



INCREMENTO DE DISPONIBILIDAD EN ÁREA DE COLAPSIBLES EN LA EMPRESA  
PREBEL S.A. BIC.

Laura Cristina Mira Villegas

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniera Química

Asesora interna

Adriana Marcela Osorio Correa

Asesor externo

Juan Fernando Murillo Serna

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Química

Medellín, Antioquia, Colombia

2024.

---

<b>Cita</b>	(Mira Villegas, L., 2024)
<b>Referencia</b>	Mira Villegas, L. (2024). <i>INCREMENTO DE DISPONIBILIDAD EN ÁREA DE COLAPSIBLES EN LA EMPRESA PREBEL S.A. BIC.</i>
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	[Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

---



Pregrado en Ingeniería Química



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a mis padres, hermanos y demás familiares que día a día a pesar de las adversidades me acompañaron en todo el proceso de aprendizaje, también está dedicado a Maria José Ángel, una amiga y compañera que por motivos de salud no nos puede acompañar en este plano terrenal y en el tiempo que compartí con ella me enseñó lo bonito que es la ingeniería química y que aunque en la vida existan obstáculos hay que tener siempre una buena actitud y saberlos afrontar, además, está dedicado a Adriana Marcela Osorio una gran profesora y asesora que aparte de transmitir conocimiento, nos muestra que somos personas con gran cantidad de valores y eso es lo que nos hace resaltar en la vida.

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios por permitirme lograr terminar una etapa de mi vida que me ha mostrado que todos los problemas son oportunidades de mejora, a mis maestros que sin su guía, acompañamiento y correcciones objetivas todo esto no sería posible, agradezco a la universidad de Antioquia, mi Alma Mater que me abrió sus puertas y se convirtió en mi segundo hogar, a la empresa PREBEL S.A BIC por enseñarme el papel que juega un ingeniero en la industria y forjarme para los retos que se vienen. Finalmente, agradezco a la vida por permitirme conocer y compartir con una gran cantidad de compañeros y amigos que en el día a día se vuelven más que eso y se convierten en parte de tu familia.

## Tabla de contenido

### Contenido

1.	RESUMEN .....	6
2.	INTRODUCCIÓN .....	7
2.1	UNIDADES PRODUCTIVAS .....	7
3.	OBJETIVOS .....	8
3.1	OBJETIVO GENERAL .....	8
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
4.	MARCO TEÓRICO.....	8
4.1	CAPACIDAD DE LAS MÁQUINAS .....	9
4.2	ENVASES: COLAPSIBLES .....	10
4.3	ALISTAMIENTO .....	11
4.4	BALANCEO DE LÍNEA.....	11
5.	METODOLOGIA .....	12
5.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO.....	12
5.1.1	COMADIS .....	12
5.1.2	NORDEN 1 y 2 .....	13
5.2	MEDICIÓN DE CAPACIDAD DE LLENADO .....	13
5.2.1	PREPARACIÓN .....	14
5.2.2	PROCEDIMIENTO .....	14
5.2.3	REGISTRO ESTADÍSTICO.....	15
5.2.4	INDICADORES.....	15
5.3	ALISTAMIENTO DE LA MÁQUINA .....	16
5.4	AUDITORÍA DE PROCESO .....	16

6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	17
6.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO.....	17
6.2	MEDICIÓN DE CAPACIDAD .....	17
6.2.1	COMADIS .....	18
6.2.2	NORDEN 1 .....	18
6.2.3	NORDEN 2 .....	19
6.3	ALISTAMIENTO .....	20
6.4	AUDITORIA DE PROCESO .....	20
6.4.1	COMADIS .....	21
6.4.2	NORDEN 1 .....	21
6.4.3	NORDEN 2 .....	22
7.	CONCLUSIONES .....	23
8.	TRABAJO A FUTURO .....	24
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	25
	ANEXOS.....	25

## 1. RESUMEN

### INCREMENTO DE DISPONIBILIDAD EN ÁREA DE COLAPSIBLES EN LA EMPRESA PREBEL S.A. BIC.

Este trabajo pretende brindar una mejoría a los procesos de la planta de cosméticos en el área de colapsibles de la empresa PREBEL S.A BIC, donde a partir del conocimiento que se tiene en cuanto a producción futura, se sabe que los procesos requieren un incremento en cuanto a la disponibilidad, donde se evidencia que esta se encuentra reducida debido a paros operacionales ocasionados a varios factores como lo son la capacidad de llenado, el alistamiento y la cantidad de personal en cada línea de trabajo. Es por esta y otras razones que se buscaron estrategias de capacidad y metodologías de proceso que aumentaron la eficiencia de las máquinas llenadoras del área (COMADIS, NORDEN 1 y NORDEN 2) dando como resultado una productividad más alta y un incremento de disponibilidad del 30%, dejando como tarea principal al personal del proceso que continúen con las actividades estipuladas con el fin de ser constantes y evitar paros futuros disminuyan la capacidad del proceso.

**Palabras clave:** Colapsibles, máquinas llenadoras, disponibilidad, eficiencia, capacidad, productividad.

### ABSTRACT

This work aims to provide an improvement to the processes of the cosmetics plant in the collapsible area of the company PREBEL S.A BIC, where from the knowledge that is had in terms of future production, it is known that the processes require an increase in availability, where it is evident that this is reduced due to operational stoppages caused by several factors such as filling capacity, the enlistment and number of personnel in each line of work. It is for this and other reasons that capacity strategies and process methodologies were sought that increased the efficiency of the filling machines in the area (COMADIS, NORDEN 1 and NORDEN 2) resulting in higher productivity and an increase in availability of 30%, leaving as the main task the process personnel

to continue with the stipulated activities in order to be constant and avoid future stoppages and decrease the capacity of the process.

**Keywords:** Collapsible, filling machines, availability, efficiency, capacity, productivity.

## 2. INTRODUCCIÓN

PREBEL S.A. BIC. es una empresa fundada hace más de 80 años en la ciudad de Medellín por el señor Constantino Martínez, donde sus inicios se enfocan en la fabricación y envasado para marcas reconocidas de la época como lo fueron Jean Patou, L'Oreál, Nina Ricci, entre otros y hoy en día es reconocida por la producción de una gran cantidad de cosméticos de marca propia y de otras marcas, proporcionando valor a la fabricación y siguiendo con el proceso de envasado, en estos campos se observa gran cantidad de productos los cuales se pueden catalogar en tres unidades fundamentales maquillaje, emulsiones e hidroalcoholes.

### 2.1 UNIDADES PRODUCTIVAS

Las unidades productivas se dividen en 3 partes donde cada una se centra en tratar un tipo de producto en específico y estas son clasificadas de acuerdo con las propiedades y/o componentes que posee el producto a envasar, por ejemplo, en la unidad de maquillaje se encuentran las áreas de esmaltes junto con encajados y compactos, a los que pertenecen productos como polvos, esmaltes, entre otros. Por otro lado, la unidad de emulsiones cuenta con las áreas de geles y gran volumen, donde se envasan productos en cantidades considerables y su presentación también se clasifica como grande. Por último, se tiene el foco del proyecto que se encuentra en el área de hidroalcoholes, donde se tienen las áreas de sachet, grafados, colapsibles y tratamiento, en estas encontramos productos como lo son las fragancias, cremas, bloqueador solar, pestañinas, etc.

Ante la necesidad de los requerimientos de la empresa por optimizar tiempos y buscar alternativas para aumentar la disponibilidad de un grupo de máquinas que maneja gran cantidad de unidades por turno (en este caso se trata de las máquinas del área de colapsibles las cuales son COMADIS, NORDEN 1 Y NORDEN 2), se propuso una metodología luego de inspeccionar y analizar las

variables de las que depende el proceso, tanto en el proceso del alistamiento, como en el de llenado, así como de horas hombre que es equivalente a la cantidad de personas que realizan una operación en cada línea, además mediante mediciones y análisis de capacidad de llenado de la máquina en cuanto al producto terminado y a la cantidad de operarios por línea de producción se establecieron nuevas especificaciones para la realización del proceso. Cabe mencionar que todos los estándares de calidad del producto son supervisados por el área de aseguramiento de la calidad, la cual revisa los hallazgos encontrados en el proceso e informa al cliente de la solución ofrecida, dando prioridad al buen desarrollo del proceso y a la obtención exitosa del producto en la totalidad de las unidades.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Incrementar la disponibilidad de las máquinas llenadoras en colapsibles que mayor problema presentan.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Inspeccionar cuales son las variables principales que afectan el desempeño de las máquinas.
- Emplear metodologías para la mejora de la productividad del área.
- Proponer nuevos estándares en el proceso para eliminar paradas en los equipos.

### **4. MARCO TEÓRICO**

#### 4.1 CAPACIDAD DE LAS MÁQUINAS

Las máquinas de llenado son equipos que cuentan con unas especificaciones del proveedor, además de sistemas de funcionamiento, donde al momento de presentarse un problema o avería son los principales puntos para atacar. Para medir la capacidad de una máquina se debe tener en cuenta la capacidad del proceso donde las variables son el tipo de producto y sus propiedades, el envase, las especificaciones del producto y el rango de operación. Las máquinas en las que se trabajó son COMADIS, NORDEN 1 y NORDEN 2, y estas presentan gran similitud en sus alistamientos y en los sistemas principales de funcionamiento, por lo que se pueden asemejar los tiempos en este ítem al momento de ser analizado, sus variaciones van en las especificaciones de producto y el sistema de llenado.

La capacidad de un proceso se evalúa mediante el análisis de la variabilidad de los resultados del proceso en relación con las especificaciones del producto o servicio. Para medir la capacidad de un proceso, se suelen utilizar índices de capacidad obtenidos mediante un procedimiento de capacidad, como el índice de capacidad del proceso ( $C_p$ ) y el índice de capacidad del proceso ajustado ( $C_{pk}$ ).

Estos índices se calculan utilizando la siguiente fórmula:

$$C_p = \frac{\text{Límite superior de especificación} - \text{Límite inferior de especificación}}{6 * \text{Desviación estándar del proceso}} \quad (Ec. 1)$$

$$C_{pk} = \text{Min} \left[ \frac{(\text{Límite superior de especificación} - \text{Media del proceso})}{3 * \text{Desviación estándar del proceso}}, \frac{(\text{Media del proceso} - \text{Límite inferior de especificación})}{3 * \text{Desviación estándar del proceso}} \right] \quad (Ec. 2)$$

Donde:

- Límite superior de especificación: El límite máximo permitido para una característica del producto o servicio.
- Límite inferior de especificación: El límite mínimo permitido para una característica del producto o servicio.
- Desviación estándar del proceso: La medida de la variabilidad inherente del proceso.
- Media del proceso: La media de los valores del proceso.

Un proceso se considera capaz cuando los índices obtenidos mediante un procedimiento de capacidad donde  $C_{pk}$  es igual o superior a 1.0 y el  $C_p$  es igual o mayor a 1.33. Cuanto mayor sea el valor de estos índices, mayor será la capacidad del proceso para mantenerse dentro de los límites de especificación y, por lo tanto, más capaz será el proceso.

Mejorar la capacidad de un proceso es un objetivo importante en la gestión de la calidad, ya que garantiza que los productos o servicios cumplan con los requisitos del cliente de manera consistente y reduce la probabilidad de defectos o problemas de calidad. Para mejorar la capacidad de un proceso, es necesario reducir la variabilidad del proceso y acercar la media del proceso al valor objetivo o en el rango central de las especificaciones (J.Escalante, 2018).

#### **4.2 ENVASES: COLAPSIBLES**

Un tubo colapsible es un recipiente cilíndrico con una base en forma de arista y una tapa troncocónica como se muestra en la figura 1. Su contenido se dispensa al presionar el tubo, y su ventaja principal radica en su capacidad para recuperar su forma original después de cada uso. La parte superior del tubo cuenta con un orificio dispensador, y su diseño invertido facilita la utilización completa del producto, además de ofrecer una presentación atractiva y llamativa (eIndustria.com, 2023).



**Figura 1.** Tubo colapsible (TUBOS COLAPSIBLES s/f).

### **4.3 ALISTAMIENTO**

El alistamiento de las máquinas es un paso a paso a seguir desde el momento en que se va a montar una orden de envasado para un producto en las máquinas de colapsibles, es por esto que se debe tener conocimiento de las partes que se deben intervenir y para esto se requiere conocimiento de los sistemas principales de funcionamiento, la extracción de estos sistemas se hace a partir de cada uno de los manuales técnicos de las máquinas (Torres Sifuentes, 2017).

### **4.4 BALANCEO DE LÍNEA**

Todo proceso productivo debe estar en equilibrio para esto es necesario contar con un sistema donde se tenga en cuenta el tipo de operación que se realiza en el proceso, el tiempo, la cantidad de personas, para así encontrar la mejor manera de optimizar el tiempo y poder aumentar la cantidad de unidades producidas. Una pérdida teórica del balanceo de línea se evidencia en un paro de la máquina, donde principalmente afecta la concentración del personal operario y descentraliza el objetivo de obtener buena eficiencia y gran cantidad de unidades (Orejuela Cabrera & Flórez González, 2019).

Según las gerencias de Prebel S.A. BIC se debe tener un seguimiento de la operación realizada y la cantidad de personas en la línea, además en conjunto con el software SAP se forma una sinergia donde a partir de este se establecen unos parámetros estándar que dan un punto de partida para dar inicio al proceso y definir las personas que estarán en la línea.

## **5. METODOLOGIA**

La metodología para trabajar se basa principalmente en identificar los factores a los que se les atribuye las paradas operacionales de las máquinas que contribuyen a un retraso del proceso, es por esto que se debe conocer el funcionamiento de la máquina comenzando por los sistemas que intervienen en la operación de llenado del producto hasta el momento en que se recoge el producto terminado.

### **5.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROCESO**

El área de colapsibles cuenta con tres máquinas en las que se envasan diversidad de productos, los cuales tienen en común el tipo de empaque a usar en el proceso, donde un extremo es sellado o doblado dependiendo del mismo. Los graneles, que son los correspondientes a lo que se va a envasar tal como desodorante, cremas, jabón, entre otros, también presenta propiedades de viscosidad, espumosis y demás que al momento de ser puestas en un envase interviene en la parte del llenado.

#### **5.1.1 COMADIS**

La máquina COMADIS tiene una antigüedad de 33 años, la cual tiene capacidad de envasar tubos colapsibles metálicos, estos se suministran desde un elemento llamado surtidor y entran a unas copas o potes ubicados en una plataforma rotativa como se puede ver en la figura 2 que les permite pasar por varias estaciones entre las cuales esta: posicionamiento del tubo colapsible, sistema de llenado y sistema de sellado, en este último al tubo ser metálico se hace mediante unas mordazas que realizan dos dobles en el mismo, y finalmente sale de la plataforma y pasa a una línea donde hay varias personas encargadas de poner el producto en caja y luego recoger una cantidad considerable y se suministrada a otra caja, todo el proceso es por requerimiento del cliente.



**Figura 2.** Sistema de llenado maquina COMADIS de la empresa PREBEL.

### **5.1.2 NORDEN 1 y 2**

Las máquinas NORDEN 1 y 2 tienen una antigüedad de 22 y 17 años respectivamente, estas son las encargadas principalmente de envasar tubos colapsibles plásticos y al igual que la COMADIS cuenta con sistemas de alimentación del colapsible, de llenado y de sellado, con la diferencia que el sistema de sellado se realiza a través de un quemador que calienta la parte superior del colapsible y luego mediante unas mordazas se sella el producto evitando fugas del granel.

### **5.2 MEDICIÓN DE CAPACIDAD DE LLENADO**

La capacidad de llenado se determina con el fin de asegurar al cliente que la cantidad que tiene el producto terminado es el definido en el proceso de desarrollo de este, en la empresa PREBEL S.A BIC se toma una cantidad significativa de medidas para la capacidad, donde por medio de los resultados de este se verifica o se examina una modificación de los límites de

especificación. La toma de muestras para cada máquina se realizó 3 veces, al inicio, en el intermedio y al final del proceso.

### **5.2.1 PREPARACIÓN**

En primer momento con la ayuda del plan de producción de la compañía, se realizó el trabajo de campo dos veces por semana con el fin de medir el comportamiento actual las máquinas pertenecientes al área de Colapsibles, donde de acuerdo con la investigación a realizar, el tipo de muestreo fue, muestreo aleatorio simple o probabilístico, en este cada uno de los elementos de la población tiene la misma probabilidad de integrar parte de la muestra. Para la preparación de muestras e instrumento de medición:

- Se debe centralizar y calibrar la balanza que vamos a utilizar para asegurar que los resultados de la medición sean más exactos.
- Se toman 60 rótulos con numeración del 1 al 60 para identificar el número de muestra seleccionado.
- Se debe preparar la medición con canastas, cajas, carrito, para que no se altere el flujo del proceso.

### **5.2.2 PROCEDIMIENTO**

En el procedimiento a realizar se deben tener un proceso de tara y llenado de muestras de la siguiente manera:

- Para tarar las muestras debemos pesar el envase vacío de la muestra a tomar, y luego de esto rotulamos la muestra para identificar su número.
- Pasamos las muestras por el proceso de llenado, asegurándonos de que el proceso está fluyendo y no presenta ninguna anomalía.
- Pesamos el peso bruto obtenido del llenado y registramos los datos obtenidos.
- Pedimos datos sobre la referencia que se está trabajando (densidad, orden, referencia de granel, límites de especificación).

Todos los datos deben ser registrados ya sea de forma manual o digital, en la Figura 3 se puede observar el paso a paso a seguir.

### 5.2.3 REGISTRO ESTADÍSTICO

Una vez se culminó la toma de las muestras se procedió a su análisis estadístico con la ayuda de los programas EXCEL y MINITAB. Calculando parámetros tales como la moda, mediana, media, desviación estándar, además de observar el comportamiento de normalidad y control de los datos para luego pasar a graficarlos donde se tienen todas las muestras compiladas.

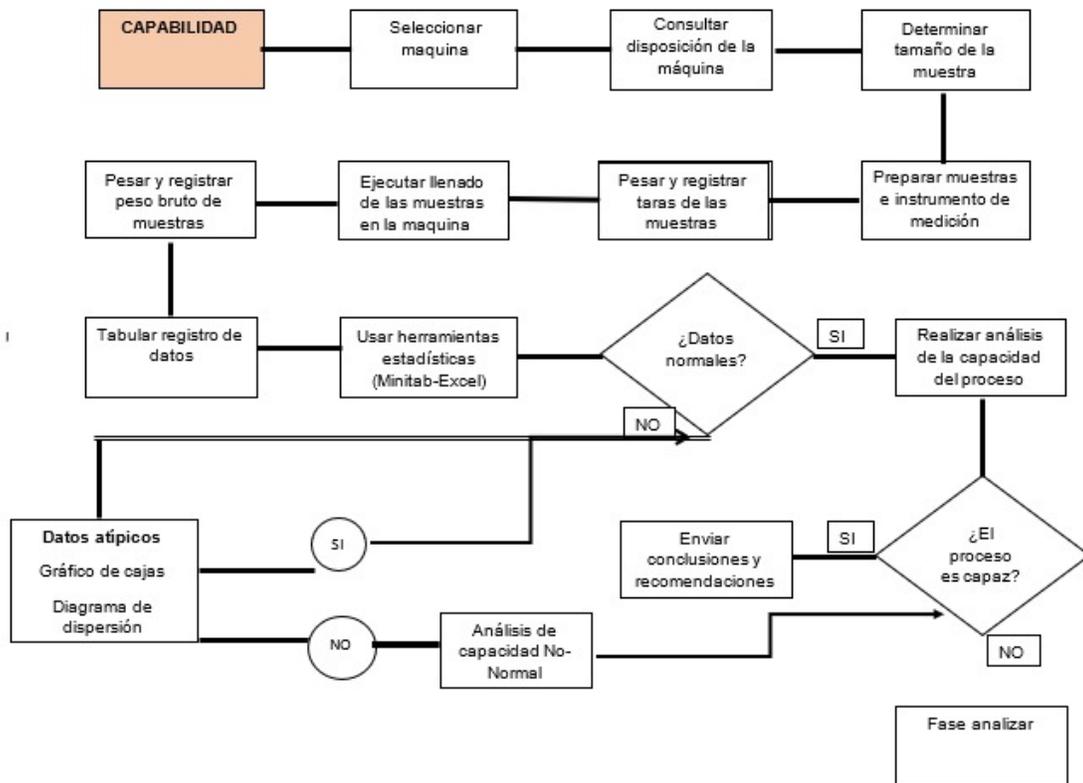


Figura 3. Procedimiento para la capacidad de un proceso.

### 5.2.4 INDICADORES

Los indicadores son los que me dan información sobre la capacidad de la máquina estos son el Cp y Cpk, y fueron calculados mediante las fórmulas Ec.1 y Ec.2, a partir de los datos adquiridos en la capacidad.

### **5.3 ALISTAMIENTO DE LA MÁQUINA**

Para el alistamiento de cada una de las máquinas del área de colapsibles es fundamental conocer cada una de las partes de equipo y evidenciar si el proceso requiere cambios de formato ya que esto aumenta el tiempo de este, me refiero a cambio de formato cuando en una orden anterior se trabajó con un tubo colapsible grande y en la siguiente orden es un tubo colapsible pequeño.

Para el alistamiento de cada máquina los operarios siguen un instructivo donde se tienen las funciones de desarme de la máquina cuando se tiene un cambio de orden y por ende una limpieza de esta, las piezas que tuvieron contacto con el granel se envían a lavar y se procede a montar la nueva orden y tomar un registro manual de cada una de las cosas que se usan. En los alistamientos se encontró un retraso de tiempo en los procesos debido a varios factores internos y externos al proceso como lo son la cantidad de material para iniciar el proceso, el granel, la papelería donde los operadores de las máquinas son los encargados de plasmar la trazabilidad de los procedimientos realizados.

### **5.4 AUDITORÍA DE PROCESO**

Para las auditorías de proceso en cada una de las máquinas se desarrolló una plantilla mostrada en la Figura 4, donde se tomaron los datos de identificación del proceso, la descripción de cada operación del proceso y los tiempos que se demoraron cada uno de los operarios de la línea en realizar cada una de las operaciones de este, para cada operación se tomó el tiempo 10 veces en condiciones normales, es decir, sin interrupciones desde el momento en que tenía manos vacías antes de coger el producto, hasta el momento de soltarlo para que siga con la próxima operación.



tipo de producto. En la Figura 5 se puede observar la clasificación teórica que se tiene el valor del índice de Cp que es el que me dice que tan dispersos están los datos.

### 6.2.1 COMADIS

Esta máquina es la encargada de los colapsibles metálicos que a pesar de ser pertenecientes al mismo cliente, las referencias son diferentes, variando la viscosidad y el pH de estos, los resultados de este equipo variaron significativamente después de la primer toma de muestras y ajustes en cuanto al peso, debido a que por un fallo en la boquilla dosificadora no se ajustaba bien y se procedió al cambio. Los índices obtenidos son mostrados en la Tabla 1, en la que se evidencia el cambio considerable del equipo en cuanto a su capacidad y poder seguir con la excelente calidad que presenta.

**Tabla 1.** Índices de capacidad para el equipo COMADIS

Capabilidad	Cp	Cpk
1	12.19	-3.8
2	4	0.47
3	18.33	4.07

### 6.2.2 NORDEN 1

La máquina NORDEN 1 fue seleccionada para manejar un tipo de producto, y por tal motivo no hay variación de referencia como se mencionó anteriormente, los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 2, donde estos demuestran que la máquina presenta alta capacidad de realizar el proceso siendo precisa y exacta, catalogandola como uno de los mejores equipos del área, donde el control de peso no es tan estricto debido a la normalidad de este a través de todas las medidas.

**Tabla 2.** Índices de capacidad para el equipo NORDEN 1

Capabilidad	Cp	Cpk
-------------	----	-----

1	6.85	2.79
2	8.53	7.6
3	4.98	7.78

### 6.2.3 NORDEN 2

La máquina NORDEN 2 a pesar de que es más nueva que la 1, presenta unos índices con alta capacidad mostrados en la Tabla 3, posicionando al proceso de llenado entre los más precisos y exactos, puesto que al tener un buen ajuste de la boquilla en el sistema de dosificación, el tipo de productos que se trabajan allí se pueden ampliar y mantener alta la disponibilidad del equipo.

**Tabla 3.** Índices de capacidad para el equipo NORDEN 2

Capabilidad	Cp	Cpk
1	1.79	1.02
2	5.57	1.84
3	11.09	8.76

En términos generales el proceso de llenado en el área de colapsibles es uno de los focos intermedios a los que se les puede mantener el seguimiento para que no se pierda los estándares establecidos ya que por medio de las capacidades realizadas se encontró que las tres máquinas (COMADIS, NORDEN 1 Y NORDEN 2) son aptas para realizar los procesos de llenado establecido por la compañía.

Valor del Cp.	Clase de proceso	Decisión
$Cp. > 2$	Clase mundial	Tiene calidad seis sigma
$1.33 \leq Cp. \leq 2$	1	Mas que adecuado
$1 \leq Cp. < 1.33$	2	Adecuado para el trabajo, pero requiere de un control estricto conforme el Cp. se acerca a uno.
$0.67 \leq Cp. < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
$Cp. < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias.

**Figura 5.** Valores teóricos para el índice de capacidad (Cp).

Para la interpretación del valor del índice de Cpk se toma la siguiente referencia

- $Cpk < 1$ , el proceso no cumple con las especificaciones
- $Cpk = 1$ , el proceso cumple con las especificaciones
- $Cpk > 1$ , el proceso se mejor que lo que exigen las especificaciones.

### 6.3 ALISTAMIENTO

El alistamiento fue el principal foco por atacar ya que este era el que más estaba retrasando el proceso debido a factores externos, en el alistamiento hay pérdidas de tiempo y esto se pudo mejorar debido a una serie de actividades internas y externas durante el proceso, con la ayuda del coordinador de los operadores que manejan el área se logró utilizar tiempo muerto durante el alistamiento reduciéndolo un 30%, cabe mencionar que los tiempos de alistamiento varían dependiendo de la referencia, cambio de formato o demás novedad en el equipo.

Las actividades están ligadas a la parte de registros y tiempos entre limpieza y sanitización del equipo donde se puede mejorar y adelantar procedimientos posteriores.

### 6.4 AUDITORIA DE PROCESO

En cuanto a los resultados de las auditorias de proceso se encontró que la cantidad de unidades producidas por hora versus la hora laboral estan en un equilibrio yendose en su mayoría

al aumento de la cantidad de unidades producidas por hora. En el mes de diciembre hubo una baja demanda de producción, esto sumado al tiempo de vacaciones de algunos operarios, ocasiono un recorte en el personal, pero a pesar de esto la planta logró cumplir con los objetivos propuestos, demostrando que la responsabilidad con el cliente es primordial.

### 6.4.1 COMADIS

Según los resultados mostrados en la Figura 6, el proceso desarrollado en la línea de operación presenta buenos resultados, ya que al contrastar lo encontrado en sitio con lo estandarizado en un programa se evidencia el incremento en la cantidad de unidades producidas que se transfiere a más rentabilidad.

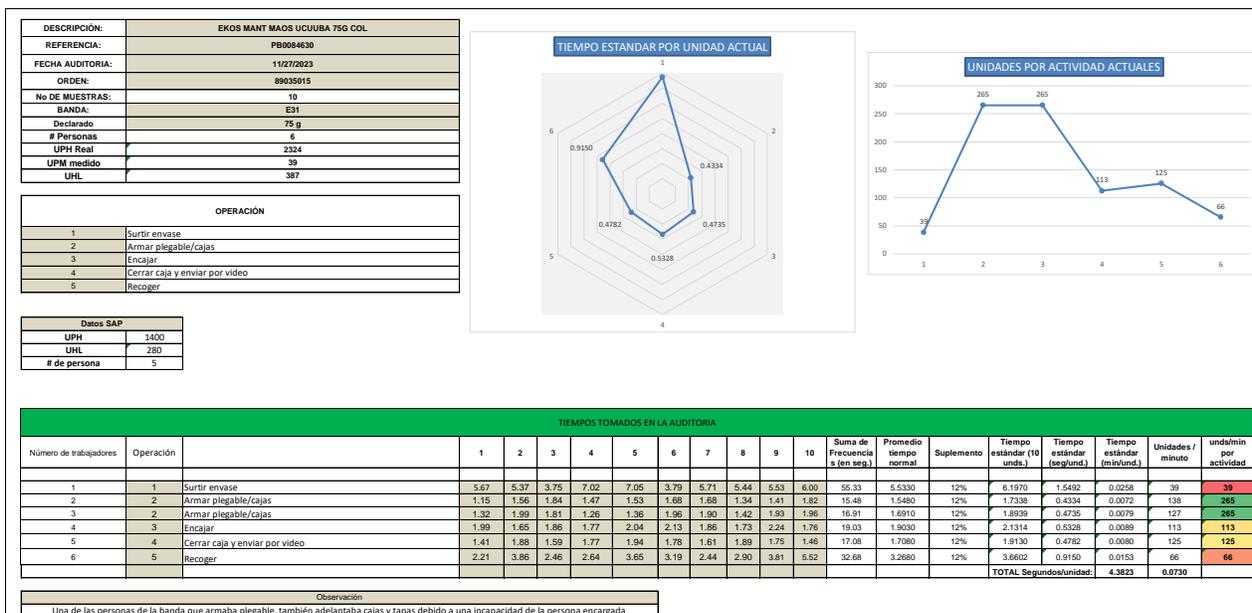


Figura 6. Auditoria línea de proceso COMADIS.

### 6.4.2 NORDEN 1

En el proceso en la línea de proceso de la máquina NORDEN 1, se comparó la información encontrando que el proceso tenía una persona más al estándar, el detalle del proceso se muestra en Figura 7, además, indagando con el líder del proceso se concluyó que estaba en ese lugar debido a

la baja producción del momento, adicionalmente, se encontró que al agregar una persona al proceso, la cantidad de unidades por hora aumentaba el doble aproximadamente mejorando el proceso, por lo que se reorganizó (esto siempre y cuando los demás procesos y novedades lo permitieran).

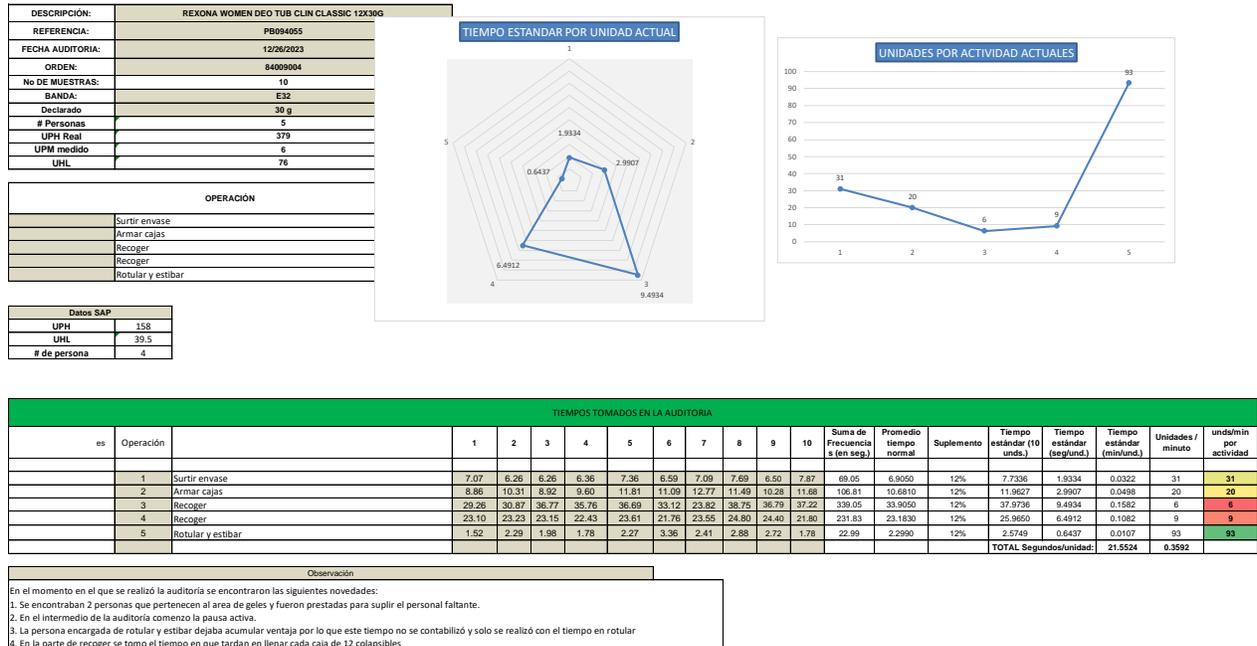


Figura 7. Auditoria línea de proceso NORDEN 1

### 6.4.3 NORDEN 2

En el proceso de la línea de operación se tuvo una novedad por la baja demanda del proceso y el personal incrementó al ser comparado con el estándar como se puede evidenciar en la Figura 8, donde 3 personas de la línea realizaban la misma operación obteniendo baja cantidad de unidades por hora para la misma, lo encontrado fue reportado y seguidamente se adecuó el proceso, enviando las personas a otras áreas.

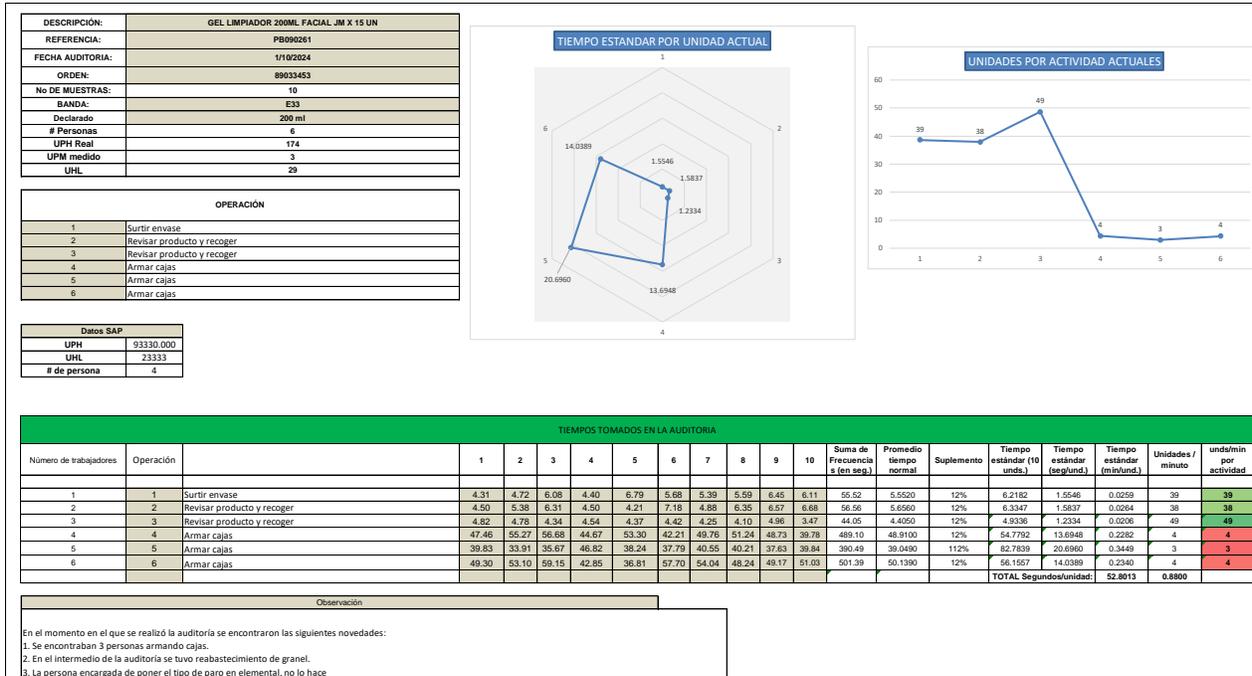


Figura 8. Auditoria línea de proceso NORDEN 2

## 7. CONCLUSIONES

Cuando una empresa es tan grande, requiere de un control de variables más robusto debido a la cantidad de unidades que se deben producir en áreas específicas que mantienen un trabajo constante y en ocasiones con tanta demanda. Según la proyección de la compañía se tiene un aumento considerable de trabajo en el área por lo que incrementar la disponibilidad de esta es algo que requiere atención.

Los equipos del área a pesar de su antigüedad presentan un buen rendimiento en cuanto a la capacidad de llenado del producto, la falla encontrada en el proceso se centró en los alistamientos que son en los que se consume gran cantidad de tiempo debido a intermedios que se pierden entre actividades, gracias a un plan estipulado por el coordinador del área se logró incrementar la disponibilidad en un 30 % del área en general, donde todo los operarios que manejan las máquinas están incorporando en la rutina diaria con el fin de convertirlo en un habito.

El proceso de inspección fue un reto, donde se debe tener conocimiento de cada una de las partes del equipo y observar cuál es su aporte en el funcionamiento de este, al indagar con el personal se logró identificar cual es el que presenta más tiempo para ser armado antes de iniciar el

proceso con una orden, siendo uno de los puntos favorables a tratar y optimizar el tiempo en el montaje del equipo.

La compañía cuenta con metodologías TPM, donde una de sus variantes se encarga del óptimo funcionamiento de los equipos y el estado del área, con esta metodología se logró agilizar y reforzar los procesos de limpieza en los equipos evitando que los operadores tengan que tardar más tiempo en esto nuevamente antes de iniciar un proceso y además identificar que está fallando en el equipo para cambiarlo y evitar una parada operacional en medio del proceso.

## **8. TRABAJO A FUTURO**

Para que un proyecto se mantenga a través del tiempo en una empresa grande, debe existir un acompañamiento por parte del personal administrativo, los cuales lo realizan mediante indicadores de productividad, ya que no es posible permanecer todo el tiempo en el lugar de trabajo. Por otro lado se deben realizar visitas periódicas para inspeccionar el estado de las máquinas y continuando con la metodología TPM hacer mantenimiento constante de las mismas.

Las capacitaciones a los operarios debe ser un foco a tener en cuenta y más cuando hay cambios de personal entre un área y otra, ya que las máquinas son completamente diferentes al igual que su funcionamiento y las operaciones desarrolladas en la línea de proceso, por lo que se debe continuar retroalimentándolos con el fin de tener la cantidad adecuada de personas, que desarrollen las actividades propias y se evite paradas operacionales por uno u otro motivo.

La cantidad de llenado de un producto debe seguir siendo uno de los puntos a evaluar, debido a que en un mal ajuste de la boquilla en las máquina durante el alistamiento puede afectar la relación empresa-cliente y generar pérdidas, es por esto que la capacidad de llenado se debe seguir realizando esporádicamente con el fin de evitar un decrecimiento en las unidades producidas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

J. Escalante., V.E. (2018) Seis-sigma: Metodología y técnicas. 2nd edn. México D.F.: Limusa.

eIndustria.com, QuimiNet. com / Marketizer. com / (2023) *¿Qué son los tubos colapsibles?*, *QuimiNet.com*. Available at: <https://www.quiminet.com/articulos/que-son-los-tubos-colapsibles-41144.htm> (Accessed: 10 December 2023).

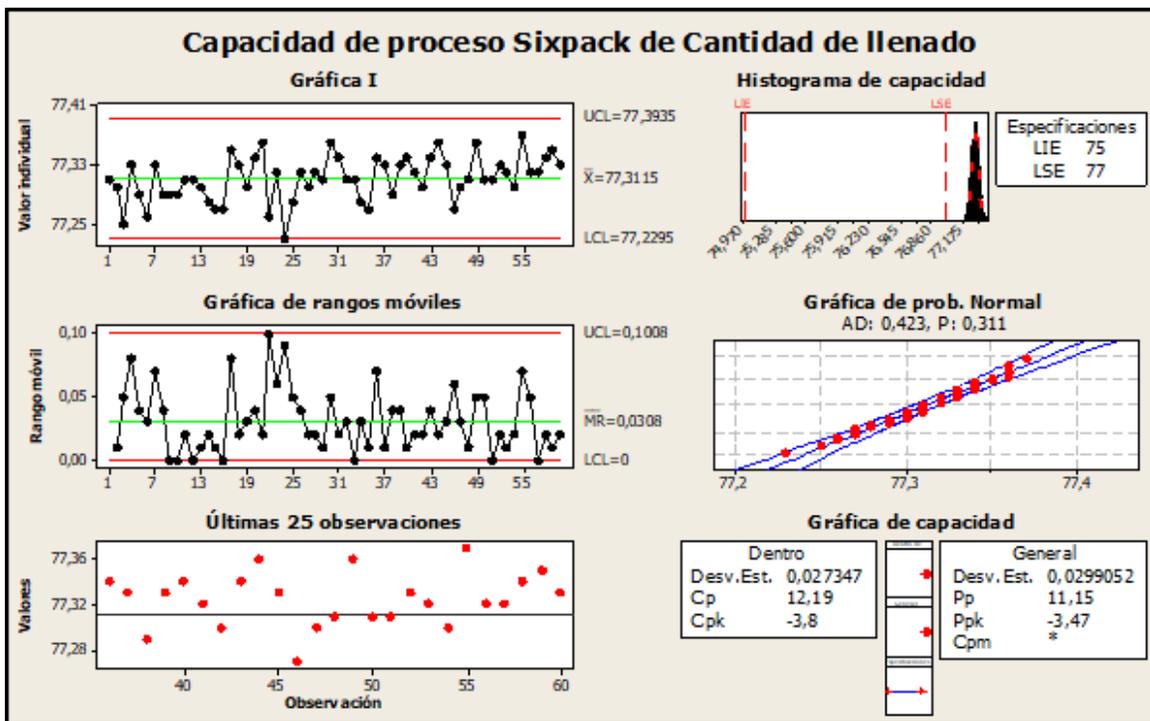
TUBOS COLAPSIBLES. (s/f). Rapipak Colombia. Recuperado el 16 de enero de 2024, de <https://rapipak.co/collections/tubos-colapsibles>.

Fragancias De Una Empresa, E. DE, & Torres Sifuentes, C. (2017). *UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS "PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS DE ASESOR DE TESIS*.

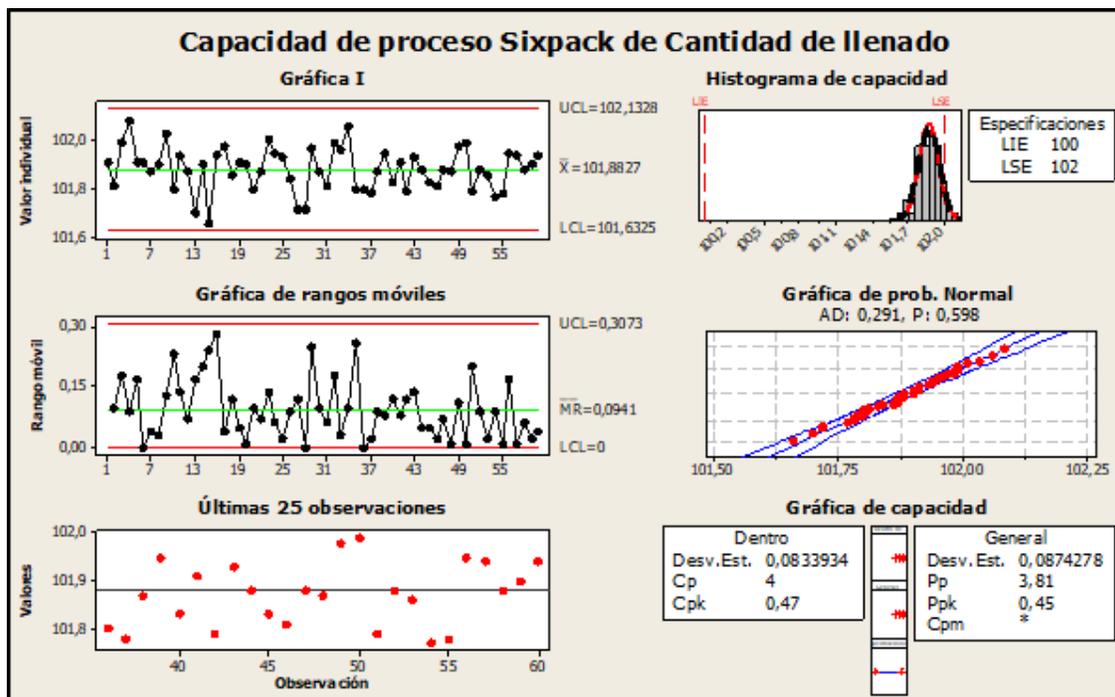
Orejuela Cabrera, J. P., & Flórez González, A. (2019). Balanceo de líneas de producción en la industria farmacéutica mediante Programación por metas. *INGE CUC*, 15(1), 109–122. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.15.1.2019.10>

## ANEXOS

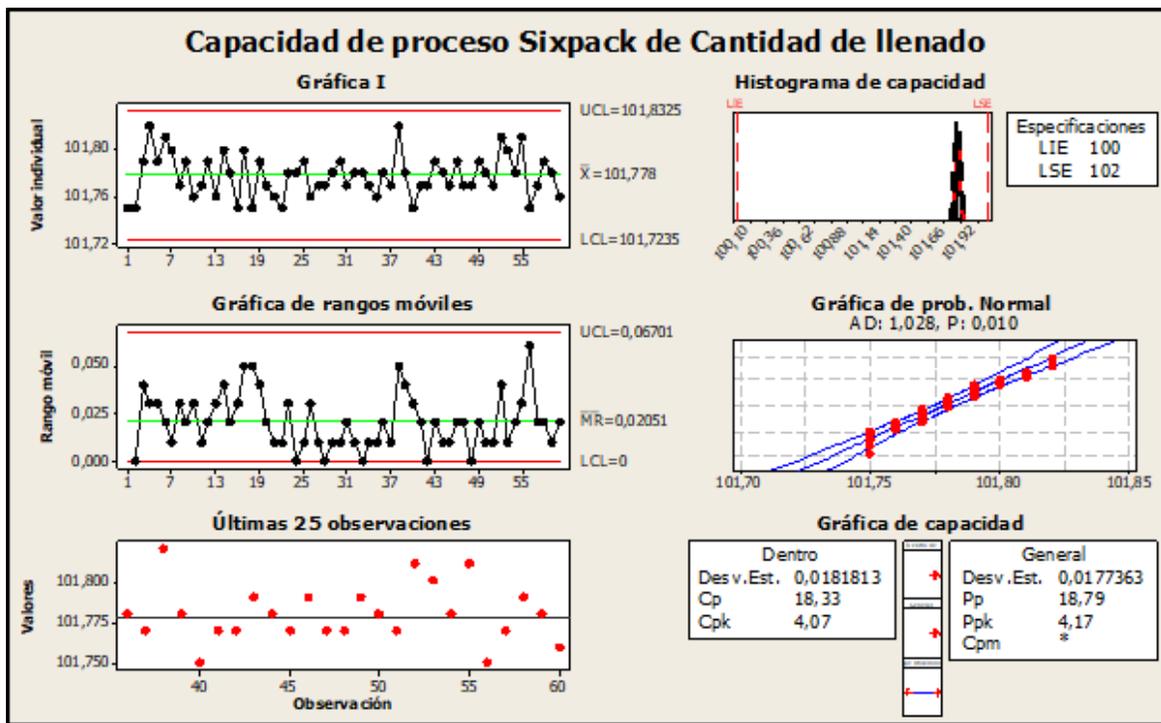
**Anexo 1.** Resultado gráfico de la primer capacidad realizada en la máquina COMADIS



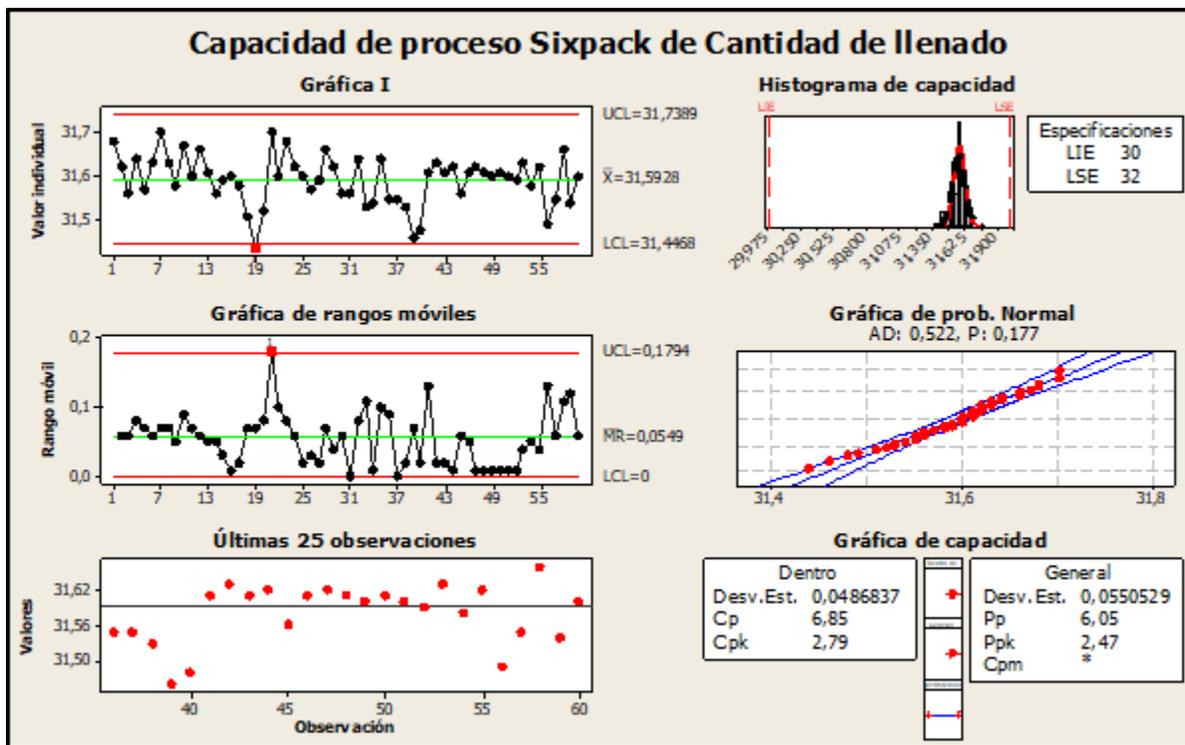
Anexo 2. Resultado gráfico de la segunda capacidad realizada en la máquina COMADIS



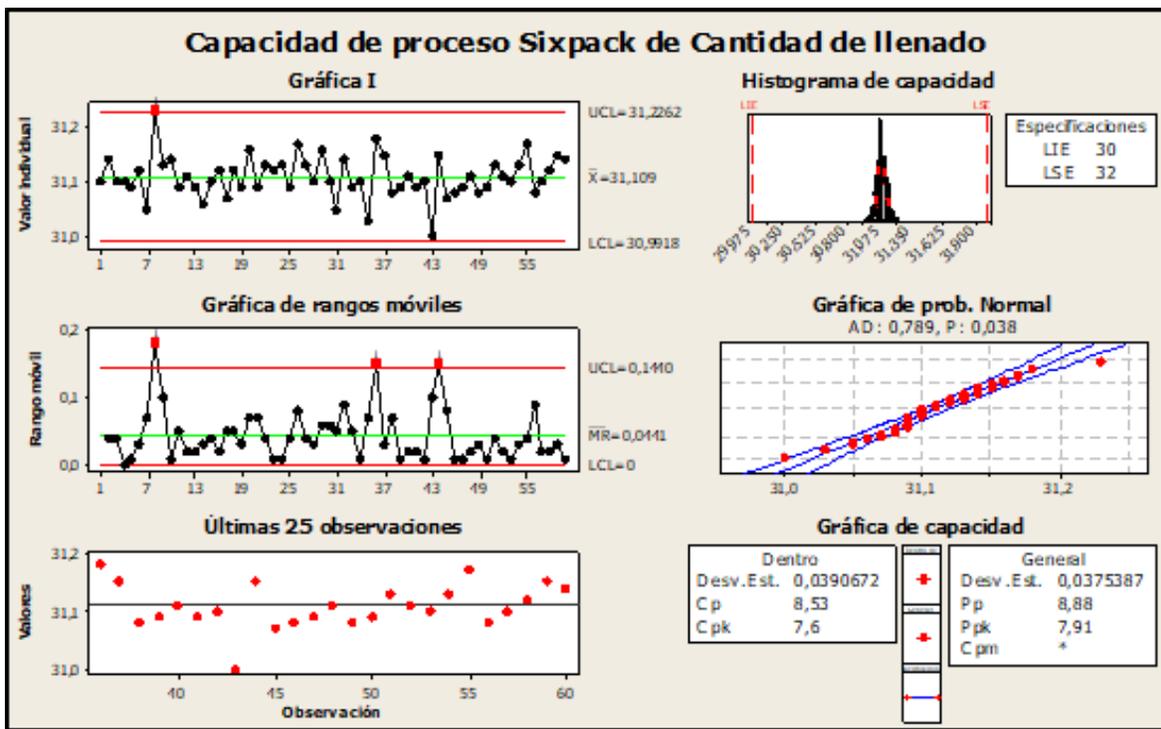
Anexo 3. Resultado gráfico de la tercer capacidad realizada en la máquina COMADIS



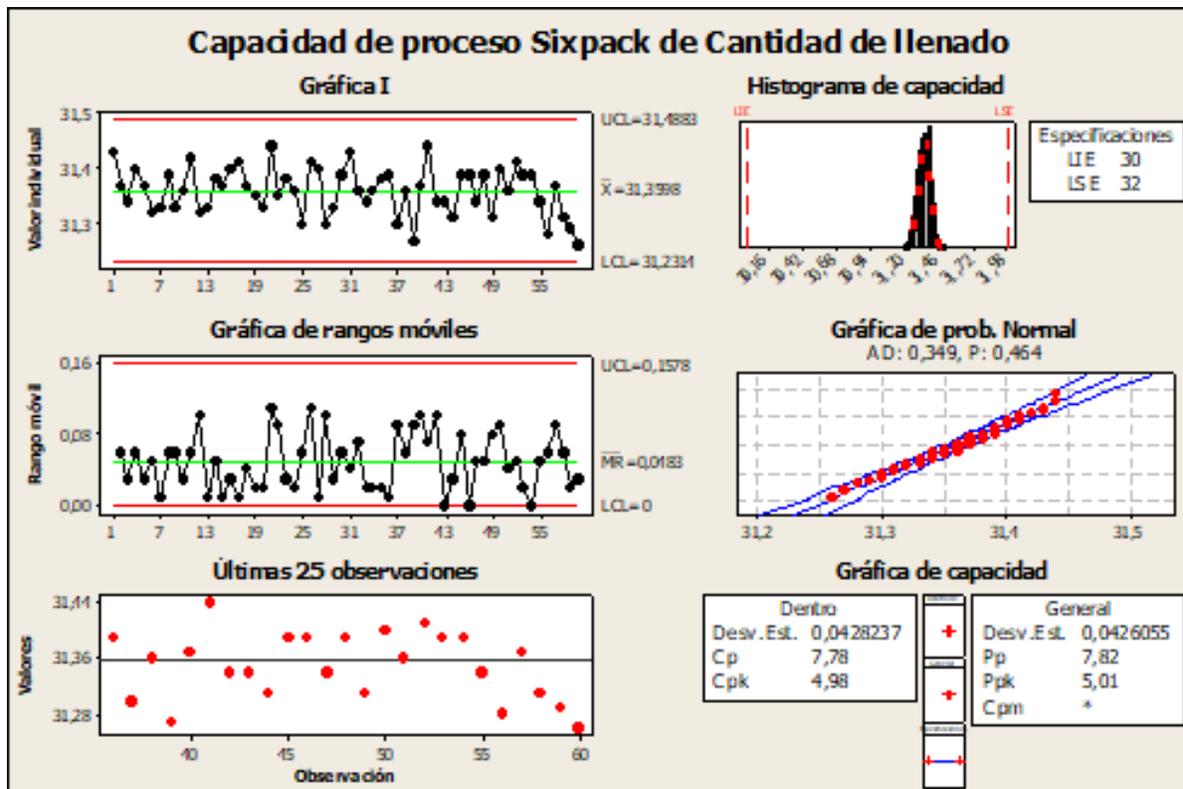
Anexo 4. Resultado gráfico de la primer capacidad realizada en la máquina NORDEN 1



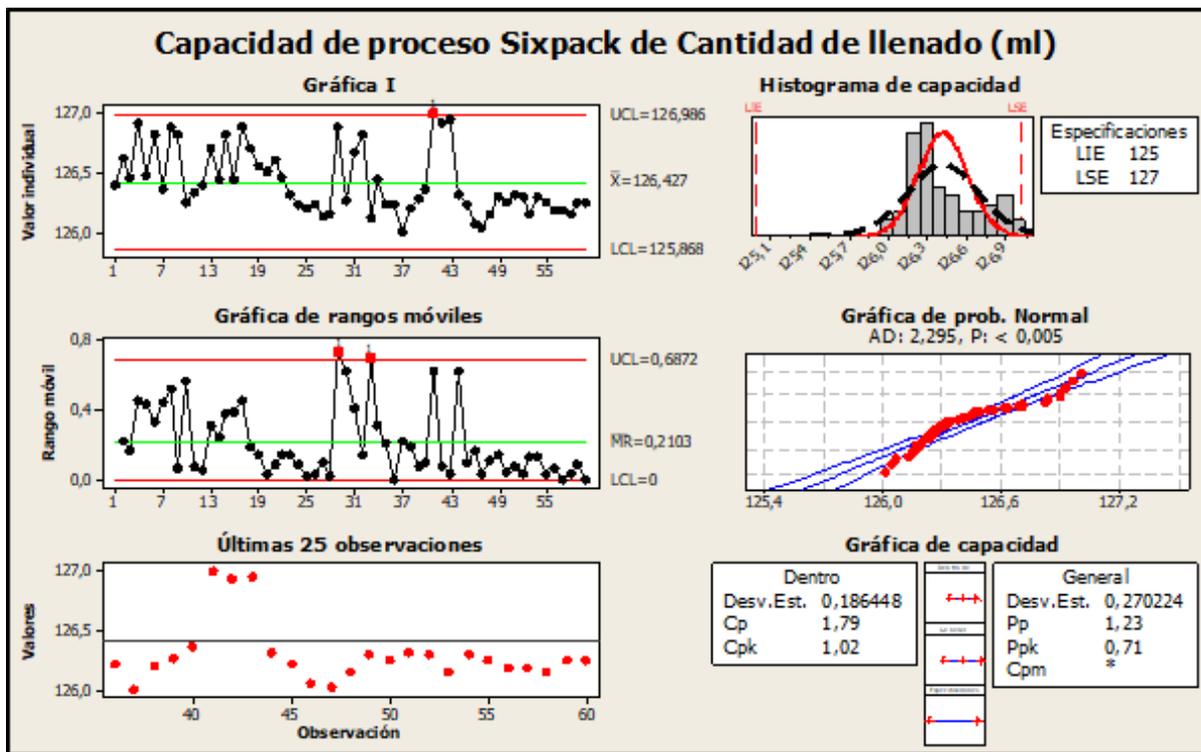
Anexo 5. Resultado gráfico de la segunda capacidad realizada en la máquina NORDEN 1



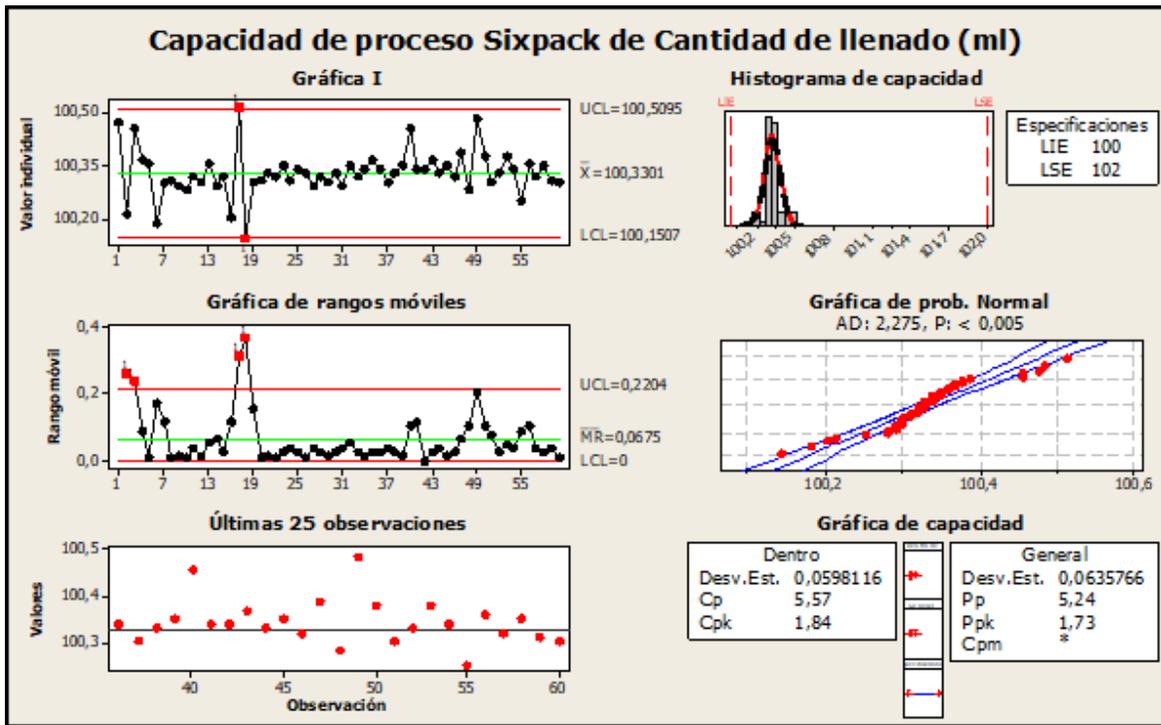
Anexo 6. Resultado gráfico de la tercer capacidad realizada en la máquina NORDEN 1



Anexo 7. Resultado gráfico de la primer capacidad realizada en la máquina NORDEN 2



**Anexo 8.** Resultado gráfico de la segunda capacidad realizada en la máquina NORDEN 2



**Anexo 9.** Resultado gráfico de la tercer capacidad realizada en la máquina NORDEN 2

