

Optimización de procesos mediante técnicas estadísticas multivariantes de variables latentes

Joan Borràs-Ferrís, Daniel Palací-López, Alberto Ferrer

Grupo de Ingeniería Estadística Multivariante (GIEM), Departamento de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad (DEIOAC) Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 7A, 46022, València, España.
Programa de doctorado en Estadística y Optimización

MOTIVACIÓN

La optimización de procesos permite la obtención de productos con las características de calidad deseadas, pero para ello es necesario invertir modelos causales que expliquen relaciones entre las variables del proceso (X) y las variables respuesta (Y) involucradas.

Asimismo, la optimización de los procesos mediante un diseño (o rediseño) adecuado de los mismos está relacionado con lo que en el campo de la industria farmacéutica se conoce como *Quality by Design* (QbD).

¿En qué situaciones es posible generar modelos causales?

a Primeros principios

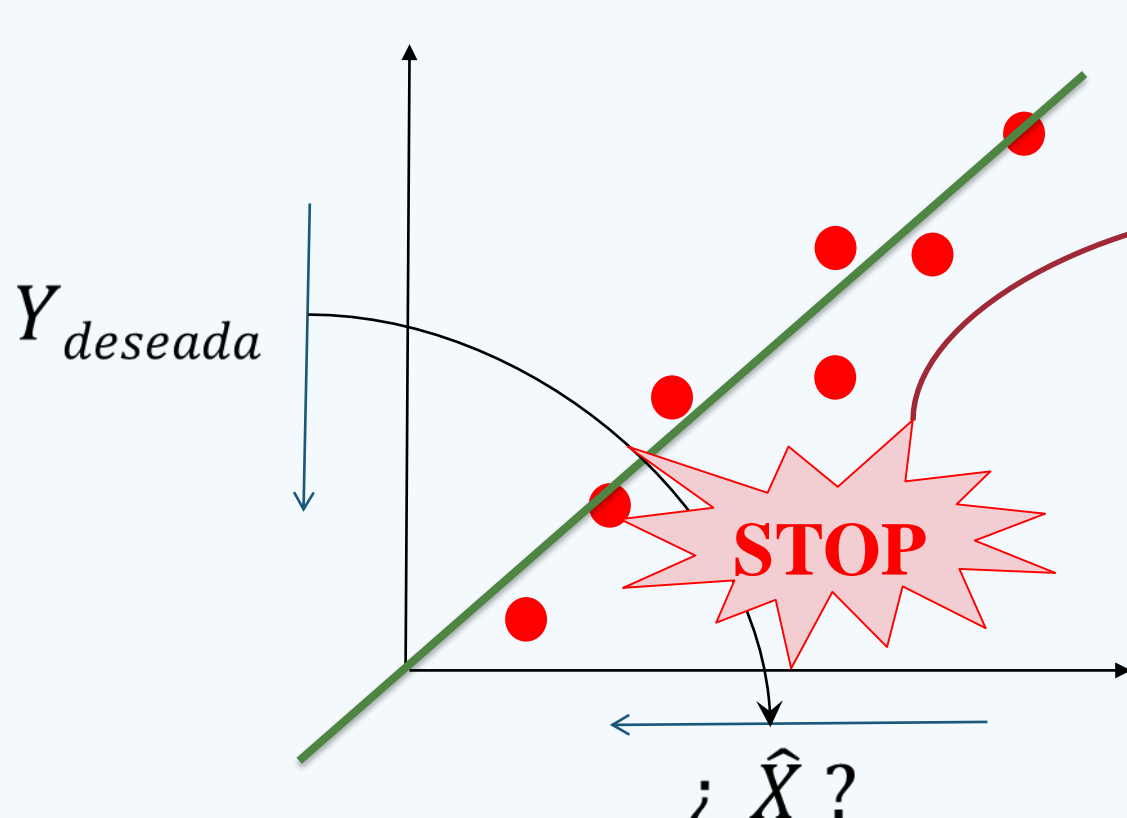
Difícil en procesos complejos como son los biológicos y químicos.

b Diseño de Experimentos (DOE)

Las técnicas clásicas de DOE generan un número de experimentos inabordable en la práctica (elevado coste).

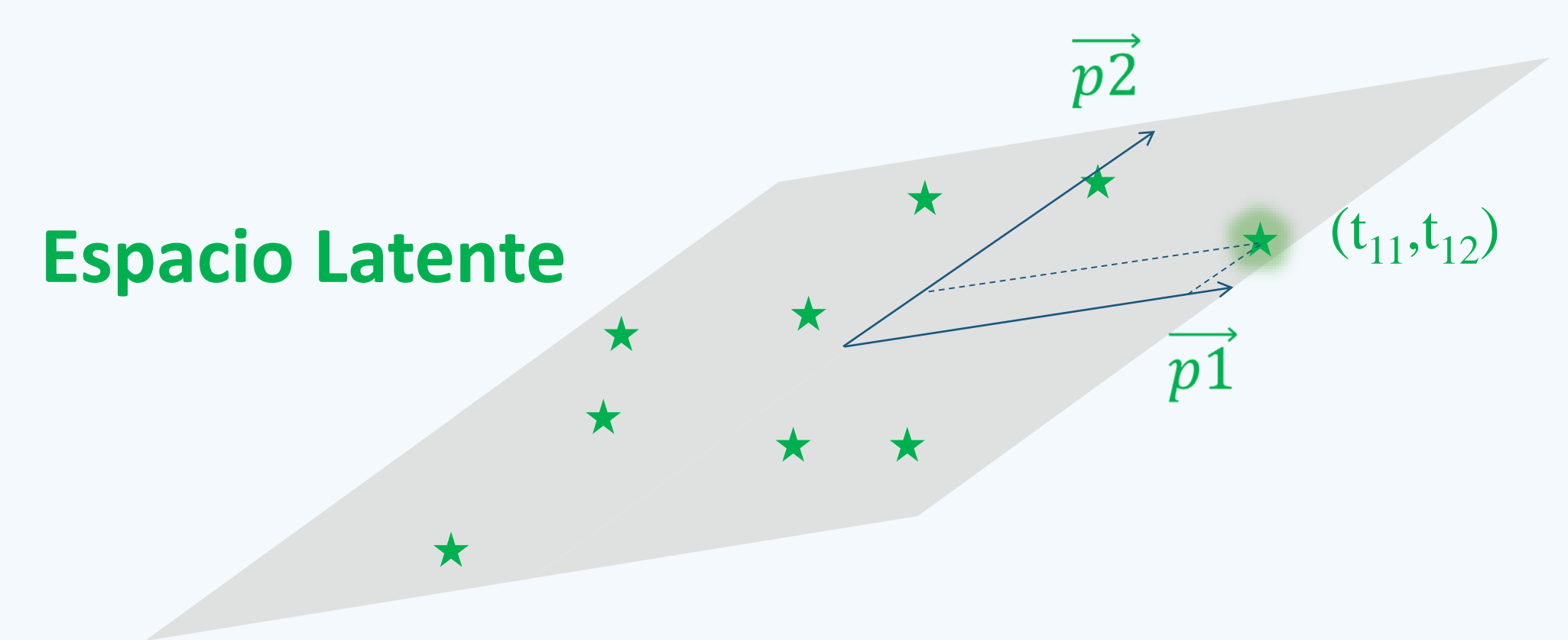
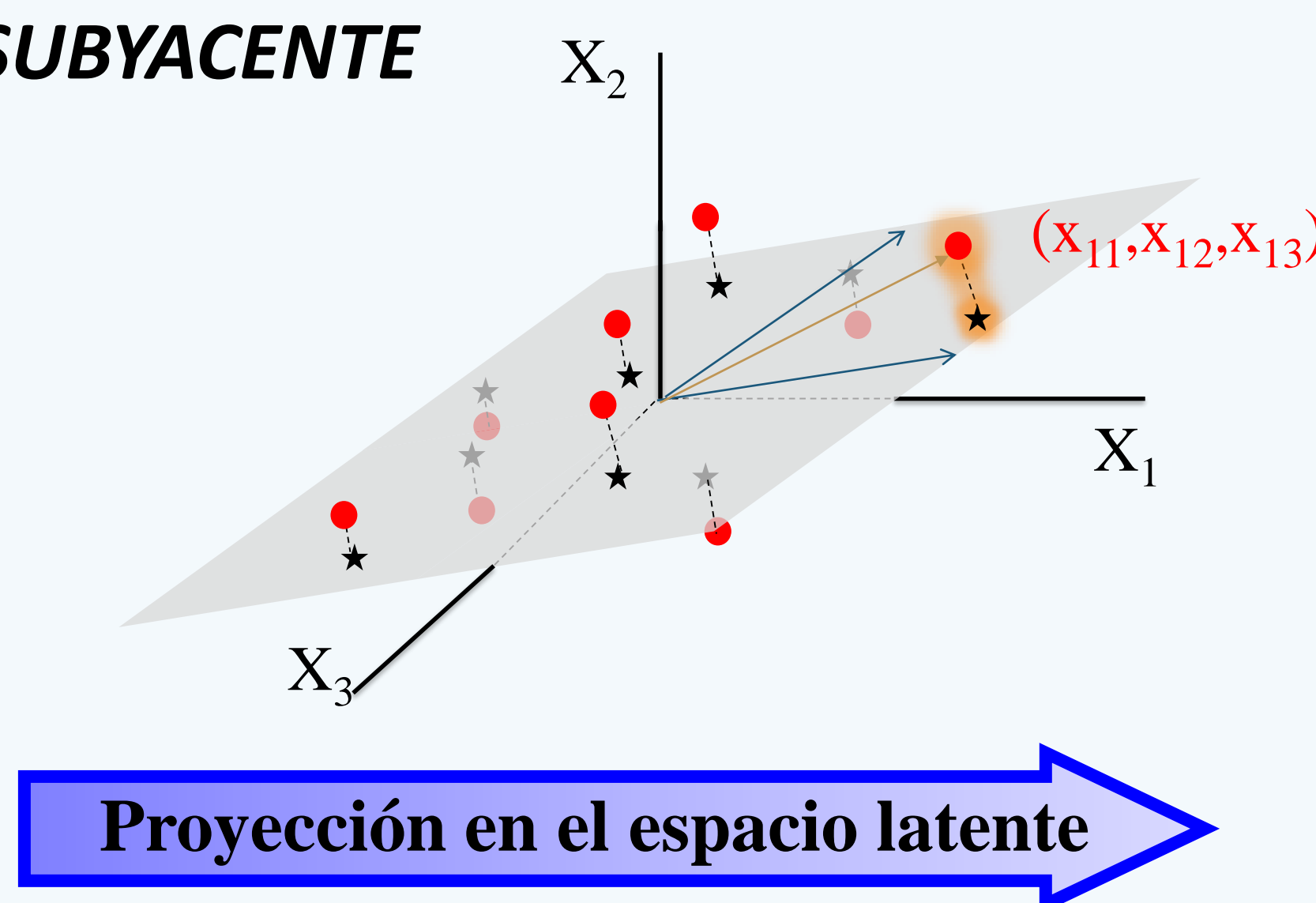
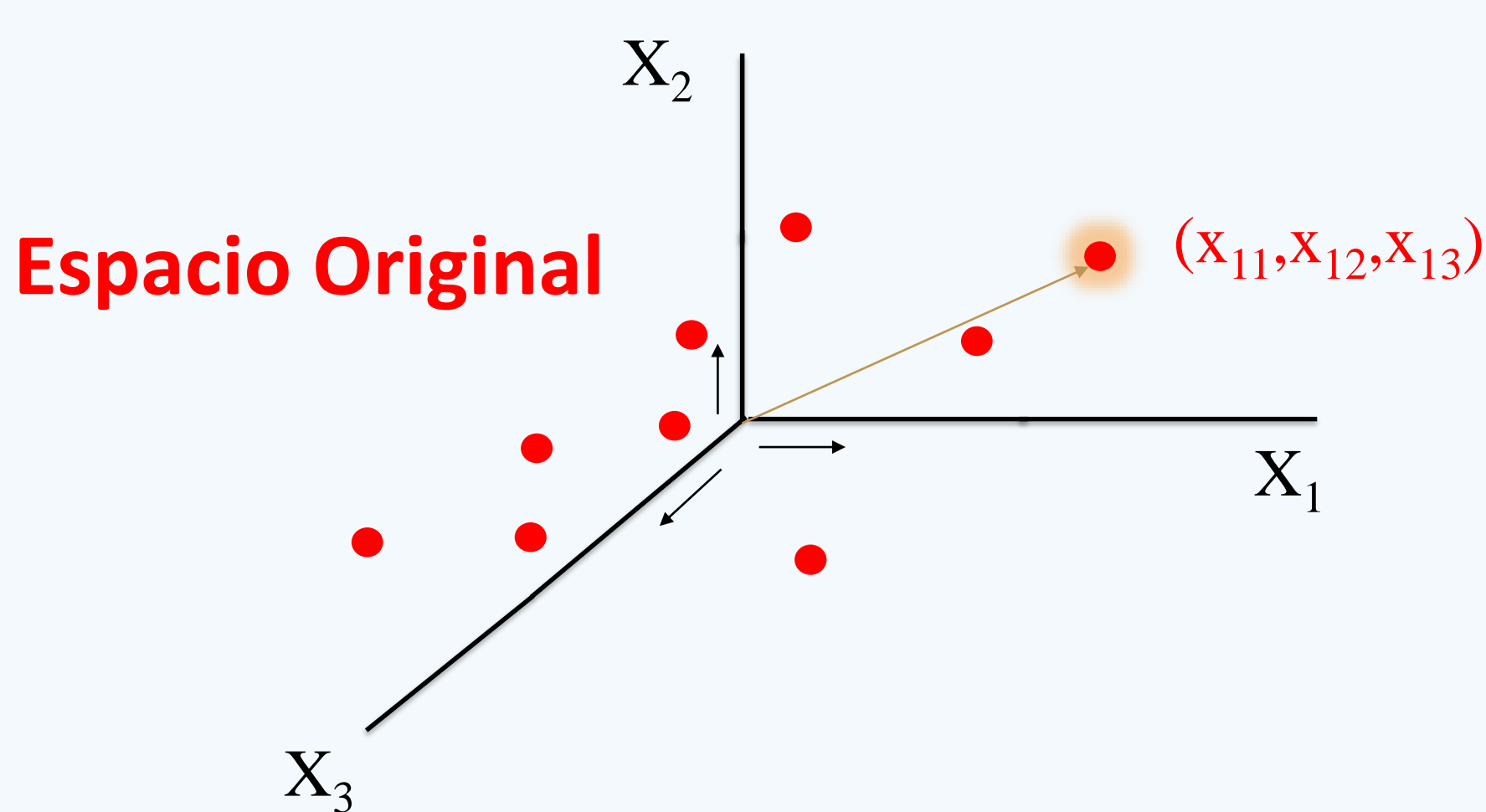
c Datos históricos

Daños provocados por un incendio



Correlación no implica causalidad. No obstante, la estructura subyacente / latente del proceso sí tiene una relación causa – efecto con ambas variables (i. e. la magnitud del incendio).

PERO, ¿ES POSIBLE CONOCER LA ESTRUCTURA SUBYACENTE DE UN PROCESO A PARTIR DATOS HISTÓRICOS?



En el espacio original:

- Elevada colinealidad.
- Elevado número de variables en procesos complejos.
- No es posible establecer causalidad.

En el espacio latente:

- ★ Las variables latentes son ortogonales entre si.
- ★ Se reduce la dimensionalidad del espacio (se comprime la información).
- ★ Es posible establecer causalidad entre el espacio latente de X e Y, ya que las variables latentes recogen la estructura subyacente del proceso.

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA OPTIMIZACIÓN EN ESTRUCTURAS LATENTES

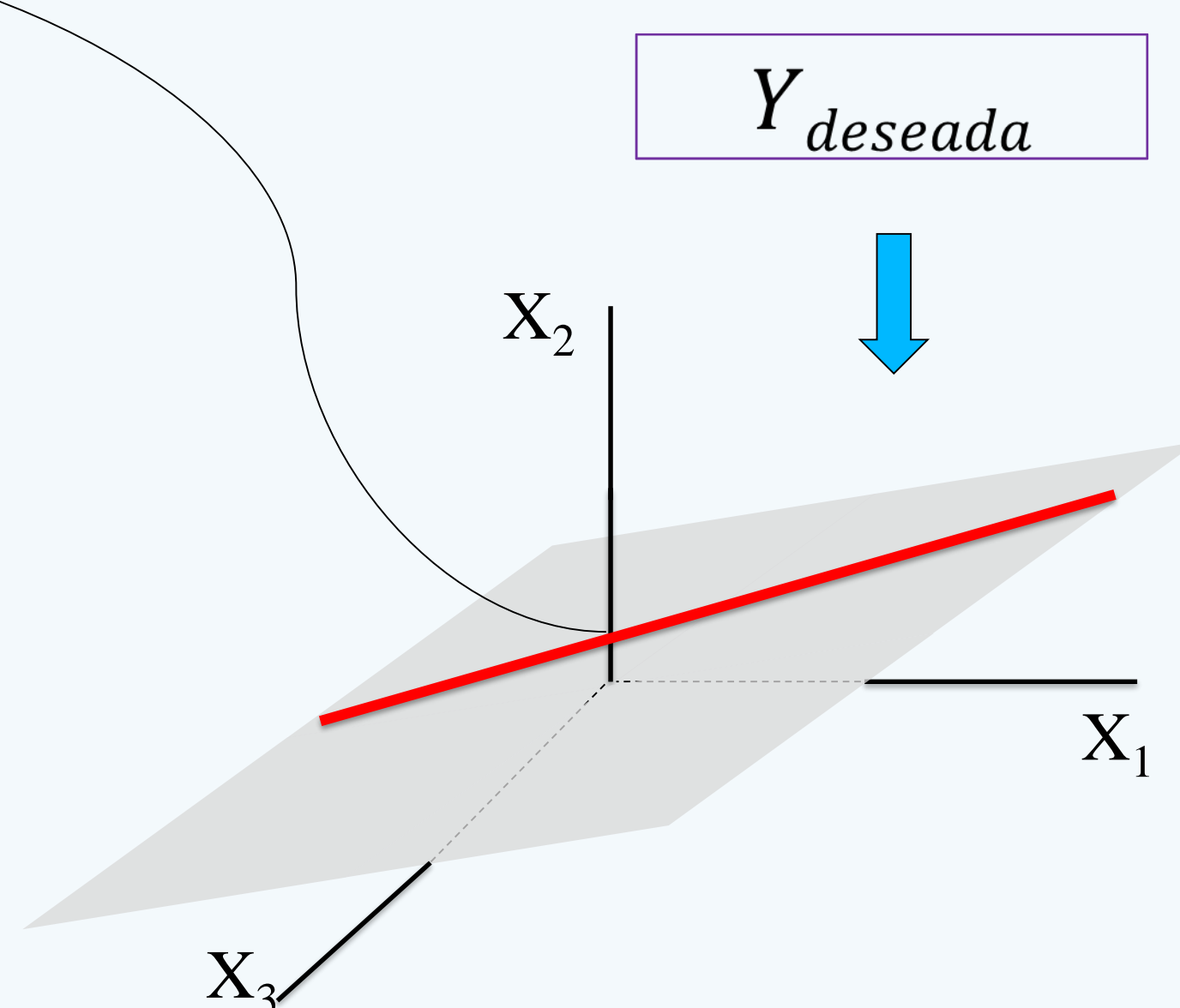
OBJETIVO:

Obtener qué condiciones de proceso satisfacen las propiedades de calidad deseadas mediante la inversión del modelo latente.

Espacio Nulo.

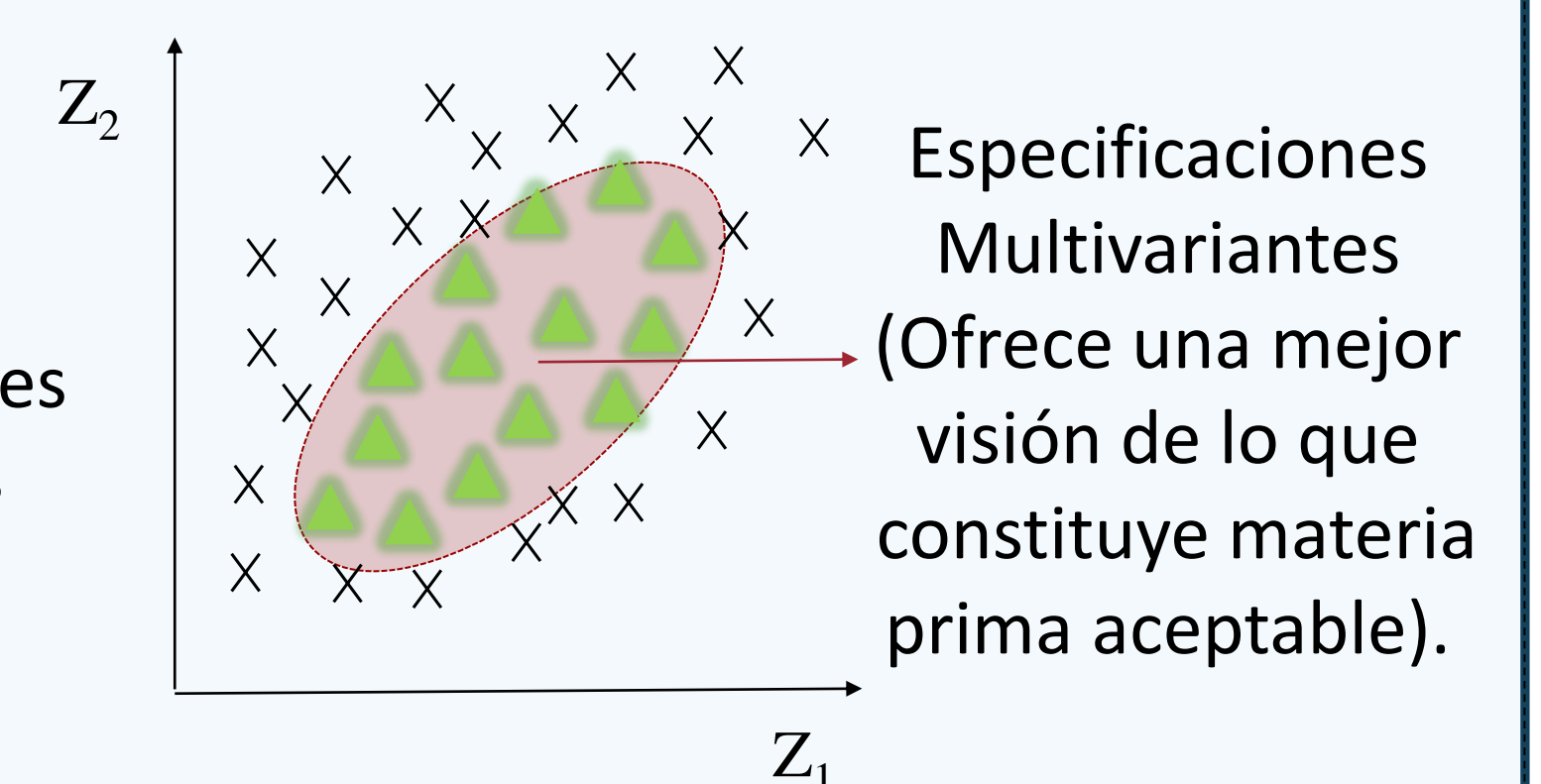
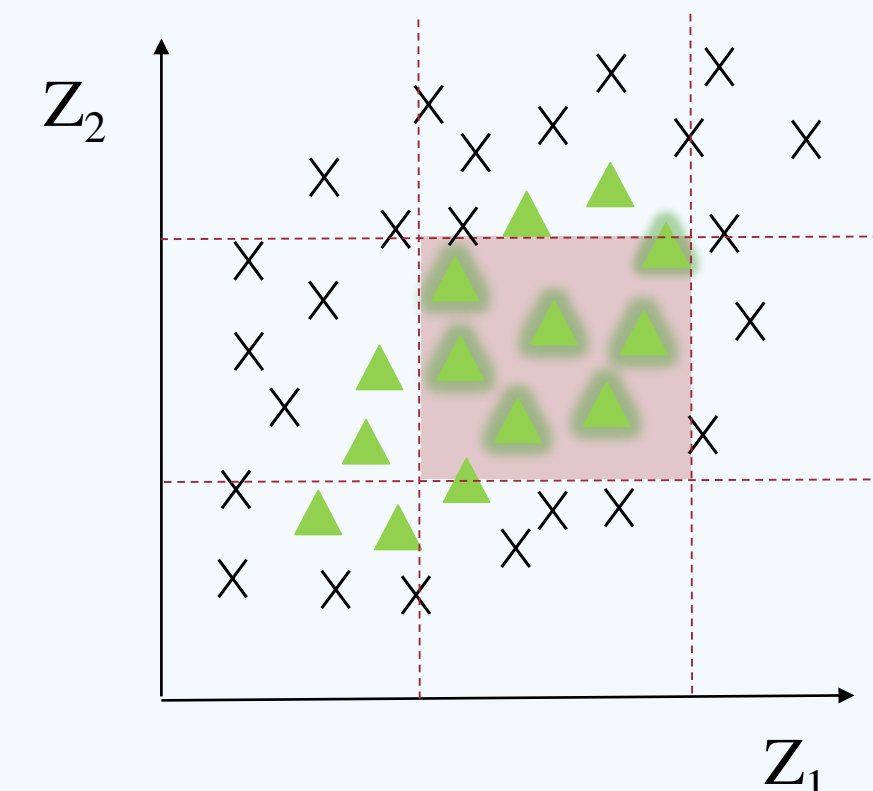
Según el modelo, este espacio viene definido por todas aquellas combinaciones de variables del proceso que garantizan las propiedades de calidad deseadas.

Así que, mediante una función de optimización, es posible hallar cuál de todas estas combinaciones se adapta mejor a nuestro problema (dadas unas restricciones suaves, duras, etc.)



DESARROLLO DE ESPECIFICACIONES MULTIVARIANTES PARA LA MATERIA PRIMA

- ▲ Material aceptable (punto mal clasificado)
- ▲ Material aceptable (punto clasificado correctamente)
- × Material inaceptable



Asimismo, ya que las variables manipulables del proceso influyen en las propiedades de calidad, éstas podrían tenerse en cuenta para compensar variaciones en la materia prima.

Me permite definir un Espacio de Diseño más amplio.

