 3                      | 4,78   | DESVIACIÓN             | 0,3  |
| 4                      | 5,01   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                      | 4,17   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                      | 4,52   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                      | 4,37   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                      | 4,58   | Intervalo de Precisión | 0,23 |
| 9                      | 4,31   | Nº Observaciones       | 8,47 |
| 10                     | 4,45   |                        |      |

| UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED IZQUIERDA MEDIANTE LA CHAPA SUPERIOR |        |                        |      |
|---|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.   | Tiempo |                        |      |
| 1   | 4,08   | Nº DATOS               | 10   |
| 2   | 4,39   | PROMEDIO               | 4,2  |
| 3   | 4,40   | DESVIACIÓN             | 0,23 |
| 4   | 3,95   | Distribución T         | 2,26 |
| 5   | 3,98   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6   | 4,46   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7   | 4,54   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8   | 3,98   | Intervalo de Precisión | 0,21 |
| 9   | 4,01   | Nº Observaciones       | 6,06 |
| 10  | 4,24   |                        |      |

| UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED DERECHA MEDIANTE LA CHAPA SUPERIOR |        |                        |      |
|---|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.   | Tiempo |                        |      |
| 1   | 3,35   | Nº DATOS               | 10   |
| 2   | 3,24   | PROMEDIO               | 3,1  |
| 3   | 2,94   | DESVIACIÓN             | 0,18 |
| 4   | 3,28   | Distribución T         | 2,26 |
| 5   | 3,29   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6   | 2,92   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7   | 2,92   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8   | 2,90   | Intervalo de Precisión | 0,15 |
| 9   | 3,09   | Nº Observaciones       | 6,82 |
| 10  | 3,02   |                        |      |

| UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED DERECHA MEDIANTE LA CHAPA INFERIOR |        |  |       |
|---|--------|--|-------|
| Nº Obs.   | Tiempo |  |       |
| 1   | 1,06   | Nº DATOS   | 10    |
| 2   | 1,13   | PROMEDIO   | 1,1   |
| 3   | 1,17   | DESVIACIÓN   | 0,08  |
| 4   | 0,99   | Distribución T   | 2,26  |
| 5   | 1,05   | Grados de Libertad   | 9     |
| 6   | 1,13   | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7   | 1,01   | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8   | 1,25   | Intervalo de Precisión   | 0,05  |
| 9   | 1,15   | Nº Observaciones   | 12,11 |
| 10  | 1,01   | NOTA   |       |
| 11  | 1,10   | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 2 observaciones adicionales |       |
| 12  | 1,13   |  |       |

| UNIR LA PARED TRASERA CON LA PARED IZQUIERDA MEDIANTE LA CHAPA INFERIOR |        |  |       |
|---|--------|--|-------|
| Nº Obs.   | Tiempo |  |       |
| 1   | 1,20   | Nº DATOS   | 10    |
| 2   | 0,99   | PROMEDIO   | 1,1   |
| 3   | 1,25   | DESVIACIÓN   | 0,09  |
| 4   | 0,97   | Distribución T   | 2,26  |
| 5   | 1,04   | Grados de Libertad   | 9     |
| 6   | 1,20   | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7   | 1,07   | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8   | 1,04   | Intervalo de Precisión   | 0,05  |
| 9   | 1,09   | Nº Observaciones   | 15,08 |
| 10  | 1,11   | NOTA   |       |
| 11  | 1,07   | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 5 observaciones adicionales al primer resultado |       |
| 12  | 1,07   |  |       |
| 13  | 1,06   |  |       |
| 14  | 1,06   |  |       |
| 15  | 1,06   |  |       |

| RECOGER CARTONPLAST |        |                        |       |
|---------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.             | Tiempo |                        |       |
| 1                   | 14,45  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                   | 13,85  | PROMEDIO               | 13,48 |
| 3                   | 14,37  | DESVIACIÓN             | 0,71  |
| 4                   | 12,55  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                   | 13,35  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                   | 12,64  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                   | 12,93  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                   | 14,26  | Intervalo de Precisión | 0,67  |
| 9                   | 13,33  | Nº Observaciones       | 5,68  |
| 10                  | 13,09  |                        |       |

| COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED DELANTERA |        |                        |      |
|--|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                                  | Tiempo |                        |      |
| 1  | 3,74   | Nº DATOS               | 10   |
| 2  | 4,15   | PROMEDIO               | 4,1  |
| 3  | 4,27   | DESVIACIÓN             | 0,26 |
| 4  | 4,37   | Distribución T         | 2,26 |
| 5  | 4,27   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6  | 3,93   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7  | 4,48   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8  | 4,12   | Intervalo de Precisión | 0,2  |
| 9  | 3,69   | Nº Observaciones       | 8,5  |
| 10                                       | 3,95   |                        |      |

| COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED IZQUIERDA |        |  |       |
|--|--------|--|-------|
| Nº Obs.                                  | Tiempo |  |       |
| 1  | 3,27   | Nº DATOS   | 10    |
| 2  | 3,58   | PROMEDIO   | 3,5   |
| 3  | 3,21   | DESVIACIÓN   | 0,31  |
| 4  | 3,58   | Distribución T   | 2,26  |
| 5  | 3,57   | Grados de Libertad   | 9     |
| 6  | 3,82   | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7  | 3,96   | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8  | 3,23   | Intervalo de Precisión   | 0,18  |
| 9  | 3      | Nº Observaciones   | 16,25 |
| 10                                       | 3,79   | NOTA   |       |
| 11                                       | 3,57   | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 6 observaciones adicionales al primer resultado |       |
| 12                                       | 3,58   |  |       |
| 13                                       | 3,6    |  |       |
| 14                                       | 3,61   |  |       |
| 15                                       | 3,62   |  |       |
| 16                                       | 3,64   |  |       |

| COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED DERECHA |        |                        |      |
|--|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                                | Tiempo |                        |      |
| 1                                      | 3,20   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                                      | 3,66   | PROMEDIO               | 3,5  |
| 3                                      | 3,44   | DESVIACIÓN             | 0,22 |
| 4                                      | 3,52   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                                      | 3,52   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                                      | 3,55   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                                      | 3,49   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                                      | 3,62   | Intervalo de Precisión | 0,17 |
| 9                                      | 3,11   | Nº Observaciones       | 7,92 |
| 10                                     | 3,87   |                        |      |

| COLOCAR CARTOPLAST EN LA PARED TRASERA |        |                        |      |
|--|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                                | Tiempo |                        |      |
| 1                                      | 5,26   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                                      | 4,78   | PROMEDIO               | 5,1  |
| 3                                      | 4,98   | DESVIACIÓN             | 0,35 |
| 4                                      | 5,60   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                                      | 4,84   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                                      | 4,79   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                                      | 5,42   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                                      | 4,77   | Intervalo de Precisión | 0,26 |
| 9                                      | 5,67   | Nº Observaciones       | 9,79 |
| 10                                     | 4,93   |                        |      |

| RECOGER BOLSA PLASTICA Y VARILLA (I-V) |        |                        |       |
|--|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.                                | Tiempo |                        |       |
| 1                                      | 57,79  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                                      | 63,94  | PROMEDIO               | 61,09 |
| 3                                      | 60,72  | DESVIACIÓN             | 2,94  |
| 4                                      | 65,76  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                                      | 58,54  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                                      | 62,64  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                                      | 61,6   | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                                      | 56,12  | Intervalo de Precisión | 3,05  |
| 9                                      | 62,87  | Nº Observaciones       | 4,76  |
| 10                                     | 60,87  |                        |       |

| COLOCAR BOLSA PLASTICA AL INTERIOR DEL CANASTILLO |        |  |       |
|---|--------|--|-------|
| Nº Obs.   | Tiempo |  |       |
| 1   | 31,87  | Nº DATOS   | 10    |
| 2   | 33,7   | PROMEDIO   | 35,5  |
| 3   | 35,83  | DESVIACIÓN   | 3,28  |
| 4   | 32,42  | Distribución T   | 2,26  |
| 5   | 40,11  | Grados de Libertad   | 9     |
| 6   | 36,72  | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7   | 30,34  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8   | 36,81  | Intervalo de Precisión   | 1,78  |
| 9   | 38,06  | Nº Observaciones   | 17,51 |
| 10  | 39,16  | NOTA   |       |
| 11  | 38,55  | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 7 observaciones adicionales al primer resultado |       |
| 12  | 39,1   |  |       |
| 13  | 39,66  |  |       |
| 14  | 40,21  |  |       |
| 15  | 40,76  |  |       |
| 16  | 41,32  |  |       |
| 17  | 41,87  |  |       |

| COGER EL PALATRAP |        |                        |      |
|-------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.           | Tiempo |                        |      |
| 1                 | 10,25  | Nº DATOS               | 10   |
| 2                 | 9,04   | PROMEDIO               | 9,78 |
| 3                 | 10,38  | DESVIACIÓN             | 0,51 |
| 4                 | 9,81   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                 | 9,73   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                 | 9,86   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                 | 8,83   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                 | 9,92   | Intervalo de Precisión | 0,49 |
| 9                 | 10,29  | Nº Observaciones       | 5,56 |
| 10                | 9,66   |                        |      |

| CARGAR EL CANASTILLO |        |                        |      |
|----------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.              | Tiempo |                        |      |
| 1                    | 4,24   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                    | 4,28   | PROMEDIO               | 4,2  |
| 3                    | 3,83   | DESVIACIÓN             | 0,22 |
| 4                    | 3,9    | Distribución T         | 2,26 |
| 5                    | 4,43   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                    | 4,33   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                    | 4,37   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                    | 4,45   | Intervalo de Precisión | 0,21 |
| 9                    | 4,03   | Nº Observaciones       | 5,53 |
| 10                   | 4,14   |                        |      |

| TRASLADAR EL CANASTILLO A LA BALANZA |        |                        |       |
|--------------------------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.                              | Tiempo |                        |       |
| 1                                    | 30,07  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                                    | 34,54  | PROMEDIO               | 32,07 |
| 3                                    | 31,24  | DESVIACIÓN             | 1,72  |
| 4                                    | 32,72  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                                    | 33,77  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                                    | 34,57  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                                    | 30,87  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                                    | 30,04  | Intervalo de Precisión | 1,6   |
| 9                                    | 31,34  | Nº Observaciones       | 5,92  |
| 10                                   | 31,52  |                        |       |

| PESAR EL CANASTILLO EN LA BALANZA (VACIO) |        |                        |      |
|---|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                                   | Tiempo |                        |      |
| 1   | 3,2    | Nº DATOS               | 10   |
| 2   | 3,16   | PROMEDIO               | 3,1  |
| 3   | 3,26   | DESVIACIÓN             | 0,2  |
| 4   | 3,13   | Distribución T         | 2,26 |
| 5   | 2,93   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6   | 2,78   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7   | 3,2    | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8   | 3,29   | Intervalo de Precisión | 0,16 |
| 9   | 2,79   | Nº Observaciones       | 8,18 |
| 10  | 3,28   |                        |      |



| TRASLADAR EL CANASTILLO A LA INYECTORA |        |                        |       |
|--|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.                                | Tiempo |                        |       |
| 1                                      | 11,42  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                                      | 12,37  | PROMEDIO               | 11,74 |
| 3                                      | 11,07  | DESVIACIÓN             | 0,53  |
| 4                                      | 12,18  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                                      | 11,42  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                                      | 12,32  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                                      | 11,08  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                                      | 12,34  | Intervalo de Precisión | 0,59  |
| 9                                      | 11,79  | Nº Observaciones       | 4,09  |
| 10                                     | 11,42  |                        |       |

| TRASLADAR EL CANASTILLO A LA BALANZA |        |                        |       |
|--------------------------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.                              | Tiempo |                        |       |
| 1                                    | 12,52  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                                    | 10,95  | PROMEDIO               | 11,74 |
| 3                                    | 12,54  | DESVIACIÓN             | 0,59  |
| 4                                    | 11,25  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                                    | 11,33  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                                    | 12,24  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                                    | 11,45  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                                    | 12,3   | Intervalo de Precisión | 0,59  |
| 9                                    | 11,53  | Nº Observaciones       | 5,18  |
| 10                                   | 11,33  |                        |       |

| PESAR EL CANASTILLO EN LA BALANZA (CON PRODUCTO) |        |                        |      |
|--|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.  | Tiempo |                        |      |
| 1  | 6,72   | Nº DATOS               | 10   |
| 2  | 6,92   | PROMEDIO               | 7,1  |
| 3  | 6,59   | DESVIACIÓN             | 0,47 |
| 4  | 6,85   | Distribución T         | 2,26 |
| 5  | 7,55   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6  | 7,54   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7  | 7,43   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8  | 6,44   | Intervalo de Precisión | 0,35 |
| 9  | 7,82   | Nº Observaciones       | 8,85 |
| 10   | 7,09   |                        |      |

| TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE EMBALADO |        |                        |       |
|---|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.                                       | Tiempo |                        |       |
| 1   | 9,96   | Nº DATOS               | 10    |
| 2   | 10,12  | PROMEDIO               | 10,54 |
| 3   | 9,97   | DESVIACIÓN             | 0,65  |
| 4   | 11,51  | Distribución T         | 2,26  |
| 5   | 11,01  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6   | 10,86  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7   | 9,85   | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8   | 9,88   | Intervalo de Precisión | 0,53  |
| 9   | 10,88  | Nº Observaciones       | 7,85  |
| 10  | 11,38  |                        |       |

| RECOGER EL PRECINTO |        |                        |       |
|---------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.             | Tiempo |                        |       |
| 1                   | 8,26   | Nº DATOS               | 10    |
| 2                   | 7,79   | PROMEDIO               | 7,61  |
| 3                   | 7,72   | DESVIACIÓN             | 0,54  |
| 4                   | 7,3    | Distribución T         | 2,26  |
| 5                   | 7,34   | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                   | 8,21   | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                   | 7,15   | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                   | 6,71   | Intervalo de Precisión | 0,38  |
| 9                   | 7,31   | Nº Observaciones       | 10,36 |
| 10                  | 8,34   |                        |       |

| COLOCAR EL PRECINTO |        |                        |      |
|---------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.             | Tiempo |                        |      |
| 1                   | 38,61  | Nº DATOS               | 10   |
| 2                   | 35,2   | PROMEDIO               | 37   |
| 3                   | 35,66  | DESVIACIÓN             | 1,87 |
| 4                   | 39,59  | Distribución T         | 2,26 |
| 5                   | 35,1   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                   | 35,63  | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                   | 37,43  | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                   | 35,06  | Intervalo de Precisión | 1,85 |
| 9                   | 38,3   | Nº Observaciones       | 5,23 |
| 10                  | 39,45  |                        |      |

| RECOGER LA BOBINA DE STRECHFLIM |        |  |       |
|---------------------------------|--------|--|-------|
| Nº Obs.                         | Tiempo |  |       |
| 1                               | 5,96   | Nº DATOS   | 10    |
| 2                               | 6,55   | PROMEDIO   | 5,98  |
| 3                               | 5,77   | DESVIACIÓN   | 0,47  |
| 4                               | 6,16   | Distribución T   | 2,26  |
| 5                               | 5,6    | Grados de Libertad   | 9     |
| 6                               | 5,16   | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7                               | 5,8    | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                               | 6,55   | Intervalo de Precisión   | 0,3   |
| 9                               | 6,57   | Nº Observaciones   | 12,81 |
| 10                              | 5,68   | NOTA   |       |
| 11                              | 5,88   | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 7 observaciones adicionales al primer resultado |       |
| 12                              | 6,12   |  |       |
| 13                              | 6,03   |  |       |

| EMBALAR EL CANASTILLO CON EL STRECHFLIM |        |                        |      |
|---|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                                 | Tiempo |                        |      |
| 1                                       | 86,19  | Nº DATOS               | 10   |
| 2                                       | 79,69  | PROMEDIO               | 84,2 |
| 3                                       | 78,54  | DESVIACIÓN             | 4,2  |
| 4                                       | 79,26  | Distribución T         | 2,26 |
| 5                                       | 85,16  | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                                       | 89,51  | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                                       | 87,99  | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                                       | 87,15  | Intervalo de Precisión | 4,21 |
| 9                                       | 87,85  | Nº Observaciones       | 5,09 |
| 10                                      | 80,69  |                        |      |

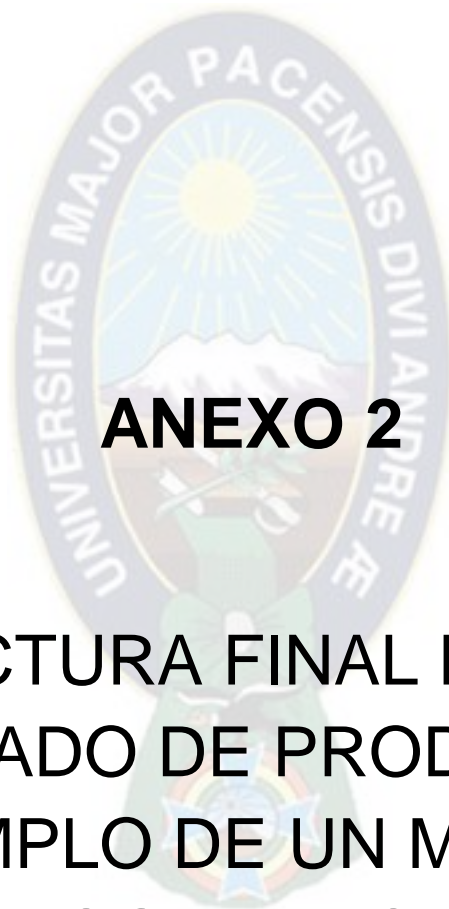
| INSPECCION DEL EMBALADO AL CANASTILLO |        |                        |      |
|---------------------------------------|--------|------------------------|------|
| Nº Obs.                               | Tiempo |                        |      |
| 1                                     | 6,05   | Nº DATOS               | 10   |
| 2                                     | 5,5    | PROMEDIO               | 5,7  |
| 3                                     | 5,45   | DESVIACIÓN             | 0,39 |
| 4                                     | 6,01   | Distribución T         | 2,26 |
| 5                                     | 5,44   | Grados de Libertad     | 9    |
| 6                                     | 4,97   | Confiabilidad          | 0,95 |
| 7                                     | 6,05   | Probabilidad de Error  | 0,05 |
| 8                                     | 6,17   | Intervalo de Precisión | 0,28 |
| 9                                     | 5,45   | Nº Observaciones       | 9,51 |
| 10                                    | 5,87   |                        |      |

| IR POR EL PALATRAP |        |                        |       |
|--------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.            | Tiempo |                        |       |
| 1                  | 17,53  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                  | 15,79  | PROMEDIO               | 16,74 |
| 3                  | 17,41  | DESVIACIÓN             | 0,78  |
| 4                  | 15,81  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                  | 16,36  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                  | 15,85  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                  | 17,11  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                  | 16,36  | Intervalo de Precisión | 0,84  |
| 9                  | 17,61  | Nº Observaciones       | 4,42  |
| 10                 | 17,53  |                        |       |

| ELEVAR EL CANASTILLO |        |  |       |
|----------------------|--------|--|-------|
| Nº Obs.              | Tiempo |  |       |
| 1                    | 7,51   | Nº DATOS   | 10    |
| 2                    | 8,57   | PROMEDIO   | 8,1   |
| 3                    | 7,87   | DESVIACIÓN   | 0,61  |
| 4                    | 7,39   | Distribución T   | 2,26  |
| 5                    | 9,08   | Grados de Libertad   | 9     |
| 6                    | 8,49   | Confiabilidad  | 0,95  |
| 7                    | 7,4    | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                    | 8,08   | Intervalo de Precisión   | 0,41  |
| 9                    | 7,78   | Nº Observaciones   | 11,76 |
| 10                   | 8,85   |  |       |
| 11                   | 8,34   | Los datos mostrados se obtuvieron teniendo en cuenta las 2 observaciones adicionales al primer |       |
| 12                   | 8,38   |  |       |

| TRASLADAR EL CANASTILLO A LA ZONA DE |        |                        |       |
|--------------------------------------|--------|------------------------|-------|
| Nº Obs.                              | Tiempo |                        |       |
| 1                                    | 44,05  | Nº DATOS               | 10    |
| 2                                    | 44,94  | PROMEDIO               | 42,93 |
| 3                                    | 41,73  | DESVIACIÓN             | 1,48  |
| 4                                    | 41,02  | Distribución T         | 2,26  |
| 5                                    | 43,98  | Grados de Libertad     | 9     |
| 6                                    | 41,06  | Confiabilidad          | 0,95  |
| 7                                    | 42,05  | Probabilidad de Error  | 0,05  |
| 8                                    | 43,98  | Intervalo de Precisión | 2,15  |
| 9                                    | 44,41  | Nº Observaciones       | 2,44  |
| 10                                   | 42,08  |                        |       |

Fuente: Elaboración propia.

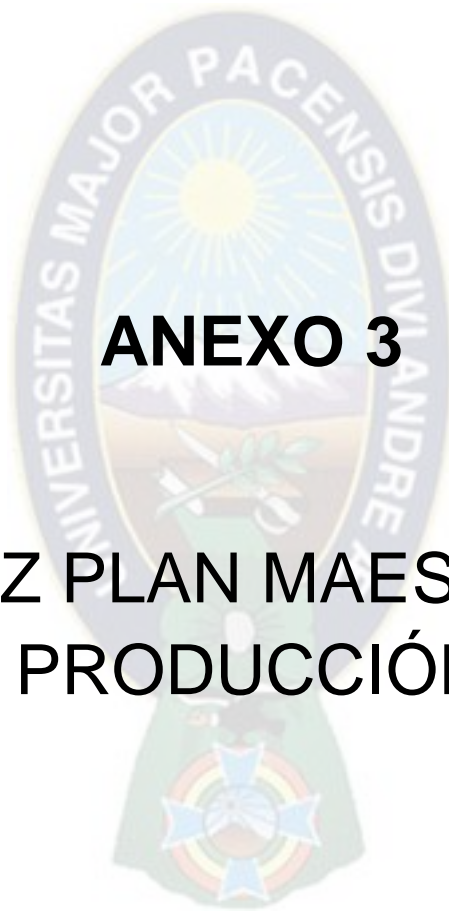


## **ANEXO 2**

**ESTRUCTURA FINAL DEL PLAN  
AGREGADO DE PRODUCCIÓN,  
EJEMPLO DE UN MES DE  
PROGRAMACIÓN**

| <b>REQUERIMIENTO POR GRAMAJE/DEMANDA POR CLIENTE</b> |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
|--|---------------|------------------|-----------------|--------|------|--------|------|------|--------|------|--------|------|---------------------------|------|
| <b>CLIENTE</b>                                       |               |                  | <b>GRAMAJES</b> |        |      |        |      |      |        |      |        |      | <b>TOTAL</b>              |      |
|  |               |                  | 22 g            | 24,5 g | 28 g | 46,6 g | 48 g | 52 g | 54,6 g | 56 g | 58,6 g | 60 g |                           | 64 g |
| EMBOL  |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| CBN  |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| COMPANIA DE ALIMENTOS                                |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| GRINPLAS   |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| INDUSTRIAS VENADO                                    |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| INDUSTRIAS SAMA                                      |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| PLASTICOS VJF  |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| SANIFER  |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| HOLDING SANTA MARIA                                  |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| EMBOTELLADORA AMERICA                                |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| <b>TOTAL DEMANDA</b>                                 |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| <b>INVENTARIO INICIAL</b>                            |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| <b>CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN</b>                       |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| <b>INVENTARIO FINAL</b>                              |               |                  |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
| <b>CAPACIDAD</b>                                     |               |                  | <b>GRAMAJES</b> |        |      |        |      |      |        |      |        |      | <b>DIAS DE PRODUCCIÓN</b> |      |
| <b>MINIMA</b>  | <b>MAXIMA</b> | <b>INYECTORA</b> | 22 g            | 24,5 g | 28 g | 46,6 g | 48 g | 52 g | 54,6 g | 56 g | 58,6 g | 60 g |                           | 64 g |
|  |               | INY - B          |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
|  |               | INY - E          |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |
|  |               | INY - G          |                 |        |      |        |      |      |        |      |        |      |                           |      |

Fuente: Elaboración propia.



## **ANEXO 3**

# **MATRIZ PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN**

| DIA  |      | 6 - GL 300 |          |       |      | 2 - Hypet |         |          |       | 5 - GL 300 |      |         |          |       |      |
|------|------|------------|----------|-------|------|-----------|---------|----------|-------|------------|------|---------|----------|-------|------|
|      | Cód. | Cliente    | Producto | Cant. | Est. | Cód.      | Cliente | Producto | Cant. | Est.       | Cód. | Cliente | Producto | Cant. | Est. |
| Real | X    | 1          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | J    | 2          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | V    | 3          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | S    | 4          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | D    | 5          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | L    | 6          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | M    | 7          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | X    | 8          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | J    | 9          |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | V    | 10         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | S    | 11         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | D    | 12         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | L    | 13         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | M    | 14         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | X    | 15         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | J    | 16         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | V    | 17         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | S    | 18         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | D    | 19         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | L    | 20         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | M    | 21         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | X    | 22         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | J    | 23         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | V    | 24         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | S    | 25         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | D    | 26         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | L    | 27         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | M    | 28         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | X    | 29         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | J    | 30         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |
| Real | V    | 31         |          |       |      |           |         |          |       |            |      |         |          |       |      |

Fuente: Elaboración propia.



## **ANEXO 4**

**MRP: PRODUCTOS PARETO**

## MRP PRODUCTO 54,6g EN CAJA DE CARTÓN

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |               |                  |           |              |         |                      |
|-------------------------------------|---------------|------------------|-----------|--------------|---------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 54,6          |                  |           |              |         |                      |
| COLOR                               | Cristal       |                  |           |              |         |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0,00          |                  |           |              |         |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70,00         |                  |           |              |         |                      |
| RESINA RECICLADA %                  | 30,00         |                  |           |              |         |                      |
| UNIDADES/CAJA                       | 7000          |                  |           |              |         |                      |
| PEDIDO                              | 120           |                  |           |              |         |                      |
| ITEMS                               | CANT/CAJA     | DETALLE          | UNID      | PRESENTACIÓN | LOTE    | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 267,54        | 32.104,80        | KG        | 1.100        | 880.000 | 20                   |
| RESINA RECICLADA                    | 114,66        | 13.759,20        | KG        | 1.100        | 44.000  | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00          | 0,00             | KG        | 25           | 1.600   | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>382,20</b> | <b>45.864,00</b> | <b>KG</b> |              |         |                      |
| PALLET                              | 1,00          | 120,00           | UNID      | 1            | 2.000   | 30                   |
| CINTURON EXTERNO                    | 1,00          | 120,00           | UNID      | 10           | 4.000   | 45                   |
| CINTURON INTERNO                    | 1,00          | 120,00           | UNID      | 10           | 4.000   | 45                   |
| TAPAS                               | 2,00          | 240,00           | UNID      | 10           | 8.000   | 45                   |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00          | 120,00           | UNID      | 10           | 3.000   | 45                   |
| PRECINTO                            | 1,00          | 120,00           | UNID      | 100          | 10.000  | 180                  |
| FLEJE                               | 32,00         | 3.840,00         | METROS    | 1.000        | 128.000 | 60                   |
| GRAPAS                              | 7,00          | 840,00           | UNID      | 5.000        | 50.000  | 90                   |

## MRP PRODUCTO 54,6g EN CANASTILLO METÁLICO

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |               |                  |           |              |           |                      |
|-------------------------------------|---------------|------------------|-----------|--------------|-----------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 54,6          |                  |           |              |           |                      |
| COLOR                               | Cristal       |                  |           |              |           |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0             |                  |           |              |           |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70            |                  |           |              |           |                      |
| RESINA RECICLADA %                  | 30            |                  |           |              |           |                      |
| UNIDADES/CANASTILLO                 | 7000          |                  |           |              |           |                      |
| PEDIDO                              | 120           |                  |           |              |           |                      |
| ITEMS                               | CANT/CANAS    | DETALLE          | UNID      | PRESENTACIÓN | LOTE      | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 267,54        | 32.104,80        | KG        | 1.100        | 220.000   | 20                   |
| RESINA RECICLADA                    | 114,66        | 13.759,20        | KG        | 1.100        | 44.000    | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00          | 0,00             | KG        | 25           | 1.600     | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>382,20</b> | <b>45.864,00</b> | <b>KG</b> |              |           |                      |
| CANASTILLO                          | 1,00          | 120,00           | UNID      | 1,00         | 2.000,00  | 30,00                |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00          | 120,00           | UNID      | 10,00        | 3.000,00  | 45,00                |
| PRECINTO                            | 1,00          | 120,00           | UNID      | 100,00       | 10.000,00 | 180,00               |
| CARTÓN PLAST                        | 4,00          | 480,00           | UNID      | 1.000,00     | 20.000,00 | 60,00                |



## MRP PRODUCTO 48g EN CAJA DE CARTÓN

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |           |               |                  |              |         |                      |
|-------------------------------------|-----------|---------------|------------------|--------------|---------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 48        |               |                  |              |         |                      |
| COLOR                               | Cristal   |               |                  |              |         |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0,00      |               |                  |              |         |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70,00     |               |                  |              |         |                      |
| RESINA RECICLADA %                  | 30,00     |               |                  |              |         |                      |
| UNIDADES/CAJA                       | 7000      |               |                  |              |         |                      |
| PEDIDO                              | 120       |               |                  |              |         |                      |
| ITEMS                               | CANT/CAJA | DETALLE       | UNID             | PRESENTACIÓN | LOTE    | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 235,20    | 28.224,00     | KG               | 1.100        | 880.000 | 20                   |
| RESINA RECICLADA                    | 100,80    | 12.096,00     | KG               | 1.100        | 44.000  | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00      | 0,00          | KG               | 25           | 1.600   | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        |           | <b>336,00</b> | <b>40.320,00</b> | <b>KG</b>    |         |                      |
| PALLET                              | 1,00      | 120,00        | UNID             | 1            | 2.000   | 30                   |
| CINTURON EXTERNO                    | 1,00      | 120,00        | UNID             | 10           | 4.000   | 45                   |
| CINTURON INTERNO                    | 1,00      | 120,00        | UNID             | 10           | 4.000   | 45                   |
| TAPAS                               | 2,00      | 240,00        | UNID             | 10           | 8.000   | 45                   |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00      | 120,00        | UNID             | 10           | 3.000   | 45                   |
| PRECINTO                            | 1,00      | 120,00        | UNID             | 100          | 10.000  | 180                  |
| FLEJE                               | 32,00     | 3.840,00      | METROS           | 1.000        | 128.000 | 60                   |
| GRAPAS                              | 7,00      | 840,00        | UNID             | 5.000        | 50.000  | 90                   |

## MRP PRODUCTO 48g EN CANASTILLO METÁLICO

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |            |               |                  |              |           |                      |
|-------------------------------------|------------|---------------|------------------|--------------|-----------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 48         |               |                  |              |           |                      |
| COLOR                               | Cristal    |               |                  |              |           |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0          |               |                  |              |           |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70         |               |                  |              |           |                      |
| RESINA RECICLADA %                  | 30         |               |                  |              |           |                      |
| UNIDADES/CANASTILLO                 | 7000       |               |                  |              |           |                      |
| PEDIDO                              | 120        |               |                  |              |           |                      |
| ITEMS                               | CANT/CANAS | DETALLE       | UNID             | PRESENTACIÓN | LOTE      | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 235,20     | 28.224,00     | KG               | 1.100        | 220.000   | 20                   |
| RESINA RECICLADA                    | 100,80     | 12.096,00     | KG               | 1.100        | 44.000    | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00       | 0,00          | KG               | 25           | 1.600     | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        |            | <b>336,00</b> | <b>40.320,00</b> | <b>KG</b>    |           |                      |
| CANASTILLO                          | 1,00       | 120,00        | UNID             | 1,00         | 2.000,00  | 30,00                |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00       | 120,00        | UNID             | 10,00        | 3.000,00  | 45,00                |
| PRECINTO                            | 1,00       | 120,00        | UNID             | 100,00       | 10.000,00 | 180,00               |
| CARTÓN PLAST                        | 4,00       | 480,00        | UNID             | 1.000,00     | 20.000,00 | 60,00                |

## MRP PRODUCTO 58,6g EN CAJA DE CARTÓN

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |           |               |                  |              |         |                      |
|-------------------------------------|-----------|---------------|------------------|--------------|---------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 58,6      |               |                  |              |         |                      |
| COLOR                               | Cristal   |               |                  |              |         |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0,00      |               |                  |              |         |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70,00     |               |                  |              |         |                      |
| RESINA REICLADA %                   | 30,00     |               |                  |              |         |                      |
| UNIDADES/CAJA                       | 7000      |               |                  |              |         |                      |
| PEDIDO                              | 120       |               |                  |              |         |                      |
| ITEMS                               | CANT/CAJA | DETALLE       | UNID             | PRESENTACIÓN | LOTE    | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 287,14    | 34.456,80     | KG               | 1.100        | 880.000 | 20                   |
| RESINA REICLADA                     | 123,06    | 14.767,20     | KG               | 1.100        | 44.000  | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00      | 0,00          | KG               | 25           | 1.600   | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        |           | <b>410,20</b> | <b>49.224,00</b> | <b>KG</b>    |         |                      |
| PALLET                              | 1,00      | 120,00        | UNID             | 1            | 2.000   | 30                   |
| CINTURON EXTERNO                    | 1,00      | 120,00        | UNID             | 10           | 4.000   | 45                   |
| CINTURON INTERNO                    | 1,00      | 120,00        | UNID             | 10           | 4.000   | 45                   |
| TAPAS                               | 2,00      | 240,00        | UNID             | 10           | 8.000   | 45                   |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00      | 120,00        | UNID             | 10           | 3.000   | 45                   |
| PRECINTO                            | 1,00      | 120,00        | UNID             | 100          | 10.000  | 180                  |
| FLEJE                               | 32,00     | 3.840,00      | METROS           | 1.000        | 128.000 | 60                   |
| GRAPAS                              | 7,00      | 840,00        | UNID             | 5.000        | 50.000  | 90                   |

## MRP PRODUCTO 58,6g EN CANASTILLO METÁLICO

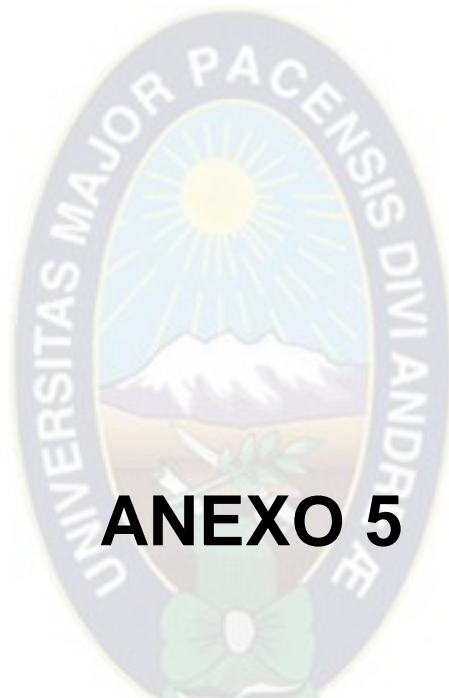
| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |            |               |                  |              |           |                      |
|-------------------------------------|------------|---------------|------------------|--------------|-----------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 58,6       |               |                  |              |           |                      |
| COLOR                               | Cristal    |               |                  |              |           |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0          |               |                  |              |           |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70         |               |                  |              |           |                      |
| RESINA REICLADA %                   | 30         |               |                  |              |           |                      |
| UNIDADES/CANASTILLO                 | 7000       |               |                  |              |           |                      |
| PEDIDO                              | 120        |               |                  |              |           |                      |
| ITEMS                               | CANT/CANAS | DETALLE       | UNID             | PRESENTACIÓN | LOTE      | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 287,14     | 34.456,80     | KG               | 1.100        | 220.000   | 20                   |
| RESINA REICLADA                     | 123,06     | 14.767,20     | KG               | 1.100        | 44.000    | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00       | 0,00          | KG               | 25           | 1.600     | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        |            | <b>410,20</b> | <b>49.224,00</b> | <b>KG</b>    |           |                      |
| CANASTILLO                          | 1,00       | 120,00        | UNID             | 1,00         | 2.000,00  | 30,00                |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00       | 120,00        | UNID             | 10,00        | 3.000,00  | 45,00                |
| PRECINTO                            | 1,00       | 120,00        | UNID             | 100,00       | 10.000,00 | 180,00               |
| CARTÓN PLAST                        | 4,00       | 480,00        | UNID             | 1.000,00     | 20.000,00 | 60,00                |

## MRP PRODUCTO 60g EN CAJA DE CARTÓN

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |               |   |           |              |         |                      |
|-------------------------------------|---------------|---|-----------|--------------|---------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 60            | <pre>                     graph TD                         PT[PRODUCTO TERMINADO] --&gt; RV[RESINA VIRGEN]                         PT --&gt; RR[RESINA RECICLADA]                         PT --&gt; P[PIGMENTO]                         PT --&gt; CC[CAJA DE CARTON]                         CC --&gt; PAL[PALLET]                         CC --&gt; CI[CINTURON INTERNO]                         CC --&gt; CE[CINTURON EXTERNO]                         CC --&gt; TAP[TAPAS]                         CC --&gt; BP[BOLSA PLASTICA]                         CC --&gt; PRE[PRECINTO]                         CC --&gt; FLE[FLEJE]                         CC --&gt; GR[GRAPAS]                     </pre> |           |              |         |                      |
| COLOR                               | Cristal       |   |           |              |         |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0,00          |   |           |              |         |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70,00         |   |           |              |         |                      |
| RESINA RECICLADA %                  | 30,00         |   |           |              |         |                      |
| UNIDADES/CAJA                       | 7000          |   |           |              |         |                      |
| PEDIDO                              | 120           |   |           |              |         |                      |
| ITEMS                               | CANT/CAJA     | DETALLE   | UNID      | PRESENTACIÓN | LOTE    | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 294,00        | 35.280,00   | KG        | 1.100        | 880.000 | 20                   |
| RESINA RECICLADA                    | 126,00        | 15.120,00   | KG        | 1.100        | 44.000  | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00          | 0,00  | KG        | 25           | 1.600   | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>420,00</b> | <b>50.400,00</b>  | <b>KG</b> |              |         |                      |
| PALLET                              | 1,00          | 120,00  | UNID      | 1            | 2.000   | 30                   |
| CINTURON EXTERNO                    | 1,00          | 120,00  | UNID      | 10           | 4.000   | 45                   |
| CINTURON INTERNO                    | 1,00          | 120,00  | UNID      | 10           | 4.000   | 45                   |
| TAPAS                               | 2,00          | 240,00  | UNID      | 10           | 8.000   | 45                   |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00          | 120,00  | UNID      | 10           | 3.000   | 45                   |
| PRECINTO                            | 1,00          | 120,00  | UNID      | 100          | 10.000  | 180                  |
| FLEJE                               | 32,00         | 3.840,00  | METROS    | 1.000        | 128.000 | 60                   |
| GRAPAS                              | 7,00          | 840,00  | UNID      | 5.000        | 50.000  | 90                   |


## MRP PRODUCTO 60g EN CANASTILLO METÁLICO

| PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES |               |  |           |              |           |                      |
|-------------------------------------|---------------|--|-----------|--------------|-----------|----------------------|
| GRAMAJE                             | 60            | <pre>                     graph TD                         PT[PRODUCTO TERMINADO] --&gt; RV[RESINA VIRGEN]                         PT --&gt; RR[RESINA RECICLADA]                         PT --&gt; P[PIGMENTO]                         PT --&gt; CM[CANASTILLO METÁLICO]                         CM --&gt; CAN[CANASTILLO]                         CM --&gt; BP[BOLSA PLASTICA]                         CM --&gt; PRE[PRECINTO]                         CM --&gt; CP[CARTÓN PLAST]                     </pre> |           |              |           |                      |
| COLOR                               | Cristal       |  |           |              |           |                      |
| DOSIS COLOR                         | 0             |  |           |              |           |                      |
| RESINA VIRGEN %                     | 70            |  |           |              |           |                      |
| RESINA RECICLADA %                  | 30            |  |           |              |           |                      |
| UNIDADES/CANASTILLO                 | 7000          |  |           |              |           |                      |
| PEDIDO                              | 120           |  |           |              |           |                      |
| ITEMS                               | CANT/CANAS    | DETALLE  | UNID      | PRESENTACIÓN | LOTE      | TIEMPO ESPERA (DIAS) |
| RESINA VIRGEN                       | 294,00        | 35.280,00  | KG        | 1.100        | 220.000   | 20                   |
| RESINA RECICLADA                    | 126,00        | 15.120,00  | KG        | 1.100        | 44.000    | 15                   |
| PIGMENTO                            | 0,00          | 0,00   | KG        | 25           | 1.600     | 180                  |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>420,00</b> | <b>50.400,00</b>   | <b>KG</b> |              |           |                      |
| CANASTILLO                          | 1,00          | 120,00   | UNID      | 1,00         | 2.000,00  | 30,00                |
| BOLSA PLASTICA                      | 1,00          | 120,00   | UNID      | 10,00        | 3.000,00  | 45,00                |
| PRECINTO                            | 1,00          | 120,00   | UNID      | 100,00       | 10.000,00 | 180,00               |
| CARTÓN PLAST                        | 4,00          | 480,00   | UNID      | 1.000,00     | 20.000,00 | 60,00                |



## **ANEXO 5**

# **PROCEDIMIENTO: PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>                                 | <b>CODIGO</b><br>PRO-PRP-LP-01-Rev.0 |
|   | <b>PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b> | <b>EMISION:</b> 14-12-16             |
|   |  | <b>PAGINA :</b> 1 de 4               |

### **I. OBJETIVO:**

Definir las actividades relacionadas al procedimiento de planificación y control de la planificación, así como las responsabilidades de los actores de este proceso.

### **II. ALCANCE**

El proceso se inicia con la recopilación de la información de demandas y culmina hasta verificación del almacenamiento del producto terminado listo para su despacho.

### **III. RESPONSABILIDADES:**

#### **Del responsable del área Ventas:**

- Proporcionar información basada en análisis, pronósticos y presupuesto acerca de la demanda actual y futura de los clientes en detalle de formatos (gramaje, mezcla, color, cantidad).


#### **Del responsable de producción (Jefe de Producción):**

- Proporcionar información actualizada de la capacidad de producción y futuros cambios que puedan afectar a la misma, además, de información para el adecuado control de la planificación.

#### **Del responsable de operaciones (Gerente de Operaciones):**

- Brindar apoyo a las actividades de planificación de producción.

|                         |                    |                     |
|-------------------------|--------------------|---------------------|
| ELABORADO POR           | REVISADO POR       | APROBADO POR        |
| Roberto Altamirano, ESS | Mary Rocabado, GRL | Carlos Limpías, GGL |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>                                 | <b>CODIGO</b><br>PRO-PRP-LP-01-Rev.0 |
|   | <b>PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b> | <b>EMISION:</b> 14-12-16             |
|   |  | <b>PAGINA :</b> 2 de 4               |

**Del responsable de la planificación (Programador de Producción)**

- Asegurar que este procedimiento sea cumplido.
- Recopilar la información generada por los demás involucrados en el procedimiento.
- Asegurar la disponibilidad de los materiales directos e indirectos requeridos para la producción y elaborar los planes de producción maestro y agregado.

**Del responsable del área de almacenes y despachos (Encargados de Almacén):**


- Proporcionar información precisa acerca de inventarios de producto disponible en bodega al inicio de cada periodo de planificación y diariamente para el control.

**IV. PROCEDIMIENTO:**

El responsable del área comercial proporciona información acerca de requerimientos de clientes en cantidades, formatos y tiempos de entrega, de igual forma el responsable de bodega informa sobre inventarios de producto terminado en bodega y materiales directos e indirectos con el propósito de que el responsable de planificación conozca acerca de las cantidades a producir y realizar el cálculo de requerimiento de materiales, paralelamente el responsable de producción proporciona información acerca del estado de las máquinas para establecer cambios que puedan afectar a la capacidad de producción durante el periodo establecido.

El responsable de planificación establece la capacidad de producción y posteriormente las necesidades de producción en unidades físicas, además de diseñar el plan de

|                         |                    |                     |
|-------------------------|--------------------|---------------------|
| ELABORADO POR           | REVISADO POR       | APROBADO POR        |
| Roberto Altamirano, ESS | Mary Rocabado, GRL | Carlos Limpías, GGL |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>                                 | <b>CODIGO</b><br>PRO-PRP-LP-01-Rev.0 |
|   | <b>PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b> | <b>EMISION:</b> 14-12-16             |
|   |  | <b>PAGINA :</b> 3 de 4               |

producción agregado y plan de producción maestro para el área en color, gramaje, fechas y cantidades a producir.

El planificador realiza el cálculo de la necesidad de materiales directos e indirectos, esta información es trasladada al departamento de compras para realizar la compra y abastecimiento de materiales.


El responsable de compras realiza el contacto con proveedores de materiales a fin de establecer precios más convenientes y plazos de entregas, se informa al planificador cualquier cambio en los tiempos de entrega que puedan afectar la cadena de suministro, además, verifica la recepción de los materiales en bodega e informa de su arribo a planta al planificador.

Diseñado el plan de producción es registrado en los formatos de Plan de Producción Agregado y Plan de Producción Maestro del área de inyección, los cuales son entregados al Responsable de Producción, Gerente Comercial y Gerente de Operaciones para su aprobación y seguimiento.

El responsable de producción se encarga de establecer los recursos necesarios para el cumplimiento del plan de producción e informa acerca de niveles de eficiencia y mantenimientos preventivos para evitar que estos afecten el desarrollo del plan de producción.

El responsable de producción emite diariamente registro de las cantidades producidas y consolida en el Registro Diario de Producto Terminado al término del periodo de planificación para realizar la medición del cumplimiento del mismo.

|                         |                    |                     |
|-------------------------|--------------------|---------------------|
| ELABORADO POR           | REVISADO POR       | APROBADO POR        |
| Roberto Altamirano, ESS | Mary Rocabado, GRL | Carlos Limpías, GGL |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>                                 | <b>CODIGO</b><br>PRO-PRP-LP-01-Rev.0 |
|   | <b>PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b> | <b>EMISION:</b> 14-12-16             |
|   |  | <b>PAGINA :</b> 4 de 4               |

Terminado el proceso productivo se realiza la verificación del producto en bodega, este debe ser realizado no únicamente al término de cada periodo de planificación, sino al término de cada jornada con el propósito de controlar el desarrollo del plan y realizar ajustes al mismo al momento de ser necesario. Esto se realiza con los registros de producción **(RDPT)** y se establece el impacto de la desviación para la toma de decisiones en caso de no cumplirse el plan de producción.

### REGISTROS DE LA INFORMACIÓN

| Identificación                |                | Frecuencia llenado                  | Lugar de archivo           | Responsable | Clasificación        | Tiempo de conservación | Disposición final |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| Título                        | Código         | (Cuando se llena el registro)       |                            |             | (Como esta ordenado) |                        |                   |
| PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN   | REG--PRP-LP-15 | Mensualmente o cuando sea necesario | Oficina del Jefe de Planta | JDP         | Por fecha            | 3 años                 | Archivo Pasivo    |
| PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN    | REG-PRP-LP-16  | Mensualmente o cuando sea necesario | Oficina del Jefe de Planta | JDP         | Por fecha            | 3 años                 | Archivo Pasivo    |
| REGISTRO DIARIO DE PRODUCCIÓN | REG-PRP-LP-17  | Diariamente                         | Oficina del Jefe de Planta | JDP         | Por fecha            | 3 años                 | Archivo Pasivo    |


|                         |                    |                     |
|-------------------------|--------------------|---------------------|
| ELABORADO POR           | REVISADO POR       | APROBADO POR        |
| Roberto Altamirano, ESS | Mary Rocabado, GRL | Carlos Limpías, GGL |





## **ANEXO 6**


# **INSTRUCTIVO: ARRANQUE DE MAQUINAS INYECTORAS**

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>            | <b>CODIGO</b><br>ITR-PRP-LP-02-Rev.0 |
|   | <b>ARRANQUE PARA MAQUINAS INYECTORAS</b> | <b>EMISION:</b> 15-12-16             |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 1 de 3                |

1. **OBJETIVO:** Definir los pasos para la puesta en marcha de la máquina inyectora.
2. **RESPONSABLE:** Operador.
3. **FRECUENCIA:** Cada vez que se ponga en marcha la máquina inyectora.

| ACTIVIDADES |  |        |
|-------------|--|--------|
| No.         | PASO   | METODO |
| 1           | Verificar que los térmicos del <b>TABLERO</b> se encuentren conectados en posición ON.   |        |
| 2           | Levantar la “palanca” para energizar el <b>TABLERO ELECTRICO</b> de la máquina.  | 1      |
| 3           | Verificar que el compresor este funcionando y proveyendo aire a la máquina.  |        |
| 4           | Verificar que la Torre de Enfriamiento esté funcionando, y activar la bomba para proveer de agua a la máquina.   |        |
| 5           | Visualizar la pantalla HMI donde dice “Pantallas de Ajuste” y llamar al programa específico según el tipo de resina.   | 2      |
| 6           | Calentar el husillo o extrusor faltando 1:30 horas para inicio del proceso en la pantalla <b>CALEFACCIÓN MAQUINA</b>   |        |
| 7           | Encender el <b>CHILLER</b> , faltando 1:15 minutos para el inicio del proceso.   | 3      |
| 8           | Calentar el molde, faltando una hora para que esté lista la resina.  | 4      |
| 9           | Encender el <b>DESHUMIFICADOR</b> , faltando 1 hora para inicio del proceso.   |        |
| 10          | Activar las <b>PUNTA DE BOQUILLAS</b> cuando se activa el molde y aumentar el 20 % de la temperatura que tiene al iniciar el proceso de purga. Posteriormente bajar al valor normal cuando la máquina está ciclando en automático. |        |
| 11          | Verificar que se engrasen: la Coronas, el Robot, los Patines y el Molde.   |        |
| 12          | Activar el let <b>TOLVA ABIERTA</b> cuando la resina esta seca (al cabo de 7 horas de secado).   |        |
| 13          | Verificar el funcionamiento del secador y comprobar si el tiempo de secado corresponde a las 6 horas de secado antes del arranque.   |        |
| 14          | Activar el <b>HUSILLO</b> para que cargue la resina al extrusor (activar dos veces cuando se inicia por que no llena en su totalidad). Verificar que encienda la luz roja que indica que esta lleno el POTE.                       |        |


|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| ELABORADO POR:          | REVISADO POR:        | APROBADO POR:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGP | Celso Perrogon, GDP |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>                | <b>CODIGO</b><br>ITR-PRP-LP-02-Rev.0 |
|   | <b>ARRANQUE PARA MAQUINAS<br/>INYECTORAS</b> | <b>EMISION:</b> 15-12-16             |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 2 de 3                |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 15 | Para hacer la purga ver que el carro este en la zona de purga separado del molde y presionar el botón <b>INYECTAR</b> , manteniéndolo presionado hasta que no salga mas resina.                                    |  |
| 16 | Repetir esta operación hasta que el chorro de resina salga bien cristalino (aproximadamente 4 purgas).   |  |
| 17 | Mover el carro presionando el let en la posición <b>CARRO ADELANTE</b> e ir visualizando en la pantalla de <b>INYECTAR</b> la aproximación del carro al molde. Hacer esto con mucho cuidado                        |  |
| 18 | Presionar el let SEMI <b>AUTOMATICO</b> y posteriormente el let de <b>INICIO DE CICLO</b> manteniéndolo presionado hasta que cierre el molde. Tener el interruptor del <b>EXPULSOR HIDRAULICO</b> en <b>MANUAL</b> |  |
| 19 | Cuando el molde abra solo expulsar las preforma con los lets de <b>EXPULSAR Y AIRE</b> presionados juntos.   |  |
| 20 | Mantener este proceso hasta que las preformas salgan buenas (aproximadamente 4 inyecciones).   |  |
| 21 | Activar los lets del <b>ROBOT</b> y del <b>CONVEYOR</b> y hacer soplar las tres cavidades del plato del robot, para cerciorarse que estén vacías.  |  |
| 22 | Presionar el let de la máquina a MODO <b>AUTOMÁTICO</b>  |  |
| 23 | Presionar el let del expulsor a modo <b>AUTOMÁTICO</b>   |  |
| 24 | Cerrar el molde con el let en la posición <b>CERRAR</b> , presionar hasta que cierre el molde (No soltar el botón hasta que cierre).   |  |

| <b>METODO</b> |  |
|---------------|--|
| 1             | Esto se hace 2 horas antes de que esté lista la resina para el proceso.  |
| 2             | Hacer esto cuando la máquina haya terminado de cargar el programa general.   |
| 3             | Cuando el agua este en la temperatura requerida, activar las Bombas de: recirculación y de proceso. Luego mandar agua fría hacia el molde, antes de encender la <b>CALEFACCION DEL MOLDE</b> . |
| 4             | Ir a la pantalla <b>CALEFACCIÓN MAQUINA</b> modo <b>MOLDE</b>  |

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| ELABORADO POR:          | REVISADO POR:        | APROBADO POR:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGP | Celso Perrogon, GDP |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>INSTRUCTIVO DE TRABAJO</b>                | <b>CODIGO</b><br>ITR-PRP-LP-02-Rev.0 |
|   | <b>ARRANQUE PARA MAQUINAS<br/>INYECTORAS</b> | <b>EMISION:</b> 15-12-16             |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 3 de 3                |

### CUADRO DE REGISTROS

| Identificación |        |             | Frecuencia<br>llenada               | Lugar de<br>archivo | Respo<br>nsable | Clasificació<br>n          | Tiempo<br>de<br>conservac<br>ión | Disposici<br>ón final |
|----------------|--------|-------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Título         | Código | Forma<br>to | (Cuando se<br>llena el<br>registro) |                     |                 | (Como<br>esta<br>ordenado) |                                  |                       |
| -----          | -----  | -----       | -----                               | -----               | -----           | -----                      | -----                            | -----                 |




|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| ELABORADO POR:          | REVISADO POR:        | APROBADO POR:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGP | Celso Perrogon, GDP |



## **ANEXO 7**

**PROCEDIMIENTO: MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS  
DE INYECCIÓN**

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>   | <b>CODIGO</b><br>PRO-MTO-LP-01-Rev.1 |
|   | <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO,<br/>PREDICTIVO Y CORRECTIVO</b> | <b>REVISION:</b> 14-12-2016          |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 1 de 8                |

### 1. OBJETIVO

Velar por el perfecto funcionamiento o estado de la maquinaria, equipo e instalación, englobando inspecciones sistemáticas de acompañamiento de sus condiciones operativas, conservación y eliminación de defectos.


### 2. ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todas las líneas de producción, periféricos, compresores, transporte (camiones y montacargas).

### 3. RESPONSABILIDADES

- Es responsabilidad del Jefe de cada área en coordinación con los asistentes, mecánicos y eléctricos del área de: INYECCION, además de COMPRESORES, MONTACARGAS Y CAMIONES planificar y ejecutar las actividades del mantenimiento PREVENTIVO Y PREDICTIVO, indicando las actividades, mensuales, trimestrales, semestrales y anuales para cada equipo de las líneas indicadas, en caso del MANTENIMIENTO PREDICTIVO por la empresa contratista.
- Cada Jefe de área ó Asistente es responsable de imprimir las ordenes de trabajo en base al PROGRAMA DE MANTENIMIENTO del área de: INYECCION, COMPRESORES, MONTACARGAS Y CAMIONES tanto en PREVENTIVO Y PREDICTIVO, para el cumplimiento en su conjunto, de las siguientes actividades:
  - Imprimir el programa de mantenimiento preventivo semanal y entregar para su ejecución
  - Mantener los archivos de cada equipo.
  - Llevar un control de los manuales.
  - Llevar un control de las herramientas asignadas a los mecánicos y electricistas.
  - Llevar un control de las horas extraordinarias ejecutadas.
  - Mantener información sobre la eficiencia de las líneas de máquinas.
  - Ejecutar tareas de mantenimiento correctivo de acuerdo a las recomendaciones de las inspecciones del MP y tareas de emergencia.
- Es responsabilidad del Jefe de área ó Asistente la ejecución de los programas de mantenimiento, asignando tareas, a los mecánicos, electricistas, electrónicos, mecánico, haciendo seguimiento a la ejecución mantenimiento, velando por que la intervención se ejecute correctamente, todo esto dentro del tiempo establecido.
- Es responsabilidad del Jefe de área ó Asistente la ejecución del mantenimiento preventivo en todas sus instancias.
- También es responsabilidad de asignar tareas y controlar al personal de mantenimiento, en casos de prioridad máxima a las solicitudes de intervención para

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>   | <b>CODIGO</b><br>PRO-MTO-LP-01-Rev.1 |
|   | <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO,<br/>PREDICTIVO Y CORRECTIVO</b> | <b>REVISION:</b> 14-12-2016          |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 2 de 8                |

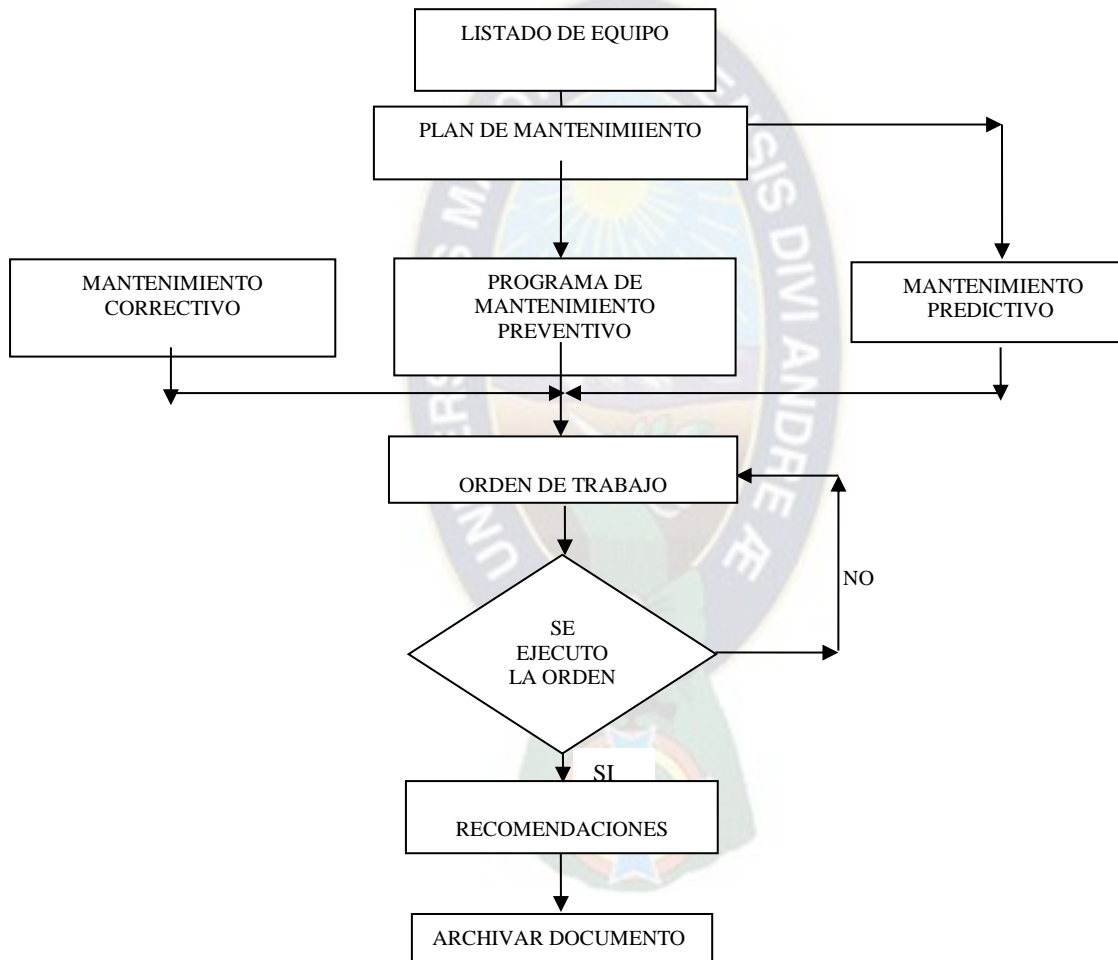
dar soluciones definitivas a acontecimientos que comprometan la inocuidad alimentaria ISO 22000.

#### 4. REFERENCIAS


- Planilla de unidad de negocios y centros de costos (SAI).

#### 5. PROCEDIMIENTO

##### 5.1 Flujo grama del proceso de Mantenimiento:



|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>   | <b>CODIGO</b><br>PRO-MTO-LP-01-Rev.1 |
|   | <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO,<br/>PREDICTIVO Y CORRECTIVO</b> | <b>REVISION:</b> 14-12-2016          |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 3 de 8                |

## 5.2 Identificación de los equipos

Cada línea de producción, equipos, vehículos y Montacargas son identificados mediante un código, el cual está compuesto de:

Área+ Unidad de negocio–Máquina+ Centro de Costo–Equipo.

El área es: PREFORMAS PET

Ejemplo de identificación:

AREA-MAQUINA-EQUIPO

RPET8-STAR87-REACTOR 1

Una vez designado el código, estos equipos son registrados en el REG-MTO-LP-01-Listado de equipos.

Siguiendo esta misma lógica se tiene registrada en el documento REG-MTO-LP-01-Listado de equipos, de todos los tableros eléctricos instalados en la planta.

AREA–NUMERO TABLERO–TRANFORMADOR-TIPO DISTRIBUCION–EQUIPO

RPET-OO1–A-GRAL-LV.

De la misma forma, para la ejecución del mantenimiento predictivo, se tiene un listado de equipos para termografía y otro para vibraciones, a los cuales se aplicara esta técnica de mantenimiento.

## 5.3 Mantenimiento Preventivo

### 5.3.1 Plan de Mantenimiento Preventivo


En el formato REG-MTO-LP-02- Plan de Mantenimiento Preventivo, se registra los equipos de la línea de producción para el cual se planea el MP, basado en manuales, condiciones de trabajo de los equipos, horas de trabajo, se indica el intervalo de tiempo o periodo de intervención que serán: mensuales, trimestrales, semestrales, anuales.

Los planes son elaborados para las líneas:

- COMPRESORES DE INYECCION
- TRANSPORTE MONTACARGA
- TRANSPORTE CAMIONES DE DISTRIBUCION Y RECOLECCION.
- LABORATORIO

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |



|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>   | <b>CODIGO</b><br>PRO-MTO-LP-01-Rev.1 |
|   | <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO,<br/>PREDICTIVO Y CORRECTIVO</b> | <b>REVISION:</b> 14-12-2016          |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 4 de 8                |

- INYECCION MAQ 2
- INYECCION MAQ 5
- INYECCION MAQ 6
- INYECCION MAQ 7
- PERIFERICOS INYECCION

### 5.3.2 Programa de Mantenimiento Preventivo. -

El programa de mantenimiento preventivo (REG-MTO-LP-03), está elaborado para cada uno de los equipos que están incorporados en las líneas mencionadas en el acápite del Plan de Mantenimiento Preventivo.

En él programa, están descritas todas las tareas recomendadas por el manual de mantenimiento y tareas adicionales que incorpora el programador de acuerdo a su experiencia, considere necesarias para garantizar una buena performance del equipo, cada tarea se ejecutara de acuerdo a intervalos de tiempos indicado en el documento que pueden ser: mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

Este programa se entregará semanalmente al equipo de mecánicos electricistas y lubricador para la ejecución de acuerdo a las especialidades, en el documento existen casillas que deberán marcarse, si la tarea fue ejecutada o no, en caso de ser no, debe indicar cual la razón y recomendar cual la acción a seguir.

#### 5.3.2.1 Tareas referentes a Inocuidad Alimentaria ISO 22000.-


En el programa de mantenimiento del área de inyección existe un acápite de Inocuidad Alimentaria ISO 22000, en él se indica las tareas referentes a inocuidad que son las siguientes:

- Usar las mamparas para cubrir el área donde se ejecuta el mantenimiento con el fin de evitar contaminar el resto del área.
- Los cuidados que se debe tener con la limpieza del área, la limpieza después del mantenimiento, la mesa de trabajo.
- La disposición de los residuos sólidos (trapos de limpieza) debe ser en basureros.
- Procedimiento para ejecutar una limpieza de los elementos que tienen contacto con la preforma.

Cada inicio de año el programa de Mantenimiento Preventivo es actualizado y comunicado a los respectivos Jefes y Asistentes de área.

### 5.3.3 Seguimiento al programa de Mantenimiento Preventivo

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |

|   |  |  |
|---|--|--|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>   | <b>CODIGO</b><br>PRO-MTO-LP-01-Rev.1                 |
|   | <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO,<br/>PREDICTIVO Y CORRECTIVO</b> | <b>REVISION:</b> 14-12-2016<br><b>PAGINA:</b> 5 de 8 |

En el documento **REG-MTO-LP-04- Seguimiento a programa de mantenimiento**, después de ejecutadas las tareas del programa semanalmente, se registrarán las recomendaciones realizadas por los mecánicos, electricistas y lubricador;

El seguimiento en la ejecución del mantenimiento ó tareas pendientes estará cargo cada Jefe de área ó Asistente junto con el personal de mantenimiento mecánico, eléctrico, electrónico ó servicio externo.

### 5.3.4 Orden De Trabajo

Este documento REG-MTO-LP-05-Orden de trabajo de Mantenimiento, es utilizado para asignar las tareas de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, a los mecánicos, electricistas y terceros y son generadas por el asistente de cada área ó, jefe de producción. Para el área de inyección se utiliza como orden de trabajo el REG-PRP-LP-15. En este documento se indica la tarea que se realizará, el tiempo estimado que durará la tarea, los materiales y herramientas necesarios que se utilizarán, para el área de inyección se debe verificar la limpieza después del mantenimiento.

La ejecución, el seguimiento y el cierre de la orden de trabajo está a cargo de quien generó el registro, el seguimiento se realiza mediante el registro **REG-MTO-LP-04-Seguimiento a programa de mantenimiento preventivo**

En el caso que se generen tareas para la ejecución por personal externo a la empresa, se procederá a realizar la ORDEN DE TRABAJO respectiva en el formato designado para este fin, si se necesita ó se aconseja una adquisición (compra) de algún repuesto o adquisición de alguna pieza, se generará una SOLICITUD DE COMPRA.


### 5.4 Mantenimiento Predictivo

Con el afán de predecir el comportamiento de los equipos es que recurrimos a esta técnica, aplicando termografía a los tableros eléctricos y vibraciones a los motores y máquinas de acuerdo a un listado de equipos, documentado en el registro REG-MTO-LP-01-Listado de equipos.

#### 5.4.1 Reporte De Termografía y Vibraciones

Mediante una empresa tercerizada se realiza trimestralmente inspecciones de termografía para los tableros eléctricos (centro de control de motores) de las máquinas y transformadores, lo propio para las inspecciones de vibraciones a los motores y equipos críticos, los mismos están indicados en el documento REG-MTO-LP-06-Programa de Mantenimiento Predictivo.

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |

|   |  |                                      |
|---|--|--------------------------------------|
|  | <b>PROCEDIMIENTO</b>   | <b>CODIGO</b><br>PRO-MTO-LP-01-Rev.1 |
|   | <b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO,<br/>PREDICTIVO Y CORRECTIVO</b> | <b>REVISION:</b> 14-12-2016          |
|   |  | <b>PAGINA:</b> 6 de 8                |

Un reporte es entregado por la empresa contratista con recomendaciones, las cuales se incluyen en el registro **REG-MTO-LP-04 Seguimiento a programa de mantenimiento** para su posterior tratamiento mediante órdenes de trabajo (REG-MTO-05).

### 5.5 Mantenimiento correctivo

También denominado mantenimiento reactivo, es aquel trabajo que involucra una cantidad determinada de tareas de reparación programadas y no programadas con el objetivo de restaurar la función de un activo, una vez producido un daño en el equipo, o que un elemento haya cumplido su vida útil, esta es ejecutada también mediante las ordenes de trabajo (REG-MTO-LP-05), con todo lo que implica el seguimiento.

### 5.6 Índice de Disponibilidad

Es el indicador que expresa los resultados del mantenimiento preventivo, por lo tanto nuestra participación en este indicador es directa, esta expresado como el cociente entre la sumatoria de los tiempos de paro respecto al tiempo programado para la línea, este indicador forma parte del reporte de los OEE.

### 5.7 Ejecución y Control de Mantenimiento Preventivo y Correctivo

El mantenimiento se realizará de acuerdo a lo establecido en los Planes y Programas de Mantenimiento.

En los casos de que algún equipo comprometa la inocuidad alimentaria ISO 22000 se deberá dar prioridad para su inmediato arreglo

El Supervisor ó Jefe de área avalan la calidad y cumplimiento de las órdenes de trabajo mediante su firma en la casilla respectiva de la Orden de Trabajo.

En caso de que el ejecutor sea externo y no haya cumplido con lo indicado en la orden de trabajo, el Supervisor de área, informan al Jefe y al Gerente de Producción, también al Gerente de Compras, la no conformidad del servicio del contratista, para que esa situación sea tomada en cuenta en la calificación del proveedor y se envía nuevamente el equipo al contratista para realizar un mantenimiento correcto.

## 6. Definiciones

### Mantenimiento preventivo

Es el grupo de tareas planificadas que se ejecutan periódicamente, con el objetivo de garantizar que los activos cumplan con las funciones requeridas durante su ciclo de vida útil dentro del contexto operacional donde se ubican, alargar sus ciclos de vida y mejorar la eficiencia de los procesos.

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |

**PROCEDIMIENTO****CODIGO**  
PRO-MTO-LP-01-Rev.1**MANTENIMIENTO PREVENTIVO,  
PREDICTIVO Y CORRECTIVO****REVISION:** 14-12-2016**PAGINA:**7 de 8**7. DISTRIBUCIÓN**

Disponible en la Intranet de la Empresa, para aquellos sectores que no tengan acceso a un computador, dispondrán de los documentos necesarios de forma física, como copia controlada.

**8. CAMBIOS**

Ver documento REG-SIG-03, Historial del Documento.

**CUADRO DE REGISTROS**

| Identificación                       |            | Frecuencia llenado   | Lugar de archivo                         | Responsable | Clasificación        | Tiempo de conservación | Disposición final |
|--------------------------------------|------------|--|--|-------------|----------------------|------------------------|-------------------|
| Título                               | Código     | (Cuando se llena el registro)  |  |             | (Como esta ordenado) |                        |                   |
| Listado de equipos                   | REG-MTO-01 | Cada vez que se ingrese un nuevo equipo o se de baja   | Oficina del Jefe de Departamento Técnico | JDT         | Por fecha            | 3 años                 | Archivo Pasivo    |
| Plan de Mantenimiento Preventivo     | REG-MTO-02 | Cada vez que se ingrese una nueva línea de producción o nuevo equipo y cada inicio de gestión. | Oficina del Jefe de Departamento Técnico | JDT         | Por fecha            | 3 años                 | Archivo Pasivo    |
| Programa de Mantenimiento Preventivo | REG-MTO-03 | Cada vez que se ingrese una nueva línea de producción o nuevo equipo y cada inicio de gestión. | Oficina del Jefe de Departamento Técnico | JDT         | Por fecha            | 3 años                 | Archivo Pasivo    |

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |



**PROCEDIMIENTO**

**CODIGO**  
PRO-MTO-LP-01-Rev.1

**MANTENIMIENTO PREVENTIVO,  
PREDICTIVO Y CORRECTIVO**

**REVISION:** 14-12-2016

**PAGINA:**8 de 8

|                                      |            |   |   |            |           |        |                |
|--------------------------------------|------------|---|---|------------|-----------|--------|----------------|
| Seguimiento de Tareas                | REG-MTO-04 | Cada vez que se generen recomendaciones después de la intervención de un equipo.  | Oficina de cada Jefe de área              | JPP<br>JPR | Por fecha | 3 años | Archivo Pasivo |
| Orden de Trabajo Mantenimiento       | REG-MTO-05 | Cada vez que se asigne un trabajo de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo o para la ejecución de tareas mediante contratistas (terceros) | Oficina del Jefe de cada área.            | JPR        | Por fecha | 3 años | Archivo Pasivo |
| Orden de Trabajo Mantenimiento       | REG-PRR-15 | Cada vez que se asigne un trabajo de mantenimiento preventivo, predictivo o correctivo o para la ejecución de tareas mediante contratistas (terceros) | Oficina del Jefe producción preformas PET | JPP        | Por fecha | 3 años | Archivo Pasivo |
| Programa de Mantenimiento predictivo | REG-MTO-06 | Cada vez que se ingrese una nueva línea de producción o nuevo equipo y cada inicio de gestión   | Oficina del Jefe de Departamento Técnico  | JDT        | Por fecha | 3 años | Archivo Pasivo |

|                         |                      |                     |
|-------------------------|----------------------|---------------------|
| Elaborado por:          | Revisado por:        | Aprobado por:       |
| Roberto Altamirano, ESS | Javier Espinosa, SGI | Celso Perrogon, GDP |



## **ANEXO 8**

## **DIAGRAMA GANTT**

