

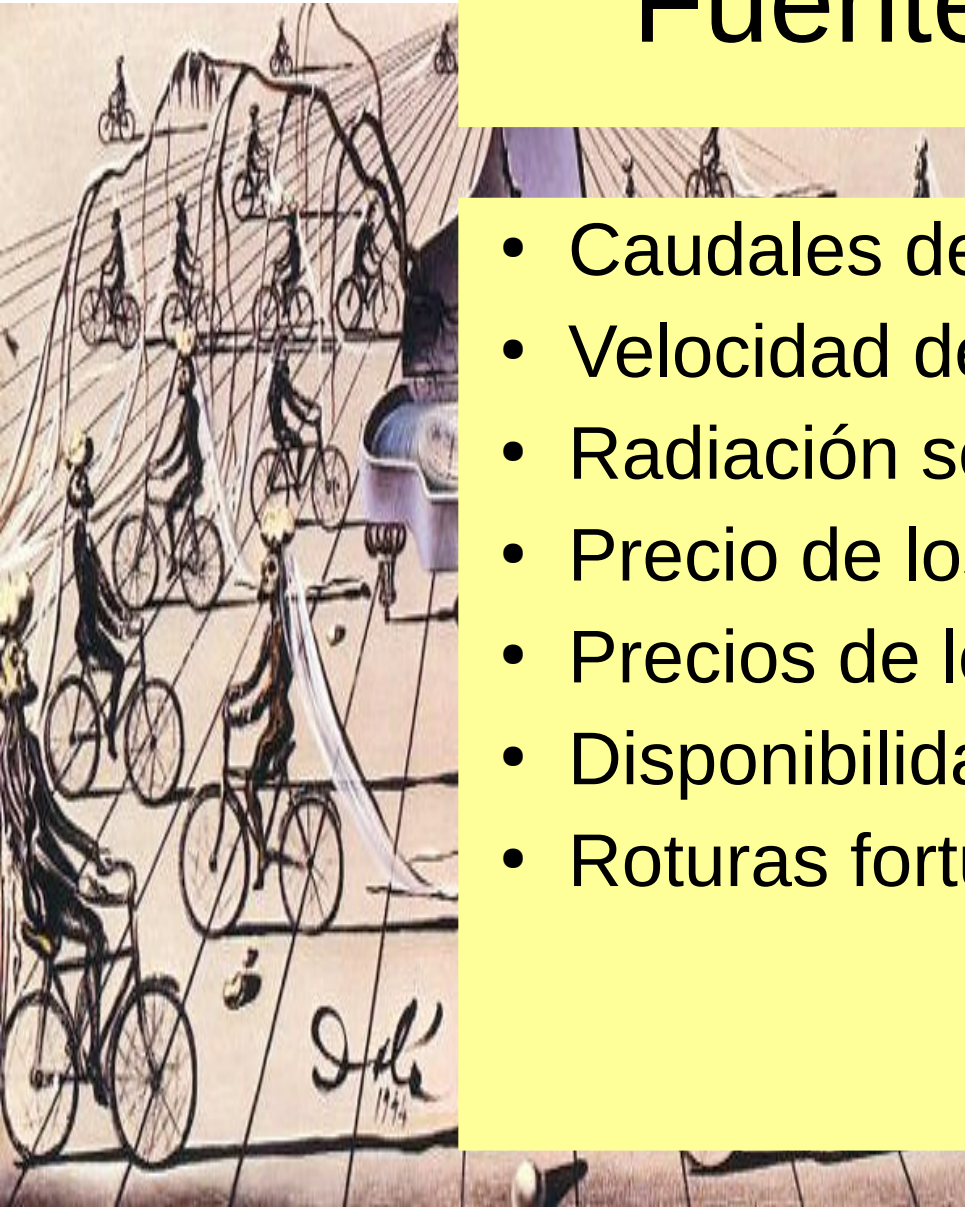
# Modelos CEGH

Identificación de  
las fuentes de  
aleatoriedad.

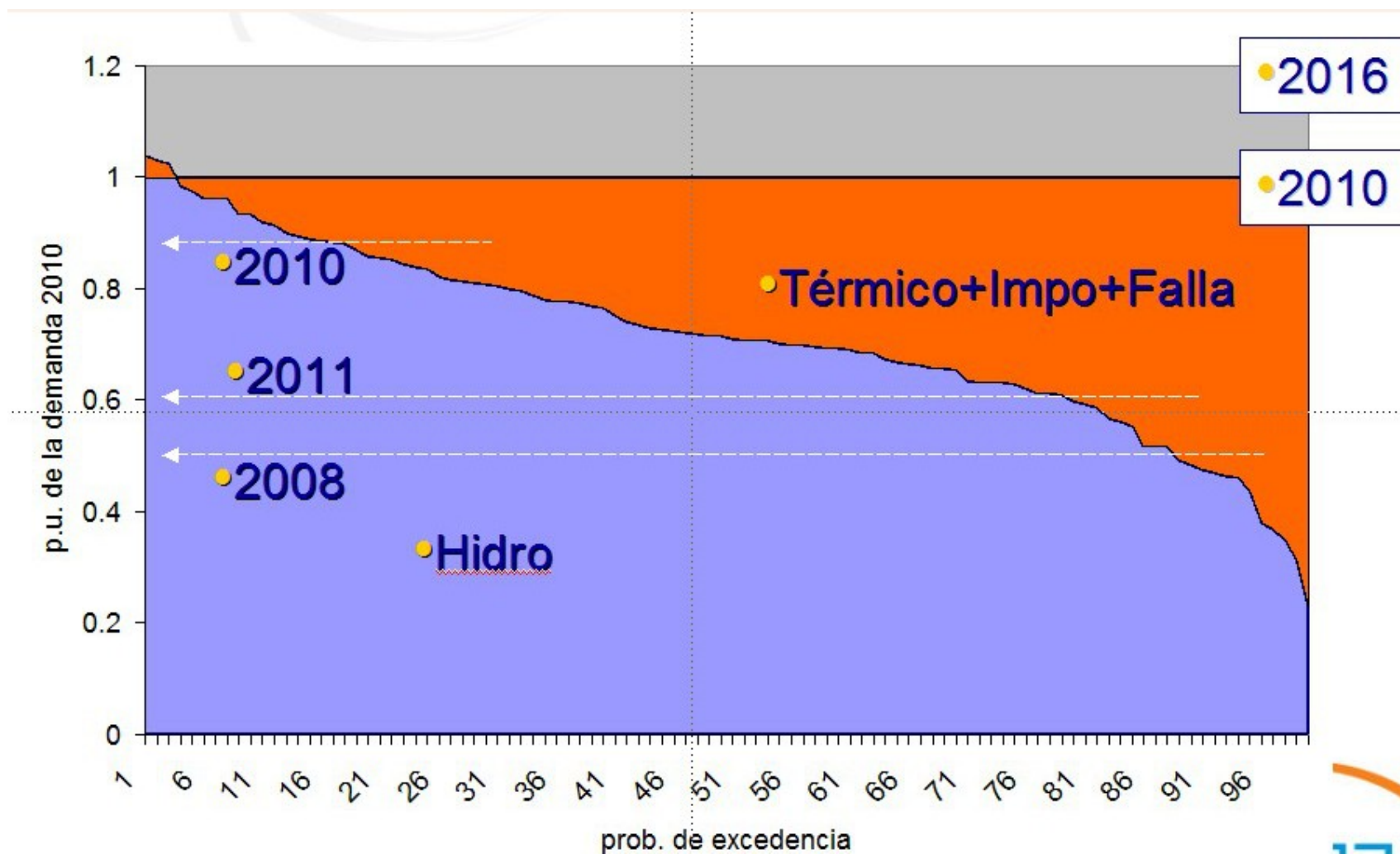


# Fuentes de aleatoriedad

- Caudales de aportes hídricos
- Velocidad del viento
- Radiación solar
- Precio de los mercados spot considerados.
- Precios de los combustibles
- Disponibilidad de combustibles
- Roturas fortuitas



# Variabilidad generación hidráulica.





## Modelo de sintetizador

- Conservar histogramas de amplitudes.
- Conservar correlaciones.

# • Medidas de probabilidad

$$m(x) : R^n \rightarrow R^m$$

La forma de realizar medidas de probabilidad es mediante la integral de una función ponderada por la función densidad de probabilidad.

$$\langle m(x) \rangle_x = \int_{\xi \in R^n} m(\xi) \cdot p_x(\xi) dV_\xi$$

Para realizar entonces cualquier cuantificación probabilística es necesario conocer la función de densidad de probabilidad .

# Valor Esperado

$$E(x) = \langle x \rangle_x = \int_{\xi \in R^n} x \cdot p_x(\xi) dV_\xi$$

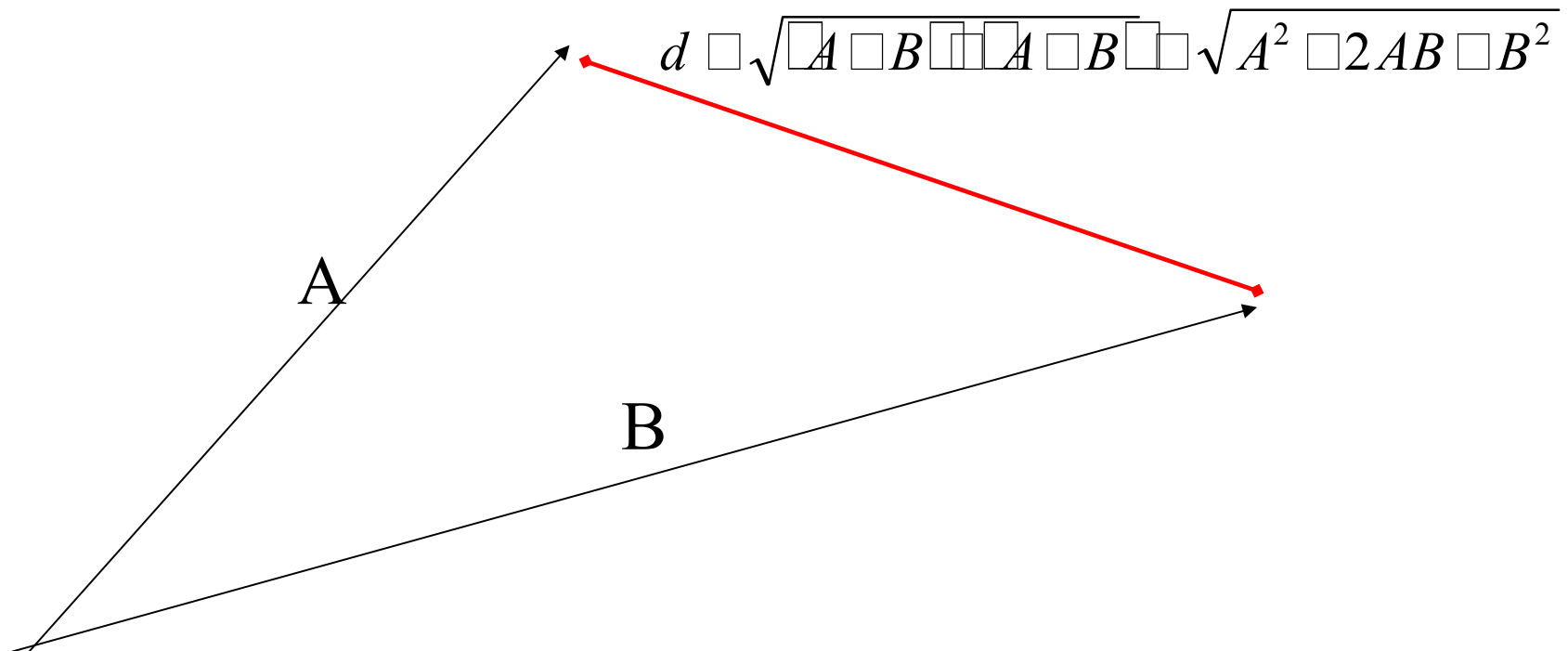
# Matriz de covarianzas

$$\Sigma_{xx} = \left\langle (x - E(X))(x - E(X))^T \right\rangle_x$$





# Vectores y distancia



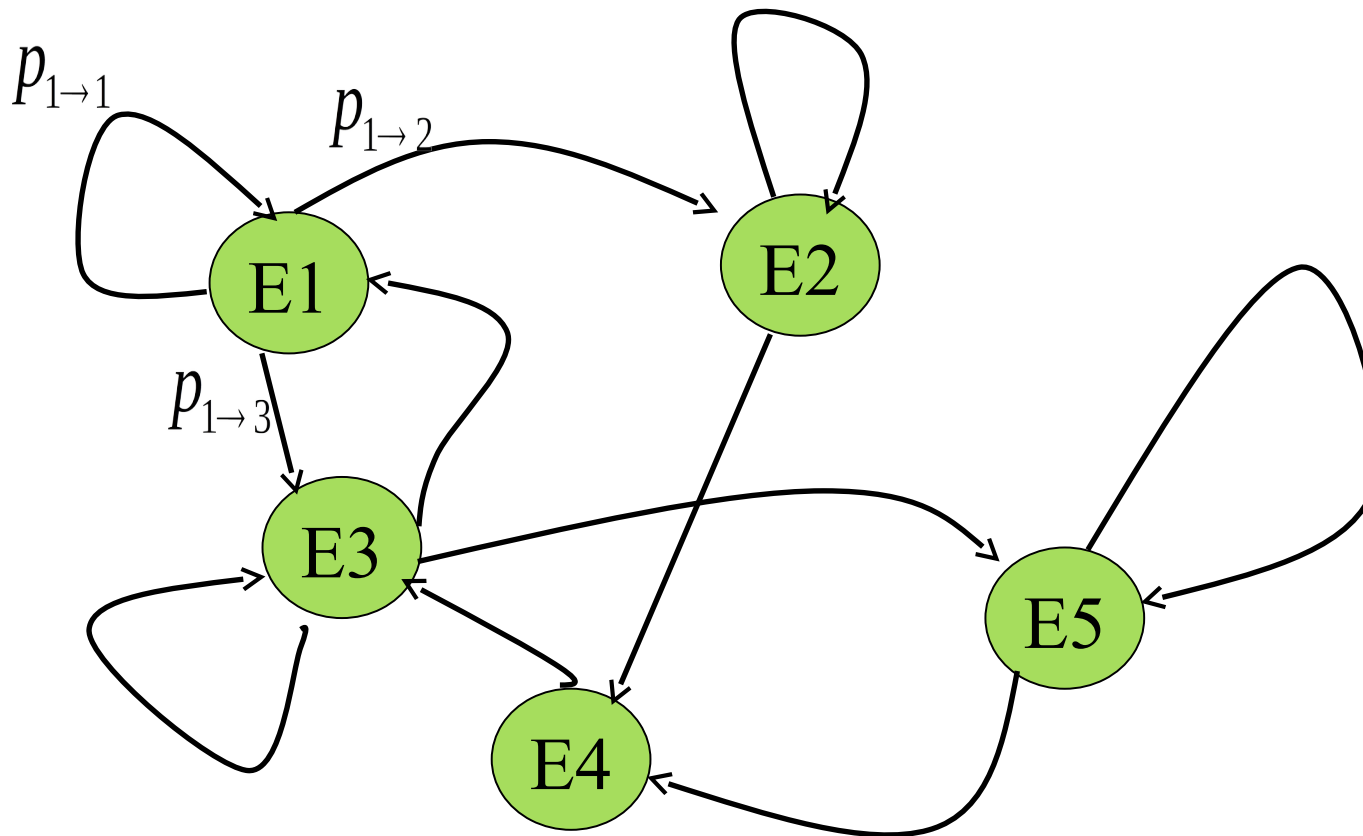
Si es posible girar uno de los vectores, la mayor “similitud” entre ellos se dará para la menor d.

La menor d se verifica para el mayor producto AB.

# Correlación = colinealidad

- Producto Interior en  $\mathbb{R}^2$
- Espacio de funciones
- Espacio de realizaciones
- Ortogonalidad e Independencia
- Ruido blanco = sin memoria

# Modelos de Markov



$$\sum_i p_{j \rightarrow i} = 1; \forall j$$

Se adapta bien a procesos con estado discreto.  
Por ejemplo disponibilidad de máquinas.  
¿Cómo garantizar la monotonía suerte-estado?.

# Modelos lineales

$$X_{k+1} = \sum_{h=0}^{h=n-1} A_h X_{k-h} + \sum_{h=0}^{h=m-1} B_h R_{k-h}$$

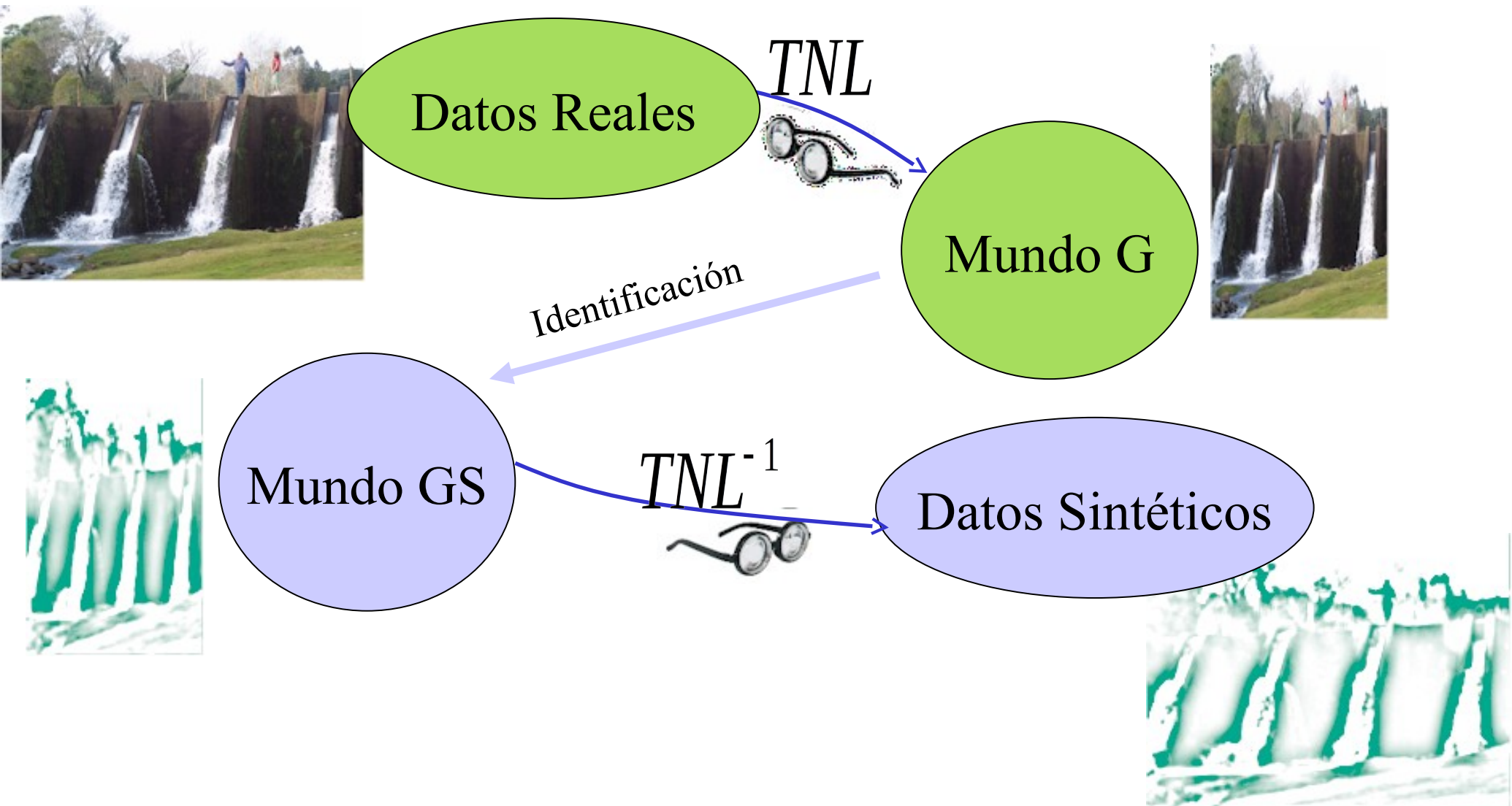
$$Y_k = CX_k$$

- Potentes herramientas.
- No conservan los histogramas.

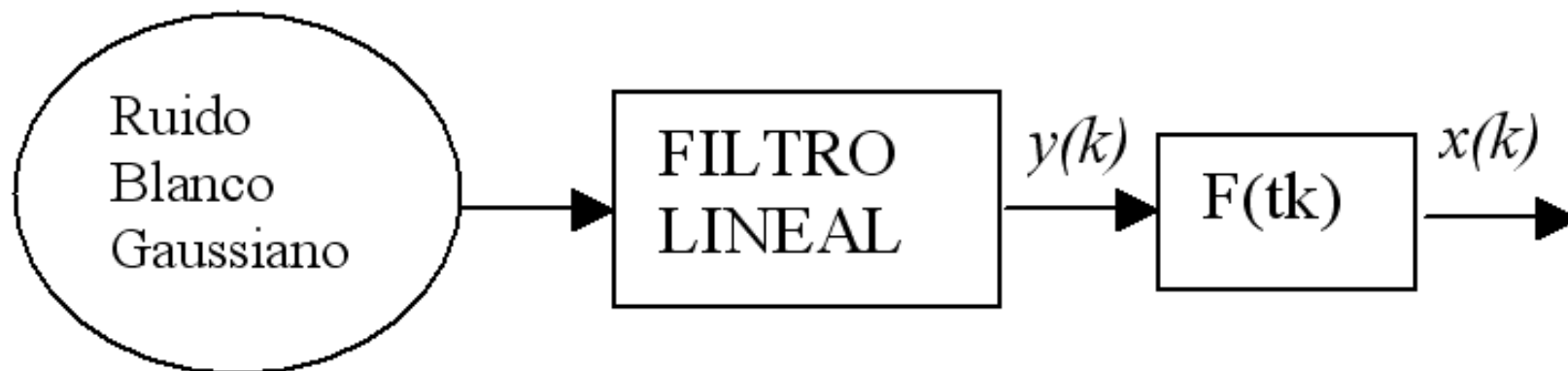
Si las R son gaussianas indep. las X y las Y lo son.

# Modelo CEGH

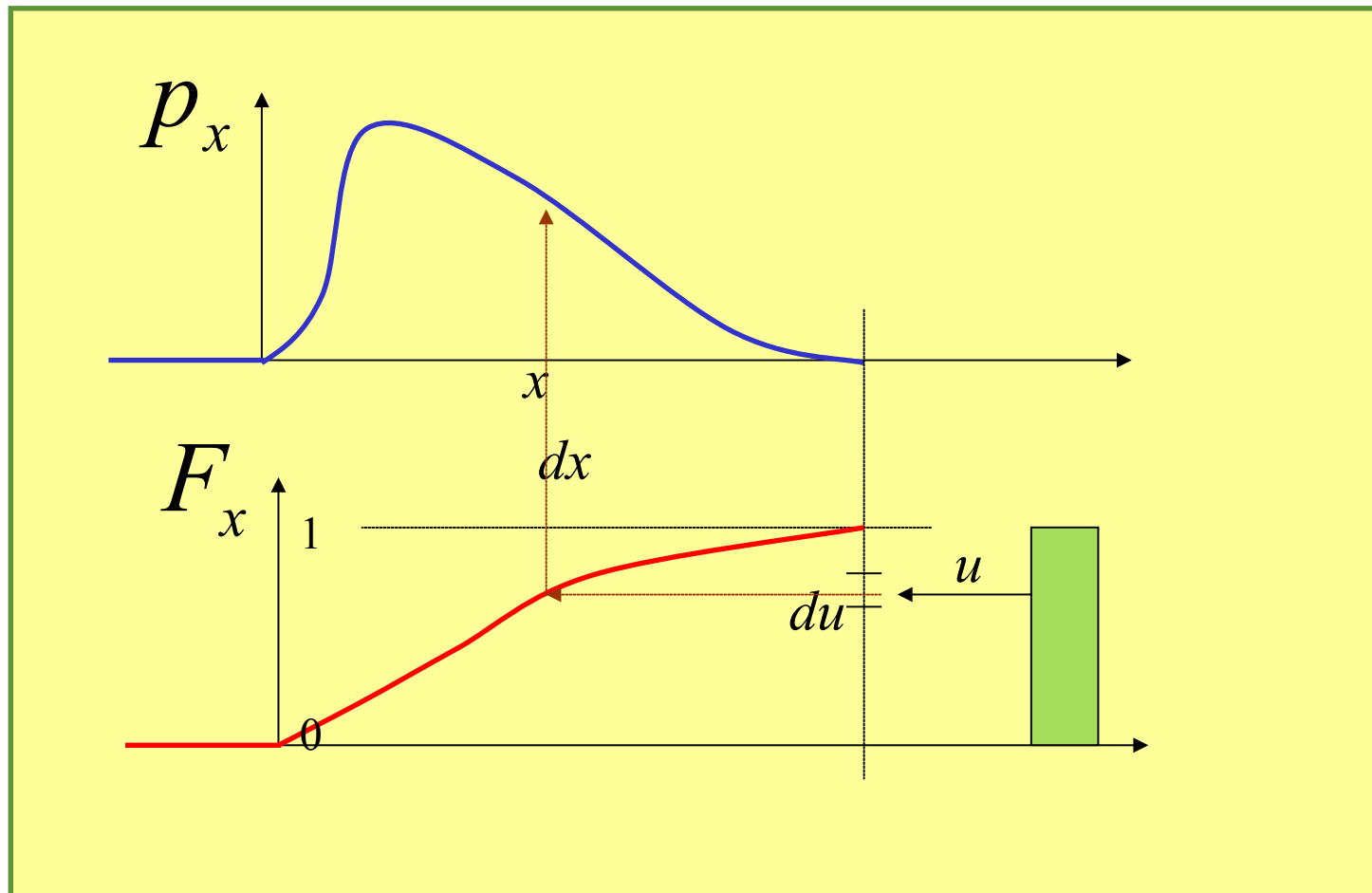
## Correlaciones en Espacio Gaussiano con Histograma.



# Sintetizador

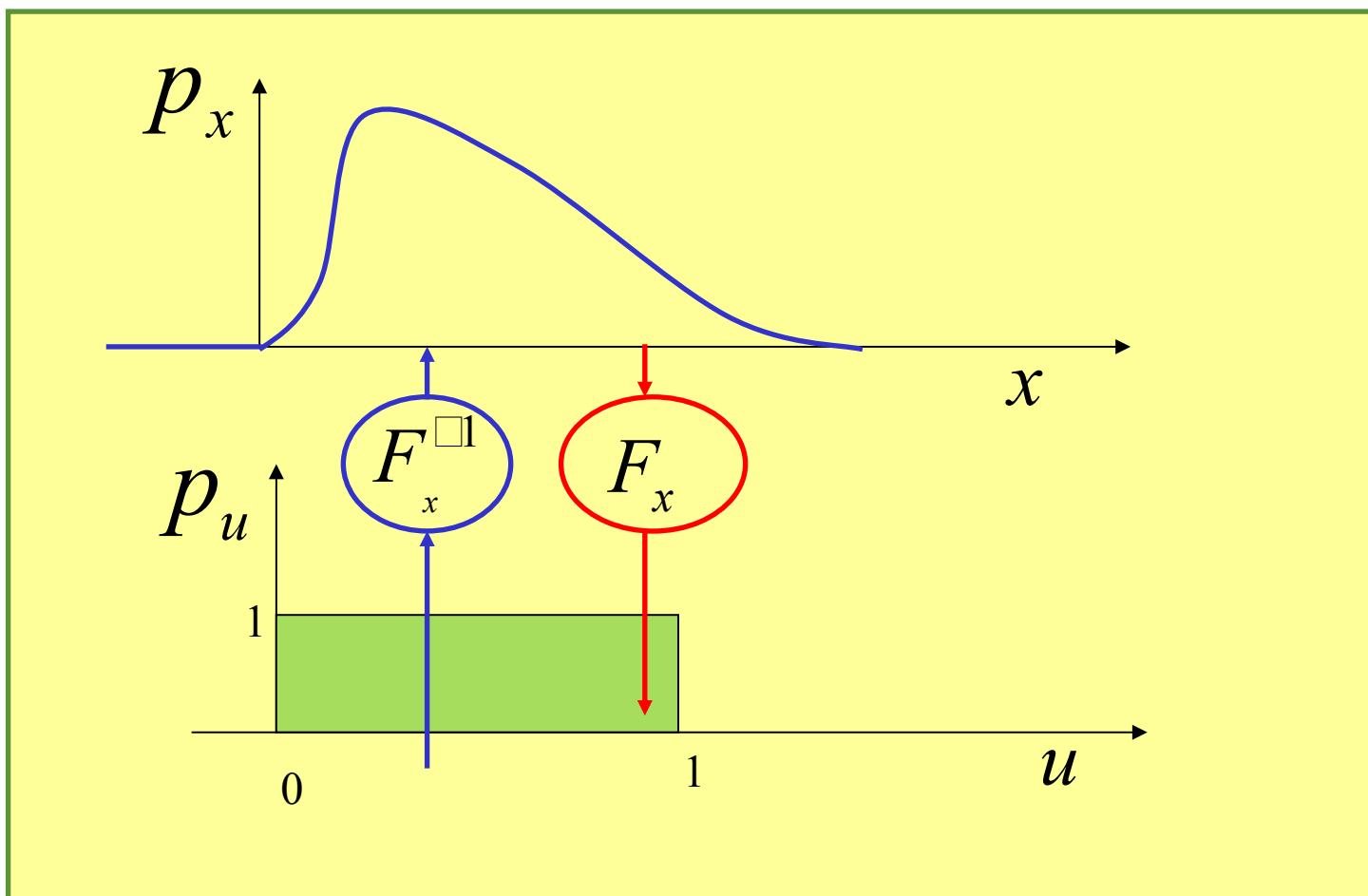


# Fuente aleatoria con histograma



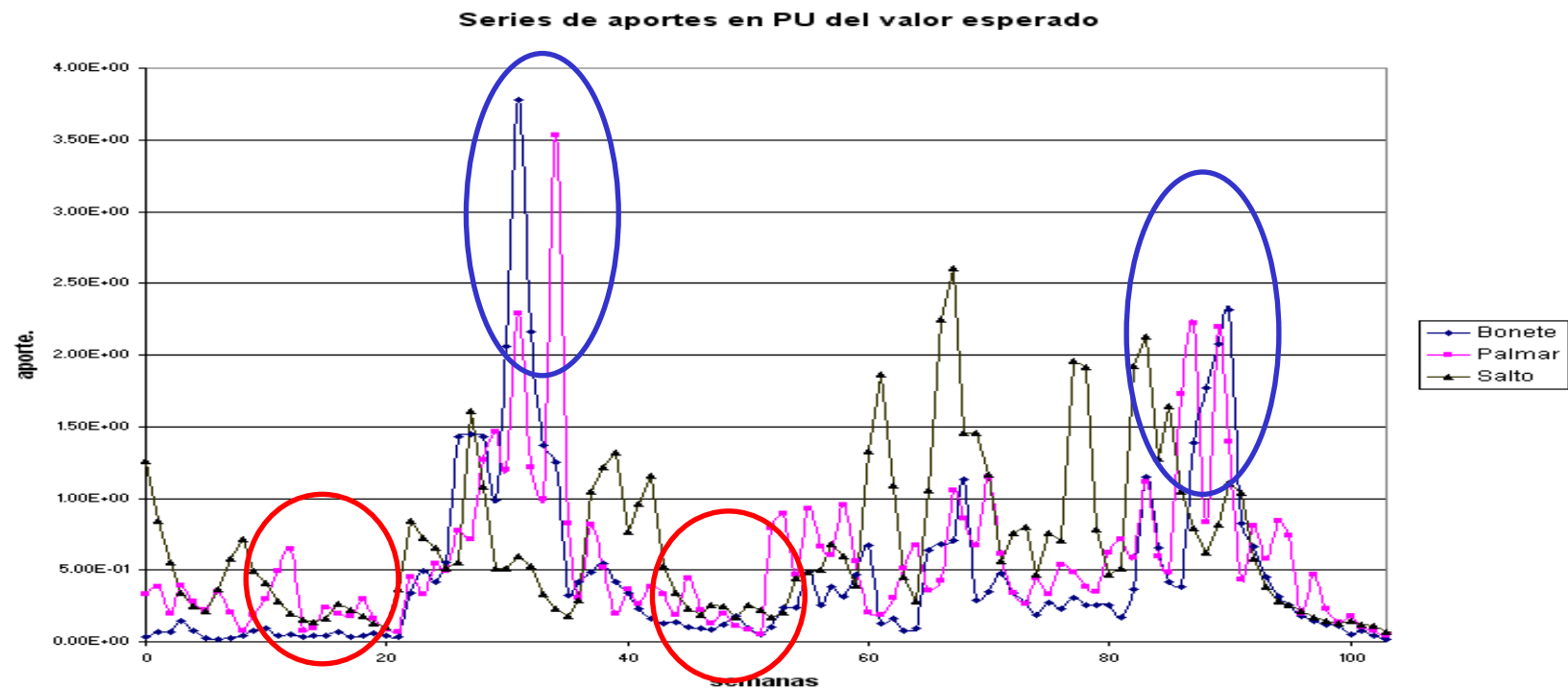
$$F_x(z) = \text{prob}(x \leq z) = \int_{-\infty}^z p_x(x) \cdot dx$$

# Fuente aleatoria con histograma



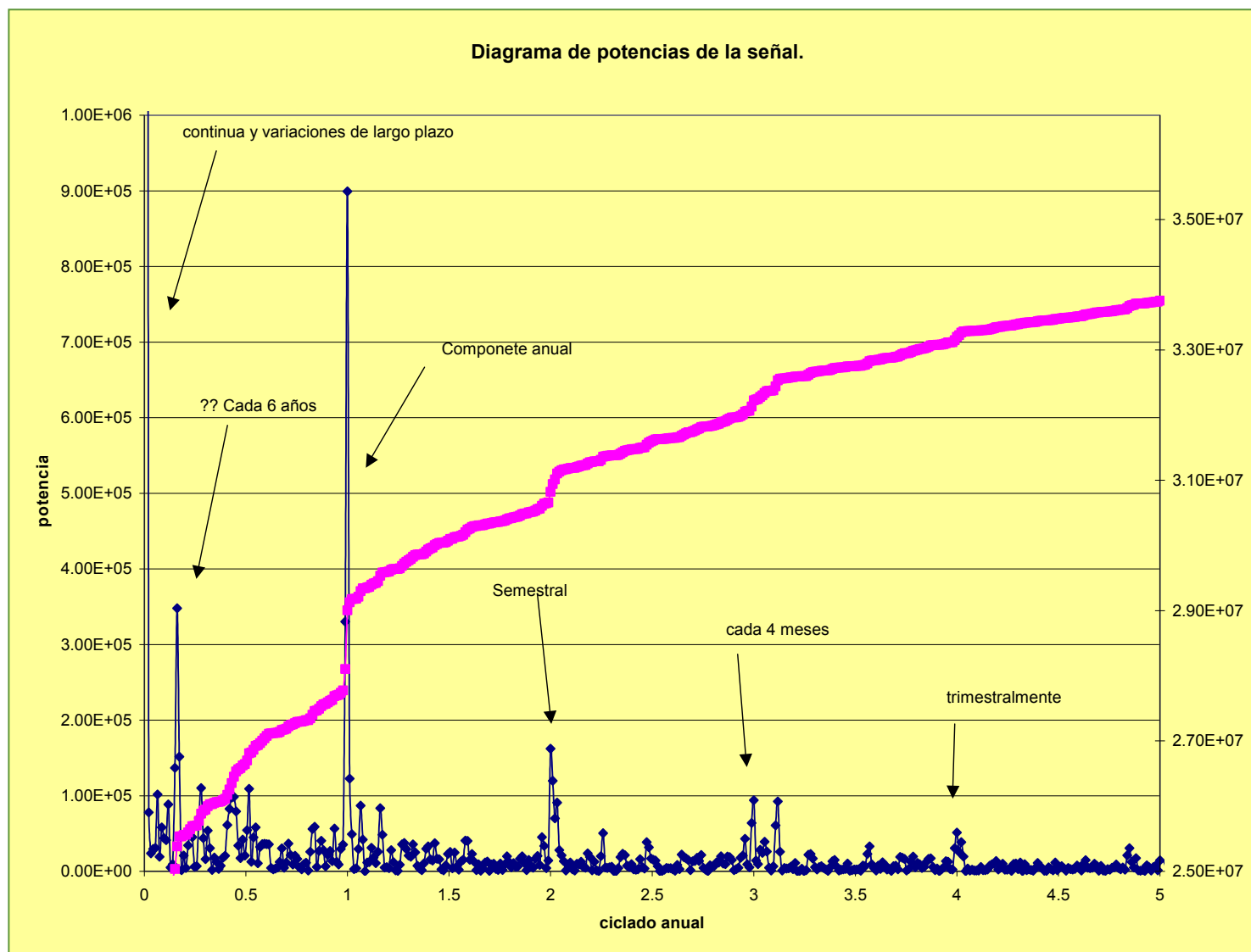


# Ejemplo de identificación del sistema hídrico de Uruguay.

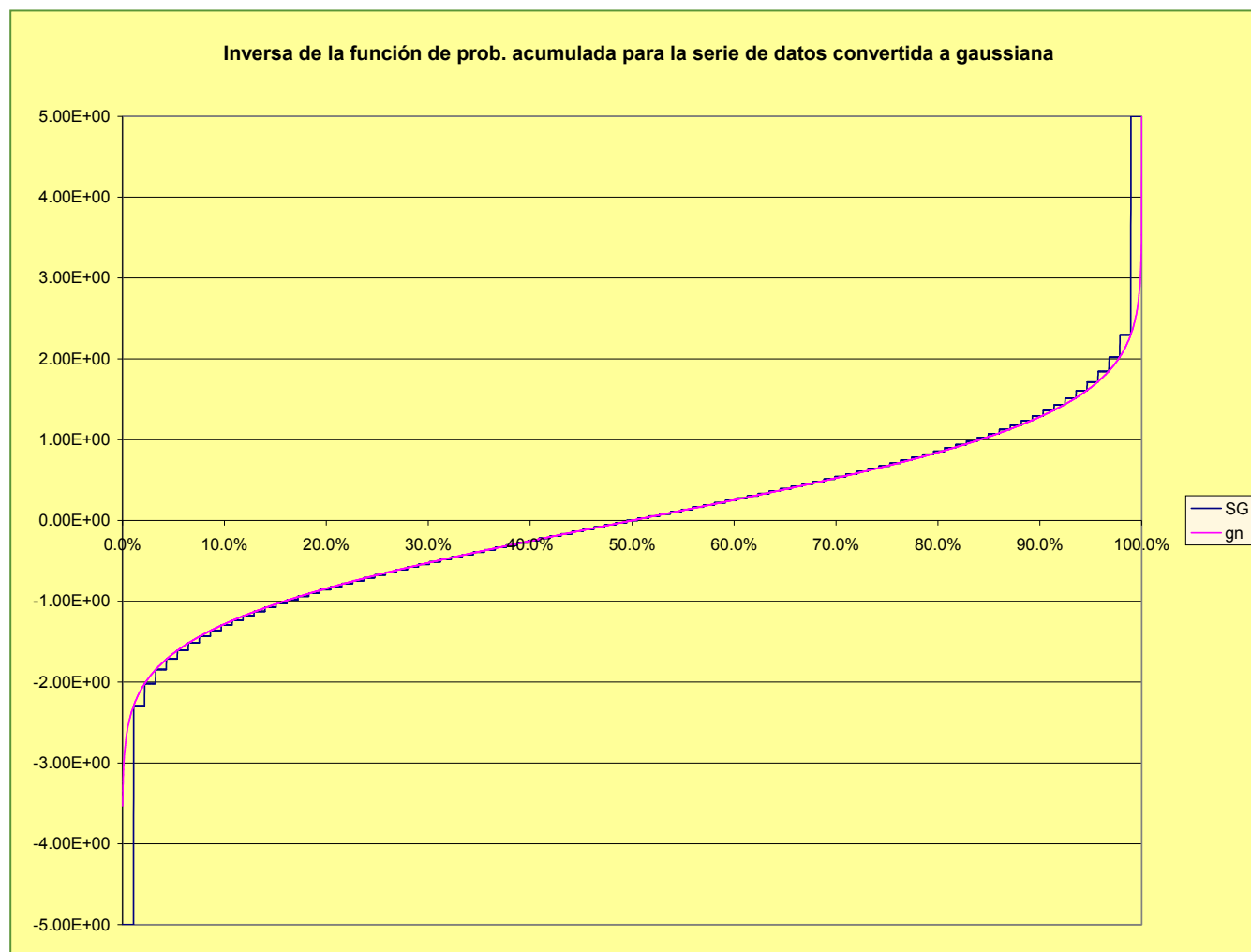


Dos años de aportes semanales históricos en Bonete, Palmar y Salto

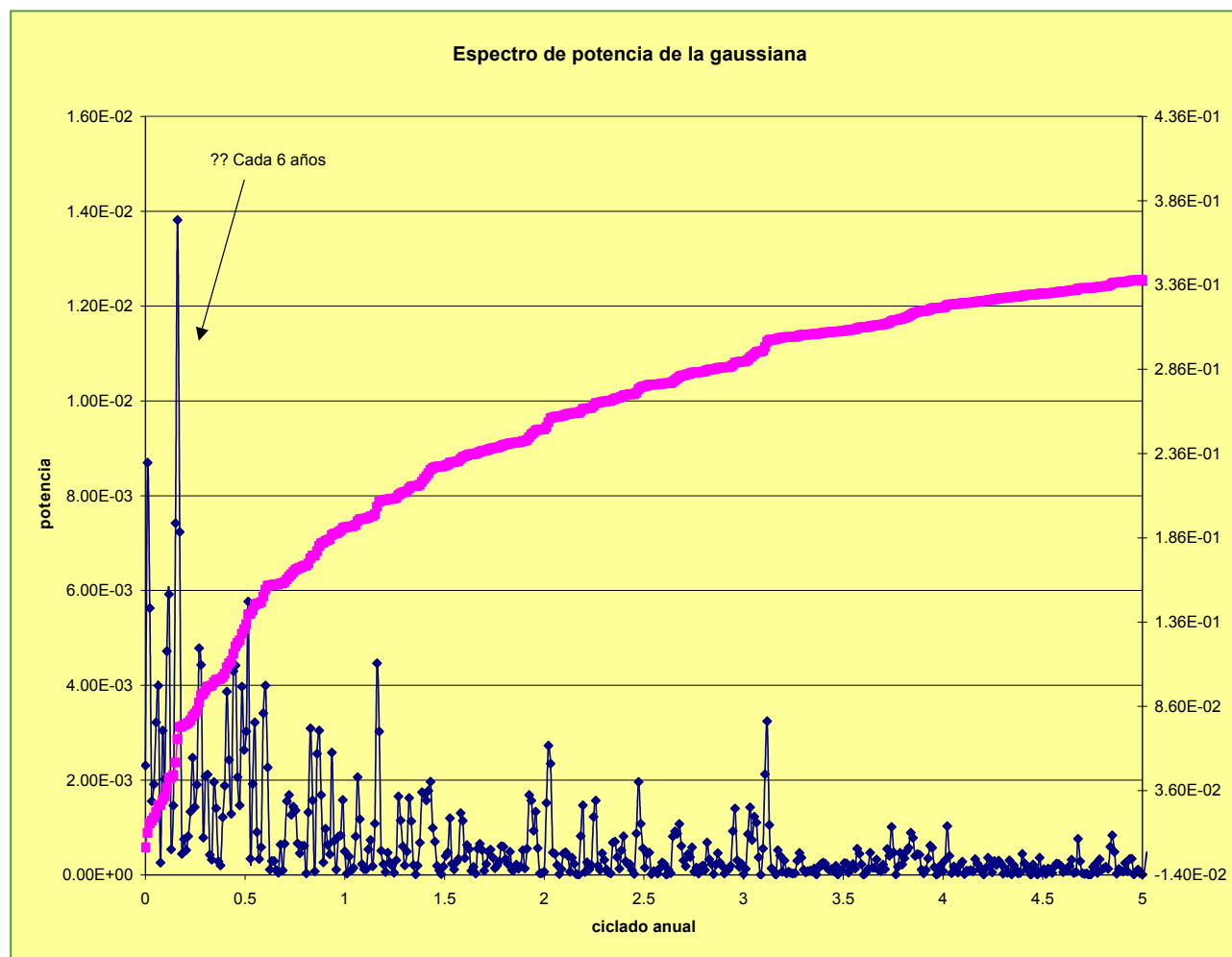
# Espectro de Potencia SALTO GRANDE



# Distribución, de la serie SG transformada y la gaussiana



# Espectro de potencia de la serie SG transformada.



# Matriz A y B del filtro (12 pasos)

Bonete=S1, Palmar=S2, Salto=S3

<i>MatrizA (transpuesta) tramo 1</i>												
	<b>S1-1</b>	<b>S1-2</b>	<b>S1-3</b>	<b>S1-4</b>	<b>S1-5</b>	<b>S1-6</b>	<b>S1-7</b>	<b>S1-8</b>	<b>S1-9</b>	<b>S1-10</b>	<b>S1-11</b>	<b>S1-12</b>
<b>S1</b>	0.638	0.096	-0.007	-0.070	0.029	0.102	-0.038	-0.070	0.080	-0.015	0.029	-0.005
<b>S2</b>	0.078	-0.024	-0.009	0.069	0.004	0.040	-0.045	-0.002	-0.058	0.041	-0.007	-0.007
<b>S3</b>	0.147	0.004	-0.025	-0.028	-0.005	0.000	-0.005	-0.041	0.030	-0.020	0.015	0.002

<i>MatrizA (transpuesta) tramo 2</i>												
	<b>S2-1</b>	<b>S2-2</b>	<b>S2-3</b>	<b>S2-4</b>	<b>S2-5</b>	<b>S2-6</b>	<b>S2-7</b>	<b>S2-8</b>	<b>S2-9</b>	<b>S2-10</b>	<b>S2-11</b>	<b>S2-12</b>
<b>S1</b>	0.046	-0.050	0.048	-0.009	0.024	-0.036	0.001	0.049	-0.034	-0.014	0.000	-0.004
<b>S2</b>	0.659	0.126	0.013	-0.202	0.037	0.105	0.030	-0.053	-0.035	0.076	0.017	0.002
<b>S3</b>	-0.029	-0.001	-0.003	0.029	-0.022	0.004	0.010	0.007	-0.013	0.002	-0.005	0.010

<i>MatrizA (transpuesta) tramo 3</i>												
	<b>S3-1</b>	<b>S3-2</b>	<b>S3-3</b>	<b>S3-4</b>	<b>S3-5</b>	<b>S3-6</b>	<b>S3-7</b>	<b>S3-8</b>	<b>S3-9</b>	<b>S3-10</b>	<b>S3-11</b>	<b>S3-12</b>
<b>S1</b>	0.108	-0.042	0.005	0.019	-0.028	-0.017	0.016	0.010	0.005	0.000	-0.019	0.021
<b>S2</b>	0.049	-0.037	0.025	-0.021	-0.007	-0.034	0.015	-0.027	0.060	-0.034	-0.023	0.026
<b>S3</b>	0.718	-0.020	-0.010	0.038	0.020	0.011	0.013	0.028	-0.015	0.024	0.016	-0.009

<i>MatrizB</i>			
	<b>u1</b>	<b>u2</b>	<b>u3</b>
<b>S1</b>	0.437	-0.523	-0.431
<b>S2</b>	0.953	0.302	0.131
<b>S3</b>	0.119	-0.500	0.530

Estado = 3x12

# Matriz A y B del filtro (1 paso) Bonete, Palmar y Salto

MatrizA(transpueta)			MatrizB				
B-1	P-1	S-1	u1	u2	u3		
B	0.694	0.040	0.097	B	0.424	-0.551	-0.419
P	0.081	0.712	0.024	P	0.976	0.291	0.122
S	0.129	-0.028	0.731	S	0.105	-0.485	0.549

Estado = 3x1

# Estado de la fuente

$$X_{k+1} = \sum_{h=0}^{n-1} A_h X_{k-h} + \sum_{h=0}^{m-1} B_h R_{k-h}$$

$$Y_k = CX_k$$

# Estado del sistema para la OPTIMIZACION





## Dimensión del problema

Optimizar 943 pasos de tiempo con 50 estados por paso y 100 sorteos por paso llevó 17.7 minutos en un PC de 1.73GHz.

Si en lugar de 50 estados ( $5 \times 10$ ) tenemos  $(5 \times 5 \times 5 \times 10 \times 10 \times 10) = 125000$  estados, el tiempo de cálculo de los 943 pasos con 100 sorteos será: 43750 minutos = 30.38 días

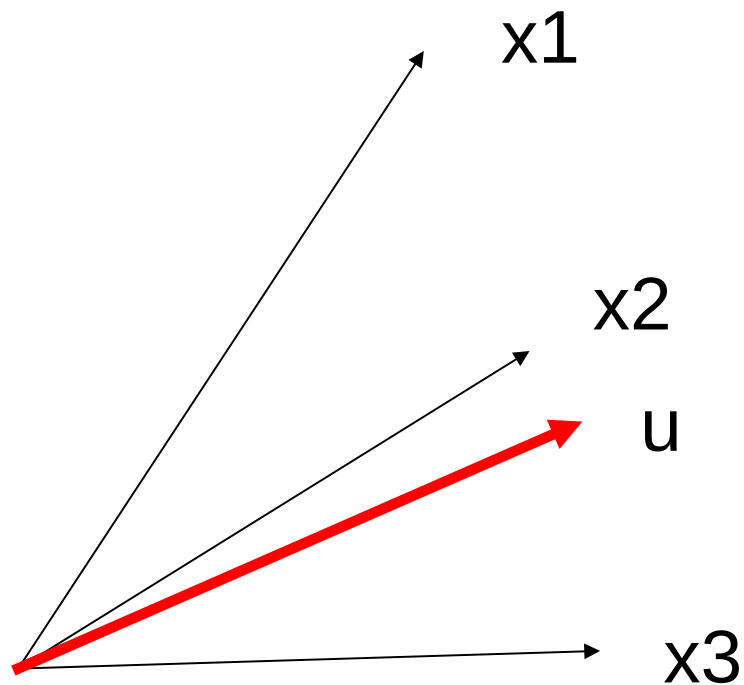
Soluciones:

- Reducir dimensiones del estado
- Distribuir en varias máquinas.

## Reducción de estado

- Implica simplificar = aproximación.
- Para pasos superiores a una semana, se considera solamente el embalse de Bonete.
- El estado de la fuente de aportes se reduce a una única variable de “estado hidrológico”.

# Mejor estimador



Dadas las series  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  como vectores de  $\mathbb{R}^n$  buscamos el vector  $u$  que menos dista de las tres series y así obtengamos la mejor representación (en el espacio de vectores series) de los tres estados.