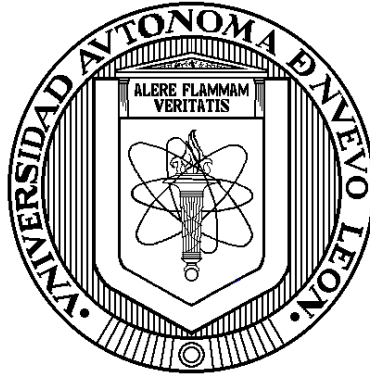


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



"SINCRONIZACION DE MATERIALES EN PROCESO"

POR

MAURO ALBERTO GONZALEZ GONZALEZ

TESIS

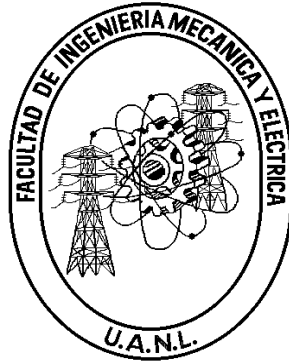
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

San Nicolas de los Garza Nuevo León a 28 de Junio del 2004

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



“SINCRONIZACION DE MATERIALES EN PROCESO”

POR

MAURO ALBERTO GONALEZ GONZALEZ

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

San Nicolas de los Garza Nuevo León a 28 de Junio del 2004

PROLOGO

En la actualidad muchas compañías tienen la problemática de bajas eficiencias debido a diferentes motivos, como son mantenimiento, fallas de operación, problemas de calidad, falta de capacitación tanto de operadores como empleados, retrabajos, liderazgo, falta de ingeniería en la planta, problemas de flujo por layout inadecuados y **sincronización** entre los diferentes procesos productivos.

Este trabajo se enfoco en el problema de falta de sincronización entre diferentes procesos productivos. Los problemas de sincronización ocasionan los retrasos en los programas de producción debido a la falta de material que el proceso no pudo proveer cuando se necesitaba.

Para poder lograr el objetivo de mejorar el cumplimiento del programa de producción de producto terminado, debido a la falta de insumos, ocasionados por el problema de sincronización, se llevo a cabo un levantamiento de información en la planta así como el análisis de la misma para definir el modelo de sincronización entre cada proceso que intervenían hasta llegar al producto terminado.

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- ANTECEDENTES

2.1.- Situación Actual.....	8
2.1.1.- Producto Terminado	11
2.1.2.- Galvanizado	12
2.1.3.- Trefilado	15
2.2.- Problemática actual	17
2.3.- Tiempos Improductivos	19
2.4.- Flujo de Materiales	21

3.- MÉTODO

3.1.- Método de planeación de producción	24
3.2.- Análisis de demanda	26
3.3.- Sistema de Control	27
3.3.1.- Definición de E-Lote	27
3.3.2.- Funciones Esenciales de un Lote de Excepción	28
3.4.- Definiendo Inventario Optimo	30
3.5.- Definiendo el flujo de materiales	34
3.6.- Definir Indicadores	35

4.- RESULTADOS

4.1.- Implementación en área piloto	43
4.2.- Revisando comportamiento del sistema	44
4.3.- Ajustes necesarios	46
4.4.- Implementación en Areas	48

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones	78
--------------------------	----

Apéndice

Glosario

CAPITULO 1

INTRODUCCION

I.- Introducción

El concepto de inventario en el piso es un concepto muy lógico para la mayoría de los gerentes que se ha llevado a cabo en los procesos de manufactura desde mucho tiempo. El inventario en el piso se ha usado tradicionalmente como colchón o reserva con el fin de tener de dónde echar mano en caso de que se presenten problemas con el flujo de producción. Sin embargo esta actividad no se realiza sobre la base de algún método, control o registro como cantidades máximas y mínimas de inventario, motivos por los que se recurre al inventario y, mucho menos, investigación, análisis y solución de los problemas en el flujo de la producción. Por esta razón surge la necesidad de implementar un sistema robusto de sincronización de materiales el cual nos ayudara a tener un flujo de producción mas continuo sin la necesidad de tener grandes inventarios en el proceso anterior.

II.- Objetivo

Realizar un diagnostico de la situación actual en la sincronización de materiales y de los flujos de producción. Proponer una mejora o un cambio de sistema de inventarios en proceso que ofrezca un adecuado manejo de los mismos y que minimize los faltantes o excedentes de materiales en la línea de producción.

III.- Hipótesis

Los grandes inventarios que se tienen como necesidad para poder asegurar un flujo continuo de producción, esconde, en la mayoría de los casos problemas de productividad que no son resueltos o no son resueltos de raíz.

IV.- Justificación

Lograr definir un sistema que después de sus ajustes en la primer área sea posible aplicarlo a todos los procesos, sincronización que traerá como beneficio menor inversión en inventarios, menor espacio utilizado en inventario y producción precisa en el momento indicado. Donde a largo plazo sea la base para poder disminuir el inventario de producto terminado pero al mismo tiempo cumplir con la fecha de entrega que se le tiene programado a los clientes.

V.- Límites de Estudios

El proyecto se basará en pruebas estadísticas de consumo, tiempos, capacidades y espacios de almacenaje de los procesos de Trefilado, Galvanizado, producto terminado.

VI.- Metodología

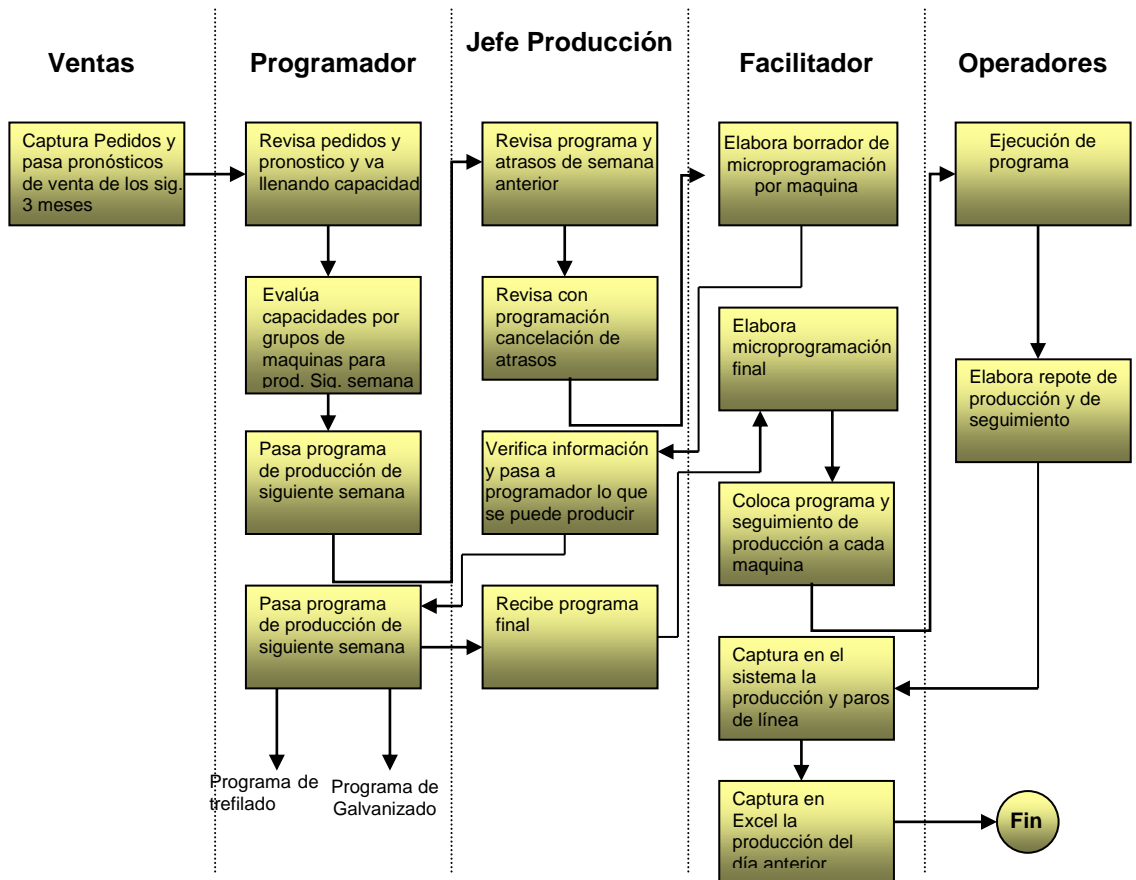
Se realizará el estudio y análisis necesario para los cambios que se propondrán, aquí es donde se lleva a cabo la investigación e implementación de conceptos de ingeniería, administración y logística.

CAPITULO 2

ANTECEDENTES

2.1 Situación Actual

Para entender la situación actual estamos incluyendo el diagrama de flujo de cómo se programan estas líneas y el cual explicaremos a detalle mas adelante, el diagrama de flujo es el siguiente:



A continuación explicaremos a detalle el diagrama de flujo.

- Personal de ventas captura pedidos y pasa pronóstico de ventas a la planta de los próximos tres meses (no pasa los modelos y sus cantidades sino las toneladas). El pronóstico de 3 meses es básicamente para que la gente de producción pueda tener una visión de los recursos que necesitará contar para poder cumplir con la demanda esperada.

- El programador evalúa capacidades por grupo familia para la programación de la siguiente semana. Esto lo hace con todas las áreas, básicamente lo que el checa es lo siguiente:
 - Inventario inicial, el cual es el inventario con el que terminaron la semana anterior.
 - Demanda, estos son los pedidos en firme que se tienen de los clientes
 - Deuda, son los pedidos en firme + nivel de inventario que esta “prestablecido” en la política de inventarios. Se tiene un listado de los niveles de inventario que se tiene que tener de los PT (productos terminados), esto con la finalidad de poder dar un servicio rápido a los clientes.
 - Embarque, es la cantidad que se podra embarcar en la semana.
 - Inventario final, es el inventario con el que terminaría la semana que se esta programando, esto es el inventario inicial – embarque.
 - Backlog, es lo que se tendría pendiente por producir, esto es deuda – demanda – inventario final – producción.
 - Producción, es lo que el programador propone para el programa de producción de la siguiente semana.
- El programador después de ver todas las alternativas al programa de producción, programa la producción por grupo de maquinas en cada área, estos tienen que tener en el % de utilización cerca de 100%.
- El programador pasa borrador de programa de producción semanal a los jefes de producción de las áreas, en donde se detallan los productos terminados por grupo de máquinas.
- El facilitador del área elabora un borrador con la microprogramación, definiendo que Productos van en cada máquina y el orden a seguir, haciendo las siguientes consideraciones.

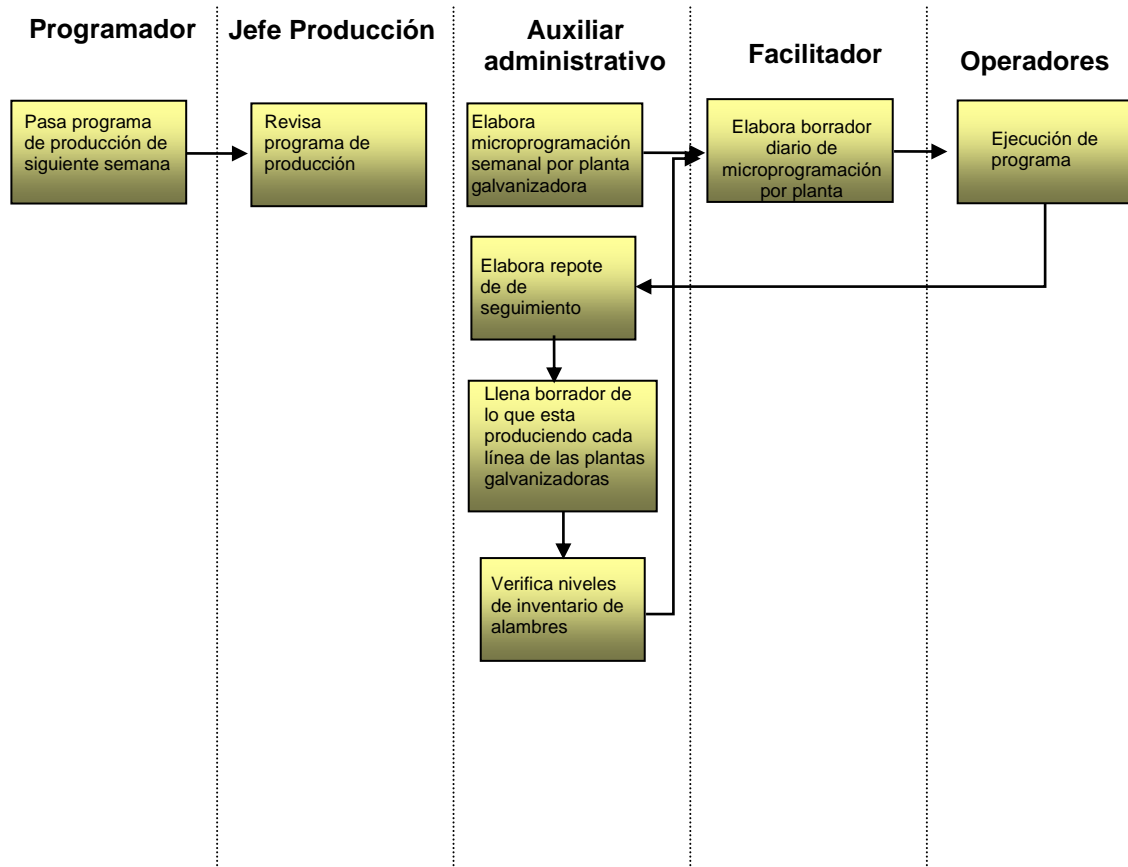
- Los Productos Terminados con atraso (lo que fue programado y no se cumplió durante la semana) y que deben producirse en el programa de la siguiente semana.
 - Con que producto terminará cada máquina el programa.
 - Las restricciones que tiene cada máquina para la fabricación de producto terminado.
-
- El borrador es revisado por el jefe de producción y el facilitador, a fin de ver lo que se puede producir en la semana y se envía la confirmación al programador, quitando los Productos Terminados que no podrán cumplir, debido a atrasos. Este punto se revisa en la junta de rebote antes de iniciar la semana.
 - En la junta de rebote, en donde participan el programador y los jefes de área de producción, se revisan las propuestas de programas de producción y se define el programa de producción de la siguiente semana.
 - El programador elabora el programa final de producción de la semana de todas las áreas, así como también el requerimiento de alambre negro y galvanizado. En el programa de producción no se incluyen los retrasos.

2.1.1 Producto Terminado

- El Jefe de producción recibe programa final y el facilitador elabora la microprogramación final de cada máquina tomando en cuenta los atrasos.
- El facilitador coloca el programa de seguimiento de producción a cada máquina.
- Operadores ejecutan programa, iniciando la producción con el Producto Terminado con atraso y después continúa con el programa. En cada cambio de diseño se coloca en el pizarrón la hoja de operación del nuevo Producto Terminado.
- La producción se reporta tanto en el reporte de producción como en el reporte de seguimiento.
- Con la información anterior el facilitador captura en el sistema la producción del día, la cual se ve acumulando en la semana.
- Al terminar la semana se obtiene el cumplimiento del programa de producción de la semana y se revisan causas del incumplimiento en junta de programación.

2.1.2 Galvanizado

Para entender como establece el programa de producción del área de galvanizado estamos incluyendo el diagrama de flujo de cómo se programan las plantas galvanizadoras y el cual explicaremos a detalle mas adelante, el diagrama de flujo es el siguiente:



A continuación explicaremos a detalle el diagrama de flujo.

- El programador le manda al Jefe de área de galvanizado el requerimiento de alambre galvanizado de la semana por día para poder cumplir con la demanda de alambre galvanizado de las áreas de PT (producto terminado)
- El Jefe del área checa la capacidad del programa VS la capacidad real del área para poder analizar en que planta puede meter los alambres, para esto checa lo siguiente:
- El área de galvanizado se compone de 4 plantas de galvanizado y éstas tienen lo siguiente características:

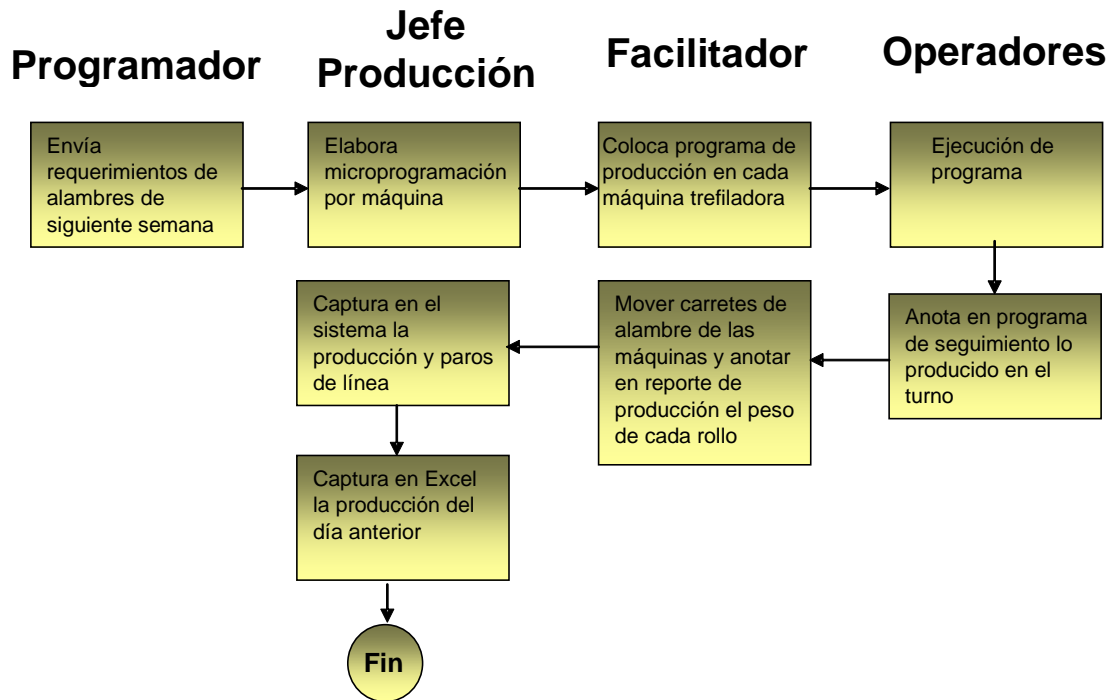
Planta	# líneas	Ton/hr/turno	ton/turno/planta
Planta 1	28	2.3	64.4
Planta 2	28	1.8	50.4
Planta 3	30	3.0	90.0
Planta 4	42	2.3	96.6

- Las plantas tienen ciertas restricciones de acuerdo a los calibres de los alambres que se pueden meter en cada una de ellas, además como se puede observar en la parte de arriba, las velocidades de cada una es diferente además de la cantidad del número de líneas que tienen.
- El jefe del área genera el programa de producción de la semana, aquí se contempla el calibre, destino y las líneas que se utilizaran en cada planta para poder cumplir con el programa.
- El jefe del área pasa a facilitador el programa de la siguiente semana, y este a su vez elabora el programa de producción diario por cada planta de galvanizado.

- Los operadores ejecutan el programa de producción.
- El montacarguista responsable de cada una de las plantas saca el producto y anota en el reporte de producción la cantidad y lleva el material al área de almacenamiento correspondiente. Al final del turno cada montacarguista le lleva el reporte de producción al auxiliar administrativo.
- El auxiliar administrativo captura en el sistema al siguiente día en la mañana la producción del día anterior.
- El auxiliar administrativo verifica los niveles de inventario en proceso y con Jefes de áreas de PT los alambres urgentes que tiene y le pasa la señal al facilitador de galvanizado para meter esos alambres.

2.1.3 Trefilado

Para entender como establece el programa de producción del área de trefilado estamos incluyendo el diagrama de flujo de cómo se programan y el cual explicaremos a detalle mas adelante, el diagrama de flujo es el siguiente:



- El programador le manda al Jefe de área de trefilado el requerimiento de alambre trefilado de la semana por día para poder cumplir con la demanda de alambre de las áreas de galvanizado.
- EL jefe de área hace la programación de los alambres por cada máquina, usando la capacidad de cada máquina y calcula la cantidad de carretes a producir de cada calibre.

- El jefe del área de trefilado le proporciona al facilitador el programa de cada máquina.
- El facilitador coloca en cada máquina el programa de la semana.
- El operador va llenando en su hoja de seguimiento la cantidad de carretes que se sacan en cada turno y así saber cuantos faltan por producir para completar el programa semanal de la máquina.
- El montacarguista del área de trefilado mueve a las áreas de almacenamiento los rollos que sacan cada una de las máquinas, pesa cada rollo y lo anota en el reporte de producción del turno.
- Este reporte se le entrega al Jefe del área de trefilado al final del turno, y este se encarga de capturarlo en el sistema.
- En caso de que exista una urgencia o rechazo de material, se llena la hoja de excepción para trefilar este alambre inmediatamente, ya que puede parar una línea.

2.2 Problemática actual

Después de haber obtenido la información nos pudimos dar cuenta de la problemática que tienen en las áreas de producción:

- Los programas de producción diarios no se cumplen.
- Lo que importa es que se cumpla al final de la semana con el programa, lo que afecta el desempeño de las líneas de PT ya que si el área de galvanizado les entrega el material en un día diferente al que estaba programado pero dentro de la semana, esta cumple con el 100% pero las líneas de PT no lo pueden producir en la semana y estas incumplen con el programa.
- Se fabrican en algunos casos más a lo programado, esto se puede ver al ver el % de programado vs. producido, este dato generalmente es mayor al 100% cumplimiento del programa.
- Cuando se fabrican por adelantado o de más, se usa el alambre trefilado antes de lo que el área de trefilado lo tenía programado (área que les surte al área de galvanizado) o usan alambre que no estaba programado al área de trefilado.
- El programa que manda el programador de la planta al área de galvanizado no considera lo que hay de inventario sino solo lo que requerirán las líneas de PT de alambre galvanizado para cumplir sus respectivos programas, por lo que el Jefe de área modifica las cantidades de alambre a galvanizar y de ahí el basa su cumplimiento.

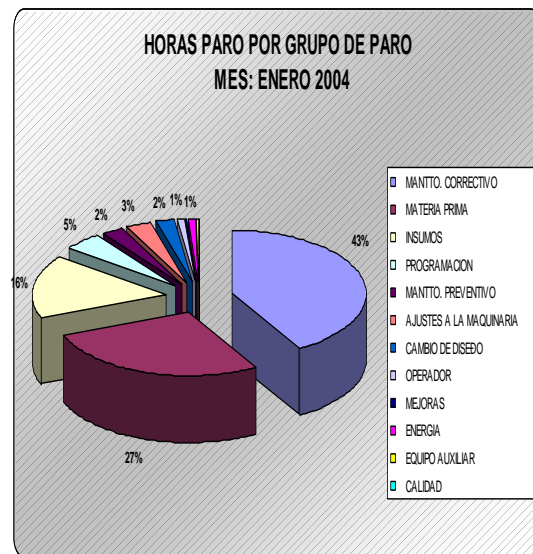
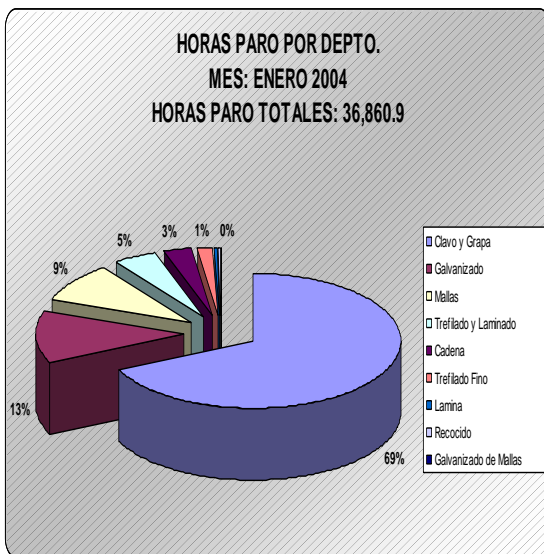
- En esta área no hay un indicador de cumplimiento en el sistema, ya que la programación de esta área se hace por fuera del sistema. Este se manda cada lunes al programador, al Gerente de producción y en la junta de programación en donde se ve el cumplimiento de la semana anterior, se checa el porque no se cumplieron al 100% los programas de producción.
- El auxiliar administrativo debe de checar los inventarios de alambre en proceso, además de cambios en las líneas de galvanizado urgente al momento de presentarse el paro en las áreas de PT.

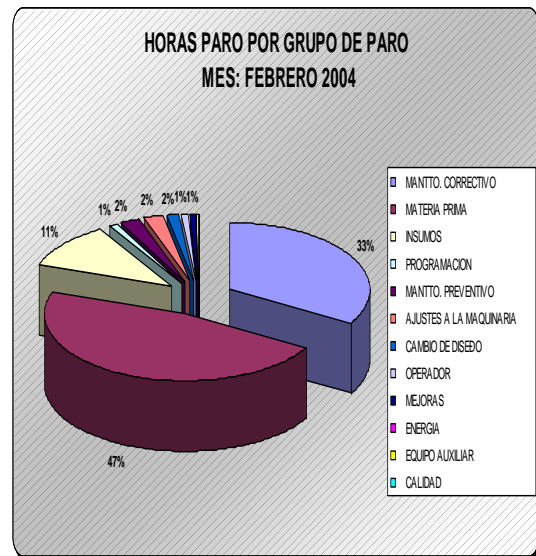
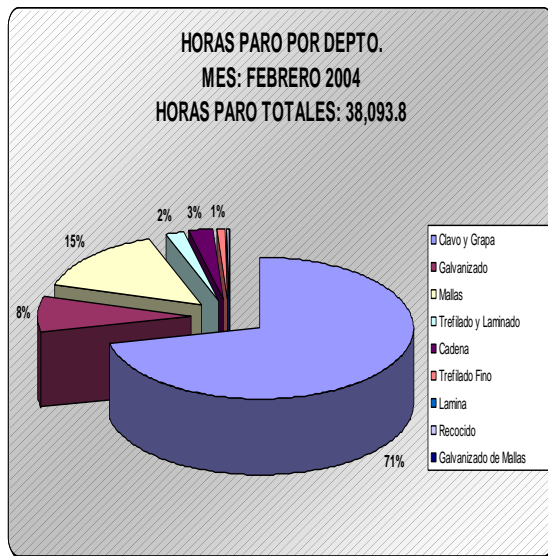
2.3 Tiempos Improductivos

Se conocía que las principales causas de paro en la planta eran por falta de alambre y por mantenimiento. Cada vez que hay un paro se reporta y este al final del turno se entrega al facilitador o jefe del área quien lo captura en el sistema. Para verificar y comprobar si estas 2 causas estaban reportadas en el sistema y además eran las que causaban más paros, se sacó del sistema la información de tiempos improductivos de las áreas y las razones.

Se sacaron 2 gráficas, 1 de ella con los paros totales en horas de la planta y el porcentaje que le correspondía a cada departamento, y la otra con los paros reportados y sus porcentajes.

Se sacó esta información con los meses de Enero y Febrero del 2004.

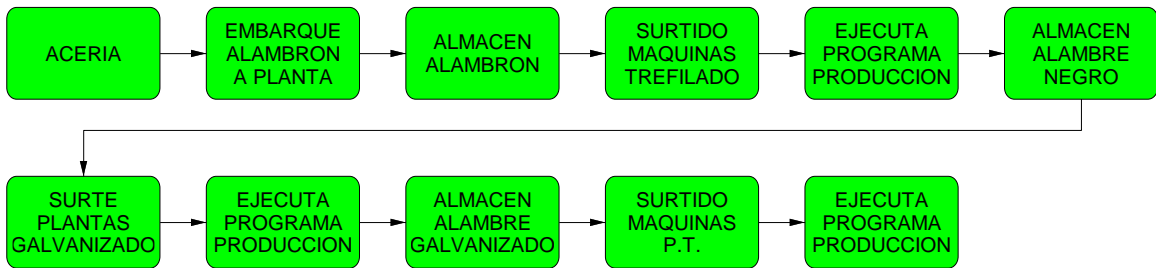




Se pudo observar que efectivamente tanto los alambres como el mantenimiento son las causas principales de paros, pero al observar más detalladamente los datos del sistema por las áreas de graduadas, ciclónicas y púas, pudimos observar que no se anotan todos los paros que ocurren en el transcurso del día.

2.4 Flujo de Materiales

La forma en como fluyen los materiales en Planta es la siguiente:



- Se embarca el alambón de la acería de acuerdo con los requerimientos y prioridades de la planta.
- Se recibe el alambón por el montacarguista responsable de recibo de alambón, colocándolo en su área de almacenamiento.
- Facilitador del área de trefilado surte el alambón a las máquinas trefilado de acuerdo a su programa de producción.
- Operadores de las máquinas de trefilado ejecutan el programa de acuerdo su programa de producción.
- Cada carrete lleno de alambre, es colocado en el almacén de alambre trefilado.
- Cuando el personal operario de las planta de galvanizado necesiten carretes de alambre, esto de acuerdo a su programa de producción, se los piden al facilitador del área de trefilado y este lo surte en la planta y en la línea que lo necesita.

- Operadores de las plantas de galvanizado ejecutan el programa de acuerdo su programa de producción.
- Cuando se termine de producir cada portarrollos de alambre galvanizado, el montacarguista del área de galvanizado coloca en un área destinada para que el montacarguista de cada una de las áreas de PT recoja los alambres galvanizados, ellos a su vez recogen el material y lo coloca el área de almacén de alambre galvanizado.
- Cuando el personal operario de las líneas de PT necesiten portarrollos de alambre galvanizado, esto de acuerdo a su programa de producción, se los piden al montacarguista de su área y este a su vez se lo recoge y los surte a la línea.
- Operadores de las líneas de PT ejecutan el programa de acuerdo su programa de producción

CAPITULO 3

METODO

3.1 Método de planeación de Producción

Algunas veces, considerados como el punto de entrada a la cadena de suministro, los procesos de pronósticos y planeación de la demanda son realmente dos procesos separados.

De manera muy simplista, pronóstico, es el proceso de obtener información de los diferentes canales de venta para predecir la demanda de los clientes por los productos de la empresa. Planeación de la Demanda, es la visión interna de la compañía, de qué recursos se requieren, en términos de inventario, mano de obra, materiales, tiempo y capacidad para satisfacer la demanda real.

Note que la definición de la planeación de la demanda es intra-empresa y no incluye los procesos de compras y abastecimientos los cuales representan un proceso separado. Pronóstico y planeación de la demanda agrupan todos los factores que influyen la demanda independiente de bienes o servicios.

Existen dos tipos de demanda, la demanda independiente y la demanda dependiente. La demanda independiente es aquella que no depende de otro producto para su fabricación. Las áreas de producto terminado como lo son Púas, Malla Ciclónica y malla hexagonal fabrican diseños cuya demanda es independiente.

La demanda dependiente es aquella que sí depende de otro producto. Las áreas de Galvanizado y Trefilado producen diseños cuya demanda depende de la producción de los diseños de Púas, Malla Ciclónica, etc. por lo que los productos de estas áreas son considerados como de demanda dependiente. Es decir, que para hacer un producto en el área de Trefilado, depende de sí hay demanda en las áreas de Púas, Malla Ciclónica, etc.

La demanda dependiente es relativamente más fácil de pronosticar que la demanda independiente, pues para producir el producto de demanda independiente se requiere de un porcentaje del producto de demanda dependiente, por lo que basándose en porcentajes se pronostica su demanda.

Para pronosticar la demanda independiente, es un poco más complicado y generalmente se deben usar modelos de planeación o de pronósticos, como curvas exponenciales o regresiones simples para obtener la demanda programada.

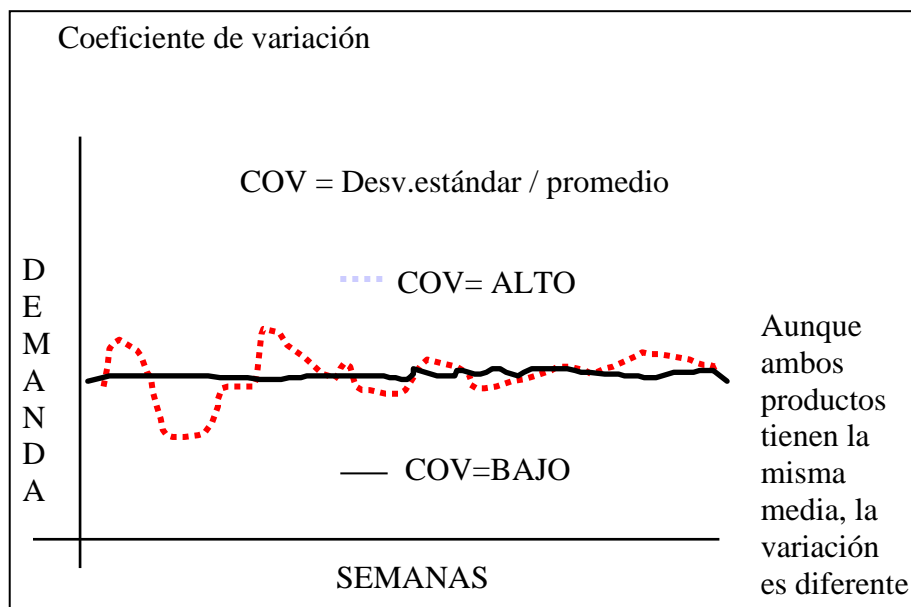
De todos los productos de demanda independiente que fabrica la planta, el 70% de las ventas vienen de productos hechos de acuerdo a lo que se conoce como MTS (Make To Stock), y en esos casos es cuando se usan los tipos de modelos mencionados para anticiparse a los pedidos.

El 30% restante de las ventas vienen de productos fabricados que se producen con un sistema MTO (Make To Order), y para este tipo de productos la demanda no se calcula, por las características especiales del producto las órdenes se entregan a las áreas de producción apoyándose en un tiempo de entrega estimado al cliente. Como ya se menciono anteriormente, este tipo de productos obedecen a pedidos especiales o diseños no muy comúnmente solicitados.

3.2 Análisis de la Demanda

El análisis de la demanda se hace mediante el cálculo de coeficiente de variación (COV), tomando como datos la desviación estándar y el promedio, eliminando el efecto de tamaño de muestra y dejando solamente el tamaño de la variación.

Los productos que tienen un COV bajo y una frecuencia alta, son los candidatos para ser considerados como productos MTS o inventariados, los cuales se incluirán en la política de inventarios.



Como se muestra en la figura anterior podemos decir que un mayor COV es igual a mayor incertidumbre lo que nos daría como resultado un incremento considerable en el inventario para poder satisfacer la demanda de los clientes.

Caso contrario de un producto con comportamiento de COV bajo lo que nos da como resultado un panorama más claro de la demanda de las próximas semanas y lo que nos ayudaría a tener una mejor planeación de la producción.

3.3 Sistema de Control

3.3.1 Definición de E-Lote

Un lote de excepción es un pequeño inventario de contingencia controlado, colocado en forma estratégica entre proceso y proceso de la línea de producción del cual se toma material cuando surge una *disrupción* en el flujo normal de la producción.

Disrupción. Se entiende por *disrupción*, cualquier desviación que interrumpa el proceso o el flujo normal de la producción. Debemos saber distinguir entre:

- A) *Disrupción aleatoria.* Una desviación ocasional, menor del proceso que se le conoce también como “ruido”.
- B) *Disrupción sistemática.* Una desviación grande o grave del proceso.

Tenemos que tener criterio para discernir si la disrupción es solamente “ruido” para no reaccionar en forma automática tomando una acción correctiva que, lo más seguro, vaya a sacar de balance al proceso, y la disrupción “sistemática”, ante la cual sí debemos reaccionar inmediatamente. Pero, ¿cómo saber cuándo una disrupción es “ruido” y cuándo es “sistemática? Una vez más, el manejo adecuado del Lote de Excepción y de sus normas de funcionamiento nos lo va a poder decir.

El E-lote

El E-lot tiene algunas características de gran importancia que no tienen los inventarios normales. Estas son:

- a) Por lo general es pequeño
- b) Es calculado matemáticamente y es proporcional a la variación del proceso.

Estas características dan al E-lot las siguientes ventajas sobre el inventario normal.

	E-LOT	INVENTARIO NORMAL
Tiempo de Entrega	No incrementa el tiempo de entrega porque está aparte del proceso	Incrementa el tiempo de entrega porque es parte del proceso
Problemas del Proceso	Señala y aísla problemas del proceso ya que cada vez que tocamos el E-lot, es debido a inestabilidad del proceso	Esconde problemas del proceso porque el flujo de excepciones no esta separado del normal.
Manejo de Material	Comparativamente menos manejo de materiales	Mucho manejo de materiales

3.3.2 Funciones Esenciales de un Lote de Excepción

Habiendo definido brevemente el concepto del Lote de Excepción, veamos ahora, a través de sus funciones, cómo nos ayuda a incrementar las ventajas de un inventario a la vez que a eliminar las desventajas del mismo, pero sobre todo, cómo nos va a ayudar a controlar el flujo del proceso.

Las funciones principales del Lote de Excepción son tres:

- 1. Mantener el flujo continuo de la producción.** Hasta aquí, esta función es propia de cualquier inventario. Decimos que estos pequeños inventarios son necesarios porque nuestro proceso, por más uniforme que sea, siempre va a sufrir pequeñas o grandes *disrupciones* o desviaciones por las que hay que acudir a este Lote de Excepción para no interrumpir el flujo del proceso de producción o tener que parar alguna línea.
- 2. Señalar las Disrupciones.** Esta función es lo que hace al Lote de Excepción diferente de un inventario tradicional, de tal manera que, si no se

lleva a cabo, será como si tuviéramos un inventario común y corriente. El Lote de Excepción es una señal visual clara que nos avisa cuándo hay una disrupción en el proceso por pequeña que ésta sea. Será también el comportamiento del Lote de Excepción el que nos ayudará a aprender a distinguir entre las disrupciones aleatorias, conocidas como “*ruido*”, y las llamadas las graves, conocidas como “*sistemáticas*”. La efectividad y la funcionalidad de los Lotes de Excepción quedan comprobados por la manera como absorben tanto el “*ruido*” como las disrupciones “*sistemáticas*”.

- 3. Aislar las Disrupciones.** La filosofía Minimalista del Lote de Excepción establece que no basta sólo con señalar la disrupción, o saber que algo anda mal en el flujo de la producción. Hay que establecer la identificación de la causa de la disrupción aislándola o separándola del proceso. Esta función de aislamiento demuestra una vez más, la efectividad y la funcionalidad del Lote de Excepción así como también una de las grandes diferencias entre éste y un inventario tradicional. Este aislamiento se lleva a cabo por medio del llenado de una “*Tarjeta de Excepción*” para su posterior establecimiento de causa y acción correctiva correspondiente e inmediata.

3.4 Definiendo el Inventario Optimo

Vamos a decir que una disrupción pequeña en el proceso de Trefilado significa un paro de 4 horas. Así que necesito tener al menos cuatro horas de provisión en la zona buffer (zona amarilla). También hay una falta de sincronización causada debido a la diferencia de capacidades entre procesos. Investiguemos eso. Necesito producir 240 ton de este calibre esta semana. Mi velocidad en Galvanizado es, vamos a decir 1.8 ton por día por línea. Después de tomar en cuenta mi eficiencia y aprovechamiento de galvanizado.

Vamos a poner n líneas de galvanizado a trabajar. Obtendría $1.8 n$ por día. Trabajo 7 días en Galvanizado, así que obtendría $12.6 n$ ton de este calibre. Si $12.6 n = 240$. Esto nos da una n igual a 19 líneas.

Estas 19 líneas tienen una velocidad de 1.8 ton por día. Esto significa que su consumo es 0.6 ton por línea por turno que es igual a $19 \cdot 0.6 = 11.4$ ton por turno. Esto es aproximadamente 8 carretes por turno o 24 carretes por día. Pero estoy produciendo y consumiendo 180 carretes durante la semana. O aproximadamente 30 carretes por día.

Este es un exceso de 6 carretes en base diaria o 36 carretes que necesitan ser producidos para que Galvanizado consuma durante el domingo. Estos 36 carretes serán almacenados en el E-lote, en su zona Buffer (zona amarilla). Así que la zona buffer contendrá 42 carretes al inicio de la semana y esto disminuirá a seis carretes al final de la semana si no hay una disrupción mayor.

Área del Buffer o zona Amarilla:

La porción del Buffer o zona amarilla depende de los problemas del proceso hacia abajo y también una extensión de la desincronización entre departamentos debido a los ataques por el patrón de consumo.

Vamos a decir que definimos un problema pequeño en ciclónica como cuatro horas. Cuatro horas de consumo deberían ser provistas en el E-lot como el espacio vacío entre las líneas amarilla y verde.

También vamos a decir que planeamos para el consumo de un turno de alambre de X ton. Asumimos que diariamente la provisión será igual. Si el límite superior en provisión es 20% y el inferior en consumo es 30%. El monto de espacio debería ser provisto en esta zona buffer en adición a lo permitido de problemas de proceso aleatorios mencionados arriba es $1.2 - 0.7 = 0.5X$ o la mitad de un turno de consumo.

Diseño del área bajo la línea roja

En una situación de una típica línea de ensamble la mejor manera de centrar la atención gerencial en problemas del proceso es parar la línea. Esto es realmente el secreto de la producción con *Just In Time*. No su alcance de producción sin inventario pero su técnica incremental directa hacia la solución de problemas. Cuando tengo un problema, paro lo que estoy haciendo, resuelvo el problema y su causa raíz y continúo con la producción. Así los problemas de calidad y mantenimiento salen a la superficie rápidamente y son resueltos. Pero la mayor incógnita o el problema enfrentado por los ejecutivos en las firmas con *Just In Time* es: ¿Vale la pena parar la línea por problemas menores?

Si realmente creemos en esta técnica, pararíamos la línea cuando el E-lot bajara de la línea roja. Así la primera pregunta es si queremos para la línea cuando haya un problema serio e investigar su causa?

Si la respuesta es no y queremos mantener el *show* funcionando aún y cuando haya un problema serio, sólo recolectando información para resolver el problema después (que es una técnica más suave, y que es también efectiva) necesitamos determinar, como mantenemos funcionando el *show* cuando

excedemos los límites del E-lot? La respuesta a la pregunta está estrechamente ligada al tiempo de respuesta del sistema y el balance de capacidad entre elementos anterior y posterior.

Digamos que cruzamos la línea roja. Qué tanto tiempo tomará antes de que llegue la ayuda? Debemos observar obviamente el peor de los casos. Hay tres componentes del tiempo de respuesta:

- a. Observando que hay algo malo
- b. Decidiendo que hacer y hacerlo
- c. El tiempo de respuesta físico.

El tiempo de respuesta físico es el más fácil de calcular y está dado. Por ejemplo una vez que monto tantos carretes en las tornamesas tomará tanto tiempo para que los portarrollos estén listos y lleguen a ciclónica. Ya que en el previo ejemplo decimos que producimos 1.8 tons por día, tomamos justo abajo de 10 horas para conseguir que salga el primer portarrollo de galvanizado.

Decidir qué hacer y hacerlo es el segundo componente, vamos a fijarlo como dos horas.

El tercer componente es observar que hay algo malo. Esto depende en qué tan frecuente leemos el E-lot. Vamos a decir que no hacemos más de dos inspecciones por día. Una a las 9:00 AM y otra a las 6:00 PM. La diferencia entre la última inspección de ayer y la primera de hoy es 15 horas. Así el tiempo de respuesta es 15 horas. Así el total de horas de provisión debajo de la línea roja debe ser igual a *27 horas*.

Estructura General de un Lote de Excepción en el piso.

Una vez ubicado el lugar estratégico entre proceso y proceso del Lote de Excepción, se diseñará el espacio de acuerdo a su tamaño y cantidad de

material que contendrá mediante áreas o zonas por medio de tres colores: Rojo, Amarillo y Verde. La cantidad total de material establecida para el Lote de Excepción, ocupará los dos primeros espacios Rojo y Amarillo y, según sean las especificaciones, puede o no estar estibado. El área Verde deberá quedar inicialmente libre.

- a) **Área Roja del Lote de Excepción.** La cantidad en esta área está diseñada para colocar el material (Carretes o portarrollos), necesaria para soportar el tiempo de respuesta del proveedor del Lote de Excepción si hay un paro mayor ya que, en este caso, es él quien tiene un problema. A partir del primer carrete o portarrollo que se tome del área roja, se generará una Tarjeta de Excepción por cada uno que se tome.
- b) **Área Amarilla del Lote de Excepción.** Esta área, también conocida como *buffer o colchón*, está diseñada para colocar el material (Carretes o portarrollos), necesario para cubrir en tiempo interrupciones o fluctuaciones menores del flujo del proceso de producción, absorbiendo, de esta manera, los pequeños problemas que se puedan presentar. En las entradas o salidas de material dentro de esta área, no se generará Tarjeta de Excepción.
- c) **Área Verde (O Región de Tolerancia).** El tamaño de esta área equivale al tamaño del área amarilla. Inicialmente, como lo indicamos, permanece vacía ya que está destinada para tolerar un aumento limitado del Lote de Excepción. Al entrar carretes o porta rollos en esta área, se generará Tarjeta de Excepción por cada portarrollo que se acumule. En este caso, aunque el problema sea ahora del cliente del Lote de Excepción, el proveedor tendrá que tomar una acción correctiva cambiando líneas o máquinas hasta que el cliente resuelva su problema y regrese el nivel del Lote de Excepción a su normalidad.

3.5 Definiendo el Flujo de Materiales

Una vez entendida tanto la diferencia entre un almacén grande y un Lote de Excepción, como las funciones del mismo, veamos ahora cómo se compone. Como lo dijimos anteriormente en su misma definición, el Lote de Excepción se coloca en forma estratégica entre proceso y proceso desde su inicio hasta su terminación.

1. **Ubicación del Lote de Excepción.** Tenemos, por ejemplo, el producto terminado de Malla Ciclónica, que fue el área que se seleccionó como prueba piloto para luego implementarlo en las demás áreas. Este producto terminado pasa por tres procesos que ya conocemos: Trefilado, Galvanizado y Tejido de la Malla en las Máquinas de Ciclónica. Como parte de la definición del Lote de Excepción, dijimos que se colocaba uno entre proceso y proceso. Por lo tanto son dos Lotes de Excepción los que necesitamos colocar a lo largo de la línea de fabricación de este producto: Uno entre el proceso de Trefilado y galvanizado y el otro entre el proceso de Galvanizado y Tejido de Malla en la Máquina Ciclónica. Fig. 2.

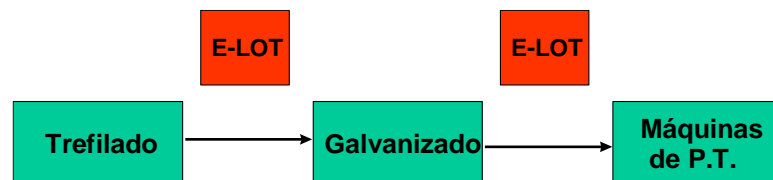


Fig. 2. Ubicación de los lotes de excepción.

3.6 Definir Indicadores

El registro de interrupciones en la tarjeta de excepción es solamente el inicio de un ciclo que, de no completarse en todos y cada uno de sus pasos, se perderá la esencia y finalidad del lote de excepción y seguirá siendo un almacén común y corriente. Durante el desarrollo de cada uno de los ocho pasos de este ciclo, es cuando se va adquiriendo el aprendizaje el y verdadero dominio del proceso.

3.6.1 surgimiento de una interrupción en el proceso de producción.

Las interrupciones en el proceso de producción siempre han existido. Solamente que los grandes inventarios no nos permiten darnos cuenta de ello en su oportunidad. Cuando contamos con un Lote de Excepción, éste nos avisa por medio de señales visibles del surgimiento de estas desviaciones o variaciones. Mientras estas señales o fluctuaciones visibles se den dentro del área amarilla del Lote de Excepción, no hay que registrarlas ya que se consideran como aleatorias. Cuando se den dentro del área roja o sobrepasen el área verde, sí se consideran como sistemáticas y deben registrarse.

3.6.2 Captura de las interrupciones.

Esta fase de registro y/o captura de las interrupciones viene a ser la fase de mayor importancia y trascendencia para dar cumplimiento a la utilidad y objetivos del E-Lot ya que, de no realizarse esta captura o de hacerse en forma irregular, el

efecto y razón de ser del E-Lot se pierde totalmente. También es importante esta fase para el logro del aprendizaje y/o dominio del proceso de manufactura por la interpretación correcta que se tiene que hacer de las señales de interrupción enviadas el E-Lot y saber distinguir de las sistemáticas de las aleatorias y proceder a su registro y a su acción correctiva posterior e inmediata.

3.6.3 Registro de Excepciones

Con la captura o registro de interrupciones se cumple uno de los objetivos del E-Lot: *“Aislar la interrupción”*, y se realiza a través del llenado de un formato llamado *Tarjeta de Excepción*. El espíritu de la Tarjeta de Excepción es el de asegurar de alguna manera que se lleve a cabo esta actividad. Por ello, el formato usado como tarjeta de Excepción no tiene que ser de una estructura rígida. De aquí que la captura o registro de las interrupciones se puede hacer de dos maneras:

1. Generación de Tarjetas de Excepción realizada por los montacarguistas quienes son los que directamente captan cuando un límite se ha rebasado. La Tarjeta de Excepción se muestra en la Fig. 1
2. Realización de Rondas de Inspección o los llamados “rondines”. Estas inspecciones se realizan diariamente dos veces y se llena un formato diario de excepción el cual se muestra en la Fig. 2.

El ciclo de la Tarjeta de Excepción o del Reporte de las Rondas de Inspección debe seguir un ciclo el cual se debe cerrar cada semana. Este ciclo se presenta en la Figura 3.

TARJETA DE EXCEPCIÓN	
FECHA: _____	TURNO: _____
ENTRADA: _____	HORA: _____
REBASÓ LÍN. VERDE? <input type="checkbox"/>	CALIBRE: _____
SALIDA	
REBASÓ LÍN. VERDE? <input type="checkbox"/> SE TOMÓ DE AREA ROJA? <input type="checkbox"/>	
DESPOSITAR TARJETA Y AVISAR JEFE	
NOMBRE DEL OPERADOR: _____	
GUIA DE DECISIONES	
ENTRADA REBASO AREA VERDE?	1. AYUDAR A OTRO E-LOTE CAMBIANDO A SU CALIBRE 2. CAMBIAR A OTRO CALIBRE INTERNO QUE SE REQUIERA EN OTRA AREA. 3. CAMBIAR A CLIENTES EXTERNOS (SI APLICA) 4. PARAR LÍNEAS O MÁQUINAS
SALIDA SE TOMO DEL AREA ROJA?	1. SI LA PRODUCCIÓN POR SALIR CUBRE EL MÍNIMO NO MODIFICAR NO CAMBIAR LA PROGRAMACION 2. SI LA PROGRAMACIÓN POR SALIR NO CUBRE EL MÍNIMO, INCREMENTAR UNA LÍNEA O MÁQUINA DENTRO DE LA PRIMERA HORA DE RECIBIDA LA TARJETA.
ACCIÓN CORRECTIVA REALIZADA: _____	
CAUSA O EXPLICACIÓN DE POR QUÉ CRUZÓ LA RAYA VERDE O LA ROJA:	
FALTA DE OPERADOR ()	FALTA DE ALAMBRE ()
FALLA MECÁNICA ()	FALTA DE ALAMBRÓN ()
FALLA ELÉCTRICA ()	MÁQUINA PARADA ()
PROBLEMAS DE CALIDAD ()	(NÚMERO Y ÁREA)
AJUSTES ()	OTRO: _____
EXPLICACIÓN: _____	
ÁREA PROVEEDOR	ÁREA CLIENTE
_____	_____
GERENTE DE EMBARQUES	

Fig. 1 Formato de Tarjeta de Excepción

3.6.4 Llenado De Formato Diario Semanal

Si el sistema de captura de disrupciones se realiza durante los recorridos o rondines diarios, hechos por los jefes de área, el formato puede ser distinto y su llenado se realiza en forma acumulativa a lo largo de la semana por quienes realicen los rondines. El procedimiento puede ser el siguiente:

- En el recorrido deberá participar el jefe de galvanizado, el de programación y el del área cliente donde se encuentren los E-Lots que se estén revisando.

- Sobre la base del resultado observado en cada E-Lote, (Área roja invadida o área verde sobrepasada), se tomará conjuntamente la decisión de la acción correctiva y se anotará en el formato. (El efecto de esta acción correctiva será el primer punto de revisión del siguiente recorrido).
- Se investiga conjuntamente la causa y se registra en el formato
- Al final de la semana, programación procesa el formato y hace un análisis de causas.

FORMATO DE INSPECCIÓN DE E-LOTES

INSPECCIÓN 9:00 AM					
CALIBRE					
LÍMITES (RAV)					
PR	LÍNEAS GALV.				
DISRUPCIÓN (Causa por la cual se ha cruzado algún límite del E-Lote)					
ACCIÓN CORRECTIVA (Decisión tomada para corregir la disrupción)					

Fig. 2. Formato de Inspección de E-Lotes

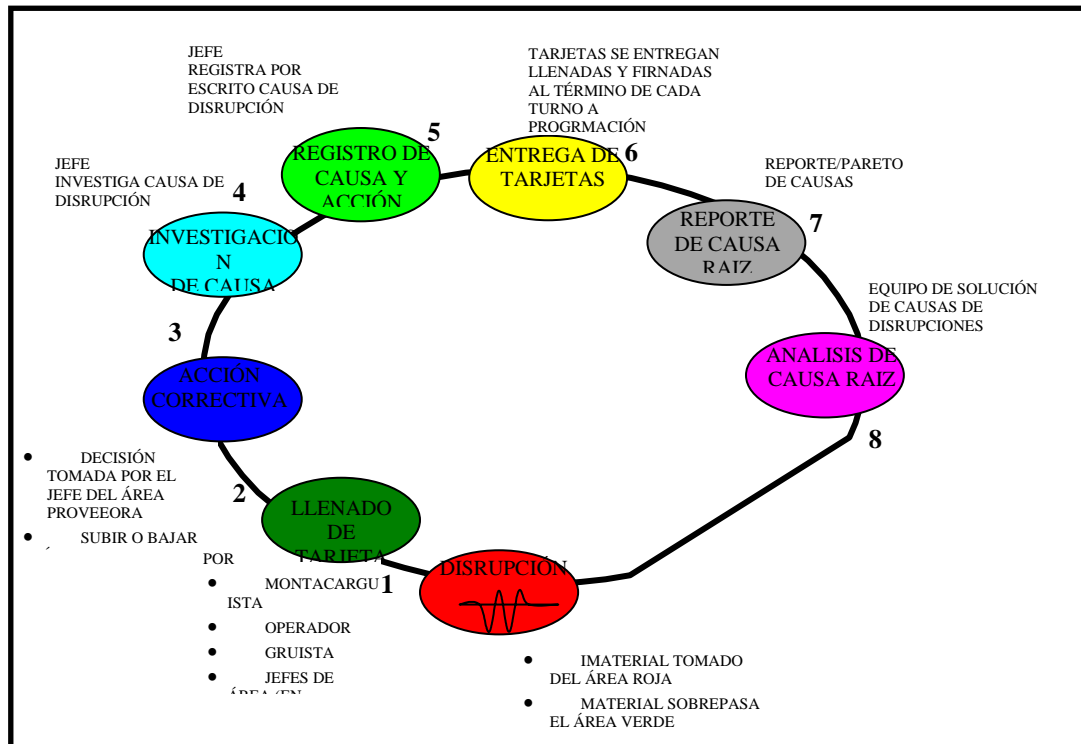


Fig. 3 Flujo del Ciclo de la Tarjeta de Excepción

ACCIÓN CORRECTIVA:

Una vez identificada y registrada la disrupción, se debe llevar a cabo la acción correctiva necesaria para lograr que el flujo de producción vuelva a su normalidad. La naturaleza, (subir o bajar líneas), y su duración, (uno o dos turnos), de la acción correctiva será sobre la base de las señales enviadas por el Lote de Excepción. El número de líneas a subir o bajar, se calcula sobre la base de la fórmula ya establecida que se presentará más adelante. Con el tiempo, se adquirirá habilidad con un grado de dominio tal, que se irán realizando las acciones correctivas tan sólo ir leyendo las señales directamente del Lote de Excepción.

Una vez realizada la acción correctiva, se deberá anotar la misma en la tarjeta de Excepción.

INVESTIGACIÓN DE LA CAUSA

La acción correctiva es solamente para controlar y hacer volver al flujo de producción a su normalidad. Pero eso no es suficiente. Ahora tenemos que conocer la causa raíz de la disrupción y, con ello, cumplir con el objetivo principal del Lote de Excepción: “Aislar la disrupción”, o sea separarla y estudiar su causa para resolverla.

Tal y como se indica en la misma Tarjeta de Excepción, las causas de una disrupción pueden ser diversas y van desde la falta de un operador, pasando por la descompostura de una máquina, hasta la falta de materia prima. Todas ellas son causas que, de no ser por un inventario pequeño o Lote de Excepción, nos habría sido imposible detectarlas.

REGISTRO DE LA ACCIÓN CORRECTIVA.

Una vez investigada o conocida la causa de la disrupción, el supervisor o jefe de área, registra estas causas de disrupción en la Tarjeta de Excepción, para ir acumulando material para el estudio, análisis y reporte de las causas más frecuentes para su solución. Este registro debe ser sistemático y completo ya que, entre más consistente y substancial sea el contenido, más acertado será su estudio y análisis.

ENTREGA DE TARJETAS LLENAS.

Una vez registradas en la tarjeta de excepción tanto las acciones correctivas realizadas como las causas de las disrupciones investigadas, las tarjetas son transferidas al departamento de programación ya sea al final del turno o al final del día, para su análisis y su estudio. Es importante que esta transferencia de las tarjetas de excepción sea dinámica y rápida para su análisis y toma de decisiones inmediatos.

ÁNALISIS DE LA CAUSA RAIZ

El objetivo del análisis de las causas registradas en las tarjetas de excepción es llegar a la causa raíz de las interrupciones para que éstas no vuelvan a surgir. Esta fase de análisis de tarjetas contiene, a su vez, pasos intermedios como:

- Vaciado de datos en hojas de información
- Análisis de datos y tendencias
- Identificación de posibles causas
- Determinación de soluciones posibles
- Identificación y acuerdo de acciones correctivas.

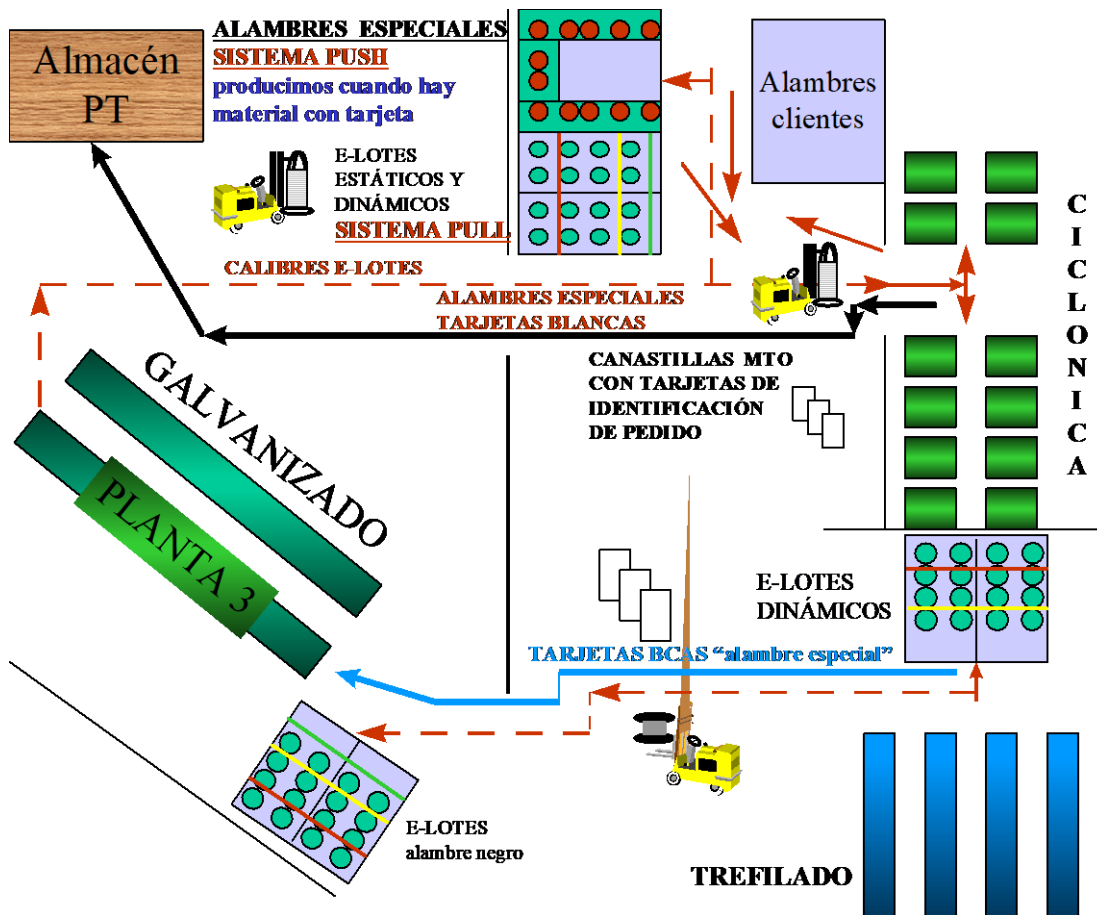
El grado en que surjan de nuevo las interrupciones está en relación inversamente proporcional al grado de dominio y de aprendizaje del proceso de producción adquirido.

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.1.- Implementación en área piloto

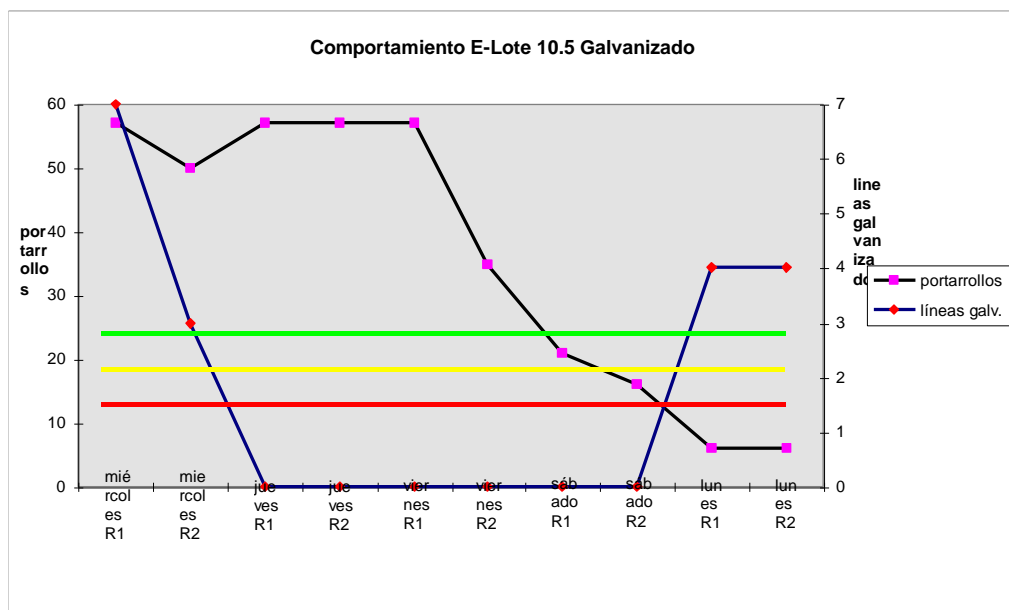
A continuación se muestra como ejemplo, el esquema del flujo de materiales del área de ciclónica de los dos tipos principales que son: los alambres *normales* (incluidos en E-Lote) y los *especiales*.

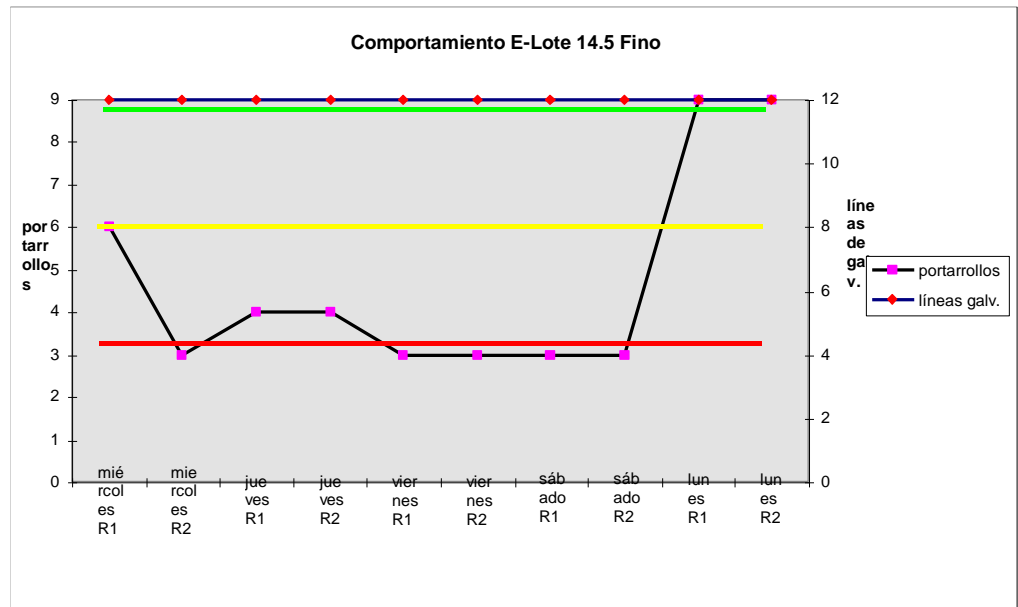
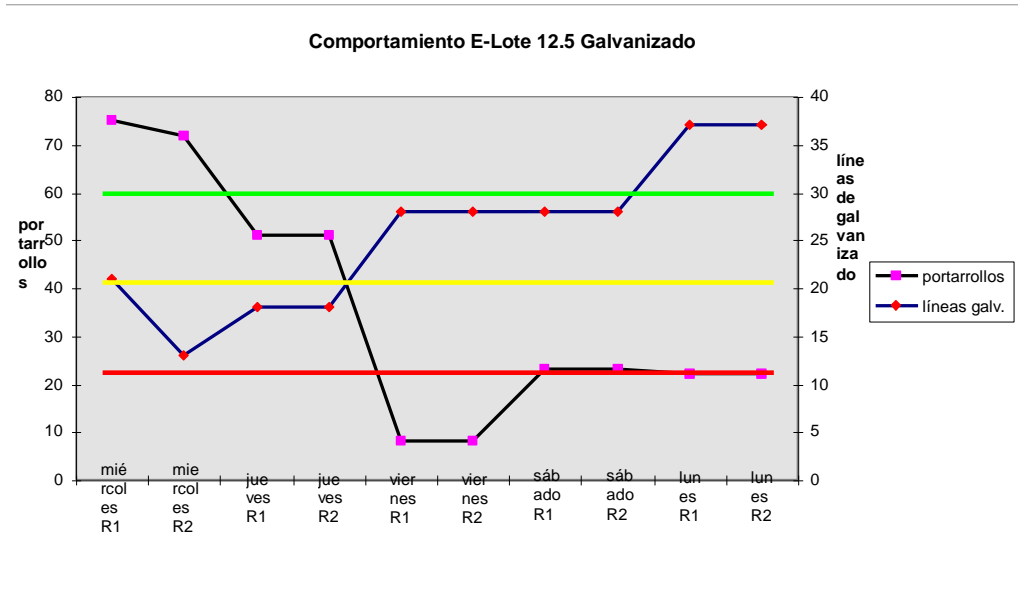


Esquema de manejo de alambres en proceso ciclónica

4.2.- Revisando comportamiento del sistema

A partir de los Formatos de Inspección de los E-Lots mostrados anteriormente, podemos obtener otro tipo de información muy importante como lo es el comportamiento de los Lotes de Excepción a través de la semana. Esta información nos servirá para poder evaluar nuestra capacidad de respuesta al realizar la acción correctiva en el proceso anterior, como puede ser: en Trefilado o Galvanizado, y en qué nivel se encontraban los E-Lots en ese momento. Las siguientes son gráficas del comportamiento de algunos de los E-Lots de alambre Galvanizado en las áreas de Hexagonal y Ciclónica.





Gráficas de comportamiento de E-Lots de alambre galvanizado

4.3.- Ajustes necesarios

A continuación se muestran las gráficas que se generan a partir de los formatos de las rondas de inspección:

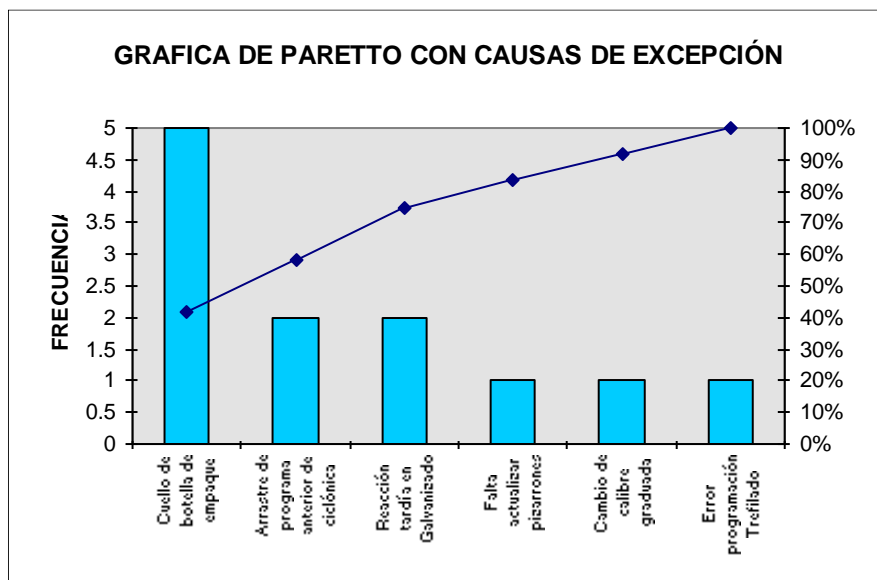
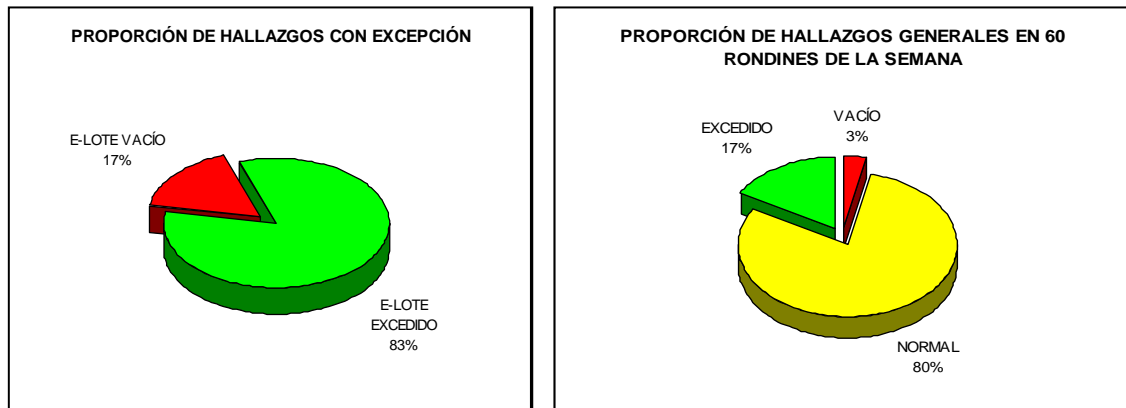


Fig. 7. Gráficas para Análisis de Excepciones

A continuación se presenta una tabla de soluciones para el buen funcionamiento de los E-Lots a partir de situaciones encontradas en el piso. También se incluyen las fórmulas o “*reglas de dedo*” para subir o bajar líneas de galvanizado dependiendo de las lecturas o estatus de los E-Lots.

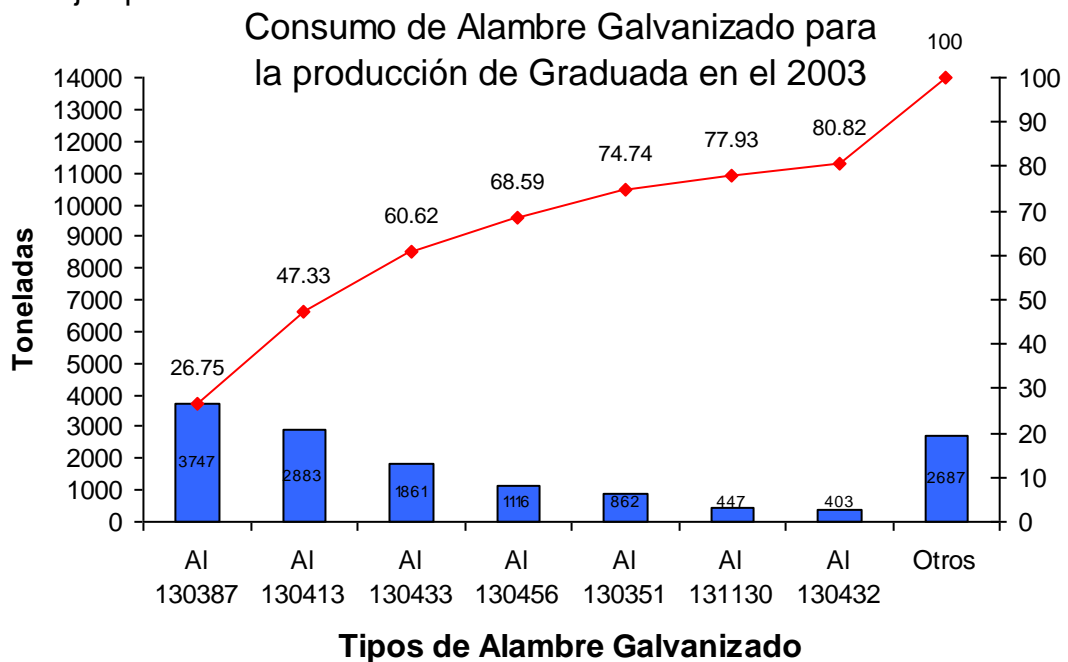
SITUACIÓN	ACUERDOS DE MEJORA
MONTACARGAS DE GALVANIZADO NO PONE DIRECTAMENTE EL ALAMBRE EN CAMAS DE CICLÓNICAS	1.- Montacargas de galvanizado llevar directo el alambre al E-lot 2.- Montacargas de ciclón tomar alambre de E-lot para máquinas, como rutina tener siempre llenas las camas de rodillos de ciclón, y como rutina especial tener llenas las camas de rodillos de máquinas ciclónicas antes de las 8:30 AM y de las 4:30 PM de los alambres de E-lot y Cal 11.0 3.- Abrir pasillos moviendo las camas de rodillos para que el montacargas de galvanizado tenga acceso al área ciclónica.
ALAMBRES GALVANIZADOS NORMALES (DE E-LOT) EN OTROS LUGARES FUERA DE E-LOT	1.- Modificar el trazado del E-lot para acumular la cantidad de portarrollos de línea roja , línea amarilla, y línea verde mas hacia atrás y dejar una área punteada donde haya capacidad para colocar algunos portarrollos que se hayan excedido después de la línea verde, mientras se hacen los ajustes en el proceso de galvanizado.
CRITERIO-REGLA-FÓRMULA DE SUBIR O BAJAR LÍNEAS EN GALVANIZADO DE ACUERDO AL ESTATUS DEL E-LOT EN LAS RONDAS DE INSPECCIÓN	1.- EL Caso de Cal 10 .5 galv. capacidad 1,600 kg por día en galv. = 2 p.roll/día a).- EL CASO DE BAJAR LÍNEAS (línea verde rebasada) # líneas semana - (# portarrollos después de línea verde / 2 p.rollo/ día) = # líneas que deben trabajar Ejemplo : 10 p/rollos arriba verde, 15 líneas prog. ini semana, 2 prpd. fórmula : $15 - \frac{10}{2} = 10 \text{ líneas que deben trabajar}$ b).- EL CASO DE SUBIR LÍNEAS (línea roja rebasada) ((# líneas programadas - # líneas trabajando en galv.) / 2 prpd) + ((# portarrollos max. raya roja - # p.rollos en E-lot rojo actual) / 2 prpd) = # líneas que se deben subir Ejemplo : 15 líneas programadas inicio semana, 24 p.rollos max. de línea roja, 8 p.rollos en E-lot rojo actual, 13 líneas trabajando en galvanizado, 2 p.rollos/día. $\frac{15 - 13}{2} + \frac{24 - 8}{2} = 9 \text{ líneas que se deben subir}$

4.4.- Implementación en Areas

Los alambres galvanizados de mayor consumo deben ser considerados como MTS (Make to Stock) y dado que la mezcla y consumo de estos alambres va cambiando a través del año, el cálculo del e-lote para el área de galvanizado debe llevarse a cabo con las siguientes consideraciones:

- Para el cálculo del e-lote se debe tomar en cuenta entre el 80 y 90% de los alambres de mayor consumo durante el periodo.

Ejemplo:

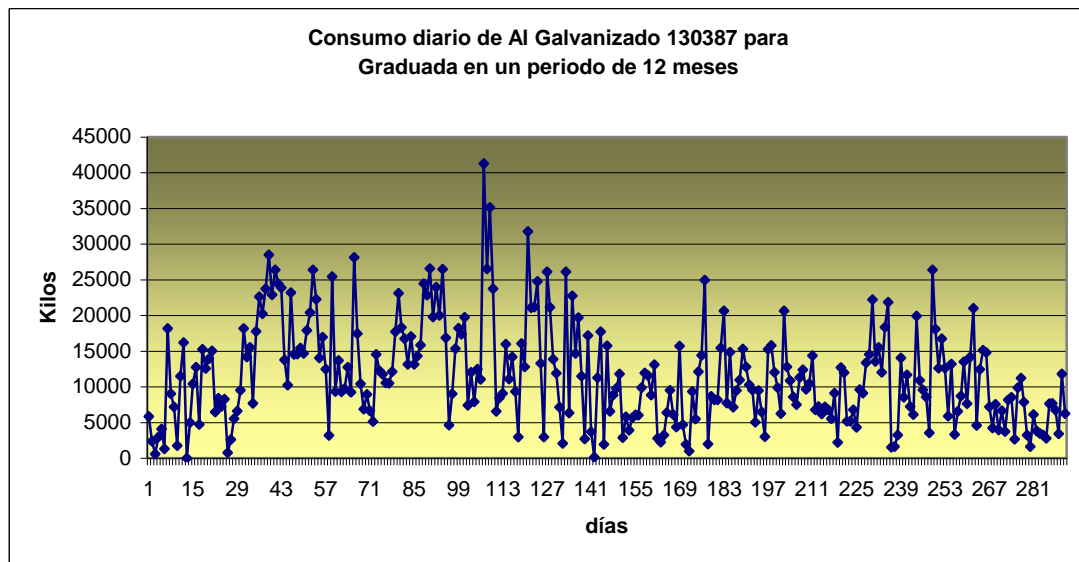


- Para el cálculo del e-lote se está tomando en cuenta un periodo inmediato anterior de doce meses, a fin de que cualquier fluctuación dentro de los límites históricos pueda ser soportada.
- Con el consumo inmediato anterior de doce meses, se obtiene el consumo diario promedio por semana en toneladas, así como la desviación estándar, con el propósito de soportar las fluctuaciones que hay en el

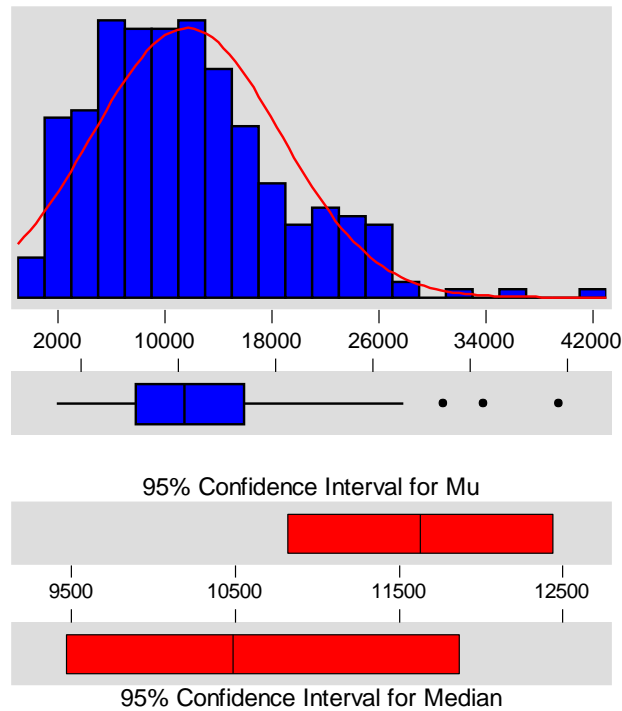
consumo del alambre galvanizado. Los datos de consumo diario se han agrupado por semanas, dado que las fluctuaciones son tan grandes en el consumo diario que en el calculo de la desviación estándar obtendríamos un numero muy grande y con eso los requerimientos de inventario serían altos.

Para observar mejor esto calculemos el consumo promedio diario y su desviación estándar del alambre galvanizado de mayor consumo (AI 130387) para el área de Graduada para los dos casos: 1.- Considerando la variación en el consumo diario en un periodo de doce meses, 2.- La variación en el consumo promedio diario por semana en un periodo de doce meses:

1.- Cálculo de consumo diario en un periodo de un año de alambre galvanizado, número de clave 130387 para el área de graduada.



Consumo diario en un periodo de 12 meses del Al. Galv. 130387 para Graduada



Mean	11626.6
StDev	7032.4
Variance	49455002

N	291
---	-----

Minimum	13.0
1st Quartile	6478.0
Median	10484.0
3rd Quartile	15428.0
Maximum	41282.0

En el primer gráfico de transición podemos observar las lecturas individuales del consumo diario en un periodo de un año. Se puede concluir que las fluctuaciones en el consumo son bastante grandes y eso lo demuestra el análisis estadístico donde se obtuvieron los siguientes datos:

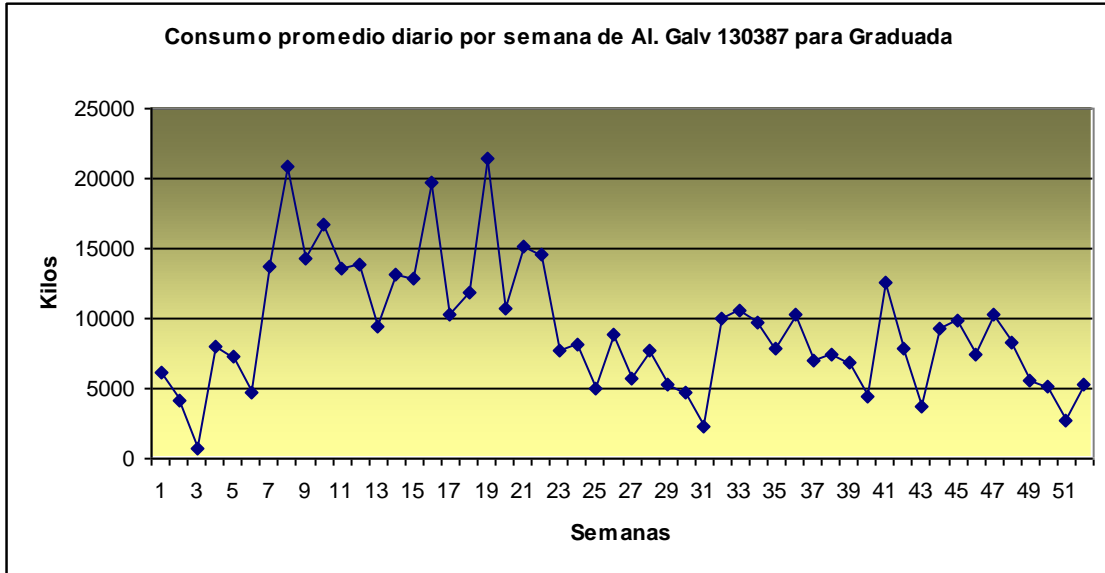
Consumo promedio diario: 11626 Kg.

Desviación estándar: 7032 Kg.

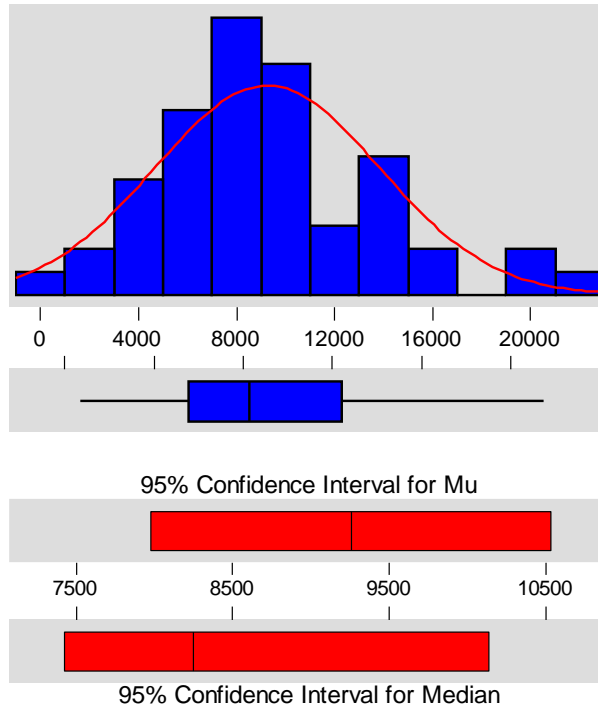
Consumo mínimo: 0 Kg.

Consumo máximo: 41282 Kg.

2.- Consumo promedio diario por semana en un periodo de doce meses de alambre galvanizado.



Consumo promedio diario por semana de Al. Galv. 130387 para Graduada



Mean	9253.61
StDev	4583.55
Variance	21008975
N	52
Minimum	713.1
1st Quartile	5555.3
Median	8248.5
3rd Quartile	12410.8
Maximum	21456.0

En este caso los valores de consumo promedio diario y desviación estándar quedan de la siguiente manera:

Consumo promedio diario: 9253 Kg.
 Desviación estándar: 4583 Kg.
 Consumo mínimo: 713 Kg.
 Consumo máximo: 21456 Kg.

El resumen de los cálculos llevados a cabo en los dos casos es el siguiente:

	Consumo diario en doce meses	Consumo promedio diario por semana en doce meses
Consumo diario promedio	11,626 Kg.	9,253 Kg.
Desviación estándar	7,032 Kg.	4,583 Kg.
Consumo Mínimo	0 Kg.	713 Kg.
Consumo Máximo	41,282 Kg.	21,456

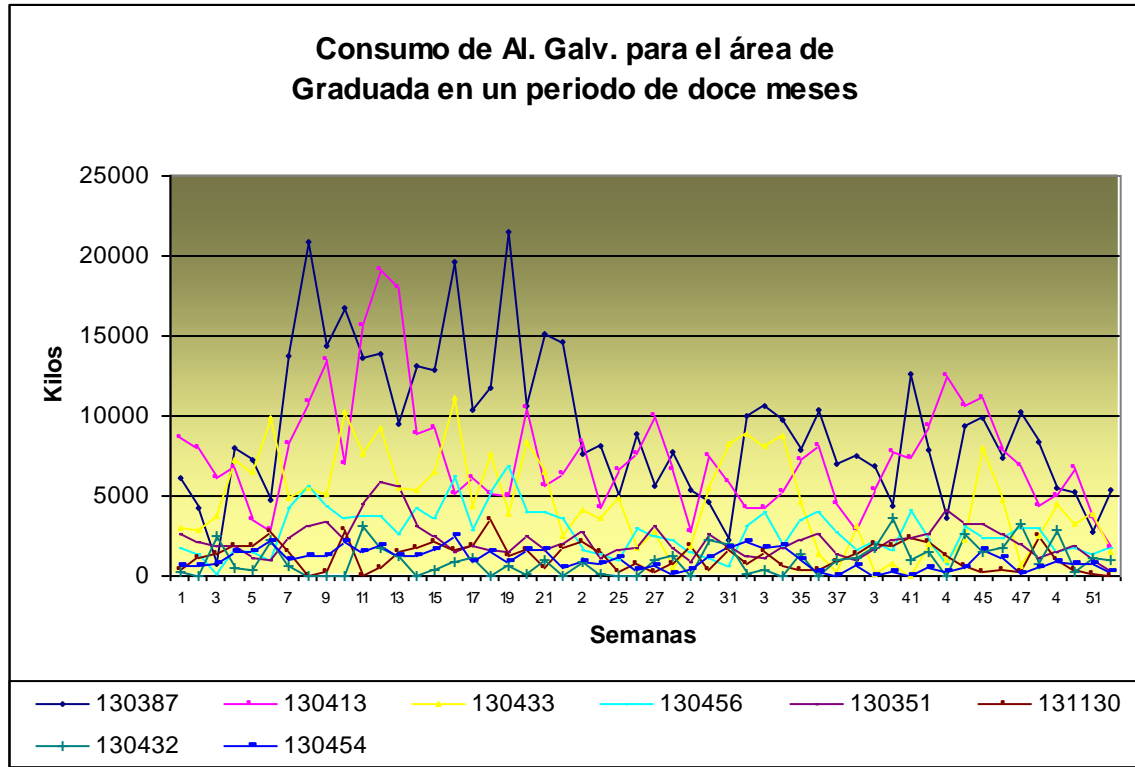
Se puede concluir con lo anterior que la mejor opción para calcular el e-lote del área de galvanizado es utilizando los resultados que se obtienen del consumo diario agrupando los datos por semana en un periodo de doce meses.

Basado en lo anterior se procedió a calcular e-lote de alambre galvanizado para cada una de las áreas de producto terminado Ciclónica, Graduada y Púas.

E-lote de Alambre Galvanizado para Graduada

Los datos de alambre galvanizado de mayor consumo para el área de graduada fueron los siguientes:

Fecha	130387	130413	130433	130456	130351	131130	130432	130454
5-11 ene	6097	8627	2962	1810	2570	315	196	585
12-18 ene	4208	8002	2912	1333	2133	1111	0	575
19-25 ene	713	6094	3734	141	1933	1324	2481	737
26 ene-01 feb	7954	6797	7201	1633	1823	1852	450	1504
2-8 feb	7286	3452	6549	1543	1078	1905	353	1498
9-15 feb	4751	2819	9928	993	1058	2709	2189	2092
16-22 feb	13706	8209	4860	4219	2318	1491	583	1061
23 feb-01 mar	20881	10881	5536	5583	3153	0	0	1195
2-8 mar	14315	13455	5082	4343	3366	270	0	1227
9-15 mar	16724	6949	10256	3606	2301	2817	0	2094
16-22 mar	13588	15623	7657	3776	4549	20	3085	1512
23-29 mar	13848	19144	9289	3800	5859	478	1692	1891
30 mar-05 abr	9446	17966	5515	2684	5603	1538	1280	1214
6-12 abr	13178	8906	5386	4194	3158	1799	0	1237
13-19 abr	12892	9207	6453	3665	2560	2081	315	1673
20-26 abr	19653	5081	11124	6212	1494	1676	911	2531
27 abr-03 may	10333	6129	4368	2874	1929	1858	1127	863
4-10 may	11804	5074	7568	5193	1624	3514	0	1494
11-17 may	21456	5012	3833	6856	1461	1189	654	872
18-24 may	10662	10483	8334	3979	2490	1656	180	1670
25-31 may	15123	5594	6518	4054	1579	454	982	1597
1-7 jun	14590	6384	2533	3620	1997	1800	0	553
8-14 jun	7645	8409	4069	1606	2747	2182	859	833
15-21 jun	8165	4227	3667	1394	1080	1505	153	772
22-28 jun	5029	6619	4901	993	1625	222	0	1124
29 jun-05 jul	8869	7626	1742	3062	1787	762	0	397
6-12 jul	5684	9958	2793	2461	3075	252	1008	661
13-19 jul	7757	6594	538	2285	1798	792	1263	176
20-26 jul	5313	2758	1866	1443	871	1884	12	420
27 jul-02 ago	4679	7556	5459	1138	2685	392	2188	1128
3-9 ago	2255	5844	8199	614	1849	1592	2052	1721
10-16 ago	10042	4223	8902	3107	1210	694	170	2110
17-23 ago	10567	4251	8084	4026	1171	1554	416	1744
24-30 ago	9757	5211	8693	1913	1734	603	0	1871
31 ago-06 sep	7851	7288	4671	3444	2231	324	1353	982
7-13 sep	10348	8132	1379	4031	2604	395	18	301
14-20 sep	7054	4495	216	2806	1409	900	1059	59
21-27 sep	7456	2871	3068	1674	999	1380	1182	657
28 sep-04 oct	6895	5378	109	2068	1586	2035	1740	22
5-11 oct	4429	7718	777	1593	2189	1902	3623	211
12-18 oct	12613	7423	0	4075	2388	2314	956	0
19-25 oct	7912	9419	2058	2230	2648	2156	1509	540
26 oct-01 nov	3683	12529	1020	798	4180	1232	0	201
2-8 nov	9341	10599	2288	3124	3289	630	2654	452
9-15 nov	9881	11066	8043	2381	3285	258	1475	1588
16-22 nov	7395	7916	4712	2380	2660	397	1730	1111
23-29 nov	10228	6935	621	2947	2031	258	3290	173
30 nov-06 dic	8332	4368	2516	2939	1118	2552	733	497
7-13 dic	5512	4948	4468	1496	1559	999	2885	882
14-20 dic	5197	6771	3207	1800	1936	368	248	700
21-27 dic	2768	3619	3922	1379	987	176	1102	775
28 dic-03 ene	5323	1733	1516	1799	383	0	996	299



Con esta información se procedió a obtener el consumo promedio diario por semana de cada alambre galvanizado para el área de graduada, así como su desviación estándar.

Para llevar a cabo este cálculo se puede utilizar cualquier software estadístico, incluyendo el que trae el Excel. En este caso se utilizó el Minitab en la opción de estadística descriptiva.

Los resultados para cada Alambre Galvanizado fueron los siguientes:

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
130387	52	9254	8249	8988	4584	636
130413	52	7430	6866	7094	3605	500
130433	52	4637	4418	4554	2946	409
130456	52	2752	2573	2672	1451	201
130351	52	2214	1966	2106	1101	153
131130	52	1203	1210	1163	855	119
130432	52	984	885	895	984	136
130454	52	1001.6	877.0	984.1	633.7	87.9

Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3
130387	713	21456	5555	12411
130413	1733	19144	5028	8836
130433	0	11124	2345	7038
130456	141	6856	1596	3794
130351	383	5859	1510	2657
131130	0	3514	393	1856
130432	0	3623	51	1501
130454	0.0	2531.1	507.7	1509.9

De estos valores utilizaremos el promedio y la desviación estándar.

Clave	Descripción	Toneladas en el periodo	Toneladas por día	Desviación estándar
130387	12.5 Comercial	3368	9.25	4.58
130413	14.5 Comercial	2704	7.43	3.60
130433	12.5 CI Graduada	1687	4.63	2.94
130456	11 Comercial	1003	2.75	1.45
130351	10 Comercial	806	2.21	1.10
130432	12.5 CIII Púas	369	0.98	0.98

Considerando que cada portarrollos para está área pesa un estimado de 0.35 toneladas (para el área de ciclónica y púas pesan 0.7 tons.), se obtienen los portarrollos por día al dividir las toneladas por día mas la desviación estándar entre el peso de cada portarrollo.

En el caso del e-lote de alambres galvanizados para graduada se esta considerando tener un día de inventario

P/N	DESCRIPCION	toneladas por día	peso portarrollo	portarrollos por día
130387	12.5 COMERCIAL	9.3	0.35	26
130413	14.5 COMERCIAL	7.4	0.35	21
130433	12.5 CI GRAD.	4.6	0.35	13
130351	11 COMERCIAL	2.2	0.35	6
130456	10 COMERCIAL	2.8	0.35	8
130432	12.5 CIII PUAS	1.0	0.35	3

Con los días que se querían de e-lote (se pidió calcularlo con un día, a fin de no tener un inventario muy grande), se sacaron los carretes totales necesarios para el e-lote y las toneladas máximas que podrán tener cuando el e-lote este lleno.

DESCRIPCION	días de e-lote	portarrollos por día	toneladas e-lote
12.5 COMERCIAL	1	26	9.3
14.5 COMERCIAL	1	21	7.4
12.5 CI GRAD.	1	13	4.6
11 COMERCIAL	1	6	2.2
10 COMERCIAL	1	8	2.8
12.5 CIII PUAS	1	3	1.0

Se dividieron los portarrollos máximos del e-lote entre 3 para poder sacar el número de carretes por cada espacio (rojo, amarillo y verde).

P/N	DESCRIPCION	Portarollos e-lote graduadas		
130387	12.5 COMERCIAL	9	9	9
130413	14.5 COMERCIAL	7	7	7
130433	12.5 CI GRAD.	5	5	5
130351	11 COMERCIAL	2	2	2
130456	10 COMERCIAL	3	3	3
130432	12.5 CIII PUAS	1	1	1

Se saco la cantidad de toneladas máximas de e-lote y la cantidad máxima de portarollos que se podrían producir con ese e-lote en una semana.

Se comprobó con las 12 semanas de producción, si con el e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marco en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir.

P/N	DESCRIPCION	toneladas e-lote	toneladas semana	PROGRAMA DE PRODUCCION GRADUADAS (TON)											
				sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12
130387	12.5 COMERCIAL	9.5	66.2	72	46	86	72	140	110	125	103	52	94	110	109
130413	14.5 COMERCIAL	7.4	52.0	18	19	30	46	63	54	64	76	78	67	75	73
130433	12.5 CI GRAD.	5.3	36.8	23	61	52	30	10	38	48	45	62	17	55	19
130351	11 COMERCIAL	2.2	15.5	4	5	8	14	24	18	20	22	23	22	23	24
130456	10 COMERCIAL	3.2	22.1	24	15	24	21	48	35	43	27	15	28	42	36
130432	12.5 CIII PUAS	1.1	7.4	7	12	9	1	4	2	8	9	20	22	16	3

Observando la cantidad de semanas en las que la producción fue mayor al promedio, se utilizó la desviación estándar, a fin de que el e-lote pudiera soportar las fluctuaciones de producción de las semanas y no se tuviera un exceso de inventario.

P/N	DESCRIPCION	Desv std/dia (ton)	Desv std/dia Portarrollos
130387	12.5 COMERCIAL	5	4
130413	14.5 COMERCIAL	4	3
130433	12.5 CI GRAD.	3	3
130351	11 COMERCIAL	1	1
130456	10 COMERCIAL	1	1
130432	12.5 CIII PUAS	1	1

Se sumo al número de portarrollos del e-lote, la desviación estándar en portarrollos, obteniendo el e-lote final.

P/N	DESCRIPCION	Portarrollos e-lote graduadas			Desv std/dia Portarrollos	Portarrollos e-lote graduadas		
130387	12.5 COMERCIAL	9	9	9	4	13	13	13
130413	14.5 COMERCIAL	7	7	7	3	10	10	10
130433	12.5 CI GRAD.	5	5	5	3	8	8	8
130351	11 COMERCIAL	2	2	2	1	3	3	3
130456	10 COMERCIAL	3	3	3	2	5	5	5
130432	12.5 CIII PUAS	1	1	1	1	2	2	2

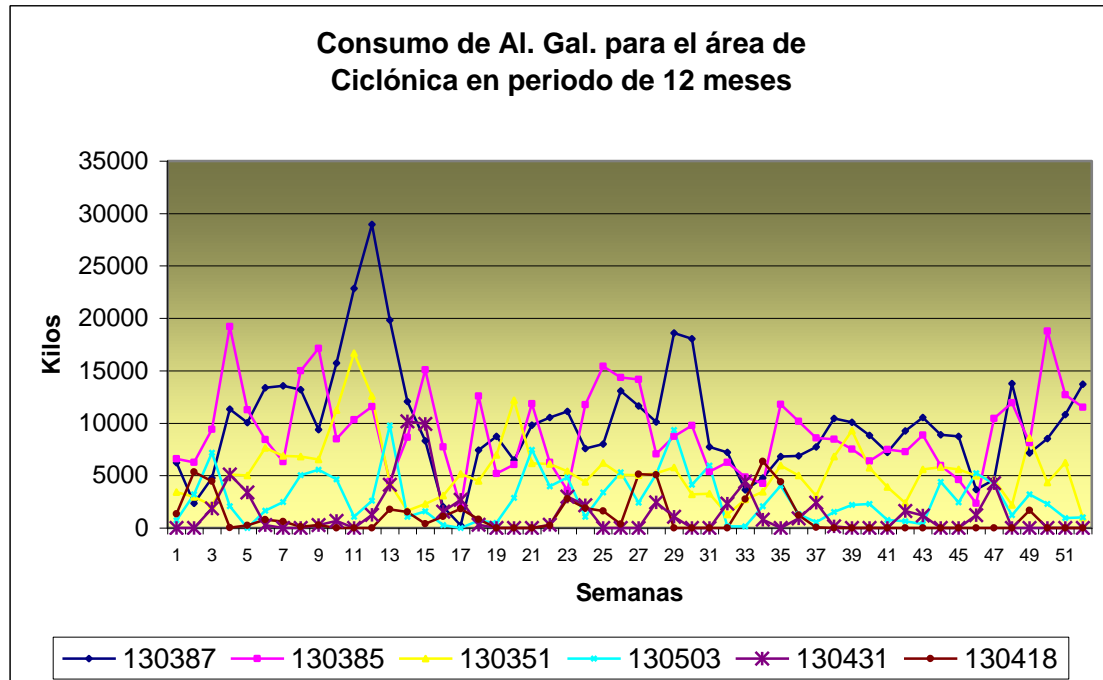
Se comprobó con las doce semanas de producción, si con el nuevo e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marco en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir. Se puede observar que la cantidad de rojos bajo considerablemente comparado con el e-lote sin la desviación estándar

DESCRIPCION	toneladas e-lote	toneladas semana	PROGRAMA DE PRODUCCION GRADUADAS (TON)											
			sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12
12.5 COMERCIAL	14	96	72	46	86	72	140	110	125	103	52	94	110	109
14.5 COMERCIAL	11	74	18	19	30	46	63	54	64	76	78	67	75	73
12.5 CI GRAD.	8	59	23	61	52	30	10	38	48	45	62	17	55	19
11 COMERCIAL	3	23	4	5	8	14	24	18	20	22	23	22	23	24
10 COMERCIAL	5	37	24	16	25	21	49	36	44	27	15	28	42	36
12.5 CIII PUAS	2	15	7	12	9	1	4	2	8	9	20	22	16	3

E-lote de Alambre Galvanizado para Ciclónica

Los datos de alambre galvanizado de mayor consumo para el área de Ciclónica fueron los siguientes:

Fecha	130387	130385	130351	130503	130431	130418
5-11 ene	6217	6585	3428	734	0	1358
12-18 ene	2342	6251	2972	3196	0	5348
19-25 ene	4776	9408	2154	7164	1863	4451
26 ene-01 feb	11322	19205	5108	2083	5089	17
2-8 feb	10045	11262	5019	0	3386	234
9-15 feb	13362	8424	7636	1639	290	809
16-22 feb	13569	6317	6862	2487	0	625
23 feb-01 mar	13189	14991	6817	5032	0	115
2-8 mar	9381	17132	6550	5574	282	284
9-15 mar	15730	8479	11226	4638	683	0
16-22 mar	22847	10321	16661	1082	0	0
23-29 mar	28942	11577	12571	2582	1252	0
30 mar-05 abr	19808	4439	4231	9759	4138	1767
6-12 abr	12073	8656	1658	1065	10157	1527
13-19 abr	8299	15080	2296	1593	9917	396
20-26 abr	2013	7728	3087	285	1549	1093
27 abr-03 may	236	1984	5165	0	2685	1824
4-10 may	7426	12579	4491	688	301	822
11-17 may	8736	5198	6967	476	0	0
18-24 may	6485	6047	12196	2875	0	0
25-31 may	9815	11856	6159	7458	0	0
1-7 jun	10543	6266	6103	3984	305	234
8-14 jun	11108	3570	5407	4838	2994	2780
15-21 jun	7582	11744	4400	1077	2156	1887
22-28 jun	8002	15417	6211	3386	0	1611
29 jun-05 jul	13085	14356	5056	5325	0	379
6-12 jul	11647	14161	5033	2402	0	5126
13-19 jul	10105	7062	5215	5132	2437	5078
20-26 jul	18610	8747	5771	9358	1070	0
27 jul-02 ago	18052	9777	3205	4137	0	0
3-9 ago	7724	5373	3278	5951	0	0
10-16 ago	7220	6249	1286	152	2321	0
17-23 ago	3628	4846	2725	164	4429	2755
24-30 ago	4774	4237	3439	2068	804	6343
31 ago-06 sep	6822	11798	5955	4039	0	4393
7-13 sep	6863	10157	5014	1317	917	1227
14-20 sep	7719	8579	3059	549	2412	60
21-27 sep	10438	8467	6806	1531	149	0
28 sep-04 oct	10089	7528	9274	2210	0	0
5-11 oct	8829	6392	5743	2288	0	0
12-18 oct	7213	7468	3911	770	0	0
19-25 oct	9257	7280	2394	633	1627	0
26 oct-01 nov	10550	8852	5585	360	1189	0
2-8 nov	8892	5952	5811	4409	0	0
9-15 nov	8743	4608	5598	2450	0	0
16-22 nov	3651	2356	4978	5210	1211	0
23-29 nov	4614	10459	4620	4213	4273	0
30 nov-06 dic	13779	11933	2208	1230	0	0
7-13 dic	7158	8116	8571	3208	0	1669
14-20 dic	8528	18786	4348	2300	0	0
21-27 dic	10823	12699	6227	945	0	0
28 dic-03 ene	13707	11512	971	1002	0	0



Con esta información se procedió a obtener el consumo promedio diario por semana de cada alambre galvanizado para el área de ciclónica, así como la desviación estándar. Se utilizó el software Minitab para llevar a cabo los cálculos.

Los resultados para cada Alambre Galvanizado fueron los siguientes:

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
130387	52	9930	9075	9569	5175	718
130385	52	9197	8529	9027	4014	557
130351	52	5413	5082	5133	2939	408
130503	52	2828	2294	2616	2372	329
130431	52	1344	286	972	2233	310
130418	52	1043	87	813	1676	232

Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3
130387	236	28942	7172	11967
130385	1984	19205	6255	11784
130351	971	16661	3315	6223
130503	0	9759	959	4360
130431	0	10157	0	2083
130418	0	6343	0	1590

De estos valores utilizaremos el promedio y la desviación estándar.

Clave	Descripción	Toneladas en el periodo	Toneladas por día	Desviación estándar
130387	12.5 Comercial	3614	9.93	5.17
130385	ALAMBRE INT. GALV. 10.50 4 C0	3348	9.19	4.01
130351	10 Comercial	1960	5.41	2.93
130503	ALAMBRE INT. GALV. 13.25 0 C0	1029	2.82	2.37

Considerando que cada portarrollos para está área pesa un estimado de 0.7 toneladas, se obtienen los portarrollos por día al dividir las toneladas por día mas la desviación estándar entre el peso de cada portarrollo.

En el caso del e-lote de alambres galvanizados para ciclónica se esta considerando tener un día de inventario.

Clave	Descripción	Toneladas por día	Peso Portarrollo	Portarrollos Totales
130387	12.5 Comercial	9.93	0.7	14
130385	ALAMBRE INT. GALV. 10.50 4 C0	9.19	0.7	13
130351	10 Comercial	5.41	0.7	8
130503	ALAMBRE INT. GALV. 13.25 0 C0	2.82	0.7	4

Al igual que en graduadas, con los días que se querían de e-lote (se calculó con un día, a fin de no tener un inventario muy grande), se sacaron lo carretes totales necesarios para el e-lote y las toneladas máximas que podrán tener cuando el e-lote este lleno.

Clave	Descripción	Días e-lote	Portarrollos por día	Toneladas e-lote
130387	12.5 Comercial	1	14	9.93
130385	ALAMBRE INT. GALV. 10.50 4 C0	1	13	9.19
130351	10 Comercial	1	8	5.41
130503	ALAMBRE INT. GALV. 13.25 0 C0	1	4	2.82

Se dividieron los portarrollos máximos del e-lote entre 3 para poder sacar el número de carretes por cada espacio (rojo, amarillo y verde).

Clave	Descripción	e-lote		
130387	12.5 Comercial	5	5	5
130385	ALAMBRE INT. GALV. 10.50 4 C0	4	4	4
130351	10 Comercial	3	3	3
130503	ALAMBRE INT. GALV. 13.25 0 C0	2	2	2

Se sacó la cantidad de toneladas máximas de e-lote y la cantidad máxima de portarrollos que se podrían producir con ese e-lote en una semana.

Se comprobó con las 12 semanas de producción, si con el e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marcó en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir.

P/N	DESCRIPCION	toneladas e-lote	toneladas semana	PROGRAMA DE PRODUCCION CICLONICAS (TON)											
				sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12
130387	12.5 COMERCIAL	10.5	74	94	74	80	75	35	104	81	105	101	55	89	40
130385	10.5 COMERCIAL	8.4	59	105	109	56	69	22	27	82	96	79	14	51	65
130351	11 COMERCIAL	6.3	44	4	26	34	62	5	38	64	54	45	118	75	37
130503	13 COMERCIAL	4.2	29	7		86	37	140	66	50	31	17	6	0	31

Observando la cantidad de semanas en las que la producción fue mayor al promedio, se utilizó la desviación estándar, a fin de que el e-lote pudiera soportar las fluctuaciones de producción de las semanas y no se tuviera un exceso de inventario

P/N	DESCRIPCION	desv std/dia (ton)	Desv std/dia Portarrollos
130387	12.5 COMERCIAL	5	2
130385	10.5 COMERCIAL	4	3
130351	11 COMERCIAL	3	1
130503	13 COMERCIAL	2	1

Se sumó al número de portarrollos del e-lote, la desviación estándar en portarrollos, obteniendo el e-lote final.

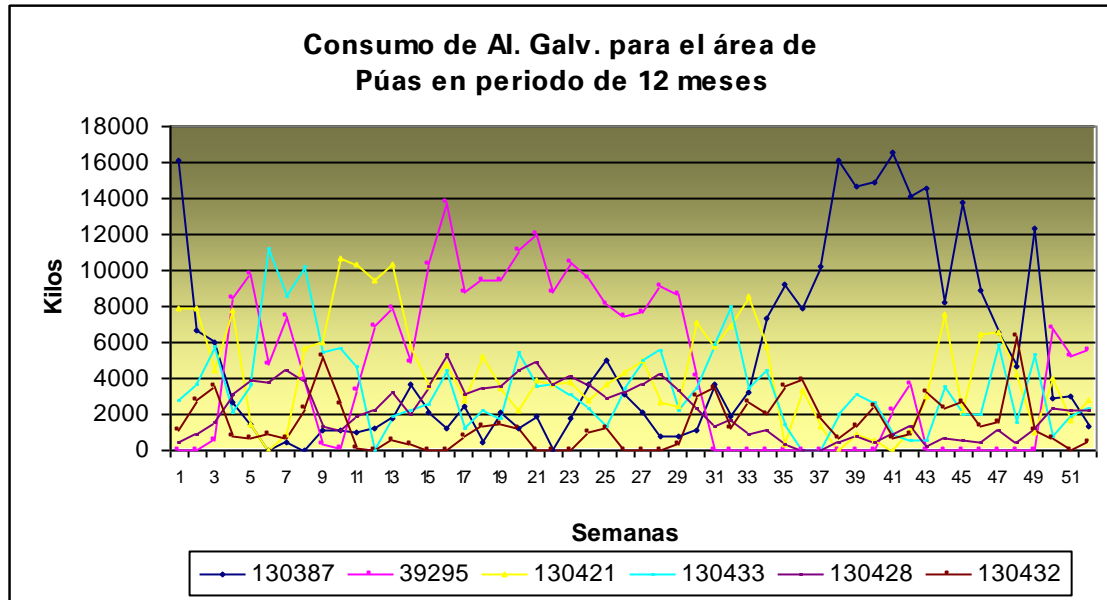
P/N	DESCRIPCION	Portarrollos e-lote ciclonicas			Desv std/dia Portarrollos	Portarrollos e-lote ciclonicas		
130387	12.5 COMERCIAL	5	5	5	2	7	7	7
130385	10.5 COMERCIAL	4	4	4	3	7	7	7
130351	11 COMERCIAL	3	3	3	1	4	4	4
130503	13 COMERCIAL	2	2	2	1	3	3	3

Se comprobó con las doce semanas de producción, si con el nuevo e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marcó en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir. Se puede observar que la cantidad de rojos bajo considerablemente comparado con el e-lote sin la desviación estándar

E-lote de Alambre Galvanizado para Púas

Los datos de alambre galvanizado de mayor consumo para el área de púas fueron los siguientes:

Fecha	130387	39295	130421	130433	130428	130432
5-11 ene	16118	0	7879	2791	448	1136
12-18 ene	6613	0	7902	3657	867	2787
19-25 ene	5987	527	4479	5738	1587	3571
26 ene-01 feb	2716	8399	7826	2084	3150	806
2-8 feb	1402	9827	1396	3637	3929	617
9-15 feb	0	4793	0	11233	3829	930
16-22 feb	433	7456	858	8573	4394	613
23 feb-01 mar	30	3906	5636	10244	3865	2379
2-8 mar	1147	317	5946	5416	1310	5239
9-15 mar	1075	154	10681	5670	1073	2598
16-22 mar	968	3387	10347	4653	1924	124
23-29 mar	1185	6877	9419	0	2232	0
30 mar-05 abr	1818	7944	10341	1942	3208	579
6-12 abr	3648	4930	5728	2178	2012	334
13-19 abr	2133	10307	3571	2572	3582	0
20-26 abr	1242	13805	4797	4417	5372	0
27 abr-03 may	2408	8815	2790	1171	3107	780
4-10 may	488	9466	5268	2178	3480	1359
11-17 may	2062	9449	3458	1749	3571	1415
18-24 may	1197	11117	2272	5458	4419	1205
25-31 may	1922	12030	3888	3606	4933	0
1-7 jun	0	8828	3706	3620	3628	0
8-14 jun	1773	10495	3743	3088	4121	0
15-21 jun	3691	9535	2821	2311	3645	977
22-28 jun	4968	8163	3703	1368	2884	1202
29 jun-05 jul	3129	7417	4319	3495	3270	0
6-12 jul	2119	7653	4982	4996	3676	0
13-19 jul	775	9136	2625	5576	4177	0
20-26 jul	789	8695	2456	2174	3375	347
27 jul-02 ago	1062	4086	7116	3434	2351	2945
3-9 ago	3716	0	5805	5837	1332	3402
10-16 ago	1852	0	6941	7990	1680	1265
17-23 ago	3247	0	8561	3474	912	2684
24-30 ago	7388	0	5729	4466	1155	2015
31 ago-06 sep	9234	0	378	1409	309	3584
7-13 sep	7884	0	3341	0	0	3940
14-20 sep	10196	0	1384	0	0	1796
21-27 sep	16101	0	0	1964	433	712
28 sep-04 oct	14624	0	849	3143	760	1385
5-11 oct	14843	0	536	2637	472	2491
12-18 oct	16523	2221	0	939	918	703
19-25 oct	14140	3721	1057	579	1325	853
26 oct-01 nov	14529	0	3008	544	170	3258
2-8 nov	8265	0	7583	3540	639	2311
9-15 nov	13773	0	2153	2011	551	2671
16-22 nov	8891	0	6406	1951	463	1325
23-29 nov	6577	0	6580	5930	1096	1578
30 nov-06 dic	4646	0	4224	1591	489	6337
7-13 dic	12339	0	1037	5279	1249	1068
14-20 dic	2910	6740	4029	755	2311	622
21-27 dic	2969	5205	1710	1881	2193	0
28 dic-03 ene	1312	5539	2725	2354	2224	394



Con esta información se procedió a obtener el consumo promedio diario por semana de cada alambre galvanizado para el área de púas, así como la desviación estándar. Se utilizó el software Minitab para llevar a cabo los cálculos.

Los resultados para cada alambre galvanizado fueron los siguientes:

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
130387	52	5170	2939	4784	5134	712
39295	52	4441	3996	4217	4340	602
130421	52	4307	3815	4187	2886	400
130433	52	3410	2939	3201	2449	340
130428	52	2194	2103	2157	1489	207
130432	52	1468	1102	1322	1431	199

Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3
130387	0	16523	1208	8170
39295	0	13805	0	8621
130421	0	10681	2183	6291
130433	0	11233	1896	4910
130428	0	5372	878	3579
130432	0	6337	359	2463

De estos valores utilizaremos el promedio y la desviación estándar.

Clave	Descripción	Toneladas en el periodo	Toneladas por día	Desviación estándar
130387	12.5 Comercial	1860	5.17	5.13
39295	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	1616	4.44	4.34
130421	ALAMBRE INT. GALV. 12.75 3 C0	1567	4.30	2.88
130433	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	1241	3.41	2.44
130428	ALAMBRE INT. GALV. 14.25 0 C1	798	2.19	1.48
130432	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C3	534	1.46	1.43

Considerando que cada portarrollos para está área pesa un estimado de 0.7 toneladas, se obtienen los portarrollos por día al dividir las toneladas por día mas la desviación estándar entre el peso de cada portarrollo.

En el caso del e-lote de alambres galvanizados para púas se esta considerando tener un día de inventario.

Clave	Descripción	Toneladas Por día	Peso Portarrollo	Portarrollos por día
130387	12.5 Comercial	5.17	0.7	9
39295	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	4.44	0.7	6
130421	ALAMBRE INT. GALV. 12.75 3 C0	4.30	0.7	6
130433	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	3.41	0.7	6
130428	ALAMBRE INT. GALV. 14.25 0 C1	2.19	0.7	3
130432	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C3	1.46	0.7	3

Al igual que en Púas, con los días que se querían de e-lote (se pidió calcularlo con un día, a fin de no tener un inventario muy grande), se sacaron lo carretes totales necesarios para el e-lote y las toneladas máximas que podrán tener cuando el e-lote este lleno.

Clave	Descripción	Días e-lote	Portarrollos por día	Toneladas e-lote
130387	12.5 Comercial	1	9	6.3
39295	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	1	6	4.2
130421	ALAMBRE INT. GALV. 12.75 3 C0	1	6	4.2
130433	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	1	6	4.2
130428	ALAMBRE INT. GALV. 14.25 0 C1	1	3	2.1

Se dividieron los portarrollos máximos del e-lote entre 3 para poder sacar el número de carretes por cada espacio (rojo, amarillo y verde).

Clave	Descripción	e-lote		
130387	12.5 Comercial	3	3	3
39295	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	2	2	2
130421	ALAMBRE INT. GALV. 12.75 3 C0	2	2	2
130433	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C1	2	2	2
130428	ALAMBRE INT. GALV. 14.25 0 C1	1	1	1
130432	ALAMBRE INT. GALV. 12.50 2 C3	1	1	1

Se sacó la cantidad de toneladas máximas de e-lote y la cantidad máxima de portarrollos que se podrían producir con ese e-lote en una semana.

Se comprobó con las 12 semanas de producción, si con el e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marcó en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir.

P/N	DESCRIPCION	Toneladas e-lote	Toneladas semana	PROGRAMA DE PRODUCCION PUAS (TON)											
				sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12
130387	12.5 COMERCIAL	6.3	44	10	11	11	34	47	10	36	0	24	36	27	12
39295	12.5 CI PUAS BCO.	4.2	29	47	51	52	0	22	31	10	60	0	48	0	0
130421	12.5 COM. SPCL.	4.2	29	35	29	30	53	19	36	56	50	63	33	44	33
130433	12.5 CI GRAD.	4.2	29	11	30	10	0	0	20	36	12	33	12	44	72
130428	14 CI PUAS	2.1	15	17	24	19	0	7	15	11	22	6	18	12	13
130432	12.5 CIII PUAS	2.1	15	7	0	34	38	42	10	0	12	12	10	24	12

Observando la cantidad de semanas en las que la producción fue mayor al promedio, se utilizó la desviación estándar, a fin de que el e-lote pudiera soportar las fluctuaciones de producción de las semanas y no se tuviera un exceso de inventario

P/N	DESCRIPCION	Desv std/dia (ton)	Desv std/dia Portarrollos
130387	12.5 COMERCIAL	5	2
39295	12.5 CI PUAS BCO.	4	2
130421	12.5 COM. SPCL.	3	2
130433	12.5 CI GRAD.	3	1
130428	14 CI PUAS	2	1
130432	12.5 CIII PUAS	2	1

Se sumó al número de portarrollos del e-lote, la desviación estándar en portarrollos, obteniendo el e-lote final.

P/N	DESCRIPCION	Portarrollos e-lote puas			Desv std/dia Portarrollos	Portarrollos e-lote puas		
130387	12.5 COMERCIAL	3	3	3	2	5	5	5
39295	12.5 CI PUAS BCO.	2	2	2	2	4	4	4
130421	12.5 COM. SPCL.	2	2	2	2	4	4	4
130433	12.5 CI GRAD.	2	2	2	1	3	3	3
130428	14 CI PUAS	1	1	1	1	2	2	2
130432	12.5 CIII PUAS	1	1	1	1	2	2	2

Se comprobó con las doce semanas de producción, si con el nuevo e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marcó en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir. Se puede observar que la cantidad de rojos bajo considerablemente comparado con el e-lote sin la desviación estándar

P/N	DESCRIPCION	Toneladas e-lote	Toneladas semana	PROGRAMA DE PRODUCCION PUAS (TON)											
				sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem 6	sem 7	sem 8	sem 9	sem 10	sem 11	sem 12
130387	12.5 COMERCIAL	10.5	74	10	11	11	34	47	10	36	0	24	36	27	12
39295	12.5 CI PUAS BCO.	8.5	60	47	51	52	0	22	31	10	60	0	48	0	0
130421	12.5 COM. SPCL.	8.4	59	35	29	30	53	19	36	56	50	63	33	44	33
130433	12.5 CI GRAD.	6.3	44	11	30	10	0	0	20	36	12	33	12	44	72
130428	14 CI PUAS	4.2	29	17	24	19	0	7	15	11	22	6	18	12	13
130432	12.5 CIII PUAS	4.2	29	7	0	34	38	42	10	0	12	12	10	24	12

Cálculo del e-lote del Área de Trefilado

Los alambres negros de mayor consumo deben ser considerados como MTS (Make to Stock) y dado que la mezcla y consumo de estos alambres va cambiando a través del año, el cálculo del e-lote para el área de galvanizado debe llevarse a cabo con las siguientes consideraciones:

- Para el cálculo del e-lote se debe tomar en cuenta entre el 80 y 90% de los alambres de mayor consumo durante el periodo.
- Para el calculo del e-lote se esta tomando en cuenta un periodo inmediato anterior de tres meses del año 2004, dado que no se contaba con información por semana del consumo de alambre negro del año 2003.
- Con el consumo inmediato anterior de tres meses, se obtiene el consumo diario promedio por semana en toneladas, así como la desviación estándar, con el propósito de soportar las fluctuaciones que hay en el consumo del alambre negro. Los datos de consumo diario se han agrupado por semanas, dado que las fluctuaciones son tan grandes en el consumo diario que en el calculo de la desviación estándar obtendríamos un numero muy grande y con eso los requerimientos de inventario serían altos.

Los datos de alambre trefilado de mayor consumo en las primeras 12 semanas del año son los siguientes:

P/N	DESCRIPCION	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
130542	12.5 COMERCIAL	216	233	250	220	284	260	330	129	285	213	270	255
130551	14.5 COMERCIAL	41	35	43	61	65	165	138	293	198	248	210	103
130402	13 COMERCIAL	7	0	86	38	98	53	50	32	18	0	11	30
131340	14.5 FINO	50	42	48	75	80	66	89	89	92	93	93	104
131276	10.5 COMERCIAL	108	112	60	79	0	15	60	80	80	18	54	68,63
130332	11 COMERCIAL	9	32	42	76,45	29	44	75	102	60	141	98	65
131268	10 COMERCIAL	30	28	35	27	50	11	45	20	18	33	24	39
130549	12.5 CIII PUAS	13	12	43	39	84	75	0	0	33	33	8	16

Enseguida obtenemos el promedio diario por semana de cada uno de los alambres.

P/N	DESCRIPCION	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
130542	12.5 COMERCIAL	35.9	38.8	41.7	36.7	47.3	43.3	55.0	21.5	47.5	35.5	45.0	42.5
130551	14.5 COMERCIAL	6.9	5.9	7.2	10.2	10.8	27.5	23.0	48.8	33.0	41.3	35.0	17.1
130402	13 COMERCIAL	1.2	0.0	14.4	6.3	16.3	8.8	8.3	5.3	3.0	0.0	1.8	5.1
131340	14.5 FINO	8.3	7.0	8.0	12.5	13.3	11.0	14.8	14.8	15.3	15.5	15.5	17.3
131276	10.5 COMERCIAL	18.0	18.7	10.0	13.1	0.0	2.5	10.0	13.3	13.3	3.0	9.0	11.4
130332	11 COMERCIAL	1.4	5.3	6.9	12.7	4.8	7.3	12.5	17.0	10.0	23.5	16.3	10.8
131268	10 COMERCIAL	4.9	4.7	5.8	4.5	8.3	1.8	7.5	3.3	3.0	5.5	4.0	6.6
130549	12.5 CIII PUAS	2.2	1.9	7.2	6.5	14.0	12.5	0.0	0.0	5.5	5.5	1.3	2.6

Con esta información obtenemos la información del promedio diario del periodo y la desviación estándar. Para este cálculo se puede utilizar cualquier paquete estadístico, incluyendo el que tiene el excel. En este caso se utilizo el Software Minitab

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
130542	12	40.89	42.10	41.42	8.32	2.40
130551	12	22.23	20.05	21.20	14.79	4.27
130402	12	5.87	5.20	5.42	5.33	1.54
131340	12	12.775	14.050	12.900	3.432	0.991
131276	12	10.19	10.70	10.36	5.87	1.69
130332	12	10.71	10.40	10.36	6.17	1.78
131268	12	4.992	4.800	4.980	1.885	0.544
130549	12	4.93	4.05	4.52	4.59	1.32
39296	12	4.47	4.45	4.36	4.01	1.16

Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3
130542	21.50	55.00	36.10	46.72
130551	5.90	48.80	7.95	34.50
130402	0.00	16.30	1.35	8.68
131340	7.000	17.300	8.975	15.450
131276	0.00	18.70	4.50	13.30
130332	1.40	23.50	5.70	15.40
131268	1.800	8.300	3.475	6.400
130549	0.00	14.00	1.45	7.03
39296	0.00	10.00	0.00	8.38

Teniendo los datos de toneladas promedio por día, obtenemos la cantidad de carretes por día al dividir las toneladas promedio por día entre el peso aproximado de cada carrete que es de 1.5 toneladas.

P/N	DESCRIPCION	ton/dia	peso/carrete	carretes/dia
130542	12.5 COMERCIAL	41	1.5	27
130551	14.5 COMERCIAL	22	1.5	15
130402	13 COMERCIAL	6	1.5	4
131340	14.5 FINO	13	1.5	9
131276	10.5 COMERCIAL	10	1.5	7
130332	11 COMERCIAL	11	1.5	7
131268	10 COMERCIAL	5	1.5	3
130549	12.5 CIII PUAS	5	1.5	3
39296	12.5 CI PUAS BCO.	4	1.5	3

Con los días que se querían de e-lote (se pidió calcularlo con 1.5 días, a fin de no tener un inventario muy grande), se sacaron lo carretes totales necesarios para el e-lote y las toneladas máximas que podrán tener cuando el e-lote este lleno.

P/N	DESCRIPCION	días de e-lote	carretes necesarios	toneladas e-lote
130542	12.5 COMERCIAL	1.5	42	63
130551	14.5 COMERCIAL	1.5	21	32
130402	13 COMERCIAL	1.5	9	14
131340	14.5 FINO	1.5	15	23
131276	10.5 COMERCIAL	1.5	12	18
130332	11 COMERCIAL	1.5	12	18
131268	10 COMERCIAL	1.5	6	9
130549	12.5 CIII PUAS	1.5	5	7
39296	12.5 CI PUAS BCO.	1.5	6	9

Se dividieron las carretes máximos del e-lote entre 3 para poder sacar el número de carretes por cada espacio (rojo, amarillo y verde).

NOTA: El numero mínimo de carretes para considerarlo como parte del e-lote es de 4 carretes, en caso de que alguno de los alambres de los considerados

dentro del 85 - 90% de los de mayor consumo no llegue al mínimo de carretes se considerara como MTO (make to order).

P/N	DESCRIPCION	carretes kanban		
130542	12.5 COMERCIAL	14	14	14
130551	14.5 COMERCIAL	7	7	7
130402	13 COMERCIAL	3	3	3
131340	14.5 FINO	5	5	5
131276	10.5 COMERCIAL	4	4	4
130332	11 COMERCIAL	4	4	4
131268	10 COMERCIAL	2	2	2
130549	12.5 CIII PUAS	2	2	2
39296	12.5 CI PUAS BCO.	2	2	2

Se sacó la cantidad de toneladas máximas de e-lote y la cantidad máxima de carretes que se podrían producir con ese e-lote en una semana.

Se comprobó con las 12 semanas de producción, si con el e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marcó en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir.

P/N	DESCRIPCION	toneladas e-lote	toneladas semana	PROGRAMA DE PRODUCCION DE TREFILADO											
				SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
130542	12.5 COMERCIAL	63	252	216	233	250	220	284	260	330	129	285	213	270	255
130551	14.5 COMERCIAL	32	126	41	35	43	61	65	165	138	293	198	248	210	103
130402	13 COMERCIAL	14	54	7		86	38	98	53	50	32	18		11	30
131340	14.5 FINO	23	90	50	42	48	75	80	66	89	89	92	93	93	104
131276	10.5 COMERCIAL	18	72	108	112	60	79		15	60	80	80	18	54	69
130332	11 COMERCIAL	18	72	9	32	42	76	29	44	75	102	60	141	98	65
131268	10 COMERCIAL	9	36	30	28	35	27	50	11	45	20	18	33	24	39
130549	12.5 CIII PUAS	7	30	13	12	43	39	84	75			33	33	8	16
39296	12.5 CI PUAS BCO.	9	36	47	51	52		22	31	10	60		48		

Observando la cantidad de semanas en las que la producción fue mayor al promedio, se utilizo la desviación estándar, a fin de que el e-lote pudiera soportar

las fluctuaciones de producción de las semanas y no se tuviera un exceso de inventario.

P/N	DESCRIPCION	Desv std/ sem (ton)	Desv std/ e-lote (carretes)
130542	12.5 COMERCIAL	50	3
130551	14.5 COMERCIAL	89	5
130402	13 COMERCIAL	30	2
131340	14.5 FINO	21	1
131276	10.5 COMERCIAL	31	2
130332	11 COMERCIAL	37	2
131268	10 COMERCIAL	11	1
130549	12.5 CIII PUAS	26	1
39296	12.5 CI PUAS BCO.	17	1

Se sumó al número de carretes del e-lote, la desviación estándar en carretes, obteniendo el e-lote final.

P/N	DESCRIPCION	carretes			Desv std/e-lote (carretes)	carretes		
		e-lote				e-lote final		
130542	12.5 COMERCIAL	14	14	14	3	17	17	17
130551	14.5 COMERCIAL	7	7	7	5	12	12	12
130402	13 COMERCIAL	3	3	3	2	5	5	5
131340	14.5 FINO	5	5	5	1	6	6	6
131276	10.5 COMERCIAL	4	4	4	2	6	6	6
130332	11 COMERCIAL	4	4	4	2	6	6	6
131268	10 COMERCIAL	2	2	2	1	3	3	3
130549	12.5 CIII PUAS	2	2	2	1	3	3	3
39296	12.5 CI PUAS BCO.	2	2	2	1	3	3	3

Se comprobó con las doce semanas de producción, si con el nuevo e-lote establecido se cubriría el requerimiento. Se marcó en color rojo aquellos en que las cantidades mayores fueran superiores al máximo que se podría producir. Se puede observar que la cantidad de rojos bajo considerablemente comparado con el e-lote sin la desviación estándar

P/N	DESCRIPCION	toneladas/ e-lote	toneladas/ semana	PROGRAMA DE PRODUCCION DE TREFILADO											
				SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12
130542	12.5 COMERCIAL	77	306	216	233	250	220	284	260	330	129	285	213	270	255
130551	14.5 COMERCIAL	54	215	41	35	43	61	65	165	138	293	198	248	210	103
130402	13 COMERCIAL	23	90	7		86	38	98	53	50	32	18		11	30
131340	14.5 FINO	28	111	50	42	48	75	80	66	89	89	92	93	93	104
131276	10.5 COMERCIAL	27	108	108	112	60	79		15	60	80	80	18	54	69
130332	11 COMERCIAL	27	109	9	32	42	76	29	44	75	102	60	141	98	65
131268	10 COMERCIAL	14	54	30	28	35	27	50	11	45	20	18	33	24	39
130549	12.5 CIII PUAS	14	54	13	12	43	39	84	75			33	33	8	16
39296	12.5 CI PUAS BCO.	13	53	47	51	52		22	31	10	60		48		

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.- Conclusiones

El E-lot es lo que liga la manufactura tradicional con el *Justo a Tiempo*. Es decir, se trabaja normalmente con el flujo continuo sin tener grandes cantidades de inventario entre cada uno de los procesos, pero a diferencia de del JIT este mantendrá trabajando la línea ante pequeñas interrupciones llamadas ruido.

En *Justo a Tiempo*, el ideal es la producción sin inventarios. La idea es que la atención de los Gerentes tiene que ser forzada a resolver problemas de calidad y otros en el piso. El mejor método para forzar la atención gerencial es el paro de líneas y por lo tanto menos producción con menos inventario promovería el análisis de la causa raíz y la resolución de problemas a un nivel fundamental.

De cualquier manera, el problema con JIT es que éste reacciona al ruido. Como no hay inventario en ningún lugar del sistema, aun una pequeña interrupción podría parar la línea. Si hay un paro de línea, tendría valor la confusión que creé. Esta sería una causa sistemática para que valiera la pena. Si no, no hay porque hacerlo así.

Cómo distinguimos entre interrupciones sistemáticas y aleatorias? Aquí es donde el control estadístico del proceso viene a ayudar. Por definir la sensibilidad límite para la salida del proceso y proveyendo un pequeño lote de inventario aparte del proceso, el cual no sería agotado aún si el proceso lo consume mientras está todavía dentro de los límites de sensibilidad, distinguimos entre interrupciones aleatorias y sistemáticas.

En corto, definimos un pequeño inventario aparte del proceso, el cual cuando fuera agotado indicaría una interrupción sistemática. Este es el E-lot.

Apendice

- Kanban y Just in Time en Toyota, editado por Productivity. Autor: Toyota
- El sistema de producción Toyota, editado por Productivity. Autor: Taiichi Ohno.
- Estadística en las Organizaciones, editado por Alfaomega. Autor: Mason y Lind.