

# Control de procesos multivariante. Un paso más para mejorar la confiabilidad de los procesos industriales.

# Índice

- Introducción
- Descripción del problema
- SPC (Statistical Process Control)
- Análisis Multivariante.
- Aplicación del PCA.

# Introducción

- Motivación del trabajo.

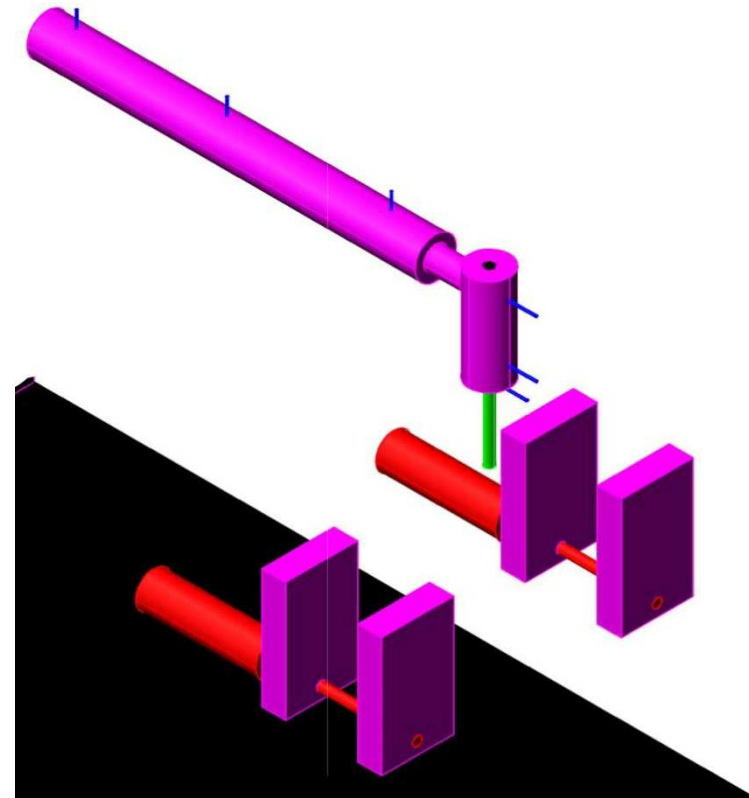
Acción de consultoría para una empresa dedicada al suministro de envases debido a la aparición de problemas de calidad.

# Introducción. Proceso

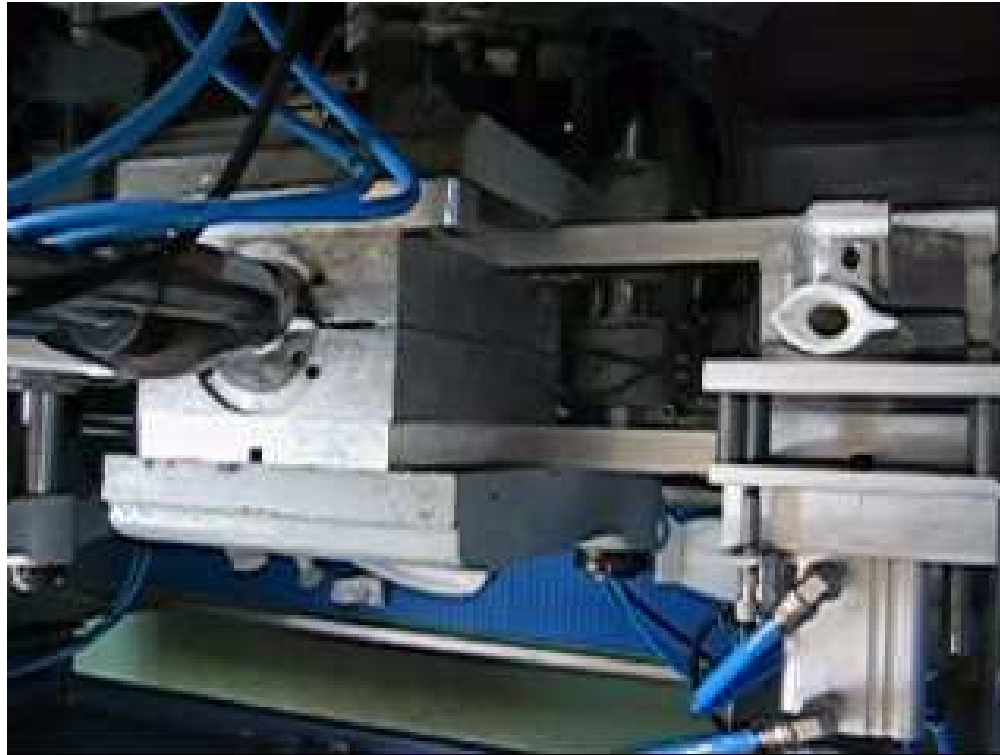
Proceso de formado de envases de polietileno mediante proceso de extrusión-soplado, con un sistema de doble molde.

# Introducción. Proceso

Esquema de la  
extrusora, cabezal  
y moldes.

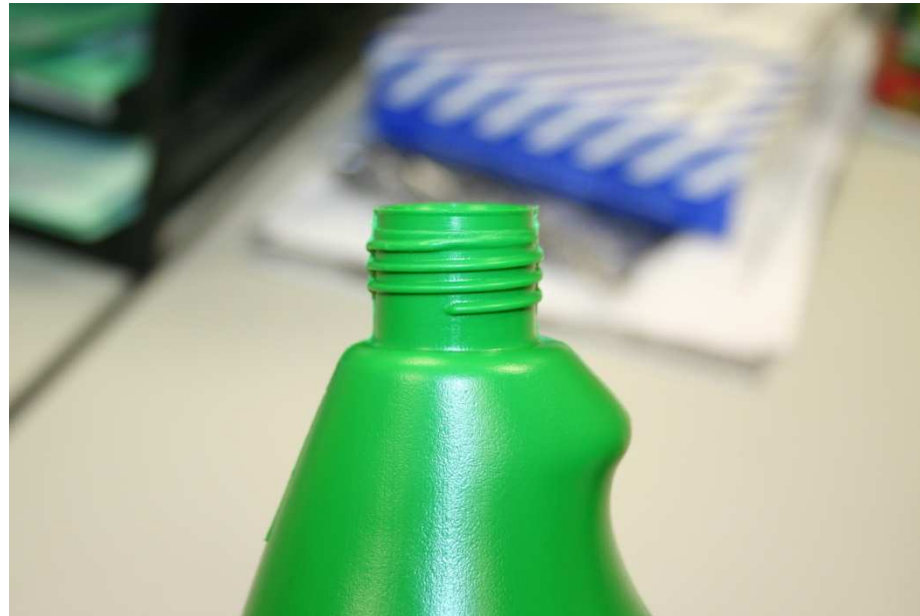


# Introducción. Proceso



# Introducción. Problema

- Zona débil debido a una disminución del peso.

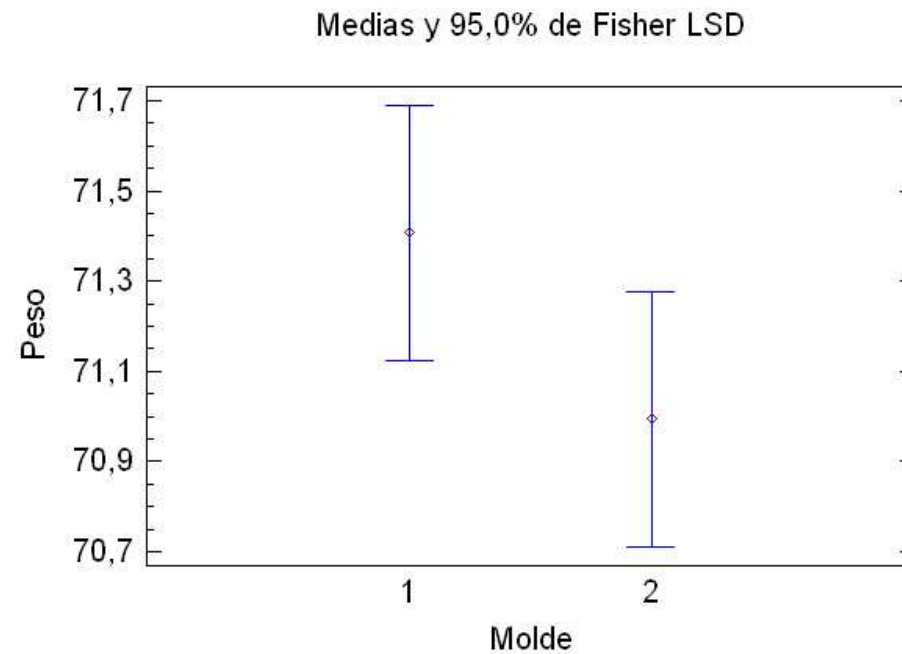


# ANOVA

Se realiza un análisis de la varianza para detectar si existen diferencias significativas entre los envases producidos por los dos moldes.



# ANOVA

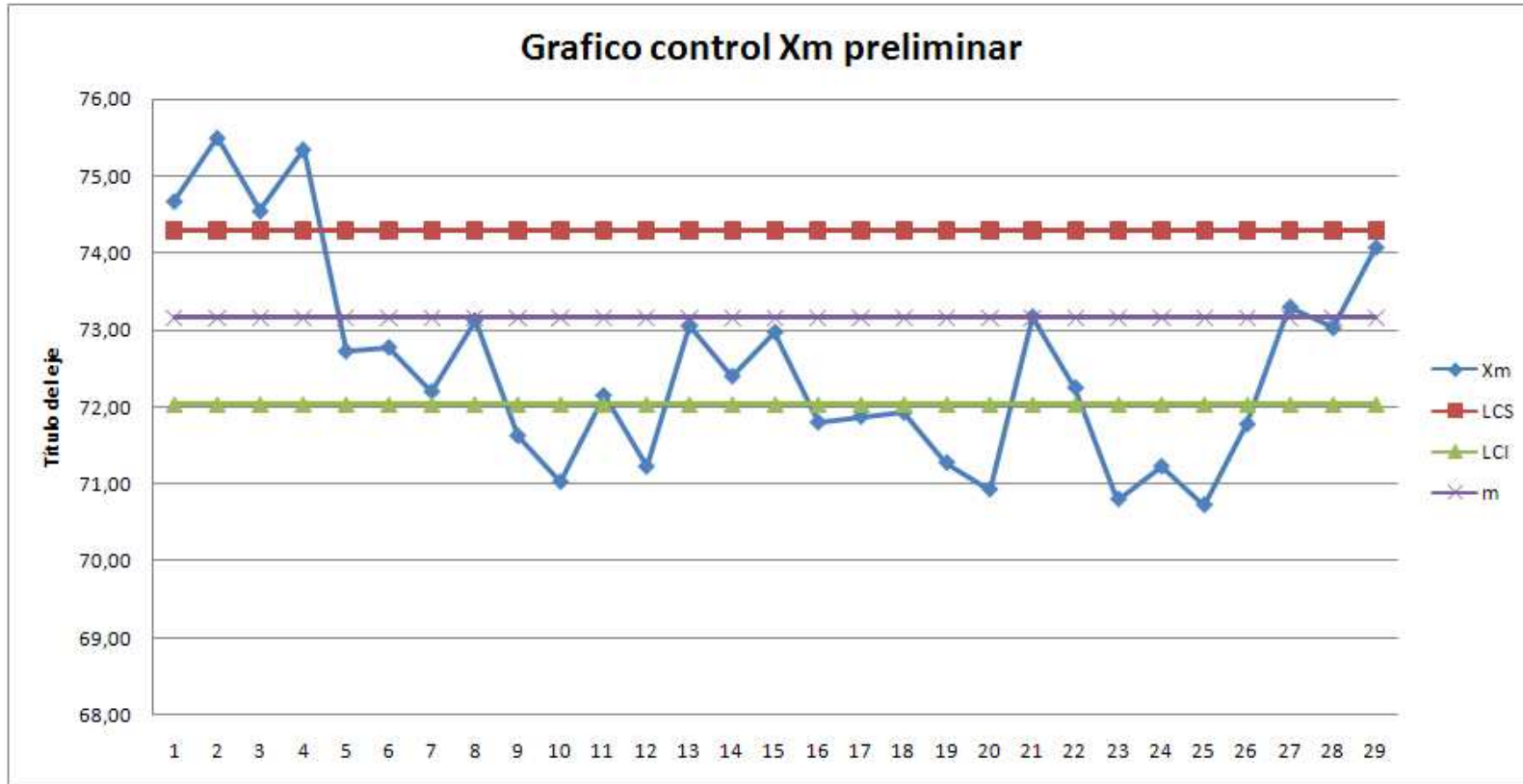


# SPC

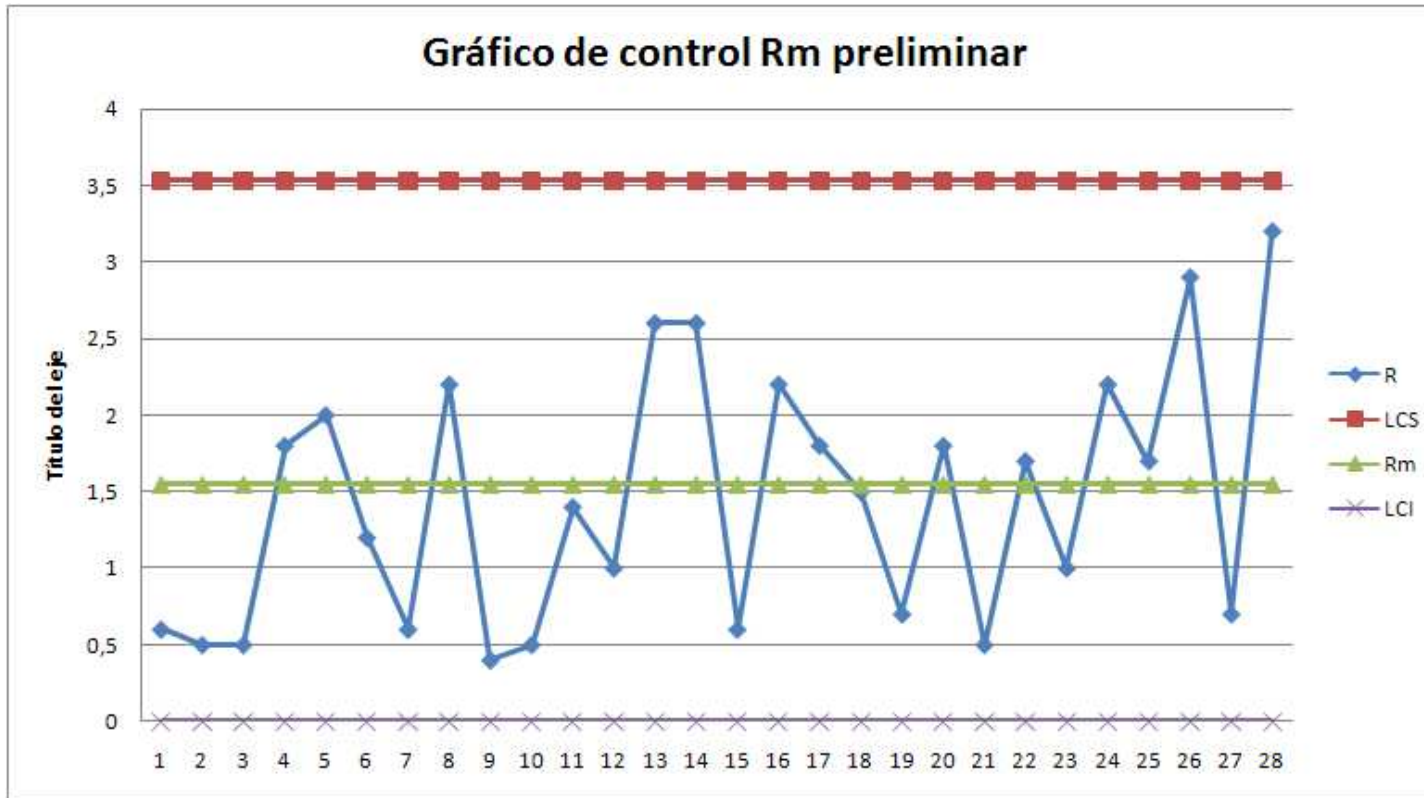
Statistical Process Control para detectar como está funcionando la máquina.

Variable de calidad: peso del envase.


# SPC. Gráfico de control



# SPC. Gráfico de control



# SPC. Limitaciones

- Solamente monitorizamos variables de calidad y no del proceso.
- En este caso no es un análisis destructivo y es relativamente rápido de realizar.
- Cada variable se suele monitorizar por separado (riesgo de falsas alarmas). 

# SPC. Limitaciones

- La explicación de las causas que motivan el problema de calidad no queda claro.
- Cuando se detectan un positivo ya se ha fabricado el producto.

# Análisis multivariante

Métodos estadísticos de proyección multivariante:

- PCA (Principal Component Analysis).
- PLS (Partial Least Squares).

# Análisis multivariante. Ventajas

- Incrementa la relación señal/ruido.
- Puede trabajar con datos faltantes.
- Puede monitorizar datos de proceso y de calidad.
- Puede encontrar relaciones entre variables de proceso y variables respuesta (calidad).



# Aplicación. Muestreo

- Se muestrean datos en continuo del equipo productivo.
- En total 29 variables muestreadas.
- Sistema de captura SCADA.

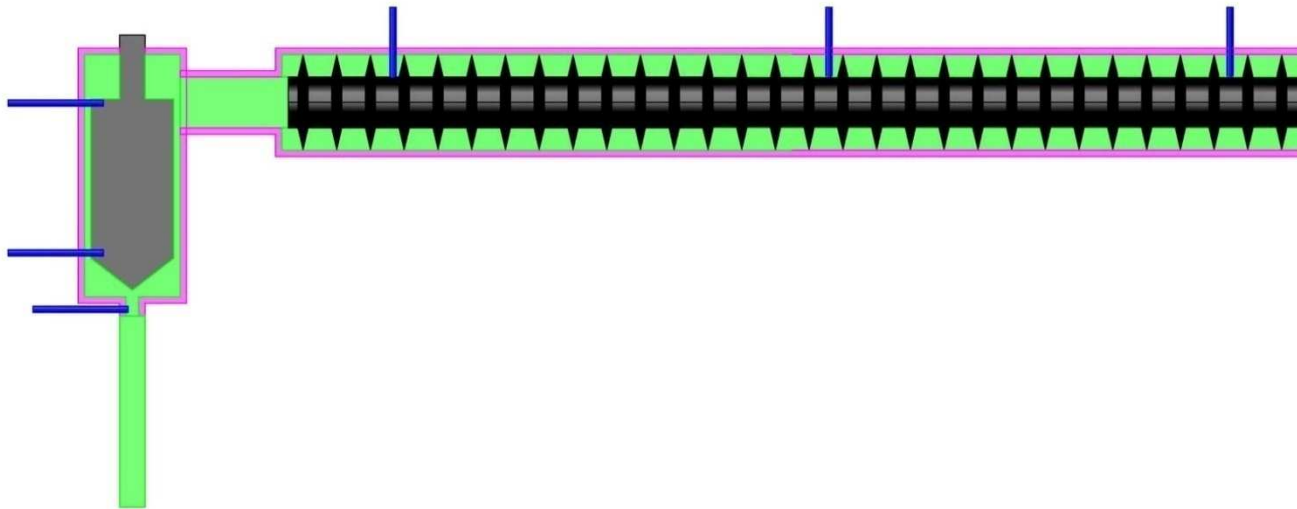
# Aplicación. Muestreo

## VARIABLES

- Intensidad de consumo eléctrico.
- Tiempo de ciclo (s).
- Velocidad de ciclo.
- Temperatura.
- Presión hidráulica.

# Aplicación. Muestreo

- Sensores de temperatura



# Aplicación. Muestreo

## ESTRUCTURA DE LOS DATOS:

- Formato (tipos de producto).
- Batch (lote de un día de trabajo)
- Operación (producción, enfriado, calentamiento y pausa).

# Aplicación. Recogida de datos

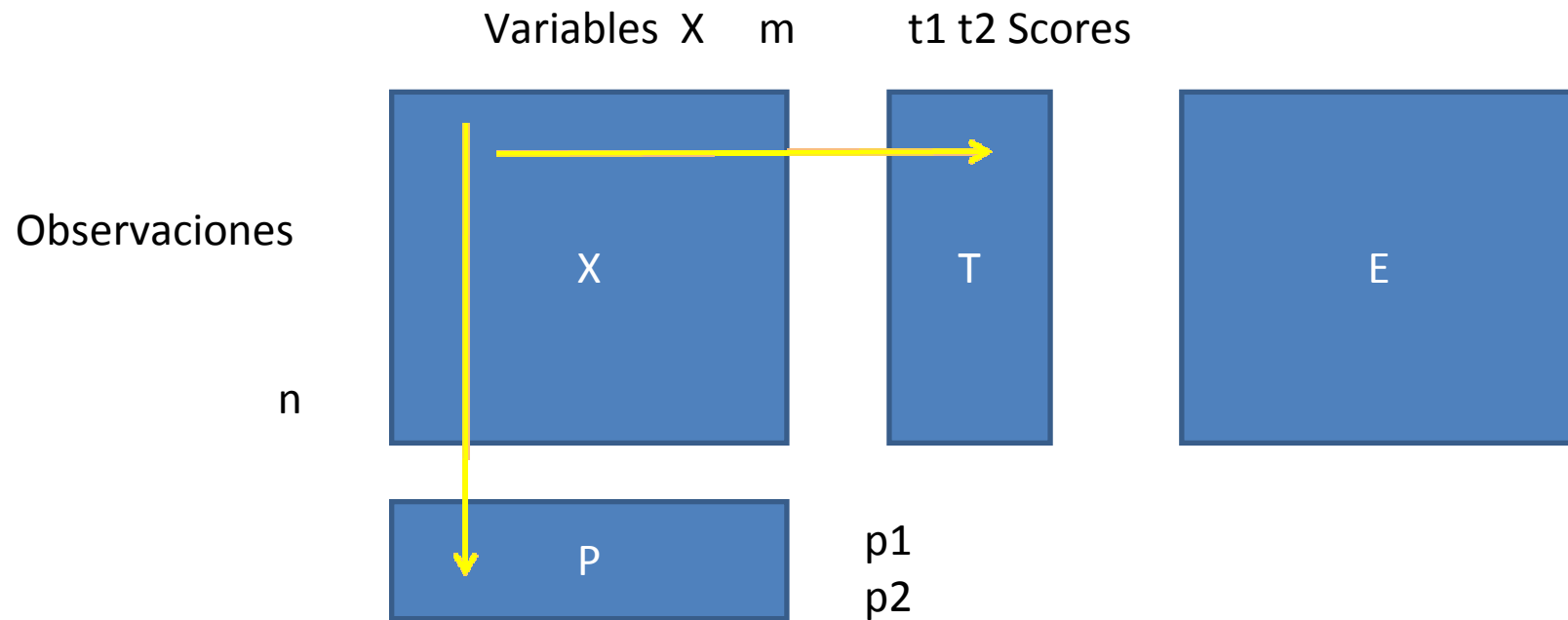
En total se han recogido 9000 puntos.

Agrupados en 9 lotes.

Agrupados en 3 formatos.

# Análisis PCA

$$X = TP^T + E$$



# Análisis PCA

amazon - Google Search | simca-p manual - Google Se... | www.umetrics.com:81/dow... |

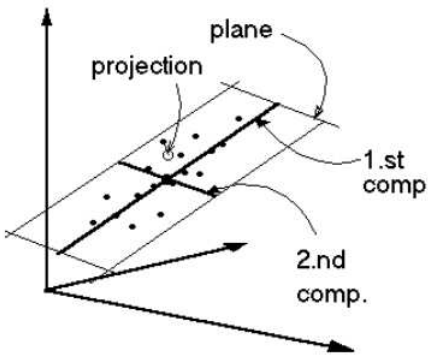
www.umetrics.com:81/download/kb/SIMCA-P\_v11\_getting\_started.pdf

OP | http://www.sindicat... | ISI Web of Knowledg... | correo upc | Bibliotècnica | Real Academia Españ... | IOL Home - INFORMS... | Otros marcadores

## What is a Projection?

### Reduction of dimensionality, model in latent variables

- Algebraically
  - Summarizes the information in the observations as a few new (latent) variables
- Geometrically
  - The swarm of points in a K dimensional space (K = number of variables) is approximated by a (hyper)plane and the points are projected on that plane.



UMETRICS | www.umetrics.com | 05-08-17 | SIMCA-P Getting started.ppt | 2 (29)

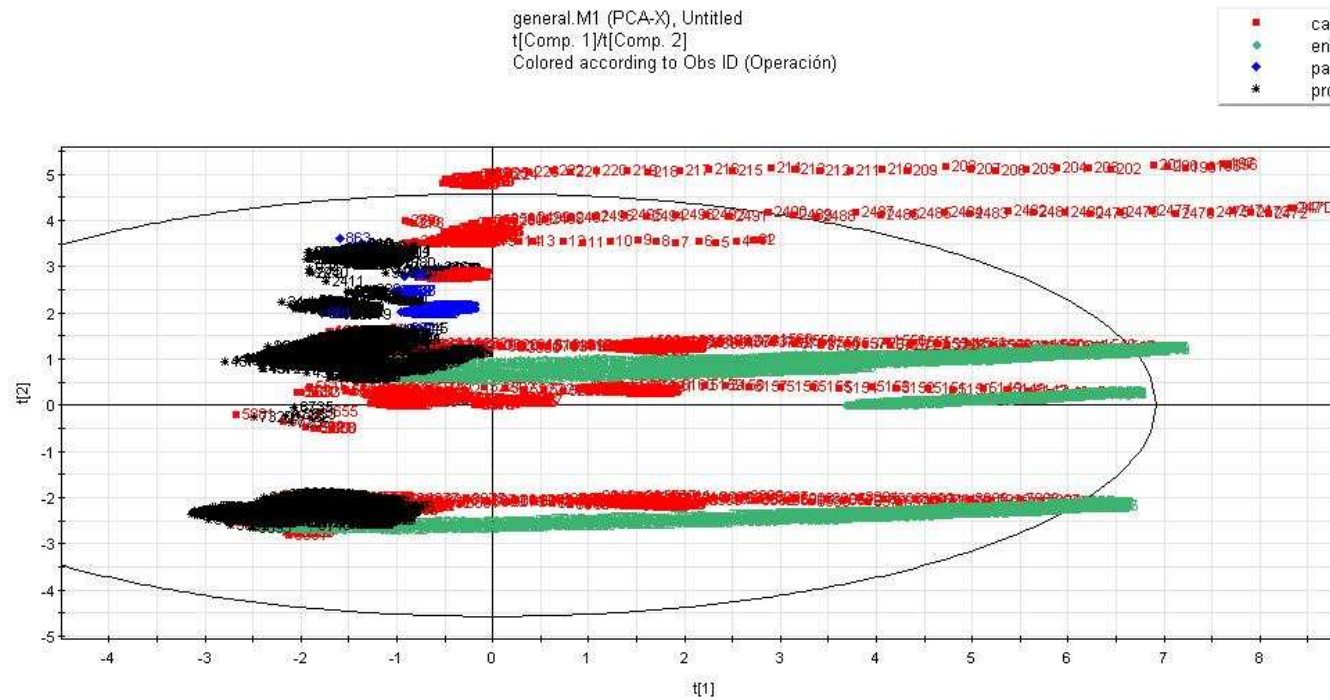
# Análisis PCA

- Reducción de la dimensionalidad.
- Conjunto de variables correlacionadas son transformadas a otro grupo menor de variables no correlacionadas.
- Encontrar en el espacio de las variables el subespacio donde la variabilidad es mayor.
- Algoritmo NIPALS.

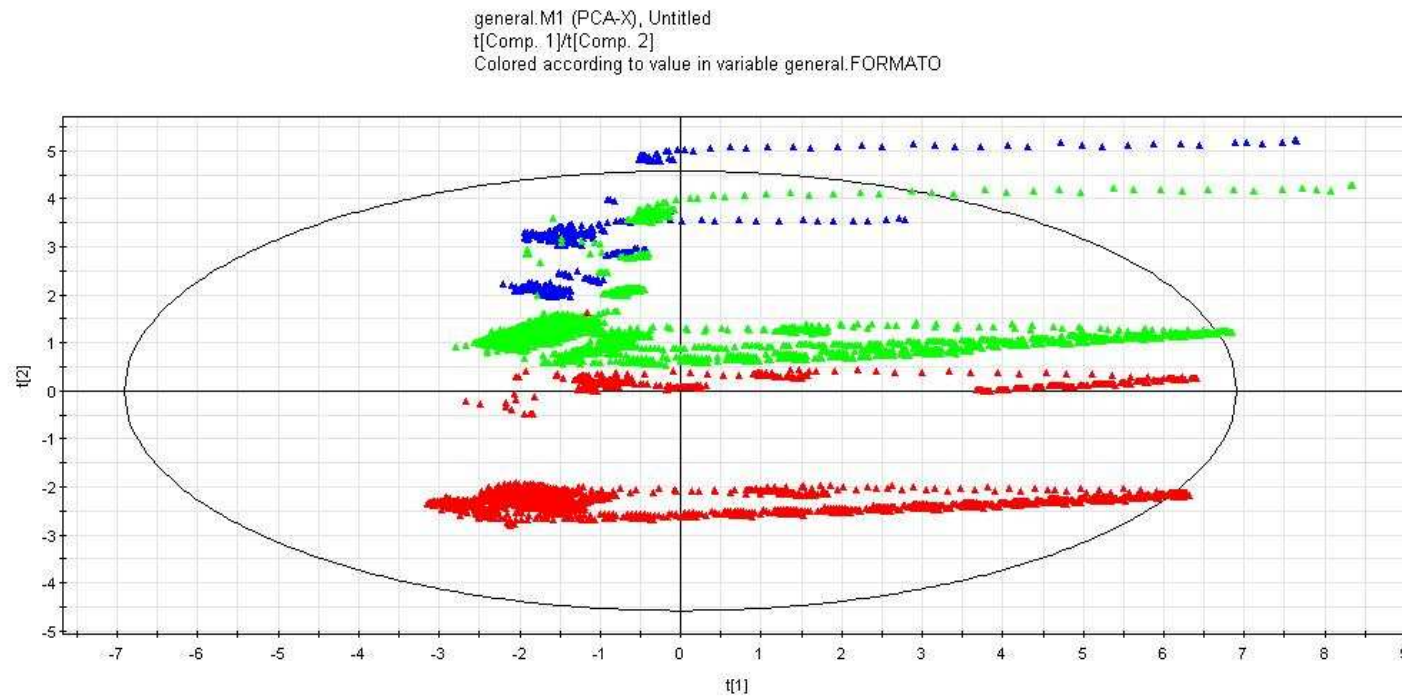


# PCA. Scores según operación

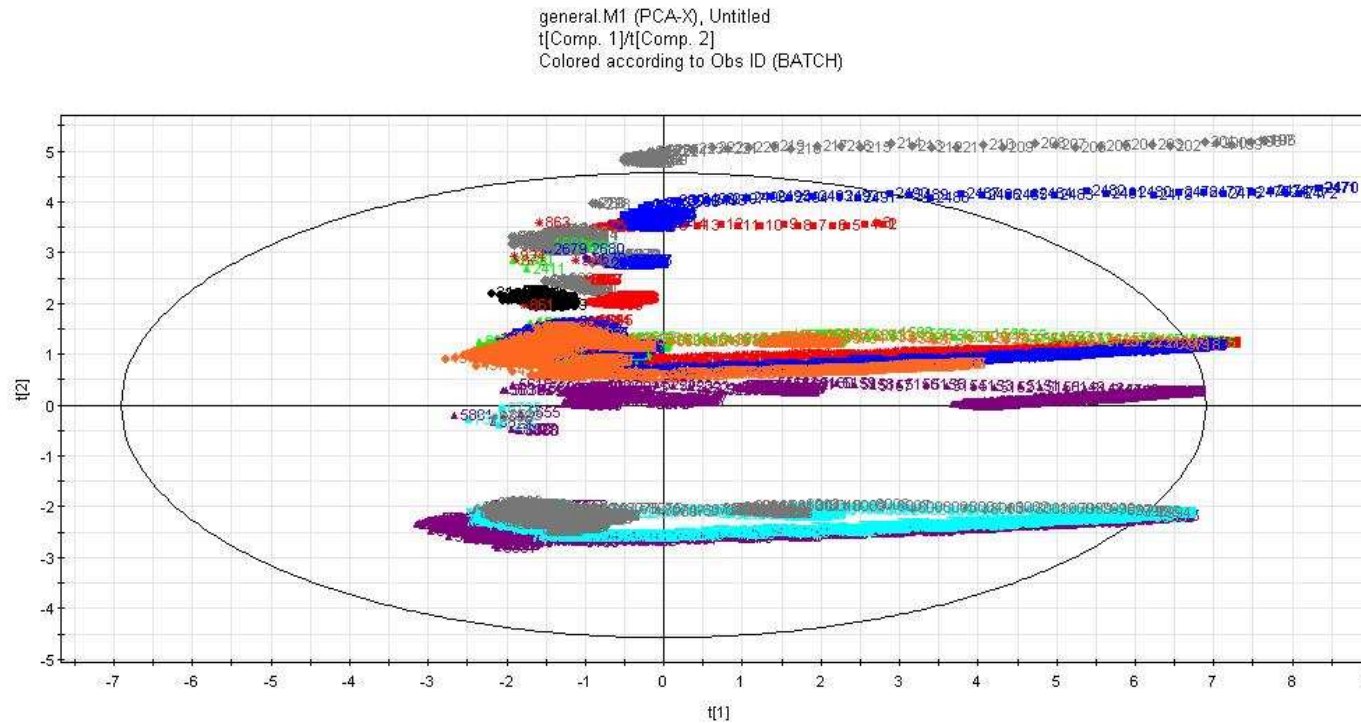
Negro: operación.



# PCA. Scores según formato



# PCA. Scores por batch

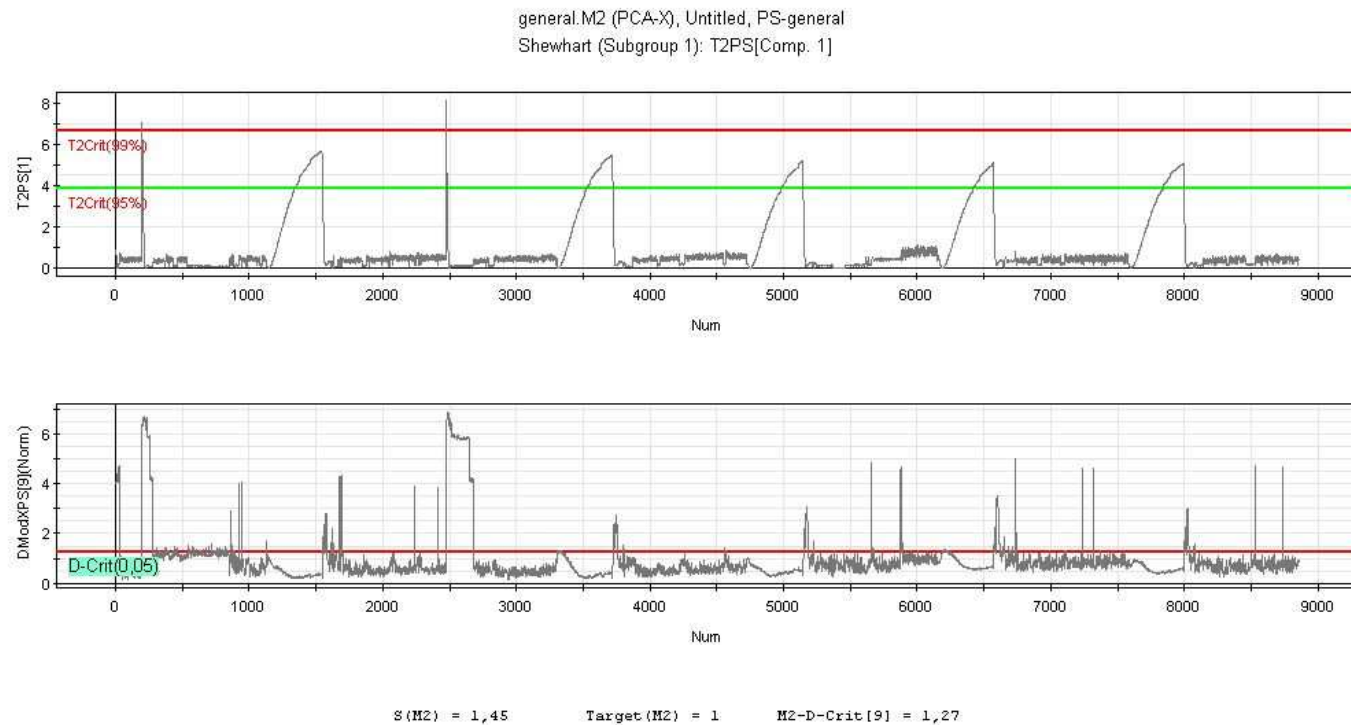


# PCA. Gráficos de control

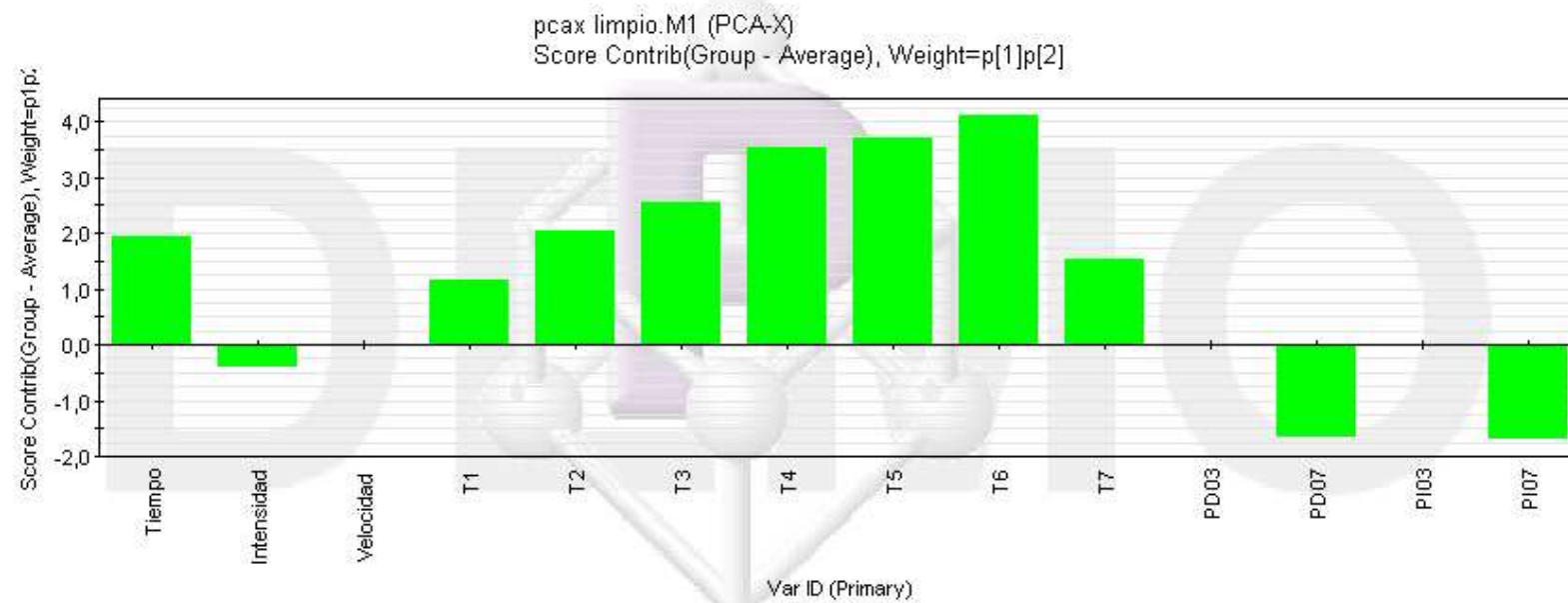
- Se trabaja con dos gráficos de control:
- A) Gráfico de Shewhart: parte que puede explicar el modelo.
- B) Gráfico SPE: parte que no puede explicar el modelo. No está modelada.

# PCA. Gráficos de control

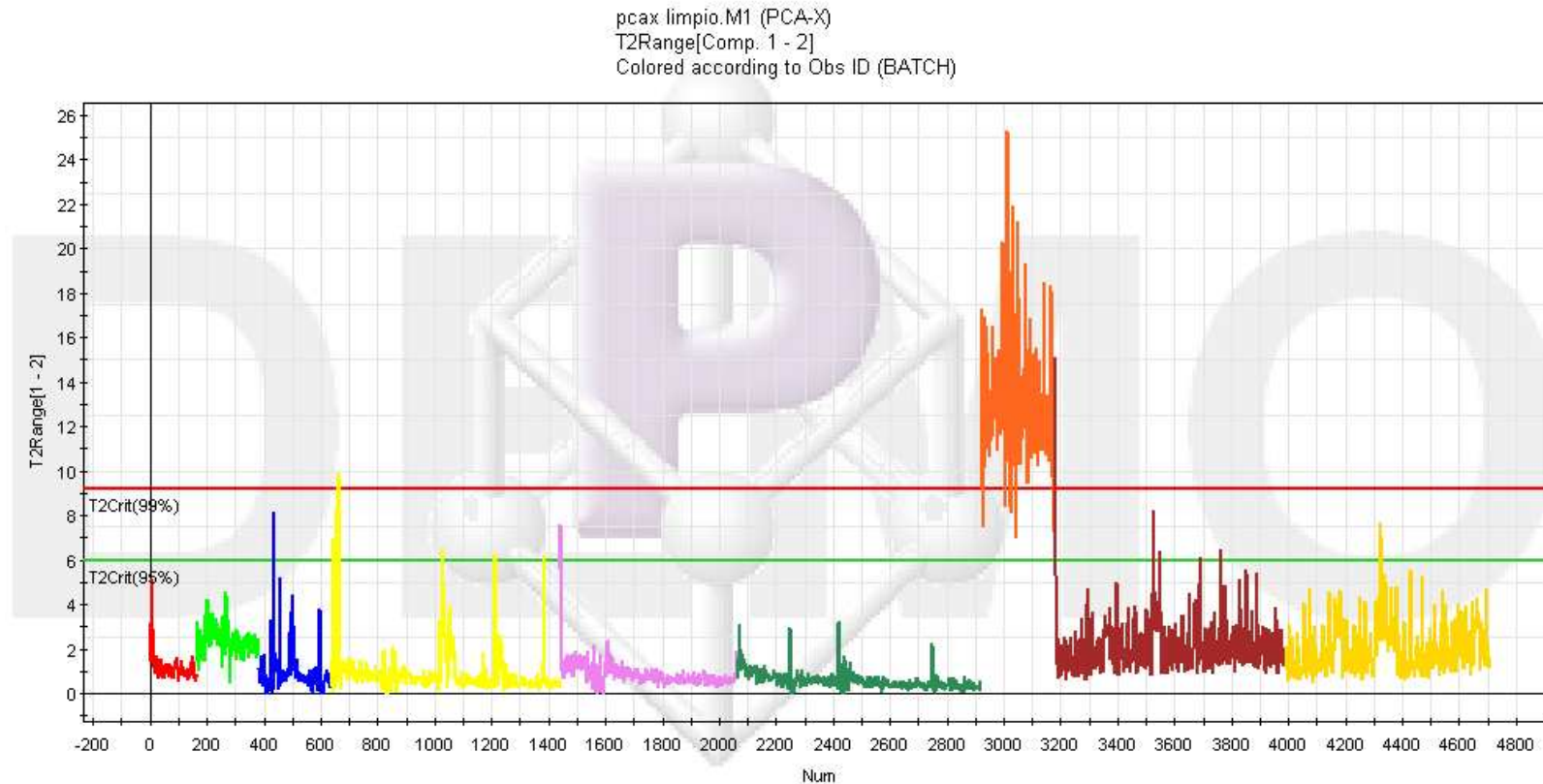
Gráfico de control de los 9000 puntos.



# PCA. Contribuciones de variables



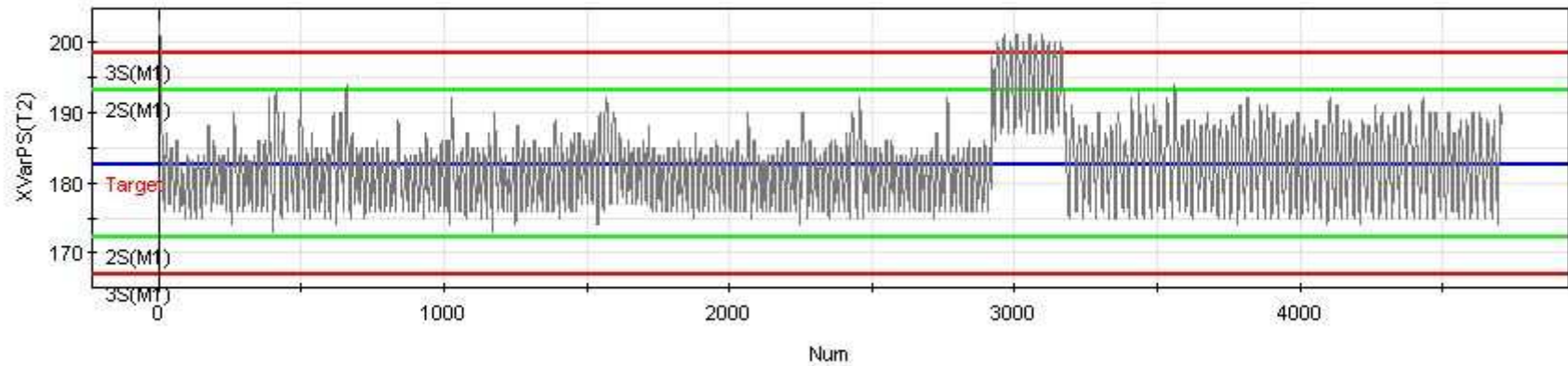
# PCA. Gráfico de componentes





# PCA. Gráfico de control T2

pcax limpio.M1 (PCA-X), Untitled, PS-pcax limpio  
Shewhart (Subgroup 1): XVarPS(X-Var T2)



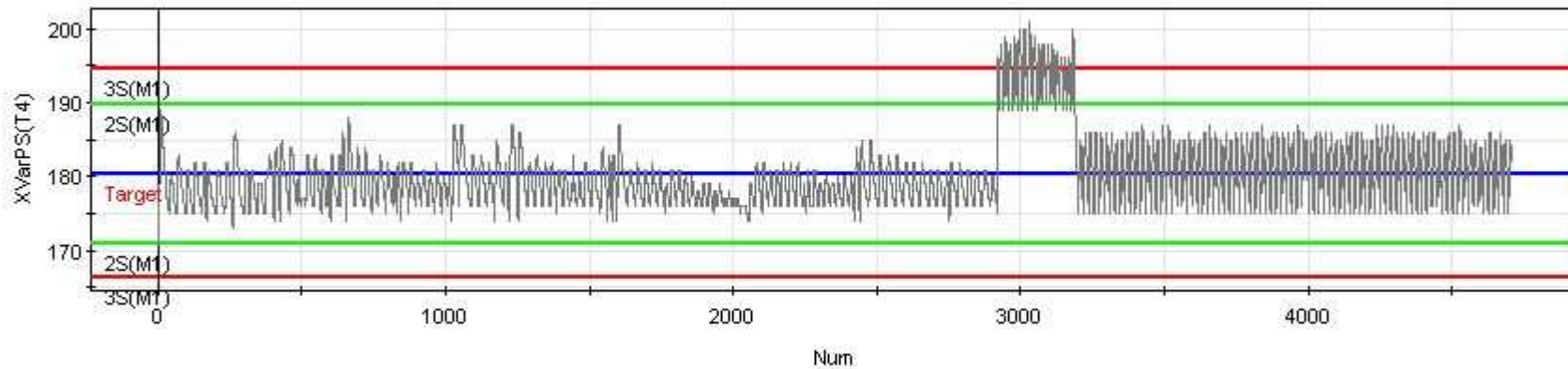
S (M1) = 5,241

Target (M1) = 182,6



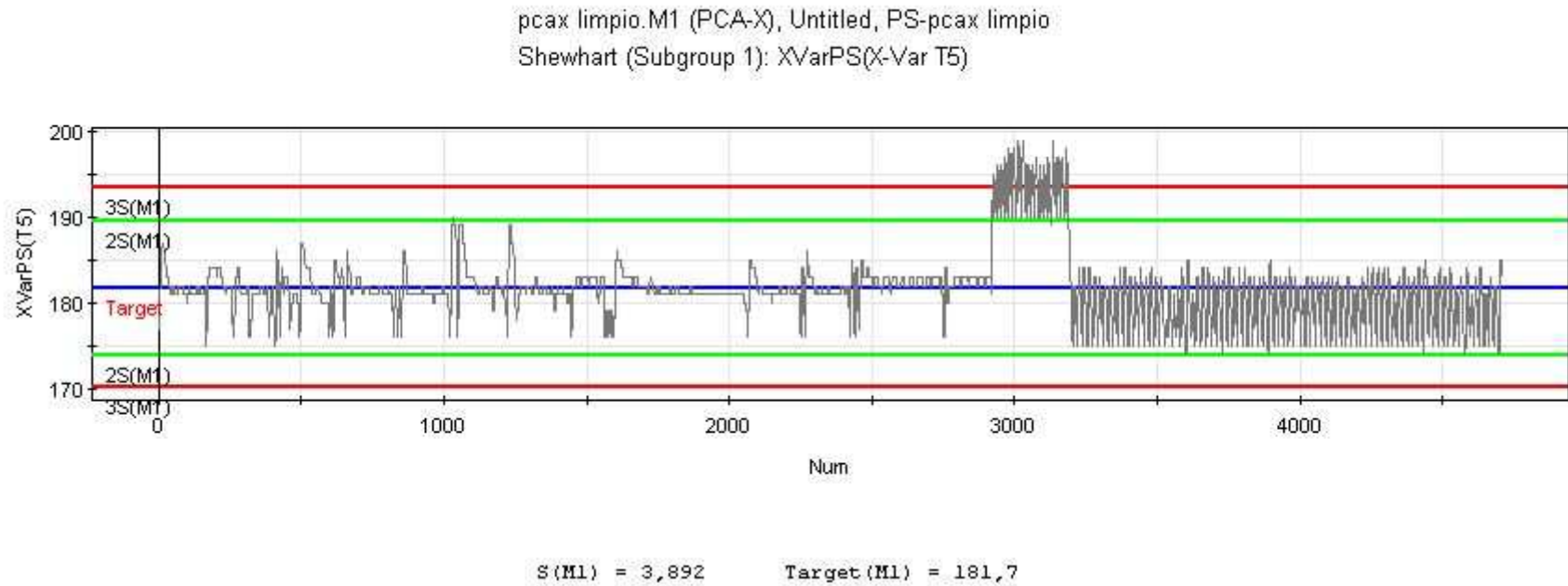
# PCA. Gráfico de control T4

pcax limpio.M1 (PCA-X), Untitled, PS-pcax limpio  
Shewhart (Subgroup 1): XVarPS(X-Var T4)

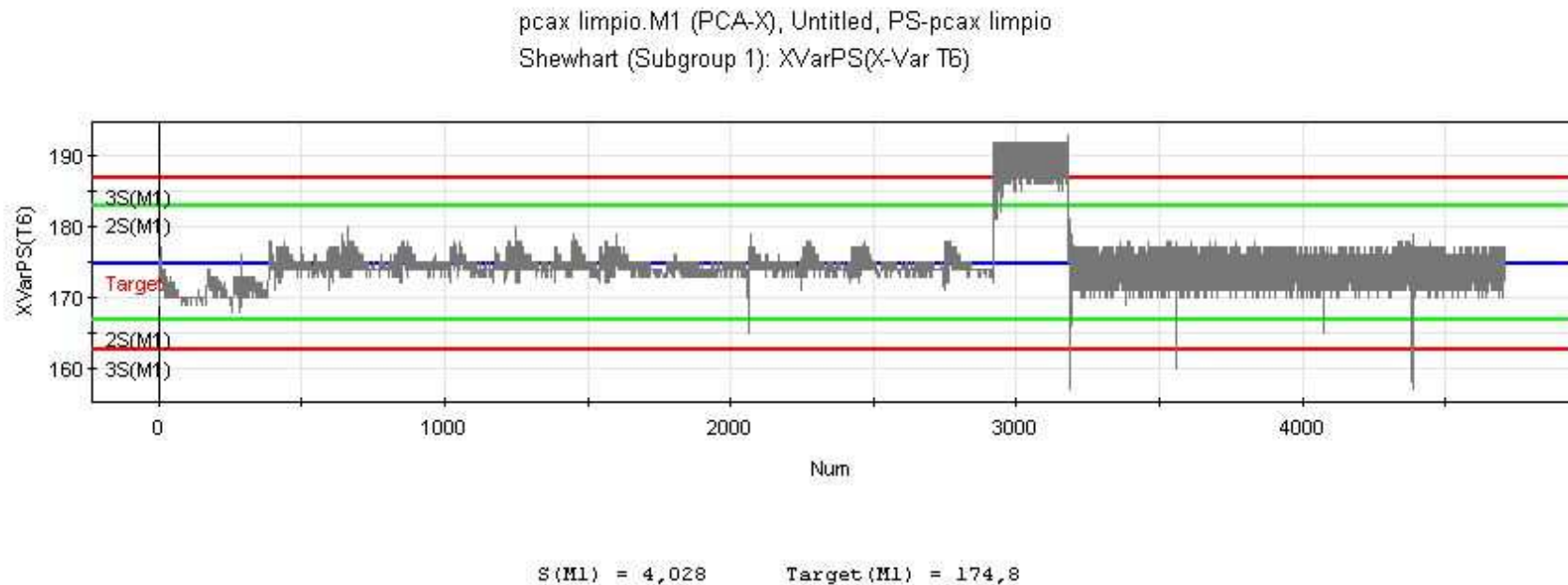


S (M1) = 4,695      Target (M1) = 180,4

# PCA. Gráfico de control T5



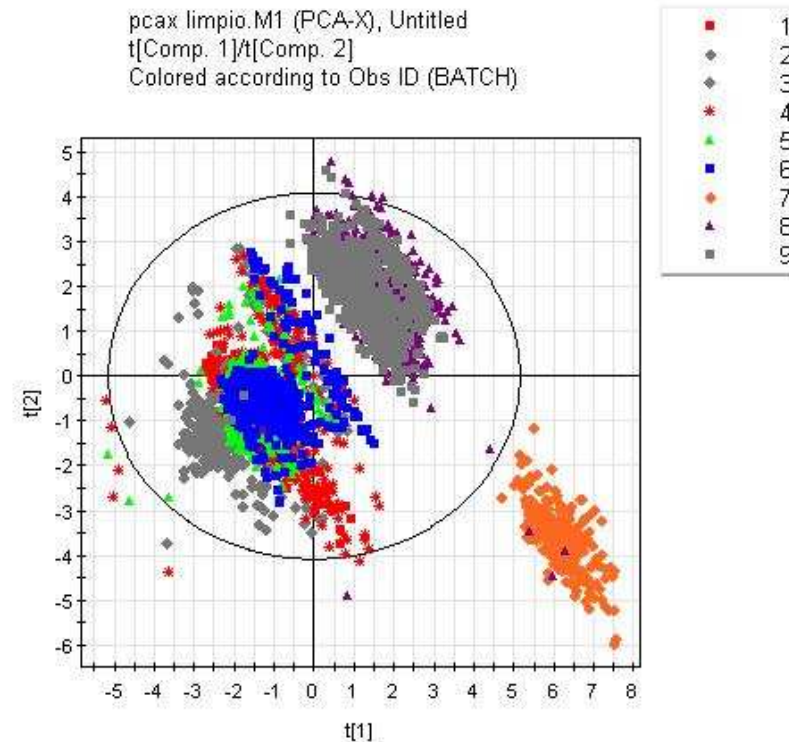
# PCA. Gráfico de control T6



# PCA. Biplot de componentes

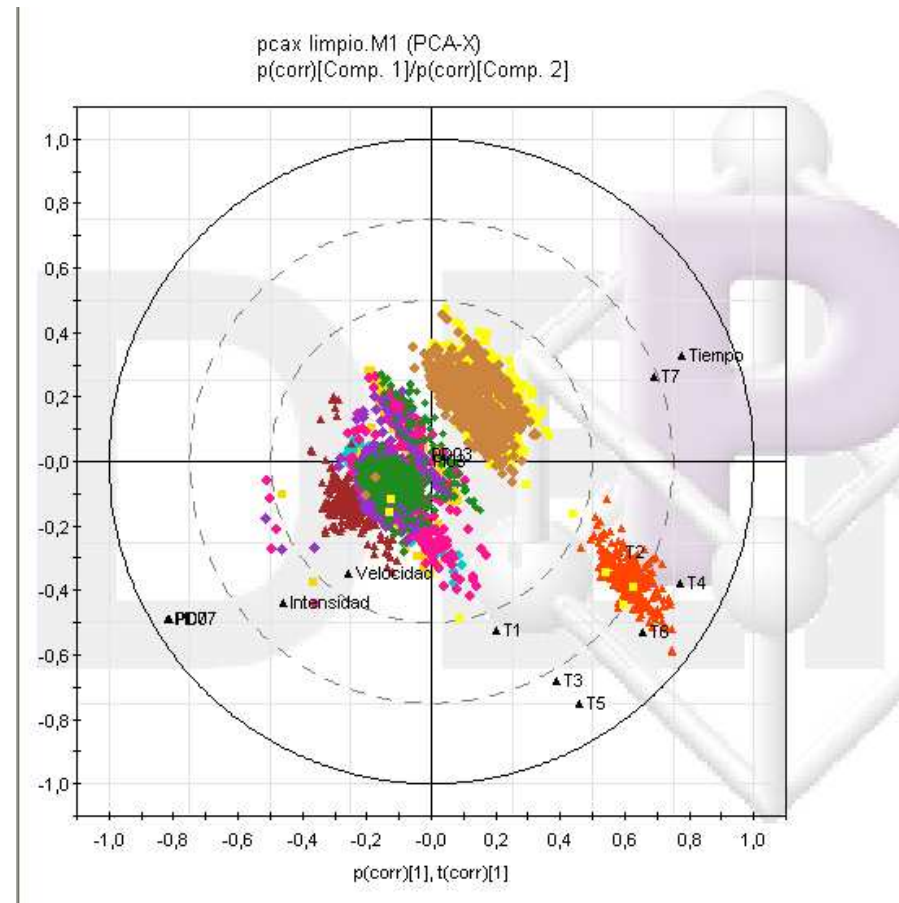
Biplot de componente  
1 con componente 2.

Se aprecia un lote  
fuera de control.



# PCA. Variables y observaciones

Relación entre las observaciones y las variables.



# PCA sin lote anómalo

Observaciones y variables después de haber limpiado el lote anómalo.

