

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO DE GRADUACIÓN:

**Diseño de un sistema de control estadístico para el
proceso de moldeo por inyección del Half Spool.**

PROYECTO DE GRADUACIÓN SOMETIDO A CONSIDERACIÓN DE
LA ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA COMO REQUISITO FINAL
PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA
QUÍMICA

LAURA GABRIELA RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO
SAN JOSÉ, COSTA RICA


2016

Proyecto de graduación sometido a consideración de la Escuela de Ingeniería Química como requisito final para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Química.

Sustentante:


Laura Gabriela Rodríguez Rodríguez

Tribunal Examinador



Esteban Duran Herrera, Ph.D.
Director
Escuela de Ingeniería Química

Presidente del Tribunal

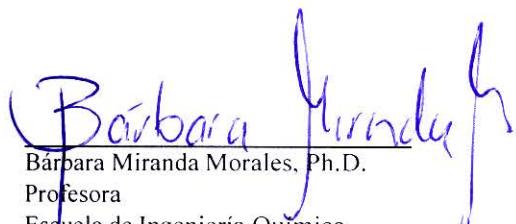


Natalia Hernández, Ph.D.
Profesora
Escuela de Ingeniería Química

Directora del proyecto

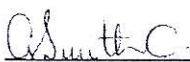
Alejandro Mayorga, Lic.
Ingeniero de Manufactura
Vention Medical

Lector del proyecto



Bárbara Miranda Morales, Ph.D.
Profesora
Escuela de Ingeniería Química

Lectora del proyecto



Glorietta Smith, Msc.
Profesora
Escuela de Ingeniería Química

Lectora de objetivos

¿Qué sería de la vida si no tuviéramos el valor de intentar algo nuevo?

Vincent Van Gogh

DEDICATORIA

A mi familia, porque en los momentos difíciles siempre han estado para ser un apoyo incondicional para mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, ya que me dio las capacidades y limitantes que me han permitido ser lo que soy en este momento.

A mi familia, por creer y fomentar mis capacidades y por hacerme consiente que el único freno es el que me ponga yo misma. Gracias por estar para mí en los buenos y malos momentos, y siempre dándome los consejos que me han guiado a lo largo de mi carrera.

Al Sr. Alejandro Mayorga de la empresa Vention Medical por su guía y colaboración durante la realización de este proyecto.

A la Sra. Nathalia Hernández por ser una guía a lo largo del desarrollo de mi trabajo de graduación.

A mis compañeros de carrera, porque de ellos aprendí que aunque existan diferencias, no hay mejor forma que trabajar en equipo, confiando en las capacidades de cada uno.

A mis amigos de otras carreras que conocí a lo largo de esta etapa universitaria, son quienes me enseñaron a que no se tiene que conocer de toda una vida a una persona para poder aprender y compartir los más gratos momentos.

A la Escuela Central de Atenas, Liceo de Atenas y a la Universidad de Costa Rica, porque se encargan de recibir a personas que quieren aprender y superarse a si mismos, y brindar el apoyo para que puedan lograrlo

Y por último, a cada una de las personas que conocí a lo largo de mi etapa universitaria, y me enseñaron que cada uno tiene sus metas que es capaz de cumplir.

RESUMEN

El presente proyecto de graduación consiste en una propuesta para el diseño de un sistema de control estadístico del proceso de moldeo por inyección del Half Spool de la empresa Vention Medical, en su sede en Costa Rica, en la Aurora de Heredia

Para llevarlo a cabo se empezó haciendo una investigación bibliográfica que permitió reforzar el conocimiento técnico de la carrera de Ingeniería Química en áreas como polímeros, su clasificación y propiedades; el moldeo por inyección en el cual se requieren temas como las propiedades de los fluidos, transferencia de masa y energía, termodinámica, sistemas de control, así como en el área estadística para la definición de control estadístico de proceso, gráficos de control entre otros temas.

Una vez realizada la investigación bibliográfica se caracterizó el proceso actual de producción del Half Spool para poder conocer cómo fue validado, cuales son las variables definidas por el ingeniero como de entrada, así como los criterios de aceptación del producto y los datos que se han tenido en los últimos lotes de producción.

Con las variables de entrada definidas y la investigación bibliográfica realizada, se definieron cuáles son las variables que realmente afectan el proceso de moldeo por inyección y que generan la respuesta adecuada para asegurar la estabilidad y reproducibilidad de las corridas de producción lote a lote.

Los resultados obtenidos fueron las variables de presión de cambio, la velocidad del tornillo, tiempo de llenado y tiempo de ciclo; los cuales se consideraron suficientes para la caracterización de la estabilidad del proceso de producción del Half Spool.

La recolección de datos para crear la base de datos fue el paso siguiente una vez definida las variables de respuesta para el control estadístico de proceso. Posteriormente se hace al análisis estadístico para determinar los límites de control.

Cuando se concluyó el análisis estadístico, se hizo una verificación para asegurar que el sistema de control propuesto cumplió de manera efectiva su función, es decir que los datos no se desviarán de sus límites propuestos.

Los resultados de los límites superior e inferior para la presión de cambio son de 106 237.41 kPa y LCL de 86 939.53 kPa. Para la velocidad del tornillo son 0,37 rad/s como el inferior y 0,54 rad/s como el superior. Para el tiempo de ciclo el límite superior es de 26,12 s y el inferior de 22,50 s. por último para el tiempo de llenado es de 1,53 s para el superior y 1,46 s para el inferior

Se recomienda hacer un análisis de estas variables cada vez que se genere una reparación crítica al molde y/o a la máquina que se conozca que afecte directamente a los valores validados de presión de cambio, tiempo de llenado, tiempo de ciclo y velocidad del tornillo

TABLA DE CONTENIDOS

Tribunal Examinador	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN.....	v
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO	2
1.1. POLÍMEROS	2
1.1.1. La química de los polímeros.	2
1.1.2. Polímeros en la industria médica.....	3
1.1.3. Propiedades Físicas de los polímeros	5
1.1.4. Copolímeros	10
1.2. MOLDEO POR INYECCIÓN	11
1.2.1. Diseño de la parte plástica.....	11
1.2.2. Procesos de producción de componentes plásticos termoestables.	12
1.2.3. Moldeo por inyección de termoplásticos.....	15
1.2.4. Plastificación en la máquina moldeadora.....	18
1.2.5. Elementos del proceso de plastificación.	23
1.3. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO	32
1.3.1. Estabilidad y Capacidad de un proceso.....	35
1.3.2. SPC en Industria Médica.....	39
1.3.3. Herramientas del SPC	41
1.3.4. Tipos de implementación de SPC	45
1.3.5. Fases de Implementación del SPC	46
CAPITULO 2: CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO Y PROCESO	48
2.1 DEPARTAMENTO DE MOLDEO.....	48
2.1.1. Selección del producto	48
2.2. MATERIALES.	49
2.2.1. Resina.....	49
2.2.2. Equipo	50

2.2.3. Molde	51
2.3. VALIDACIÓN DEL HALF SPOOL.....	52
2.3.1. Desarrollo del proceso (PD).....	52
2.3.2. Calificación de Operación. (OQ).....	54
2.3.3. Calificación de Producción. (PQ).....	54
2.4. PRODUCCIÓN NORMAL DEL HALF SPOOL.....	56
2.5. VARIABLES DE ENTRADA DEL PROCESO	56
2.6. ESTADÍSTICA Y MOLDEO POR INYECCIÓN.	57
2.7. CURVA REOLÓGICA.....	59
2.7.1 Variables que afectan la curva reológica.....	60
2.8. VARIABLES DE RESPUESTA.....	62
CAPITULO 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICO	63
3.1. METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN DE DATOS.....	63
3.2. VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DEL HALF SPOOL. .	64
3.3. MUESTRA DE CÁLCULO.....	66
3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS	70
CAPÍTULO 4: VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD	74
4.1. ANÁLISIS DE LA PRESIÓN DE CAMBIO	74
4.2. ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DEL TORNILLO	75
4.3. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE CICLO.....	76
4.4. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE LLENADO	78
CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
5.1. Conclusiones	80
5.2. Recomendaciones.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS.....	89
ANEXO A: PARÁMETROS DEL PROCESO DE LOS LOTES ESTUDIADOS EN LA BASE DE DATOS	90
ANEXO B – BASE DE DATOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HALF SPOOL..	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Peso molecular contra porcentaje de conversión para a) Polimerización por etapas b) Polimerización en cadena.....	3
Figura 1.2: Ejemplo de Despolimerización en cadena.....	8
Figura 1.3: Degradación térmica por grupos laterales.....	8
Figura 1.4: Ejemplo de una curva viscoelástica.....	9
Figura 1.5: Ejemplo de un componente plástico formado por extrusión.....	13
Figura 1.6: Liberación de un componente del moldeo por inyección.....	14
Figura 1.7: Esquema del proceso de fusión en un tornillo. En la zona A, fusión es por conducción; en B, la fusión es por cizallamiento; C, contiene plástico parcialmente fundido, y D, plástico sin fundir (sólido).....	16
Figura 1.8: Unidades estructurales principales de una máquina de moldeo por inyección.....	17
Figura 1.9: Diagrama seccional de una máquina de moldeo por inyección horizontal.....	17
Figura 1.10: Velocidad del cañón, tomando como punto de referencia el tornillo.....	23
Figura 1.11: Modificación de la velocidad aparente de barril con respecto al tornillo por el componente de retracción.....	24
Figura 1.12: Fenómeno de remojo, crecimiento del espesor del material fundido.....	25
Figura 1.13: Velocidad de la carrera de inyección.....	26
Figura 1.14: Distancias de fusión en la Inyección.....	26
Figura 1.15: Verificación del modelo de Robert Nunn.....	27
Figura 1.16: Diagrama utilizado para determinar la contrapresión específica sobre el tornillo	29
Figura 1.17: Diagrama de Ishikawa para la plastificación en la máquina moldeadora...	34
Figura 1.18: Ejemplo de un histograma.....	36

Figura 1.19.: Diagrama de dispersión de defectos.....	36
Figura 1.20: Ejemplo de un gráfico de control estadístico de proceso.....	37
Figura 1.21: Gráfico de control con promedio constante.....	43
Figura 1.22: Gráfico de control con promedio móvil.....	44
Figura 2.1: Curva de Presión de Inyección.....	52
Figura 2.2: Curva reológica del proceso.	53
Figura 2.3: Curva de sellado de compuerta	53
Figura 2.4: Diseño e implementación del SPC para el proceso de moldeo por inyección.....	58
Figura 2.5: Curva Reológica del Half Spool.....	59
Figura 2.6. Definición gráfica de Tiempo de ciclo.....	62
Figura 3.1: Ejemplo del orden requerido para la base de datos.....	66
Figura 3.2: Herramienta de Excel utilizada en el análisis de datos.....	67
Figura 3.3 : ANOVA para un solo factor.....	67
Figura 3.4: Resultados del análisis de Varianza para el tiempo de ciclo.....	67
Figura 3.5: Resultados de presión de cambio de la base de datos.....	72
Figura 3.6: Resultados de tiempo de llenado de la base de datos.....	72
Figura 3.7: Resultados de tiempo de Ciclo de la base de datos.....	73
Figura 3.8: Resultados de Velocidad del Tornillo de la base de datos.....	73
Figura 4.1: Verificación de efectividad de la Presión de Cambio.....	74
Figura 4.2: Verificación de efectividad de la velocidad de husillo.....	75
Figura 4.3: Velocidad del husillo con los límites correcto.....	76
Figura 4.4: Prueba de verificación del tiempo de ciclo.....	77

Figura 4.5: Control Estadístico de proceso para la prueba de verificación del tiempo de ciclo.....	78
Figura 4.6: Control estadístico de proceso para la prueba de verificación del tiempo de llenado.....	78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1: Ejemplos de módulos de Young y Fuerzas de tensión de diferentes polímeros.....	5
Cuadro 1.2: Ejemplo de dimensiones típicas de tornillo para diferentes plásticos.....	18
Cuadro 2.1: Propiedades mecánicas de la resina ABS Cyclolac MG47-2502 blanco.....	49
Cuadro 2.2: Parámetros de proceso para el ABS Cyclolac MG47-2502 blanco.....	50
Cuadro 2.3: Valores de cpK obtenidos para la validación de PQ del Half Spool.....	55
Cuadro 2.4: Variables de entrada del proceso de fabricación del Half Spool.....	56
Cuadro 3.1: Parámetros de entrada a la máquina moldeadora.....	65
Cuadro 3.2: Resultados Obtenidos de límites de control para cada variable.....	70
Cuadro A.1: Datos recopilados de la dimensión 0.435 in – 0,447 in.....	90
Cuadro A.2: Datos recopilados de la dimensión 0.106 in – 0,112 in.....	90
Cuadro A.3: Datos recopilados de la dimensión 0.061 in – 0,068 in.....	91
Cuadro A.4: Datos recopilados de la dimensión 0.115 in – 0,120 in.....	91
Cuadro A.5: Datos recopilados de la dimensión 0.077 in – 0,083 in.....	92
Cuadro A.6: Datos recopilados de la dimensión 0.032 in – 0,036 in.....	92
Cuadro A.7: Datos recopilados de la dimensión 0.071 in – 0,074 in.....	93
Cuadro A.8: Datos recopilados de la dimensión 0.034 in – 0,038 in.....	93
Cuadro A.9: Datos recopilados de la dimensión 0.036 in – 0,042 in.....	94
Cuadro A.10: Datos recopilados de la dimensión 0.305 in – 0,313 in.....	94
Cuadro A.11: Datos recopilados de la dimensión 0.301 in – 0,307 in.....	95
Cuadro A.12: Datos recopilados de la dimensión 0.022 in – 0,027 in.....	95
Cuadro A.13: Datos recopilados de la dimensión 0.024 in – 0,029 in.....	96

Cuadro A.14: Datos recopilados de la dimensión 0.243 in – 0,250 in.....	96
Cuadro A.15: Datos recopilados de la dimensión 0.246 in – 0,255 in.....	97
Cuadro A.16: Datos recopilados de la dimensión 0.033 in – 0,043 in.....	97
Cuadro A.17: Datos recopilados de la dimensión 0.108 in – 0,115 in.....	98
Cuadro A.18: Datos recopilados de la dimensión 0.057 in – 0,063 in.....	98
Cuadro A.19: Datos recopilados de la dimensión 0.055 in – 0,060 in.....	99
Cuadro A.20: Datos recopilados de la dimensión 0.055 in – 0,060 in.....	99
Cuadro A.21: Datos recopilados de la dimensión 0.057 in – 0,063 in.....	100
Cuadro A.22: Datos recopilados de la dimensión 0.034 in – 0,043 in.....	100
Cuadro A.23: Datos recopilados de la dimensión 0.034 in – 0,043 in.....	101
Cuadro B.1: Base de datos del proceso de producción del Half Spool.....	102
Cuadro C.1: Base de datos de la prueba de verificación de efectividad del proceso de producción del Half Spool	166

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el control de calidad es algo crítico en las empresas que manufacturan dispositivos médicos debido a la criticidad de los productos durante su funcionamiento. Sin embargo los avances tecnológicos que han ocurrido durante los últimos años y las campañas de optimización de inversiones han hecho que diferentes industrias inviertan en sistemas que permitan tener un control de calidad más estricto pero a menor costo.

El Control de Proceso Estadístico (SPC), agrupa una serie de herramientas y técnicas las cuales tienen como objetivo comprobar la estabilidad de un proceso productivo, y seguirla con el uso de gráficas de control, para una fácil identificación de posibles problemas del proceso productivo que tengan que ser corregidos

El diseño e implementación del SPC en un proceso permite reducir costos de inspección tales como equipo, tiempo de operario; así como que permite detectar de forma inmediata cuando un proceso pierde su condición de estabilidad evitando que exista un mayor impacto del producto lo que también ayuda a la disminución de costos como en re-trabajo, devolución de productos, desecho de producto terminado, entre otros.

El tema de este proyecto se eligió debido a la necesidad de la implementación del sistema de control estadístico de proceso en una máquina de moldeo por inyección la cual utiliza un molde multicavidad y con un diseño de pieza plástica complejo.

Consecuentemente, se planteó realizar una investigación para determinar las variables que realmente afectan al moldeo por inyección, así como una prueba de verificación que permita confirmar que las variables escogidas para el diseño del control estadístico de proceso y los límites escogidos para ellas, son capaces de representar el moldeo por inyección del componente plástico de estudio.

La culminación de este proyecto busca traer beneficios para la producción de la empresa interesada. Se aportará información del proceso actual, así como las condiciones bajo las que fue validado y resultados de las inspecciones de calidad actuales del proceso. A su vez se determinarán los límites de control aceptables para cada una de las variables consideradas críticas para el proceso.

CAPITULO 1: MARCO TEÓRICO

1.1. POLÍMEROS.

1.1.1. La química de los polímeros.

Los polímeros son uniones de grupos químicos idénticos o monómeros que se agrupan para formar moléculas de grandes masas moleculares. Se conocen diferentes tipos de polímeros tales como los termoplásticos, plásticos termoestables, cauchos vulcanizables, donde las propiedades de cada tipo de polímeros pueden variar fácilmente de un polímero a otro (Belofsky, 1995).

Esa variedad existente de las propiedades de los polímeros, más la necesidad mundial de buscar materiales alternos y de bajo presupuesto ha hecho que la industria de plásticos se desarrolle con mucha facilidad (Belofsky, 1995).

Parte de las investigaciones que se han realizado acerca del proceso de formación de polímeros se basa en el tipo de reacciones químicas que deben realizar para que se obtengan las características deseadas en un componente plástico. Dos de las más básicas reacciones son el crecimiento por etapas y el crecimiento en cadena. (Long & McGrath, 2001).

El crecimiento por etapas se basa en que una única reacción química es la responsable de la formación del polímero sin embargo presenta como desventaja que requiere una alta pureza de monómeros, así como que los balances estequiométricos generan monómeros disfuncionales y no permite que existan reacciones en paralelo, estas tres condiciones hacen que sea muy complicado el poder mantenerlas para poder obtener un alto porcentaje de conversión. Mientras que; en el crecimiento en cadena se generan diferentes velocidades lo que implica diferentes mecanismos de reacción. Este último tipo se caracteriza por tener una etapa de iniciación, propagación y terminación, lo que genera moléculas de alto peso molecular con un bajo porcentaje de conversión (Long & McGrath, 2001).

El peso molecular de los polímeros es una de las principales características que se analizan, ya que es una de las propiedades que asegura el cumplimiento de la mayoría de propiedades buscadas, tanto físicas como mecánicas y químicas. Según la figura 1.1, se puede notar que en el caso de polimerización por etapas, se generan moléculas de alto peso molecular a altos porcentajes de conversión, mientras que en las reacciones en cadena se tienen altos pesos moleculares a bajos porcentajes de conversión (Long & McGrath, 2001).

Una vez que los polímeros se forman y se les da un tiempo de crecimiento adecuado hasta que toman una consistencia de grano, es decir las resinas, se venden a las diferentes industrias para que ya

dispongan del material para los diferentes usos propuestos. Uno de los usos que se le da a la resina es el tratamiento para lograr moldear partes plásticas.

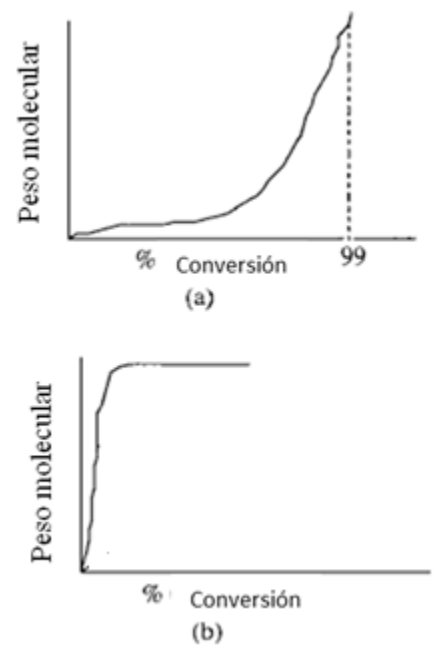


Figura 1.1: Peso molecular contra porcentaje de conversión para a) Polimerización por etapas b) Polimerización en cadena (Long & McGrath, 2001).

1.1.2. Polímeros en la industria médica

Como se mencionó anteriormente, existen muchos usos diferentes para los plásticos sin embargo, el tema de interés en nuestro caso son los dispositivos médicos. Una de las principales complicaciones que tiene la selección correcta del material consiste en que muchos dispositivos requieren de superficies que sean adheribles, fácil de grabar o imprimir y que sean biocompatibles de acuerdo con los estándares requeridos, sin embargo los metales, resinas y otros componentes no siempre cumplen con los parámetros establecidos.

Por estas razones es que los materiales que se utilizan en la manufactura dispositivos médicos conllevan ciertos rasgos como:

- Alto costo, las altas condiciones de pureza, así como de las propiedades mecánicas, físicas y químicas requeridas, han hecho que la elaboración de estos materiales sea más delicada y exigente, lo que eleva los costos de producción de las resinas.

- Este alto costo tiene por consecuencia que las empresas se frenen en la parte de innovación y desarrollo de nuevos materiales.
- Altas exigencias a nivel del marco regulatorio debido al riesgo que hay en relación con los pacientes en quienes se utilicen estos dispositivos.

Sin embargo, los laboratorios que han desarrollado polímeros para dispositivos médicos y han logrado hacer una clasificación basada en las exigencias posibles de cada dispositivo a desarrollar. Es por esta razón que, según el uso que se le dé a la parte plástica moldeada, se deben considerar las propiedades de los polímeros (Drobny, 2007).

Uno de los grupos de polímeros principales por estudiar es el de los termoplásticos. Los termoplásticos se caracterizan por ser redes de polímeros que son capaces de: absorber cargas en la superficie de las cadenas, formar cristales pequeños, coalescencia de los centros iónicos; y coalescencia de bloques vidriosos (Drobny, 2007). Estas características permiten clasificarlos según su aplicación en cuatro categorías: resinas cómodas, resinas intermedias, resinas ingenieriles y las ingenieriles de alto rendimiento.

1. Plásticos de Alto consumo, son aquellos utilizados para producir grandes volúmenes y tienen gran cantidad de usos. Son de bajo costo y con propiedades limitadas. Algunas de las resinas que caen bajo esta categoría son: Poliestireno (PS), Polietileno (PE), Copolímero de acrilato estireno (SAN) Nitrocelulosa (CN), Polibuteno (PB), Bismaleimidias (BMI), poliéster insaturado (UP) y cloruro de polivinilo (PVC) (Campo, 2006).
2. Plásticos de consumo intermedio: este grupo se caracteriza por poseer mejores propiedades mecánicas, térmicas, químicas y eléctricas que las anteriores. Son ideales cuando se requiere modificar solo una propiedad en específico. Algunas de éstas son: acrílicos, Olefín termoplástico (TPO), óxido de polifenileno (PPO), termoplásticos vulcanizados (TPV), caucho procesable derretible (MPR), poliestireno de alto impacto (HIPS), formaldehído melamina (MF), polipropileno (PP), Acrilonitrino-butadieno-estireno (ABS), acrilonitrino-estireno (SAN), éter de polifenileno (PPE), poliuretano (PUR), híbridos de uretano, poliéster alquídicos (PAK), copolímeros elastómeros termoplásticos estirénicos (TPR) y polietileno ultra denso (UHMWPE) (Campo, 2006).
3. Plásticos ingenieriles se caracterizan porque sus propiedades mecánicas son comprobadas y estudiadas. Algunas son resinas compuestas, las que son resinas básicas a las que se les agregan aditivos para mejorar sus propiedades físicas: acetales, poliamidas (nylon , PA),

policarbonato (PC), tereftalato de polibutileno (PBT), tereftalato de polietileno (PET), fibra reforzada de polipropileno, bloques de copoliéster (TPE), poliamidas, silico, epoxy, cianato, entre otras (Campo, 2006).

4. Plásticos ingenieriles de alto rendimiento, son aquellas en las que sus propiedades mecánicas, eléctricas y químicas son óptimas a altas temperaturas y con una mayor vida útil. Por ejemplo: nylon de alta temperatura (PA), cristales polímeros líquidos (LCP), polisulfonas (PSU), fluoropolímeros, polieterimida (PEI), poliariletercetona (PAEK), siliconas y poliamidas (Campo, 2006).

1.1.3. Propiedades Físicas de los polímeros

Las propiedades de los polímeros están directamente asociadas con la configuración estructural de los átomos. Por ejemplo los polímeros amorfos (no cristalinos) son fáciles de simular ya que se puede estudiar la fuerza atómica, mientras que en los cristalinos depende de la naturaleza de la región que se esté estudiando. A continuación se presentan algunas de las propiedades físicas más importantes de los polímeros (Stuart, 2002).

1.1.3.1. Comportamiento Tensión - deformación

Existen tres tipos de tensión básicos a los que se puede someter un material: tensión de elasticidad (resistencia a las fuerzas de estiramiento), tensión de compresión (resistencia a las fuerzas de compresión) y tensión de corte (resistencia al aplastamiento). La deformación es el cambio dimensional que sufre un material producto de una tensión (Stuart, 2002).

Cuando la deformación y la tensión son proporcionales, un polímero tiene comportamiento elástico, el cual puede simularse mediante el modelo elástico de Young. En el Cuadro 1.1 se anotan los valores de la fuerza de tensión y el módulo de Young para diferentes polímeros (Stuart, 2002).

Cuadro 1.1: Ejemplos de módulos de Young y Fuerzas de tensión de diferentes polímeros (Stuart, 2002).

Polímero	Fuerza de tensión (MPa)	Módulo de young (GPa)
LDPE	5-25	0.1 – 0,3
HDPE	15-40	0.5-1.2
UHMWPE	20-40	0,2-1.2
PP	25-40	0.9-1.5
PVC (no plastificado)	25-70	2.5-4.0
PS	30- 100	2.3-4.1

Cuadro 1.1 (Continuación): Ejemplos de módulos de Young y Fuerzas de tensión de diferentes polímeros (Stuart, 2002)

Polímero	Fuerza de tensión (MPa)	Módulo de young (GPa)
PMMA	80	2.4-3.3
Nylon 6,6	82	3.3
Nylon 6	78	2.6-3.0
Nylon 1 1	1.5	44
Nylon 6 6 (con 30% de fibra de vidrio)	160-210	10-11
FTFE	10-40	0.3-0.8
PTFE (con 25% de fibra de vidrio)	7-20	1,7
ABS	41-45	2,1 – 2,14

En la industria médica las propiedad es de tensión – deformación de un plástico son claves a la hora de escoger el tipo de resina que se va a utilizar para el diseño de un dispositivo; por ejemplo: si el componente moldeado se va a utilizar para almacenar algún tipo de sustancia, o si es un punto de apoyo para el doctor, se requieren materiales que soporten altas fuerzas de tensión, y por ende que posean un alto módulo de Young como por ejemplo la ABS. Si por el contrario la parte moldeada tiene que funcionar como una válvula de desahogo que debe moldearse a la presión que soporte el dispositivo se utilizan resinas como Nylon 1 1. (Campo, 2006) Por ello se concluye que dependiendo del uso que se le vaya a dar al dispositivo, así será la escogencia del material.

1.1.3.2. Degradación polimérica

En la industria de dispositivos médicos, uno de los principales factores que se debe evitar es la degradación del material que compone el dispositivo, ya que la vida útil de los mismos debe ser de varios años ya que se extiende de las materias primas que se utilizaron para crear cada componente hasta el momento en que el médico utiliza el dispositivo, o más (dependiendo de la funcionalidad del mismo) (Stuart, 2002).

La degradación de un polímero ocurre según el medio ambiente el que este se encuentre y principalmente afecta las propiedades físicas y de apariencia del material, y en condiciones extremas puede darse una degradación química (Stuart, 2002).

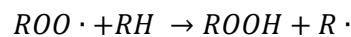
Existen casos en el que se requieren componentes plásticos que soporten condiciones ácidas como las resinas utilizadas en prótesis dentales sin que sufran desgaste o descomposición. Sin embargo, existe otro tipo de polímeros como los hilos utilizados para coser heridas, los cuales se necesitan que sean absorbidos por el cuerpo, es decir que se degraden químicamente. También existen casos

de polímeros que al formar parte de un ensamble de componentes requieren ser soldados con soldadura ultrasónica o dispositivos que requieren ser esterilizados mediante tratamientos ultravioleta. (Belofsky, 1995)

Los ejemplos anteriores fueron citados ya que son ejemplos de casos comunes de la industria médica, para los cuales se deben conocer los diferentes tipos de degradación que se explican a continuación.

Degradación oxidativa

Los polímeros termoplásticos y los elastómeros generalmente se ven afectados por los radicales peróxidos ($ROO\cdot$), los cuales son muy inestables y reaccionan exotérmicamente en presencia de iones metálicos de transición y de calor, la siguiente reacción ejemplifica un caso no deseado de degradación oxidativa (Stuart, 2002).



Para evitar estas reacciones, a los polímeros se les agregan antioxidantes tales como sulfuros divalentes o fósforos trivalentes, ya que estos permiten la formación de hidroperóxidos (POOH) que previenen la formación de radicales (Stuart, 2002).

Degradación térmica

La estabilidad térmica de los polímeros está directamente relacionada con la energía de los enlaces que lo conforman (a mayor fuerza de enlace, más estabilidad térmica), esta energía está directamente relacionada con las diferencias de electronegatividades entre la unión de 2 elementos. Esta degradación ocurre cuando se aplica una energía igual o mayor a la de los enlaces de la molécula (Stuart, 2002).

Existen dos tipos de degradación térmica:

- **Despolimerización en cadena:** la molécula polimérica se fracciona dejando moléculas pequeñas de igual composición (Ver Figura 1.2).

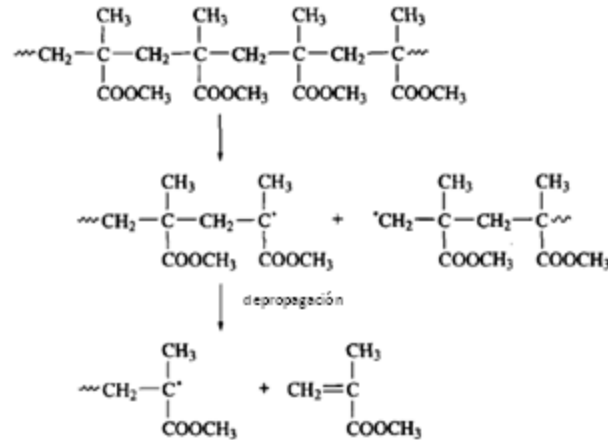


Figura 1.2: Ejemplo de despolimerización en cadena (Stuart, 2002).

- **Reacción de grupos laterales:** Estas reacciones ocurren cuando las moléculas tienen extremos ácidos, los cuales son capaces de desestabilizarse para formar un ácido o agua, la Figura 1.3 muestra un ejemplo de esta reacción.

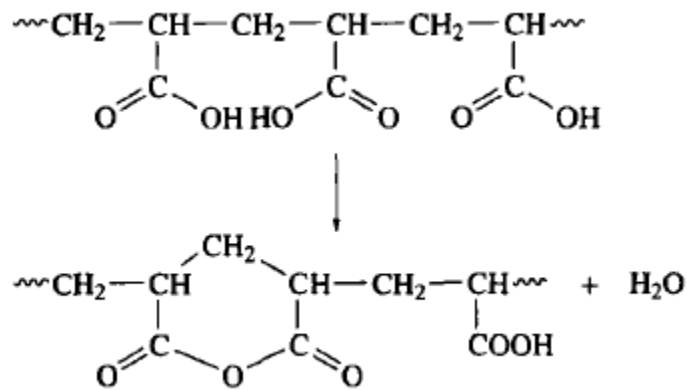


Figura 1.3: Degradación térmica por grupos laterales (Stuart, 2002).

Degradación por radiación

Cuando un polímero está expuesto a radiaciones de rayos X, β y/o γ se ve afectado con la ruptura de enlaces covalentes tales como C-Cl, C-C ó C-O generando iones que reaccionan con otros átomos, generando un reordenamiento de la molécula (Stuart, 2002).

1.1.3.3. Flujo Viscoso

El flujo viscoso es la deformación irreversible del abultamiento de un polímero asociado con la irreversibilidad del deslizamiento de los puentes moleculares sobre el otro. La viscosidad de un polímero depende del peso molecular de la muestra. (Stuart, 2002).

La viscosidad es una de las características principales que se buscan para el moldeo, extrusión y demás tratamientos que se le dan a las resinas, ya que es el parámetro que establece la condición a la que debe llegar el polímero para que sea fácil de moldear. (Rosato D. , 2000)

1.1.3.4. Viscoelasticidad

La viscoelasticidad es el nombre de la propiedad física de los polímeros que les permite tener deformación irreversible, pero dependiente del tiempo. Esta propiedad depende de la fuerza de los enlaces que conforman la molécula, sus conformaciones y la capacidad de rotación que tengan dichas uniones (Stuart, 2002).

El comportamiento viscoelástico depende del arrastre del polímero, la tensión que se genera aumenta con el incremento de la temperatura. Una curva común de un polímero viscoelástico se muestra en la Figura 1.4. ; donde en el eje Y se muestra el arrastre del polímero y en el eje X se muestra el tiempo (Stuart, 2002).

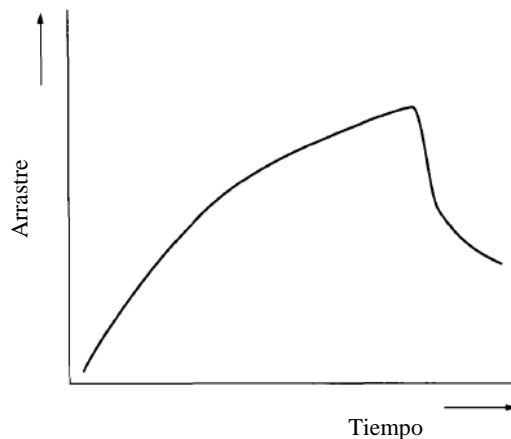


Figura1.4: Ejemplo de una curva viscoelástica (Stuart, 2002).

La viscoelasticidad de un polímero es un comportamiento que se compara con la viscosidad definida en la ficha técnica para definir las condiciones de operación del moldeo por inyección. Ya que en el momento en el que el polímero tiene un valor de apropiado; es cuando se debe empezar la inyección del plástico, sin que se llegue a puntos de degradación térmica que pueda implicar

defectos en las piezas moldeadas (Belofsky, 1995). Ese momento óptimo de comportamiento de la viscoelasticidad varía para cada resina, para ello la ficha técnica debe incluir el valor aproximado de viscosidad a una temperatura definida.

1.1.4. Copolímeros

Los copolímeros son aquellos polímeros compuestos por 2 o más monómeros diferentes, al ser distintos a lo homopolímeros (formados por un único tipo monómero) les permite desarrollar características superiores o inferiores a estos. Estas combinaciones de monómeros generan redes impenetrables, formadas por diferentes tipos de enlaces (Rosato D. , 2000).

Al existir combinaciones de monómeros que disminuyen alguna propiedad del polímero, lo cual es una condición no deseada, se diseñaron los copolímeros compuestos, a los cuales se les añade algún otro compuesto reactivo con los monómeros como por ejemplo los aditivos, llenadores, refuerzos los cuales mejoran las características del copolímero original. Esta mezcla de propiedades llamada sinergia, indica que el producto final contiene mejores propiedades que la suma de ellos (Rosato D. , 2000).

En la producción de materia prima es de gran importancia la composición o mezcla de materiales, específicamente en el caso del moldeo por inyección, se deben mezclar previamente y de manera homogénea, ya que si no está bien mezclado, se pueden alterar las propiedades en cada una de las partes moldeadas. Uno de los copolímeros principales utilizados en el moldeo por inyección es el Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno o ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrenes) (McKeen, 2008).

1.1.4.1 ABS

En el mercado se encuentran diferentes grados (mezclas en diferentes porcentajes de aditivos, llenadores o refuerzos) de manera que el encargado del diseño del producto es capaz de estudiar las características que requiere para poder determinar el grado adecuado del ABS para su proceso (Rosato D. , 2000).

La estabilidad a alta temperatura, resistencia a ataques químicos y la dureza se deben a los bloques de acrilonitrilo, mientras el butadieno, que es un elastómero, proporciona tenacidad a cualquier temperatura. El bloque de estireno aporta resistencia mecánica y rigidez (SIIM & Co, 2012).

El rasgo más importante del ABS es su gran tenacidad, incluso a baja temperatura (sigue siendo tenaz a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$). Además es duro y rígido, tiene una resistencia química aceptable, baja absorción de agua, y por lo tanto buena estabilidad dimensional, alta resistencia a la abrasión, y puede recubrirse con una capa metálica con facilidad. El ABS se puede, en una de sus variantes, cromar por electrólisis dándole distintos baños de metal a los cuales es receptivo (SIIM & Co, 2012).

1.2. MOLDEO POR INYECCIÓN

1.2.1. Diseño de la parte plástica

La industria médica cuenta con dispositivos que tienen diferentes usos, desde catéteres, implantes, torniquetes, entre otros; por lo que se requieren diferentes diseños de partes plásticas los cuales se encuentran como componentes de dichos dispositivos. Por ello es que para el diseño de una componente plástico de un dispositivo médico se debe considerar lo siguiente: (Bayer, 2012)

- **Carga Mecánica**: es preciso conocer la capacidad del material para todos los tipos de carga mecánica, incluyendo cargas de corta duración estática, impactos y cargas vibratorias o cíclicas que podrían conducir a la fatiga del material. Así, se debe determinar las cargas a largo plazo que podrían causar deformación o variaciones en la tensión para ello se debe conocer el módulo de Young y la fuerza de tensión que es capaz de soportar un componente moldeado.
- **Temperatura**: se debe considerar la temperatura máxima y mínima a la que se somete el material, con el fin de determinar los cambios físicos y/o químicos que pueda experimentar el material por la degradación térmica que pueda causarse al exponer al material a condiciones no adecuadas.
- **Exposición química**: si el plástico va a estar en contacto con algún tipo de sustancia, se hace preciso conocer las propiedades de ésta, para estar en capacidad de seleccionar el material se va a utilizar, asegurando que no existen posibilidades de reacciones químicas. En estos casos puede ocurrir que se dé la degradación oxidativa del polímero, así como por la reacción de los grupos laterales de las cadenas de monómeros.
- **Propiedades eléctricas**: se debe conocer si el material presenta alta o baja resistencia eléctrica en el caso de que el dispositivo médico requiera de algún circuito eléctrico. Esta propiedad depende de la configuración polimérica así como de los compuestos adicionales al carbono que tenga el polímero para permitir el desplazamiento de cargas (electrones).

- **Ambiente:** en el caso de que el material se exponga a luz ultravioleta, humedad, cambios de temperatura, entre otros factores ambientales, se deben buscar polímeros resistentes a dichas exposiciones para evitar la degradación por radiación del polímero.
- **Apariencia:** la resina se debe seleccionar de manera que tenga propiedades físicas que se adapten a la función del componente plástico como color, transparencia, dureza, elasticidad, entre otras.
- **Legislación:** Diferentes Gobiernos y entidades privadas cuentan con agencias como: Laboratorios Aseguradores (Underwriters' Laboratories (UL)) para los dispositivos eléctricos, Militares (Military (MIL)) para aplicaciones militares, Administración de Medicamentos y Alimentos (Food and Drug Administration (FDA)) para aplicaciones con alimentos y el contacto corporal fluido, Departamento de Agricultura de Estados Unidos (United States Department of Agriculture (USDA)) para los plásticos en la carne y equipos de aves de corral, y la Fundación Nacional de Saneamiento Laboratorios de Ensayo (National Sanitation Foundation Testing Laboratory, Inc. (NSF)) de los plásticos en aplicaciones de procesamiento de alimentos y de agua potable. Estas agencias se encargan de dictar los requerimientos mínimos que deben cumplir los dispositivos plásticos según su campo.
- **Vida Útil:** se debe conocer el tiempo en el que un dispositivo médico va a ser utilizado para saber el tiempo mínimo que debe pasar el polímero sin sufrir ningún tipo de degradación.
- **Tolerancias dimensionales:** en el diseño de un componente plástico, se trabaja con tolerancias ajustadas que se requieren para un adecuado ajuste y función de la pieza.
- **Proceso:** se debe saber si un proceso es capaz de mantener, mejorar o cumplir cada uno de los requerimientos anteriores así como poder llegar a la condición óptima de viscoelasticidad para la producción de un componente plástico.

1.2.2. Procesos de producción de componentes plásticos termoestables.

La mayoría de los polímeros que se utilizan en la industria médica son los termoestables, por las propiedades de este tipo de polímeros que anteriormente se han discutido. Existen diferentes procesos para el desarrollo de componentes plásticos, los cuales se describen en las siguientes secciones (Swift & Brooker, 2013).

1.2.2.1. Extrusión

En la extrusión, el material fundido pasa continuamente a través de una matriz que forma un perfil que está dimensionado, enfriado, y solidificado. Produce, perfiles rectos continuos, que se cortan a determinada longitud. (Swift & Brooker, 2013)

Esta técnica es comúnmente utilizada para la creación de láminas y hojas de plástico, así como producción de tubos. Algunos de los usos de estos productos son marcadores de carretera, el ajuste de la automoción, los sostenedores de los precios en las tiendas, y marcos de ventanas (ver Figura 1.5) (Swift & Brooker, 2013).



Figura 1.5: Ejemplo de un componente plástico formado por extrusión

Si una pieza necesita de características tales como agujeros o muescas, se requieren operaciones secundarias aparte del proceso de extrusión que se suman al coste final del producto (Swift & Brooker, 2013).

1.2.2.2. Moldeo por Inyección

El método más común para el procesamiento de termoplásticos es el moldeo por inyección, implica forzar plástico fundido a entrar en moldes aplicando alta presión. El plástico es forzado a tomar la forma del molde mediante el enfriamiento y su solidificación. Por lo general, el proceso de moldeo por inyección puede producir grandes cantidades de piezas, adaptarse a una amplia variedad de tamaños de piezas, ofrece repetitividad de parte a parte, y hacer piezas con tolerancias estrechas.

Los moldes pueden producir características y texturas complejas, así como los elementos estructurales y de montaje (ver Figura 1.6). Los dragados e hilos generalmente requieren mecanismos de molde que elevan el precio del proceso (Swift & Brooker, 2013).

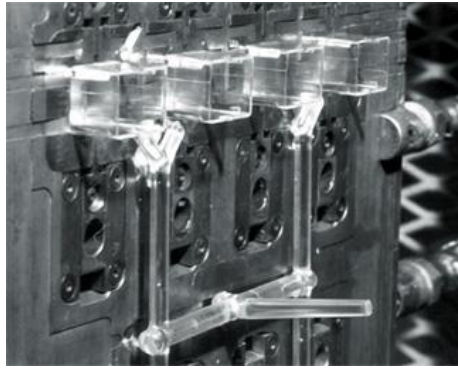


Figura 1.6: Liberación de un componente del moldeo por inyección.

1.2.2.3. Termoformado

El Termoformado crea formas a partir de láminas termoplásticas que se ha calentado hasta ablandarlas. Mediante vacío o presión, se atrae o empuja la lámina ablandada sobre un molde donde se enfría causando que la lámina se adapte a la forma. Los costos de este proceso de baja presión son mucho más bajos por los moldes usados. El termoformado puede producir piezas grandes en moldes y equipos relativamente baratos. Generalmente este proceso se utiliza para construir componentes de automóviles (Swift & Brooker, 2013).

1.2.2.4. Moldeo por soplado

Esta técnica es utilizada para producir botellas, contenedores o bombillos. Además si el diseño lo permite, el proceso también puede producir formas huecas tales como conductos de aire de automóviles y tanques de gas. El espesor de la pared puede variar a lo largo de la parte y puede cambiar con el procesamiento (Swift & Brooker, 2013).

El moldeo por soplado no puede producir características que sobresalen de la superficie. La geometría de la pieza determina los costos de moldes y equipos, que pueden ir tan altos como los del moldeo por inyección.

Los dos tipos más comunes de moldeo por soplado son extrusión e inyección.

- En el moldeo por extrusión y soplado, las mitades del molde “pellizcan” el extremo de un tubo extruido colgando hasta que se sella. La presión de aire aplicada en el tubo, lo expande y lo presiona contra las paredes del molde hueco. La forma soplada se enfría como una forma hueca de paredes delgadas. Y en un paso secundaria elimina el vestigio en la zona de estrangulamiento (Swift & Brooker, 2013).

- El Moldeo por soplado de inyección sustituye una forma moldeada en lugar de la preforma extruida. La presión de aire aplicada desde el interior de la forma moldeada expande el polímero en la forma del molde hueco. En este proceso se elimina el vestigio y se facilita la formación en el extremo opuesto de roscas de tornillo (Swift & Brooker, 2013).

1.2.2.5. Rotomoldeo

En el rotomoldeo, una cantidad medida de resina termoplástica, por lo general en polvo, se coloca dentro de un molde, que luego se calienta externamente. El molde gira sobre dos ejes perpendiculares, lo que causa que la resina cubra la superficie del molde calentado. Esto continúa hasta que todo el plástico se funde para formar las paredes de la cavidad. El molde se enfría girando para solidificar el material (Swift & Brooker, 2013).

1.2.3. Moldeo por inyección de termoplásticos

El proceso de moldeo por inyección se explica en las siguientes etapas: (Rosato D. , 2000)

1. La sección de alimentación inicia con el transporte del sólido el cual viene del tratamiento previo (secado y mezclado), hacia el cañón. En esta parte ocurre un poco de compactación y un poco de calentamiento del plástico.
2. Al comienzo de la transición por el cañón, el plástico se calienta y se aumenta la compresión. El plástico sólido es forzado contra el cilindro, provocando una acción de deslizamiento. Este calor por fricción crea una fina película de plástico fundido en la superficie interior del barril.
3. Como los plásticos se continúan deslizando a lo largo de la zona de transición, aumenta la fusión y la compresión. Por lo general, la mayor parte de la fusión tiene lugar en la zona de transición. Aquí, el plástico se divide en tres partes: un lecho compactado sólido, una película de masa fundida a lo largo de la superficie de barril, y una piscina de masa fundida (Ver Figura 1.7). La masa fundida se forma producto de películas que se acumulan cuando el sólido se desplaza por las paredes del cañón.
4. La profundidad del cañón disminuye a medida que el plástico se desplaza de la zona transición. Además como la fusión continúa, la anchura y el volumen de la cama de sólidos disminuye, mientras la anchura y el volumen de la masa fundida incrementa. Sin embargo, con la disminución de la profundidad, la velocidad de cizallamiento aumenta.
5. Continuando el descenso a través del cañón, el material sólido se separa haciendo que los plásticos fundidos se distribuyan a lo largo del canal. La fusión producto de la fricción

tiende a detenerse. Sin embargo, al llegar a la zona de dosificación (entrada al molde) poco profunda debe producirse la fusión completa de todo el material.

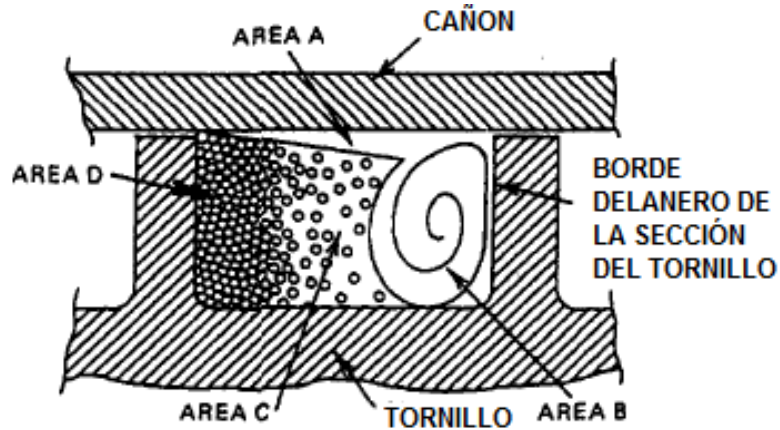


Figura 1.7: Esquema del proceso de fusión en un tornillo. En la zona A, fusión es por conducción; en B, la fusión es por cizallamiento; C, contiene plástico parcialmente fundido, y D, plástico sin fundir (sólido) (Rosato D. , 2000).

6. El plástico continúa por la sección de medición superficial para su salida del plastificador (tornillo y el cañón).
7. El plástico es inyectado desde el final de la zona de transición al molde.
8. Dentro del molde, el fluido se desplaza llenando cada una de las cavidades del molde, mientras comienza el proceso de enfriamiento de las cavidades para solidificar el plástico.
9. Una vez solidificado el polímero, se da la apertura del molde para liberar el producto final (disparo o tiro) que son las partes moldeadas.

Una máquina de moldeo por inyección debe ser capaz de: brindar un soporte seguro para el molde, permitir el movimiento de apertura y cierre de las mitades del molde, generar la fuerza de cierre para mantener el molde cerrado mientras se inyecta, tener el espacio, capacidad y controladores térmicos y de presión para poder proveer el plástico fundido a inyectar; generar la fuerza de inyección para llenar el espacio de la cavidad de molde, dar la fuerza de expulsión de partes moldeadas, incluir los controles de secuenciación y temperatura necesarias; entre otras funciones adicionales que se requieran (Rees, 2001).

Una forma generalizada de ver una máquina de moldeo por inyección, es que se compone de un sistema de controles y alineamiento que se basan en sistemas hidráulicos y eléctricos; además cuenta con una unidad de plastificación o de inyección, un molde y una unidad de cierre. Esta forma generalizada se muestra en la Figura 1.8 (Rees, 2001).

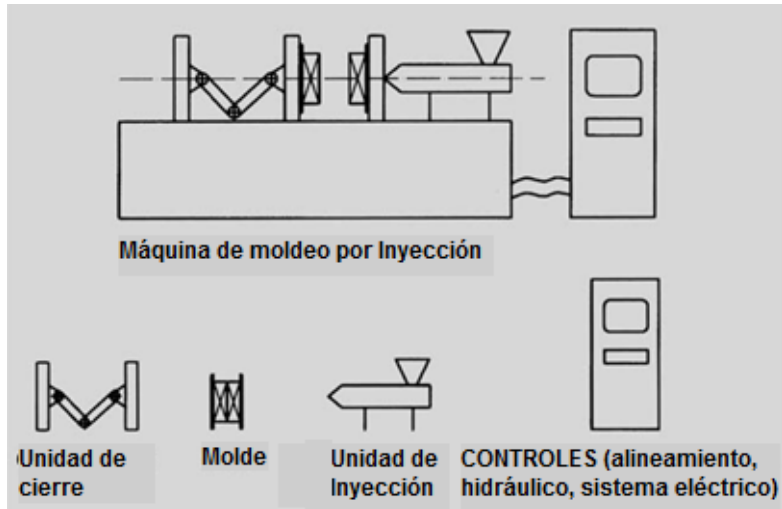


Figura 1.8: Unidades estructurales principales de una máquina de moldeo por inyección (Walter & Helmut, 2001).

Para evitar que existan diferencias de temperatura y viscosidad en el material fundido se debe mejorar la mezcla que se alimenta al tornillo, por lo que se recomienda el uso de tolvas en la alimentación (Rosato D. , 2000).

En la Figura 1.9 se muestra una máquina de moldeo por inyección horizontal, en la cual se representan cada uno de las zonas que se han explicado anteriormente a través de las 9 etapas. La etapa 1 ocurre en la zona señalada con la letra A, las etapas de la 2 a la 6 ocurren en la zona B, gracias a los controles de la zona E. la etapa 7 ocurre en la sección señalada con CD, la etapa 8 ocurre en la sección C, y la zona D es la responsable de que la etapa 9 pueda ocurrir (Rosato D. , 2000).

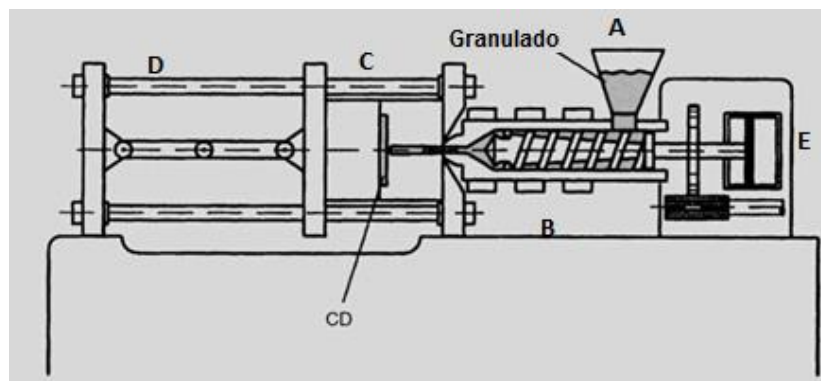


Figura 1.9.: Diagrama seccional de una máquina de moldeo por inyección horizontal (Walter & Helmut, 2001).

1.2.4. Plastificación en la máquina moldeadora.

El proceso de plastificar un polímero es la parte esencial del moldeo por inyección, el proceso se da de dos formas: (Rosato D. , 2000)

- El plástico es alimentado a través de un tornillo hasta la cámara (1 etapa)
- El que ocurre en 2 etapas, en la primera el tornillo gira a revoluciones entre 0,34 a 2,07 MPa donde se prepara el plástico para fundirse, y de ahí es ingresado a la cámara (segunda etapa) donde se lleva a cabo su fundición.

Debido a estas opciones de fundir el plástico, se debe analizar una variable más, la presión del inyector, la cual se debe fijar de acuerdo con las propiedades físicas del polímero que se va a utilizar para moldear (Rosato D. , 2000).

El volumen del fundido, el comportamiento del fluido y la velocidad son factores que son determinados directamente del dimensionamiento del tornillo. Los valores se muestran en el siguiente Cuadro, y depende del tipo de material que se utilice (Rosato D. , 2000).

Cuadro 1.2: Ejemplo de dimensiones típicas de tornillo para diferentes plásticos (Rosato D. , 2000).

Dimensión (in)	PVC Rígido	Poliestireno de alto impacto	Polietileno de baja densidad	Polietileno de alta densidad	Nylon	Butirato Aceto celulosa.
Diámetro	4 ½	4 ½	4 ½	4 ½	4 ½	4 ½
Largo total	90	90	90	90	90	90
Zona de alimentación (F)	13 ½	27	22 ½	36	67 ½	0
Zona de compresión	76 ½	18	45	18	4 ½	90
Zona de fusión (M)	0	45	22 ½	36	18	0
Fondo en M	0,200	0,140	0,125	0,155	0,125	0,125
Fondo en F	0,600	0,600	0,600	0,650	0,650	0,650

Lo que sí es un hecho es que la velocidad de empaque no es un factor determinante en comparación con la contrapresión.

La capacidad plástica se define como la cantidad de plástico que puede fundirse y homogenizarse en el cañón por unidad de tiempo (lb/h o kg/s). Si el valor de la capacidad plástica es muy baja comparada con el tamaño del disparo del producto, implica que el plástico no se ha fundido por completo; mientras que un valor muy alto, implica que el plástico va a estar degradado (Rosato D. , 2000).

Otro punto clave del proceso es el hecho de que la temperatura utilizada para fundir el plástico debe ser removida de la cavidad para que la parte moldeada pueda solidificar. Lo más común en los procesos de moldeo es que se use agua como fluido de enfriamiento en las cavidades. Lo importante es que entre más rápido se logre reducir la temperatura de la cavidad, menor es el ciclo de proceso del moldeo por inyección (Rosato D. , 2000).

Para controlar el proceso de fundir los pellets de resina, se han establecido las siguientes variables para controlar: (Rosato D. , 2000)

1. Perfil de calor en el cañón (temperatura a lo largo de varios puntos en el cañón)
2. Velocidad del tornillo (rad/s)
3. Torque del tornillo
4. Recorrido del tornillo
5. Presión de inyección (contrapresión)

La segunda etapa consiste en la inyección de la resina ya fundida en el molde cerrado. Algunas de las variables que determinan este proceso son: (Rosato D. , 2000)

- Presión de Inyección: presión hidráulica aplicada al polímero fundido para llenar las cavidades del molde.
- Presión de alivio: presión hidráulica aplicada al molde para asegurar el llenado de las cavidades y de la contracción del polímero.
- Velocidad de inyección: velocidad a la que se inyecta el polímero al molde.
- Inyección programada: forma de llenado donde se varía la velocidad de inyección en diferentes etapas del proceso.

El objetivo de controlar estas variables es la obtención de una temperatura homogénea a lo largo de todo el material fundido, ya que si hay un cambio en la temperatura, se producen variaciones en el polímero, generando así un cambio en el flujo y por ende, un mal llenado del molde (Rees, 2001).

1.2.4.1. Efecto del flujo en la plasticidad

Como se mencionó anteriormente el flujo que tenga el material a la hora de llenar el molde va a ser crucial en el acabado final de las partes moldeadas ya que puede presentar defectos como: cambios en la parte geométrica (dimensiones críticas), orientación, el acabado de la superficie, la dureza, entre otras (Rosato D. , 2000).

Los factores que afectan al flujo son: (Rosato D. , 2000)

- Distancia del flujo.
- Grosor de la pared.
- Características del material.
- Temperatura de fusión.
- Temperatura del molde y velocidad de enfriado.
- Presión.

El fluido tiene que desplazarse a lo largo del cañón en la máquina, hasta llegar a llenar cada una de las cavidades del molde. Sin embargo se deben considerar cada uno de los procesos que ocurren en el cañón, la importancia de la geometría del mismo y los procesos que ocurren en él (Rosato D. , 2000).

A continuación se analizarán cada uno de los factores que afectan al diseño del cañón.

Material

La geometría del pellet de resina es uno de los factores que se debe considerar en el diseño. Si se tienen polvos o refilados suaves generan más dificultades que los pellets, cubos, refilados pesados; debido a que la densidad es una de las propiedades que más afecta el diseño del proceso (Rosato D. , 2000).

La densidad define que el momento de inicio de la inyección del plástico, si se tiene materiales de baja densidad, estos logran llenar de forma adecuada las entradas del material. En el caso de necesitar resinas que se encuentran pulverizadas, se recomienda darles un tratamiento previo para generar granos o pellets de mayor tamaño (Rosato D. , 2000).

Además en el caso de las diferentes resinas que se utilizan se pueden encontrar casos a los cuales se les añaden aditivos los cuales favorecen a la plasticidad del material como es el caso de aditivos y concentrados: antiestáticos, antibloqueo, deslizantes, purgas, cargas de carbonato de calcio,

clarificadores y protectores de UV. Los cuales deben estar mezclados en forma proporcional antes de ser alimentados de manera que no afecten el comportamiento de plastificación deseado (Rosato D. , 2000).

Alimentación del Tornillo

La alimentación es la sección donde ingresan los pellets de resina para ser fundidos, hasta que se dé una acumulación de material suficiente para ser fundido en la siguiente etapa (Rosato D. , 2000).

El diseño de la alimentación debe de tener agujeros que permitan el ingreso de la resina de manera suave y homogénea a lo largo de toda la sección; y un ángulo que evite la acumulación de material a la entrada (Rosato D. , 2000).

Además se deben considerar factores como la velocidad del desplazamiento del material, la fricción entre el material y las paredes (condición deseada), y entre los pellets de resina (condición no deseada) (Rees, 2001).

La temperatura en la alimentación es otro de los factores importantes en la sección, ya que una temperatura baja no favorece al deslizamiento de la resina en las paredes internas del cañón, mientras que temperaturas muy altas se acelera la fundición, generando un mal llenado de las cavidades (Rees, 2001) .

1.2.4.4. Sección de transición

En esta sección se dan el cambio en el flujo desde la alimentación hasta la dosificación del material. Para ello, consta de tres procesos que ocurren en ella:

Fusión:

El plástico sólido comienza a desplazarse por esta sección, gracias a los procesos de compresión y fricción con las paredes del cañón que se encuentran a altas temperaturas. Con ello el material se somete a procesos de conducción de calor de las paredes al pellet (Rosato D. , 2000).

Al definir las variables que controlan el proceso, si se escoge una alta velocidad del tornillo y altas temperaturas del cañón, se asegura una alta transferencia de calor y por ende un alto rendimiento de fusión del material, sin embargo esto genera que en la dosificación haya acumulación de material, lo cual es un evento no deseado en el diseño porque se provoca la extrusión del plástico (Rosato D. , 2000).

El caso contrario, es que se programen velocidades bajas del tornillo y baja temperatura del cañón, el material llega a la zona de dosificación en estado sólido, generando acumulación del material de gran volumen y alta densidad que puede llegar a bloquear el movimiento del tornillo (Rosato D. , 2000).

Para prevenir esto, se recomiendan velocidades de tornillo bajas, y regular la temperatura del cañón para controlar la fusión del material (Rosato D. , 2000).

Compactación y eliminación de vacíos.

La resina ingresa al cañón dejando espacios de aire entre cada uno de los pellets o granos, cuando cada uno de ellos se funde, se generan burbujas de aire que quedan en el material fundido. Otro de los procesos que ocurre en el cañón es la eliminación de estas burbujas que llegan a generar vacíos, el tamaño del tornillo es la parte crucial en esta etapa (Rosato D. , 2000).

En el caso de que se diseñe un radio de compresión muy grande, existe una gran posibilidad de que se generen aglomeraciones de partículas sólidas ya que el tornillo no es capaz de fundir el material. Si se diseña un radio de compresión pequeño, se genera una alimentación superficial en la inyección y el medidor puede llegar a sobrecalentarse debido al vacío que se genera (Rosato D. , 2000).

Acumulación de presión.

Como se ha explicado anteriormente, en la zona de transición el material es forzado a introducirse en un espacio más pequeño y por lo tanto se acumula presión (punto de inyección). Al producirse un cambio de volumen, se produce un cambio en la presión. En la mayoría de las máquinas moldeadoras, se genera un cambio de presión al final de la transición o el comienzo del punto de inyección (Rosato D. , 2000).

Dosificación

La dosificación en el proceso de moldeo de inyección consiste en regular el paso del material fundido desde el final de la zona de transición hacia las cavidades del molde. Sin embargo, el dosificador debe cumplir con: mantener la presión y temperatura del fluido, continuar fundiendo y darle refinamiento al fundido, conservar la presión en el cañón (Rosato D. , 2000).

1.2.5. Elementos del proceso de plastificación.

En la sección anterior se explicaron cada una de las etapas que son determinantes en el proceso de moldeo por inyección. A continuación se explicará matemáticamente la acción de la plastificación basándose en los siguientes procesos: rotación del tornillo, remojo, y distancia de inyección. Estos elementos pueden entonces ser combinados posteriormente en un modelo global (McKeen, 2008).

1.2.5.1. Rotación del tornillo

Durante el proceso de rotación del tornillo, el polímero es llevado a deslizarse por los canales del tornillo, debido a la diferencia de velocidad existente entre el tornillo y el barril. Utilizando como punto de referencia el tornillo, se puede concluir que la velocidad del cañón está representada por la ecuación 1.1: (McKeen, 2008)

$$V = \pi DN \quad (1.1)$$

Donde D es el diámetro del tornillo, N es la velocidad rotacional del tornillo, y v es la velocidad tangencial la cual está formada por dos componentes ortogonales, tal y como lo muestra la Figura 1.10 , y se representa con las ecuaciones matemáticas (1.2) y (1.3): (McKeen, 2008)

$$V_x = V \sin \theta \quad (2.2)$$

$$V_z = V \cos \theta \quad (2.3)$$

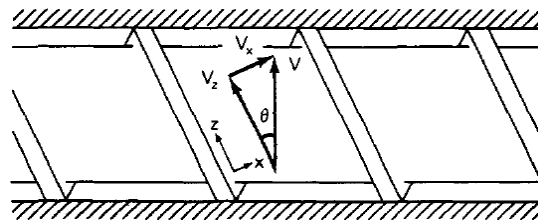


Figura 1.10: Velocidad del cañón, tomando como punto de referencia el tornillo (Rosato D. , 2000).

El movimiento del tornillo en rotación está acompañado por el movimiento axial cuando el tornillo se retrae, en consecuencia, la velocidad aparente del barril con respecto al tornillo no es tangencial, por lo cual se agrega el componente V_r (Ver Figura 1.11). En general, la velocidad de retracción V_r es suficientemente pequeña en comparación con la velocidad de rotación V de modo que su efecto se puede despreciar, aproximando así la situación a la de la extrusora de un solo tornillo. (McKeen, 2008)

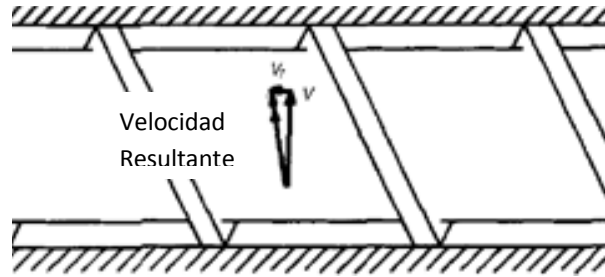


Figura 1.11: Modificación de la velocidad aparente de barril con respecto al tornillo por el componente de retracción (Rosato D. , 2000)

A medida que el polímero se transporta a lo largo del canal del tornillo, se somete a una serie de efectos diferentes. En la primera parte del canal del tornillo, el polímero se compacta y se mueve como un tapón sólido elástico. En la región media del tornillo, la fusión del polímero se lleva a cabo a partir de los efectos combinados de la transferencia de calor del cilindro calentado, y la conversión de la energía mecánica en energía térmica por los procesos de fricción y disipación viscosa. Cuando la fusión es completa, derretir de transporte se produce en la etapa final del canal del tornillo (McKeen, 2008).

1.2.5.2. Fenómenos de Remoje

El fenómeno de remoje consiste en el crecimiento y desplazamiento de la capa de polímero fundida, la cual, por el movimiento rotacional del tornillo logra entrar en contacto con el material sólido acelerando el proceso de fusión de la resina mediante la conducción del calor. En la Figura 1.12 se ejemplifica el crecimiento del espesor del material fundido, este proceso se representa a través de la ecuación 1.4 (McKeen, 2008).

$$\delta^2 = \frac{2K_m(T_b - T_m)t_s}{\rho_s(\lambda + Cp_s(T_m - T_s))} + \delta_0^2 \quad (1.4)$$

Donde:

- δ Espesor de la capa fundida.
- δ_0 Espesor inicial de la capa fundida.
- ρ_s Densidad del sólido (resina).
- t_s Tiempo de remojo.

K_m Conductividad térmica del medio.

λ Calor latente.

Cp_s Calor específico del sólido.

T_s Temperatura del sólido.

T_m Temperatura del medio.

T_b Temperatura del cañón

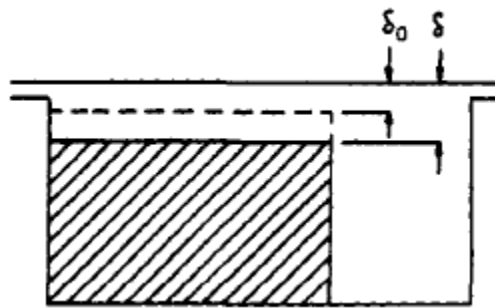


Figura 1.12: Fenómeno de remojo, crecimiento del espesor del material fundido (Rosato D. , 2000).

Al analizar la ecuación 1.4 se puede determinar que para una película inicialmente delgada o espesor cero, el crecimiento de la película es grande; pero para una película inicialmente gruesa, el crecimiento de la película es pequeño. En consecuencia, la tasa de fusión por conducción (en unidades de masa por unidad de tiempo) disminuye progresivamente a medida que la película de masa fundida crece en espesor (McKeen, 2008)

1.2.5.3. Carrera de inyección

Para analizar la carrera de inyección, se debe empezar estudiando la velocidad axial del movimiento del cañón con respecto al tornillo. Esta velocidad se divide en 2 componentes, los cuales se ejemplifican en la Figura 1.13 y se representan matemáticamente en la ecuación 1.5 , 1.6 y 1.7. (McKeen, 2008)

$$V_i = \frac{S_i}{t_i} \quad (1.5)$$

$$V_{iX} = V_i \cos \theta \quad (1.6)$$

$$V_{iZ} = V_i \sin \theta \quad (1.7)$$

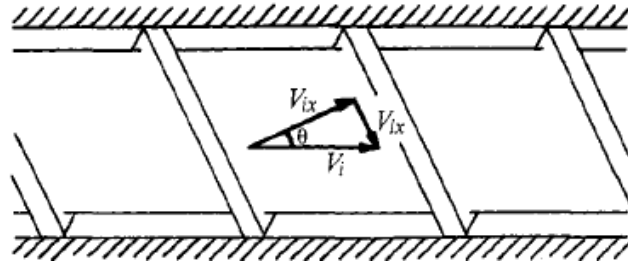


Figura 1.13: Velocidad de la carrera de inyección (Rosato D. , 2000)

De los componentes, el que representa un mayor aporte en la fusión del material es V_{iX} ya que genera un movimiento del material no fundido, hacia el punto donde ocurre la fusión, ayudando que se mantenga el espesor de la película fundida y disminuyendo la cantidad de material sólido (Rosato D. , 2000).

El científico inglés, Dr. Robert E. Nunn, en su tesis doctoral de 1975, *Seven Plasticating in the Injection Molding of Thermoplastics*, encontró el modelo matemático que logra explicar la combinación de procesos que ocurren en el moldeo por inyección para asegurar el espesor de la capa de material fundido, y la misma se presenta en la ecuación 1.8 y la Figura 1.14 (Rosato D. , 2000) .

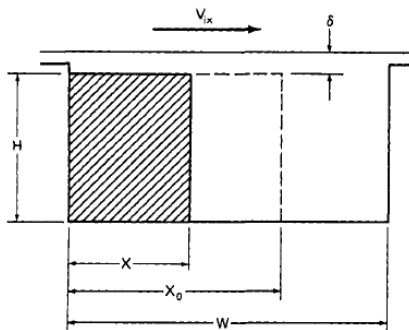


Figura 1.14: Distancias de fusión en la Inyección (Rosato D. , 2000)

$$\frac{X}{W} = \frac{X_0}{W} e^{\left[\frac{1}{t_i \delta H \rho_m} \frac{2k_m t_i^2 (T_b - T_m) + \mu (s_i \cos \theta)^2}{2Cp_s (T_m - T_s) + 2\lambda} \right]} \quad (1.8)$$

Donde

X_0	Ancho inicial de la capa del sólido.
W	Ancho del canal.
H	Altura de la capa del sólido
μ	Viscosidad del fundido

Tal y como lo muestra la ecuación 1.8, el comportamiento es de tipo exponencial. Las constantes de tiempo prácticas se encuentran en el rango de 5 a 50 segundos para la mayoría de situaciones de fusión en tiempos de inyección. El perfil de la anchura de lecho sólido en el extremo de inyección y el tiempo de inyección indican la importancia de la carrera de inyección, como se muestra en la Figura 1.15. La validez de este modelo para la carrera de inyección de fusión se ha demostrado, y es un método útil para estimar el perfil lecho sólido al final de la carrera de inyección (Rosato D. , 2000).

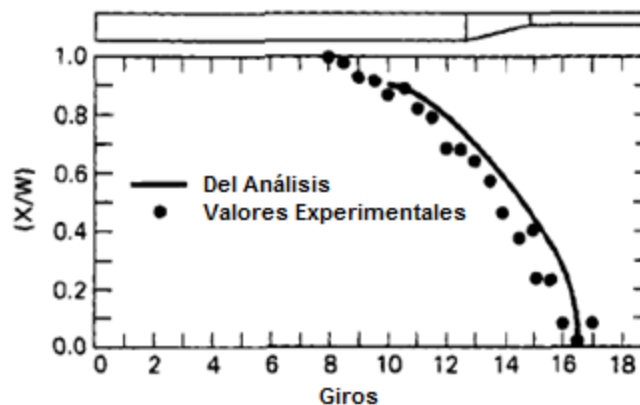


Figura 1.15: Verificación del modelo de Robert Nunn (Rosato D. , 2000)

1.2.5.4. Presión de Inyección

La presión de inyección del tornillo sobre el material fundido se ve afectada por la resistencia del tornillo que se presenta cuando avanza durante la etapa de inyección. La relación de la presión de inyección (P_1) entre su área de aplicación (A_1) es directamente proporcional a la presión del circuito (P_C) entre el área plastificada (A_2), dicha relación se presenta en la ecuación 1.9 (McKeen, 2008).

$$P_1 = \frac{P_c \cdot A_1}{A_2} = \frac{F}{A_2} \quad (1.9)$$

F es la fuerza aplicada por el pistón hidráulico de inyección. La fuerza aplicada determina, entre otras variables, el tamaño del disparo de la máquina. La ecuación 1.10 permite calcular el tamaño del disparo en centímetros cúbicos (Q) (McKeen, 2008).

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} c n \quad (1.10)$$

Donde

- c Carrera del tornillo (cm)
- n Rendimiento volumétrico (0.75 aproximadamente)
- d Diámetro del tornillo

Se han desarrollado varias gráficas que relacionan el modelo de Robert E. Nunn (ecuación 1.7), la presión de inyección (ecuación 1.8) con variables dimensionales como el diámetro del tornillo para poder encontrar la presión específica, la contrapresión (Rosato D. , 2000).

La Figura 1.16 permite elegir los valores correctos de la contrapresión específica sobre el tornillo (es decir, en el material fundido) durante la fase de plastificación. En general, los valores de $\frac{1}{10}$ y a $\frac{1}{20}$ de la presión de inyección se pueden adoptar. Sin embargo, cuando los polímeros reforzados con vidrio tienen que ser plastificados, se debe seleccionar la contrapresión baja con el fin de evitar la ruptura de fibras de vidrio y la consiguiente disminución de la resistencia pieza moldeada (Rosato D. , 2000).

Ventajas de Utilizar Tornillo en el moldeo por inyección

Hay grandes ventajas a usar el tornillo, en la que la fusión es resultado de la acción de cizallamiento del tornillo. A medida que las moléculas se deslizan uno sobre el otro, la energía mecánica del husillo se convierte en energía térmica, y se aplica el calor directamente al material. Esta acción, además del de mezclado del tornillo, le da a este método de plastificación varias ventajas importantes: (Michaeli & Helmunt, 2001)

1. Esta alta tasa de cizallamiento disminuye la viscosidad, haciendo que el material fluya con mayor facilidad.
2. Buenos resultados de mezcla en una homogénea fundida.

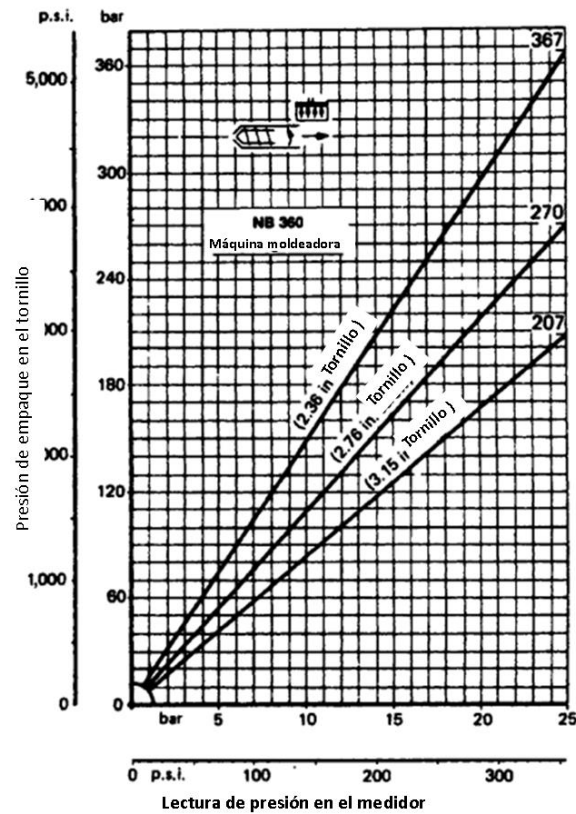


Figura 1.16: Diagrama utilizado para determinar la contrapresión específica sobre el tornillo (Rosato D. , 2000).

3. El flujo es no laminar.
4. El tiempo de residencia en el cilindro es aproximadamente tres disparos, en comparación con el de ocho a diez tiros de una máquina de pistón.
5. La mayor parte del calor se suministra directamente al material.
6. Debido al poco calor que se suministra desde el calentamiento de bandas, el ciclo se puede retrasar por un período más largo antes de purgar.
7. El método se puede utilizar con materiales sensibles al calor, tales como PVC.
8. La acción del tornillo reduce las posibilidades de retención de material y por consiguiente, la degradación del mismo.
9. La cámara de pre-plastificación está delante del tornillo.

10. El tornillo es más fácil para purgar y limpiar que una máquina de pistón.

Cuando se va a comprar una máquina de moldeo por inyección con tornillo, el proveedor debe incluir la siguiente información: (Michaeli & Helmunt, 2001)

1. Tipo: tornillo de vaivén o tornillo-pot
2. Diámetro del tornillo
3. Radio
4. El peso máximo en onzas (o kilogramos) de poliestireno que se puede inyectar en un disparo o el volumen de material por disparo
5. La capacidad de plastificación, que está en efectuar la cantidad de material que puede ser fundido por unidad de tiempo con el tornillo en ejecución continuamente en el moldeo por inyección del tornillo corre alrededor de la mitad del tiempo.
6. La presión máxima de inyección en el tornillo, por lo general 138 MPa.

1.2.5.5. Inyección del Plástico

El proceso de inyección consiste en ingresar el plástico fundido del cañón al molde Para ello, las máquinas moldeadoras tiene la ventaja de que se pueden definir diferentes velocidades de inyección, normalmente a velocidades altas, se moldean piezas finas y se reducen los tiempos de ciclo; y a bajas velocidades piezas gruesas (Rees, 2001).

La velocidad de inyección debe regularse bien para cada proceso, ya que se pueden generar paredes más gruesas, o que comience el proceso de solidificación del polímero cerca del punto de inyección cuando no se ha llenado por completo la cavidad (Rees, 2001).

Las especificaciones de velocidades de inyección típicos para máquinas estándar son: (Rees, 2001)

- $131 \text{ cm}^3 / \text{s}$ hasta $262 \text{ cm}^3 / \text{s}$ para una máquina de 150 000 kg con capacidad de tiro de 0.17kg a 0.34 kg
- $409.6 \text{ cm}^3/\text{s}$ a $737.42 \text{ cm}^3/\text{s}$ para una máquina de 500 000 kg con capacidad de disparo de 1.36 kg a 2.15kg
- $1\ 147.09 \text{ cm}^3/\text{s}$ a $1\ 474.84 \text{ cm}^3/\text{s}$ para una máquina de 1000 000 kg con una capacidad de tiro de 4.54 kg a 5.10 kg.

La capacidad-velocidad de inyección de la máquina es una función directa de su capacidad de bombeo hidráulico. El caudal hidráulico determina la velocidad de inyección y la presión hidráulica controla la presión de inyección (Rees, 2001).

1.2.5.6. Contrapresión

La contrapresión es la presión que se opone al flujo de la masa fundida en el moldeo por inyección, la cual se genera por la mezcla del material. Controlar la contrapresión mejora la acción fusión plástica (plasticidad), dispersión del color, y la calidad de salida y velocidad (Rosato D. , 2000).

Con la rotación del tornillo y la presión de la masa fundida, se logra la mezcla del plástico junto con un aumento en la temperatura. La contrapresión consiste en la resistencia al movimiento hacia atrás del tornillo durante la preparación para un disparo posterior. Los valores de contrapresión normales van de 0.35 a 2,1 MPa (Rosato D. , 2000).

En el caso de los termoplásticos en un proceso de una sola etapa, se debe tener cuidado de mantener el aumento de la temperatura dentro de los límites prescritos cuando se utiliza contrapresión para mejorar las características de fusión. En un proceso de 2 etapas, la contrapresión no es necesaria para asegurar la mezcla homogénea del material, sin embargo se recomienda que si se va a utilizar, solo sea en la segunda etapa ya que se requiere una longitud más larga del cañón (Rosato D. , 2000).

1.2.5.7. Temperatura de fusión

Dentro del cañón, la temperatura se eleva hasta el punto en el que el plástico es fundido y fluye a baja presión. Esto se realiza mediante el calentamiento y la trituración del plástico sólido hasta que se forme una masa fundida con la temperatura y viscosidad uniforme. Esta acción se denomina plastificación (Swift & Brooker, 2013).

En casi todas las máquinas, sólo la temperatura del cañón está directamente controlada. El calor real de la masa fundida, alrededor del tornillo y a medida que sale, puede variar considerablemente, dependiendo de la eficiencia del tornillo utilizado y el método de operación (Swift & Brooker, 2013).

Los factores que afectan a la temperatura de fusión son: (Swift & Brooker, 2013)

- Tiempo de residencia (tiempo en el que el plástico permanece en el plastificador).
- Área de superficie de calentamiento interno del cilindro y el tornillo por volumen de ser plástico calentado.

- Conductividad térmica del cilindro, del tornillo y plástico.
- Diferencial de temperatura entre el cilindro y el fundido.
- La cantidad de turbulencia en la masa fundida.

1.2.5.8. Control de la temperatura

Para mejorar la estabilidad en la alimentación se debe controlar el ajuste de la temperatura del cañón, el objetivo es maximizar la fricción al cañón y minimizar la fricción al tornillo. La máxima fricción barril se produce normalmente a una temperatura cerca del punto de fusión del polímero. En el punto de fusión, el plástico es más viscoso para el factor de fricción máxima (Rosato D. , 2000).

La fusión en la superficie del barril debe ocurrir tan pronto como sea posible, y cualquier fusión en el tornillo debe ser retrasada. La temperatura de alimentación de plástico se puede modificar para afectar a esta acción (precalentamiento) (Rosato D. , 2000).

Por ello, la temperatura inicial en el plastificador de tornillo debe controlarse con el fin de precalentar el material pero sin que se funda en la sección de alimentación del tornillo antes de entrar en la zona de compresión (Rosato D. , 2000).

Además debe considerarse las propiedades del material, por ejemplo si es un polímero cristalino se requiere mayor calentamiento inicial para asegurar que se funda antes de alcanzar la zona de compresión (Rosato D. , 2000).

En la Figura 1.17 se ejemplifica un diagrama de Ishikawa, el cual muestra los factores principales que afectan el proceso de plastificación en la máquina moldeadora clasificándolos en material (propiedades y características del polímero a fundir), mano de obra (responsabilidades del operario, inspector e ingeniero a cargo del proceso), máquina (características de la máquina moldeadora y equipo auxiliar), medio ambiente y método (características del proceso definido).

1.3. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESO

Las nuevas exigencias del mercado demandan productos de calidad, sin embargo la calidad no es un término sencillo de definir. La mayoría de personas tiene una comprensión conceptual de la calidad en relación con las características deseables que un producto o servicio debe cumplir (Chassin & O'Kane, 2014).

La calidad se puede dividir en varias ramas o dimensiones, las cuales se explican a continuación: (Chassin & O'Kane, 2014)

- Rendimiento: el producto puede hacer el trabajo previsto.
- Confiabilidad: que tanto falla el producto.
- Durabilidad: por cuanto tiempo dura el producto.
- Facilidades para el cliente: que tan fácil es para el cliente obtener reparaciones del producto.
- Estética: es el producto atractivo para el cliente.
- Características: cuales son las funciones y ventajas del producto.
- Renombre: es el producto o la empresa reconocida por su calidad
- Cumple con los estándares.

Para cumplir las ocho dimensiones anteriores, las empresas han cambiado su filosofía de producción, haciendo que su principal enfoque sea las mejoras de la calidad, el cual consiste en la reducción de la variabilidad en los procesos y productos (Chassin & O'Kane, 2014).

Cada una de estas características tiene un valor deseado llamado el valor nominal o el objetivo, los cuales suelen ser limitados por tolerancias que se consideran ser lo suficientemente cerca de la meta a fin de no afectar el funcionamiento del producto, por lo que a característica de calidad no es un valor, sino un rango. El valor permitido más grande para una característica de calidad se llama el límite de especificación superior (USL), y el valor permitido más pequeña para una característica de calidad se llama el límite de especificación inferior (LSL). Algunas características de calidad tienen límites de especificación en un solo lado del objetivo. (Dietrich & Schulze, 1999)

Los productos no conformes son los que no cumplen con una o más de sus especificaciones. Un producto no conforme se considera defectuoso si tiene al menos un defecto, ya que las no conformidades son lo suficientemente graves como para afectar significativamente el uso seguro o eficaz del producto (Chassin & O'Kane, 2014).

Según lo anterior, Control Estadístico de Proceso se puede definir como la utilización de gráficos de control que mediante el análisis estadístico, permiten detectar comportamientos anómalos que afecten a la estabilidad del proceso y del producto. Siendo así su principal objetivo detectar a tiempo los comportamientos anormales de los datos de proceso para poder corregir el proceso antes de que se impacte el producto (Wheeler, 2004).

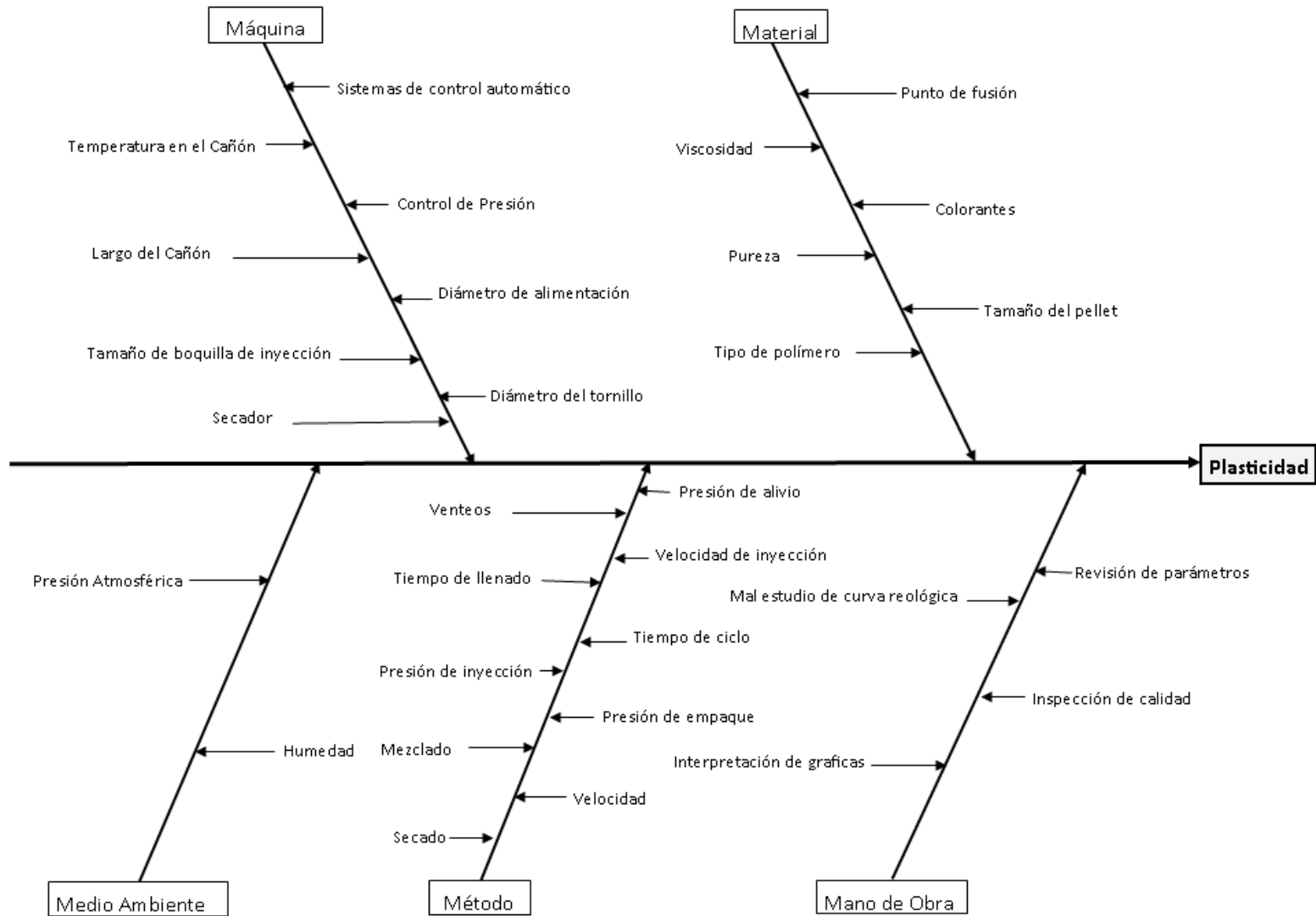


Figura 1.17: Diagrama de Ishikawa para la plastificación en la máquina moldeadora.

Es por ello que la importancia del SPC es que permite asegurar la estabilidad y la capacidad de cualquier proceso, ya que el único requisito que establece Shewhart es que se permita contar con datos del proceso de manera que mediante el análisis de los mismos se puedan establecer los límites, tanto superior como inferior donde el proceso se comporte de acuerdo con las condiciones esperadas. (Dietrich & Schulze, 1999)

En algunos casos, cuando una empresa busca mejorar sus procesos de fabricación también puede causar no conformidades. En el caso de Vention Medical, uno de los mayores problemas que tiene el departamento de moldeo son especificaciones del diseño de las partes moldeadas que se salen de los USL y LSL permitidos, así como defectos visuales en las partes moldeadas.

1.3.1. Estabilidad y Capacidad de un proceso

Un proceso se define como la combinación de factores tanto ambientales, personales, laborales y recursos que permiten llegar a un resultado que pueda ser medible. Al ser un resultado medible, permite que se desarrollen diferentes métodos de análisis estadístico que aseguren dos condiciones: estabilidad y capacidad (Wheeler, 2004).

Estabilidad de Proceso se define como el comportamiento esperado de la combinación de cada uno de los factores requeridos para producir un determinado producto. De acuerdo con la definición de SPC y sus gráficos de control; un proceso estable es aquel que se mantiene cercano a su valor nominal, o con un comportamiento predecible que se encuentre entre sus límites de control (Chassin & O'Kane, 2014).

Una vez que se sabe que un proceso determinado es estable, se procede a analizar la *capacidad del proceso*, la cual se define como el cumplimiento del proceso con las especificaciones que debe cumplir, es decir que el producto obtenido cumple con los requerimientos definidos por el cliente. Normalmente para determinar si un proceso es capaz se calcula el índice de capacidad o CPk los cuales son significativos si y solo si el proceso es estable. (Wheeler, 2004)

Para definir la capacidad de un proceso se pueden utilizar las siguientes herramientas estadísticas:

1.3.1.1 Histograma

Para construir un histograma de datos continuos, se debe dividir el rango de los datos en intervalos, que generalmente se llaman intervalos de clase, células o contenedores. Un ejemplo de este tipo de gráfico es el que se ejemplifica en la Figura 1.18 (Sarabia Alegría & Pascual Saénz, 2005).

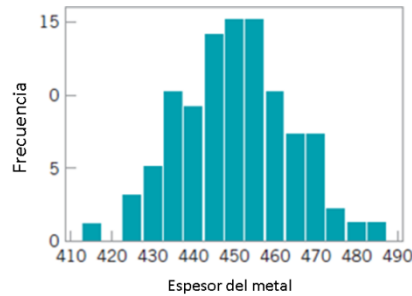


Figura 1.18: Ejemplo de un histograma (Sarabia Alegría & Pascual Saénz, 2005).

1.3.1.2. Diagrama de dispersión

Es un tipo de diagrama matemático que utiliza coordenadas cartesianas para mostrar los valores típicos para dos variables para un conjunto de datos. Los datos se muestran como una colección de puntos, teniendo cada uno el valor de una variable determinar la posición en el eje horizontal y el valor de la otra variable determina la posición en el eje vertical. Un ejemplo de un diagrama de dispersión se muestra en la Figura 1.19. (Kane, 1989).

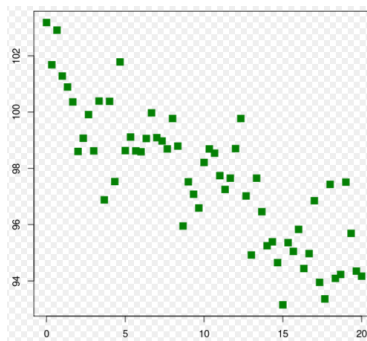


Figura 1.19.: Diagrama de dispersión de defectos (Kane, 1989).

1.3.1.3. Diagrama de concentración de defectos

El diagrama de la concentración de defectos es una herramienta gráfica útil en el análisis de las causas de los defectos del producto o parte. Consiste en un dibujo del producto en el que se muestran los lugares y frecuencias de diversos defectos (Kane, 1989).

1.3.1.4. Gráfico de Control

Un *gráfico de control* es una de las técnicas principales de control estadístico de procesos (SPC), el cual se ejemplifica en la Figura. 1.20. Esta gráfica representa los promedios de las mediciones de una característica de calidad en muestras tomadas del proceso en función del tiempo (o el número de la muestra). El gráfico tiene una línea central (CL) y los límites de control superior e inferior (UCL y LCL en la Figura. 1.20). La línea central representa el lugar donde esta característica proceso debe caer si no hay fuentes inusuales de variabilidad presente (Montgomery & Runger, 2014).



Figura. 1.20: Ejemplo de un gráfico de control estadístico de proceso (Montgomery & Runger, 2014).

Si bien es cierto que las representaciones anteriores de datos brindan mucha información acerca del comportamiento de los mismos, siempre se requiere más información acerca de la distribución probabilística que tiene la población que se está analizando. Es por esto que siempre que se analizan muestras, se debe buscar el mejor ajuste para identificar si su probabilidad es: (Kane, 1989).

- **Normal:** Exige que la media (μ) esté dentro del límite ($-\infty < \mu < \infty+$) y una varianza (σ^2) > 0 , con un comportamiento:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad -\infty < x < +\infty \quad (1.11)$$

- **Distribución LogNormal:** esta distribución ocurre cuando las variables en un sistema siguen una relación exponencial, por ejemplo, $x = e^{(w)}$; y el exponente es una variable aleatoria que sigue una distribución normal, en este caso w , y w tiene una distribución normal. En ese caso, la distribución de x se llama una distribución lognormal.

$$f(x) = \frac{1}{x\omega\sqrt{2\pi}} e^{\left[\frac{-(\ln(x)-\theta)^2}{2\omega^2}\right]} \quad 0 < x < \infty \quad (1.12)$$

- **Distribución Exponencial:** se define tal y como lo muestra la ecuación (1.13)

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \quad x \geq 0 \quad (1.13)$$

- **Distribución Gamma:** se define tal y como lo muestra la ecuación (1.14)

$$f(x) = \frac{\lambda}{\Gamma(r)} (\lambda x)^{r-1} e^{-\lambda x} \quad x \geq 0 \quad (1.14)$$

- **Distribución de Weibull Gamma:** La distribución de Weibull es muy flexible, y mediante la selección apropiada de los parámetros y de la distribución puede adoptar una amplia variedad de formas. La ecuación 1.15 representa la función que la describe.

$$f(x) = \frac{\beta}{\theta} \left(\frac{x}{\theta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x}{\theta}\right)^\beta} \quad x \geq 0 \quad (1.15)$$

Existen otros tipos de distribución, sin embargo los que se citaron anteriormente, son los más utilizados, y siempre se trata de que los datos se ajusten a este comportamiento para poder realizar el análisis estadístico de los mismos (Kane, 1989)..

Con estos gráficos y distribuciones se puede calcular la capacidad de un proceso, la cual se calcula como la diferencia entre las tolerancias del proceso entre la capacidad del mismo. La ecuación 1.16 muestra el cálculo de la capacidad de un proceso.

$$CPk = \frac{Tolerancias}{Capacidad} = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1.16)$$

Los índices de capacidad son una medida de cómo el proceso se ajusta a los límites de especificación, es por ello que se consideran como indicadores reales del proceso, ya que permiten medir la variabilidad. Esto permite concluir si el proceso está bajo control, si cumple con las características requeridas y si cada una de estas características tiene una distribución normal o no normal. (Goswami & Narayan Dutta, 2013)

En el caso de que las características tengan un comportamiento normal, se recomienda que se evalúe el proceso utilizando índices de capacidad (CPk) mientras que si se trabaja con poblaciones de datos no normales, se recomienda que el índice que se utilice para el estudio sea el PPK. (Goswami & Narayan Dutta, 2013)

Existen casos donde el proceso puede ser estable más no cumplir la capacidad, o el caso contrario que es cuando se tiene un proceso capaz mas no es estable. Sin embargo, el objetivo principal a la hora de definir un proceso es que se puedan asegurar ambas condiciones: estabilidad y capacidad para poder asegurarle un mejor producto al cliente; y no tener que proceder en rediseño, evaluación y comparación de procesos (Wheeler, 2004).

Para asegurar que un proceso estable cumple con los requerimientos del producto, primero se debieron establecer de manera correcta los límites de control de proceso para las variables que realmente afectan el proceso, es decir, las que implican que si se sale de los límites de control, el producto final o resultante no va a cumplir con los requerimientos del cliente. (Dietrich & Schulze, 1999)

1.3.2. SPC en Industria Médica

La norma ISO 13485:2003 es una norma general donde se indican los principales lineamientos que cualquier industria que produzca, desarrolle, diseñe e instale dispositivos médicos debe incluir en su sistema de calidad. La norma hace énfasis en que el sistema general de calidad de la empresa debe indicar que sus requisitos son meramente complementarios con la norma y que en ellos se basan los requerimientos técnicos de los productos (International Standard, 2003).

En la sección 7.5.2 de la norma se hace referencia a los requerimientos para la validación de productos, específicamente aclara que cualquier empresa que produzca dispositivos médicos debe validar cualquier proceso donde el producto resultante no puede ser medido o monitoreado constantemente, así como los procesos que se le presentan deficiencias constantemente. Los requisitos que pide para la empresa es que: (International Standard, 2003).

- Defina un criterio de revisión y aprobación de procesos.
- Aprobar el equipo y calificar al personal.
- Uso de métodos y procedimientos específicos.
- Requerimientos para los records.
- Revalidación.

Con ello la empresa debe probar que el proceso es capaz de cumplir con los resultados planeados (International Standard, 2003).

De igual manera, otra entidad de peso que ahonda más en los procesos de validaciones es la FDA. La FDA en su título 21, subcapítulo H; establece los criterios que exigen para las empresas que producen dispositivos médicos. En la sección 8.20.75 se definen los requerimientos para validaciones (Food and Drugs Administration, 2013).

El primer punto que menciona coincide con los requerimientos de la norma ISO:13485 el cual es que las validaciones son requeridas cuando el proceso no puede ser totalmente controlado, y exige que la validación debe hacerse con un alto grado de confianza para cumplir con los procedimientos correctos (Food and Drugs Administration, 2013).

Otra sección importante es la que define las responsabilidades del fabricante, las cuales son: el encargado de llevar a cabo la validación debe ser calificado para la tarea y que toda la información de la corrida de validación debe ser documentada (Food and Drugs Administration, 2013).

Por último, y es una de los puntos más importantes, es que cuando se realizan cambios o desviaciones al proceso, el fabricante debe revisar y evaluar el proceso y ejecutar una revalidación cuando es requerido. Vention Medical no cuenta con esta etapa de los procesos de validación, lo cual es un incumplimiento de la parte regulatoria que recae en esta sección de lo estipulado por la FDA (Food and Drugs Administration, 2013).

Existen diferentes etapas en las que se desarrolla un proceso de validación, las cuales deben seguir el siguiente orden: (The Global Harmonization Task Force, 2004)

- Calificación de la instalación (IQ por sus siglas en inglés, Instrument Qualification), en esta etapa se evalúa el equipo, su instalación y el sistema, de acuerdo con los requisitos tanto del proveedor como del fabricante.
- Calificación de Operación (OQ por sus siglas en inglés, Operation Qualification) establece los límites del proceso, y los valores nominales en los que el proceso cumple con los requerimientos establecidos.
- Calificación del proceso (PQ por sus siglas en inglés, Process Qualification) muestra que el proceso se comporta de manera consistente al cumplir con los requerimientos establecidos.

Las validaciones exigen que se utilicen métodos de análisis sencillos, para ello la estadística es la herramienta más utilizada en esos procesos; por ejemplo, se hace uso de cuadros de control, estudios de capacidad, diseño robusto de experimentos, análisis de tolerancias, planes de muestreo, entre otros (The Global Harmonization Task Force, 2004).

El SPC es una herramienta que viene a ser funcional, económica y de bajo presupuesto que permite a las industrias médicas un control más eficiente en los procesos de fabricación de dispositivos médicos, que por el uso que estos tienen requieren demostrar realmente la capacidad y estabilidad del proceso de manufactura; ya que son de uso humano. (The Global Harmonization Task Force, 2004)

Como bien se ha mencionado, el moldeo por inyección requiere de varios parámetros que sean controlados en su proceso, y más aún cuando son para el desarrollo de dispositivos médicos. Es por ello que diversas organizaciones se han dedicado a crear normas que regulen a las instituciones que las producen, por ejemplo la Food and Drugs Administration (FDA) y las normas ISO, específicamente la ISO 13485.

1.3.3. Herramientas del SPC

El SPC utiliza dos herramientas básicas las cuales son utilizadas para el análisis de datos de las variables del proceso objeto de estudio; las herramientas son: gráficos de control estadístico y series de tiempo.

1.3.3.1. Gráficos de Control

El gráfico de control es una técnica de monitoreo de procesos de gran utilidad; cuando se presenta variabilidad, los promedios de la muestra se colocan fuera de los límites de control. Esta es una señal de que se debe hacer alguna investigación sobre el proceso y la acción correctiva para eliminar estas fuentes inusuales de variabilidad tomadas. El uso sistemático de un gráfico de control es una excelente manera de reducir la variabilidad (Montgomery & Runger, Applied Statistics and Probability for engineer, 2014).

El *diseño de experimentos* es útil en el descubrimiento de las variables clave que influyen en las características de calidad de interés en el proceso. Un diseño de experimentos consiste en variar sistemáticamente los factores de entrada controlables en el proceso y determinar el efecto de estos factores sobre los parámetros del producto de salida. Los diseños de experimentos estadísticamente son de gran valor en la reducción de la variabilidad en las características de calidad y en la determinación de los niveles de las variables controlables que optimizan el rendimiento del proceso. A menudo, los avances significativos en el rendimiento del proceso y la calidad del producto, también resultan de usar experimentos diseñados (Montgomery & Runger, Applied Statistics and Probability for engineer, 2014).

Cuando se han identificado las variables de respuesta, y la relación entre las variables de entrada y la salida del proceso han sido calificadas, una técnica de control estadístico de procesos en línea para la supervisión y vigilancia del proceso puede ser empleada con bastante eficacia. Técnicas tales como gráficos de control pueden utilizarse para controlar la salida del proceso y detectar cuando se requieren cambios en las entradas para llevar el proceso de vuelta a un estado en el control. Los modelos que relacionan las entradas influyentes para procesar los resultados ayudan a determinar la naturaleza y magnitud de los ajustes requeridos. En muchos procesos, una vez que la naturaleza dinámica de las relaciones entre las entradas y las salidas se entiende, puede ser posible el control de ingeniería, control automático, o el control de retroalimentación. (Dietrich & Schulze, 1999)

1.3.3.2. Series de tiempo

Una serie de tiempo es una secuencia de valores medidos y ordenados cronológicamente. Para el análisis de estos, se usan métodos que además de facilitar la interpretación de los comportamientos, ayuda a extraer información sobre las relaciones entre los datos de la serie y que permiten extrapolar o interpolar los datos y así predecir el comportamiento de la serie en momentos no observados (Wheeler, 2004).

1.3.3.3. Herramientas de análisis

La selección de los límites de control es uno de los procesos más complicados del diseño de un método de control estadístico, ya que se puede recaer en los dos tipos de errores: tipo I, un punto cae fuera de los límites de control cuando no hay una causa asignable; o tipo II, un punto cae dentro de los límites de control cuando realmente está fuera de control. (Dietrich & Schulze, 1999)

Shewhart definió fórmulas para calcular el valor de los límites de control para gráficos normales con un promedio constante, las ecuaciones se representan en (1.17) para el límite superior y (1.18) para el límite inferior en casos como el que se muestra en la Figura 1.21. Las variables que se utilizan para el cálculo de los límites de control, se determinan mediante el estudio estadístico de la data poblacional o de la muestra. (Dietrich & Schulze, 1999)

$$UCL = \mu + u_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (1.17)$$

$$LCL = \mu - u_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (2.18)$$

Donde

- μ Promedio de los datos.
- u Tamaño de la muestra de la distribución normal.
- $1 - \alpha/2$ Nivel de confianza.
- $\hat{\sigma}$ Desviación estándar de la población.
- n Tamaño del subgrupo.



Figura 1.21: Gráfico de control con promedio constante. (Krajewski & Ritzman, 2000)

Cuando los procesos que se están analizando son de pruebas destructivas, se controlan parámetros y son grupos pequeños ($n = 1$), se puede utilizar el análisis de Shewhart para promedios móviles, ejemplo que se muestra en la Figura 1.22 (Dietrich & Schulze, 1999).

$$UCL = \mu + u_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (1.19)$$

$$LCL = \mu - u_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (1.20)$$

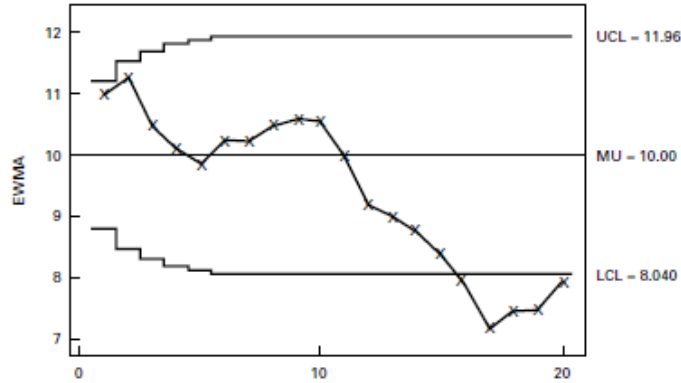


Figura 1.22: Gráfico de control con promedio móvil (Juran, 1998).

Sin embargo, cuando se tienen procesos con variaciones aleatorias del promedio o con un comportamiento aleatorio de los datos, se utilizan las ecuaciones de los límites extendidos de Shewhart los cuales se representan en las ecuaciones 1.21 y 1.22.

$$UCL = \mu + \hat{u}_{(1-\alpha/2)} \hat{\sigma}_{add} + u_{(1-\alpha/2)} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (1.21)$$

$$LCL = \mu - \hat{u}_{(1-\alpha/2)} \hat{\sigma}_{add} - u_{(1-\alpha/2)} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \quad (1.22)$$

De igual manera cuando el promedio es móvil, se recomienda que los límites de control que se calculen sin expandir se obtengan utilizando el estadístico de dispersión del proceso, el cual se puede calcular de las 2 siguientes maneras:

$$\sigma_p = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (1.23)$$

$$\sigma_p = \frac{s}{c_4} \quad (1.24)$$

Donde

- \bar{R} Corresponde al rango de datos
- s Es la desviación estándar del proceso
- d_2 Constante estadística que para n=5 es 2.326
- c_4 Constante estadística que para n=5 es 0.940

Una vez obtenido el estadístico de dispersión de proceso, los límites se calculan de la siguiente manera:

$$UCL = \mu + u_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_p}{\sqrt{n}} \quad (1.25)$$

$$LCL = \mu - u_{1-\alpha/2} \frac{\sigma_p}{\sqrt{n}} \quad (1.26)$$

1.3.4. Tipos de implementación de SPC

El tipo de implementación del control estadístico de proceso depende de la manera en que se recolecte la data de las variables o parámetros que se deseen analizar.

- **Asincrónico o no cronológico:** es el SPC que se da en el producto final, normalmente se utiliza en procesos que requieren un alto control o que cuentan con pocos recursos, ya que los análisis son elaborados por una persona que cuenta con los conocimientos para elaborar e interpretar el SPC. Se caracteriza por monitorear pocas variables del proceso. Normalmente la recolección de datos se hace de forma manual (hojas de control o recolección de parámetros) para luego ser migrados a un sistema de del SPC. La alerta de este sistema depende del reporte que realice el analista ya que es quien detecta la falla. Un software recomendado para este tipo de análisis es el Minitab Statistical Software (3.4DPMO Six Sigma, 2014).
- **Sincrónico o cronológico de consulta a base de datos no exclusivo:** sincrónico significa que los datos se recolectan en tiempo real, pero tienden a ser almacenados en bases de datos temporales. Estas bases de datos luego se conectan a software especializado de SPC, en donde se configura la frecuencia de consulta y actualización. La recolección de datos se hace de manera automática con la desventaja de que la base de datos puede alimentarse con datos de otras fuentes. Un software sugerido para este proceso es el ChartTrunner Lean. Al ser un sistema de tiempo real, el software es capaz de generar una alerta automática, sin embargo depende de que tan rápido se actualicen las bases de datos para ser analizadas en el software (3.4DPMO Six Sigma, 2014).
- **Sincrónico de consulta a base de datos exclusiva:** a diferencia del anterior, los datos son introducidos desde una única fuente, lo cual evita que el análisis estadístico se retrase unos minutos, además la base de datos se configura para que se dedique exclusivamente a trabajar con el software del DPC. Los datos pueden recolectarse de manera manual o automática. Además las alertas se activan en tiempo real. Uno de los softwares recomendados es el SQCPack (3.4DPMO Six Sigma, 2014)

Como se mencionó en la sección 1.2, el moldeo por inyección depende de una gran cantidad de variables tanto físicas como químicas de las materias primas, el dimensionamiento de la máquina, los parámetros y variables que se fijan a la hora de poner a producir una máquina moldeadora. Al existir esta gran cantidad de variables que afectan al proceso, es donde se ve la importancia del diseño de un proceso de control estadístico que pueda determinar a tiempo cuando la condición de estabilidad o de capacidad del proceso se vaya a perder. (Rosato D. , 2000)

En el caso del moldeo por inyección, las máquinas moldeadoras automáticas cuentan con la facilidad que pueden ser conectadas directamente a un servidor, del cual se puede extraer la información del proceso que se desea analizar, y contando con una computadora que cuente con un software apropiado; se pueden tener los gráficos que servirán para el análisis estadístico (Rosato D. , 2000).

Además, algunas moldeadoras cuentan con un sistema de alarmas que permiten a la máquina detenerse en el momento en el que alguna variable controlada se salga de sus límites de tolerancia permitidos (Rosato D. , 2000).

1.3.5. Fases de Implementación del SPC

Las fases de implementación de un control estadístico para un proceso determinado se deben hacer siguiendo el orden de los siguientes pasos (Griffith, 1996):

1. **Propósito:** se debe definir cuál es el propósito de la instalación el SPC (reducir tiempos de inspección, mejoras en el control de calidad del proceso, entre otros).
2. **Caracterizar:** se debe seleccionar la característica del producto a la cual se le va a aplicar el SPC, basándose en seguridad, función, forma, ensamble; o en otras como porcentaje de desecho, re trabajos o aumento de reparaciones; o cualquier otra característica que afecte la estabilidad del producto y el proceso.
3. **Especificación:** en esta etapa se debe asegurar que la característica definida en el paso 2 tenga una especificación o valor definido, para evitar conflictos de técnicas de medición, criterios de aceptación y/o evaluación.
4. **Medición:** la medición es la que va a funcionar como la verificación de efectividad del SPC, ya que es la que decida si la característica cumple o no con la especificación que asegura la estabilidad del producto y del proceso.

5. **Información adicional:** en el reporte del SPC se debe tener acceso a la información que afecta al producto por ejemplo: máquinas, materias primas, materiales intermedios, equipo auxiliar.
6. **Muestreo:** se debe seleccionar el tamaño de muestra de los subgrupos y los intervalos de tiempo entre subgrupos.
7. **Recolección de datos:** se deben recolectar mínimo 20 subgrupos del proceso los cuales deben incluirse en el gráfico de control. El tamaño de muestra puede ser cualquiera, sin embargo el tamaño de muestra, normalmente es entre 2 a 5 muestras por subgrupo.
8. **Sumatoria de subgrupos:** se debe completar el cuadro de control, añadiendo datos de las mediciones a cada subgrupo.
9. **Promedios y rangos:** calcular el promedio y el rango de cada subgrupo.
10. **Calcular el promedio total:** se debe calcular el promedio total, el cual se calcula como la suma de todos los promedios de subgrupos, dividido entre el número de promedios de subgrupos.
11. **Calcular el rango total:** se debe calcular el rango total, el cual se calcula como la suma de todos los rangos de subgrupos, dividido entre el número de rangos de subgrupos.
12. **Trazar líneas centrales:** se debe trazar una línea central equivalente al promedio total en el gráfico de promedios; y la línea de rango total en el gráfico de rangos.
13. **Calcular los límites de control:** los límites de control deben calcularse según se explicó en la sección 3.3.4.3.
14. **Graficar:** se debe incluir cada uno de los promedios y rangos de cada subgrupo en el gráfico respectivo.
15. **Análisis inicial:** analice el comportamiento del gráfico, si hay puntos fuera trate de encontrar la causa raíz. Si no hay puntos fuera de los límites, continúe incluyendo datos.
16. **Análisis de los puntos fuera de control:** si tiene puntos fuera de control, analice la información adicional del proceso junto con el gráfico para encontrar y atacar la cause de la inestabilidad del proceso.
17. **Límites de control:** los valores de los límites de control deben analizarse de manera que se recalculen cada 20 – 30 subgrupos, para controlar el comportamiento real del proceso

CAPITULO 2: CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO Y PROCESO

2.1 DEPARTAMENTO DE MOLDEO

Vention Medical es una empresa manufacturadora que produce partes moldeadas, o subensambles de productos finales para otras industrias de dispositivos médicos; esto quiere decir que el diseño de los dispositivos es del cliente, y en Vention se busca satisfacer cada uno de los requerimientos que esos diseños exigen.

La empresa cuenta con un departamento de moldeo por inyección, en el cual se tienen 21 máquinas de moldeo con sus respectivos robots para retirar las piezas o la colada del molde; las termoladoras para regular la temperatura del agua utilizada en el enfriamiento del molde y el secador para regular la humedad de la resina que se usada para el moldeo. Además dentro del departamento se cuenta con un laboratorio metrológico para el control de calidad de las piezas.

Cuando un cliente se pone en contacto con la empresa para que se inicie la producción de un nuevo dispositivo, se debe iniciar con un proceso de validación del mismo donde se realiza un estudio por etapas que se divide en: desarrollo del proceso, calificación de la operación, calificación del proceso; donde en cada una de las etapas se realizan pruebas metrológicas para asegurar que la pieza cumple con los requerimientos dimensionales y cosméticos que el cliente ha solicitado. Cuando la fase de validación se concluye, el molde pasa a producción regular, donde ya se moldean piezas de forma constante según la demanda que solicite el cliente.

Actualmente en Vention Medical, en el departamento de moldeo se cuenta con más de 220 productos de diferentes clientes y de distintos diseños (moldes distintos) que ya se encuentran en producción regular.

Sin embargo parte de las mejoras que la compañía quiere empezar a implementar es el método de control estadístico (SPC) para cada dispositivo de manera tal que se pueda asegurar que la condición validada establecida (es decir, cuando ingresó el molde y se pasó a producción) se mantiene a lo largo del tiempo, y que si se produce algún fallo en el sistema (desgaste de molde, daños en las termoladoras, desgaste del tornillo de la moldeadora, entre otras) se pueda detectar de forma inmediata y no tener que esperar a que las pruebas metrológicas lo determinen.

2.1.1. Selección del producto

Para seleccionar el producto se buscó una pieza que fuera una parte de alta demanda en la empresa, es decir con un consumo igual o mayor a las 50 000 unidades mensuales. Además debía ser un

molde multicavidad y con una alta cantidad de dimensiones críticas que deben ser verificadas en el laboratorio de metrología (mayor a 8 cavidades y con más de 10 dimensiones críticas).

Estas características fueron requisitos ya que si se implementa un correcto SPC, se disminuye la cantidad de inspecciones que debe hacer el laboratorio metrológico y que por la complejidad del molde, se puede asegurar un comportamiento normal en el proceso.

Uno de los productos que cumple con estas características es el Half Spool, ya que el mismo se produce con un molde de 16 cavidades, y cuenta con 23 dimensiones críticas que deben verificarse en el laboratorio metrológico.

2.2. MATERIALES.

2.2.1. Resina

El producto seleccionado utiliza una mezcla precolorada de resina, la cual está compuesta por ABS Cyclolac MG47-2502 blanco; la cual se caracteriza por ser aprobada por la ISO10993, USP Clase IV y la FDA para el uso en dispositivos médicos. (Vention Medical, 2008)

Como se mencionó en la sección 2.1.3.1 el ABS se caracteriza por ser una resina que posee características mecánicas de alta resistencia por tener un módulo de Young de aproximadamente 2,1 GPa. A este material se le han hecho varias pruebas de resistencia de acuerdo a normas como la ASTM D 638, ISO 527, ISO 178, ASTM D 256, ASTM D 3763, ISO 180/ 1A, los resultados se muestran en el Cuadro 2.1 (Sabic, 2016)

Cuadro 2.1: Propiedades mecánicas de la resina ABS Cyclolac MG47-2502 blanco. (Sabic, 2016)

Propiedades Mecánicas	Valor	Norma
Esfuerzo de Tensión, rendimiento, Tipo I, 5 mm/min	46,41kPa	ASTM D 638
Esfuerzo de Tensión, rotura, Tipo I, 5 mm/min	35,86 kPa	ASTM D 638
Deformación por tensión, rendimiento, Tipo I, 5 mm/min	2 %	ASTM D 638
Deformación por tensión, rotura, Tipo I, 5 mm/min	24 %	ASTM D 638
Módulo de tensión, 5 mm/min	2 447.27kPa	ASTM D 638
Esfuerzo de flexión, rendimiento, 1.3 mm/min, 50 mm span	77kPa	ASTM D 790
Módulo de flexión, 1.3 mm/min, 50 mm span	2 521 kPa	ASTM D 790
Esfuerzo de Tensión, rendimiento, 5 mm/min	50 MPa	ISO 527
Esfuerzo de Tensión, rotura, 5 mm/min	35 MPa	ISO 527
Deformación por tensión, rendimiento, 5 mm/min	2.6 %	ISO 527
Deformación por tensión, rotura, 5 mm/min	24.8 %	ISO 527
Módulo de tensión, 1 mm/min	2 530 MPa	ISO 527
Esfuerzo de flexión, rendimiento, 2 mm/min	76 MPa	ISO 178
Módulo de flexión, 2 mm/min	2 410 MPa	ISO 178

Cuadro 2.1 (Continuación): Propiedades mecánicas de la resina ABS Cyclolac MG47-2502 blanco. (Sabic, 2016)

Propiedades de impacto	Valor	Norma
Impacto IZOD, Cortado, 23°C	313.60J	ASTM D 256
Impacto IZOD, Cortado, -30°C	127.40J	ASTM D 256
Energía total del instrumento impactado, 23°C	3087J	ASTM D 3763
Impacto IZOD, Cortado 80*10*4 +23°C	23 kPa	ISO 180/1A
Impacto IZOD, Cortado 80*10*4 -30°C	8 kPa	ISO 180/1A

Estas propiedades mecánicas y de impacto le permiten a los dispositivos médicos que son manufacturados con resina ABS soportar fuerzas altas (superiores a las 22.24 N), además no son de alta dureza lo que evita fractura o fallos por fatiga en la pieza plástica.

Además de esto el fabricante de resinas brinda la información de cuáles son las temperaturas optimas a las cuales se debe trabajar el polímero de manera que este no sufra ningún tipo de degradación (sección 1.1.3.2). En el Cuadro 2.2 se resume la información brindada por el proveedor para el caso del moldeo por inyección.

Cuadro 2.2: Parámetros de proceso para el ABS Cyclolac MG47-2502 blanco. (Sabic, 2016)

Parámetros	Valor	Unidad
Temperatura de Secado	80 - 95	°C
Tiempo de Secado	2 - 4	h
Tiempo de secado (Acumulativo)	8	h
Máximo contenido de humedad	0.1	%
Temperatura de fusión	220 - 260	°C
Temperatura en la boquilla inyectora	220 - 260	°C
Frente - Zona 3 Temperatura	215 - 240	°C
Medio - Zona 2 Temperatura	205 - 225	°C
Rear - Zona 1 Temperatura	190 - 210	°C
Temperatura del molde	50 - 70	°C
Presión de Empaque	0.3 - 0.7	MPa
Velocidad del tornillo	3,14 – 6,28	rad/s
Tamaño del cilindrado del shot	50 - 70	%
Profundidad del venteo.	0.038 - 0.051	mm

2.2.2. Equipo

La máquina moldeadora que se seleccionó para este proceso es de marca Nissei la cual cuenta con una capacidad de 0.2 Kg, un tonelaje de 140 000 kg y un diámetro de tornillo 40mm. Pero más allá de eso se debe considerar algunas ventajas de este equipo (NISSEI, 2003):

1. La máquina cuenta con las capacidades de cumplir con los parámetros requeridos según la ficha técnica de la resina (Cuadro 2.2).
2. La máquina cuenta con el equipo auxiliar necesario (robot, 2 termoladoras, secador) los cuales se encargan de mantener la temperatura del molde así como las del proceso (calentamiento para hacer y mantener el fundido, así como para el enfriamiento de la pieza plástica), cumplir con los tiempos y temperaturas de secado, y de retirar las piezas del molde; todo esto para asegurar y mantener la estabilidad del proceso y del producto moldeado (Vention Medical, 2008).
3. La máquina moldeadora cuenta con el sistema adecuado para la instalación de un sistema de control estadístico, es decir tiene la conexión adecuada para transferir datos a una computadora donde los datos pueden ser analizados (NISSEI, 2003).
4. La máquina moldeadora es automática, lo cual significa que con la configuración adecuada se puede llegar a producir un paro automático en caso de un fallo en el proceso (NISSEI, 2003).
5. Al ser una máquina automática se tienen codificados los errores de SPC, de manera que el manual explica como solventar cada uno de estos problemas de conexión (NISSEI, 2003).

2.2.3. Molde

El molde utilizado para producir el Half Spool es de acero inoxidable, el cual cuenta con una parte fija y otra móvil que permite la producción de 16 partes simultáneamente (Vention Medical (Tool room), 2015). Fue recibido en Vention Medical en el 2007, momento en el cual se empezó el proceso de validación del proceso y del equipo. (Vention Medical, 2008)

Las reparaciones que ha sufrido el molde en el último año han sido por correcciones de (Vention Medical (Tool room), 2015):

- Flash producto del desgaste en las cavidades
- Cambio de pines formadores los cuales se han torcido o quebrado por malas prácticas en el proceso productivo.
- Limpiezas, después de una reparación o un determinado tiempo de desuso del molde, se deben hacer limpiezas profundas para evitar defectos en las piezas moldeadas como suciedad por herrumbre.

Los cuales son ajustes normales que reciben los moldes en la planta de producción de Vention Medical.

2.3. VALIDACIÓN DEL HALF SPOOL.

2.3.1. Desarrollo del proceso (PD)

En esta etapa es donde se buscan cada uno de los rangos o parámetros en los cuales el proceso de moldeo es estable y permite generar piezas que cumplan con el criterio de aceptación del cliente, es decir, se cumple con los requisitos dimensionales y cosméticos.

Los resultados de la validación de desarrollo del proceso que hizo la empresa se muestran a continuación: (Vention Medical, 2008)

- Volumen de llenado de la parte: 80%
- La Curva del límite de presión es la utilizada para determinar el valor de la presión de inyección que se va a utilizar, en este caso es de 95%. Ver la Figura 2.1.

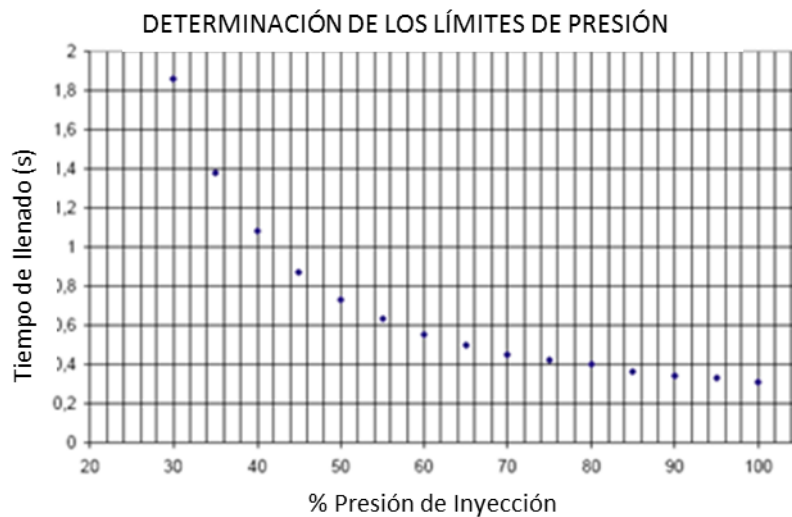


Figura 2.1: Curva de Presión de Inyección. (Vention Medical, 2008)

- La curva reológica mostrada en la Figura 2.2 es aquella que muestra el comportamiento de la viscosidad relativa con respecto a la velocidad de cizallamiento.

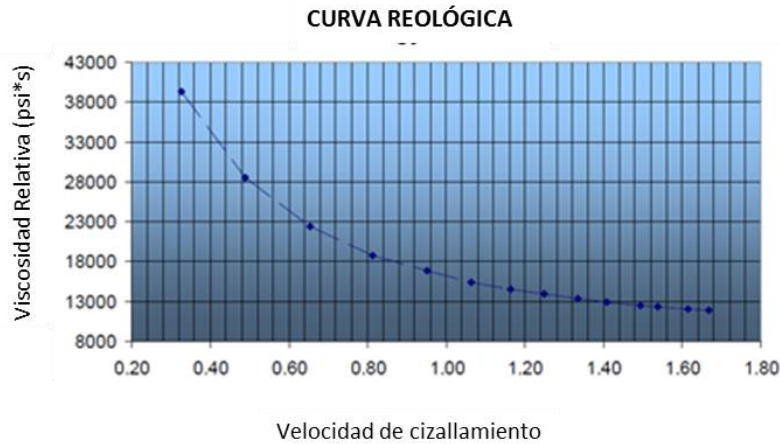


Figura 2.2: Curva reológica del proceso. (Vention Medical, 2008)

- Tamaño del shot, incluyendo la descompresión es de 40 mm
- La carrera del proceso es de 48mm
- Tiempo de llenado 1,33 segundos
- Posición de transferencia: 14mm
- Volumen de llenado de la carrera del proceso: 60.28 cm³.
- Tamaño del shot elegido: 62,00 mm.
- Las temperaturas de las termoladoras deben fijarse en 15.55°C por lado, para una temperatura de fundido de 254.44°C; y la temperatura del molde en 15.55°C en cada cara.
- Otro de los procesos que se estudia es el sellado de compuerta para medir el tiempo de inyección, un ejemplo del estudio se muestra en la Figura 2.3 donde la curva permite determinar que para este proceso el tiempo de llenado y espera es de 8 s.

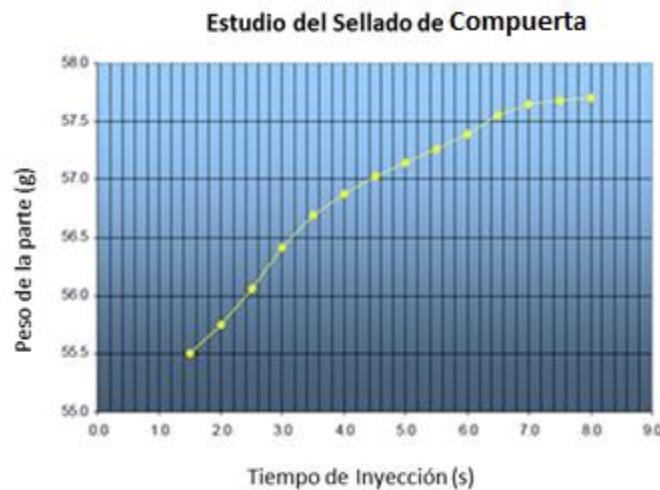


Figura 2.3: Curva de sellado de compuerta. (Vention Medical, 2008)

- La presión de empaque definida para el proceso es de 28,5 %
- El tiempo de enfriamiento es de 8 segundos.

Cada uno de estos resultados de proceso logra producir shots de 58,72g por lo que el peso de la parte es de 3,48 g.

Para asegurar que el proceso esté aceptable de acuerdo con el requerimiento del cliente, se realizaron metrologías de cada dimensión que especifica el plano para poder asegurar de que además de tener un proceso estable, se tienen piezas estables. Prueba de la estabilidad fijada es que las metrologías proporcionadas en el apéndice A aún están dentro de los límites establecidos por el cliente a pesar de los años transcurridos desde la validación del producto.

2.3.2. Calificación de Operación. (OQ)

Después de que se realiza el desarrollo del proceso, se pasa a la etapa de calificar la operación, en esta se realizaron 3 corridas en las cuales se trabajó con los parámetros definidos en el PD; uno para condiciones bajas, otro para nominales y el último para altas. Finalizando con las metrologías de medidas críticas del plano.

El proceso de OQ fue reportado como exitoso, y con ello se concluyó que los parámetros definidos en PD, y las condiciones de operación donde ya se incluyen factores como la máquina, operadores, tiempo de corrida, entre otras logran asegurar estabilidad del producto y del proceso.

2.3.3. Calificación de Producción. (PQ)

En esta etapa lo que se quiere es demostrar que cada uno de los parámetros establecidos en PD y las condiciones de trabajo en los OQ pueden reproducirse en corridas de producción normal. Es por esto que para esta etapa se le asignan las responsabilidades a cada uno de los que conforman el equipo de producción: operarios, líderes, supervisores, metrólogos, inspectores, ingenieros, materialistas, empaque, entre otros; los cuales son los que velan porque el proceso de producción del Half Spool sea exitoso.

De nuevo se comprobó mediante el análisis dimensional y estudios de capacidad que el proceso es exitoso, es decir las fases de PD y OQ aseguran la estabilidad del proceso y del producto final. Los datos obtenidos de cpk se resumen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.3: Valores de cpK obtenidos para la validación de PQ del Half Spool

Dimensión/ Cavidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1,105 cm - 1,135 cm.	1.35	1.41	1.75	2.10	2.71	1.35	1.81	1.90	1.56	1.70	1.85	1.33	1.54	1.59	1.86	3.1
0.269 cm – 0.284 cm.	1.60	1.76	1.91	1.53	2.01	2.60	1.91	3.26	1.84	5.64	4.61	4.71	1.81	6.10	4.71	1.75
0.155 cm – 0,173 cm.	1.78	2.17	3.92	1.29	3.54	5.99	1.11	2.62	8.48	1.19	1.65	5.55	2.82	1.71	3.41	2.91
0.292 cm – 0,305 cm.	2.9	1.12	4.82	3.44	1.71	5.11	1.42	6.18	5.85	2.84	9.12	1.38	2.48	3.46	8.16	6.11
0.195 cm – 0,211 cm.	2.8	3.82	8.51	7.11	8.75	1.15	2.27	1.75	2.97	2.83	1.75	2.51	8.41	3.81	9.76	1.18
0.081 cm – 0,091 cm	5.1	1.96	5.85	3.95	1.67	2.97	1.83	3.51	1.47	3.67	1.98	1.69	1.72	1.68	3.48	2.19
0.180 cm – 0,188 cm	9.1	1.11	1.35	1.88	2.56	3.87	1.78	1.81	1.74	2.48	4.49	4.36	3.18	2.67	2.35	1.79
0.086 cm – 0,096 cm.	5.3	1.21	2.55	1.84	1.71	1.31	2.69	2.71	1.68	2.78	2.55	3.38	1.16	4.78	3.97	2.76
0.091 cm – 0.107 cm.	4.9	5.85	1.16	4.65	8.10	1.45	4.44	9.71	1.37	1.69	3.59	1.75	1.49	3.13	1.57	3.84
0.775 cm – 0.795 cm	6.7	2.18	2.36	2.59	2.16	7.10	1.58	2.39	3.69	1.39	1.41	1.57	3.95	4.17	2.32	1.64
0.765cm – 0.779 cm.	2.0	1.74	7.11	1.85	2.93	1.39	1.14	1.75	3.59	1.47	2.23	1.64	1.56	1.35	3.46	4.58
0.056cm – 0.069cm	3.19	1.71	2.62	5.15	2.44	2.77	2.69	5.6	5.8	1.94	1.78	3.58	2.17	3.65	3.95	2.99
0.061cm – 0.074cm	2.98	3.35	1.91	2.68	1.89	3.19	1.87	2.59	1.71	3.56	4.78	1.93	1.41	2.62	5.27	1.76
0.617cm-0.635cm	4.58	3.67	3.41	3.97	4.78	7.74	1.94	2.54	1.89	1.59	2.67	2.96	1.69	1.36	1.65	1.74
0.625cm-0.647cm.	8.51	1.63	3.45	1.74	1.62	2.99	2.87	2.25	1.49	2.71	6.81	3.55	5.11	2.54	1.65	5.41
0.084cm – 0.109cm	1.35	2.56	1.45	3.64	3.11	2.86	1.34	1.73	1.39	1.65	1.45	1.56	2.18	3.51	6.12	1.61
0.274cm – 0.292cm	1.33	2.10	3.11	4.28	1.84	1.95	2.95	1.69	2.11	1.81	3.37	4.35	4.23	3.98	1.81	2.48
0.144cm – 0.160cm	1.89	2.59	2.16	3.81	2.51	3.71	1.91	1.35	2.58	2.17	2.91	1.91	1.35	2.58	1.93	1.57
0.139cm – 0.152cm	2.3	1.91	2.17	2.22	2.86	4.15	2.88	3.67	1.41	1.41	3.75	3.46	2.46	3.39	4.11	3.58
0.139cm – 0.152cm	1.91	1.41	3.58	1.53	1.84	2.47	3.83	1.68	2.41	3.49	3.73	3.66	1.74	3.88	2.68	3.15
0.144cm – 0.160cm.	1.86	1.71	2.29	4.14	2.59	1.59	2.79	4.14	3.55	3.49	3.58	3.18	3.51	2.77	2.78	3.94
0.086cm – 0.109cm	1.89	2.59	2.38	1.44	1.91	2.34	4.71	2.33	2.51	2.52	2.69	1.81	1.71	1.68	1.68	1.82
0.086cm – 0.109cm.	3.51	2.11	2.37	2.51	2.25	2.54	2.35	2.61	2.41	3.17	3.27	4.14	2.37	2.81	1.89	1.92

2.4. PRODUCCIÓN NORMAL DEL HALF SPOOL

Desde que se realizó la validación del producto en Vention Medical Costa Rica en Agosto del año 2008, el molde ha sufrido varias reparaciones propias del desgaste que sufre durante el proceso productivo, lo cual provoca defectos cosméticos en la pieza tales como rebabas, flash, líneas de flujo, hendiduras, cortos, entre otros. Sin embargo se realizó un estudio donde se compararon las pruebas metrológicas de diferentes lotes producidos para poder evaluar la condición actual del molde. En el anexo I se encuentra toda la data correspondiente a los controles de proceso que se utilizaron durante las corridas de producción de diferentes lotes del producto.

Lo que se puede concluir de los datos incluidos en el apéndice I es que a pesar de ser diferentes corridas de producción, por ende diferentes fechas, los parámetros validados para el proceso de manufactura del producto son estables y capaces de producir piezas dentro de la especificación solicitada por el cliente.

2.5. VARIABLES DE ENTRADA DEL PROCESO

Los parámetros validados para la producción del Half Spool son: tiempo de inyección, tiempo de enfriamiento, tiempo de ciclo, temperatura de la boquilla, temperatura frontal, temperaturas medias, temperatura trasera, Presión de inyección, velocidad de inyección, entre otros.

Sin embargo de todos los parámetros fijados, los que funcionan como variables de entrada al proceso, y son los que afectan el desempeño de la máquina son los que se mencionan en el Cuadro 2.3. El efecto de estos parámetros en el proceso de moldeo por inyección fue discutido en la sección 1.2 del marco teórico.

Cuadro 2.4: Variables de entrada del proceso de fabricación del Half Spool.

Variable	Valor nominal	Valor mínimo	Valor máximo
Tiempo de inyección (s)	8,00	7,60	8,40
Tiempo de enfriamiento (s)	8,00	7,60	8,40
Tiempo de ciclo (s)	20,00	-	-
Temperatura en la boquilla (°C)	232.22	219.72	219.72
Temperatura al frente (°C)	254.44	240.83	268.05
Temperatura del medio (°C)	254.44	240.83	268.05
Temperatura del medio 2 (°C)	248.88	235.55	262.22

Cuadro 2.3 (Continuación): Variables de entrada del proceso de fabricación del Half Spool

Variable	Valor nominal	Valor mínimo	Valor máximo
Temperatura trasera (°C)	246,11	232,92	259,31
Presión de Inyección (PV1) (%)	96	91,20	100,80
Presión de Inyección (PP1) (%)	28,5	27,08	29,93
Velocidad de Inyección (rad/s)	2,22	2,11	2,33

2.6. ESTADÍSTICA Y MOLDEO POR INYECCIÓN.

El SPC es un método estadístico de monitoreo de proceso que es capaz de asegurar la calidad durante el proceso de moldeo por inyección. El alcance del SPC es asegurar la estabilidad y reproducibilidad del proceso y concentrarse en una secuencia de pruebas de calidad claves en las partes que están siendo manufacturadas (Rosato D. , 2000).

El uso adecuado de los gráficos de control con datos actualizados permite el ajuste correcto de los límites de control para asegurar la consistencia y precisión del proceso productivo. Además el objetivo del SPC es disminuir el retrabajo aumentando la alta calidad a bajo costo por parte, asegurando el control en el mismo instante que se produce una parte (Rosato D. , 2000).

Normalmente los parámetros monitoreados en el moldeo por inyección son: tiempo de ciclo, tiempo de plastificación, tiempo de inyección, tiempo de apertura del molde, tiempo de curado, temperatura del molde, temperatura de inyección, temperatura de fundido, temperatura del cañón (medida en diferentes zonas), temperatura del secador, presión en la primera y segunda etapa, presión de empaque, presión de cierre, largo del shot, velocidad de inyección, velocidad de plastificación, velocidad del tornillo y humedad relativa en la tolva (Rosato D. , 2000).

Los parámetros anteriores son los que durante el proceso de validación de un número de parte, son fijados sea como un valor fijo o un rango (el cual cuenta con un valor nominal) el cual asegura que las piezas van a estar en el rango aceptable según la especificación requerida (Rosato D. , 2000).

En la sección 2.5 se definieron las variables que se validaron para el Half Spool, las cuales coinciden con las variables citadas anteriormente que son capaces de asegurar que las piezas moldeadas estén cumpliendo con el requerimiento del cliente.

Para el moldeo por inyección, si se quiere instalar un correcto SPC, primero se debe contar con un proceso validado estable de manera que los datos que se extraigan de la máquina moldeadora

correspondan a la producción normal del producto que se desea estudiar. Esto debido a que el control de calidad es un área donde las tareas pueden ser aplicadas fácilmente, una vez que se asegura un proceso que es capaz de comportarse de manera adecuada.

En la Figura 2.4 se tiene un diagrama del proceso correcto del diseño e implementación del SPC en el proceso de moldeo. Siguiendo el flujo del diagrama, en el presente trabajo se está haciendo un análisis por un control de respuesta, del cual ya se han completado las etapas de definiciones y la primera fase (experimentación).

El objetivo del presente capítulo es poder definir los niveles de las variables junto con otras características del proceso actual de producción del Half Spool, en un molde de 16 cavidades en una moldeadora automática en la empresa Vention Medical.

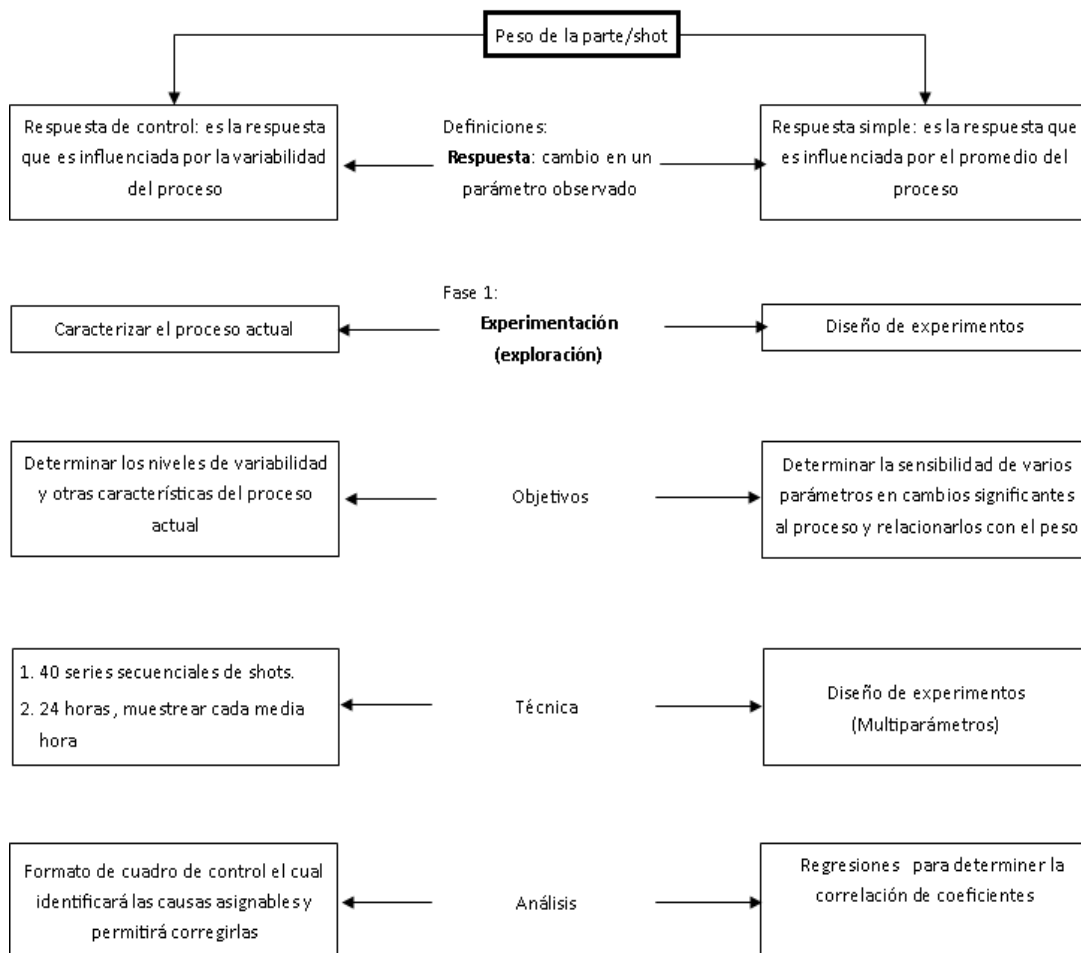


Figura 2.4: Diseño e implementación del SPC para el proceso de moldeo por inyección

2.7. CURVA REOLÓGICA

La reología es la especialidad de la física que se centra en el análisis de los principios de cómo se mueven los fluidos, mediante el estudio de la relación existente entre la fuerza que se ejerce sobre un material y la deformación que este experimenta al fluir. La viscosidad se define como la resistencia que un fluido determinado ofrece antes de deformarse cuando se somete a un esfuerzo. (McKeen, 2008)

Por ello, es que la curva reológica que se estudió para la validación del Half Spool está compuesta por la viscosidad y la velocidad de cizallamiento, los cuales son los que permiten determinar el estado en el cual se encuentra el plástico para que este pueda desplazarse desde la alimentación al cañón hasta el punto de inyección al molde y poder llenar cada una de las cavidades del mismo.

En la Figura 2.5 se muestra la curva reológica del Half Spool, de la cual se puede concluir que el polímero (ABS) logra disminuir su viscosidad hasta un valor aproximado de 89 631.87 kPa · s (13 000 psi · s) cuando la velocidad de cizallamiento está entre $1,4 \text{ s}^{-1}$ y $1,6 \text{ s}^{-1}$.

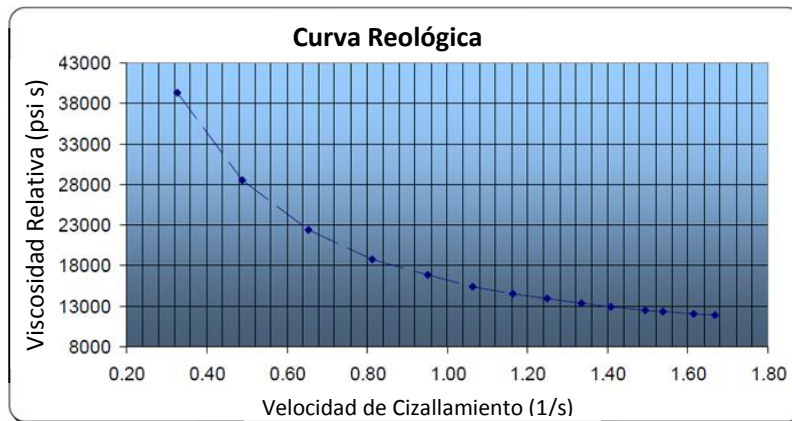


Figura 2.5: Curva Reológica del Half Spool (Vention Medical, 2008)

Según lo investigado en la sección 1.2.4 Plastificación en la máquina moldeadora, el movimiento del polímero a través del cañón es lo que permite la correcta fundición del ABS sólido para que pueda formarse la parte plástica.

Es por ello que las variables que realmente definen la estabilidad en el proceso de moldeo por inyección del Half Spool, son aquellas que permiten mantener la viscosidad relativa en 89 631.87 kPa·s (13 000 psi · s).

Además de asegurar la correcta plastificación del material, otro de los factores principales que se discutió en la sección 1.2.6 Inyección del Plástico, es que se debe trabajar en las condiciones óptimas de manera tal que se permita el llenado correcto del molde.

2.7.1 Variables que afectan la curva reológica.

Como se mencionó anteriormente, la curva reológica describe el comportamiento del polímero fundido; cuando un polímero se funde tiene un comportamiento No-Newtoniano. La viscosidad depende de la temperatura, ya que en general, a mayor temperatura se asegura que el material se funde por completo y ayuda a debilitar los enlaces, permitiéndole al fluido desplazarse con mayor facilidad a través del cañón. Es por ello que en el moldeo de inyección para mejorar el comportamiento de la curva reológica se acostumbra aumentar la temperatura de fusión, sin embargo es más efectivo aumentar la velocidad de inyección (Kulkarni, 2010).

La primera variable que afecta el comportamiento viscoso del polímero es la velocidad de giro del tornillo. Para que el polímero fundido logre llegar de manera homogénea a la boquilla de inyección se requiere que se comporte como un fluido no Newtoniano para que sea con un flujo laminar y permite el llenado correcto de las cavidades del molde. Es por ello que en el moldeo por inyección se utilizan altos valores de velocidad de giro del tornillo (Kulkarni, 2010).

Además, una ventaja de trabajar con altas velocidades del tornillo es que se generan pequeñas variaciones en la presión de llenado de las cavidades, mientras que si se trabaja con bajas velocidades, aumentan las diferencias de presión que implican la inestabilidad del proceso (Kulkarni, 2010).

Otra ventaja de utilizar alta velocidad del tornillo es que se generan menores variaciones lote a lote. Cuando se producen diferentes lotes moldeados con el mismo material se presentan variaciones en la curva reológica, sin embargo estas diferencias son mayores si se trabaja a bajas velocidades de tornillo (Kulkarni, 2010).

Lo anterior coincide con el comportamiento que se muestra en la Figura 2.4, ya que la viscosidad disminuye al aumentar la velocidad de cizallamiento, la cual como se explicó en el capítulo 2 afecta directamente a la velocidad de giro del tornillo.

Sin embargo, la alta velocidad puede causar defectos cosméticos en la pieza, ya que se pueden generar líneas de flujo, o un alto punto de inyección en la pieza moldeada; sin contar los efectos que

pueda causar en el molde, como dislocar o deformar algún inserto. Una forma de prevenir esto es controlando el tiempo de llenado del molde (McKeen, 2008).

Poder controlar el tiempo de llenado del molde, si el tiempo de llenado es muy bajo se producen defectos como piezas cortas, las cuales se producen porque el proceso no le da el suficiente tiempo al material para que llene por completo la cavidad. El caso contrario es que se sobre empaque la cavidad generando defectos como flash o líneas de partición altas, los cuales suceden porque es tanto el material que está siendo inyectado a la cavidad lo que hace que se comience a salir por los puntos de unión de las cavidades del molde (Kulkarni, 2010).

El tiempo de llenado que se seleccione durante la validación no debe afectar la curva reológica, ya que si se acumula material fundido en la boquilla de inyección se pueden generar grumos de material, lo que aumenta la viscosidad del material. Por ello debe controlarse la velocidad de inyección que depende directamente del tiempo de llenado (McKeen, 2008).

Esos fenómenos causados por el mal manejo del tiempo de llenado afectan la presión de cambio de las siguientes maneras:

- Como el fundido entra el molde, este se comienza a enfriar, resultando en un aumento de la viscosidad del plástico, lo cual requiere un aumento en la presión de cambio (Kulkarni, 2010).
- Los canales de flujo dentro del molde progresivamente se van encogiéndose, estas secciones más pequeñas requieren una mayor presión para que el fluido pueda llegar hasta ellas (Kulkarni, 2010).
- Cuando el plástico ingresa al molde, la capa de plástico junto a la pared de entrada del molde comienza a enfriarse, mientras que el fluido caliente continúa ingresando al molde entre esas capas de plástico solidificado. Esas capas solidificadas se hacen cada vez más gruesas, obligando al proceso a ejercer una mayor presión para llenar las zonas medias del molde (Kulkarni, 2010).
- Como el plástico tiene un comportamiento No Newtoniano, al aumentar la velocidad de inyección, la viscosidad cae y la presión requerida para mover el tornillo se reduce (Kulkarni, 2010).

Son muchas las variables capaces de afectar el comportamiento reológico de un polímero fundido, las principales de proceso son: tiempo de llenado, la velocidad del tornillo y la presión de cambio.

Sin embargo para este caso en específico y por la temática del proyecto en general no se considerarán otras variables como las propiedades físicas y químicas del polímero

2.8. VARIABLES DE RESPUESTA.

Como se mencionó en la sección anterior, existen 3 variables claves para asegurar la estabilidad y repetibilidad del proceso de inyección: tiempo de llenado, velocidad del tornillo y la presión de cambio.

- **Tiempo de llenado:** tiempo necesario para que el plástico fundido ingrese al molde y lo llene de manera satisfactoria, es decir, sin dejar vacíos ni superar la capacidad del molde (Rosato D. , 2000).
- **Velocidad del tornillo:** velocidad de giro del tornillo que forma parte de la máquina moldeadora, el cual se encarga de homogenizar la mezcla del polímero sólido y el fundido así como de acelerar el proceso de fundición contra las paredes del cañón (Rosato D. , 2000).
- **Presión de Cambio:** es la presión requerida en la boquilla de inyección para poder mantener la velocidad de inyección, el flujo del material y la presión de inyección, sin que se afecte al molde ni la viscosidad del material (Kulkarni, 2010).

Sin embargo, se desea estudiar una variable más, la cual es responsable de poder controlar todo el proceso completo del moldeo por inyección, el cual es el tiempo de ciclo.

- **Tiempo de Ciclo:** el tiempo de ciclo inicia cuando el molde se cierra, en ese momento empieza a aplicarse la presión de inyección para que el ingreso del plástico empiece, luego continúa la fase de empaque y de espera mientras todas las cavidades se llenan uniformemente. Cuando las cavidades están totalmente llenas, se comienza a enfriar el molde. El molde se abre y se retiran las piezas moldeadas para que el molde se vuelva a cerrar. Sin embargo paralelo a estos pasos también ocurre la alimentación al tornillo, y que el tornillo recupere sus condiciones de giro, temperatura, presión, entre otros. La Figura 2.6 ejemplifica los pasos incluidos en el tiempo de ciclo. (Kulkarni, 2010)

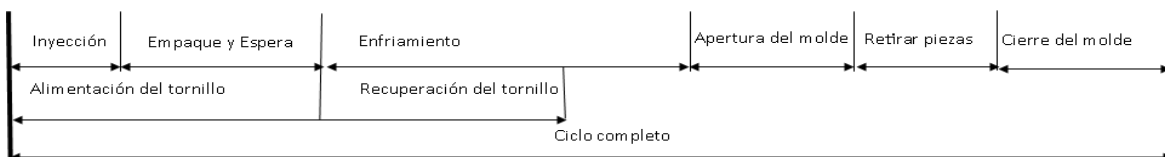


Figura 2.6. Definición gráfica de Tiempo de ciclo

CAPITULO 3: ANALISIS ESTADÍSTICO

3.1. METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN DE DATOS.

Tal y como se mencionó en el capítulo 2, el Half Spool fue seleccionado por ser un producto de alto volumen que se produce en Vention Medical, lo que implica que el producto está constantemente fabricándose en la empresa, por lo que la recolección de datos se pudo realizar en varias ocasiones.

Los pasos a seguir para obtener la base de datos fueron las siguientes:

1. Una vez definidas las variables de respuesta (capítulo 2) se procedió a configurar cada uno de los equipos y coordinar con el personal para recolectar los valores de las mismas.
2. Programación de la máquina: se siguieron los pasos indicados en el manual de la máquina moldeadora de manera que se configurara para ser capaz de transmitir datos a un servidor de la empresa Vention Medical.
3. Configuración del Servidor: el servidor del edificio de moldeo de la empresa Vention Medical se configuró de manera que fuera capaz de recibir la data enviada por la máquina moldeadora y codificarla de manera tal que fuera capaz de abrirse en una computadora de la empresa.
4. Configuración de la Computadora: la computadora se debe configurar de manera tal que sea capaz de recibir la data del servidor ya anteriormente programado. Además debe tener instalados los programas: transminitab y minitab para poder extraer y analizar la muestra.
5. Coordinación con Planificación: cuando se completaron los pasos 1,2 y 3 se procedió a coordinar con los encargados de planificación del departamento de moldeo las fechas en las cuales iba a correr ese molde, para estar al tanto de la producción y ver si había algún fallo en la misma que afectara de manera negativa la base de datos.
6. Coordinación con Calidad: se habló con el ingeniero de Calidad del departamento de moldeo, así como con los inspectores y técnicos de calidad para asegurar completa comunicación en caso de cualquier problema que ocurriera durante la producción del Half Spool. Además los inspectores de calidad son los encargados de realizar el proceso de extraer la data del servidor durante los 3 turnos de producción.
7. Coordinación con producción: se aseguró que el personal de producción (supervisores, líderes y operarios) fuera capaz de revisar y conectar la máquina de moldeo para que transmitiera los datos al arrancar la producción.

8. Durante los días de producción, se recogió la data guardada en la computadora por cada uno de los inspectores y se revisó para verificar que el proceso se comportara de manera estable (sección 3.2)
9. Se creó un archivo de Excel en el cual se iba juntando cada uno de los valores de las variables extraídas.

3.2. VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DEL HALF SPOOL.

Tal y como se mencionó en la sección 3.1 paso 8, durante la recolección de datos, se vigiló que el proceso se mantuviera de manera estable a pesar de ser diferentes lotes y días de producción. Para ello se recolectó adicionalmente la metrología de las piezas moldeadas la cual se encuentra resumida en los cuadros del anexo I, y los parámetros en los cuales se corrieron esos lotes de producción.

Del anexo I se concluye que efectivamente las piezas moldeadas tienen un comportamiento estable ya que las dimensiones se mantienen dentro de los límites de especificación en cada una de los lotes producidos.

Además durante la producción no se tuvo que separar una cavidad en específico ni botar material por motivo de defectos visuales o dimensionales. Lo cual asegura que las piezas están de acuerdo con el plano del cliente.

La otra revisión de que se hizo al proceso de producción es la de los parámetros de entrada del proceso, los cuales se resumen en el Cuadro 3.1 del cual se concluye que los parámetros bajo los que se corrieron los diferentes lotes de producción están dentro de la ventana validada. Esta conclusión se puede hacer debido a que por ejemplo en el caso de la temperatura BOQ, se tiene que las temperaturas que se tuvieron durante los diferentes lotes de producción fueron de 219.72°C lo cual corresponde al límite inferior validado, y al ser un proceso validado, esos valores de los límites aseguran la estabilidad al proceso si cada una de estas variables se trabajan dentro de la ventana validada.

En el Cuadro 3.1 se resumen los parámetros bajo los cuales se corrieron los lotes de producción del Half Spool para la recolección de la base de datos, además incluye los parámetros validados para esas variables definidas en la máquina moldeadora.

Cuadro 3.1: Parámetros de entrada a la máquina moldeadora.

Parámetro	Condición Validada			Condición corrida				
	Baja	Nominal	Alta	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Tiempo de inyección (s)	7,60	8	8,40	7,6	8	7,6	7,6	7,6
Tiempo de enfriamiento (s)	7,60	8	8,40	7,6	8	7,6	7,6	7,6
Temperatura BOQ (°C)	219,72	232,22	244,72	219,72	219,72	219,72	219,72	219,72
Temperatura adelante (°C)	240,83	254,44	268,05	240,83	240,83	240,83	240,83	240,83
Temperatura al medio (°C)	240,83	254,44	268,05	240,83	240,83	240,83	240,83	240,83
Temperatura transferencia 1 (°C)	235,55	248,88	262,22	235,55	235,55	235,55	235,55	235,55
Temperatura transferencia 2 (°C)	232,91	246,11	259,31	232,94	233,33	232,94	232,94	232,94
Velocidad de inyección (%)	20,14	21,2	22,26	20,2	21,2	20,2	20,5	20,5
Presión de inyección PV1 (%)	91,2	96	100	91,2	91,2	91,2	91,2	91,2
Presión de inyección pp1 (%)	27,08	28,5	29,93	27,1	28,5	27,1	27,1	27,1
Temperatura termoladora cara fija (°C)	-	15,55	-	15,55	15,55	15,55	15,55	15,55
Temperatura termoladora cara móvil (°C)	-	15,55	-	15,55	15,55	15,55	15,55	15,55
Tamaño del shot (mm)	-	62	-	57,5	61	58	58	57,5
Velocidad del tornillo (rad/s)	-	11,59	-	13,08	11,59	13,08	13,08	13,08
Presión de empaque (%)	-	10	-	20	10	20	20	20
Tiempo de ciclo (s)	-	20	-	24	21,06	20,4	24,09	24,09
Tiempo de llenado (s)	-	1,33	-	1,5	1,46	1,5	1,49	1,44

3.3. MUESTRA DE CÁLCULO

Al iniciar el cálculo de los límites de control fue necesario crear hojas específicas para cada variable que se iba a analizar en el programa Excel, manteniendo el formato de numeración de subgrupos, 5 datos por hora (ver Figura 3.1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Subgrupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2		24,25	24,23	24,23	24,23	24,23	24,24	24,23	24,23	24,23	24,22
3		24,22	24,23	24,23	24,23	24,23	24,23	24,23	24,23	24,23	24,22
4		24,22	24,23	24,23	24,22	24,22	24,23	24,22	24,23	24,23	24,22
5		24,22	24,23	24,22	24,22	24,22	24,22	24,22	24,22	24,22	24,22
6		24,22	24,23	24,22	24,22	24,22	24,22	24,22	24,22	24,21	24,22

Figura 3.1: Ejemplo del orden requerido para la base de datos

Cuando se completó el orden mencionado anteriormente a través de los 1995 datos recolectados, se utilizaron las fórmulas de Excel para calcular el promedio (μ) y la desviación (σ) estándar de la data que se estaba analizando. Con estos datos se calcularon los límites superiores e inferiores usando las ecuaciones 1.16 y 1.17 mostradas en el capítulo 1.

Para el caso del tiempo de ciclo se tiene un promedio (μ) de 24,31, $\hat{u}_{(1-\alpha/2)} = 3$ y la desviación estándar de la población ($\hat{\sigma}$) = 0,603. Con estos datos se calculan los límites superior e inferior de la siguiente manera:

$$UCL = \mu + \hat{u}_{(1-\alpha/2)} \cdot \hat{\sigma}$$

$$LCL = \mu - \hat{u}_{(1-\alpha/2)} \cdot \hat{\sigma}$$

$$UCL = 24,31 + 3 \cdot 0,603$$

$$LCL = 24,31 - 3 \cdot 0,603$$

$$UCL = 26,11$$

$$LCL = 22,50$$

Para el inicio del cálculo de los límites de control expandidos se usó la herramienta de Excel “Análisis de Datos”, para hacer el análisis de varianza de un factor, ver Figura 3.2

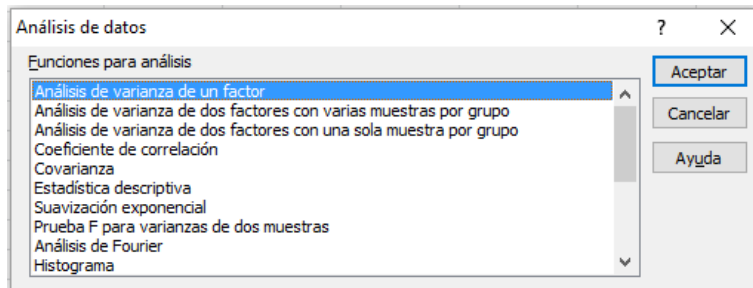


Figura 3.2: Herramienta de Excel utilizada en el análisis de datos.

Para hacer el análisis de datos, se detuvo que brindar información a Excel para completar el cuadro que se muestra en la Figura 3.3 de la siguiente manera: donde dice Rango de entrada se seleccionó toda la tabla de la base de datos para una variable, se dejó seleccionada la opción de Agrupados por columna, y se marcó la opción de Rótulos en primera fila ya que en la primera fila se encontraba el número de subgrupo, y las demás opciones se dejaron igual.

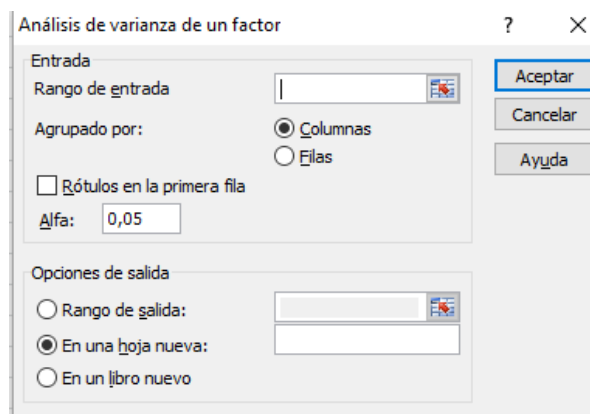


Figura 3.3 : ANOVA para un solo factor.

Con ello, Excel tira una tabla de resultados del análisis de varianza, la cual se muestra como ejemplificación del tiempo de ciclo en la Figura 3.4.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las Variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	746.75	398	18.763	29.74	0	11.360
Dentro de los grupos	100.68	1596	0.0631			
Total	847.43	1994				

Figura 3.4: Resultados del análisis de Varianza para el tiempo de ciclo

Las siguientes ecuaciones son las que se utilizaron para el cálculo de la desviación estándar considerando la varianza de cada subgrupo (σ_A).

$$\sigma_A = \lambda \sqrt{\frac{MQA - MQe}{n}} \quad (3.1)$$

Donde, según la data que se está analizando, n es el tamaño del subgrupo (5) y λ corresponde a 1,5. La ecuación 3.2 muestra cómo se debe calcular el MQA y la 4.2 el MQe , donde SQ es suma de cuadrados, y GL son los grados de libertad.

$$MQA = \frac{SQ_{entre\ grupos}}{GL_{entre\ grupos}} \quad (3.2)$$

$$MQe = \frac{SQ_{dentro\ grupos}}{GL_{dentro\ grupos}} \quad (3.3)$$

Entonces para el ejemplo mostrado en la Figura 3.5, los respectivos valores de MQA , MQe y σ_A son:

$$MQA = \frac{SQ_{entre\ grupos}}{GL_{entre\ grupos}} = \frac{746,7489}{398} = 1,876$$

$$MQe = \frac{SQ_{dentro\ grupos}}{GL_{dentro\ grupos}} = \frac{100,6793}{1596} = 0,063$$

$$\sigma_A = \lambda \sqrt{\frac{MQA - MQe}{n}} = 1,5 \sqrt{\frac{1,876 - 0,063}{5}} = 0,9032$$

Entonces en el caso del tiempo de ciclo, utilizando el resultado anterior de $\sigma_A = 0,9032$, un promedio (μ) de 24,31, $\hat{u}_{(1-\alpha/2)} = 3$, la desviación estándar de la población ($\hat{\sigma}$)= 0,603, $n = 5$ se utilizan las ecuaciones 1.21 y 1.22 mencionadas en el capítulo 2 para calcular el límite superior e inferior expandidos.

$$UCLex = \mu + \hat{u}_{(1-\alpha/2)} \hat{\sigma}_{add} + u_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

$$UCLex = 24,31 + 3 \cdot 0,9032 + 3 \frac{0,603}{\sqrt{5}}$$

$$UCLex = 27,8 \text{ s}$$

$$LCLex = \mu - \hat{u}_{(1-\alpha/2)} \hat{\sigma}_{add} - u_{1-\alpha/2} \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

$$LCLex = 24,31 - 3 \cdot 0,9032 - 3 \frac{0,603}{\sqrt{5}}$$

$$LCLex = 20,8 \text{ s}$$

Cada uno de estos pasos se repitió para cada una de las variables de estudio: tiempo de ciclo, tiempo de llenado y velocidad del tornillo. Sin embargo debido al comportamiento de la población de la presión de cambio, se tuvo que proceder de manera diferente con los cálculos, ya que se inició calculando el rango y el promedio para cada uno de los subgrupos obtenidos.

Para el cálculo de los límites iniciales de poblaciones con una alta variación de promedio se utiliza el promedio de los rangos o de las desviaciones estándares de todos los subgrupos, en el caso específico de la presión de cambio se utilizó el de la desviación estándar ya que aumenta en un mayor grado los límites.

Para el cálculo de los límites de la presión de cambio, debe hacerse en las unidades bajo las que trabaja la máquina moldeadora (psi) ya que deben ser representativas para la configuración de la misma. Utilizando un tamaño de subgrupo de $n=5$, $d_2= 2.326$, y un rango de 980 psi (6 756,86 kPa), se calcula lo siguiente:

$$\sigma_P = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$\sigma_P = \frac{980}{2.326} = 74.8$$

Para el cálculo de los límites sin expandir se utiliza el promedio de los datos el cual corresponde a 14 009 psi (96 588,68 kPa), σ_P , n y d_2 , como se muestra a continuación:

$$UCL = \mu + 3 * \frac{\sigma_P}{\sqrt{n}}$$

$$LCL = \mu - 3 * \frac{\sigma_P}{\sqrt{n}}$$

$$UCL = 14009 + 3 * \frac{74.8}{\sqrt{5}}$$

$$LCL = 14009 - 3 * \frac{74.8}{\sqrt{5}}$$

$$= 14 109 \text{ psi (97 278.16 kPa)}$$

$$= 13 909 \text{ psi (95 899.2 kPa)}$$

El cálculo de los límites expandidos es el mismo que se utilizó para las otras tres variables, calculando el análisis de varianza para poder obtener MQA , MQe , $\hat{\sigma}_A$ y σ_{add} .

3.4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ESTADÍSTICOS

En el Cuadro 3.2 se resumen los resultados obtenidos para el límite superior *UCL* límite inferior *LCL*, límite superior expandido *UCLex* límite inferior expandido *LCLex* para cada una de las variables de estudio.

Cuadro 3.2: Resultados Obtenidos de límites de control para cada variable

Variable	<i>UCL</i>	<i>LCL</i>	<i>UCLex</i>	<i>LCLex</i>
Presión de Cambio (kPa)	97 278.16 (14 109 psi)	95 899.2 (13 909 psi)	99 691.32 (14459 psi)	93 486.04 (13559 psi)
Tiempo de llenado (s)	1,53	1,45	1,57	1,41
Tiempo de Ciclo (s)	26,12	22,50	27,83	20,79
Velocidad del Tornillo (rad/s)	0,54	0.37	0.63	0.29

Con los resultados que se resumen en el Cuadro 3.2, se realizaron gráficas de control para cada variable, para poder comprobar que los límites de control realmente abarcaran la variación del proceso productivo que se estudia. En cada uno de estos gráficos, se representa en color rojo y con línea continua los límites sin expandir; y en color verde con línea punteada se muestran los límites expandidos, lo anterior se repite para cada variable.

En el caso de los datos recolectados para la presión de cambio, se comportan con una gran variación a lo largo del proceso de producción del Half Spool. Sin embargo, se nota que los límites sin expandir no son suficientes para incluir la varianza que hay entre cada subgrupo, y entre cada lote.

Esta conclusión se obtiene al analizar la Figura 3.5 ya que se pueden ver datos los cuales se encuentran incluso debajo y sobre las líneas verdes correspondientes a los límites superior e inferior expandidos (99 691.32 kPa y 93 486.04 kPa).

En el caso de los puntos de presión que se encuentran sobre los límites expandidos se deben a anomalías del proceso que muestran un momento de inestabilidad en la máquina moldeadora, debido a que según la data de recolectada (fechas y horas), estos puntos fuera de control corresponden a cuando se detuvo la máquina o un arranque de la misma en cada uno de los días de producción.

El tiempo de llenado, como se ha explicado en capítulos anteriores, es una variable muy estable durante la producción de una pieza plástica. Es por ello que al graficar los valores recolectados para la creación de la base de datos, se espera una variación pequeña durante cada lote de producción.

Sin embargo, la variación del tiempo de llenado no es lo suficientemente pequeña para lograr que los límites sin expandir controlen la variación del proceso lote a lote, lo cual puede deberse a las diferencias existentes en los parámetros con los que se programó la máquina moldeadora (refiérase al Cuadro 3.1). Por ello es que se requieren los límites de control expandidos para controlar estas diferencias. Lo anterior se puede concluir al estudiar la Figura 3.6.

Al generar la gráfica de control para el tiempo de ciclo, la cual se muestra en la Figura 3.7, se puede observar que los datos no sobrepasan los límites sin expandir (líneas rojas) los cuales corresponden a 22,5 s y 26,1 s para inferior y superior respectivamente.

Lo anterior coincide con el comportamiento esperado para el tiempo de ciclo de forma tanto práctica como teórica, ya que si el proceso sufre algún tipo de descontrol, el tiempo de ciclo es una de las principales variables en perturbarse ya que va a ir cambiando según la afectación sufrida.

Para el caso de la velocidad del tornillo, sucede que si es una variable un poco más difícil de controlar en comparación al tiempo de ciclo y de llenado, ya que varía no solo con la velocidad que se le indique, sino que depende de variables como la plastificación a lo largo del cañón, la presión interna, la velocidad de inyección, entre otras variables mencionadas en el capítulo 1

Es por ello que se considera normal que en el caso de la velocidad en algunos casos se pueda salir de los límites sin expandir, tal y como se muestra en la Figura 3.8 donde se encuentran 3 puntos fuera del límite inferior de la línea de 0.37 rad/s y unos puntos casi sobre la misma línea pero que se encuentran bajo control.

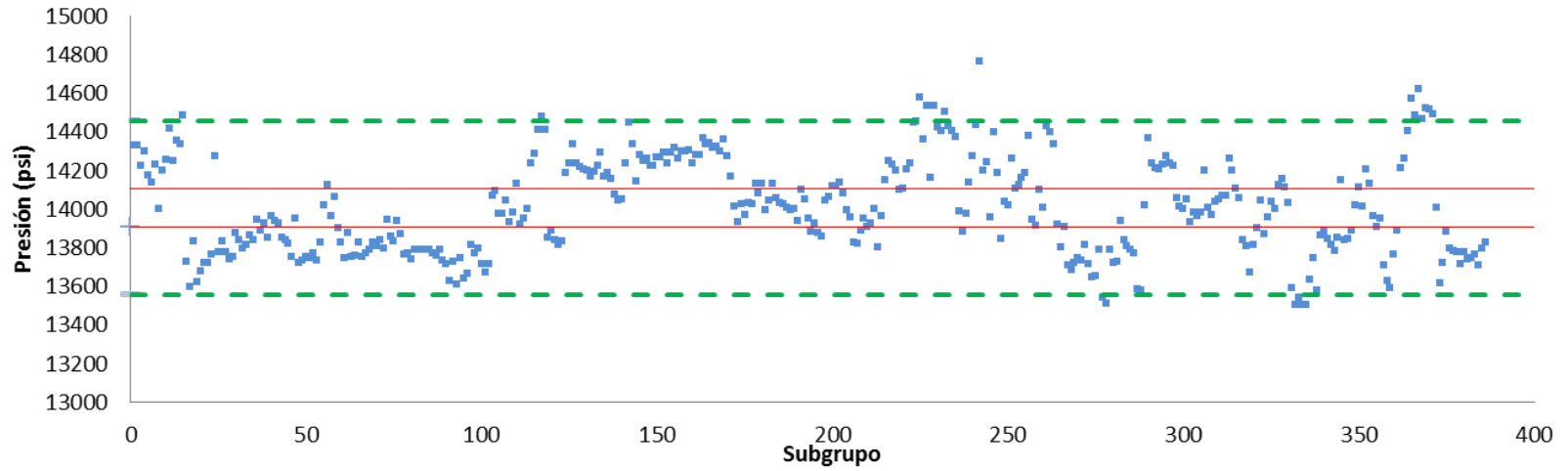


Figura 3.5: Resultados de presión de cambio de la base de datos.

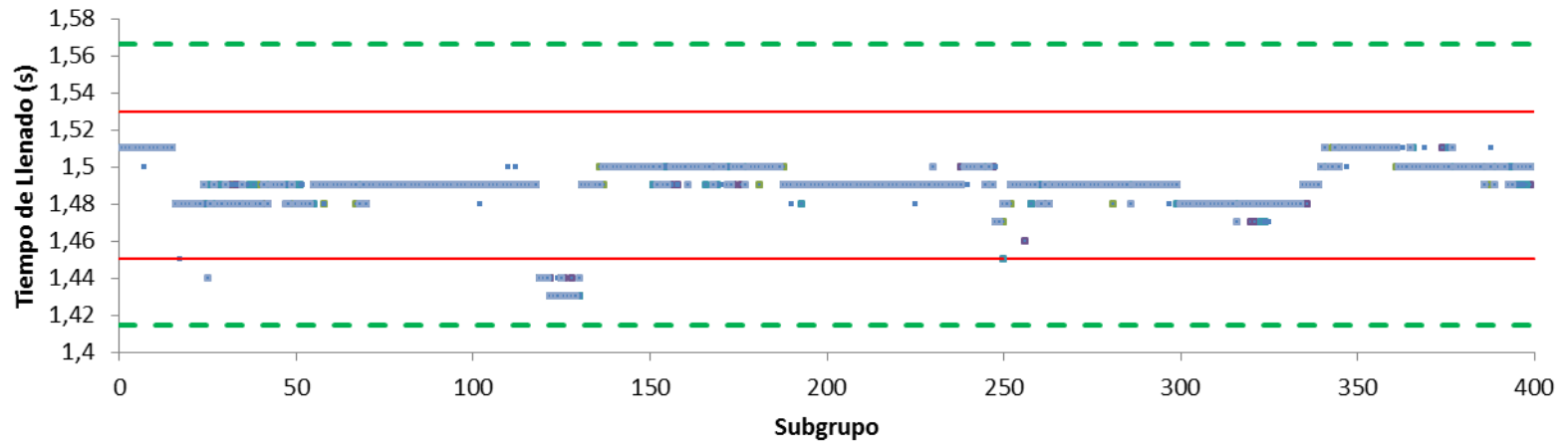


Figura 3.6: Resultados de tiempo de llenado de la base de datos.

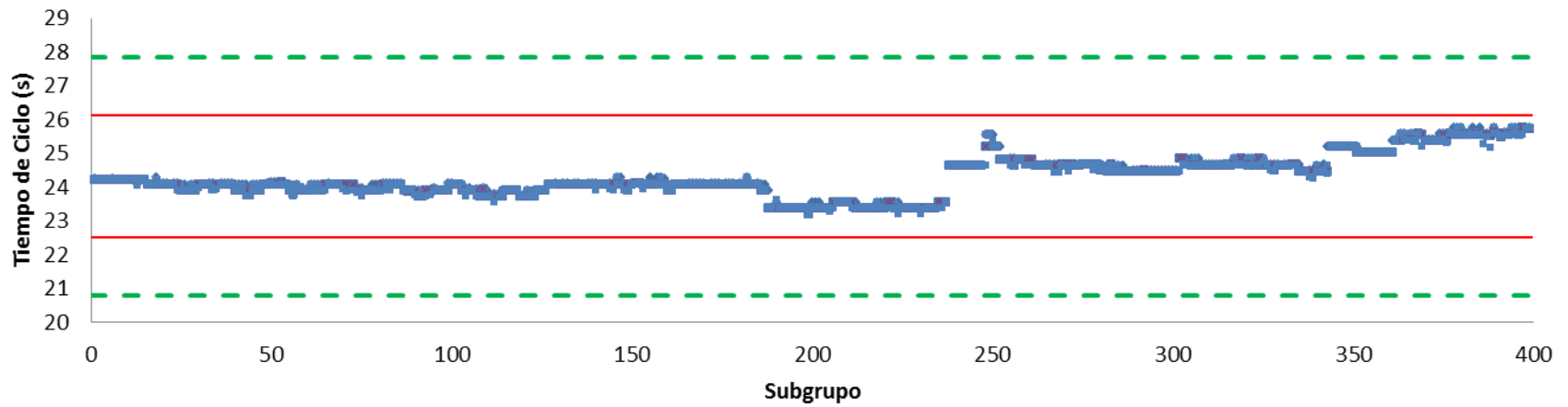


Figura 3.7: Resultados de tiempo de Ciclo de la base de datos.

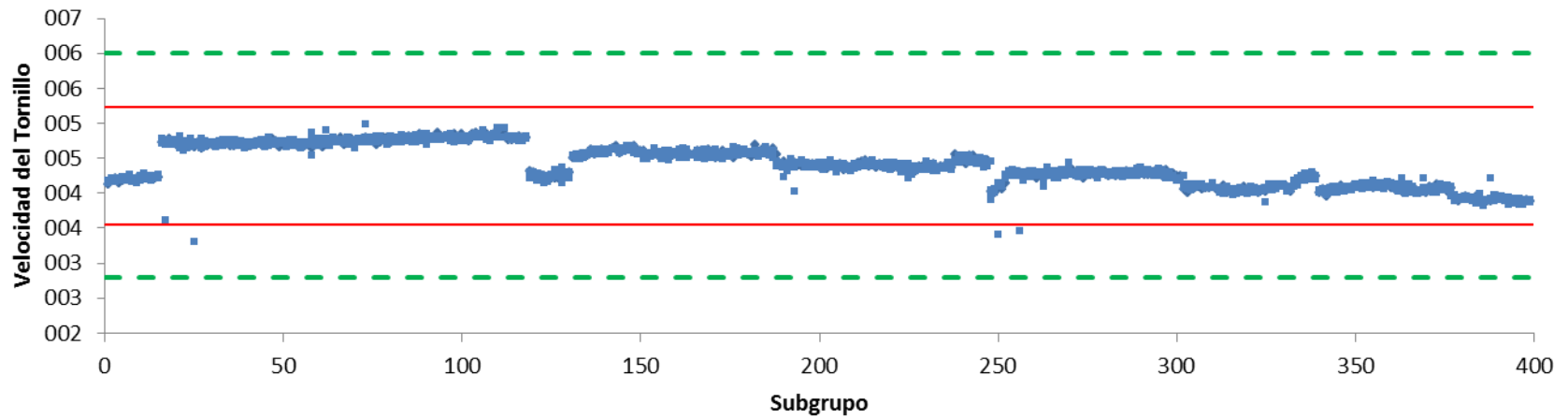


Figura 3.8: Resultados de Velocidad del Tornillo de la base de datos.

CAPÍTULO 4: VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD

4.1. ANÁLISIS DE LA PRESIÓN DE CAMBIO

Al calcular los límites de control sin expansión de la presión de cambio que define el proceso se obtuvieron los valores de 97 278.16 kPa y 95 899.2 kPa para el límite superior y el inferior respectivamente. Sin embargo la data generada para el cálculo se salía de esos límites, esto crea la necesidad de que para la presión de cambio se deba trabajar con los límites expandidos, para los cuales se obtuvo un UCL de 99 691.32 kPa y LCL de 93 486.04 kPa.

Cuando se grafican los puntos de presión de cambio para la prueba de verificación de efectividad, se decide poner como límites los expandidos, ya que según lo que se comentó anteriormente, los límites sin expandir no son representativos para el proceso de moldeo que se está estudiando. La Figura 4.1 muestra el resultado de la gráfica para presión de cambio en la prueba de verificación.

En la Figura 4.1 se muestran líneas verdes, las cuales representan los límites superior e inferior del sistema de control estadístico del proceso del Half Spool; y en azul se muestran los puntos obtenidos a lo largo de la corrida de producción del lote de verificación.

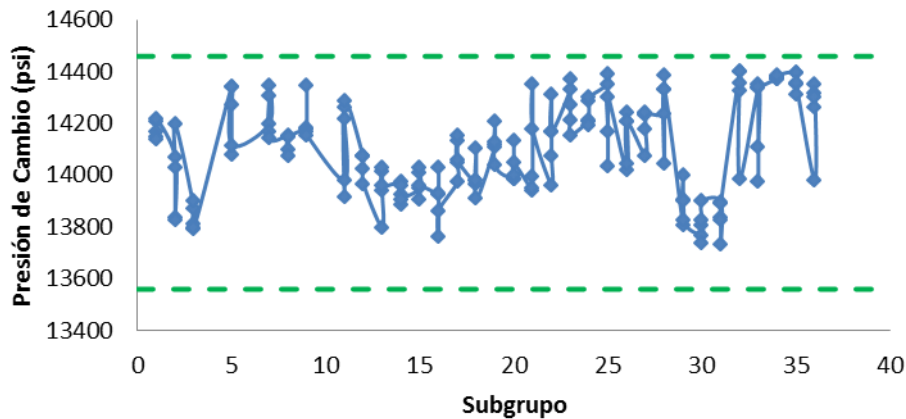


Figura 4.1: Verificación de efectividad de la Presión de Cambio

Como se ha mencionado anteriormente en el capítulo 4, la presión de cambio es una variable que posee una gran variación durante los procesos de producción, se considera que puede variar en más de 10 342.14 kPa a lo largo de un lote de producción y en condiciones estables.

Según lo anterior y con la Figura 4.1, se evidencia que el SPC diseñado para la presión de cambio en el proceso de producción del Half Spool es capaz de poder absorber las variaciones que tiene la presión de cambio a lo largo de los lotes de producción de la empresa.

4.2. ANÁLISIS DE LA VELOCIDAD DEL TORNILLO

La velocidad del tornillo es una variable que tiene una tolerancia amplia en el comportamiento durante las corridas de producción de un lote moldeado, esta puede variar entre unos 0.21 rad/s debido a los cambios que pueden surgir en un shot de producción, es decir cambia por diferencias de presión a lo largo del tornillo.

Durante el análisis de la muestra recolectada, se encontró que la variación máxima de las muestras es de 0.17 rad/s lo cual coincide con lo mencionado anteriormente, de un máximo de variación permitido de 0.31 rad/s. Sin embargo al correr la verificación de efectividad y analizar la velocidad del tornillo, se encontró que la variación de las muestras disminuyó a lo largo del lote de producción, teniendo así una variación máxima de 0,44 rad/s lo que implica una mayor estabilidad del proceso.

La Figura 4.2. muestra el comportamiento de la data recolectada para la verificación de efectividad, donde se grafican los datos obtenidos junto con los límites de control que se habían calculado anteriormente. Como se puede ver es más que suficiente el rango que abarcan los límites sin expandir debido a que la data es muy estable a lo largo de la corrida de producción. Las líneas verdes demarcan el límite superior e inferior expandidos los cuales corresponden a 0.63 rad/s y 0.29 rad/s respectivamente; y las rojas representan los límites sin expandir a 0,37 rad/s y 0,54 rad/s como inferior y superior.

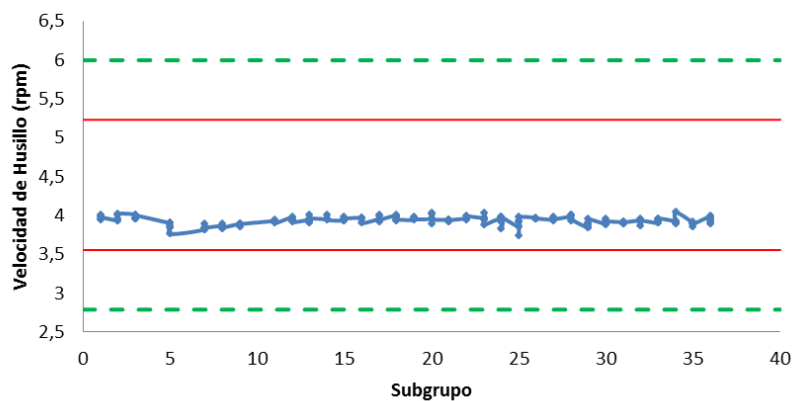


Figura 4.2: Verificación de efectividad de la velocidad de husillo

Para este caso en particular los límites que se van a definir como suficientes para el diseño del control estadístico de proceso son 0.37 rad/s como el inferior y 0,54 rad/s como el superior. La data recolectada durante la verificación de efectividad se comporta con un promedio de 0.41 rad/s, por lo que se confirma que el comportamiento para este caso es que tiende al límite inferior del rango permitido.

Como se ha mencionado anteriormente, y se confirmó de forma práctica, la velocidad de husillo no debe tener tanta variación en las corridas de producción ya que eso implica un mal funcionamiento de alguna de las secciones de la máquina inyectora, como exceso de alimentación en la tolva, diferencias de presión radicales en el cañón, muy baja temperatura que no logra fundir el plástico, entre otras posibles causas.

Es por ello que el SPC para la velocidad del tornillo debe quedar entre 0,37 rad/s y 0,54 rad/s. Entonces el gráfico que se adapta correctamente tanto en teoría como en práctica es el que se muestra en la Figura 4.3 que se muestra a continuación, junto con la data recolectada a lo largo de la verificación de efectividad.

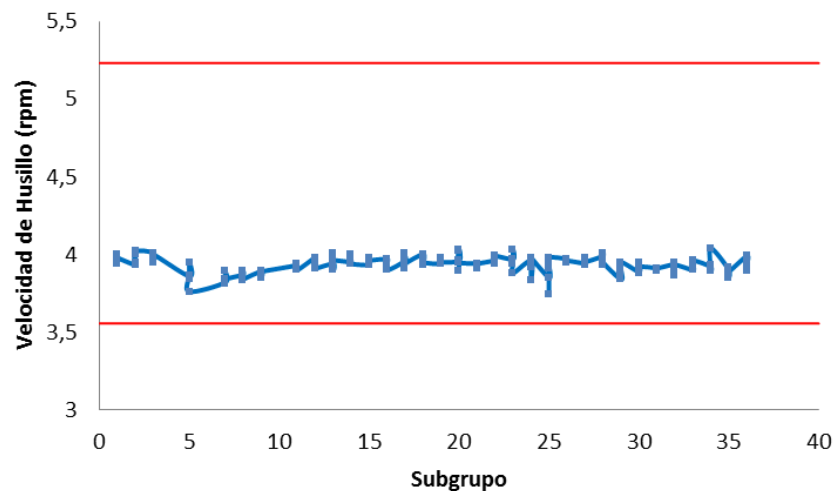


Figura 4.3: Velocidad del husillo con los límites correcto

4.3. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE CICLO

El tiempo de ciclo es una variable que durante las validaciones de un proceso de moldeo se define una vez que ya se ha encontrado la estabilidad del resto de variables que afectan el proceso. Sin embargo, como al tener ya definidas las condiciones que logran el comportamiento óptimo de la moldeadora, el tiempo de ciclo no debe fluctuar ampliamente shot a shot.

Durante el análisis de la base de datos se encontró que la variación máxima entre los puntos es de 2,58 segundos, y durante la corrida de verificación fue de 1,57. Esta variación entre la base de datos y la prueba de verificación corresponde a que en la primera se hizo mezcla de datos de diferentes lotes de producción, en los cuales se configuró la máquina con ciertas diferencias siempre dentro de los parámetros validados,

En la Figura 4.4 se muestran los resultados del tiempo de ciclo de la corrida de verificación, sin embargo al igual que en la velocidad del tornillo, los límites expandidos no son requeridos debido a que los datos se comportan de forma estable tal y como la teoría lo explica.

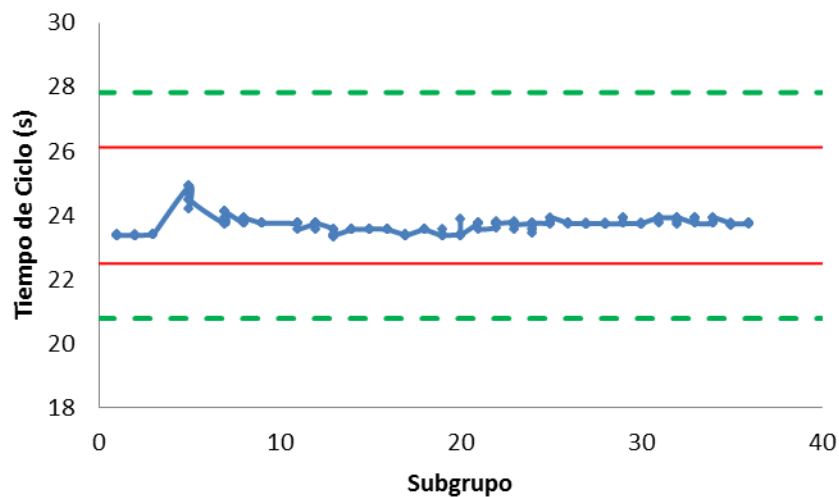


Figura 4.4: Prueba de verificación del tiempo de ciclo

En la Figura anterior se observa en líneas verdes los límites expandidos que corresponden a valores de 20,8 segundos y 27,8 segundos para el límite inferior y superior respectivamente; y los límites sin expandir se representan con líneas rojas, los cuales corresponden a límite inferior 22,50 s y límite superior 26,12 s.

Sin embargo, al no presentar gran variación a lo largo de la corrida de verificación, se van a utilizar solamente los límites sin expandir, por lo que el SPC para esta corrida de verificación es el que se muestra en la siguiente figura:

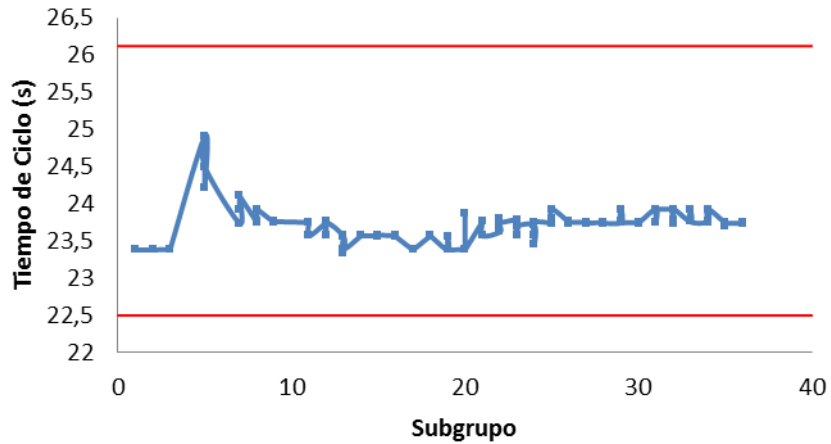


Figura 4.5: Control Estadístico de proceso para la prueba de verificación del tiempo de ciclo.

4.4. ANÁLISIS DEL TIEMPO DE LLENADO

El tiempo de llenado es una de las variables más estables del proceso de moldeo por inyección, ya que es uno de los parámetros que busca controlarse desde que se intenta establecer el proceso para obtener partes moldeadas que cumplan con las dimensiones establecidas.

En la Figura 4.6 se muestran los datos de la verificación de efectividad obtenidos a lo largo de un lote de producción, además se tienen los límites sin expandir representados en líneas rojas. Como se muestra, los datos son muy estables ya que se tiene una variación máxima de 0.02 segundos durante la muestra recolectada.

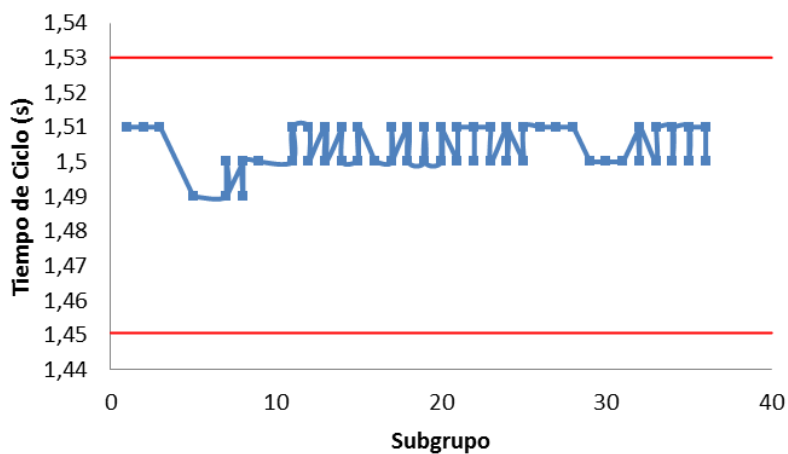


Figura 4.6: Control estadístico de proceso para la prueba de verificación del tiempo de llenado.

Con ello se puede concluir que los límites sin expandir son suficientes para absorber la variación necesaria durante las corridas de producción posteriores, por ende se definen como suficientes los límites a 1.45 s y 1.53 como límites inferior y superior respectivamente.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se determinó que las variables que necesitan ser controladas en el diseño del control estadístico de proceso son el tiempo de ciclo el tiempo de llenado, la velocidad del tornillo y la presión de cambio.
- Se obtuvieron 1.45 s y 1.53 s como límites inferior y superior para el tiempo de llenado, 20.8 s y 27.8 s para el tiempo de ciclo; 0,37 rad/s y 0,54 rad/s para la velocidad del tornillo y de 93 486.04 kPa y 99 691.32 kPa los cuales son capaces de absorber la variación del proceso productivo.
- Mediante análisis gráfico se concluyó que los modelos obtenidos no violan los comportamiento tanto teóricos como prácticos del moldeo por inyección
- Se comprobó mediante inspección dimensional y visual que las piezas producidas durante los diferentes lotes de producción para generar la base de datos y la verificación de efectividad cumplían con los requerimientos del producto.
- Por medio del análisis de Varianza con un factor se definieron los límites expandidos que podía requerir el sistema.
- Se comprobó que variables como el tiempo de ciclo, el tiempo de llenado y la velocidad del tornillo se mantienen estables a lo largo del proceso productivo.
- Se evidenció que la presión de cambio tiene un rango de variación mínimo de 10 342.14 kPa a lo largo de una corrida de producción, lo cual hace que su promedio oscile durante la producción de un lote del Half Spool.
- Se comprobó que al ser un molde multicavidad, existe una diferencia dimensional entre cada cavidad, lo que hace que los parámetros de proceso deban abarcar esa variación por cada disparo de la máquina moldeadora.

5.2. Recomendaciones

- Determinar el efecto de otras variables sobre la plasticidad del ABS en el moldeo por inyección del Half Spool.

- Realizar un análisis de costos de la inspección actual del producto e incluir la reducción del mismo al implementar el SPC como herramienta de calidad.
- Realizar verificaciones del SPC diseñado cada vez que el molde sea reparado por cambios dimensionales que afecten las condiciones validadas.
- Determinar sistemas de control que permitan evaluar la calidad de la resina antes de ser utilizada en variables que afecten las condiciones de plasticidad del polímero.
- Analizar cuáles son las variables de control que deben ser estudiadas para cada uno de los otros moldes de la empresa.
- Realizar un monitoreo de los gráficos del SPC al menos dos veces por turno para la determinación de desviaciones al comportamiento esperado antes de que el proceso se salga de los límites de control.
- Realizar un estudio de como impactan las condiciones mecánicas de la máquina moldeadora y del molde que permita definir que cambios son capaces de alterar las piezas plásticas producidas haciéndolas no conformes.
- Identificar como afecta el desgaste del molde y la máquina en las piezas plásticas según las ventanas de las variables y parámetros validados.
- Realizar estudios de estabilidad del proceso como parte de las validaciones en moldeo y en casos de reparaciones de áreas críticas de los moldes.

BIBLIOGRAFÍA

- Rosato, D. (2000). *Injection molding handbook*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- 3.4DPMO Six Sigma. (2014, Mayo 23). *Six Sigma CR Wordpress*. Retrieved Abril 04, 2016, from SPC: TIPOS DE CONTROL ESTADÍSTICO SEGÚN IMPLEMENTACIÓN Y DESPLIEGUE: <https://sixsigmacr.wordpress.com/2014/05/23/spc-tipos-de-control-estadistico-segun-implementation-y-despliegue/>
- Akers, S. (2009). Cracking in fibre cement products. *Construction and Building Materials* 24, 202-207.
- Anderson, M., & Whitcomb, P. (2002a). *Find the Optimal Formulation for Mixtures*. Minneapolis: Stat-Ease Inc.
- Anderson, M., & Whitcomb, P. (2002b). Mixture DOE uncovers formulations quicker. *Rubber & Plastic News*, 16-18.
- Ardanuy, M., Claramunt, J., & Dias, R. (2015). Cellulosic fiber reinforced cement-based composites: A review of recent research. *Construction and Building Materials*, 79, 115-128.
- Ashby, M., Shercliff, H., & Cebon, D. (2007). *Materials: Engineering, science, processing and design*. Oxford: Elsevier Ltd.
- ASTM International. (2012). *Standard Test Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and Clapboards*. West Conshohocken, Pennsylvania: ASTM International.
- Bayer. (2012, Mayo 11). *EDGE - Multidisciplinary Engineering @ RIT - Senior Design Program*. Retrieved Diciembre 29, 2015, from Part and Mold Design: <http://edge.rit.edu/content/P12056/public/Part+and+Mold+Design.pdf>
- Belofsky, H. (1995). *Plastics: Product design and process Engineering*. New York: Hanser / Gardner Publications.
- Bezerra, E., Joaquim, A., Savastano, H., John, V., & Agopyan, V. (2006). The effect of different mineral additions and synthetic fiber contents on properties of cement based composites. *Cement & Concrete Composites*, 28(6), 555-563.
- Box, G., Hunter, S., & Hunter, W. (2008, Diciembre 14). *Estadística para investigadores : diseño, innovación y descubrimiento*. Barcelona: Reverté.
- Brandvik, P., & Daling, P. (1998). Optimisation of oil spill dispersant composition by mixture design and response surface methods. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 42(1-2), 63-72.

- Callister, W., & Rethwisch, D. (2009). *Materials Science and Engineering: An Introduction*. John Wiley and Sons.
- Campo, A. (2006). *The complete part design Handbook for injection molding of thermoplastics*. München: Hanser Publishers.
- Cembrit. (2012). Welcome to Fibre Space. *Roofing, Cladding and Insulation*, 46.
- Chakraborty, S., Prasad, S., Roy, A., Kumar, R., Adhikari, B., & Majumder, S. (2013). Improvement of the mechanical properties of jute fibre reinforced cement mortar: A statistical approach. *Construction and Building Materials*, 38, 776-784.
- Chassin, M., & O'Kane, M. (2014, Apr 05). *History of the Quality Improvement Movement*. Retrieved Apr 02, 2016, from marchofdimes.com:
<http://www2.aap.org/sections/perinatal/pdf/1quality.pdf>
- Construction Canada. (2015, Junio 9). *Demand for fibre cement expected to reach 32.6 million tonnes in 2019*. Retrieved Agosto 21, 2015, from Construction Canada:
<http://www.constructioncanada.net/demand-for-fibre-cement-expected-to-reach-32-6-million-tonnes-in-2019/>
- Cooke, A. (2000). Durability of Autoclaved Cellulose Fiber Cement Composites. *7th Inorganic-Bonded Wood and Fiber Conference*. Idaho: International Inorganic-Bonded Fiber Composites Conference.
- Cooke, A. (2005). The Measurement and Significance of Green Sheet Properties for the Properties of Hardened Fibre Cement. *Cement and Concrete Composites* 27, 604-610.
- Cooke, A., & Akers, S. (2008). *The effect of aluminous additives on the properties of Autoclaved Cellulose Fibre Cement*. Madrid: IIBCC.
- Cornell, J. (2011). *Experiments with Mixtures: Designs, Models and the Analysis of Mixture Data*. John Wiley & Sons.
- Devore, J. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingenierías y Ciencias*. México, D.F.: Cengage Learning.
- Díaz, A. (2009). *Diseño estadístico de experimentos*. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Dietrich, E., & Schulze, A. (1999). *Statistical Procedures for Machine and Process Qualification*. Wisconsin: American Society for Quality.
- Drobny, J. G. (2007). *Handbook of Thermoplastic Elastomers*. New York: William Adrew Inc.
- Eriksson, L. (2008). *Design of Experiments: Principles and Applications*. Umeå: Umetrics.

- Food and Drugs Administration. (2013). Title 21- Food and Drugs. In *Subchapter H - Medical Devices*. Oriel Stat a Matrix.
- Gebhardt, A. (2011). *Optimal Experimental Design with R*. Boca Raton: CRC Press.
- Gorzelanczyk, T., & Schabowicz, K. (2014). Nondestructive Testing of Moisture in Cellulose Fibre Cement Boards. *11th European Conference on Non-Destructive Testing*. Praga: ECNDT.
- Goswami, A., & Narayan Dutta, H. (2013, December). Some Studies on Normal and Non-Normal Process Capability. *International Journal of Mathematics and Statistics Invention*, pp. 31-40.
- Grace-Martin, K. (2012, Abril 5). *When to leave insignificant effects in a model*. Retrieved Noviembre 10, 2015, from The Analysis Factor: <http://www.theanalysisfactor.com/insignificant-effects-in-model/>
- Griffith, G. K. (1996). *Statistical Process Control Methods for long and short runs*. Wisconsin: ASQC.
- Guerrero, C. (2001). Rocas calizas: Formación, ciclo del carbonato, propiedades, aplicaciones, distribución y perspectivas en la Mixteca Oaxaqueña. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 3-14.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. México D.F.: McGrawHill.
- Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Howe, M. (2015, Junio 26). *Demand for Fibre Cement Set to Surge*. Retrieved Julio 24, 2015, from Sourceable: Industry News and Analysis: <https://sourceable.net/demand-fibre-cement-set-surge/>
- İnan, G., Çopuroglu, O., & Ramyar, K. (2010). Microstructure of 2 and 28-day cured Portland limestone cement pastes. *Indian Journal of Engineering & Materials Sciences* 17, 289-294.
- Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica. (2011). *Láminas planas de fibrocemento - Especificación de productos y métodos de ensayo*. San José: INTECO.
- International Organization for Standardization. (2009, Enero 23). *ISO 8336:2009 Fibre-cement flat sheets -- Product specification and test methods*. Retrieved Febrero 1, 2015, from International Organization for Standardization: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=45791
- International Standard. (2003). ISO:13485. *Medical devices - Quality management systems - Requirements for regulatory purposes*. Second Edition.
- Kane, V. (1989). *Defect Prevention, Use of simple statistical tools*. New York: Marcel Dekker .

- Kavanaugh, C. (2015, Julio 30). *Vinyl siding gets a makeover to remain top choice in cladding*. Retrieved Agosto 6, 2015, from Plastic News: <http://www.plasticsnews.com/article/20150730/NEWS/150739993/vinyl-siding-gets-a-makeover-to-remain-top-choice-in-cladding>
- Kaw, A. (2006). *Mechanics of Composite Materials*. Boca Raton: CRC Press.
- Khorami, M., & Ganjian, E. (2013). The effect of limestone powder, silica fume and fibre content on flexural behaviour of cement composite reinforced by waste Kraft pulp. *Construction and Building Materials* 46, 142-149.
- Kim, K.-J., Han, S., Hwan, M., & Kwahk, J. (2002). A Systematic Procedure for Modeling Usability Based on Product Design Variables: A Case Study in Audiovisual Consumer Electronic Products. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* 8(3), 387-406.
- Kloke, J., & McKean, J. (2014). *Nonparametric Statistical Methods Using R*. Boca Raton: CRC Press .
- Kuder, K., & Shah, S. (2006). Processing of High-Performance Fiber-Reinforced Cement-Based Composites. *10th International Inorganic-Bonded Fiber Composites Conference* (pp. 194-204). Sao Paulo: IIBCC.
- Kulkarni, S. (2010). *Robust Process Development and Scientific Molding*. Munich: Henser.
- Lal, K. (2007, Febrero 2). *Experiments with Mixtures*. Retrieved Julio 7, 2015, from IASRI: <http://iasri.res.in/ebook/EBADAT/2-Basic%20Statistical%20Techniques/20-LECTURE-MOE-F.pdf>
- Lam, S., Velikov, K., & Velev, O. (2014). Pickering stabilization of foams and emulsions with particles of biological origin. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 19, 490-500.
- Lewis, G. A., Matieu, D., & Phan-Tan-Luu, R. (1998). *Pharmaceutical Experimental Design*. Nueva York: Marcel Dekker, Inc.
- Long, T., & McGrath, J. (2001). Polymers, Synthesis. *Physical Science and Technology*, 751-774.
- López Torres, R., Ramírez Guzmán, M., González Cossio, F., Martínez Garza, A., & Espinosa Solares, T. (2002). Una región de confianza para las variables explicatorias en experimentos con mezclas utilizando calibración. *Agrociencia* 36, 579-592.
- Maindonald, J., & Braun, J. (2010). *Data Analysis and Graphics Using R: An Example-Based Approach*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Malkin, A., & Isayev, A. (2006). *Rheology: Concepts, Methods and Applications*. Toronto: ChemTec Publishing.
- Marmorato, C. E., & Savastano Jr., H. (2013). Study of hygral behavior of non-asbestos fiber cement made by similar hatschek process. *Materials Research*, 17(1), 1516-1439.

- McKeen, L. (2008). *The effect of temperture and other factors on plastics and elastomers* . New York: William Andrew.
- Menacho, C. (2000). *Métodos de validación cruzada para modelos de regresión lineal*. Retrieved Agosto 8, 2015, from Repositorio La Molina:
http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/123456789/786/2000_12.pdf
- Michaeli, W., & Helmunt, G. (2001). *Training in injection molding*. Muncher: Hanser.
- Minitab Inc. (2015). *Multicollinearity in regression*. Retrieved Agosto 24, 2015, from Minitab Express Support: <http://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/model-assumptions/multicollinearity-in-regression/>
- Mohr, B., Biernacki, J., & Kurtis, K. (2006). Microstructural and chemical effects of wet/dry cycling on pulp fiber–cement composites. *Cement and Concrete Research*, 36(7), 1240–1251.
- Mohr, B., El-Ashkar, N., & Kurtis, K. (2004). Fiber-Cement Composites for Housing Construction: State-of-the-Art Review. *NSF Housing Research Agenda Workshop*, (pp. 112-128). Orlando, Florida.
- Montgomery, D. (2012). *Diseño y análisis de experimentos*. México, Distrito Federal: Limusa Wiley.
- Montgomery, D., & Runger, G. (2014). *Applied Statistics and Probability for engineer*. Arizona: Wiley.
- Moslemi, A. (2008). Technology and market considerations for fiber cement composites. *11th International Inorganic-Bonded Fiber Composites Conference* (pp. 113-129). Madrid: IIBCC.
- Myers, R., Montgomery, D., & Anderson-Cook, C. (2009). *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments* . New Jersey: John Wiley & Sons.
- Naaman, A. (2009). *High performance fiber reinforced cement composites*. Michigan: University of Michigan.
- Navarro, M. (2009, Enero 1). *Elasticidad*. Retrieved Noviembre 11, 2014, from Universidad de Almeria: <http://www.ual.es/~mnavarro/Tema06Elasticidad.pdf>
- NISSEI. (2003). *Manual for Nissei FVX-III*. New Jersey , Cranbury South River, United States of America: NISSEI.
- Oehlert, G. (2010). *A First Course in Design and Analysis of Experiments*. Minnesota: W. H. Freeman.
- Ortega, D. C., Bustamante, M. O., Gutiérrez, D. F., & Correa, A. A. (2015). Diseño de mezclas en formulaciones industriales. *Dyna*, 82, 149-156.

- Pinillos, J., & Lopera, C. (2009). Elaboración de una formulación farmacéutica a través de un diseño experimental de mezclas. *VITAE*, 16(3), 338-353.
- Rees, H. (2001). *Injection Mold Design*. Munich: Hanser Publishers.
- Rosato, D. (2000). *Injection Molding Handbook*. Massachusetts: Kluwer Academics Publishers.
- Rosato, D. (2000). *Injection Molding Handbook*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Sabic. (2016, Marzo 31). *Sabic*. Retrieved Abril 09, 2016, from CYCOLAC™ Resin HMG47MD: <https://www.sabic-ip.com/gepapp/eng/weather/weatherhtml?sltRegionList=1002002000&sltPrd=1002003002&sltGrd=1002030466&sltUnit=0&sltModule=DATASHEETS&sltVersion=Internet&sltType=Online>
- Santos, S., Dias, C., Savastano, H., John, V., Tonoli, G., & Silvia, W. (2008). *Evaluation of the mechanical behaviour by measuring the energy of fracture and impact energy of fibre-cements*. Madrid: IIBCC.
- Sarabia Alegría, J. M., & Pascual Saénz, M. (2005). *Curso Básico de Estadística para Economía y Administración de Empresas*. Cantabria: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria.
- Schrevens, E., & Portier, K. (2006). Experimental Design in Product Development and Optimisation. In Y. Hui, *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering* (pp. 143-1-143-30). Boca Raton: Taylor & Francis Group.
- Shackelford, J. (2005). *Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Shao, Y., & Qiu, J. (2002). The role of polymer additives in extrusion of fiber-cement composites. *2nd Material Specialty Conference of the Canadian Society for Civil Engineering*. Montreal: Canadian Society for Civil Engineering.
- SIIM & Co. (2012, Junio 8). *SIIM*. Retrieved Abril 30, 2016, from Propiedades físicas y mecánicas materiales: <http://www.siim.com/docs/RAE-1018.pdf>
- Slag Cement Association. (2002). *Slag Cement Association*. Retrieved Mayo 7, 2015, from Slag Cement in Concrete: <http://www.slagcement.org/pdf/no1%20slag%20cement.pdf>
- Stoyanov, K., & Walmsley, A. (2006). Response-Surface Modeling and Experimental Design. In A. Gemperline, *Practical Guide To Chemometrics, Second Edition* (pp. 263-338). Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.
- Stuart, B. (2002). *Polymer Analysis*. Inglaterra: John Wiley & Son.

- Swift, K., & Brooker, J. (2013). *Manufacturing Process Selection Handbook*. Oxford: Butterworth - Heinemann.
- Tanaca, H., Dias, C., Gaylarde, C., John, V., & Shirakawa, M. (2011). Discoloration and fungal growth on three fiber cement formulations exposed in urban, rural and coastal zones. *Building and Environment*, 46(2), 324-330.
- Tasón, J. (2015a, Febrero 23). *Plycem alcanza \$25 millones en ventas*. Retrieved Agosto 21, 2015, from La Estrella de Panamá: <http://laestrella.com.pa/economia/plycem-alcanza-25-millones-ventas/23845799>
- Tasón, J. (2015b, Enero 26). *Aumentó la demanda de fibrocemento en el año 2014*. Retrieved Agosto 21, 2015, from La Estrella de Panamá: <http://laestrella.com.pa/economia/aumento-demanda-fibrocemento-2014/23838875>
- The Global Harmonization Task Force. (2004). *Quality Management Systems - Process Validation Guidance*. Global Harmonization Task Force.
- Theus, M., & Urbanek, S. (2008). *Interactive Graphics for Data Analysis: Principles and Examples*. Londres: CRC Press.
- Tonoli, G., Belgacem, M., Siqueira, G., Bras, J., Savastano, H., & Rocco Lahr, F. (2013). Processing and dimensional changes of cement based composites reinforced with surface-treated cellulose fibres. *Cement & Concrete Composites*, 37, 68-75.
- Tonoli, G., Rodrigues, U., Savastano, H., Bras, J., Belgacem, M., & Rocco, F. (2009). Cellulose modified fibres in cement based composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 40(12), 2046-2053.
- Vention Medical (Tool room). (2015). *Molde Half Spool*. Heredia: Vention Medical.
- Vention Medical. (2008). *Injection Molding Validation Report: Half Spool*. Heredia: MedTech Costa Rica S.A.
- Walter, M., & Helmut, P. (2001). *Injection Molding*. Munich: Hanser Publishing.
- Wang, P.-S., & Fang, J.-J. (2010). The Optimization of Medicine Formulation Using Mixture Experiments. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*. Hong Kong: IMECS.
- Wheeler, D. (2004). *Advanced Topics in Statistical Process Control*. Tennessee: SPC Press.
- Xie, X., Zhou, Z., Jiang, M., Xu, X., Wang, Z., & Hui, D. (2015). Cellulosic fibers from rice straw and bamboo used as reinforcement of cement-based composites for remarkably improving mechanical properties. *Composites Part B: Engineering*, 78, 153-161.

ANEXOS

ANEXO A: PARÁMETROS DEL PROCESO DE LOS LOTES ESTUDIADOS EN LA BASE DE DATOS

Cuadro A.1: Datos recopilados de la dimensión 0.435in – 0.446in (1,105 cm - 1,135 cm)

Número de lote Fecha de producción	M118370 19Feb2016	M118404 27Feb2016	M118451 09Mar16	M118497 18Mar16	M118560 12Apr16
Cavidad 1	0,445	0,444	0,441	0,4446	0,4449
Cavidad 2	0,444	0,443	0,443	0,4462	0,4449
Cavidad 3	0,447	0,442	0,443	0,4449	0,4445
Cavidad 4	0,446	0,444	0,444	0,4446	0,4433
Cavidad 5	0,445	0,445	0,442	0,4448	0,4451
Cavidad 6	0,446	0,444	0,444	0,439	0,4444
Cavidad 7	0,446	0,446	0,444	0,442	0,4452
Cavidad 8	0,446	0,446	0,443	0,4401	0,4445
Cavidad 9	0,445	0,446	0,446	0,4431	0,4449
Cavidad 10	0,444	0,443	0,441	0,4439	0,4449
Cavidad 11	0,445	0,446	0,443	0,4441	0,4445
Cavidad 12	0,443	0,444	0,443	0,444	0,4433
Cavidad 13	0,442	0,446	0,443	0,4436	0,4436
Cavidad 14	0,442	0,447	0,443	0,4432	0,444
Cavidad 15	0,444	0,446	0,439	0,4435	0,4406
Cavidad 16	0,444	0,443	0,444	0,4444	0,4445

Cuadro A.2: Datos recopilados de la dimensión 0.105in – 0.111in (0.269 cm – 0.284 cm)

Número de lote Fecha de producción	M118370 19Feb2016	M118404 27Feb2016	M118451 09Mar16	M118497 18Mar16	M118560 12Apr16
Cavidad 1	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Cavidad 2	0,11	0,109	0,1091	0,1099	0,1099
Cavidad 3	0,11	0,11	0,1091	0,1103	0,1104
Cavidad 4	0,11	0,11	0,1101	0,11	0,1102
Cavidad 5	0,109	0,11	0,11	0,1097	0,1096
Cavidad 6	0,109	0,11	0,1101	0,1098	0,1106
Cavidad 7	0,11	0,11	0,11	0,1094	0,1106
Cavidad 8	0,11	0,11	0,1101	0,109	0,1092
Cavidad 9	0,11	0,11	0,11	0,1114	0,11
Cavidad 10	0,11	0,111	0,1111	0,11104	0,1093
Cavidad 11	0,11	0,11	0,11	0,1111	0,1083
Cavidad 12	0,109	0,11	0,1091	0,1101	0,109
Cavidad 13	0,11	0,11	0,11	0,1105	0,1079
Cavidad 14	0,11	0,11	0,1101	0,1103	0,1089
Cavidad 15	0,11	0,11	0,1091	0,1103	0,1083
Cavidad 16	0,11	0,11	0,109	0,1193	0,1093

Cuadro A.3: Datos recopilados de la dimensión 0.061in – 0.068in (0.155 cm – 0,173 cm).

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,068	0,068	0,0612	0,0638	0,065
Cavidad 2	0,068	0,068	0,0621	0,064	0,0643
Cavidad 3	0,068	0,068	0,0632	0,0651	0,0631
Cavidad 4	0,068	0,068	0,0651	0,0645	0,0629
Cavidad 5	0,068	0,065	0,0652	0,063	0,0652
Cavidad 6	0,068	0,066	0,0643	0,065	0,068
Cavidad 7	0,068	0,067	0,0652	0,0632	0,0645
Cavidad 8	0,065	0,068	0,0657	0,0628	0,0636
Cavidad 9	0,068	0,065	0,0631	0,065	0,067
Cavidad 10	0,068	0,065	0,0643	0,0653	0,0652
Cavidad 11	0,067	0,065	0,0652	0,0653	0,0649
Cavidad 12	0,068	0,067	0,0643	0,0657	0,0638
Cavidad 13	0,068	0,067	0,0643	0,0639	0,06526
Cavidad 14	0,068	0,067	0,064	0,0649	0,0653
Cavidad 15	0,065	0,066	0,0631	0,0659	0,063
Cavidad 16	0,066	0,066	0,062	0,0637	0,0642

Cuadro A.4: Datos recopilados de la dimensión 0.115in -0.120in (0.292 cm – 0,305 cm).

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,118	0,119	0,1171	0,12	0,1186
Cavidad 2	0,118	0,119	0,12	0,12	0,1187
Cavidad 3	0,119	0,118	0,1119	0,119	0,1186
Cavidad 4	0,119	0,117	0,12	0,1192	0,1189
Cavidad 5	0,119	0,12	0,1198	0,12	0,1186
Cavidad 6	0,118	0,118	0,12	0,119	0,119
Cavidad 7	0,118	0,115	0,1199	0,12	0,11823
Cavidad 8	0,119	0,118	0,12	0,12	0,1162
Cavidad 9	0,118	0,117	0,1197	0,12	0,119
Cavidad 10	0,119	0,119	0,12	0,1189	0,1175
Cavidad 11	0,117	0,115	0,1193	0,119	0,119
Cavidad 12	0,118	0,115	0,1192	0,1195	0,1186
Cavidad 13	0,118	0,115	0,1195	0,12	0,118
Cavidad 14	0,118	0,115	0,1198	0,1196	0,119
Cavidad 15	0,119	0,115	0,11989	0,1199	0,112
Cavidad 16	0,118	0,115	0,12	0,12	0,1189

Cuadro A.5: Datos recopilados de la dimensión 0.076in – 0.083in (0.195 cm – 0,211 cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,079	0,08	0,0812	0,0818	0,08
Cavidad 2	0,079	0,08	0,082	0,0815	0,081
Cavidad 3	0,079	0,08	0,0822	0,0819	0,08
Cavidad 4	0,079	0,078	0,0802	0,0805	0,081
Cavidad 5	0,08	0,078	0,0813	0,0811	0,0818
Cavidad 6	0,08	0,078	0,0816	0,0809	0,0813
Cavidad 7	0,079	0,078	0,0812	0,0804	0,0812
Cavidad 8	0,08	0,08	0,0813	0,0792	0,0813
Cavidad 9	0,079	0,08	0,0815	0,081	0,082
Cavidad 10	0,08	0,08	0,0816	0,0806	0,082
Cavidad 11	0,08	0,08	0,0821	0,081	0,0813
Cavidad 12	0,079	0,08	0,0801	0,08026	0,0816
Cavidad 13	0,079	0,08	0,0801	0,0803	0,0815
Cavidad 14	0,08	0,08	0,0821	0,0801	0,0803
Cavidad 15	0,079	0,08	0,0803	0,08036	0,0806
Cavidad 16	0,079	0,08	0,082	0,0802	0,082

Cuadro A.6: Datos recopilados de la dimensión 0.032in – 0.036in (0.081 cm – 0,091 cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,034	0,034	0,034	0,0325	0,0339
Cavidad 2	0,034	0,034	0,033	0,0325	0,034
Cavidad 3	0,034	0,034	0,033	0,0322	0,035
Cavidad 4	0,034	0,034	0,034	0,0336	0,036
Cavidad 5	0,034	0,034	0,034	0,0333	0,0359
Cavidad 6	0,034	0,034	0,033	0,0335	0,0342
Cavidad 7	0,035	0,034	0,033	0,033	0,0351
Cavidad 8	0,034	0,034	0,036	0,0343	0,0359
Cavidad 9	0,034	0,033	0,033	0,0331	0,036
Cavidad 10	0,034	0,033	0,033	0,0334	0,0342
Cavidad 11	0,034	0,034	0,034	0,0341	0,0329
Cavidad 12	0,036	0,034	0,033	0,0335	0,0329
Cavidad 13	0,035	0,034	0,033	0,036	0,0326
Cavidad 14	0,034	0,036	0,036	0,0351	0,0336
Cavidad 15	0,035	0,036	0,033	0,0356	0,0324
Cavidad 16	0,035	0,034	0,033	0,036	0,0356

Cuadro A.7: Datos recopilados de la dimensión 0.070 in – 0.074 in(0.180 cm – 0,188 cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,072	0,072	0,073	0,0722	0,0726
Cavidad 2	0,073	0,072	0,072	0,0724	0,0728
Cavidad 3	0,073	0,072	0,072	0,0728	0,0733
Cavidad 4	0,073	0,073	0,072	0,072	0,0731
Cavidad 5	0,073	0,073	0,072	0,073	0,0733
Cavidad 6	0,072	0,073	0,073	0,0724	0,0723
Cavidad 7	0,073	0,074	0,073	0,0721	0,0726
Cavidad 8	0,074	0,073	0,073	0,073	0,0731
Cavidad 9	0,073	0,074	0,074	0,074	0,0736
Cavidad 10	0,072	0,073	0,072	0,0728	0,0735
Cavidad 11	0,073	0,074	0,073	0,0721	0,0726
Cavidad 12	0,073	0,073	0,074	0,0726	0,0723
Cavidad 13	0,073	0,073	0,074	0,0721	0,0732
Cavidad 14	0,072	0,073	0,073	0,0723	0,073
Cavidad 15	0,072	0,073	0,073	0,0726	0,07329
Cavidad 16	0,073	0,073	0,073	0,0725	0,0726

Cuadro A.8: Datos recopilados de la dimensión 0.034 in – 0,038 in (0.086cm-0.096cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,035	0,035	0,0361	0,0356	0,0358
Cavidad 2	0,034	0,035	0,036	0,0358	0,0357
Cavidad 3	0,034	0,035	0,0361	0,0364	0,0356
Cavidad 4	0,037	0,034	0,0351	0,0344	0,0356
Cavidad 5	0,036	0,034	0,0342	0,0356	0,0359
Cavidad 6	0,034	0,034	0,0356	0,0345	0,0361
Cavidad 7	0,034	0,035	0,0365	0,0345	0,0359
Cavidad 8	0,037	0,034	0,0342	0,0349	0,038
Cavidad 9	0,034	0,034	0,0352	0,0345	0,0356
Cavidad 10	0,034	0,034	0,0356	0,0356	0,0349
Cavidad 11	0,035	0,035	0,0352	0,0373	0,034
Cavidad 12	0,034	0,034	0,035	0,0342	0,0368
Cavidad 13	0,034	0,034	0,0362	0,035	0,0368
Cavidad 14	0,034	0,034	0,0345	0,0358	0,036
Cavidad 15	0,034	0,035	0,036	0,0369	0,034
Cavidad 16	0,034	0,035	0,034	0,0361	0,038

Cuadro A.9: Datos recopilados de la dimensión 0.036 in – 0,042 in (0.091 cm – 0.107 cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,038	0,04	0,0361	0,0408	0,0407
Cavidad 2	0,04	0,04	0,0411	0,0409	0,0405
Cavidad 3	0,039	0,04	0,0385	0,0398	0,0411
Cavidad 4	0,039	0,04	0,0412	0,041	0,0386
Cavidad 5	0,037	0,04	0,0413	0,0397	0,0401
Cavidad 6	0,041	0,04	0,0413	0,0393	0,0369
Cavidad 7	0,041	0,038	0,042	0,0379	0,0402
Cavidad 8	0,042	0,041	0,0421	0,0407	0,0411
Cavidad 9	0,04	0,041	0,0394	0,0404	0,0412
Cavidad 10	0,04	0,041	0,0426	0,0423	0,0397
Cavidad 11	0,042	0,041	0,043	0,04	0,0403
Cavidad 12	0,04	0,041	0,0402	0,0398	0,038
Cavidad 13	0,037	0,04	0,0415	0,0409	0,0411
Cavidad 14	0,039	0,041	0,0408	0,0406	0,0409
Cavidad 15	0,04	0,042	0,0416	0,04086	0,041
Cavidad 16	0,04	0,041	0,0405	0,0406	0,0411

Cuadro A.10: Datos recopilados de la dimensión 0.305 in – 0,313 in (0.775 cm – 0.795 cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,313	0,312	0,3112	0,3109	0,3109
Cavidad 2	0,313	0,312	0,3081	0,31116	0,3115
Cavidad 3	0,313	0,312	0,3129	0,3112	0,3114
Cavidad 4	0,313	0,31	0,312	0,3066	0,3106
Cavidad 5	0,312	0,311	0,3122	0,3085	0,312
Cavidad 6	0,31	0,31	0,307	0,31	0,308
Cavidad 7	0,311	0,31	0,3072	0,309	0,306
Cavidad 8	0,313	0,311	0,3112	0,3107	0,312
Cavidad 9	0,313	0,311	0,3116	0,309	0,3089
Cavidad 10	0,313	0,311	0,3082	0,3102	0,3092
Cavidad 11	0,313	0,31	0,3106	0,3112	0,3078
Cavidad 12	0,31	0,31	0,3116	0,3066	0,3089
Cavidad 13	0,311	0,31	0,31	0,3101	0,3096
Cavidad 14	0,309	0,309	0,3062	0,312	0,3123
Cavidad 15	0,309	0,309	0,3112	0,3116	0,3098
Cavidad 16	0,31	0,309	0,3125	0,312	0,3089

Cuadro A.11: Datos recopilados de la dimensión 0.301 in – 0,307 in (0.765cm – 0.779 cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,303	0,307	0,306	0,3016	0,3029
Cavidad 2	0,307	0,307	0,3065	0,3026	0,3026
Cavidad 3	0,303	0,307	0,3052	0,3061	0,3023
Cavidad 4	0,306	0,306	0,3051	0,3047	0,3031
Cavidad 5	0,305	0,304	0,3026	0,3057	0,3026
Cavidad 6	0,306	0,305	0,3035	0,3023	0,3068
Cavidad 7	0,301	0,306	0,306	0,3022	0,307
Cavidad 8	0,305	0,305	0,3062	0,3056	0,3039
Cavidad 9	0,306	0,305	0,305	0,3036	0,305
Cavidad 10	0,301	0,305	0,3051	0,3049	0,3063
Cavidad 11	0,303	0,306	0,3052	0,3062	0,3056
Cavidad 12	0,305	0,304	0,3036	0,304	0,3069
Cavidad 13	0,305	0,305	0,3064	0,3035	0,307
Cavidad 14	0,304	0,305	0,3042	0,3062	0,3065
Cavidad 15	0,303	0,305	0,3062	0,306	0,3036
Cavidad 16	0,302	0,306	0,3042	0,304	0,3065

Cuadro A.12: Datos recopilados de la dimensión 0.022 in – 0,027 in (0.056cm – 0.069cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,025	0,025	0,025	0,027	0,0259
Cavidad 2	0,027	0,025	0,023	0,027	0,0244
Cavidad 3	0,027	0,025	0,023	0,0261	0,027
Cavidad 4	0,026	0,025	0,027	0,027	0,0266
Cavidad 5	0,025	0,025	0,024	0,0259	0,027
Cavidad 6	0,026	0,024	0,0223	0,0266	0,0263
Cavidad 7	0,026	0,024	0,0231	0,027	0,02541
Cavidad 8	0,026	0,025	0,0228	0,0267	0,0268
Cavidad 9	0,026	0,024	0,0229	0,0261	0,027
Cavidad 10	0,025	0,024	0,0231	0,027	0,0256
Cavidad 11	0,024	0,026	0,0245	0,0259	0,0263
Cavidad 12	0,025	0,022	0,0233	0,0261	0,027
Cavidad 13	0,024	0,025	0,0225	0,027	0,0251
Cavidad 14	0,025	0,027	0,0245	0,0269	0,0261
Cavidad 15	0,026	0,027	0,023	0,0269	0,026
Cavidad 16	0,025	0,027	0,023	0,0256	0,0254

Cuadro A.13: Datos recopilados de la dimensión 0.024 in – 0,029 in (0.061cm – 0.074cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,029	0,029	0,0286	0,0281	0,0286
Cavidad 2	0,027	0,027	0,0283	0,0286	0,029
Cavidad 3	0,028	0,028	0,0283	0,0275	0,0276
Cavidad 4	0,027	0,027	0,0285	0,0269	0,0289
Cavidad 5	0,028	0,028	0,0278	0,029	0,0269
Cavidad 6	0,028	0,028	0,0274	0,028	0,0259
Cavidad 7	0,029	0,029	0,0281	0,0281	0,0289
Cavidad 8	0,028	0,028	0,0286	0,0278	0,029
Cavidad 9	0,028	0,028	0,0287	0,0282	0,0278
Cavidad 10	0,029	0,029	0,0288	0,0286	0,0269
Cavidad 11	0,028	0,028	0,0282	0,029	0,0281
Cavidad 12	0,027	0,027	0,026	0,0281	0,0286
Cavidad 13	0,028	0,028	0,0275	0,027	0,029
Cavidad 14	0,029	0,029	0,028	0,0269	0,0268
Cavidad 15	0,028	0,028	0,0279	0,0278	0,0265
Cavidad 16	0,028	0,028	0,0276	0,0273	0,029

Cuadro A.14: Datos recopilados de la dimensión 0.243 in – 0,250 in (0.617cm-0.635cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,25	0,25	0,243	0,247	0,2461
Cavidad 2	0,248	0,248	0,243	0,2468	0,2443
Cavidad 3	0,247	0,25	0,245	0,2475	0,2471
Cavidad 4	0,248	0,243	0,247	0,2443	0,2438
Cavidad 5	0,246	0,248	0,243	0,2443	0,243
Cavidad 6	0,248	0,247	0,243	0,2481	0,2491
Cavidad 7	0,248	0,245	0,247	0,2438	0,2463
Cavidad 8	0,246	0,246	0,244	0,243	0,2483
Cavidad 9	0,246	0,246	0,244	0,25	0,2476
Cavidad 10	0,249	0,249	0,248	0,2469	0,2473
Cavidad 11	0,25	0,247	0,244	0,2446	0,2469
Cavidad 12	0,25	0,246	0,246	0,25	0,2481
Cavidad 13	0,25	0,247	0,243	0,2482	0,25
Cavidad 14	0,25	0,247	0,243	0,2456	0,2493
Cavidad 15	0,249	0,246	0,243	0,2443	0,2468
Cavidad 16	0,25	0,247	0,243	0,2445	0,2479

Cuadro A.15: Datos recopilados de la dimensión 0.246 in – 0,255 in (0.625cm-0.6477cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,252	0,254	0,25	0,2525	0,2531
Cavidad 2	0,251	0,253	0,252	0,2512	0,2509
Cavidad 3	0,253	0,252	0,2512	0,2494	0,2506
Cavidad 4	0,255	0,251	0,2532	0,2495	0,2512
Cavidad 5	0,254	0,251	0,2501	0,246	0,2513
Cavidad 6	0,253	0,252	0,2549	0,25	0,2516
Cavidad 7	0,254	0,252	0,2498	0,2496	0,2493
Cavidad 8	0,254	0,252	0,2501	0,2492	0,2498
Cavidad 9	0,254	0,252	0,2511	0,2486	0,251
Cavidad 10	0,254	0,259	0,2512	0,2469	0,2512
Cavidad 11	0,25	0,251	0,2491	0,2469	0,2536
Cavidad 12	0,25	0,251	0,2503	0,25	0,2496
Cavidad 13	0,25	0,252	0,2461	0,2492	0,2493
Cavidad 14	0,252	0,251	0,2503	0,2478	0,2519
Cavidad 15	0,253	0,251	0,2512	0,2485	0,255
Cavidad 16	0,251	0,252	0,2524	0,249	0,2489

Cuadro A.16: Datos recopilados de la dimensión 0.033 in – 0,043 in (0.0838cm – 0.1092cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,043	0,043	0,0331	0,0408	0,038
Cavidad 2	0,043	0,042	0,0384	0,0404	0,036
Cavidad 3	0,043	0,042	0,0401	0,0386	0,0411
Cavidad 4	0,043	0,039	0,0363	0,0377	0,037
Cavidad 5	0,043	0,038	0,0361	0,042	0,0359
Cavidad 6	0,043	0,038	0,043	0,0391	0,0402
Cavidad 7	0,043	0,037	0,0355	0,0396	0,0396
Cavidad 8	0,041	0,039	0,0385	0,0395	0,0377
Cavidad 9	0,043	0,041	0,0361	0,0402	0,0386
Cavidad 10	0,043	0,036	0,0355	0,0404	0,0367
Cavidad 11	0,033	0,037	0,0372	0,0409	0,0386
Cavidad 12	0,042	0,038	0,0421	0,0401	0,0373
Cavidad 13	0,042	0,035	0,0408	0,0396	0,0393
Cavidad 14	0,042	0,037	0,0364	0,0389	0,0372
Cavidad 15	0,042	0,036	0,0364	0,0391	0,0337
Cavidad 16	0,042	0,033	0,0336	0,0402	0,04018

Cuadro A.17: Datos recopilados de la dimensión 0.108 in – 0,115 in (0.274cm – 0.292cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,111	0,109	0,11	0,1089	0,1104
Cavidad 2	0,11	0,111	0,1091	0,111	0,1097
Cavidad 3	0,111	0,109	0,1091	0,112	0,1087
Cavidad 4	0,112	0,109	0,1101	0,1102	0,1112
Cavidad 5	0,113	0,11	0,11	0,1109	0,1103
Cavidad 6	0,109	0,108	0,1101	0,1142	0,1127
Cavidad 7	0,109	0,111	0,11	0,1103	0,1101
Cavidad 8	0,108	0,11	0,1101	0,1106	0,1097
Cavidad 9	0,109	0,113	0,11	0,1099	0,1093
Cavidad 10	0,109	0,109	0,1111	0,1126	0,1097
Cavidad 11	0,108	0,109	0,11	0,1132	0,1088
Cavidad 12	0,111	0,108	0,1091	0,111	0,1112
Cavidad 13	0,109	0,109	0,11	0,113	0,1123
Cavidad 14	0,112	0,108	0,1101	0,1136	0,1089
Cavidad 15	0,11	0,108	0,1091	0,1105	0,11
Cavidad 16	0,111	0,108	0,109	0,1143	0,1097

Cuadro A.18: Datos recopilados de la dimensión 0.057 in – 0,063 in (0.144cm – 0.160cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,055	0,059	0,056	0,057	0,0583
Cavidad 2	0,055	0,059	0,056	0,056	0,0582
Cavidad 3	0,056	0,058	0,057	0,057	0,0573
Cavidad 4	0,055	0,059	0,057	0,056	0,0577
Cavidad 5	0,055	0,059	0,057	0,057	0,0578
Cavidad 6	0,055	0,059	0,056	0,056	0,0585
Cavidad 7	0,055	0,059	0,057	0,057	0,0577
Cavidad 8	0,055	0,059	0,057	0,057	0,0582
Cavidad 9	0,055	0,059	0,057	0,057	0,0586
Cavidad 10	0,055	0,058	0,058	0,056	0,0591
Cavidad 11	0,055	0,059	0,058	0,057	0,0593
Cavidad 12	0,055	0,058	0,057	0,056	0,0599
Cavidad 13	0,055	0,058	0,056	0,057	0,058
Cavidad 14	0,055	0,059	0,057	0,056	0,0583
Cavidad 15	0,055	0,058	0,057	0,057	0,05852
Cavidad 16	0,055	0,058	0,056	0,057	0,0582

Cuadro A.19: Datos recopilados de la dimensión 0.055 in – 0,060 in (0.139cm – 0.152cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,055	0,058	0,056	0,057	0,0581
Cavidad 2	0,055	0,059	0,056	0,057	0,0581
Cavidad 3	0,056	0,058	0,057	0,057	0,058
Cavidad 4	0,055	0,058	0,057	0,0576	0,0582
Cavidad 5	0,055	0,058	0,057	0,057	0,0581
Cavidad 6	0,056	0,058	0,057	0,057	0,0581
Cavidad 7	0,055	0,058	0,057	0,056	0,058
Cavidad 8	0,055	0,059	0,056	0,057	0,058
Cavidad 9	0,055	0,058	0,057	0,056	0,0581
Cavidad 10	0,055	0,058	0,058	0,057	0,0582
Cavidad 11	0,055	0,058	0,057	0,056	0,0585
Cavidad 12	0,055	0,058	0,056	0,057	0,0573
Cavidad 13	0,055	0,058	0,057	0,056	0,0573
Cavidad 14	0,055	0,058	0,057	0,057	0,058
Cavidad 15	0,055	0,058	0,057	0,057	0,05789
Cavidad 16	0,056	0,058	0,056	0,056	0,0576

Cuadro A.20: Datos recopilados de la dimensión 0.055 in – 0,060 in (0.139cm – 0.152cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,06	0,059	0,06	0,0602	0,058
Cavidad 2	0,06	0,06	0,06	0,06	0,0584
Cavidad 3	0,06	0,06	0,0591	0,0603	0,0576
Cavidad 4	0,06	0,06	0,06	0,0602	0,0584
Cavidad 5	0,059	0,06	0,0592	0,0624	0,0589
Cavidad 6	0,06	0,06	0,061	0,0596	0,0584
Cavidad 7	0,06	0,06	0,06	0,06	0,058
Cavidad 8	0,06	0,06	0,06	0,0602	0,0586
Cavidad 9	0,06	0,06	0,06	0,0602	0,0586
Cavidad 10	0,06	0,06	0,061	0,06032	0,057
Cavidad 11	0,06	0,06	0,06	0,06012	0,0586
Cavidad 12	0,06	0,06	0,06	0,0605	0,0598
Cavidad 13	0,06	0,06	0,061	0,06029	0,0583
Cavidad 14	0,06	0,06	0,0612	0,0602	0,0595
Cavidad 15	0,06	0,06	0,06	0,06023	0,0591
Cavidad 16	0,06	0,06	0,06	0,06031	0,0596

Cuadro A.21: Datos recopilados de la dimensión 0.057 in – 0,063 in (0.144cm – 0.160cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,06	0,06	0,0621	0,0603	0,0584
Cavidad 2	0,06	0,06	0,06	0,0603	0,0585
Cavidad 3	0,06	0,06	0,059	0,0604	0,0591
Cavidad 4	0,06	0,06	0,062	0,0601	0,0584
Cavidad 5	0,06	0,061	0,061	0,0608	0,0591
Cavidad 6	0,06	0,061	0,0593	0,0603	0,0589
Cavidad 7	0,059	0,061	0,0601	0,0604	0,0579
Cavidad 8	0,06	0,06	0,0608	0,06	0,0586
Cavidad 9	0,06	0,061	0,0609	0,0606	0,0583
Cavidad 10	0,06	0,061	0,06	0,0604	0,0586
Cavidad 11	0,06	0,061	0,06	0,0609	0,0589
Cavidad 12	0,06	0,061	0,0603	0,0606	0,0581
Cavidad 13	0,06	0,061	0,0609	0,0605	0,0592
Cavidad 14	0,06	0,061	0,0612	0,0639	0,0584
Cavidad 15	0,06	0,06	0,0611	0,0605	0,0589
Cavidad 16	0,06	0,06	0,0601	0,0621	0,0591

Cuadro A.22: Datos recopilados de la dimensión 0.034 in – 0,043 in (0.086cm – 0.109cm)

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,039	0,04	0,0411	0,0408	0,0407
Cavidad 2	0,04	0,04	0,0393	0,0401	0,0396
Cavidad 3	0,038	0,04	0,0403	0,0405	0,0424
Cavidad 4	0,04	0,04	0,0383	0,0398	0,0403
Cavidad 5	0,041	0,04	0,0415	0,0391	0,04216
Cavidad 6	0,041	0,04	0,0413	0,0401	0,0405
Cavidad 7	0,04	0,038	0,0416	0,0394	0,0397
Cavidad 8	0,04	0,041	0,0426	0,0396	0,0401
Cavidad 9	0,04	0,041	0,0413	0,0406	0,04074
Cavidad 10	0,039	0,041	0,0403	0,0399	0,0398
Cavidad 11	0,04	0,041	0,0416	0,041	0,0405
Cavidad 12	0,04	0,041	0,0428	0,0409	0,0402
Cavidad 13	0,04	0,04	0,0406	0,04089	0,0403
Cavidad 14	0,04	0,041	0,0419	0,0408	0,0411
Cavidad 15	0,04	0,042	0,0408	0,04096	0,0394
Cavidad 16	0,041	0,041	0,0411	0,04083	0,041

Cuadro A.23: Datos recopilados de la dimensión 0.034 in – 0,043 in 0.086cm – 0.109cm

Número de lote	M118370	M118404	M118451	M118497	M118560
Fecha de producción	19Feb2016	27Feb2016	09Mar16	18Mar16	12Apr16
Cavidad 1	0,036	0,039	0,0393	0,039	0,0402
Cavidad 2	0,04	0,036	0,0392	0,0379	0,0398
Cavidad 3	0,04	0,037	0,039	0,0379	0,0382
Cavidad 4	0,038	0,038	0,0395	0,0391	0,0389
Cavidad 5	0,04	0,039	0,0391	0,0392	0,0401
Cavidad 6	0,04	0,039	0,0397	0,039	0,0403
Cavidad 7	0,039	0,038	0,039	0,038	0,0406
Cavidad 8	0,04	0,038	0,0361	0,0401	0,0396
Cavidad 9	0,041	0,038	0,0366	0,04	0,038
Cavidad 10	0,04	0,041	0,0369	0,0393	0,037
Cavidad 11	0,041	0,04	0,0387	0,0386	0,0392
Cavidad 12	0,037	0,04	0,0363	0,0368	0,0401
Cavidad 13	0,04	0,042	0,0395	0,0391	0,042
Cavidad 14	0,038	0,038	0,0392	0,0401	0,0401
Cavidad 15	0,038	0,039	0,0392	0,0409	0,0402
Cavidad 16	0,04	0,038	0,0391	0,0402	0,0394

ANEXO B – BASE DE DATOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL HALF SPOOL

Cuadro B.1: Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/10	13:31:07	9995	1.50	14178	4.56	24.08
2016/03/10	13:13:06	9950	1.50	14207	4.63	23.91
2016/03/10	13:09:29	9941	1.50	14249	4.60	24.10
2016/03/10	13:09:05	9940	1.50	14213	4.60	24.09
2016/03/10	13:08:41	9939	1.50	14251	4.60	24.09
2016/03/10	12:54:15	9903	1.50	14234	4.63	24.08
2016/03/10	12:39:30	9868	1.50	14182	4.55	24.08
2016/03/10	12:36:18	9860	1.50	14242	4.62	24.09
2016/03/10	12:34:17	9855	1.50	14199	4.63	24.10
2016/03/10	12:21:02	9822	1.50	14342	4.62	24.10
2016/03/10	12:19:02	9817	1.50	14344	4.61	24.08
2016/03/10	12:15:01	9807	1.50	14344	4.58	24.10
2016/03/10	12:15:01	9807	1.50	14344	4.58	24.10
2016/03/10	12:06:11	9785	1.50	14335	4.57	24.08
2016/03/10	12:05:47	9784	1.50	14313	4.61	24.09
2016/03/10	11:54:33	9756	1.50	14441	4.56	24.09
2016/03/10	11:52:56	9752	1.50	14265	4.63	24.09
2016/03/10	11:46:55	9737	1.50	14149	4.60	24.08
2016/03/10	11:36:53	9712	1.50	14182	4.58	24.09
2016/03/10	11:27:39	9689	1.49	14162	4.55	24.09
2016/03/10	11:23:38	9679	1.49	14164	4.58	24.09
2016/03/10	11:17:37	9664	1.49	14249	4.60	24.08
2016/03/10	11:16:48	9662	1.49	14195	4.57	24.08
2016/03/10	11:05:10	9633	1.50	14187	4.62	24.09
2016/03/10	11:01:09	9623	1.49	14135	4.57	24.08
2016/04/07	02:44:30	9240	1.51	13881	4.05	5.02
2016/04/07	02:40:20	9230	1.51	13887	4.09	5.03
2016/04/07	02:38:15	9225	1.51	13870	4.12	5.02
2016/04/07	02:21:34	9185	1.51	13804	4.10	5.02
2016/04/07	02:04:53	9145	1.51	13840	4.13	5.02
2016/04/07	01:58:37	9130	1.51	13778	4.09	5.02
2016/04/07	01:24:00	9047	1.51	13897	4.12	5.02

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/07	01:14:25	9024	1.51	13852	4.14	5.02
2016/04/07	01:10:40	9015	1.51	13877	4.07	5.02
2016/04/07	01:01:29	8993	1.51	13862	4.15	5.02
2016/04/07	00:47:43	8960	1.51	13901	4.16	5.02
2016/04/07	00:38:33	8938	1.51	13806	4.14	5.02
2016/04/07	00:33:33	8926	1.51	13837	4.13	5.02
2016/04/07	00:28:32	8914	1.51	13782	4.11	5.02
2016/04/07	00:10:11	8870	1.51	14234	4.05	5.01
2016/04/06	23:55:11	8834	1.51	14185	4.11	25.02
2016/04/06	23:51:50	8826	1.51	14141	4.12	25.02
2016/04/06	23:31:49	8778	1.51	14292	4.12	25.02
2016/04/06	23:12:13	8731	1.51	13903	4.11	25.02
2016/04/06	23:02:38	8708	1.51	13833	4.11	25.02
2016/04/06	22:43:52	8663	1.51	13868	4.14	25.03
2016/04/06	22:32:36	8636	1.51	13875	4.11	25.03
2016/04/06	22:27:11	8623	1.51	13914	4.13	25.02
2016/04/06	22:12:10	8587	1.51	13782	4.11	25.02
2016/04/06	22:04:40	8569	1.51	13792	4.09	25.02
2016/04/06	21:35:03	8498	1.51	13800	4.07	25.01
2016/04/06	21:30:03	8486	1.51	13765	4.10	25.01
2016/04/06	21:24:38	8473	1.51	13777	4.07	25.02
2016/04/06	21:24:13	8472	1.51	13786	4.11	25.02
2016/04/06	21:08:47	8435	1.51	13804	4.08	25.03
2016/03/10	02:52:11	8418	1.49	13809	4.54	24.09
2016/03/10	02:49:22	8411	1.49	13796	4.53	24.09
2016/04/06	20:37:56	8361	1.51	13792	4.07	25.03
2016/04/06	20:32:05	8347	1.51	13837	4.09	25.02
2016/04/06	20:29:35	8341	1.51	13782	4.08	25.02
2016/03/10	02:20:27	8339	1.49	13881	4.57	24.09
2016/03/10	02:18:03	8333	1.49	13858	4.53	24.09
2016/03/10	02:08:00	8308	1.49	13815	4.53	24.10
2016/04/06	20:08:44	8291	1.51	13868	4.17	25.01
2016/04/06	20:07:54	8289	1.51	13868	4.14	25.02

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/06	19:56:38	8262	1.51	13846	4.09	25.02
2016/04/06	19:55:23	8259	1.51	13871	4.11	25.02
2016/04/06	19:53:18	8254	1.51	13689	4.12	25.02
2016/03/10	01:42:42	8245	1.49	13809	4.54	24.09
2016/03/10	01:40:42	8240	1.49	13800	4.51	24.09
2016/04/06	19:43:43	8231	1.51	13951	4.10	25.02
2016/04/06	19:36:13	8213	1.51	13899	4.07	25.02
2016/03/10	01:23:26	8197	1.49	13817	4.53	24.10
2016/03/10	01:21:49	8193	1.49	13815	4.54	24.10
2016/03/10	01:06:10	8154	1.49	13846	4.58	24.09
2016/03/10	00:57:20	8132	1.49	13839	4.51	24.09
2016/03/10	00:56:07	8129	1.49	13798	4.48	24.09
2016/04/06	18:55:21	8115	1.51	13895	4.08	25.02
2016/04/06	18:48:40	8099	1.51	13901	4.12	25.01
2016/04/06	18:44:55	8090	1.51	13866	4.12	25.02
2016/03/10	00:28:25	8060	1.49	13854	4.56	24.09
2016/04/06	18:20:19	8031	1.51	13866	4.14	25.01
2016/04/06	18:12:24	8012	1.51	13883	4.08	25.01
2016/03/10	00:04:43	8001	1.49	13854	4.51	24.09
2016/03/10	00:03:07	7997	1.49	13846	4.55	24.09
2016/03/09	23:51:04	7967	1.49	13908	4.55	24.09
2016/04/06	17:53:13	7966	1.51	13862	4.14	25.01
2016/03/09	23:49:28	7963	1.49	13864	4.56	24.09
2016/04/06	17:42:48	7941	1.51	13858	4.05	25.02
2016/04/06	17:34:52	7922	1.51	13848	4.10	25.02
2016/04/06	17:34:02	7920	1.51	13875	4.12	25.01
2016/03/09	23:26:34	7906	1.49	13835	4.54	24.10
2016/03/09	23:06:06	7855	1.49	13860	4.49	24.09
2016/04/06	17:04:51	7850	1.51	13966	4.12	25.02
2016/03/09	23:01:41	7844	1.49	13980	4.51	24.09
2016/03/09	22:59:16	7838	1.49	13837	4.54	24.09
2016/03/09	22:59:16	7838	1.49	13837	4.54	24.09
2016/03/09	22:58:28	7836	1.49	13873	4.52	24.10

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/09	22:53:39	7824	1.49	13856	4.51	24.10
2016/03/09	22:52:26	7821	1.49	13848	4.54	24.09
2016/02/21	02:57:05	7681	1.51	14509	4.22	24.22
2016/02/21	02:55:28	7677	1.51	14494	4.25	24.22
2016/02/21	02:55:04	7676	1.51	14501	4.25	24.22
2016/02/21	02:49:25	7662	1.51	14457	4.26	24.23
2016/02/21	02:44:59	7651	1.51	14468	4.23	24.23
2016/02/21	01:35:56	7480	1.51	14350	4.22	24.22
2016/02/21	01:13:48	7425	1.51	14329	4.23	24.22
2016/02/21	01:04:57	7403	1.51	14350	4.21	24.22
2016/02/21	01:04:33	7402	1.51	14333	4.24	24.23
2016/02/21	01:01:43	7395	1.51	14313	4.22	24.23
2016/02/21	00:39:35	7340	1.51	14436	4.21	24.23
2016/02/21	00:35:58	7331	1.51	14422	4.18	24.05
2016/02/21	00:30:20	7317	1.51	14267	4.22	24.18
2016/02/21	00:26:42	7308	1.51	14319	4.20	24.22
2016/02/21	00:22:15	7297	1.51	14325	4.22	24.22
2016/02/20	23:51:35	7221	1.51	14203	4.22	24.22
2016/02/20	23:47:32	7211	1.51	14236	4.23	24.23
2016/02/20	23:43:30	7201	1.51	14247	4.24	24.22
2016/02/20	23:21:42	7147	1.51	14279	4.22	24.22
2016/02/20	23:14:02	7128	1.51	14296	4.21	24.22
2016/02/20	22:46:34	7060	1.51	14215	4.25	24.22
2016/02/20	22:33:15	7027	1.51	14467	4.20	24.22
2016/02/20	22:32:51	7026	1.51	14484	4.28	24.22
2016/02/20	22:24:46	7006	1.51	14600	4.22	24.22
2016/02/20	22:02:34	6951	1.51	14321	4.21	24.22
2016/02/20	21:58:08	6940	1.51	14249	4.18	24.22
2016/02/20	21:54:54	6932	1.51	14290	4.22	24.22
2016/03/09	14:17:25	6929	1.45	14122	3.16	0.00
2016/03/09	14:17:00	6928	1.44	14015	2.86	0.00
2016/03/09	14:17:00	6928	1.44	14015	2.86	0.00
2016/03/09	14:17:00	6928	1.44	14015	2.86	0.00

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/09	14:16:36	6927	1.47	15168	3.00	0.00
2016/03/09	11:41:28	6922	1.50	15562	7.29	0.00
2016/02/20	21:50:03	6920	1.51	14251	4.21	24.22
2016/03/09	11:20:14	6887	1.49	14120	4.48	24.05
2016/03/09	11:19:26	6885	1.49	14089	4.44	24.05
2016/03/09	11:05:56	6856	1.44	13114	2.97	24.27
2016/03/09	11:04:44	6853	1.49	13794	4.42	24.28
2016/02/20	21:17:21	6839	1.51	14267	4.24	24.22
2016/02/20	21:04:26	6807	1.51	14238	4.20	24.22
2016/02/20	20:38:11	6742	1.51	14257	4.22	24.22
2016/02/20	20:36:34	6738	1.51	14234	4.18	24.21
2016/02/20	20:34:57	6734	1.51	14174	4.14	24.23
2016/02/20	20:29:18	6720	1.51	14178	4.20	24.23
2016/02/20	20:12:21	6678	1.51	14149	4.21	24.23
2016/02/20	19:36:27	6595	1.51	14825	4.24	0.00
2016/02/20	19:22:51	6562	1.51	14158	4.22	24.22
2016/02/20	19:21:38	6559	1.51	14184	4.22	24.22
2016/02/20	19:10:53	6532	1.52	16445	4.43	21.28
2016/02/20	19:10:53	6532	1.52	16445	4.43	21.28
2016/04/06	02:57:52	5993	1.51	13476	4.07	25.20
2016/04/06	02:38:33	5947	1.51	13472	4.09	25.21
2016/04/06	02:35:36	5940	1.51	13472	4.09	25.21
2016/04/06	02:26:47	5919	1.51	13507	4.07	25.02
2016/04/06	02:23:51	5912	1.51	13499	4.07	25.21
2016/04/06	01:53:36	5840	1.51	13639	4.08	25.21
2016/04/06	01:43:31	5816	1.51	13689	4.09	25.21
2016/04/06	01:43:06	5815	1.51	13674	4.10	25.21
2016/04/06	01:21:41	5764	1.51	14232	4.12	25.20
2016/04/06	01:09:30	5735	1.51	13645	4.09	25.20
2016/04/06	00:58:09	5708	1.51	13687	4.04	25.21
2016/04/06	00:45:08	5677	1.51	13678	4.05	25.20
2016/04/06	00:30:26	5642	1.51	13687	4.09	25.21
2016/04/06	00:24:33	5628	1.51	13482	4.05	25.20

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/06	00:06:29	5585	1.51	13497	4.06	25.21
2016/04/05	23:44:39	5533	1.51	13488	4.07	25.20
2016/04/05	23:44:13	5532	1.51	13480	4.05	25.20
2016/04/05	23:41:17	5525	1.51	13532	4.07	25.20
2016/04/05	23:34:08	5508	1.51	13534	4.08	25.21
2016/04/05	23:29:56	5498	1.51	13546	4.10	25.21
2016/04/05	22:51:18	5406	1.51	13480	4.03	25.21
2016/03/31	14:49:32	53960	1.05	15784	0.11	0.00
2016/03/31	14:47:35	53957	1.05	16126	0.13	0.00
2016/03/31	14:47:35	53957	1.05	16126	0.13	0.00
2016/03/31	14:46:18	53955	1.00	2874	0.02	0.00
2016/03/31	14:39:35	53954	1.05	16395	0.12	0.00
2016/04/05	22:46:15	5394	1.51	13490	4.07	25.21
2016/03/31	02:58:30	53936	1.49	13988	4.26	24.47
2016/03/31	02:39:20	53889	1.49	13970	4.26	24.29
2016/03/31	02:20:11	53842	1.49	13908	4.20	24.47
2016/03/31	02:06:21	53808	1.49	13955	4.22	24.47
2016/03/31	02:00:14	53793	1.49	13945	4.24	24.47
2016/04/05	22:38:42	5376	1.50	13486	4.03	25.20
2016/03/31	01:41:54	53748	1.49	14007	4.19	24.47
2016/03/31	01:15:53	53684	1.49	14030	4.19	24.47
2016/03/31	01:15:04	53682	1.49	13988	4.24	24.25
2016/03/31	01:06:31	53661	1.49	14040	4.24	24.47
2016/03/31	01:05:17	53658	1.49	14063	4.30	24.47
2016/03/31	00:46:33	53612	1.49	14042	4.27	24.47
2016/03/31	00:40:51	53598	1.49	14011	4.22	24.29
2016/03/31	00:17:38	53541	1.49	14054	4.23	24.47
2016/03/31	00:08:15	53518	1.49	14038	4.22	24.48
2016/03/31	00:00:54	53500	1.49	13934	4.24	24.47
2016/03/30	23:58:52	53495	1.49	13996	4.25	24.47
2016/03/30	23:56:25	53489	1.49	14001	4.23	24.47
2016/03/30	23:53:09	53481	1.49	14019	4.20	24.47
2016/04/05	22:24:00	5341	1.51	13525	4.09	25.20
2016/03/30	23:20:32	53401	1.49	13852	4.27	24.47

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/30	23:11:09	53378	1.49	13918	4.26	24.47
2016/03/30	22:58:06	53346	1.49	13854	4.22	24.47
2016/03/30	22:31:35	53281	1.49	13827	4.28	24.47
2016/03/30	22:14:27	53239	1.49	13875	4.26	24.48
2016/03/30	22:09:58	53228	1.48	13885	4.17	24.47
2016/03/30	22:04:40	53215	1.49	13906	4.24	24.47
2016/03/30	21:57:44	53198	1.49	13903	4.21	24.47
2016/03/30	21:32:51	53137	1.49	14220	4.21	24.48
2016/03/30	21:32:51	53137	1.49	14220	4.21	24.48
2016/03/30	21:01:16	53060	1.48	13963	4.20	24.66
2016/03/30	21:00:02	53057	1.48	13916	4.18	24.65
2016/04/05	22:08:52	5305	1.51	13542	4.07	25.19
2016/03/30	20:51:49	53037	1.48	13912	4.22	24.66
2016/03/30	20:34:09	52994	1.48	13906	4.20	24.66
2016/03/30	20:21:24	52963	1.48	13901	4.11	24.66
2016/03/30	20:04:09	52921	1.48	13862	4.17	24.66
2016/03/30	20:00:02	52911	1.48	13893	4.20	24.65
2016/03/30	19:57:59	52906	1.48	13860	4.13	24.66
2016/03/30	19:42:22	52868	1.48	13897	4.17	24.66
2016/03/30	19:25:06	52826	1.48	13976	4.17	24.66
2016/03/30	19:13:17	52797	1.37	14883	0.60	0.00
2016/03/30	19:10:39	52795	1.48	13825	4.18	24.66
2016/03/30	18:56:41	52761	1.48	13808	4.18	24.65
2016/03/30	18:51:20	52748	1.48	13765	4.17	24.66
2016/03/30	18:29:33	52695	1.48	13837	4.09	24.66
2016/03/30	18:25:26	52685	1.48	13844	4.13	24.66
2016/03/30	18:04:04	52633	1.48	13546	4.05	24.65
2016/03/30	17:51:45	52603	1.48	13495	4.03	24.66
2016/03/30	17:40:39	52576	1.48	13521	4.09	24.65
2016/03/30	17:23:24	52534	1.48	13862	4.04	24.65
2016/03/30	17:14:46	52513	1.48	13924	4.04	24.65
2016/03/30	17:09:25	52500	1.48	13957	4.07	24.65
2016/03/30	16:51:45	52457	1.48	13740	4.02	24.66
2016/03/30	16:47:14	52446	1.48	13802	4.09	24.66

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/05	21:42:50	5243	1.51	13544	4.10	25.19
2016/03/30	16:40:15	52429	1.48	13808	4.08	24.65
2016/03/30	16:14:46	52367	1.48	13730	4.10	24.65
2016/03/30	16:13:08	52363	1.48	13755	4.09	24.65
2016/03/30	15:35:18	52281	1.48	13829	4.09	24.65
2016/03/30	15:30:47	52270	1.48	13825	4.09	24.65
2016/03/30	15:27:54	52263	1.48	13825	4.12	24.65
2016/03/30	15:16:24	52235	1.48	13974	4.11	24.65
2016/03/30	15:15:10	52232	1.48	13922	4.09	24.65
2016/03/30	14:37:15	52149	1.48	14038	4.09	24.65
2016/03/30	14:35:12	52144	1.48	14112	4.11	24.65
2016/04/05	21:30:39	5214	1.51	13554	4.08	25.19
2016/03/30	14:30:16	52132	1.48	14112	4.11	24.66
2016/03/30	14:29:27	52130	1.48	14089	4.11	24.65
2016/03/30	14:14:39	52094	1.48	14133	4.08	24.66
2016/03/30	13:38:30	52006	1.48	14102	4.06	24.65
2016/03/30	13:23:18	51969	1.48	14114	4.08	24.47
2016/03/30	13:20:02	51961	1.48	14092	4.13	24.48
2016/04/05	21:23:05	5196	1.51	13536	4.11	25.20
2016/03/30	13:17:11	51954	1.48	14094	4.05	24.48
2016/03/30	13:16:46	51953	1.48	14073	4.04	24.48
2016/03/30	12:43:12	51871	1.48	14092	4.10	24.66
2016/03/30	12:24:18	51825	1.48	14247	4.12	24.65
2016/03/30	12:18:57	51812	1.48	14240	4.11	24.66
2016/03/30	12:04:10	51776	1.48	14339	4.05	24.66
2016/03/30	12:02:31	51772	1.48	14315	4.11	24.65
2016/03/30	11:57:11	51759	1.48	14356	4.07	24.66
2016/03/30	11:53:29	51750	1.48	14178	4.07	24.66
2016/03/30	11:47:19	51735	1.48	14147	4.06	24.66
2016/03/30	11:21:25	51672	1.48	14315	4.13	24.65
2016/03/30	11:19:22	51667	1.47	14178	3.87	19.73
2016/04/05	21:08:49	5162	1.51	13525	4.07	25.19
2016/04/05	21:03:46	5150	1.51	13530	4.03	25.21
2016/04/05	20:43:11	5101	1.51	13515	4.08	25.20

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/05	20:37:18	5087	1.50	13530	4.05	25.20
2016/03/30	02:50:24	50459	1.48	14059	4.04	24.84
2016/03/30	02:43:23	50442	1.48	14042	4.08	24.84
2016/03/30	02:42:33	50440	1.48	14009	4.05	24.65
2016/03/30	02:07:26	50355	1.48	14056	4.03	24.84
2016/04/05	20:15:27	5035	1.50	13474	4.01	25.20
2016/04/05	20:15:27	5035	1.50	13474	4.01	25.20
2016/03/30	02:01:14	50340	1.48	14102	4.06	24.84
2016/03/30	01:54:13	50323	1.47	14065	4.03	24.84
2016/03/30	01:37:43	50283	1.48	14038	4.06	24.84
2016/03/30	01:36:53	50281	1.47	14030	4.03	24.65
2016/03/30	01:31:32	50268	1.48	14100	4.06	24.84
2016/03/30	01:14:15	50226	1.47	14044	4.01	24.66
2016/03/30	00:54:28	50178	1.48	14027	4.01	24.66
2016/03/30	00:50:46	50169	1.48	14017	4.01	24.84
2016/03/30	00:31:23	50122	1.48	14054	4.06	24.65
2016/03/30	00:26:51	50111	1.48	14108	4.04	24.65
2016/04/05	20:03:17	5006	1.50	13503	4.01	25.19
2016/03/30	00:02:31	50052	1.48	14048	4.05	24.66
2016/03/29	23:37:47	49992	1.48	14028	4.01	24.65
2016/03/29	23:33:14	49981	1.48	14094	4.08	24.84
2016/03/29	23:17:07	49942	1.48	13986	4.06	24.84
2016/03/29	23:08:01	49920	1.48	14027	4.07	24.83
2016/03/29	23:04:18	49911	1.48	13999	4.06	24.65
2016/03/29	22:55:14	49889	1.47	13934	4.01	24.84
2016/03/29	22:32:57	49835	1.48	13970	4.07	24.84
2016/03/29	22:31:18	49831	1.48	13976	4.10	24.65
2016/03/29	22:30:29	49829	1.48	13961	4.00	24.66
2016/03/29	22:26:47	49820	1.48	13959	4.01	24.65
2016/03/29	21:58:47	49752	1.48	13996	4.00	24.66
2016/04/05	19:50:15	4975	1.51	13517	4.08	25.20
2016/03/29	21:32:51	49689	1.48	14083	4.01	24.84
2016/03/29	21:27:05	49675	1.48	14054	4.05	24.66
2016/03/29	21:24:12	49668	1.47	13957	3.99	24.66

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/29	21:00:27	49618	1.48	14234	4.04	24.84
2016/03/29	20:44:19	49579	1.48	14286	4.10	24.84
2016/04/05	19:42:16	4956	1.51	13492	4.08	25.19
2016/03/29	20:34:48	49556	1.48	14284	4.03	24.83
2016/03/29	20:24:30	49531	1.48	14267	4.03	24.83
2016/03/29	20:02:14	49477	1.48	13920	4.00	24.66
2016/03/29	20:00:11	49472	1.48	13935	4.04	24.66
2016/03/29	19:48:38	49444	1.48	13980	4.01	24.84
2016/03/29	19:35:49	49413	1.48	14001	4.07	24.66
2016/03/29	19:35:49	49413	1.48	14001	4.07	24.66
2016/03/29	19:26:44	49391	1.48	13988	4.04	24.84
2016/03/29	19:11:02	49353	1.48	13934	4.00	24.84
2016/04/05	19:32:11	4932	1.51	13695	4.10	25.20
2016/03/29	18:55:47	49316	1.48	13955	4.05	24.65
2016/03/29	18:53:19	49310	1.48	13988	3.99	24.83
2016/03/29	18:52:05	49307	1.48	13966	4.03	24.84
2016/03/29	18:45:29	49291	1.48	13968	4.03	24.66
2016/03/29	18:45:05	49290	1.47	13996	4.00	24.65
2016/03/29	18:35:37	49267	1.48	14028	4.01	24.66
2016/03/29	18:34:48	49265	1.48	13997	4.03	24.66
2016/03/29	18:24:07	49239	1.47	13980	3.98	24.65
2016/03/29	18:15:54	49219	1.48	13908	4.01	24.65
2016/03/29	18:01:56	49185	1.48	13922	4.03	24.66
2016/03/29	17:50:50	49158	1.48	13794	4.00	24.66
2016/03/29	17:48:22	49152	1.48	13947	4.01	24.66
2016/04/05	19:24:37	4914	1.51	13736	4.07	25.20
2016/03/29	17:43:01	49139	1.48	13963	4.05	24.66
2016/03/29	17:32:20	49113	1.48	14050	4.02	24.66
2016/03/29	17:28:14	49103	1.48	14116	4.04	24.65
2016/03/29	17:24:32	49094	1.48	14104	4.01	24.66
2016/03/29	17:22:53	49090	1.48	13994	4.03	24.65
2016/03/29	17:22:28	49089	1.48	14030	4.09	24.65
2016/03/29	17:21:39	49087	1.48	14011	4.01	24.65
2016/03/29	17:05:37	49048	1.48	13990	3.99	24.65

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/29	16:57:00	49027	1.48	13984	4.01	24.65
2016/03/29	16:54:32	49021	1.48	14023	4.03	24.65
2016/03/29	16:45:05	48998	1.48	13996	4.07	24.65
2016/03/29	16:40:09	48986	1.48	14013	4.11	24.66
2016/03/29	16:38:30	48982	1.48	13982	4.07	24.65
2016/03/29	16:25:46	48951	1.48	13951	4.07	24.66
2016/03/29	16:17:57	48932	1.48	14001	4.01	24.65
2016/03/29	16:13:51	48922	1.48	13992	4.07	24.66
2016/03/29	16:07:17	48906	1.48	14154	4.03	24.66
2016/03/29	16:06:03	48903	1.48	14176	4.08	24.65
2016/03/29	15:58:14	48884	1.48	14001	4.07	24.65
2016/03/29	15:50:01	48864	1.48	14011	4.08	24.65
2016/03/29	15:43:51	48849	1.48	14023	4.07	24.66
2016/04/05	19:11:11	4882	1.51	13722	4.07	25.20
2016/03/29	15:28:14	48811	1.48	14077	4.06	24.66
2016/03/29	15:19:37	48790	1.48	14127	4.11	24.66
2016/03/29	15:12:03	48771	1.47	14096	3.77	19.74
2016/03/29	15:11:04	48768	1.47	13703	3.81	19.73
2016/03/29	15:06:08	48753	1.47	14209	3.93	19.73
2016/03/29	15:04:49	48749	1.49	16155	4.01	0.00
2016/03/29	15:01:02	48747	1.48	14176	4.10	24.65
2016/03/29	14:58:09	48740	1.48	14236	4.14	24.65
2016/03/29	14:54:03	48730	1.48	14236	4.09	24.65
2016/03/29	14:48:18	48716	1.48	14251	4.11	24.65
2016/03/29	14:43:46	48705	1.48	14213	4.10	24.66
2016/03/29	14:33:55	48681	1.48	14149	4.07	24.65
2016/03/29	14:33:55	48681	1.48	14149	4.07	24.65
2016/03/29	14:26:56	48664	1.48	14284	4.07	24.66
2016/03/29	14:26:56	48664	1.48	14284	4.07	24.66
2016/03/29	14:19:32	48646	1.48	14315	4.07	24.65
2016/03/29	14:19:32	48646	1.48	14315	4.07	24.65
2016/03/29	13:45:25	48563	1.48	14273	4.09	24.65
2016/03/29	13:39:40	48549	1.48	14263	4.09	24.65
2016/03/29	13:35:34	48539	1.48	14269	4.08	24.66

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/29	13:31:52	48530	1.48	14247	4.10	24.65
2016/03/29	13:31:27	48529	1.48	14228	4.09	24.65
2016/03/29	13:24:03	48511	1.48	14288	4.05	24.83
2016/03/29	13:22:49	48508	1.48	14277	4.13	24.65
2016/03/29	13:21:11	48504	1.48	14220	4.10	24.65
2016/03/29	13:16:39	48493	1.48	14147	4.11	24.66
2016/03/29	13:16:14	48492	1.48	14180	4.12	24.65
2016/03/29	12:56:31	48444	1.48	14156	4.10	24.66
2016/03/29	12:51:10	48431	1.48	14187	4.11	24.66
2016/03/29	12:47:03	48421	1.48	14249	4.11	24.84
2016/03/29	12:45:24	48417	1.48	14269	4.09	24.84
2016/03/29	12:33:28	48388	1.48	14216	4.09	24.65
2016/03/29	12:28:08	48375	1.48	14184	4.07	24.83
2016/03/29	12:21:07	48358	1.48	14209	4.10	24.65
2016/03/29	12:19:52	48355	1.48	14193	4.07	24.65
2016/03/29	12:07:29	48325	1.48	14263	4.13	24.66
2016/03/29	12:04:36	48318	1.48	14259	4.12	24.66
2016/03/29	11:49:21	48281	1.48	14215	4.08	24.84
2016/03/29	11:43:35	48267	1.48	14246	4.08	24.66
2016/03/29	11:42:21	48264	1.48	14211	4.10	24.66
2016/03/29	11:39:53	48258	1.48	14251	4.04	24.65
2016/03/29	11:35:46	48248	1.48	14406	4.05	24.83
2016/03/29	11:31:13	48237	1.48	14432	4.11	24.66
2016/03/29	11:21:19	48213	1.48	14364	4.07	24.83
2016/03/29	11:08:54	48183	1.48	14273	4.12	24.84
2016/03/29	11:03:56	48171	1.48	14350	4.01	24.84
2016/03/29	11:01:27	48165	1.48	14184	4.11	24.83
2016/03/08	02:57:56	4746	1.43	15244	4.27	24.09
2016/03/08	02:54:44	4738	1.44	15317	4.29	24.09
2016/03/08	02:47:54	4721	1.43	14947	4.25	24.09
2016/03/08	02:46:18	4717	1.43	14941	4.21	24.09
2016/03/08	02:31:02	4679	1.43	15343	4.29	24.09
2016/03/08	01:55:36	4592	1.45	48650	15.6	,0.00
2016/03/08	01:50:32	4585	1.43	15308	4.25	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/08	01:42:06	4564	1.43	15290	4.29	24.10
2016/03/08	01:18:25	4505	1.43	15407	4.30	24.09
2016/03/08	01:14:24	4495	1.44	15220	4.36	24.09
2016/03/28	11:32:52	44870	1.48	14145	4.08	24.84
2016/03/28	11:32:02	44868	1.48	14104	4.05	24.84
2016/03/28	11:28:44	44860	1.48	14058	4.07	24.83
2016/03/08	00:58:44	4456	1.43	15127	4.24	24.10
2016/03/08	00:57:32	4453	1.43	15110	4.24	24.09
2016/03/08	00:30:38	4386	1.43	15176	4.27	24.09
2016/03/08	00:12:58	4342	1.43	15118	4.24	24.09
2016/03/24	01:09:24	43227	1.48	13621	4.25	24.47
2016/03/24	01:08:11	43224	1.48	13585	4.21	24.47
2016/03/24	01:05:20	43217	1.48	13561	4.18	24.47
2016/03/24	01:04:06	43214	1.48	13602	4.25	24.48
2016/03/24	01:01:15	43207	1.48	13571	4.20	24.47
2016/03/24	00:55:32	43193	1.48	13575	4.21	24.47
2016/03/24	00:47:23	43173	1.48	13590	4.22	24.48
2016/03/24	00:44:56	43167	1.48	13579	4.21	24.47
2016/03/08	00:02:08	4315	1.43	15106	4.27	24.09
2016/03/24	00:31:52	43135	1.48	13569	4.21	24.47
2016/03/24	00:29:26	43129	1.48	13604	4.18	24.47
2016/03/23	23:42:56	43015	1.48	13569	4.25	24.48
2016/03/23	23:39:40	43007	1.49	13583	4.24	24.47
2016/03/23	23:20:05	42959	1.49	13910	4.24	24.47
2016/03/23	23:12:44	42941	1.48	13730	4.23	24.47
2016/03/23	23:04:10	42920	1.49	13835	4.24	24.47
2016/03/23	22:52:21	42891	1.49	13790	4.28	24.48
2016/03/23	22:45:25	42874	1.49	13788	4.27	24.47
2016/03/23	22:33:35	42845	1.49	13871	4.29	24.48
2016/03/23	22:09:55	42787	1.49	13689	4.24	24.48
2016/03/23	22:05:50	42777	1.49	13726	4.27	24.47
2016/03/23	21:53:12	42746	1.49	13885	4.21	24.47
2016/03/23	21:50:20	42739	1.48	13713	4.21	24.47
2016/03/23	21:44:13	42724	1.49	13711	4.28	24.47

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/23	21:22:36	42671	1.49	13914	4.33	24.48
2016/03/23	21:20:58	42667	1.49	13883	4.27	24.47
2016/03/23	20:38:33	42563	1.49	13811	4.28	24.47
2016/03/23	20:36:30	42558	1.49	13788	4.26	24.48
2016/03/23	20:34:52	42554	1.49	13765	4.25	24.47
2016/03/23	20:06:44	42485	1.49	13753	4.31	24.47
2016/03/23	20:04:17	42479	1.49	13728	4.25	24.48
2016/03/23	19:32:28	42401	1.49	14151	4.34	24.47
2016/03/23	19:23:54	42380	1.49	14071	4.32	24.47
2016/03/23	19:19:49	42370	1.49	14017	4.35	24.47
2016/02/20	02:59:26	4237	1.51	14038	4.18	24.23
2016/03/23	19:16:58	42363	1.49	14009	4.32	24.47
2016/03/23	19:03:30	42330	1.49	13920	4.26	24.47
2016/03/23	18:43:55	42282	1.49	13674	4.34	24.48
2016/03/23	18:36:35	42264	1.49	14120	4.31	24.47
2016/03/23	18:25:58	42238	1.49	13651	4.30	24.47
2016/03/23	18:15:46	42213	1.49	13620	4.30	24.48
2016/03/23	18:10:53	42201	1.49	13604	4.24	24.47
2016/03/23	17:54:34	42161	1.49	13641	4.31	24.48
2016/03/23	17:42:44	42132	1.49	13658	4.30	24.47
2016/03/23	17:31:43	42105	1.49	13707	4.26	24.47
2016/03/23	17:19:29	42075	1.49	13738	4.32	24.47
2016/03/23	17:08:04	42047	1.49	13738	4.28	24.47
2016/03/23	16:59:05	42025	1.49	13778	4.26	24.48
2016/03/23	16:52:09	42008	1.49	13891	4.32	24.47
2016/03/07	23:15:26	4200	1.43	15257	4.29	24.09
2016/03/23	16:44:00	41988	1.49	13937	4.33	24.48
2016/03/07	23:14:38	4198	1.43	15217	4.29	24.09
2016/03/07	23:13:01	4194	1.44	15286	4.36	24.09
2016/03/23	16:07:41	41899	1.49	13602	4.30	24.48
2016/03/07	23:11:01	4189	1.43	15253	4.28	24.09
2016/03/23	16:03:36	41889	1.49	13627	4.33	24.48
2016/03/23	15:46:53	41848	1.49	13906	4.26	24.48
2016/02/20	02:38:02	4184	1.51	13994	4.16	24.23

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/23	15:13:02	41765	1.49	13468	4.26	24.47
2016/03/23	15:10:35	41759	1.49	13503	4.26	24.47
2016/03/23	15:05:17	41746	1.49	13526	4.28	24.48
2016/03/23	15:03:39	41742	1.49	13532	4.34	24.47
2016/03/07	23:05:00	4174	1.43	15362	4.14	20.43
2016/03/23	14:44:28	41695	1.49	13517	4.27	24.48
2016/03/23	14:36:43	41676	1.49	13550	4.31	24.47
2016/03/23	14:34:16	41670	1.49	13552	4.28	24.48
2016/03/23	14:13:53	41620	1.49	13521	4.36	24.47
2016/03/23	14:03:16	41594	1.49	13554	4.30	24.48
2016/03/07	22:57:59	4159	1.43	14984	4.33	24.09
2016/03/23	13:56:20	41577	1.49	13536	4.33	24.47
2016/03/23	13:36:21	41528	1.49	13530	4.35	24.47
2016/03/23	13:32:16	41518	1.49	13548	4.34	24.47
2016/03/23	13:26:34	41504	1.49	14091	4.27	24.48
2016/02/20	02:24:18	4150	1.51	13957	4.17	24.23
2016/02/20	02:23:30	4148	1.51	13953	4.18	24.22
2016/03/23	13:00:52	41441	1.49	13870	4.24	24.48
2016/03/23	12:58:00	41434	1.49	13922	4.35	24.48
2016/02/20	02:20:40	4141	1.51	14050	4.16	24.22
2016/03/23	12:40:52	41392	1.49	13660	4.29	24.47
2016/03/23	12:35:34	41379	1.49	13666	4.29	24.47
2016/03/23	12:14:46	41328	1.49	13637	4.25	24.47
2016/03/23	12:05:23	41305	1.49	13662	4.30	24.47
2016/03/23	11:50:17	41268	1.49	13631	4.26	24.47
2016/03/23	11:45:48	41257	1.49	13658	4.31	24.48
2016/03/23	11:36:25	41234	1.49	13747	4.32	24.47
2016/03/23	11:34:47	41230	1.49	13730	4.26	24.47
2016/03/23	11:16:26	41185	1.49	13652	4.29	24.48
2016/03/07	22:41:08	4117	1.43	15226	4.29	24.09
2016/03/07	22:26:40	4081	1.43	15251	4.27	24.09
2016/03/07	22:21:03	4067	1.43	15158	4.23	24.09
2016/02/20	01:45:57	4055	1.50	14112	4.22	24.22
2016/02/20	01:44:45	4052	1.51	14135	4.22	24.22

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/02/20	01:41:31	4044	1.51	14306	4.26	24.23
2016/03/07	22:07:24	4033	1.43	15168	4.22	24.09
2016/02/20	01:28:53	4024	1.51	14263	4.17	24.23
2016/02/20	01:22:25	4008	1.51	14352	4.17	24.22
2016/03/23	02:56:11	39967	1.49	13447	4.30	24.47
2016/03/23	02:53:19	39960	1.49	13472	4.28	24.47
2016/03/23	02:48:00	39947	1.48	13451	4.24	24.47
2016/03/23	02:14:31	39865	1.49	13870	4.32	24.48
2016/03/23	02:09:12	39852	1.49	13934	4.32	24.65
2016/03/23	01:58:59	39827	1.49	13844	4.26	24.47
2016/03/23	01:56:07	39820	1.49	13891	4.23	24.65
2016/03/07	21:46:57	3982	1.43	15329	4.25	24.09
2016/03/23	01:45:53	39795	1.49	13903	4.28	24.47
2016/03/07	21:43:44	3974	1.43	15290	4.20	24.09
2016/03/23	01:17:14	39725	1.49	13808	4.26	24.65
2016/03/07	21:42:56	3972	1.43	15310	4.22	24.09
2016/03/23	01:06:10	39698	1.49	13734	4.28	24.48
2016/03/07	21:41:20	3968	1.43	15300	4.21	24.09
2016/03/23	00:53:28	39667	1.49	13732	4.26	24.47
2016/03/23	00:43:39	39643	1.49	13742	4.24	24.47
2016/03/23	00:20:21	39586	1.49	13726	4.26	24.47
2016/03/23	00:19:57	39585	1.49	13711	4.26	24.47
2016/03/23	00:10:32	39562	1.49	13777	4.32	24.48
2016/03/07	21:35:58	3956	1.44	16015	4.26	0.00
2016/03/22	23:38:55	39485	1.49	13730	4.26	24.65
2016/03/22	23:33:59	39473	1.49	13728	4.32	24.66
2016/02/20	00:57:47	3947	1.51	14247	4.22	24.22
2016/03/22	23:20:27	39440	1.49	13780	4.25	24.65
2016/03/22	23:13:53	39424	1.49	13746	4.31	24.66
2016/03/22	23:13:29	39423	1.49	13746	4.24	24.66
2016/03/22	22:52:11	39371	1.49	13726	4.25	24.66
2016/03/22	22:45:12	39354	1.49	13742	4.25	24.47
2016/03/22	22:43:34	39350	1.49	13761	4.30	24.65
2016/03/22	22:23:03	39300	1.49	13687	4.27	24.65

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/02/20	00:50:07	3928	1.51	14263	4.17	24.23
2016/03/22	22:07:27	39262	1.49	13716	4.26	24.65
2016/03/22	21:56:22	39235	1.49	13709	4.26	24.47
2016/03/22	21:23:07	39154	1.49	13689	4.26	24.65
2016/03/22	21:19:53	39146	1.49	13992	4.37	0.00
2016/03/22	21:13:39	39137	1.49	13629	4.25	24.48
2016/03/22	21:04:15	39114	1.49	13709	4.28	24.48
2016/03/22	20:51:36	39083	1.49	13680	4.32	24.48
2016/03/22	20:38:31	39051	1.49	13817	4.27	24.48
2016/03/22	20:32:47	39037	1.49	13716	4.27	24.48
2016/03/22	20:23:22	39014	1.49	13775	4.29	24.48
2016/03/22	20:00:24	38958	1.49	13589	4.25	24.48
2016/03/22	19:56:43	38949	1.48	13530	4.24	24.48
2016/03/22	19:52:37	38939	1.49	13683	4.26	24.48
2016/03/22	19:37:52	38903	1.49	13587	4.26	24.66
2016/03/22	19:25:33	38873	1.49	13575	4.27	24.66
2016/03/22	19:16:30	38851	1.49	13567	4.27	24.49
2016/02/20	00:31:33	3882	1.51	14087	4.21	24.22
2016/03/22	18:56:47	38803	1.49	14120	4.32	24.66
2016/03/22	18:49:48	38786	1.49	14058	4.29	24.67
2016/03/22	18:48:59	38784	1.49	14065	4.28	24.66
2016/03/22	18:45:42	38776	1.49	14108	4.33	24.67
2016/03/22	18:39:32	38761	1.49	13635	4.29	24.66
2016/03/22	18:26:24	38729	1.49	13670	4.29	24.67
2016/03/22	18:14:53	38701	1.49	13703	4.27	24.67
2016/03/22	18:11:11	38692	1.49	13833	4.32	24.49
2016/03/22	18:08:43	38686	1.49	13757	4.28	24.67
2016/03/07	20:59:26	3868	1.43	15275	4.24	23.90
2016/03/22	18:05:01	38677	1.49	13788	4.22	24.66
2016/03/22	17:56:24	38656	1.49	13941	4.30	24.66
2016/03/22	17:55:35	38654	1.49	13935	4.28	24.66
2016/03/22	17:50:14	38641	1.49	13939	4.30	24.66
2016/03/22	17:48:35	38637	1.49	13881	4.26	24.66
2016/03/22	17:42:01	38621	1.49	13922	4.26	24.67

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/22	17:35:26	38605	1.49	13922	4.27	24.67
2016/03/22	17:17:46	38562	1.49	14352	4.30	24.67
2016/03/22	17:15:43	38557	1.49	14255	4.33	24.67
2016/03/22	17:09:33	38542	1.49	14308	4.30	24.66
2016/03/22	17:05:51	38533	1.49	14453	4.28	24.67
2016/03/06	02:59:20	38531	1.49	14430	4.77	23.91
2016/03/22	16:56:48	38511	1.49	14321	4.26	24.67
2016/03/22	16:55:10	38507	1.49	14331	4.29	24.66
2016/03/22	16:44:53	38482	1.49	14317	4.32	24.66
2016/03/22	16:38:18	38466	1.49	14393	4.25	24.66
2016/03/22	16:36:40	38462	1.49	14476	4.31	24.66
2016/03/22	16:36:40	38462	1.49	14476	4.31	24.66
2016/03/06	02:30:38	38459	1.49	14381	4.82	23.91
2016/03/22	16:26:27	38443	1.49	14521	4.29	24.65
2016/03/22	16:25:38	38441	1.49	14525	4.34	24.65
2016/03/22	16:17:00	38420	1.49	14408	4.30	24.66
2016/03/06	02:13:06	38415	1.49	14350	4.80	23.90
2016/03/22	16:12:53	38410	1.49	14362	4.21	24.66
2016/03/06	02:05:08	38395	1.49	14554	4.80	23.91
2016/03/06	02:00:45	38384	1.49	14333	4.80	23.91
2016/03/06	01:40:02	38332	1.49	14356	4.78	23.91
2016/03/07	20:45:28	3833	1.43	15321	4.28	23.91
2016/03/06	01:36:50	38324	1.49	14602	4.75	23.91
2016/02/20	00:11:22	3832	1.51	14046	4.20	24.23
2016/03/06	01:31:16	38310	1.49	14424	4.76	23.91
2016/03/22	15:27:16	38299	1.49	14337	4.28	24.65
2016/03/22	15:26:02	38296	1.49	14145	4.29	24.65
2016/03/22	15:20:42	38283	1.49	14137	4.34	24.65
2016/03/06	01:16:55	38274	1.49	14499	4.79	23.91
2016/03/22	15:15:46	38271	1.49	13945	4.31	24.66
2016/03/06	01:15:19	38270	1.49	14505	4.75	23.90
2016/03/22	15:14:07	38267	1.49	13868	4.23	24.65
2016/03/22	15:13:18	38265	1.49	13945	4.28	24.65
2016/03/22	15:09:12	38255	1.49	13968	4.28	24.66

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/22	15:08:22	38253	1.49	13965	4.27	24.65
2016/03/07	20:42:17	3825	1.44	15459	4.34	23.91
2016/03/22	15:06:19	38248	1.49	14207	4.29	24.66
2016/03/22	15:04:16	38243	1.49	14441	4.24	24.66
2016/03/06	00:54:36	38218	1.49	14420	4.79	23.91
2016/03/22	14:47:25	38202	1.49	13916	4.24	24.66
2016/03/22	14:45:46	38198	1.49	13899	4.30	24.66
2016/03/22	14:43:18	38192	1.49	13883	4.29	24.66
2016/02/20	00:06:07	3819	1.51	14058	4.21	24.24
2016/03/22	14:40:01	38184	1.49	13922	4.26	24.47
2016/03/22	14:39:12	38182	1.49	13928	4.28	24.66
2016/03/06	00:40:16	38182	1.49	14426	4.78	23.91
2016/03/06	00:29:54	38156	1.49	14368	4.75	23.91
2016/03/22	14:23:36	38144	1.49	13928	4.34	24.66
2016/03/22	14:21:32	38139	1.49	13922	4.30	24.65
2016/03/22	14:17:26	38129	1.49	13866	4.30	24.66
2016/03/22	14:12:55	38118	1.49	13660	4.34	24.65
2016/03/06	00:10:46	38108	1.49	14410	4.78	23.90
2016/03/06	00:08:47	38103	1.49	14443	4.82	23.91
2016/03/22	14:01:50	38091	1.49	14061	4.43	24.65
2016/03/22	13:46:33	38059	1.49	14203	4.28	24.66
2016/03/22	13:42:27	38049	1.49	14418	4.26	24.65
2016/03/22	13:39:34	38042	1.49	14538	4.25	24.66
2016/03/05	23:35:19	38019	1.49	14275	4.78	23.91
2016/03/05	23:34:07	38016	1.49	14263	4.76	23.91
2016/03/05	23:33:43	38015	1.49	14300	4.80	23.90
2016/03/05	23:31:20	38009	1.49	14259	4.81	23.91
2016/03/22	13:26:00	38009	1.49	14397	4.29	24.66
2016/03/05	23:26:33	37997	1.49	14337	4.78	23.91
2016/03/22	13:16:33	37986	1.49	14308	4.27	24.66
2016/03/22	13:12:03	37975	1.49	14236	4.31	24.66
2016/03/22	13:10:24	37971	1.49	14218	4.33	24.47
2016/03/22	13:07:56	37965	1.49	14271	4.27	24.43
2016/03/22	13:05:53	37960	1.49	14269	4.29	24.65

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/22	13:05:29	37959	1.49	14263	4.33	24.65
2016/03/22	12:55:13	37934	1.49	13912	4.27	24.65
2016/03/05	22:51:53	37910	1.49	14346	4.80	23.91
2016/03/22	12:34:18	37883	1.49	13912	4.32	24.66
2016/03/22	12:28:57	37870	1.49	14228	4.25	24.65
2016/03/22	12:26:30	37864	1.49	14242	4.28	24.65
2016/03/22	12:25:16	37861	1.49	14174	4.21	24.43
2016/03/22	12:24:02	37858	1.49	14244	4.24	24.66
2016/03/22	12:23:13	37856	1.49	14273	4.27	24.66
2016/02/19	23:52:23	3785	1.51	14193	4.23	24.23
2016/03/22	12:18:18	37844	1.49	14476	4.31	24.65
2016/03/05	22:22:02	37835	1.49	14216	4.76	23.73
2016/03/22	12:10:06	37824	1.49	15306	4.30	24.66
2016/03/22	12:09:41	37823	1.49	15300	4.34	24.65
2016/03/05	22:14:30	37816	1.49	14184	4.76	23.91
2016/03/05	22:05:23	37793	1.49	14218	4.77	23.73
2016/03/05	22:04:59	37792	1.49	14213	4.80	23.72
2016/03/22	11:55:45	37789	1.49	14059	4.30	24.65
2016/03/22	11:47:07	37768	1.49	14226	4.30	24.66
2016/03/05	21:53:54	37764	1.49	14180	4.80	23.72
2016/03/22	11:34:24	37737	1.49	14125	4.30	24.65
2016/03/05	21:42:25	37735	1.49	13914	4.81	23.68
2016/03/22	11:29:54	37726	1.49	14071	4.24	24.66
2016/03/22	11:29:04	37724	1.49	14098	4.26	24.66
2016/03/22	11:28:15	37722	1.49	14110	4.22	24.65
2016/03/22	11:24:33	37713	1.49	14067	4.26	24.65
2016/03/22	11:15:06	37690	1.49	14139	4.32	24.65
2016/03/22	11:12:39	37684	1.49	14083	4.32	24.66
2016/03/22	11:10:35	37679	1.49	14061	4.28	24.66
2016/03/07	20:16:28	3766	1.43	15312	4.21	23.91
2016/03/05	21:12:18	37659	1.49	13984	4.82	23.73
2016/03/05	21:08:21	37649	1.49	13974	4.81	23.77
2016/03/05	21:04:23	37639	1.49	13949	4.76	23.78
2016/03/05	20:42:59	37585	1.49	13932	4.79	23.73

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/05	20:32:17	37558	1.49	13922	4.85	23.78
2016/03/05	20:18:48	37524	1.50	14092	4.93	21.56
2016/03/05	20:06:51	37496	1.49	13903	4.80	23.73
2016/03/05	20:06:03	37494	1.49	13901	4.80	23.73
2016/03/07	20:07:18	3743	1.43	15302	4.25	23.90
2016/03/05	19:39:06	37426	1.49	13903	4.79	23.73
2016/03/05	19:36:20	37419	1.49	13903	4.80	23.73
2016/03/05	19:24:03	37388	1.49	13937	4.79	23.73
2016/02/19	23:33:25	3738	1.51	14164	4.20	24.22
2016/03/05	19:18:06	37373	1.49	13947	4.80	23.73
2016/02/19	23:32:36	3736	1.51	14176	4.21	24.22
2016/03/05	19:03:52	37337	1.49	13903	4.81	23.73
2016/03/05	18:40:29	37278	1.49	14135	4.80	23.73
2016/03/05	18:39:17	37275	1.49	14156	4.81	23.91
2016/03/05	18:36:31	37268	1.49	14048	4.86	23.73
2016/03/05	18:35:19	37265	1.49	14118	4.89	23.73
2016/03/05	18:34:32	37263	1.50	14205	4.93	23.72
2016/03/07	19:58:08	3720	1.43	15496	4.21	23.91
2016/03/05	17:59:14	37181	1.49	13980	4.84	23.73
2016/03/05	17:58:50	37180	1.49	13970	4.84	23.92
2016/03/07	19:56:32	3716	1.43	15567	4.25	23.90
2016/03/05	17:45:45	37147	1.49	13986	4.83	23.92
2016/03/05	17:38:36	37129	1.49	13976	4.84	23.97
2016/03/07	19:54:09	3710	1.44	15744	4.27	23.91
2016/02/19	23:21:42	3709	1.51	14174	4.20	24.22
2016/03/05	17:02:52	37039	1.49	14001	4.83	23.92
2016/03/05	16:47:20	37000	1.49	13848	4.79	23.92
2016/03/05	16:44:33	36993	1.49	13870	4.83	23.73
2016/03/05	16:32:16	36962	1.49	13881	4.78	23.74
2016/03/05	16:00:58	36883	1.49	14030	4.75	23.92
2016/03/05	16:00:10	36881	1.49	14042	4.80	23.92
2016/03/05	15:52:36	36862	1.49	14023	4.80	23.91
2016/03/05	15:46:38	36847	1.49	14156	4.84	23.92
2016/03/05	15:45:50	36845	1.49	14209	4.83	23.91

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/02/19	23:11:36	3684	1.51	14184	4.18	24.23
2016/03/05	15:25:08	36818	1.49	13930	4.76	23.73
2016/03/05	15:12:00	36785	1.49	13899	4.77	23.91
2016/03/05	14:56:51	36747	1.49	13935	4.83	23.91
2016/03/05	14:26:34	36671	1.49	13968	4.81	23.91
2016/03/05	14:24:11	36665	1.49	13994	4.89	23.91
2016/03/05	14:15:25	36643	1.49	13999	4.82	23.91
2016/03/05	14:12:13	36635	1.49	13992	4.84	23.91
2016/03/05	13:59:28	36603	1.49	14071	4.82	23.91
2016/03/05	13:57:53	36599	1.49	13966	4.80	23.91
2016/03/05	13:54:41	36591	1.49	13809	4.80	23.91
2016/03/05	13:41:23	36562	1.49	14011	4.81	23.90
2016/03/22	02:59:19	36507	1.49	14180	4.30	24.65
2016/03/05	13:04:45	36470	1.49	14034	4.81	23.96
2016/02/19	22:55:52	3645	1.51	14323	4.22	24.22
2016/03/05	12:56:00	36448	1.49	14048	4.79	23.91
2016/03/22	02:33:01	36443	1.49	14325	4.29	24.65
2016/03/22	02:29:19	36434	1.49	14486	4.36	24.65
2016/03/05	12:46:51	36425	1.49	14028	4.84	23.91
2016/03/05	12:46:03	36423	1.49	14011	4.81	23.91
2016/03/05	12:43:39	36417	1.49	14412	4.86	23.91
2016/03/22	02:14:44	36402	1.49	14122	4.30	24.65
2016/03/05	12:33:42	36392	1.49	13965	4.81	23.72
2016/03/22	02:07:21	36384	1.49	14199	4.26	24.65
2016/03/22	01:48:27	36338	1.49	14178	4.25	24.64
2016/03/22	01:45:59	36332	1.49	14257	4.27	24.64
2016/03/05	11:55:51	36297	1.49	14042	4.80	23.85
2016/02/19	22:49:24	3629	1.51	14222	4.21	24.22
2016/03/05	11:51:04	36285	1.49	14145	4.83	23.90
2016/02/19	22:49:00	3628	1.51	14211	4.18	24.23
2016/03/22	01:23:24	36277	1.48	14116	4.18	24.64
2016/03/22	01:17:34	36265	1.48	13808	4.10	24.64
2016/03/22	01:17:10	36264	1.48	13858	4.18	24.64
2016/03/05	11:29:31	36231	1.49	14073	4.82	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/05	11:17:32	36201	1.49	14050	4.83	23.91
2016/03/05	11:12:45	36189	1.49	14044	4.84	24.09
2016/03/07	19:17:29	3618	1.44	15831	4.26	23.90
2016/03/22	00:27:51	36144	1.48	14065	4.22	24.64
2016/03/22	00:18:48	36122	1.49	14083	4.26	24.65
2016/03/22	00:18:23	36121	1.49	14048	4.29	24.64
2016/02/19	22:42:32	3612	1.51	14552	4.21	24.22
2016/03/22	00:13:02	36108	1.49	14125	4.26	24.64
2016/03/22	00:10:34	36102	1.49	14001	4.29	24.64
2016/03/21	23:59:28	36075	1.48	13939	4.27	24.64
2016/03/21	23:55:46	36066	1.49	13959	4.29	24.64
2016/03/07	19:12:42	3606	1.44	16106	4.22	23.91
2016/02/19	22:40:07	3606	1.51	14189	4.15	24.23
2016/03/21	23:38:54	36025	1.48	13808	4.24	24.82
2016/03/21	23:14:59	35967	1.48	13821	4.28	24.82
2016/03/21	23:04:15	35941	1.48	13815	4.24	24.82
2016/03/21	22:58:28	35927	1.48	13831	4.22	24.82
2016/03/21	22:49:47	35906	1.48	13732	4.24	24.82
2016/03/21	22:40:17	35883	1.49	13912	4.31	24.82
2016/03/21	22:29:07	35856	1.49	14151	4.26	24.82
2016/03/21	22:08:02	35805	1.49	14653	4.28	24.64
2016/03/21	21:44:04	35747	1.49	14484	4.24	24.82
2016/03/21	21:31:15	35716	1.49	14672	4.32	24.64
2016/03/21	21:17:39	35683	1.49	14573	4.26	24.82
2016/03/21	21:02:58	35651	1.49	14209	4.23	24.82
2016/03/21	21:00:04	35644	1.49	14277	4.27	24.82
2016/03/21	20:51:23	35623	1.49	14257	4.29	24.82
2016/03/21	20:31:58	35576	1.49	14373	4.23	24.82
2016/03/21	20:19:10	35549	1.49	13947	4.24	24.82
2016/03/21	20:08:50	35524	1.48	13718	4.28	24.82
2016/03/21	20:00:58	35505	1.48	13782	4.26	24.82
2016/03/21	19:43:12	35462	1.49	13976	4.29	24.82
2016/03/21	19:31:12	35433	1.49	13893	4.30	24.82
2016/03/21	19:28:19	35426	1.49	14025	4.25	24.82

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/21	19:17:59	35401	1.49	14311	4.29	24.82
2016/03/21	19:06:00	35372	1.49	14366	4.18	24.82
2016/03/07	18:45:13	3537	1.44	15798	4.22	23.91
2016/03/21	18:40:21	35310	1.49	14612	4.22	24.82
2016/03/21	18:32:54	35292	1.49	14445	4.28	24.81
2016/03/21	18:20:31	35264	1.49	14424	4.22	24.82
2016/03/21	18:13:31	35247	1.49	15015	4.35	24.82
2016/03/21	18:04:51	35226	1.49	14463	4.23	24.82
2016/03/21	17:57:49	35209	1.49	14412	4.27	24.82
2016/03/21	17:32:36	35148	1.49	15496	4.29	24.83
2016/03/21	17:27:38	35136	1.49	14436	4.28	24.82
2016/03/21	17:10:16	35094	1.49	14213	4.26	24.82
2016/03/21	17:02:25	35075	1.49	14242	4.28	24.82
2016/03/21	16:51:42	35049	1.49	14414	4.25	24.64
2016/03/21	16:27:25	34990	1.49	14191	4.30	24.64
2016/03/21	16:25:22	34985	1.49	14282	4.27	24.64
2016/03/21	16:21:15	34975	1.49	14321	4.28	24.64
2016/03/21	16:10:08	34962	1.46	13842	3.46	24.82
2016/03/05	02:54:20	34947	1.48	13697	4.76	24.09
2016/03/05	02:52:20	34942	1.49	13703	4.74	24.09
2016/03/05	02:45:06	34924	1.49	13697	4.78	24.09
2016/03/21	15:51:07	34916	1.49	14360	4.30	24.83
2016/03/21	15:39:09	34887	1.49	14091	4.32	24.82
2016/03/05	02:27:26	34880	1.49	13765	4.74	24.09
2016/03/05	02:09:22	34835	1.49	13709	4.75	24.09
2016/03/21	15:17:41	34835	1.49	15067	4.32	24.82
2016/03/21	15:12:44	34823	1.49	14691	4.31	24.82
2016/03/21	15:04:04	34802	1.49	14945	4.25	24.64
2016/03/05	01:43:40	34771	1.49	13676	4.80	24.09
2016/03/05	01:39:39	34761	1.49	13676	4.75	24.09
2016/03/07	18:20:54	3476	1.43	15515	4.16	23.91
2016/03/21	14:46:21	34759	1.49	14922	4.26	24.82
2016/03/05	01:37:14	34755	1.49	13689	4.77	24.09
2016/03/21	14:42:13	34749	1.49	14994	4.26	24.83

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/05	01:19:58	34712	1.49	13641	4.81	24.09
2016/03/21	14:23:40	34704	1.49	14722	4.25	24.63
2016/02/19	21:45:12	3470	1.51	14191	4.16	24.23
2016/03/05	01:12:20	34693	1.49	13676	4.76	24.09
2016/03/21	14:15:25	34684	1.49	14687	4.28	24.82
2016/03/07	18:17:19	3467	1.43	15482	4.21	23.91
2016/03/21	14:03:01	34654	1.49	14561	4.31	24.82
2016/03/05	00:53:04	34645	1.49	13670	4.75	24.10
2016/03/21	13:53:55	34632	1.49	14850	4.24	24.82
2016/02/19	21:42:23	3463	1.51	14222	4.16	24.23
2016/03/05	00:42:13	34618	1.49	13689	4.74	24.09
2016/03/21	13:35:44	34588	1.49	14596	4.27	24.82
2016/03/21	13:34:04	34584	1.49	14670	4.33	24.82
2016/03/21	13:31:36	34578	1.49	14459	4.31	24.82
2016/03/05	00:24:09	34573	1.49	13804	4.81	24.09
2016/03/05	00:20:32	34564	1.49	13759	4.81	24.09
2016/03/05	00:10:30	34539	1.49	13668	4.84	24.10
2016/03/07	18:11:20	3452	1.43	15474	4.21	23.91
2016/03/21	13:02:08	34508	1.49	14333	4.33	24.82
2016/03/21	12:57:10	34496	1.49	14122	4.26	24.82
2016/03/21	12:51:23	34482	1.49	14292	4.28	24.82
2016/02/19	21:35:55	3447	1.51	14244	4.20	24.22
2016/03/04	23:40:25	34464	1.49	13829	4.80	24.09
2016/03/04	23:35:11	34451	1.49	13802	4.79	24.09
2016/03/04	23:24:22	34424	1.49	13780	4.76	23.91
2016/03/21	12:21:47	34415	1.49	14536	4.29	24.82
2016/03/04	23:18:22	34409	1.49	13800	4.79	23.91
2016/03/21	12:11:28	34390	1.49	14360	4.25	24.82
2016/03/04	23:08:22	34384	1.49	13780	4.79	24.10
2016/03/21	12:03:36	34371	1.49	14234	4.31	24.82
2016/03/21	11:50:23	34339	1.49	13966	4.26	24.82
2016/03/04	22:46:49	34330	1.49	13790	4.80	23.91
2016/02/19	21:30:16	3433	1.51	14246	4.22	24.23
2016/03/04	22:46:25	34329	1.49	13794	4.72	23.91

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/21	11:40:28	34315	1.49	14189	4.26	24.82
2016/03/04	22:39:14	34311	1.49	13623	4.79	23.91
2016/03/21	11:29:19	34288	1.49	14207	4.24	24.82
2016/03/21	11:28:29	34286	1.49	14205	4.26	24.82
2016/03/07	18:01:46	3428	1.43	15449	4.18	23.91
2016/03/21	11:18:33	34262	1.49	14236	4.22	24.82
2016/03/04	22:04:05	34223	1.49	13819	4.81	23.90
2016/03/04	22:00:54	34215	1.49	13823	4.84	23.91
2016/03/07	17:57:47	3418	1.43	15405	4.23	23.91
2016/03/04	21:44:58	34175	1.49	13798	4.85	23.91
2016/03/04	21:44:34	34174	1.49	13796	4.81	23.91
2016/03/04	21:36:35	34154	1.49	13804	4.75	23.91
2016/03/04	21:32:12	34143	1.49	13840	4.79	23.91
2016/03/04	21:00:44	34064	1.49	13840	4.79	23.90
2016/03/04	20:56:45	34054	1.49	13839	4.78	23.90
2016/03/04	20:42:00	34017	1.49	13610	4.82	23.91
2016/03/04	20:31:39	33991	1.49	13658	4.83	23.90
2016/03/04	20:19:42	33961	1.49	13590	4.80	23.91
2016/02/19	21:15:20	3396	1.51	14216	4.22	24.22
2016/03/04	20:05:21	33925	1.49	13620	4.83	23.90
2016/03/04	19:45:50	33876	1.49	13590	4.78	23.91
2016/03/04	19:29:06	33834	1.49	13575	4.78	23.91
2016/03/04	19:26:42	33828	1.49	13587	4.77	23.96
2016/03/04	19:17:32	33805	1.49	13672	4.77	23.85
2016/03/04	19:04:00	33771	1.49	13773	4.81	23.96
2016/03/04	18:42:29	33717	1.49	13786	4.81	23.77
2016/03/04	18:38:30	33707	1.49	13784	4.76	23.86
2016/03/04	18:15:00	33648	1.49	13800	4.77	23.90
2016/03/04	18:07:26	33629	1.49	13627	4.77	23.90
2016/03/04	18:00:40	33612	1.49	13722	4.81	23.90
2016/03/07	17:34:44	3360	1.43	15408	4.22	23.72
2016/03/04	17:45:58	33575	1.49	13623	4.82	23.90
2016/03/04	17:40:24	33561	1.49	13587	4.77	23.72
2016/03/04	17:30:52	33537	1.49	13606	4.76	23.90

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/04	17:30:05	33535	1.49	13596	4.77	23.90
2016/03/04	17:28:05	33530	1.49	13643	4.86	23.90
2016/03/07	17:29:10	3346	1.43	15374	4.15	23.72
2016/03/04	16:53:59	33444	1.49	13683	4.80	23.90
2016/03/04	16:47:38	33428	1.49	13713	4.79	23.73
2016/03/04	16:46:50	33426	1.49	13844	4.78	23.73
2016/03/04	16:38:08	33404	1.49	13755	4.79	23.73
2016/03/07	17:24:25	3334	1.43	15379	4.25	23.68
2016/02/19	20:50:18	3334	1.51	14385	4.20	24.23
2016/03/04	16:10:05	33337	1.49	13647	4.77	23.73
2016/03/04	15:52:38	33293	1.49	13602	4.80	23.72
2016/03/04	15:47:52	33281	1.49	13602	4.82	23.90
2016/03/04	15:31:12	33239	1.49	13649	4.80	23.90
2016/03/04	15:29:13	33234	1.49	13637	4.76	23.73
2016/03/04	15:16:32	33202	1.49	13666	4.76	23.73
2016/03/07	17:16:53	3315	1.43	15434	4.25	23.91
2016/03/04	14:47:33	33129	1.49	13687	4.70	23.77
2016/03/04	14:43:35	33119	1.49	13800	4.78	23.91
2016/03/21	02:54:54	33110	1.48	13864	4.14	25.18
2016/03/04	14:31:56	33097	1.49	13678	4.83	23.90
2016/02/19	20:40:12	3309	1.51	14362	4.22	24.23
2016/03/04	14:20:24	33068	1.49	13689	4.81	23.90
2016/03/04	14:04:04	33027	1.49	13711	4.84	23.86
2016/03/21	02:18:03	33022	1.48	13887	4.13	25.19
2016/03/21	02:13:01	33010	1.48	14085	4.14	25.19
2016/03/21	02:08:24	32999	1.48	13970	4.10	25.18
2016/03/04	13:50:17	32994	1.49	13716	4.84	23.91
2016/03/21	02:05:28	32992	1.48	14001	4.06	25.20
2016/02/19	20:36:10	3299	1.51	14259	4.20	24.23
2016/03/04	13:40:43	32970	1.49	13728	4.82	23.90
2016/03/21	01:54:33	32966	1.48	13947	4.14	25.19
2016/03/04	13:34:21	32954	1.49	13724	4.83	23.91
2016/03/21	01:46:34	32947	1.48	13935	4.14	25.18
2016/03/21	01:45:44	32945	1.48	13918	4.11	25.18

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/21	01:30:54	32913	1.45	13637	3.40	25.18
2016/03/04	13:05:17	32881	1.49	13746	4.76	23.90
2016/03/04	13:05:17	32881	1.49	13746	4.76	23.90
2016/03/04	12:59:18	32866	1.49	13786	4.78	23.85
2016/03/04	12:56:31	32859	1.49	13742	4.75	23.90
2016/03/21	01:08:10	32859	1.48	14050	4.14	25.36
2016/02/19	20:30:31	3285	1.51	14284	4.17	24.23
2016/03/04	12:50:08	32843	1.49	13769	4.78	23.91
2016/03/04	12:43:46	32827	1.49	13918	4.76	21.61
2016/03/04	12:24:20	32783	1.49	13736	4.84	23.91
2016/03/21	00:35:59	32783	1.47	13891	4.07	25.55
2016/03/21	00:32:09	32774	1.47	13889	4.06	25.55
2016/03/21	00:08:44	32719	1.47	13924	4.01	25.55
2016/03/04	11:57:38	32716	1.49	13788	4.75	23.91
2016/03/21	00:03:38	32707	1.47	14003	4.01	25.55
2016/03/21	00:01:04	32701	1.47	14042	4.01	25.55
2016/03/04	11:47:16	32690	1.49	13753	4.83	23.90
2016/03/20	23:54:15	32685	1.47	14085	4.00	25.54
2016/03/20	23:49:34	32674	1.47	14147	4.03	25.55
2016/03/04	11:35:43	32661	1.49	13747	4.72	23.90
2016/03/20	23:41:56	32656	1.47	14168	4.04	25.54
2016/03/20	23:30:32	32629	1.47	14463	3.98	25.18
2016/03/04	11:19:21	32620	1.49	13759	4.75	23.91
2016/03/07	16:55:49	3262	1.44	15259	4.24	23.73
2016/03/04	11:18:57	32619	1.49	13734	4.76	23.90
2016/03/20	23:24:13	32614	1.47	14676	3.91	25.19
2016/03/07	16:51:27	3251	1.43	15317	4.23	23.73
2016/03/20	02:53:50	32420	1.50	14426	4.45	24.64
2016/03/20	02:53:26	32419	1.49	14443	4.45	24.64
2016/03/20	02:53:01	32418	1.50	14730	4.39	24.64
2016/02/19	20:11:57	3239	1.51	14348	4.18	24.23
2016/03/20	02:38:14	32382	1.49	14226	4.43	24.63
2016/03/07	16:45:30	3236	1.43	15166	4.26	23.73
2016/03/20	02:19:21	32336	1.50	14288	4.47	24.64

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/20	01:26:47	32208	1.49	14352	4.44	24.63
2016/03/20	01:17:20	32185	1.49	14172	4.37	24.64
2016/03/20	01:11:35	32171	1.50	14465	4.46	24.63
2016/03/20	01:08:43	32164	1.50	14503	4.49	24.64
2016/03/20	01:06:44	32159	1.49	14563	4.41	20.99
2016/03/20	00:58:25	32146	1.50	14437	4.47	24.64
2016/03/20	00:52:16	32131	1.49	14554	4.41	24.64
2016/03/20	00:48:34	32122	1.50	14530	4.43	24.64
2016/03/20	00:34:14	32087	1.50	14441	4.51	24.63
2016/03/20	00:09:12	32026	1.49	14453	4.42	24.64
2016/03/19	23:58:07	31999	1.50	14554	4.49	24.64
2016/02/19	19:54:59	3197	1.51	14352	4.16	24.22
2016/03/19	23:42:31	31961	1.50	14366	4.42	24.64
2016/03/19	23:41:41	31959	1.50	14352	4.44	24.64
2016/03/19	23:19:55	31906	1.50	14356	4.45	24.64
2016/03/19	23:06:22	31873	1.50	14467	4.47	24.64
2016/03/19	22:45:26	31822	1.50	14494	4.49	24.64
2016/03/19	22:32:42	31791	1.50	14457	4.46	24.63
2016/03/19	22:29:00	31782	1.50	14447	4.48	24.64
2016/03/07	16:22:34	3178	1.44	15434	4.24	23.73
2016/03/19	22:16:16	31751	1.50	14428	4.49	24.64
2016/03/19	22:10:31	31737	1.50	14401	4.48	24.64
2016/02/19	19:44:29	3171	1.51	14290	4.16	24.22
2016/03/19	21:38:54	31660	1.50	14381	4.53	24.64
2016/03/19	21:38:54	31660	1.50	14381	4.53	24.64
2016/03/19	21:25:21	31627	1.50	14259	4.43	24.64
2016/03/19	21:23:18	31622	1.50	14296	4.47	24.64
2016/03/19	21:18:22	31610	1.50	14168	4.45	24.64
2016/03/07	16:13:28	3155	1.44	15567	4.26	23.73
2016/03/19	20:33:21	31503	1.50	15374	4.53	24.64
2016/03/19	20:30:54	31497	1.50	14827	4.45	24.64
2016/03/19	20:25:34	31484	1.50	14474	4.47	24.64
2016/03/19	20:20:14	31471	1.50	14350	4.49	24.64
2016/02/19	19:34:00	3145	1.51	14292	4.17	24.22

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/19	20:00:57	31424	1.50	14649	4.45	24.64
2016/03/19	19:53:33	31406	1.50	14379	4.42	24.64
2016/03/19	19:42:05	31378	1.50	14218	4.53	24.63
2016/03/04	02:59:19	31374	1.49	13771	4.76	24.09
2016/03/04	02:58:55	31373	1.49	13773	4.72	24.09
2016/03/04	02:55:42	31365	1.49	13775	4.75	24.10
2016/03/04	02:55:18	31364	1.49	13753	4.72	24.09
2016/03/19	19:26:54	31341	1.50	14331	4.47	24.64
2016/03/04	02:43:15	31334	1.49	13777	4.75	24.10
2016/03/19	19:21:09	31327	1.50	14463	4.47	24.64
2016/03/19	19:10:05	31300	1.50	15087	4.50	24.62
2016/02/19	19:27:32	3129	1.51	14292	4.15	24.22
2016/03/19	18:51:13	31254	1.50	14472	4.50	24.64
2016/03/04	01:53:52	31211	1.49	13813	4.81	24.10
2016/03/19	18:33:10	31210	1.50	14059	4.54	24.64
2016/03/19	18:30:42	31204	1.50	14108	4.50	24.64
2016/03/19	18:22:54	31185	1.49	14034	4.47	24.63
2016/03/04	01:38:36	31173	1.49	13777	4.82	24.09
2016/03/19	18:17:34	31172	1.50	14302	4.46	24.63
2016/03/04	01:34:59	31164	1.49	13794	4.75	24.09
2016/03/04	01:27:46	31146	1.49	13792	4.77	24.09
2016/03/04	01:24:09	31137	1.49	13788	4.78	24.09
2016/03/19	17:37:28	31077	1.50	14308	4.48	24.63
2016/03/19	17:36:39	31075	1.50	14385	4.53	24.63
2016/03/04	00:54:50	31064	1.49	13788	4.74	24.09
2016/03/04	00:54:26	31063	1.49	13790	4.76	24.10
2016/03/19	17:30:05	31059	1.50	14339	4.47	24.63
2016/03/19	17:11:11	31013	1.50	14705	4.44	24.63
2016/03/19	17:07:05	31003	1.50	14819	4.45	24.63
2016/03/04	00:28:44	30999	1.49	13804	4.76	24.09
2016/03/04	00:28:20	30998	1.49	13794	4.75	24.09
2016/03/04	00:17:53	30972	1.49	13775	4.81	24.09
2016/03/07	15:50:11	3096	1.44	16447	4.25	23.54
2016/03/19	16:36:44	30929	1.50	14436	4.45	24.63

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/07	15:48:13	3091	1.44	16422	4.26	23.54
2016/03/03	23:48:10	30898	1.49	13796	4.78	24.10
2016/03/19	16:23:37	30897	1.50	14401	4.56	24.64
2016/03/19	16:19:55	30888	1.49	14172	4.45	24.63
2016/03/19	16:19:06	30886	1.49	14193	4.47	24.63
2016/03/03	23:35:19	30866	1.49	13786	4.72	24.09
2016/03/19	16:04:11	30853	1.49	14304	4.47	24.63
2016/03/03	23:24:29	30839	1.49	13792	4.78	23.91
2016/03/03	23:13:39	30812	1.49	13773	4.83	24.09
2016/02/19	19:07:45	3080	1.51	14426	4.12	24.25
2016/03/19	15:38:49	30791	1.50	14740	4.46	24.63
2016/03/03	23:01:36	30782	1.49	13806	4.76	24.09
2016/03/03	22:58:23	30774	1.49	13809	4.80	24.09
2016/03/19	15:31:00	30772	1.50	14753	4.47	24.63
2016/03/19	15:28:33	30766	1.49	14748	4.38	24.63
2016/03/07	15:42:18	3076	1.44	16003	4.26	23.72
2016/03/03	22:43:32	30737	1.49	13763	4.75	24.10
2016/03/03	22:43:08	30736	1.49	13784	4.77	24.09
2016/03/19	15:15:49	30735	1.49	14271	4.47	24.64
2016/03/19	15:13:21	30729	1.49	14385	4.47	24.64
2016/03/19	14:38:50	30694	1.40	12643	1.73	23.39
2016/03/19	14:36:02	30686	1.48	13934	4.17	20.32
2016/03/03	22:17:02	30671	1.49	13798	4.76	24.09
2016/03/19	14:30:58	30671	1.48	14001	4.19	20.31
2016/03/03	22:13:01	30661	1.49	13809	4.73	24.09
2016/03/19	14:15:13	30639	1.50	14765	4.51	24.64
2016/03/03	21:58:58	30626	1.49	13806	4.76	24.09
2016/03/19	14:07:09	30626	1.45	13953	3.13	20.50
2016/03/19	13:42:13	30615	1.35	15872	0.57	0.00
2016/03/19	13:42:13	30615	1.35	15872	0.57	0.00
2016/03/19	13:25:58	30613	1.50	15511	4.53	22.65
2016/03/19	13:25:58	30613	1.50	15511	4.53	22.65
2016/03/19	13:25:14	30611	1.37	15331	0.62	0.00
2016/03/19	12:52:42	30608	1.50	14511	4.47	24.63

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/19	12:48:35	30598	1.50	14680	4.49	24.63
2016/03/03	21:47:20	30597	1.49	13786	4.80	24.09
2016/03/19	12:28:05	30564	1.49	14860	4.41	23.91
2016/03/19	12:24:04	30554	1.50	15158	4.50	24.27
2016/03/19	12:23:16	30552	1.50	15306	4.57	23.92
2016/03/03	21:26:29	30545	1.49	13771	4.76	23.91
2016/03/03	21:21:41	30533	1.49	13790	4.76	24.10
2016/03/19	11:48:34	30506	1.50	15015	4.49	23.91
2016/03/19	11:46:10	30500	1.50	14926	4.51	23.91
2016/03/03	21:06:52	30496	1.49	13786	4.79	24.09
2016/03/19	11:42:59	30492	1.50	14906	4.41	23.92
2016/03/19	11:42:59	30492	1.50	14906	4.41	23.92
2016/03/03	20:58:52	30476	1.49	13773	4.79	23.91
2016/03/19	11:32:38	30466	1.50	15040	4.43	23.96
2016/03/03	20:48:28	30450	1.49	13736	4.81	23.91
2016/03/03	20:39:17	30427	1.49	13740	4.72	23.91
2016/03/03	20:31:17	30407	1.49	13738	4.73	24.09
2016/03/03	20:24:54	30391	1.49	13730	4.78	23.91
2016/03/03	19:59:21	30327	1.49	13773	4.80	24.09
2016/03/03	19:51:46	30308	1.49	13749	4.75	23.91
2016/03/03	19:39:25	30277	1.49	13769	4.75	23.91
2016/03/03	19:32:14	30259	1.49	13775	4.76	23.91
2016/03/03	19:22:40	30235	1.49	13782	4.70	23.91
2016/03/03	18:56:45	30170	1.49	13759	4.74	23.91
2016/03/07	15:18:59	3017	1.44	16091	4.21	23.72
2016/03/03	18:45:11	30141	1.49	13767	4.77	23.91
2016/03/03	18:43:59	30138	1.49	13771	4.80	24.09
2016/03/03	18:38:00	30123	1.49	13773	4.74	23.90
2016/03/03	18:02:08	30033	1.49	13763	4.76	23.91
2016/03/03	17:36:38	29969	1.49	13788	4.81	23.90
2016/03/03	17:28:16	29948	1.49	13806	4.76	23.91
2016/03/03	17:20:42	29929	1.49	13908	4.75	23.91
2016/03/03	17:07:09	29895	1.49	13934	4.72	23.91
2016/03/03	17:05:09	29890	1.49	13924	4.80	23.90

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/03	16:58:22	29873	1.49	13949	4.81	23.90
2016/03/03	16:39:14	29825	1.49	13914	4.73	23.91
2016/03/07	15:04:45	2981	1.44	16221	4.26	23.73
2016/03/03	16:30:04	29802	1.49	13949	4.72	23.90
2016/03/03	16:29:40	29801	1.49	13980	4.78	23.90
2016/03/03	16:08:33	29748	1.49	13914	4.70	23.91
2016/03/03	15:56:12	29717	1.49	13790	4.74	23.90
2016/03/07	14:58:49	2966	1.44	16569	4.25	23.73
2016/03/03	15:26:42	29643	1.49	13829	4.79	23.72
2016/03/03	15:24:20	29637	1.49	13856	4.76	23.96
2016/03/03	15:19:09	29624	1.49	13840	4.79	23.91
2016/03/03	15:04:48	29588	1.49	13862	4.72	23.91
2016/03/07	14:55:15	2957	1.44	16416	4.18	23.73
2016/03/03	14:52:04	29556	1.49	13844	4.75	23.96
2016/03/03	14:48:05	29546	1.49	13868	4.78	23.91
2016/03/03	14:19:47	29475	1.49	13871	4.74	23.91
2016/03/03	14:18:12	29471	1.49	13873	4.78	23.85
2016/03/03	14:03:03	29433	1.49	13839	4.76	23.86
2016/03/03	13:41:53	29380	1.49	13904	4.73	23.91
2016/03/03	13:30:18	29351	1.49	14362	4.98	24.09
2016/03/03	13:20:22	29336	1.49	13901	4.80	24.09
2016/03/07	14:45:46	2933	1.44	16562	4.19	23.91
2016/03/03	13:02:24	29291	1.49	13782	4.80	24.09
2016/03/03	13:02:24	29291	1.49	13782	4.80	24.09
2016/03/03	12:57:11	29278	1.49	13777	4.74	23.96
2016/03/03	12:38:47	29232	1.49	13794	4.77	23.91
2016/03/03	12:26:23	29201	1.49	13792	4.78	24.09
2016/03/19	02:55:26	29195	1.41	13224	1.96	25.49
2016/03/03	12:20:23	29186	1.49	13809	4.76	24.08
2016/03/07	14:39:47	2918	1.44	17246	4.25	23.91
2016/03/19	02:41:46	29161	1.49	14265	4.40	24.09
2016/03/03	12:09:58	29160	1.49	13811	4.74	24.08
2016/03/19	02:34:32	29143	1.49	14410	4.42	24.09
2016/03/19	02:28:31	29128	1.49	14480	4.39	23.86

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/03	11:51:37	29114	1.49	13870	4.72	23.86
2016/03/07	14:01:36	2910	1.44	16170	4.28	23.73
2016/03/03	11:41:12	29088	1.49	13806	4.77	24.09
2016/03/03	11:37:11	29078	1.49	13837	4.78	24.09
2016/03/03	11:36:47	29077	1.49	13835	4.76	24.09
2016/03/19	02:03:58	29075	1.50	15290	4.45	24.10
2016/03/19	01:57:57	29060	1.49	14967	4.40	24.10
2016/03/03	11:29:33	29059	1.49	13848	4.78	24.08
2016/03/19	01:50:27	29041	1.50	15281	4.44	24.09
2016/03/19	01:49:15	29038	1.51	16040	4.68	22.54
2016/03/19	01:43:55	29031	1.49	15089	4.41	24.10
2016/03/19	01:11:56	28967	1.50	15120	4.39	23.36
2016/03/07	13:54:05	2891,	.44,	5653,	.26,	3.73
2016/03/19	00:43:40	28900	1.49	15145	4.35	23.55
2016/03/19	00:42:29	28897	1.49	15164	4.38	23.55
2016/03/19	00:37:23	28884	1.49	14905	4.40	23.54
2016/03/19	00:31:30	28869	1.49	14718	4.35	23.55
2016/03/19	00:27:11	28858	1.49	14641	4.42	23.55
2016/03/07	13:51:43	2885	1.44	15554	4.26	23.73
2016/03/07	13:50:08	2881	1.44	15616	4.29	23.73
2016/03/18	23:22:27	28693	1.49	14509	4.32	23.55
2016/03/18	23:21:40	28691	1.49	14513	4.39	23.55
2016/03/18	23:14:13	28672	1.49	14637	4.37	23.55
2016/03/18	23:13:26	28670	1.49	14600	4.33	23.55
2016/03/18	23:08:43	28658	1.49	14575	4.37	23.55
2016/03/18	22:27:54	28554	1.49	14558	4.36	23.55
2016/03/18	22:27:07	28552	1.49	14525	4.36	23.55
2016/03/18	22:22:24	28540	1.49	14556	4.37	23.55
2016/03/18	22:02:25	28489	1.49	14589	4.43	23.55
2016/03/18	22:00:28	28484	1.49	14342	4.43	23.36
2016/03/18	21:57:43	28477	1.49	14275	4.37	23.55
2016/03/18	21:54:58	28470	1.49	14280	4.35	23.55
2016/03/18	21:51:50	28462	1.49	14554	4.38	23.55
2016/03/18	21:38:53	28429	1.49	14600	4.39	23.55

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/18	21:30:15	28407	1.49	14612	4.38	23.55
2016/03/18	20:50:51	28314	1.49	14203	4.36	23.36
2016/03/18	20:36:50	28278	1.49	14174	4.37	23.37
2016/03/18	20:27:27	28254	1.49	14432	4.37	23.37
2016/03/18	20:18:52	28232	1.49	14279	4.36	23.37
2016/03/07	13:26:48	2822	1.44	15814	4.26	23.73
2016/03/18	20:12:38	28216	1.49	14001	4.39	23.37
2016/03/18	19:53:56	28168	1.49	14292	4.37	23.36
2016/03/18	19:37:58	28127	1.49	14246	4.33	23.37
2016/03/18	19:31:21	28110	1.49	14234	4.31	23.37
2016/03/18	19:28:14	28102	1.49	14193	4.31	23.37
2016/03/18	19:02:31	28036	1.49	14170	4.34	23.37
2016/03/18	18:52:00	28009	1.49	14189	4.34	23.36
2016/03/18	18:41:29	27982	1.49	14137	4.33	23.36
2016/03/18	18:36:49	27970	1.49	14114	4.42	23.36
2016/03/18	18:29:01	27950	1.49	14046	4.36	23.36
2016/03/18	18:09:10	27899	1.49	14091	4.32	23.37
2016/03/18	17:40:43	27826	1.49	14135	4.42	23.37
2016/03/18	17:39:33	27823	1.49	14081	4.33	23.36
2016/03/03	02:50:50	27767	1.49	13817	4.75	23.92
2016/03/18	17:09:10	27745	1.49	14100	4.41	23.36
2016/03/18	17:04:29	27733	1.49	14104	4.33	23.37
2016/03/18	17:01:46	27726	1.49	14083	4.33	23.35
2016/03/03	02:33:35	27724	1.48	13790	4.70	24.09
2016/03/18	16:53:11	27704	1.49	14131	4.39	23.37
2016/03/18	16:47:44	27690	1.50	14158	4.46	23.36
2016/03/03	02:10:48	27674	1.49	13821	4.76	24.09
2016/03/03	02:03:58	27657	1.48	13817	4.64	24.09
2016/03/03	02:02:22	27653	1.48	13808	4.71	24.09
2016/03/07	13:02:34	2765	1.44	16017	4.29	23.73
2016/03/03	01:48:18	27618	1.49	13848	4.69	24.09
2016/03/18	16:13:05	27601	1.49	14191	4.40	23.36
2016/03/18	16:07:14	27586	1.49	14182	4.39	23.36
2016/03/03	01:31:26	27576	1.49	13813	4.75	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/18	16:02:57	27575	1.49	14251	4.41	23.36
2016/03/18	15:59:27	27566	1.49	14218	4.38	23.18
2016/03/03	01:27:01	27565	1.49	13821	4.74	24.09
2016/03/18	15:58:17	27563	1.49	14195	4.35	23.37
2016/03/03	01:18:59	27545	1.49	13817	4.72	24.09
2016/03/03	01:12:34	27529	1.49	13846	4.78	24.09
2016/03/18	15:43:29	27525	1.49	14247	4.34	23.36
2016/03/03	00:50:53	27475	1.49	13792	4.72	24.09
2016/03/03	00:38:02	27443	1.48	13796	4.72	24.09
2016/03/03	00:36:26	27439	1.49	13765	4.79	24.09
2016/03/18	15:09:39	27438	1.49	14306	4.37	23.36
2016/03/03	00:30:00	27423	1.49	13786	4.72	24.09
2016/03/18	15:00:43	27415	1.49	14209	4.36	23.37
2016/03/18	14:49:03	27385	1.49	14199	4.39	23.37
2016/03/03	00:00:41	27350	1.49	13813	4.71	24.09
2016/03/18	14:32:19	27342	1.49	14261	4.37	23.37
2016/03/02	23:43:01	27306	1.49	13780	4.76	24.09
2016/03/18	14:17:32	27304	1.49	14282	4.35	23.36
2016/03/18	14:15:58	27300	1.49	14315	4.37	23.36
2016/03/02	23:39:00	27296	1.49	13806	4.71	24.09
2016/03/02	23:31:46	27278	1.49	13771	4.71	24.09
2016/03/18	14:01:29	27269	1.49	14228	4.37	23.36
2016/04/04	22:45:13	2726	1.50	14044	4.04	24.47
2016/03/18	13:53:42	27249	1.49	14168	4.38	23.37
2016/03/02	23:18:31	27245	1.49	13782	4.74	24.09
2016/03/18	13:48:39	27236	1.49	14174	4.34	23.37
2016/04/04	22:44:00	2723	1.50	14075	4.01	24.65
2016/03/02	23:03:40	27208	1.48	13732	4.70	24.09
2016/03/18	13:36:35	27205	1.49	14154	4.35	23.36
2016/03/02	22:58:26	27195	1.49	13728	4.76	24.09
2016/03/18	13:31:08	27191	1.49	14120	4.32	23.37
2016/03/02	22:42:23	27155	1.49	13722	4.76	24.09
2016/03/18	13:16:44	27154	1.49	14151	4.32	23.36
2016/03/02	22:35:33	27138	1.49	13751	4.74	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/02	22:19:29	27098	1.49	13763	4.74	24.09
2016/03/18	12:52:12	27091	1.49	14168	4.38	23.36
2016/03/18	12:47:55	27080	1.49	14044	4.33	23.37
2016/03/18	12:46:21	27076	1.49	14056	4.31	23.38
2016/03/18	12:39:44	27059	1.49	14036	4.33	23.37
2016/03/02	22:00:37	27051	1.49	13786	4.80	24.10
2016/03/02	21:59:01	27047	1.49	13778	4.72	24.09
2016/03/02	21:57:00	27042	1.49	13813	4.75	24.09
2016/03/18	12:33:07	27042	1.49	13990	4.34	23.37
2016/03/02	21:43:45	27009	1.49	13749	4.72	24.09
2016/03/02	21:37:19	26993	1.49	13773	4.75	24.09
2016/03/02	21:11:43	26929	1.49	14015	4.76	23.91
2016/03/18	11:44:37	26928	1.49	13699	4.27	23.37
2016/03/18	11:32:10	26896	1.49	13759	4.30	23.38
2016/03/07	12:29:03	2688	1.44	15777	24,2	23.73
2016/03/18	11:21:15	26868	1.48	13744	4.22	23.36
2016/03/18	11:19:42	26864	1.49	13755	4.29	23.37
2016/03/02	20:44:08	26860	1.49	13780	4.73	23.91
2016/03/02	20:42:33	26856	1.49	13784	4.75	23.91
2016/03/18	11:15:25	26853	1.49	13780	4.28	23.37
2016/03/02	20:30:57	26827	1.49	13775	4.80	24.09
2016/04/04	22:26:26	2680	1.50	14135	4.00	24.55
2016/03/02	20:04:33	26761	1.49	13734	4.74	24.09
2016/03/02	20:02:32	26756	1.49	13730	4.72	23.91
2016/04/04	22:24:23	2675	1.50	14189	4.08	24.40
2016/03/02	19:59:20	26748	1.49	13738	4.74	23.91
2016/04/04	22:22:21	2670	1.50	14368	4.04	24.48
2016/03/02	19:37:21	26693	1.49	13765	4.72	24.09
2016/03/02	19:20:10	26650	1.49	13763	4.68	23.96
2016/03/02	19:10:59	26627	1.49	13749	4.75	23.91
2016/03/02	19:05:00	26612	1.49	13757	4.70	23.91
2016/03/07	12:17:59	2660	1.44	16145	4.29	23.73
2016/03/02	18:59:01	26597	1.49	13827	4.77	24.08
2016/03/02	18:48:36	26571	1.49	14308	4.90	23.90

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/02	18:35:00	26542	1.49	13747	4.69	23.91
2016/03/02	18:29:23	26528	1.49	13765	4.69	24.08
2016/03/07	12:14:25	2651	1.44	16124	4.26	23.73
2016/03/02	18:18:35	26501	1.49	13732	4.69	23.87
2016/03/02	17:45:47	26419	1.49	13730	4.71	24.09
2016/03/02	17:26:14	26370	1.49	13726	4.71	23.91
2016/03/02	17:15:05	26342	1.49	13740	4.66	24.09
2016/03/02	17:06:18	26320	1.49	13777	4.71	23.91
2016/03/07	12:06:54	2632	1.44	15765	4.22	23.73
2016/03/02	17:05:54	26319	1.49	13759	4.70	23.91
2016/03/02	16:55:08	26292	1.49	13728	4.72	23.91
2016/03/07	12:05:19	2628,	.44,	5771,	.31,	3.77
2016/03/02	16:41:36	26258	1.49	13806	4.74	23.91
2016/03/02	16:39:12	26252	1.49	13856	4.77	23.91
2016/03/02	16:27:15	26222	1.49	13794	4.68	23.91
2016/03/02	16:04:31	26165	1.49	13939	4.72	23.91
2016/03/02	15:54:33	26140	1.49	13910	4.72	23.91
2016/03/02	15:54:08	26139	1.49	13891	4.68	23.91
2016/03/02	15:52:33	26135	1.49	13943	4.72	23.91
2016/03/02	15:45:46	26118	1.49	13951	4.74	23.95
2016/04/04	21:49:36	2611	1.50	13999	3.95	24.66
2016/03/02	15:25:01	26066	1.49	13827	4.67	23.91
2016/04/04	21:45:06	2600	1.50	14058	4.05	24.47
2016/03/02	14:45:55	25968	1.49	13883	4.74	23.91
2016/03/02	14:45:31	25967	1.49	13891	4.76	23.91
2016/03/02	14:44:43	25965	1.48	13870	4.64	23.91
2016/03/02	14:35:01	25945	1.48	13844	4.53	20.41
2016/03/02	14:17:45	25916	1.49	14835	4.86	22.30
2016/03/02	13:57:59	25912	1.49	13982	4.72	24.08
2016/03/02	13:57:35	25911	1.49	14007	4.70	24.09
2016/03/02	13:53:34	25901	1.49	13932	4.69	23.91
2016/04/04	21:40:37	2589	1.50	14075	4.01	24.47
2016/03/02	13:36:49	25859	1.49	13976	4.69	24.08
2016/03/02	13:07:21	25785	1.49	13932	4.72	23.90

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/04	21:35:18	2576	1.50	14056	3.98	24.47
2016/03/02	12:46:16	25732	1.49	14275	4.70	23.90
2016/03/02	12:39:05	25714	1.49	14379	4.68	23.78
2016/03/02	12:34:42	25703	1.49	13980	4.69	23.90
2016/03/02	12:30:19	25692	1.49	14017	4.69	23.73
2016/03/02	12:29:55	25691	1.49	13990	4.67	23.91
2016/03/18	02:48:40	25563	1.49	13986	4.41	23.37
2016/03/18	02:47:07	25559	1.49	14025	4.36	23.37
2016/03/02	11:32:41	25548	1.49	14005	4.73	24.09
2016/03/02	11:24:40	25528	1.49	14017	4.70	24.09
2016/04/04	21:25:30	2552	1.50	14120	4.05	24.55
2016/03/02	11:15:03	25504	1.49	13980	4.69	23.91
2016/03/02	11:12:39	25498	1.48	14065	4.64	24.04
2016/03/18	02:22:11	25495	1.49	14025	4.36	23.19
2016/03/18	02:17:54	25484	1.49	14007	4.37	23.38
2016/03/18	02:16:44	25481	1.49	14001	4.32	23.37
2016/03/02	11:00:38	25468	1.49	14028	4.72	23.91
2016/03/18	01:43:09	25395	1.49	13943	4.34	23.55
2016/03/07	11:30:07	2539,	.44,	6017,	.22,	3.77
2016/03/18	01:30:37	25363	1.49	13918	4.35	23.55
2016/03/18	01:29:50	25361	1.49	13906	4.29	23.37
2016/03/18	01:22:02	25341	1.49	13920	4.39	23.37
2016/03/18	01:08:45	25307	1.49	13893	4.36	23.55
2016/03/07	11:26:34	2530	1.44	15757	4.31	23.68
2016/03/18	00:58:10	25280	1.49	13984	4.41	23.37
2016/03/18	00:39:22	25232	1.49	13908	4.38	23.37
2016/03/18	00:34:40	25220	1.49	13945	4.38	23.55
2016/03/18	00:33:29	25217	1.49	13932	4.39	23.55
2016/03/18	00:16:14	25173	1.49	13922	4.40	23.55
2016/03/17	23:58:36	25128	1.49	13827	4.36	23.55
2016/04/04	20:23:59	2512	1.50	14191	4.00	24.47
2016/03/17	23:51:33	25110	1.49	13934	4.43	23.55
2016/03/17	23:46:50	25098	1.49	13947	4.42	23.55
2016/03/07	11:17:03	2506	1.44	15689	4.29	23.91

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/17	23:29:11	25053	1.49	13970	4.41	23.55
2016/04/04	20:21:07	2505	1.51	14162	4.05	24.47
2016/03/17	23:18:12	25025	1.49	13994	4.37	23.55
2016/03/17	22:56:22	24969	1.49	13918	4.37	23.37
2016/03/17	22:44:17	24938	1.49	13930	4.34	23.37
2016/04/04	20:15:49	2492	1.50	14164	4.03	24.47
2016/04/04	20:14:35	2489	1.51	14160	4.03	24.49
2016/03/17	22:24:25	24887	1.49	13922	4.34	23.37
2016/03/17	22:15:51	24865	1.49	13873	4.35	23.37
2016/03/17	22:03:23	24833	1.49	13875	4.35	23.36
2016/03/17	21:51:18	24802	1.49	13850	4.37	23.37
2016/03/07	11:05:06	2476,	.44,	5726,	.27,	3.91
2016/03/17	21:34:33	24759	1.49	13935	4.39	23.55
2016/03/07	11:03:30	2472,	.44,	5740,	.30,	3.91
2016/03/17	21:11:22	24714	1.49	13747	4.37	23.38
2016/03/17	21:06:18	24701	1.49	13798	4.43	23.37
2016/03/17	21:05:08	24698	1.49	13784	4.35	23.37
2016/03/17	20:46:49	24651	1.49	13850	4.43	23.37
2016/03/17	20:44:52	24646	1.49	13792	4.42	23.37
2016/04/04	20:04:23	2464	1.50	14091	4.01	24.46
2016/03/17	20:27:44	24602	1.49	13831	4.39	23.37
2016/03/17	20:19:32	24581	1.49	13829	4.39	23.55
2016/03/17	20:14:50	24569	1.49	13833	4.36	23.55
2016/03/17	19:40:22	24524	1.49	13837	4.37	23.36
2016/03/17	19:38:01	24518	1.49	13887	4.39	23.36
2016/03/17	19:19:04	24499	1.49	14470	4.30	19.56
2016/03/17	19:13:37	24494	1.51	16292	4.53	0.00
2016/03/17	19:13:37	24494	1.51	16292	4.53	0.00
2016/03/17	18:52:34	24455	1.49	13852	4.38	23.37
2016/04/04	19:55:23	2442	1.50	14129	4.04	24.48
2016/03/17	18:16:46	24363	1.49	13941	4.38	23.36
2016/03/17	18:15:59	24361	1.49	13961	4.41	23.37
2016/03/17	18:08:12	24341	1.49	13920	4.41	23.37
2016/03/02	02:58:40	24327	1.48	13790	4.72	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/17	18:02:21	24326	1.49	13966	4.42	23.36
2016/03/02	02:34:11	24266	1.48	13840	4.72	24.09
2016/03/17	17:27:38	24241	1.49	14001	4.39	23.36
2016/03/17	17:27:15	24240	1.49	13982	4.39	23.37
2016/03/17	17:24:54	24234	1.49	13961	4.37	23.37
2016/03/17	17:24:31	24233	1.49	13970	4.42	23.36
2016/03/17	17:21:24	24225	1.49	14023	4.39	23.36
2016/03/02	02:14:06	24216	1.48	13848	4.68	24.09
2016/03/02	02:12:06	24211	1.48	13811	4.68	24.10
2016/03/02	02:05:40	24195	1.48	13840	4.73	24.09
2016/03/02	01:48:24	24152	1.48	13753	4.75	24.09
2016/03/17	16:47:08	24137	1.49	14030	4.39	23.36
2016/03/17	16:46:45	24136	1.49	14061	4.39	23.36
2016/03/17	16:40:07	24119	1.49	14042	4.43	23.36
2016/03/02	01:21:06	24084	1.48	13726	4.71	24.14
2016/03/02	01:19:29	24080	1.48	13736	4.68	24.14
2016/03/02	01:13:04	24064	1.48	13763	4.76	24.14
2016/03/02	01:03:25	24040	1.48	13682	4.71	24.14
2016/03/17	16:08:12	24037	1.49	14071	4.47	23.36
2016/03/02	00:59:24	24030	1.48	13767	4.74	24.14
2016/03/17	16:01:11	24019	1.49	14027	4.42	23.36
2016/03/02	00:52:59	24014	1.48	13765	4.67	24.10
2016/03/17	15:47:33	23984	1.49	14197	4.46	23.36
2016/03/17	15:44:27	23976	1.49	14151	4.45	23.36
2016/04/04	19:36:37	2396	1.50	14153	4.01	24.65
2016/03/17	15:36:39	23956	1.49	14145	4.41	23.36
2016/03/02	00:17:15	23925	1.49	13759	4.74	24.04
2016/03/17	15:22:15	23919	1.49	14149	4.43	23.37
2016/03/02	00:13:14	23915	1.48	13763	4.76	24.09
2016/03/02	00:06:48	23899	1.48	13788	4.67	24.09
2016/03/17	15:12:07	23893	1.49	14154	4.46	23.37
2016/03/01	23:49:32	23856	1.48	13746	4.66	24.09
2016/03/17	14:52:01	23856	1.49	14104	4.39	23.37
2016/03/01	23:44:43	23844	1.49	13742	4.74	24.10

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/01	23:43:07	23840	1.48	13753	4.71	24.14
2016/03/17	14:42:16	23831	1.49	14054	4.39	23.38
2016/03/17	14:42:16	23831	1.49	14054	4.39	23.38
2016/04/04	19:30:53	2382	1.50	14094	4.01	24.65
2016/03/01	23:32:16	23813	1.49	13742	4.74	24.09
2016/03/17	14:28:15	23795	1.49	14133	4.47	23.38
2016/03/17	14:27:05	23792	1.49	14131	4.45	23.37
2016/03/01	23:04:34	23744	1.48	13746	4.71	24.04
2016/03/17	13:53:34	23706	1.49	14220	4.41	23.37
2016/03/17	13:49:41	23696	1.49	14120	4.39	23.37
2016/03/01	22:35:39	23672	1.48	13740	4.72	24.09
2016/03/01	22:33:15	23666	1.49	13771	4.73	24.14
2016/03/01	22:27:37	23652	1.49	13759	4.71	24.14
2016/04/04	19:23:32	2364	1.50	14153	4.00	24.48
2016/03/01	22:09:50	23611	1.48	13742	4.71	24.09
2016/03/17	13:11:30	23598	1.49	14127	4.41	23.37
2016/03/01	22:01:00	23589	1.49	13765	4.74	24.09
2016/03/17	13:05:16	23582	1.49	14143	4.39	23.38
2016/03/17	13:00:12	23569	1.49	14116	4.45	23.55
2016/03/17	12:55:30	23557	1.49	14098	4.42	23.38
2016/03/17	12:54:20	23554	1.49	14077	4.39	23.55
2016/03/17	12:48:29	23539	1.49	14058	4.41	23.37
2016/03/17	12:46:55	23535	1.49	13970	4.37	23.55
2016/03/01	21:27:42	23506	1.49	13746	4.75	24.09
2016/03/01	21:26:06	23502	1.48	13773	4.72	24.08
2016/03/01	21:23:18	23495	1.49	13705	4.73	24.09
2016/03/01	21:21:42	23491	1.48	13732	4.66	24.10
2016/03/17	12:23:49	23476	1.49	14005	4.43	23.56
2016/03/01	21:10:53	23464	1.49	13724	4.72	24.08
2016/03/01	20:58:29	23433	1.49	13724	4.74	24.08
2016/03/01	20:54:04	23422	1.48	13736	4.71	24.09
2016/03/01	20:53:16	23420	1.48	13734	4.70	24.09
2016/03/01	20:50:03	23412	1.49	13724	4.74	24.09
2016/03/17	11:50:32	23391	1.49	14193	4.42	23.55

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/01	20:37:40	23381	1.48	13705	4.70	24.08
2016/03/17	11:20:20	23314	1.49	14125	4.36	23.55
2016/03/17	11:17:35	23307	1.49	14110	4.41	23.55
2016/03/17	11:14:26	23299	1.49	14069	4.38	23.56
2016/03/17	11:10:55	23290	1.49	14059	4.35	23.55
2016/03/01	19:49:45	23262	1.48	13699	4.70	23.91
2016/03/01	19:33:48	23222	1.49	13699	4.73	23.90
2016/03/01	19:11:26	23166	1.49	14216	4.71	23.91
2016/03/01	19:03:02	23145	1.49	14368	4.75	24.09
2016/03/01	19:01:50	23142	1.49	13763	4.78	24.09
2016/04/04	19:03:08	2314	1.50	14028	4.00	24.48
2016/03/01	18:45:01	23100	1.49	13724	4.80	23.90
2016/03/01	18:36:09	23080	1.49	13736	4.74	23.91
2016/03/01	18:28:57	23062	1.49	13771	4.75	23.91
2016/03/01	18:20:58	23042	1.49	13788	4.73	24.08
2016/03/01	18:02:06	23001	1.49	13736	4.68	23.91
2016/03/01	17:59:18	22994	1.49	13775	4.72	23.91
2016/03/01	17:45:43	22960	1.49	13945	4.68	24.08
2016/03/01	17:35:20	22934	1.49	13815	4.66	23.91
2016/03/01	17:16:57	22888	1.49	13784	4.68	24.08
2016/03/01	17:06:58	22863	1.49	13794	4.72	24.09
2016/03/01	16:55:00	22833	1.49	13782	4.75	23.91
2016/03/01	16:30:48	22772	1.49	13864	4.72	23.91
2016/03/01	16:20:30	22746	1.49	13842	4.70	23.91
2016/03/01	16:15:45	22734	1.49	13870	4.75	23.73
2016/03/01	16:13:22	22728	1.49	13842	4.76	23.77
2016/03/01	15:53:34	22678	1.49	13858	4.71	23.91
2016/03/01	15:38:03	22639	1.49	13833	4.74	23.73
2016/03/01	15:30:04	22619	1.49	13871	4.70	23.91
2016/03/01	15:25:41	22608	1.49	13835	4.72	24.08
2016/03/01	15:25:17	22607	1.49	13871	4.74	23.91
2016/03/01	14:59:22	22542	1.49	13899	4.72	23.91
2016/03/01	14:56:59	22536	1.49	13885	4.76	23.91
2016/03/01	14:34:39	22480	1.49	13959	4.71	23.91

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/01	14:23:52	22453	1.49	14085	4.76	23.91
2016/03/01	14:20:20	22444	1.49	15139	4.83	0.00
2016/03/01	13:55:21	22399	1.49	13901	4.72	24.08
2016/03/01	13:54:09	22396	1.49	13891	4.72	23.91
2016/03/01	13:11:27	22289	1.48	13910	4.67	23.91
2016/03/01	13:09:04	22283	1.49	13966	4.72	23.91
2016/03/01	13:05:52	22275	1.48	13976	4.68	24.03
2016/03/01	12:48:19	22231	1.49	13935	4.71	23.91
2016/03/01	12:45:55	22225	1.49	13947	4.72	23.91
2016/03/01	12:35:56	22200	1.49	13949	4.70	24.03
2016/03/01	12:34:20	22196	1.49	13935	4.70	23.91
2016/04/11	02:55:03	22165	1.50	13829	3.87	25.75
2016/04/11	02:53:45	22162	1.50	13829	3.90	25.74
2016/03/01	12:06:24	22126	1.48	13935	4.67	24.08
2016/04/11	02:37:53	22125	1.49	13792	3.86	25.75
2016/04/11	02:13:26	22068	1.50	13860	3.88	25.75
2016/03/01	11:42:02	22065	1.49	13937	4.68	24.09
2016/03/17	02:58:08	22063	1.49	13870	4.36	23.55
2016/04/11	02:10:00	22060	1.49	13852	3.87	25.75
2016/03/01	11:30:48	22037	1.48	13951	4.67	24.08
2016/04/11	01:55:00	22025	1.49	13850	3.86	25.75
2016/03/01	11:24:25	22021	1.48	13937	4.70	23.91
2016/03/17	02:38:31	22013	1.49	13904	4.33	23.55
2016/03/01	11:21:13	22013	1.48	14005	4.68	23.91
2016/03/01	11:20:25	22011	1.48	13986	4.68	24.08
2016/03/17	02:35:22	22005	1.49	13935	4.35	23.54
2016/03/17	02:18:06	21961	1.49	13868	4.38	23.55
2016/03/17	02:10:39	21942	1.50	15027	4.64	22.18
2016/04/11	01:15:57	21934	1.50	13769	3.90	25.74
2016/04/11	01:15:57	21934	1.50	13769	3.90	25.74
2016/03/17	01:54:46	21927	1.49	13996	4.36	23.55
2016/04/11	01:08:39	21917	1.50	13738	3.90	25.75
2016/04/11	01:08:39	21917	1.50	13738	3.90	25.75
2016/03/17	01:48:52	21912	1.49	13947	4.35	23.55

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/11	00:46:48	21866	1.49	13683	3.84	25.75
2016/04/11	00:44:40	21861	1.49	13695	3.88	25.75
2016/04/11	00:36:32	21842	1.49	13687	3.83	25.56
2016/04/11	00:34:49	21838	1.49	13738	3.88	25.75
2016/03/17	01:19:27	21837	1.49	13746	4.37	23.55
2016/03/17	01:10:26	21814	1.49	13798	4.33	23.55
2016/03/17	01:04:09	21798	1.49	13893	4.32	23.55
2016/04/11	00:12:09	21785	1.49	13881	3.83	25.56
2016/04/10	23:59:20	21755	1.50	13912	3.92	25.75
2016/04/10	23:34:07	21696	1.50	13674	3.88	25.56
2016/03/17	00:20:35	21687	1.49	13922	4.34	23.55
2016/04/10	23:21:42	21667	1.49	13666	3.88	25.57
2016/04/10	23:20:25	21664	1.49	13687	3.88	25.75
2016/03/17	00:10:46	21662	1.49	13885	4.36	23.55
2016/03/17	00:08:48	21657	1.49	13833	4.34	23.55
2016/04/10	23:16:08	21654	1.50	13705	3.88	25.57
2016/03/17	00:02:08	21640	1.49	13889	4.35	23.55
2016/03/17	00:01:21	21638	1.49	13881	4.39	23.55
2016/03/16	23:55:51	21624	1.49	13903	4.39	23.55
2016/03/16	23:51:09	21612	1.49	13941	4.35	23.55
2016/04/10	22:57:48	21611	1.50	13769	3.91	25.57
2016/04/10	22:53:32	21601	1.49	13738	3.85	25.74
2016/03/16	23:20:08	21533	1.49	13949	4.37	23.55
2016/03/16	23:17:47	21527	1.49	13932	4.36	23.55
2016/04/10	22:18:29	21519	1.49	13759	3.85	25.57
2016/04/10	22:18:03	21518	1.50	13769	3.89	25.75
2016/04/10	22:14:12	21509	1.50	13800	3.92	25.75
2016/03/16	23:09:09	21505	1.49	13893	4.41	23.55
2016/03/16	22:56:12	21472	1.49	13928	4.34	23.55
2016/04/10	21:48:32	21449	1.50	13744	3.90	25.75
2016/04/10	21:37:25	21423	1.50	13707	3.89	25.76
2016/03/16	22:30:18	21406	1.49	13918	4.35	23.55
2016/03/16	22:24:48	21392	1.49	13875	4.36	23.55
2016/03/16	22:24:48	21392	1.49	13875	4.36	23.55

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/16	22:21:16	21383	1.49	13866	4.42	23.55
2016/04/10	21:11:47	21363	1.50	13742	3.90	25.56
2016/04/10	21:05:48	21349	1.49	13720	3.89	25.57
2016/04/10	21:04:32	21346	1.50	13885	3.93	25.56
2016/04/10	20:57:20	21334	1.49	13734	3.84	25.56
2016/04/10	20:56:54	21333	1.50	13734	3.90	25.57
2016/03/16	21:39:21	21276	1.49	13887	4.41	23.37
2016/03/16	21:39:21	21276	1.49	13887	4.41	23.37
2016/04/10	20:27:53	21265	1.50	13788	3.92	25.56
2016/04/10	20:24:03	21256	1.49	13753	3.87	25.56
2016/04/10	20:15:57	21237	1.50	13746	3.93	25.57
2016/03/16	21:19:04	21224	1.49	13897	4.39	23.37
2016/03/16	21:14:00	21211	1.49	13852	4.37	23.36
2016/03/16	21:09:19	21199	1.49	13860	4.37	23.36
2016/03/16	20:57:15	21168	1.49	14259	4.29	20.28
2016/03/16	20:56:55	21167	1.50	14906	4.67	0.00
2016/04/10	19:34:10	21149	1.50	13687	3.94	25.61
2016/04/10	19:24:47	21127	1.50	13689	3.92	25.61
2016/04/10	19:17:33	21110	1.50	13713	3.90	25.57
2016/03/16	20:30:11	21105	1.49	14133	4.40	23.37
2016/04/10	19:10:44	21094	1.50	13732	3.88	25.52
2016/04/10	19:03:54	21078	1.50	13711	3.90	25.57
2016/03/16	20:10:42	21055	1.49	13996	4.36	23.37
2016/03/16	20:09:32	21052	1.49	13970	4.46	23.37
2016/03/16	19:57:05	21020	1.49	13840	4.37	23.36
2016/03/16	19:48:07	20997	1.49	13965	4.37	23.36
2016/03/16	19:37:36	20970	1.49	14001	4.39	23.37
2016/03/16	19:37:13	20969	1.49	14054	4.38	23.37
2016/03/16	19:14:14	20910	1.49	14187	4.37	23.37
2016/03/16	18:57:06	20866	1.49	14046	4.38	23.36
2016/03/16	18:55:56	20863	1.49	14104	4.36	23.37
2016/03/16	18:50:29	20849	1.49	14123	4.37	23.37
2016/03/16	18:41:32	20826	1.49	14110	4.47	23.37
2016/03/16	18:34:08	20807	1.49	14077	4.39	23.36

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/16	18:32:11	20802	1.49	14075	4.41	23.37
2016/03/01	02:59:32	20788	1.48	13829	4.70	24.09
2016/03/01	02:56:19	20780	1.48	13835	4.73	24.09
2016/03/01	02:52:18	20770	1.48	13860	4.64	24.09
2016/03/16	18:16:35	20762	1.49	13986	4.38	23.37
2016/03/01	02:45:29	20753	1.48	13875	4.70	24.10
2016/03/16	18:12:41	20752	1.49	13887	4.42	23.36
2016/03/16	18:09:58	20745	1.49	13939	4.43	23.37
2016/03/16	18:02:56	20727	1.49	13922	4.43	23.36
2016/03/01	02:27:00	20707	1.48	13860	4.72	24.09
2016/03/16	17:47:17	20687	1.49	13955	4.35	23.55
2016/03/16	17:42:59	20676	1.49	13976	4.41	23.36
2016/03/16	17:37:09	20661	1.49	14007	4.36	23.37
2016/03/16	17:32:52	20650	1.49	14127	4.33	23.37
2016/03/16	17:22:15	20627	1.49	13957	4.41	23.54
2016/03/01	01:53:17	20623	1.48	13899	4.70	24.09
2016/03/16	17:18:44	20618	1.49	13928	4.39	23.36
2016/03/16	17:17:34	20615	1.49	13984	4.36	23.37
2016/03/16	17:16:47	20613	1.49	14009	4.43	23.37
2016/03/16	17:16:24	20612	1.49	14005	4.38	23.37
2016/03/16	17:09:47	20595	1.49	13974	4.37	23.54
2016/03/01	01:39:13	20588	1.48	13961	4.68	24.09
2016/03/01	01:30:47	20567	1.49	13999	4.73	24.09
2016/03/16	16:56:55	20562	1.49	13988	4.39	23.37
2016/03/16	16:52:39	20551	1.49	13980	4.37	23.18
2016/03/16	16:48:45	20541	1.49	13972	4.41	23.37
2016/03/01	01:13:55	20525	1.49	13901	4.75	24.09
2016/03/16	16:35:55	20508	1.49	13992	4.39	23.19
2016/03/16	16:35:32	20507	1.49	14032	4.39	23.37
2016/03/01	01:02:41	20497	1.48	13858	4.71	24.10
2016/03/16	16:30:52	20495	1.49	14065	4.41	23.37
2016/03/16	16:30:28	20494	1.49	14056	4.38	23.37
2016/03/16	16:28:32	20489	1.49	14032	4.38	23.37
2016/03/01	00:56:15	20481	1.48	13852	4.67	24.10

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/16	16:20:44	20469	1.49	13997	4.39	23.37
2016/03/16	16:10:13	20442	1.49	14009	4.42	23.37
2016/03/01	00:38:59	20438	1.48	13879	4.72	24.09
2016/03/01	00:34:34	20427	1.48	13852	4.68	24.09
2016/03/16	15:59:19	20414	1.49	14027	4.39	23.36
2016/03/01	00:23:19	20399	1.49	13959	4.74	24.10
2016/03/01	00:18:54	20388	1.49	13904	4.72	24.09
2016/03/16	15:31:40	20343	1.49	14027	4.37	23.36
2016/03/16	15:25:50	20328	1.49	14027	4.40	23.36
2016/03/16	15:24:40	20325	1.49	14058	4.42	23.37
2016/03/16	15:23:06	20321	1.49	14038	4.38	23.36
2016/03/16	15:21:33	20317	1.49	14007	4.41	23.36
2016/03/16	15:19:59	20313	1.49	14040	4.43	23.36
2016/02/29	23:48:23	20312	1.49	14013	4.76	24.09
2016/03/16	15:16:29	20304	1.49	14110	4.40	23.37
2016/03/16	15:14:32	20299	1.49	14038	4.37	23.37
2016/02/29	23:41:00	20298	1.48	13910	4.68	24.09
2016/02/29	23:40:36	20297	1.48	13928	4.72	24.09
2016/02/29	23:40:12	20296	1.48	13922	4.68	24.10
2016/03/16	15:03:14	20270	1.49	14025	4.42	23.36
2016/02/29	23:21:43	20250	1.48	13955	4.71	24.09
2016/03/16	14:51:10	20239	1.49	14065	4.41	23.37
2016/03/16	14:42:36	20217	1.49	14092	4.42	23.36
2016/03/16	14:41:26	20214	1.49	14048	4.39	23.37
2016/03/16	14:39:29	20209	1.49	14094	4.41	23.36
2016/03/16	14:33:15	20193	1.49	14354	4.47	23.36
2016/02/29	22:54:49	20183	1.49	13943	4.75	24.09
2016/03/16	14:22:25	20176	1.49	14081	4.41	23.36
2016/03/16	14:20:51	20172	1.49	14065	4.43	23.36
2016/03/16	14:13:04	20152	1.49	14054	4.40	23.37
2016/03/16	14:06:27	20135	1.49	13990	4.41	23.36
2016/03/16	14:04:30	20130	1.49	14059	4.43	23.36
2016/02/29	22:27:09	20114	1.48	13767	4.71	24.09
2016/03/16	13:56:43	20110	1.49	14071	4.43	23.36

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/02/29	22:16:21	20087	1.48	13811	4.70	24.09
2016/03/16	13:44:39	20079	1.48	13864	4.02	23.37
2016/02/29	22:12:20	20077	1.48	13827	4.67	24.09
2016/02/29	22:09:32	20070	1.48	13842	4.69	23.92
2016/03/16	13:39:35	20066	1.49	13997	4.36	23.36
2016/03/16	13:37:38	20061	1.49	14046	4.42	23.37
2016/03/16	13:36:05	20057	1.49	14042	4.38	23.36
2016/03/16	13:32:58	20049	1.49	14036	4.43	23.37
2016/02/29	21:52:17	20027	1.48	13873	4.70	23.92
2016/03/16	13:18:10	20011	1.49	14058	4.45	23.36
2016/02/29	21:45:05	20009	1.48	13846	4.72	23.92
2016/03/16	13:16:37	20007	1.49	14089	4.45	23.36
2016/02/29	21:39:04	19994	1.48	13918	4.70	23.91
2016/03/16	13:07:16	19983	1.49	14205	4.49	23.36
2016/03/16	13:05:19	19978	1.49	14156	4.44	23.36
2016/02/29	21:20:16	19947	1.49	13871	4.74	24.10
2016/02/29	21:09:51	19921	1.49	13829	4.76	24.09
2016/03/16	12:40:01	19913	1.49	14147	4.46	23.36
2016/03/16	12:32:37	19894	1.49	14046	4.39	23.37
2016/02/29	20:57:26	19890	1.49	13860	4.76	24.09
2016/03/16	12:26:00	19877	1.49	14071	4.32	23.36
2016/03/16	12:24:26	19873	1.49	14100	4.39	23.36
2016/03/16	12:22:06	19867	1.49	14102	4.37	23.36
2016/03/16	12:18:12	19857	1.49	14098	4.36	23.36
2016/03/16	12:15:29	19850	1.49	14050	4.37	23.36
2016/02/29	20:39:25	19845	1.48	13806	4.72	24.09
2016/03/16	12:12:45	19843	1.49	14092	4.42	23.37
2016/02/29	20:32:55	19831	1.48	13775	4.70	24.10
2016/03/16	12:07:41	19830	1.49	14375	4.46	23.54
2016/02/29	20:31:19	19827	1.48	13809	4.68	24.09
2016/03/16	12:06:16	19827	1.48	14087	4.23	19.63
2016/02/29	20:17:17	19792	1.49	13839	4.70	24.09
2016/03/16	11:35:49	19753	1.49	14048	4.40	23.36
2016/03/16	11:34:15	19749	1.49	14042	4.38	23.36

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/16	11:34:15	19749	1.49	14042	4.38	23.36
2016/03/16	11:32:19	19744	1.49	14036	4.39	23.36
2016/03/16	11:31:08	19741	1.49	14001	4.39	23.37
2016/03/16	11:28:02	19733	1.49	14009	4.43	23.36
2016/03/16	11:28:02	19733	1.49	14009	4.43	23.36
2016/03/16	11:23:21	19721	1.49	14027	4.39	23.36
2016/02/29	19:46:01	19714	1.49	13751	4.74	24.09
2016/03/16	11:16:44	19704	1.49	14050	4.39	23.36
2016/02/29	19:36:24	19690	1.48	13800	4.67	24.09
2016/02/29	19:31:10	19677	1.48	13804	4.70	24.09
2016/03/16	11:02:43	19668	1.49	14135	4.46	23.36
2016/02/29	19:25:34	19663	1.48	13788	4.75	24.09
2016/02/29	19:01:31	19603	1.49	13837	4.71	24.09
2016/02/29	18:53:54	19584	1.48	13802	4.72	24.09
2016/02/29	18:44:17	19560	1.49	13848	4.71	24.09
2016/02/29	18:28:15	19520	1.48	13844	4.68	24.09
2016/02/29	18:25:51	19514	1.48	13837	4.66	24.08
2016/02/29	18:13:25	19483	1.48	13858	4.68	24.08
2016/02/29	17:56:35	19441	1.48	13817	4.70	24.09
2016/02/29	17:36:57	19392	1.49	13862	4.71	24.08
2016/02/29	17:32:34	19381	1.48	13904	4.69	23.96
2016/02/29	17:25:45	19364	1.48	13850	4.72	24.08
2016/02/29	17:20:32	19351	1.48	13943	4.69	24.08
2016/02/29	16:42:47	19264	1.49	13751	4.70	24.09
2016/02/29	16:30:25	19233	1.48	13707	4.70	23.91
2016/02/29	16:10:03	19182	1.48	13786	4.70	23.91
2016/02/29	16:02:28	19163	1.49	13777	4.73	24.08
2016/02/29	16:02:04	19162	1.49	13749	4.72	23.91
2016/02/29	15:58:28	19153	1.49	13794	4.75	24.09
2016/02/29	15:39:42	19106	1.48	13763	4.72	23.91
2016/02/29	15:36:54	19099	1.48	13761	4.72	23.92
2016/02/29	15:28:19	19085	1.48	13701	4.66	23.91
2016/02/29	15:12:21	19045	1.49	13687	4.71	24.09
2016/02/29	14:52:48	18996	1.49	13703	4.70	23.91

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/02/29	14:27:15	18932	1.49	13786	4.78	23.91
2016/02/29	14:16:28	18905	1.48	13782	4.64	23.91
2016/02/29	14:14:29	18900	1.48	13798	4.69	23.91
2016/02/29	14:09:18	18887	1.48	13806	4.64	23.91
2016/04/10	02:57:00	18837	1.50	13827	3.94	25.50
2016/02/29	13:46:55	18831	1.48	13800	4.68	23.91
2016/04/10	02:48:28	18817	1.50	13815	3.94	25.57
2016/04/10	02:40:48	18799	1.50	13769	3.95	25.49
2016/04/10	02:36:58	18790	1.50	13780	3.94	25.49
2016/02/29	13:21:34	18760	1.48	13800	4.67	23.91
2016/02/29	13:11:59	18736	1.49	13808	4.72	23.91
2016/02/29	13:11:11	18734	1.48	13792	4.69	23.92
2016/02/29	13:03:59	18716	1.49	13957	4.72	24.09
2016/04/10	02:03:17	18711	1.50	13736	3.94	25.58
2016/04/10	01:55:11	18692	1.50	13738	3.96	25.59
2016/02/29	12:45:37	18670	1.48	13901	4.70	23.91
2016/04/10	01:41:32	18660	1.50	13683	3.90	25.57
2016/02/29	12:37:41	18654	1.44	13484	3.30	23.91
2016/04/10	01:28:18	18629	1.50	13823	3.92	25.56
2016/04/10	01:23:37	18618	1.50	13926	3.96	25.57
2016/02/29	12:22:53	18617	1.48	13831	4.68	24.09
2016/02/29	12:21:17	18613	1.48	13848	4.66	24.09
2016/02/29	12:20:05	18610	1.48	13837	4.69	23.91
2016/04/10	01:13:48	18595	1.50	13873	3.97	25.75
2016/02/29	11:55:08	18551	1.49	14342	4.68	24.08
2016/02/29	11:49:08	18536	1.49	14331	4.70	24.08
2016/04/10	00:35:47	18506	1.50	13790	3.96	25.75
2016/04/10	00:31:56	18497	1.50	13782	3.95	25.75
2016/04/10	00:30:39	18494	1.49	13759	3.89	25.57
2016/02/29	11:23:31	18472	1.49	14222	4.78	24.09
2016/02/29	11:22:19	18469	1.48	14232	4.65	23.91
2016/02/29	11:21:55	18468	1.49	14232	4.70	24.10
2016/04/10	00:05:51	18436	1.49	13792	3.88	25.65
2016/04/10	00:00:17	18423	1.50	13788	3.92	25.57

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/09	23:47:03	18392	1.50	13792	3.91	25.56
2016/04/09	23:29:35	18351	1.51	14350	4.21	25.17
2016/04/09	23:17:02	18332	1.50	13749	3.89	25.57
2016/04/09	23:15:45	18329	1.50	13738	3.90	25.51
2016/04/09	23:07:13	18309	1.50	13747	3.91	25.57
2016/04/09	22:51:00	18271	1.49	13734	3.89	25.57
2016/04/09	22:31:23	18225	1.50	13711	3.88	25.49
2016/04/09	22:25:25	18211	1.50	13693	3.89	25.55
2016/04/09	22:19:27	18197	1.50	13730	3.89	25.56
2016/04/09	22:16:53	18191	1.49	13722	3.87	25.56
2016/04/09	21:58:34	18148	1.49	13635	3.87	25.57
2016/04/09	21:55:34	18141	1.49	13612	3.86	25.56
2016/04/09	21:54:43	18139	1.49	13556	3.88	25.57
2016/04/09	21:43:18	18114	1.49	13544	3.81	22.27
2016/04/09	21:41:11	18109	1.50	15040	3.84	0.00
2016/04/09	20:25:50	18089	1.50	13682	3.91	25.58
2016/04/09	20:23:42	18084	1.49	13870	3.85	22.49
2016/04/09	20:22:57	18082	1.51	15125	4.11	0.00
2016/04/09	20:21:12	18080	1.52	15457	4.30	0.00
2016/04/09	20:14:10	18076	1.51	14897	4.33	0.00
2016/04/09	19:45:16	18068	1.50	14509	3.99	25.11
2016/04/09	19:44:50	18067	1.50	14565	4.00	0.00
2016/04/09	19:43:38	18064	1.51	16226	3.40	0.00
2016/04/09	19:05:04	18062	1.50	13747	3.89	25.76
2016/04/09	19:00:21	18051	1.50	13763	3.90	25.75
2016/04/09	18:43:04	18021	1.50	13875	3.91	25.56
2016/04/09	18:26:13	17987	1.50	14032	3.99	25.57
2016/04/09	18:18:13	17974	1.50	14046	3.93	25.57
2016/04/09	18:04:14	17952	1.50	14333	3.91	25.56
2016/04/09	18:02:58	17949	1.50	14327	3.91	25.56
2016/04/09	17:58:17	17938	1.50	14515	3.88	25.57
2016/04/09	17:56:09	17933	1.50	14490	3.92	25.57
2016/04/09	17:36:32	17887	1.50	14554	3.85	25.57
2016/04/09	17:28:01	17867	1.50	14579	3.95	25.57

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/09	17:10:32	17826	1.50	14554	3.91	25.56
2016/04/09	16:53:55	17787	1.50	14509	3.91	25.75
2016/04/09	16:51:47	17782	1.50	14519	3.89	25.56
2016/04/09	16:21:31	17711	1.50	14498	3.93	25.57
2016/04/09	16:03:37	17669	1.50	14490	3.91	25.57
2016/04/09	16:03:11	17668	1.50	14515	3.93	25.57
2016/04/09	15:59:21	17659	1.50	14530	3.94	25.57
2016/04/09	15:45:17	17626	1.50	14525	3.92	25.56
2016/04/09	15:45:17	17626	1.50	14525	3.92	25.56
2016/03/12	18:48:13	17607	1.50	13949	4.56	23.91
2016/03/12	18:46:37	17603	1.50	13992	4.59	23.91
2016/03/12	18:43:26	17595	1.50	13990	4.52	23.91
2016/04/09	15:30:22	17591	1.50	14515	3.93	25.57
2016/03/12	18:16:43	17528	1.50	13943	4.60	23.91
2016/04/09	15:02:39	17526	1.50	14494	3.91	25.57
2016/03/12	18:07:32	17505	1.50	13965	4.64	24.09
2016/04/09	14:49:27	17495	1.50	14445	3.96	25.57
2016/04/09	14:46:28	17488	1.50	14434	3.91	25.56
2016/04/09	14:34:57	17461	1.50	14494	3.92	25.57
2016/04/09	14:31:07	17452	1.50	14482	3.95	25.57
2016/04/09	14:30:41	17451	1.50	14496	3.91	25.55
2016/03/12	17:42:01	17441	1.50	13968	4.51	23.91
2016/03/12	17:35:13	17424	1.50	14131	4.53	23.91
2016/03/12	17:30:26	17412	1.50	14079	4.56	23.91
2016/03/12	17:28:02	17406	1.50	13951	4.56	23.91
2016/03/12	17:18:52	17383	1.50	14021	4.60	23.91
2016/04/09	13:50:36	17357	1.50	14596	3.90	25.57
2016/04/09	13:43:46	17341	1.50	14720	3.94	25.75
2016/04/09	13:43:46	17341	1.50	14720	3.94	25.75
2016/04/09	13:31:50	17313	1.50	14579	3.90	25.55
2016/04/09	13:06:38	17254	1.50	14523	3.90	25.56
2016/04/09	12:55:30	17228	1.50	14501	3.92	25.57
2016/02/29	02:56:09	17224	1.48	13734	4.68	24.09
2016/04/09	12:49:57	17215	1.50	14525	3.94	25.75

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/09	12:44:50	17203	1.50	14329	3.90	25.56
2016/04/09	12:40:08	17192	1.50	14544	3.89	25.75
2016/04/09	12:27:45	17163	1.50	14583	3.93	25.75
2016/02/29	02:27:39	17153	1.48	13713	4.70	24.10
2016/02/29	02:24:50	17146	1.48	13728	4.75	24.09
2016/02/29	02:09:10	17107	1.48	13747	4.71	24.09
2016/02/29	02:03:09	17092	1.48	13903	4.64	24.09
2016/02/29	01:57:11	17082	1.48	13691	4.61	24.09
2016/02/29	01:41:55	17044	1.48	13715	4.68	24.09
2016/02/29	01:33:05	17022	1.48	13629	4.71	24.09
2016/04/09	11:27:33	17022	1.50	14561	3.91	25.57
2016/02/29	01:30:40	17016	1.48	13674	4.66	24.09
2016/04/09	11:18:09	17000	1.50	14585	3.89	25.56
2016/04/09	11:09:11	16979	1.50	14571	3.98	25.57
2016/04/09	11:06:12	16972	1.50	14554	3.93	25.56
2016/04/09	11:04:30	16968	1.50	14583	3.96	25.57
2016/02/29	01:10:08	16967	1.48	13895	4.71	24.09
2016/03/12	14:23:25	16954	1.50	13945	4.59	24.09
2016/03/12	14:21:00	16948	1.50	13908	4.65	24.09
2016/03/12	14:15:47	16935	1.50	13895	4.60	24.09
2016/03/12	14:10:34	16922	1.50	13934	4.57	24.10
2016/03/12	14:08:57	16918	1.50	13966	4.62	24.09
2016/02/29	00:35:36	16881	1.48	13823	4.68	24.10
2016/03/12	13:53:18	16879	1.50	13965	4.57	24.09
2016/03/12	13:45:16	16859	1.50	13953	4.59	24.09
2016/02/29	00:23:33	16851	1.48	13654	4.64	24.09
2016/02/29	00:21:57	16847	1.48	13844	4.81	22.56
2016/03/12	13:38:50	16843	1.50	13986	4.56	24.09
2016/02/29	00:17:36	16838	1.48	13627	4.68	24.09
2016/02/29	00:16:48	16836	1.48	13651	4.67	24.09
2016/03/12	13:34:25	16832	1.50	14021	4.61	24.09
2016/03/12	13:07:31	16765	1.50	14015	4.58	24.09
2016/02/28	23:43:28	16753	1.48	13649	4.71	24.09
2016/02/28	23:38:39	16741	1.48	13705	4.74	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/02/28	23:36:13	16735	1.48	13705	4.69	24.10
2016/03/12	12:45:26	16710	1.50	14106	4.62	24.09
2016/02/28	23:08:29	16666	1.48	13670	4.72	24.09
2016/03/12	12:27:46	16666	1.50	14129	4.52	24.09
2016/02/28	23:05:16	16658	1.48	13670	4.70	24.09
2016/03/12	12:21:45	16651	1.50	14129	4.55	24.09
2016/02/28	22:54:50	16632	1.48	13674	4.75	24.10
2016/02/28	22:44:47	16607	1.48	13682	4.69	24.09
2016/03/12	12:03:41	16606	1.50	14122	4.58	24.09
2016/03/12	12:00:04	16597	1.50	14249	4.61	24.09
2016/03/12	11:52:50	16579	1.50	14218	4.57	24.10
2016/02/28	22:28:19	16566	1.48	13583	4.74	24.10
2016/02/28	22:27:55	16565	1.48	13577	4.70	24.09
2016/02/28	22:10:15	16521	1.48	13608	4.76	24.09
2016/03/12	11:29:33	16521	1.50	14273	4.60	24.09
2016/03/12	11:27:56	16517	1.50	14275	4.55	24.09
2016/03/12	11:18:17	16493	1.50	14222	4.69	24.28
2016/03/12	11:11:35	16478	1.50	14282	4.55	24.27
2016/02/28	21:48:58	16468	1.48	13786	4.70	24.10
2016/02/28	21:44:33	16457	1.48	13825	4.72	24.09
2016/02/28	21:40:08	16446	1.48	14073	4.71	24.21
2016/02/28	21:14:47	16389	1.48	13759	4.77	24.28
2016/02/28	21:09:57	16377	1.48	13722	4.70	24.09
2016/02/28	20:36:03	16298	1.45	13377	3.61	24.09
2016/02/28	20:28:49	16280	1.48	13695	4.70	24.09
2016/02/28	20:16:22	16249	1.48	13674	4.76	24.09
2016/02/28	20:03:55	16218	1.48	13620	4.74	24.09
2016/02/28	20:01:54	16213	1.48	13631	4.72	24.09
2016/02/28	19:55:05	16196	1.48	13631	4.75	24.10
2016/02/28	19:54:17	16194	1.48	13652	4.77	24.09
2016/02/28	19:37:25	16152	1.48	13670	4.74	24.09
2016/02/28	19:30:35	16135	1.48	13563	4.71	24.09
2016/02/28	19:24:58	16121	1.48	14127	4.72	24.10
2016/04/09	02:58:32	15854	1.51	14451	4.09	25.57

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/09	02:58:06	15853	1.50	14459	4.06	25.57
2016/04/09	02:41:29	15814	1.50	14292	4.08	25.57
2016/04/09	02:38:05	15806	1.50	14255	4.08	25.57
2016/04/09	02:22:19	15769	1.50	14269	4.03	25.57
2016/04/09	01:58:02	15712	1.50	14199	4.04	25.56
2016/04/09	01:29:32	15645	1.51	14302	4.10	25.30
2016/04/09	01:21:54	15627	1.50	14282	4.08	25.37
2016/04/09	01:18:30	15619	1.51	14261	4.11	25.37
2016/04/09	01:12:07	15604	1.50	14246	4.09	25.57
2016/04/09	00:54:41	15563	1.50	14224	4.05	25.56
2016/04/09	00:34:43	15516	1.50	14191	4.07	25.57
2016/04/09	00:29:11	15503	1.50	14205	4.05	25.58
2016/04/09	00:08:46	15455	1.50	14199	4.08	25.40
2016/04/09	00:00:43	15436	1.50	14205	4.06	25.57
2016/04/08	23:39:54	15387	1.50	13732	4.06	25.39
2016/04/08	23:33:58	15373	1.50	13765	4.04	25.38
2016/04/08	23:31:50	15368	1.51	13868	4.12	25.39
2016/04/08	23:14:51	15328	1.50	13864	4.04	25.38
2016/03/12	02:53:27	15306	1.50	14325	4.57	24.09
2016/04/08	23:05:06	15305	1.50	13771	4.06	25.39
2016/03/12	02:45:49	15287	1.50	14308	4.55	24.09
2016/03/12	02:37:23	15266	1.50	14503	4.59	24.09
2016/04/08	22:40:32	15247	1.50	13792	4.07	25.38
2016/03/12	02:28:57	15245	1.50	14434	4.55	24.09
2016/04/08	22:35:52	15236	1.50	13740	4.01	25.38
2016/04/08	22:35:52	15236	1.50	13740	4.01	25.38
2016/04/08	22:32:29	15228	1.50	13769	4.12	25.39
2016/03/12	02:19:43	15222	1.49	14269	4.52	24.10
2016/04/08	22:27:23	15216	1.50	13718	4.01	25.39
2016/03/12	02:16:06	15213	1.50	14282	4.55	24.09
2016/03/12	02:15:18	15211	1.50	14277	4.59	24.09
2016/03/12	02:13:41	15207	1.50	14310	4.59	24.09
2016/03/12	02:02:51	15180	1.50	14319	4.58	24.09
2016/03/12	02:00:50	15175	1.50	14282	4.56	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/12	01:57:38	15167	1.50	14298	4.55	24.10
2016/03/12	01:56:49	15165	1.50	14335	4.63	24.09
2016/03/12	01:46:47	15140	1.50	14348	4.57	24.09
2016/03/12	01:42:46	15130	1.50	14333	4.56	24.09
2016/04/08	21:48:25	15124	1.50	13536	4.03	25.39
2016/03/12	01:28:43	15095	1.50	14302	4.59	24.09
2016/03/12	01:28:43	15095	1.50	14302	4.59	24.09
2016/03/12	01:24:18	15084	1.50	14315	4.55	24.10
2016/04/08	21:29:48	15080	1.50	13565	4.07	25.38
2016/03/12	01:22:41	15080	1.50	14296	4.58	24.09
2016/04/08	21:23:53	15066	1.50	13544	4.09	25.38
2016/04/08	21:18:22	15053	1.50	13600	4.08	25.38
2016/04/08	21:15:50	15047	1.50	13612	4.03	25.38
2016/03/12	01:03:01	15031	1.50	14341	4.57	24.09
2016/03/12	01:00:12	15024	1.50	14310	4.56	24.09
2016/03/12	00:57:48	15018	1.50	14333	4.59	24.09
2016/03/12	00:55:23	15012	1.50	14331	4.59	24.09
2016/03/12	00:53:22	15007	1.49	14337	4.54	24.09
2016/04/08	20:57:39	15004	1.50	13701	4.07	25.38
2016/03/12	00:50:10	14999	1.50	14296	4.53	24.09
2016/03/12	00:48:57	14996	1.50	14370	4.64	24.09
2016/03/12	00:27:16	14942	1.50	14395	4.57	24.10
2016/04/08	20:23:47	14924	1.50	13621	4.10	25.39
2016/04/08	20:22:31	14921	1.50	13623	4.08	25.38
2016/03/12	00:18:26	14920	1.50	14282	4.54	24.09
2016/03/12	00:12:25	14905	1.50	14381	4.66	24.09
2016/03/12	00:04:23	14885	1.50	14356	4.58	24.09
2016/04/08	20:06:51	14884	1.50	13594	4.02	25.38
2016/03/12	00:00:46	14876	1.49	14325	4.54	24.09
2016/04/08	20:01:21	14871	1.50	13592	4.04	25.39
2016/04/08	19:48:40	14841	1.50	13608	4.06	25.39
2016/03/11	23:45:55	14839	1.49	14342	4.51	24.10
2016/03/11	23:43:54	14834	1.50	14364	4.59	24.09
2016/03/11	23:42:42	14831	1.50	14339	4.54	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/08	19:41:28	14824	1.50	13577	4.04	25.38
2016/03/11	23:39:29	14823	1.50	14393	4.52	24.09
2016/03/11	23:37:29	14818	1.50	14375	4.58	24.09
2016/03/11	23:27:26	14793	1.50	14364	4.58	24.09
2016/04/08	19:17:46	14768	1.50	13734	4.06	25.38
2016/03/11	23:12:59	14757	1.49	14290	4.55	24.10
2016/03/11	23:09:46	14749	1.50	14255	4.58	24.09
2016/04/08	19:06:45	14742	1.50	14046	4.01	25.39
2016/03/11	23:04:33	14736	1.50	14310	4.54	24.09
2016/03/11	23:03:45	14734	1.50	14302	4.56	24.10
2016/04/08	19:02:06	14731	1.51	14490	4.21	25.20
2016/03/11	22:47:41	14694	1.50	14257	4.59	24.09
2016/03/11	22:45:16	14688	1.50	14286	4.56	24.09
2016/03/11	22:44:04	14685	1.49	14265	4.53	24.09
2016/03/11	22:38:27	14671	1.49	14292	4.48	24.09
2016/03/11	22:27:36	14644	1.50	14277	4.60	24.10
2016/03/11	22:07:55	14595	1.50	14286	4.58	24.09
2016/03/11	22:07:31	14594	1.50	14267	4.56	24.10
2016/03/11	22:05:55	14590	1.50	14240	4.58	24.09
2016/03/11	22:05:31	14589	1.49	14230	4.54	24.09
2016/03/11	22:03:54	14585	1.50	14203	4.54	24.10
2016/03/11	21:57:53	14570	1.50	14240	4.56	24.09
2016/03/11	21:55:53	14565	1.49	14269	4.51	24.09
2016/03/11	21:47:02	14543	1.50	14313	4.55	24.09
2016/03/11	21:42:37	14532	1.50	14352	4.63	24.09
2016/03/11	21:34:36	14512	1.50	14306	4.58	24.09
2016/03/11	21:31:23	14504	1.50	14284	4.51	24.09
2016/03/11	21:26:58	14493	1.50	14335	4.58	24.10
2016/03/11	21:26:10	14491	1.50	14298	4.59	24.09
2016/03/11	21:24:57	14488	1.50	14310	4.53	24.09
2016/03/11	21:22:09	14481	1.50	14296	4.60	24.09
2016/03/11	20:57:39	14420	1.50	14267	4.57	24.09
2016/03/11	20:56:02	14416	1.49	14282	4.51	24.09
2016/03/11	20:50:01	14401	1.50	14288	4.56	24.10

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/11	20:44:48	14388	1.50	14300	4.54	24.09
2016/03/11	20:38:46	14373	1.49	14253	4.51	24.09
2016/03/11	20:23:55	14336	1.50	14366	4.62	24.10
2016/03/11	20:18:18	14322	1.50	14286	4.62	24.09
2016/03/11	20:14:41	14313	1.49	14238	4.48	24.09
2016/03/11	20:09:52	14301	1.49	14269	4.53	24.09
2016/03/11	20:00:13	14277	1.50	14230	4.56	24.09
2016/03/11	19:56:12	14267	1.50	14284	4.59	24.10
2016/03/11	19:45:46	14241	1.50	14308	4.57	24.09
2016/03/11	19:43:45	14236	1.50	14348	4.59	24.10
2016/03/11	19:32:55	14209	1.50	14294	4.61	24.09
2016/03/11	19:31:18	14205	1.50	14298	4.61	24.10
2016/03/11	19:29:18	14200	1.50	14348	4.61	24.09
2016/03/11	19:27:18	14195	1.50	14308	4.61	24.09
2016/03/11	19:23:41	14186	1.50	14296	4.51	24.09
2016/03/11	19:22:04	14182	1.49	14277	4.54	24.09
2016/03/11	19:15:15	14165	1.50	14310	4.60	24.09
2016/03/11	18:54:46	14114	1.50	14271	4.61	24.10
2016/03/11	18:54:22	14113	1.50	14251	4.56	24.09
2016/03/11	18:52:45	14109	1.50	14246	4.56	24.09
2016/03/11	18:51:33	14106	1.50	14220	4.55	24.09
2016/03/11	18:51:33	14106	1.50	14220	4.55	24.09
2016/03/11	18:50:45	14104	1.50	14249	4.55	24.09
2016/03/11	18:50:21	14103	1.50	14271	4.53	24.09
2016/03/11	18:34:17	14063	1.50	14327	4.55	24.09
2016/03/11	18:34:17	14063	1.50	14327	4.55	24.09
2016/03/11	18:28:16	14048	1.50	14277	4.55	24.09
2016/03/11	15:28:13	13704	1.50	14265	4.55	24.08
2016/03/11	15:17:22	13677	1.50	14240	4.51	24.08
2016/03/11	15:16:34	13675	1.50	14259	4.54	24.08
2016/03/11	15:14:34	13670	1.50	14325	4.56	24.09
2016/03/11	15:12:33	13665	1.50	14296	4.62	24.09
2016/03/11	15:09:45	13658	1.50	14236	4.56	24.09
2016/03/11	15:09:45	13658	1.50	14236	4.56	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/11	15:07:20	13652	1.50	14246	4.64	24.09
2016/03/11	15:04:56	13646	1.50	14329	4.64	24.09
2016/03/11	15:00:31	13635	1.50	14253	4.61	24.08
2016/03/11	14:55:18	13622	1.50	14286	4.59	24.09
2016/03/11	14:52:29	13615	1.50	14216	4.62	24.08
2016/03/11	14:51:17	13612	1.50	14277	4.59	24.09
2016/03/11	14:46:52	13601	1.50	14172	4.56	24.09
2016/03/11	14:36:04	13574	1.50	14220	4.56	23.91
2016/03/11	14:31:41	13563	1.49	14251	4.50	23.91
2016/03/11	14:30:53	13561	1.50	14242	4.53	23.91
2016/03/11	14:29:17	13557	1.50	14282	4.54	24.08
2016/03/11	14:18:04	13529	1.50	14203	4.59	24.08
2016/03/11	14:07:15	13502	1.50	14180	4.57	23.91
2016/03/11	13:54:01	13469	1.50	14222	4.55	24.09
2016/03/11	13:50:00	13459	1.50	14280	4.57	24.09
2016/03/11	13:45:59	13449	1.50	14236	4.59	24.09
2016/03/11	13:33:57	13419	1.50	14218	4.55	24.09
2016/03/11	13:25:06	13397	1.50	14310	4.54	24.26
2016/03/11	13:22:41	13391	1.50	14257	4.56	24.08
2016/03/11	13:14:38	13371	1.49	14195	4.47	24.04
2016/03/11	13:09:25	13358	1.50	14249	4.59	24.09
2016/03/11	13:09:01	13357	1.50	14290	4.60	24.09
2016/03/11	13:04:35	13346	1.50	14265	4.56	24.27
2016/03/11	12:59:21	13333	1.49	14234	4.53	24.26
2016/03/11	12:56:55	13327	1.50	14253	4.53	24.27
2016/03/11	12:39:36	13284	1.50	14249	4.60	24.09
2016/03/11	12:36:23	13276	1.50	14364	4.58	24.09
2016/03/11	12:29:57	13260	1.50	14271	4.55	24.09
2016/03/11	12:29:32	13259	1.50	14253	4.56	24.10
2016/03/11	12:29:32	13259	1.50	14253	4.56	24.10
2016/03/11	12:13:51	13220	1.49	14238	4.56	24.09
2016/03/11	12:07:25	13204	1.50	14085	4.59	24.09
2016/03/11	12:05:24	13199	1.50	14069	4.57	24.09
2016/03/11	11:45:44	13150	1.49	14061	4.49	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/11	11:35:59	13129	1.50	14335	4.58	24.09
2016/03/11	11:33:58	13124	1.49	14304	4.57	24.09
2016/03/11	11:27:08	13107	1.49	14383	4.56	24.09
2016/03/11	11:25:56	13104	1.49	14313	4.53	24.28
2016/03/11	11:24:19	13100	1.50	14337	4.59	24.09
2016/03/11	11:21:30	13093	1.49	14362	4.55	24.10
2016/03/11	11:15:05	13077	1.50	14453	4.55	24.09
2016/03/11	11:13:04	13072	1.49	14383	4.56	24.10
2016/03/11	11:09:27	13063	1.49	14389	4.54	24.09
2016/03/11	10:39:58	13016	1.50	14660	4.64	24.09
2016/03/11	10:38:46	13013	1.49	14672	4.59	24.10
2016/03/11	10:32:44	13004	1.50	14668	4.63	24.27
2016/03/11	10:27:37	12996	1.50	15220	4.71	24.25
2016/03/11	10:24:02	12991	1.50	16250	4.79	0.00
2016/03/11	09:34:02	12980	1.50	14418	4.57	23.92
2016/03/11	09:30:51	12972	1.49	14176	4.52	23.92
2016/03/11	09:29:15	12968	1.50	14195	4.55	24.10
2016/03/11	09:24:50	12957	1.50	14273	4.54	24.09
2016/03/11	09:17:36	12939	1.50	14267	4.58	24.10
2016/03/11	08:57:31	12889	1.50	14288	4.54	24.10
2016/03/11	08:47:53	12865	1.49	14213	4.56	24.10
2016/03/11	08:18:33	12792	1.49	14040	4.49	24.10
2016/03/11	08:14:32	12782	1.49	14023	4.55	24.10
2016/03/11	08:10:31	12772	1.49	13986	4.51	24.10
2016/03/11	07:12:09	12627	1.49	14003	4.51	24.10
2016/03/11	07:09:20	12620	1.50	14044	4.57	24.10
2016/03/11	07:06:55	12614	1.49	13986	4.49	24.10
2016/03/11	07:05:19	12610	1.49	14011	4.52	24.10
2016/03/11	07:04:55	12609	1.49	14081	4.61	24.10
2016/04/08	02:36:33	12591	1.50	13813	4.07	25.56
2016/04/08	02:19:31	12551	1.50	13811	4.00	25.56
2016/04/08	02:17:24	12546	1.50	13825	4.03	25.56
2016/04/08	02:11:53	12533	1.50	13821	4.04	25.56
2016/04/08	02:03:47	12514	1.50	13860	4.03	25.56

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/08	01:51:02	12484	1.50	13864	4.04	25.57
2016/04/08	01:42:31	12464	1.50	13972	4.04	25.57
2016/04/08	01:39:32	12457	1.50	14007	4.00	25.57
2016/04/08	01:19:57	12411	1.50	13852	4.00	25.57
2016/04/08	01:02:05	12369	1.50	13870	4.04	25.56
2016/04/08	00:54:00	12350	1.50	13899	4.00	25.57
2016/04/08	00:52:43	12347	1.50	13926	4.04	25.38
2016/04/08	00:49:19	12339	1.50	13899	4.04	25.57
2016/04/08	00:32:46	12300	1.50	14211	3.99	25.38
2016/04/08	00:08:09	12242	1.51	14120	4.09	25.56
2016/04/07	23:57:08	12216	1.50	14156	4.04	25.58
2016/04/07	23:57:08	12216	1.50	14156	4.04	25.58
2016/04/07	23:33:25	12160	1.50	14133	4.04	25.39
2016/04/07	23:21:08	12131	1.50	14108	4.10	25.38
2016/04/07	23:10:57	12107	1.51	14160	4.12	25.39
2016/04/07	22:45:05	12046	1.51	14116	4.09	25.38
2016/04/07	22:38:43	12031	1.51	14358	4.08	25.56
2016/04/07	22:38:43	12031	1.51	14358	4.08	25.56
2016/04/07	22:17:55	11982	1.50	14034	4.01	25.39
2016/04/07	22:03:04	11947	1.50	13997	4.01	25.39
2016/04/07	21:58:24	11936	1.50	14005	4.07	25.57
2016/04/07	21:47:47	11911	1.50	14003	3.99	25.39
2016/04/07	21:45:40	11906	1.50	14025	4.07	25.39
2016/04/07	21:39:44	11892	1.50	14038	4.06	25.39
2016/04/07	21:18:56	11843	1.50	14025	4.05	25.56
2016/04/07	20:59:24	11797	1.50	14001	4.05	25.57
2016/04/07	20:58:59	11796	1.50	14030	4.02	25.57
2016/04/07	20:57:42	11793	1.50	14046	4.12	25.38
2016/04/07	20:23:05	11711	1.51	14468	4.21	22.96
2016/04/07	20:19:18	11707	1.50	14058	4.07	25.38
2016/04/07	19:49:39	11637	1.50	14009	4.04	25.38
2016/04/07	19:22:59	11574	1.50	14046	4.06	25.38
2016/04/07	19:17:54	11562	1.50	14009	4.06	25.39
2016/04/07	19:07:18	11537	1.50	13986	4.02	25.37

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/04/07	19:01:23	11523	1.50	14009	4.05	25.38
2016/03/10	18:56:17	10805	1.50	14098	4.59	24.09
2016/03/10	18:48:15	10785	1.50	14104	4.61	24.09
2016/03/10	18:16:32	10706	1.50	14061	4.59	24.10
2016/03/10	18:10:30	10691	1.50	14065	4.60	24.10
2016/03/10	18:06:30	10681	1.50	14050	4.61	24.09
2016/03/10	18:02:05	10670	1.50	14096	4.61	24.10
2016/03/10	17:58:52	10662	1.50	14087	4.59	24.09
2016/03/10	17:34:52	10602	1.50	14201	4.58	23.90
2016/03/10	17:29:40	10589	1.50	14162	4.55	23.91
2016/03/10	17:24:05	10575	1.50	14133	4.59	23.91
2016/03/10	17:14:51	10552	1.50	14195	4.60	24.09
2016/03/10	17:13:15	10548	1.50	14172	4.66	24.08
2016/03/10	17:10:26	10541	1.50	14187	4.64	24.09
2016/03/10	17:06:26	10531	1.50	14172	4.57	23.90
2016/03/10	17:05:14	10528	1.50	14220	4.68	24.09
2016/03/10	17:02:50	10522	1.50	14185	4.60	24.08
2016/03/10	16:56:24	10506	1.50	14120	4.67	24.14
2016/03/10	16:49:58	10490	1.50	14184	4.60	24.09
2016/03/10	16:47:09	10483	1.50	14166	4.62	24.27
2016/03/10	16:35:52	10455	1.50	14209	4.66	24.09
2016/03/10	16:35:04	10453	1.50	14180	4.63	24.09
2016/03/10	16:33:03	10448	1.50	14339	4.63	24.10
2016/03/10	16:26:12	10431	1.50	14261	4.64	24.27
2016/03/10	16:21:22	10419	1.50	14273	4.67	24.09
2016/03/10	16:08:30	10387	1.50	14368	4.67	24.27
2016/03/10	16:01:40	10370	1.50	14224	4.62	24.27
2016/03/10	15:46:47	10333	1.50	14240	4.59	24.09
2016/03/10	15:35:32	10305	1.50	14187	4.64	24.08
2016/03/10	15:31:57	10296	1.50	14263	4.62	24.09
2016/03/10	15:27:32	10285	1.50	14249	4.64	24.08
2016/03/10	15:21:56	10271	1.50	14172	4.59	23.91
2016/03/10	15:18:44	10263	1.50	14193	4.62	24.09
2016/03/10	15:17:56	10261	1.50	14209	4.63	24.09

Cuadro B.1 (Continuación): Base de datos del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/03/10	15:17:56	10261	1.50	14209	4.63	24.09
2016/03/10	15:08:42	10238	1.50	14168	4.57	24.10
2016/03/10	15:06:41	10233	1.50	14185	4.58	23.92
2016/03/10	14:42:35	10173	1.50	14213	4.62	24.09
2016/03/10	14:40:58	10169	1.50	14143	4.63	24.09
2016/03/10	14:36:57	10159	1.50	14151	4.64	24.09
2016/03/10	14:31:44	10146	1.50	14153	4.62	24.09
2016/03/10	14:16:53	10109	1.50	14197	4.68	24.09
2016/03/10	14:07:38	10086	1.50	14184	4.62	24.08
2016/03/10	14:03:13	10075	1.50	14180	4.62	24.08
2016/03/10	14:03:13	10075	1.50	14180	4.62	24.08
2016/03/10	14:01:37	10071	1.50	14224	4.64	24.09
2016/03/10	14:01:37	10071	1.50	14224	4.64	24.09
2016/03/10	13:55:36	10056	1.50	14211	4.58	24.09
2016/03/10	13:51:11	10045	1.50	14193	4.63	24.08
2016/03/10	13:49:34	10041	1.50	14191	4.63	24.08
2016/03/10	13:43:57	10027	1.50	14246	4.59	24.09
2016/03/10	13:33:56	10002	1.50	14197	4.61	24.09

ANEXO C – BASE DE DATOS DE LA VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD

Cuadro C.1: Base de datos de la prueba de verificación de efectividad del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/05/07	11:14:58	9405	1,51	14209	3,94	23,39
2016/05/07	11:05:14	9380	1,51	14166	3,95	23,39
2016/05/07	11:37:11	9462	1,51	14147	3,99	23,38
2016/05/07	11:51:13	9498	1,51	14139	4	23,38
2016/05/07	11:30:57	9446	1,51	14216	3,98	23,38
2016/05/07	12:14:36	9558	1,51	14069	3,93	23,38
2016/05/07	12:44:37	9635	1,51	13833	3,93	23,39
2016/05/07	12:42:16	9629	1,51	13825	4	23,38
2016/05/07	12:16:33	9563	1,51	14028	3,95	23,38
2016/05/07	12:10:42	9548	1,51	14199	4,02	23,38
2016/05/07	13:11:30	9704	1,51	13870	4,01	23,39
2016/05/07	13:02:32	9681	1,51	13811	3,95	23,39
2016/05/07	13:02:09	9680	1,51	13790	3,96	23,39
2016/05/07	13:09:33	9699	1,51	13901	3,97	23,39
2016/05/07	13:02:56	9682	1,51	13798	4	23,39
2016/05/11	11:47:35	9744	1,49	14343	3,6	24,91
2016/05/11	11:49:30	9749	1,49	14271	3,65	24,22
2016/05/11	11:55:09	9764	1,49	14077	3,84	24,5
2016/05/11	11:47:35	9744	1,49	14343	3,6	24,91
2016/05/11	11:49:08	9748	1,49	14115	3,76	24,5
2016/05/11	13:35:40	9973	1,49	14197	3,82	23,74
2016/05/11	13:16:26	9925	1,5	14346	3,89	24,11
2016/05/11	13:27:39	9953	1,49	14168	3,84	23,93
2016/05/11	13:02:23	9890	1,49	14306	3,81	24,11
2016/05/11	13:30:28	9960	1,49	14141	3,84	24,11
2016/05/11	14:40:34	10136	1,5	14154	3,87	23,75
2016/05/11	14:42:33	10141	1,5	14149	3,89	23,75
2016/05/11	14:53:42	10169	1,5	14096	3,85	23,76
2016/05/11	14:16:41	10076	1,49	14073	3,83	23,93
2016/05/11	14:19:28	10083	1,5	14145	3,84	23,93
2016/05/11	15:30:57	10263	1,5	14178	3,89	23,75

Cuadro C.1 (Continuación): Base de datos de la prueba de verificación de efectividad del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/05/11	15:58:38	10333	1,5	14184	3,85	23,75
2016/05/11	15:37:41	10280	1,5	14344	3,89	23,76
2016/05/11	15:22:39	10242	1,5	14166	3,89	23,75
2016/05/11	15:23:26	10244	1,5	14153	3,89	23,76
2016/05/11	17:56:37	10624	1,5	13980	3,93	23,75
2016/05/11	17:39:37	10581	1,51	14215	3,93	23,75
2016/05/11	17:40:01	10582	1,5	14259	3,93	23,75
2016/05/11	17:46:21	10598	1,5	13914	3,94	23,75
2016/05/11	17:03:52	10497	1,51	14284	3,9	23,57
2016/05/11	18:58:28	10772	1,51	14071	3,98	23,75
2016/05/11	18:50:58	10753	1,5	14075	3,96	23,76
2016/05/11	18:14:25	10669	1,5	14075	3,93	23,76
2016/05/11	18:48:36	10747	1,5	14025	3,93	23,57
2016/05/11	18:29:14	10698	1,5	13965	3,91	23,75
2016/05/07	03:08:08	8172	1,51	13796	3,94	23,56
2016/05/07	03:36:45	8245	1,5	13937	3,9	23,34
2016/05/07	03:48:27	8275	1,51	14015	4,01	23,38
2016/05/07	03:14:01	8187	1,51	14030	3,92	23,57
2016/05/07	03:54:17	8290	1,5	13959	3,96	23,39
2016/05/07	04:22:32	8362	1,51	13972	3,95	23,57
2016/05/07	04:29:36	8380	1,51	13922	3,96	23,57
2016/05/07	04:16:16	8346	1,51	13957	4	23,57
2016/05/07	04:30:47	8383	1,51	13885	3,96	23,57
2016/05/07	04:41:46	8411	1,5	13906	3,94	23,57
2016/05/07	05:28:27	8530	1,5	13947	3,93	23,57
2016/05/07	05:12:22	8489	1,5	14009	3,93	23,56
2016/05/07	05:06:05	8473	1,51	14030	3,98	23,57
2016/05/07	05:57:43	8605	1,5	13906	3,94	23,56
2016/05/07	05:18:15	8504	1,51	13957	3,96	23,58
2016/05/07	06:43:38	8722	1,5	13924	3,97	23,57
2016/05/07	06:17:20	8655	1,5	13928	3,95	23,57
2016/05/07	06:57:45	8758	1,5	14030	3,95	23,57

Cuadro C.1 (Continuación): Base de datos de la prueba de verificación de efectividad del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/05/07	06:04:46	8623	1,5	13763	3,97	23,57
2016/05/07	06:15:46	8651	1,5	13862	3,9	23,56
2016/05/07	07:29:08	8838	1,5	13972	3,96	23,38
2016/05/07	07:51:45	8896	1,51	14046	3,99	23,38
2016/05/07	07:31:05	8843	1,51	14131	4,01	23,39
2016/05/07	07:40:27	8867	1,5	14154	3,91	23,39
2016/05/07	07:56:02	8907	1,5	14059	3,94	23,38
2016/05/07	08:31:16	8997	1,51	13965	4	23,57
2016/05/07	08:26:57	8986	1,5	13980	3,94	23,57
2016/05/07	08:39:31	9018	1,5	13978	3,93	23,56
2016/05/07	08:55:36	9059	1,51	14102	3,99	23,56
2016/05/07	08:34:24	9005	1,5	13908	3,95	23,57
2016/05/07	09:21:05	9124	1,5	14110	3,94	23,38
2016/05/07	09:13:15	9104	1,51	14120	3,96	23,56
2016/05/07	09:41:44	9177	1,51	14129	3,98	23,38
2016/05/07	09:30:26	9148	1,51	14209	3,97	23,39
2016/05/07	09:50:19	9199	1,5	14036	3,95	23,38
2016/05/07	10:03:57	9234	1,5	13982	3,96	23,39
2016/05/07	10:42:09	9332	1,51	13984	4,03	23,39
2016/05/07	10:47:43	9335	1,5	14131	3,89	23,87
2016/05/07	10:37:29	9320	1,51	13997	4,02	23,38
2016/05/07	10:19:33	9274	1,51	14046	3,95	23,38
2016/05/13	03:20:10	1272	1,5	13937	3,94	23,76
2016/05/13	03:41:08	1325	1,5	13949	3,91	23,76
2016/05/13	03:33:13	1305	1,5	13994	3,93	23,76
2016/05/13	03:07:54	1241	1,51	14348	3,94	23,76
2016/05/13	03:59:19	1371	1,51	14176	3,94	23,57
2016/05/13	04:05:38	1387	1,51	13961	3,96	23,62
2016/05/13	04:29:22	1447	1,51	14075	3,95	23,71
2016/05/13	04:37:16	1467	1,5	14168	3,94	23,76
2016/05/13	04:51:55	1504	1,51	14310	3,96	23,8
2016/05/13	04:33:19	1457	1,51	14168	3,99	23,75

Cuadro C.1 (Continuación): Base de datos de la prueba de verificación de efectividad del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/05/13	05:06:20	1536	1,51	14330	3,97	23,79
2016/05/13	05:02:47	1527	1,51	14372	4,03	23,75
2016/05/13	05:56:56	1664	1,51	14269	3,96	23,75
2016/05/13	05:20:34	1572	1,51	14213	3,94	23,57
2016/05/13	05:35:12	1609	1,5	14154	3,88	23,7
2016/05/13	06:04:27	1683	1,51	14209	3,96	23,71
2016/05/13	06:36:17	1748	1,5	14213	3,83	23,46
2016/05/13	06:59:08	1791	1,5	14193	3,92	23,75
2016/05/13	06:15:59	1710	1,51	14284	3,98	23,57
2016/05/13	06:07:37	1691	1,51	14302	3,98	23,75
2016/05/13	07:02:18	1799	1,5	14352	3,85	23,74
2016/05/13	07:44:23	1883	1,5	14391	3,91	23,75
2016/05/13	07:20:30	1845	1,5	14032	3,74	23,8
2016/05/13	07:00:43	1795	1,5	14166	3,93	23,75
2016/05/13	07:38:02	1867	1,51	14302	3,98	23,93
2016/05/13	08:51:37	2053	1,51	14019	3,97	23,75
2016/05/13	08:44:06	2034	1,51	14240	3,95	23,74
2016/05/13	08:27:53	1993	1,51	14205	3,96	23,75
2016/05/13	08:44:53	2036	1,51	14044	3,95	23,76
2016/05/13	08:27:53	1993	1,51	14205	3,96	23,75
2016/05/13	09:41:24	2179	1,51	14073	3,94	23,75
2016/05/13	09:10:11	2100	1,51	14178	3,93	23,74
2016/05/13	09:30:21	2151	1,51	14238	3,98	23,74
2016/05/13	09:58:48	2223	1,51	14232	3,95	23,74
2016/05/13	09:24:25	2136	1,51	14240	3,95	23,74
2016/05/13	10:27:14	2295	1,51	14236	3,99	23,75
2016/05/13	10:20:55	2279	1,51	14332	4,01	23,74
2016/05/13	10:13:24	2260	1,51	14383	3,93	23,74
2016/05/13	10:29:13	2300	1,51	14042	4	23,74
2016/05/13	10:04:43	2238	1,51	14330	3,95	23,74
2016/05/14	03:41:41	4834	1,5	13806	3,84	23,75
2016/05/14	03:53:13	4863	1,5	13903	3,9	23,93

Cuadro C.1 (Continuación): Base de datos de la prueba de verificación de efectividad del proceso de producción del Half Spool.

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/05/14	03:26:08	4795	1,5	13901	3,89	23,75
2016/05/14	03:51:37	4859	1,5	13999	3,88	23,93
2016/05/14	03:48:27	4851	1,5	13823	3,95	23,76
2016/05/14	04:22:59	4938	1,5	13767	3,89	23,75
2016/05/14	04:20:13	4931	1,5	13806	3,95	23,74
2016/05/14	04:23:46	4940	1,5	13738	3,93	23,74
2016/05/14	04:05:58	4895	1,5	13825	3,88	23,74
2016/05/14	04:27:20	4949	1,5	13899	3,92	23,74
2016/05/14	05:39:10	5130	1,5	13897	3,91	23,93
2016/05/14	05:03:21	5040	1,5	13732	3,89	23,75
2016/05/14	05:37:10	5125	1,5	13835	3,89	23,93
2016/05/14	05:49:07	5155	1,5	13825	3,91	23,93
2016/05/14	05:41:09	5135	1,5	13891	3,91	23,93
2016/05/14	06:18:57	5230	1,51	14399	3,94	23,93
2016/05/14	06:53:01	5316	1,51	14324	3,95	23,93
2016/05/14	06:07:25	5201	1,51	14353	3,91	23,74
2016/05/14	06:17:22	5226	1,5	14399	3,86	23,79
2016/05/14	06:54:37	5320	1,51	13986	3,93	23,93
2016/05/14	07:32:01	5414	1,5	14334	3,9	23,76
2016/05/14	07:58:32	5471	1,51	14106	3,93	23,93
2016/05/14	07:26:26	5400	1,51	13976	3,95	23,93
2016/05/14	07:18:29	5380	1,51	14348	3,9	23,93
2016/05/14	07:14:07	5369	1,51	14339	3,96	23,76
2016/05/14	08:11:37	5504	1,51	14373	3,92	23,76
2016/05/14	08:54:29	5604	1,5	14372	3,89	23,93
2016/05/14	08:23:30	5534	1,51	14379	3,93	23,75
2016/05/14	08:33:00	5558	1,51	14372	3,9	23,75
2016/05/14	08:50:30	5594	1,51	14386	4,04	23,93
2016/05/14	09:16:41	5660	1,51	14397	3,9	23,74
2016/05/14	09:18:16	5664	1,5	14348	3,85	23,75
2016/05/14	09:26:37	5685	1,51	14393	3,89	23,7
2016/05/14	09:45:13	5732	1,51	14312	3,92	23,74

Cuadro C.1 (Continuación): Base de datos de la prueba de verificación de efectividad del proceso de producción del Half Spool

FECHA	HORA	DISPAROS	TIEMPO DE LLENADO (S)	PRESIÓN DE CAMBIO (PSI)	HUSILLO ADELANTE (RPM)	TIEMPO DE CICLO (S)
2016/05/14	09:33:20	5702	1,51	14353	3,89	23,74
2016/05/14	10:30:40	5844	1,51	13980	3,99	23,74
2016/05/14	10:15:14	5805	1,51	14349	3,94	23,75
2016/05/14	10:01:49	5774	1,51	14316	3,97	23,75
2016/05/14	10:21:10	5820	1,51	14261	3,91	23,75
2016/05/14	10:45:19	5881	1,5	14303	3,89	23,75