

**Método 1:** (Jose D.) (2011) “Una idea útil en muchas aplicaciones, es considerar transformar los datos de la respuesta  $\gamma$  en la potencia,  $\gamma^\lambda$ , por decir, y encontrar el mejor valor de  $\lambda$ . Si el mejor valor de  $\lambda$  fuera  $\lambda=0$ , entonces se tendría  $Y^0=1$ . Esta transformación simplemente reproduce los datos de entrada lo cual no es deseable. Para el caso  $\lambda=0$ , este método no es recomendable”. (p. 3)

**Método 2:** Este método se basa en transformar la variable  $\gamma$  en la variable  $W$

$$W = \begin{cases} \frac{Y^{\lambda-1}}{\lambda}, & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \ln Y, & \text{si } \lambda = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Jose D. (2011)

**Método 3:** En este método, se transforma la variable  $\gamma$  en la variable  $V$ :

$$V = \begin{cases} \frac{Y^{\lambda-1}}{\lambda Y^{\lambda-1}}, & \text{si } \lambda \neq 0 \\ Y \ln Y, & \text{si } \lambda = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Jose D. (2011)

Donde la cantidad  $\gamma$  es la media geométrica de los  $\gamma_i$ ,

$$Y = \sqrt[n]{Y_1 Y_2 Y_3 \dots Y_n} \quad (4)$$

Jose D. (2011)

La cual es una constante y debe ser calculada al inicio de los procedimientos de cálculo de  $\lambda$ , usualmente por la exponencial de la fórmula

$$\ln Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln Y_i \quad (5)$$

Jose D. (2011)

## 2. Transformación por distribución de weibull

La ecuación para la función de distribución acumulada de Weibull es:

$$F(x, \alpha, \beta) = 1 - e^{-(x/\beta)^\alpha} \quad (6)$$

Jose D. (2011)

La función de densidad de probabilidad es:

$$f(x, \alpha, \beta) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-(x/\beta)^\alpha} \quad (7)$$

Jose D. (2011)

La apariencia de la curva Weibull varía notablemente en función del valor de  $\beta$  y según Jose D. (2011) su interpretación es la siguiente:

Si :  $\beta < 1$  La tasa de fallas está disminuyendo;

$\beta = 1$  Se tiene una tasa constante y se asemeja a la Distribución Exponencial;

$\beta = 2$  Distribución lineal (Raleigh);

$\beta > 2$  La tasa de fallas se está incrementando; Para valores entre 3 y 4 esta distribución

### 3. Método de percentiles de clements

$U_p - L_p$ . Se define el  $C_p$  de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{U - L}{U_p - L_p} \quad (8)$$

Jose D. (2011)

Para el  $C_{pk}$ , la media del proceso  $\mu$  es estimada por la mediana  $M$ , y los valores de  $3\sigma$  son estimados por  $M - L_p$  y  $U_p - M$ , respectivamente. Así, se tienen las siguientes expresiones.

$$CC_{pl} = \frac{M - L}{M - L_p} \quad (9)$$

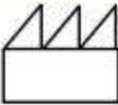
$$CC_{pu} = \frac{U - M}{U_p - M} \quad (10)$$

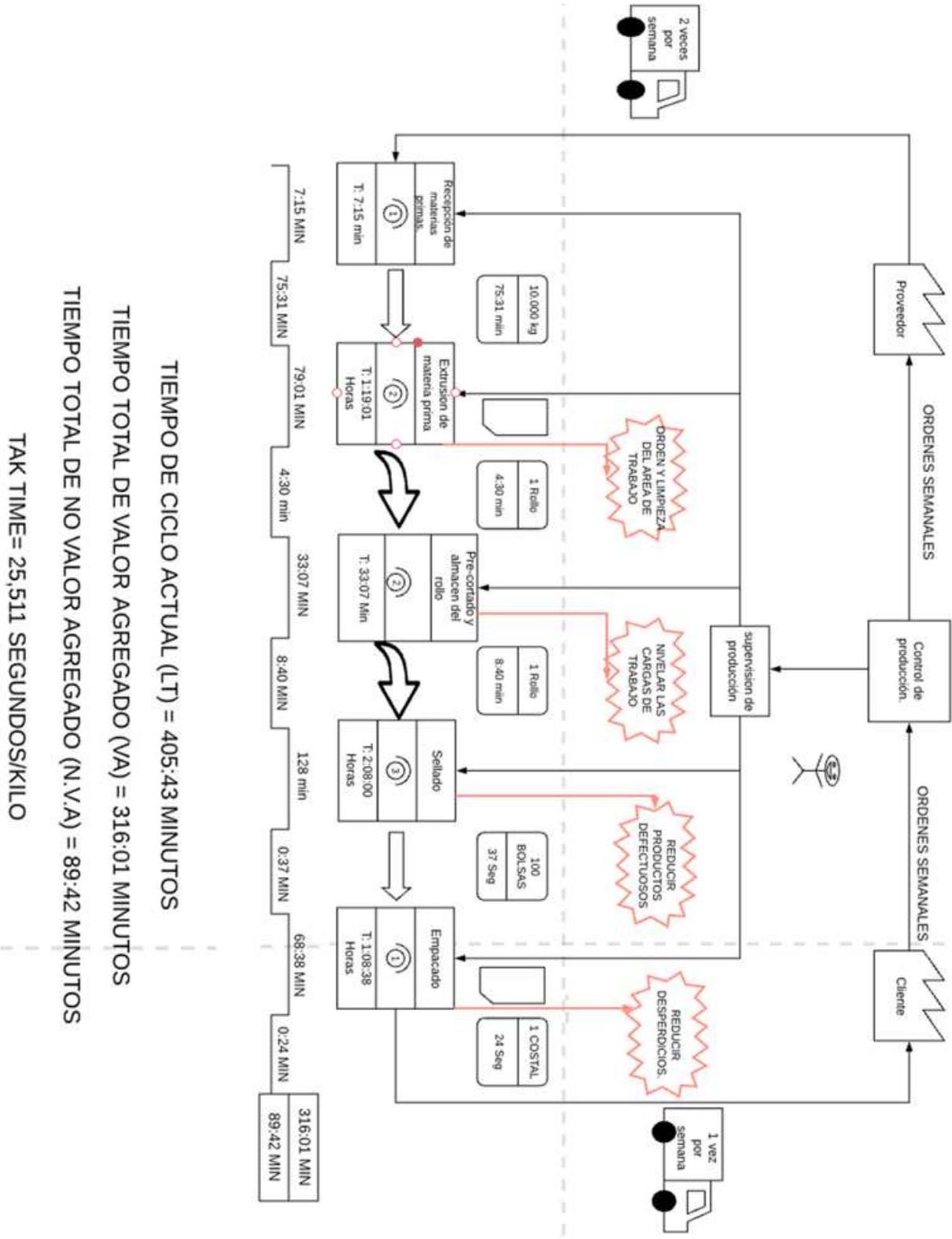
$$CC_{pk} = \text{Min}(CC_{pu}, CC_{pl}) \quad (11)$$

Jose D. (2011)

“Donde,  $M$  es la mediana de la distribución del proceso,  $L$  y  $U$  son los Límites de Especificación Inferior y Superior, respectivamente. Los valores  $L_p$  y  $U_p$  son los percentiles 0,135% y 99,865% de la distribución utilizada.” (Jose D., 2011) (p. 6)

## Anexo I. VSM actual.

| SÍMBOLO  | DESCRIPCIÓN  | SÍMBOLO   | DESCRIPCIÓN  |
|--|--|---|--|
| <br>Proveedor / Cliente   | Este símbolo representa al proveedor cuando se encuentra en la parte superior izquierda del diagrama. También representa al cliente cuando se encuentra en la parte superior derecha del diagrama. | <br>Pull                 | Este símbolo muestra un sistema de entrega de halar, en donde el material no es entregado a menos que sea necesario en el momento adecuado.  |
| <br>Control de producción | Este símbolo representa la persona o departamento encargado del control de la producción en el proceso.  | <br>Flujo de información | Flujo de información, ya sea por memos, impresiones, conversaciones u ordenes de producción.   |
| <br>Proceso               | Proceso, operación, máquina o departamento por el cual corre el flujo de material.   | <br>Almacenamiento       | Este símbolo muestra almacenamiento de inventario entre dos procesos. Puede ser de material en proceso o producto terminado  |
| <br>Operarios             | Este símbolo representa operarios. El número a la izquierda muestra la cantidad de operarios involucrados en la operación o proceso.   | <br>Push                 | Este símbolo representa material que esta siendo empujado por la cadena de valor del proceso. Empujar el material significa entregarlo al siguiente proceso sin importar si es o no necesario. |
| <br>Documento Impreso   | Este símbolo representa el documento impreso que se entrega al supervisor y/o operarios que contiene la programación de la producción.   | <br>E- Mail           | Este símbolo representa los correos electrónicos recibidos y/o enviados que contienen los requerimientos de los clientes y proveedores   |
| <br>Línea de tiempo     | La línea de tiempo muestra tanto los tiempos de valor agregado, como los tiempos improductivos del proceso.  | <br>Información Verbal | Muestra el flujo de información verbal y presencial dentro de un proceso   |



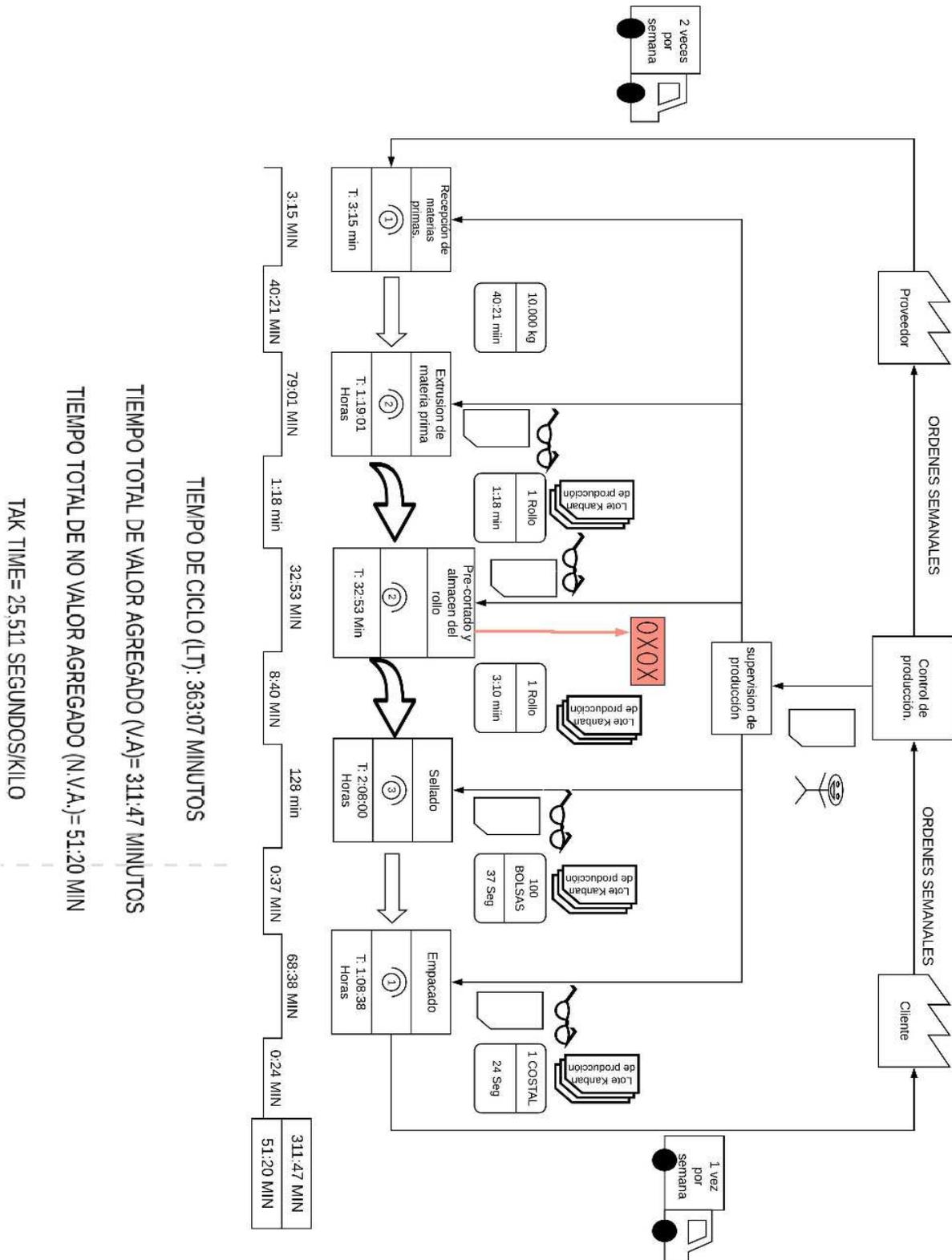
TIEMPO DE CICLO ACTUAL (LT) = 405:43 MINUTOS

TIEMPO TOTAL DE VALOR AGREGADO (VA) = 316:01 MINUTOS

TIEMPO TOTAL DE NO VALOR AGREGADO (N.V.A) = 89:42 MINUTOS

TAK TIME= 25,511 SEGUNDOS/KILO

Anexo J. VSM futuro.



**Anexo K.** Hoja de control.

Las hojas de control son formatos estructurados los cuales facilitan la recolección de datos

| HOJA DE CONTROL |                  |                       |             |               |
|-----------------|------------------|-----------------------|-------------|---------------|
| Fecha:          |                  | Hora inicial          |             |               |
| Área:           |                  | Hora final            |             |               |
| Producto:       |                  | Numero de mediciones: |             |               |
| Encargado:      |                  |                       |             |               |
| Máquina:        |                  |                       |             |               |
| Ítem            | Código o detalle | Aceptable             | Inaceptable | Observaciones |
|                 |                  |                       |             |               |
|                 |                  |                       |             |               |
|                 |                  |                       |             |               |
|                 |                  |                       |             |               |
|                 |                  |                       |             |               |
|                 |                  |                       |             |               |
|                 |                  |                       |             |               |

Ruiz D. (2018)

**Anexo L. Histograma pasos y ejemplo.**

| Pasos  | Descripción  |
|--------|--|
| paso 1 | recolección de los datos del fenómeno a analizar   |
| paso 2 | Determinar el rango, el cual se define como la resta del valor más grande con el más pequeño, de los datos obtenidos   |
| paso 3 | Determinar el número de clases K. el cual se puede obtener mediante cualquiera de los siguientes cálculos, redondeando el resultado.<br>1. $k = \sqrt{\text{datos obtenidos}}$<br>2. Propuesta por Hebert Sturges.<br>$K = 1 + 3,222 * \text{Log}(N)$                  |
| paso 4 | Definir la amplitud de clase ( $h$ ). Se obtiene dividiendo el rango entre el número de clases   |
| paso 5 | Definir las clases. Mediante la obtención de la amplitud de datos se establecerán las clases, empezando con el menor dato obtenido, como por ejemplo el datos menos es 10 y la amplitud es 5, la primera clase será de 10 - 15, la segunda 15 - 20, así sucesivamente. |
| paso 6 | Tabular los datos. Esto en base en los intervalos de clase, mostrando la frecuencia de los datos.<br>Construir el histograma:  |
| paso 7 | -En el eje X: intervalos de clase.<br>- En el eje Y: Frecuencia.   |
| paso 8 | Interpretar los datos obtenidos del histograma (Variabilidad, tendencia y forma de distribución de los datos)  |

Para poder entender mejor los datos mostrados en la anterior tabla, se mostrara un ejemplo sencillo.

Paso1:

| Defectos de calidad por área |    |    |    |
|------------------------------|----|----|----|
| 5                            | 19 | 24 | 14 |
| 20                           | 3  | 27 | 10 |
| 12                           | 10 | 28 | 26 |
| 7                            | 12 | 18 | 21 |
| 15                           | 13 | 15 | 28 |
| 19                           | 16 | 26 | 10 |
| 25                           | 14 | 5  | 10 |
| 30                           | 13 | 22 | 24 |

Ruiz D. (2018)

$$\text{Paso 2: } \text{Rango} = 30 - 3 = 27 \quad (7)$$

$$\text{Paso 3: } K = \sqrt{32} = 5,65 \quad k = 6 \quad (8)$$

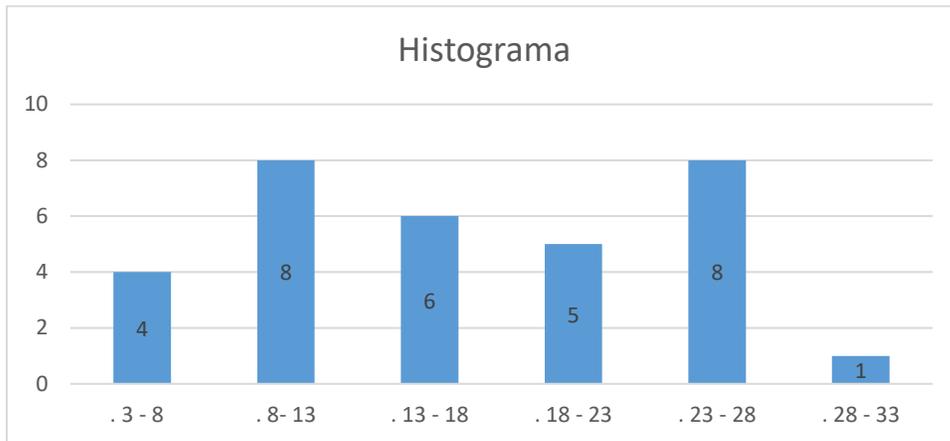
$$\text{Paso 4: } h = \frac{27}{6} = 4,5 \quad h = 4 \quad (9)$$

Paso 5 y 6:

| Intervalos |       |            |
|------------|-------|------------|
| Desde      | Hasta | Frecuencia |
| 3          | 8     | 4          |
| 8          | 13    | 8          |
| 13         | 18    | 6          |
| 18         | 23    | 5          |
| 23         | 28    | 8          |
| 28         | 33    | 1          |

Ruiz D. (2018)

Paso 7:



Ruiz D. (2018)

Paso8: Se observa que se tiene una cantidad considerable de unidades no conformes entre 23 y 28 unidades, así mismo como entre 8 y 13 unidades.

**Anexo M. Tablero de resultados Andon.**

| Área       | Producción planeada | Planeación real | Tiempo real | Eficiencia |
|------------|---------------------|-----------------|-------------|------------|
| Extrusión  |                     |                 |             |            |
| Precortado |                     |                 |             |            |
| Sellado    |                     |                 |             |            |
| Empacado   |                     |                 |             |            |
| Total      |                     |                 |             |            |

| Tiempo disponible | Demanda | Tak Time |
|-------------------|---------|----------|
|                   |         |          |

| Disponibilidad | Eficiencia | Calidad | OEE |
|----------------|------------|---------|-----|
|                |            |         |     |

Ruiz D. (2018).

Mediante este tablero se identificarán los resultados del proceso, así como el indicador de eficiencia de los equipos. El Tak Time se halla con el tiempo disponible dividido sobre la demanda, y el OEE mediante la multiplicación de disponibilidad eficiencia y calidad.