



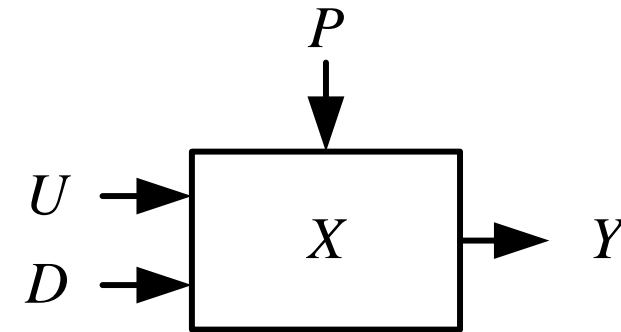
# Modelado de entradas Parte II

Enrique E. Tarifa, Facultad de Ingeniería, UNJu

# Modelado de entradas

# Clasificación de variables

- Parámetros ( $P$ )
- Variables de entrada:
  - Manipulables ( $U$ )
  - Perturbación ( $D$ )
- Variables de salida ( $Y$ )
- Variables internas ( $I$ )
- Variables de estado ( $X \subseteq I$ )



- Tiempo entre arribos de clientes
- Tipo de operación
- Monto de la operación

# Etapas del modelado de entradas

1. Colección de datos
2. Identificación de la distribución
3. Determinación de parámetros
4. Evaluación

# Resultados

Colección

- Tabla  $x$

Identificación

- $f(x)$  o  $p(x)$

Ajuste

- Parámetros

Evaluación

- Distribución

# Resultados

Colección

- Tabla  $x$

Identificación

- $f(x)$  o  $p(x)$

Ajuste

- Parámetros

Evaluación

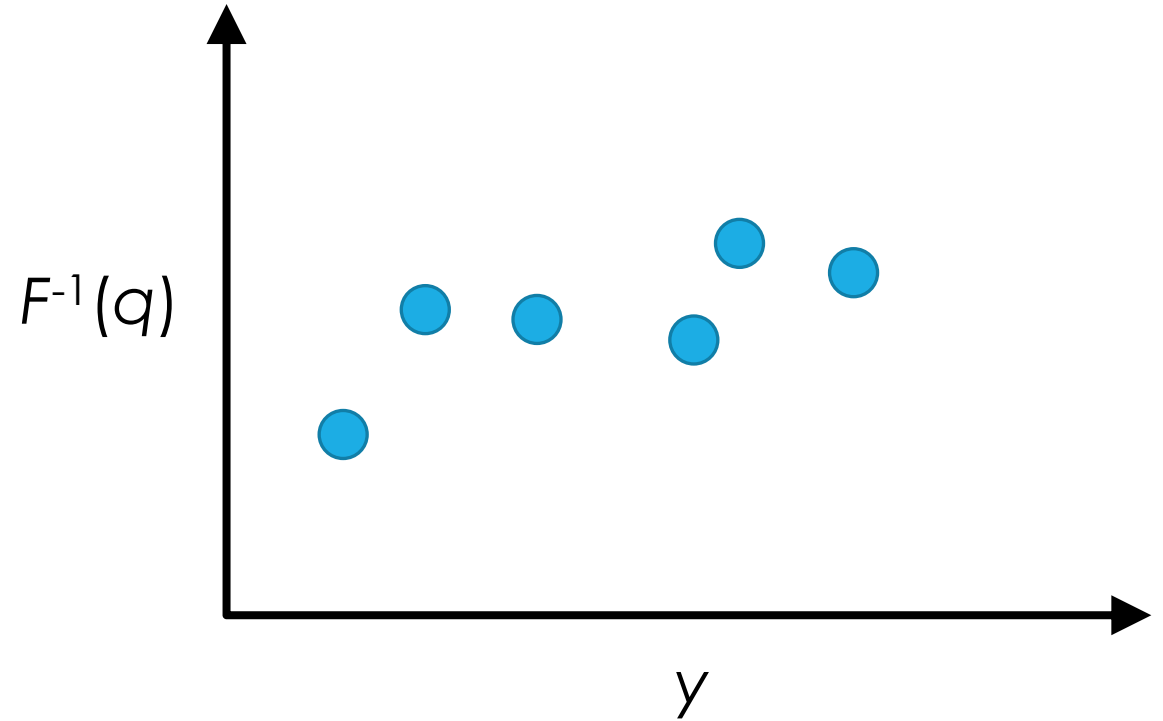
- Distribución

# Gráfico q-q

- Una alternativa al empleo de histogramas:
  - Se puede usar con pocos datos (menos de 30).
  - No depende de parámetros arbitrarios.
- El  $q$ -quantile de  $X$  es el valor  $\gamma$  tal que  $F(\gamma) = P(X \leq \gamma) = q$ .
- El  $q$ -quantile de  $X$  para  $q = 0.5$  es la mediana.
- Cuando  $F(x)$  tiene inversa, el *quantile* es igual a  $\gamma = F^{-1}(q)$ .

# Gráfico q-q

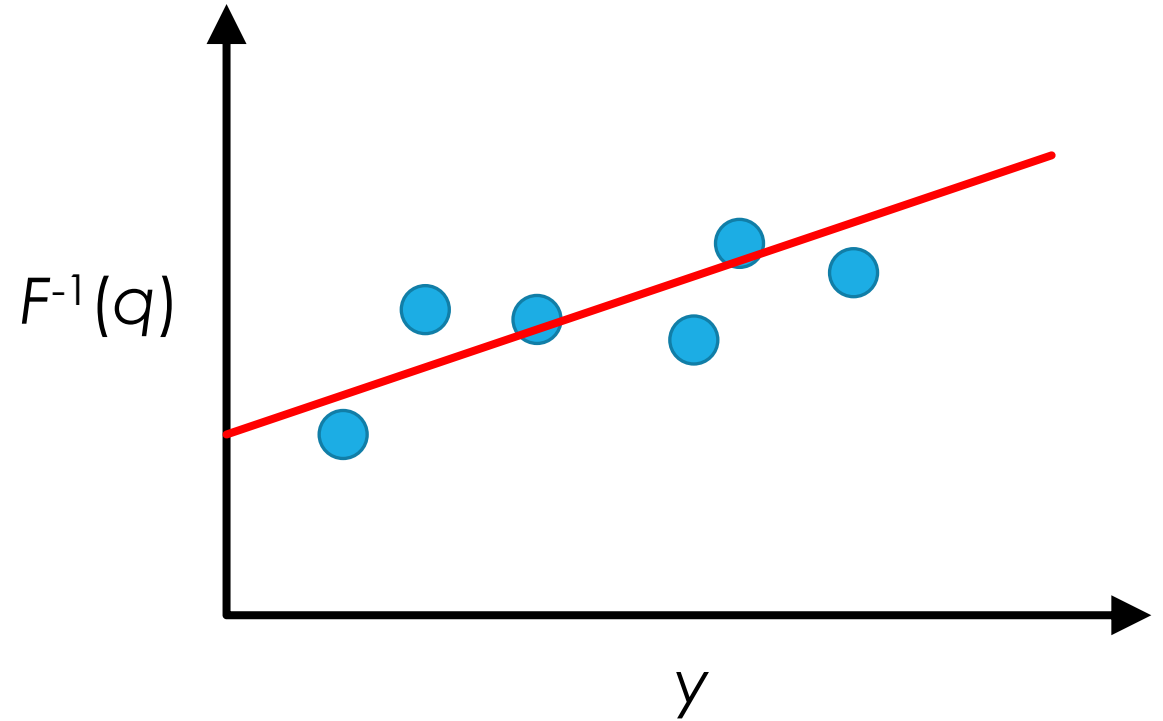
1. Sea  $\{x_i, i = 1, 2, \dots, n\}$ .
2. Se ordena de menor a mayor,  $\{y_j, j = 1, 2, \dots, n\}$ .
3. Sea  $q_j = (j - 0.5)/n$ .
4. Se cumple:  $y_j \approx F^{-1}(q_j)$ .





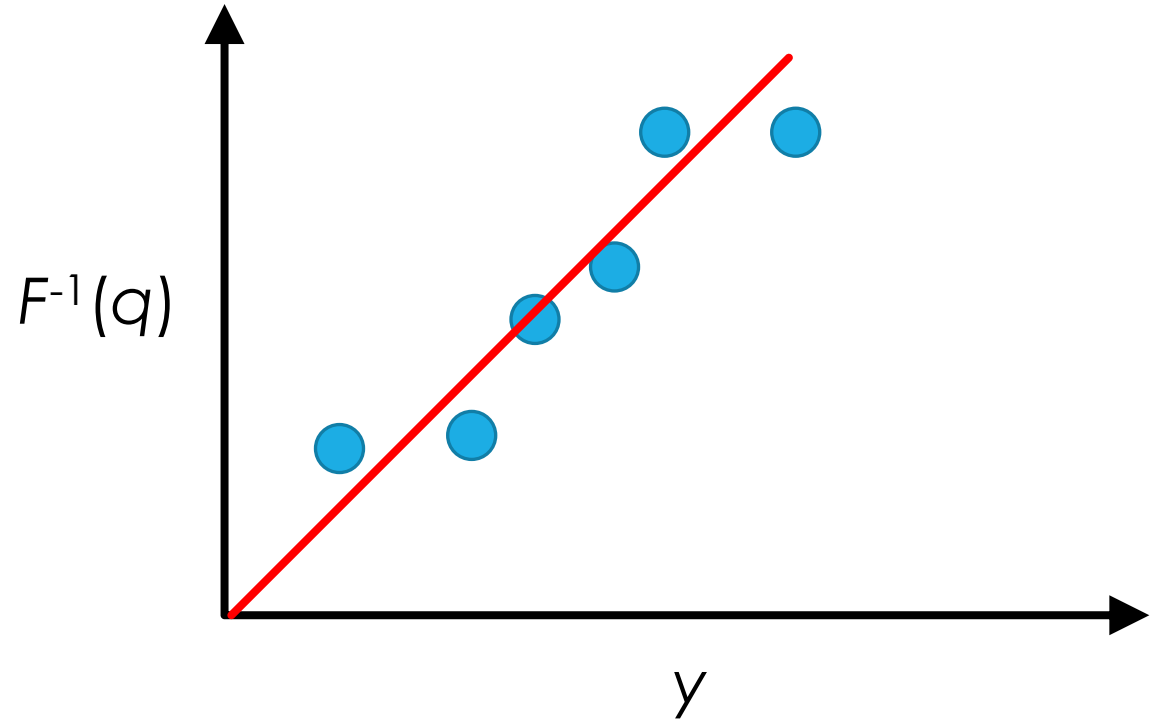
# Gráfico q-q

- Si  $f(x)$  es de la familia de distribuciones adecuada, el gráfico  $F^{-1}(q)$  vs.  $y$  será aproximadamente una línea recta.



# Gráfico q-q

- Si, además, los parámetros de  $f(x)$  tienen los valores adecuados, la línea recta tendrá pendiente 1 y pasará por el origen.



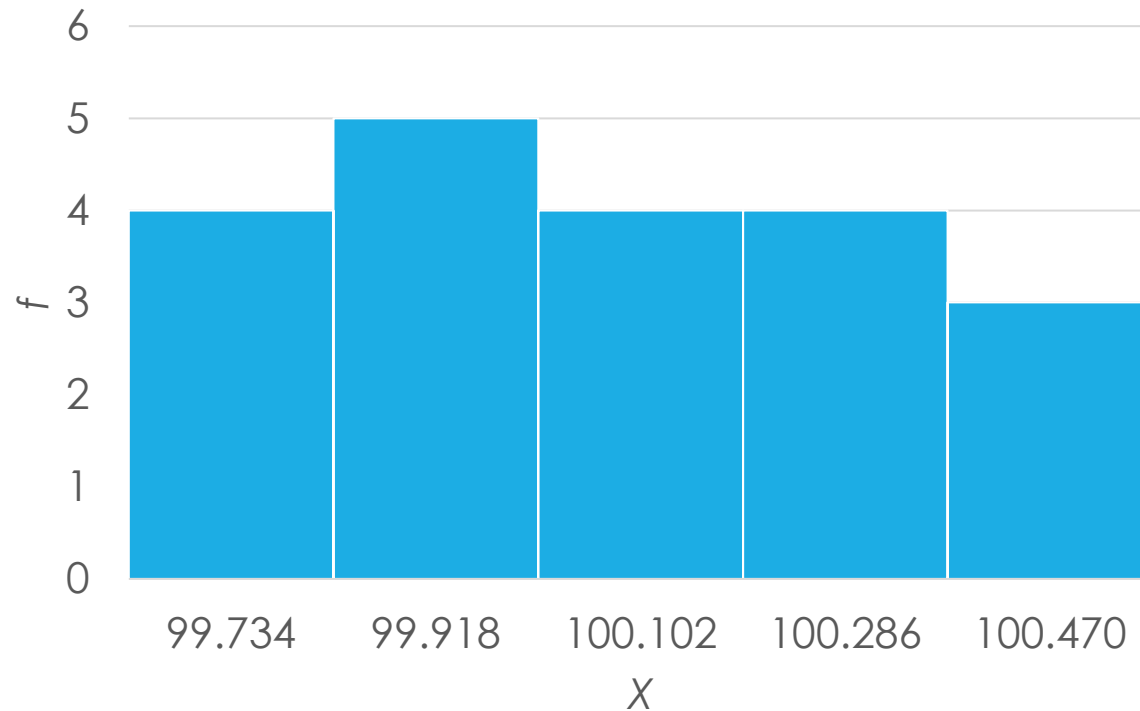
# Gráfico q-q

99.79	99.56	100.17	100.33
100.26	100.41	99.98	99.83
100.23	100.27	100.02	100.47
99.55	99.62	99.65	99.82
99.96	99.90	100.06	99.85

$$\bar{X}_m = 99.99 \text{ y } S^2 = 0.2832^2$$

Gráfico q-q paso a paso. xlsx

# Gráfico q-q



Se propone una distribución normal.  
 $\mu = 99.99$  y  $\sigma = 0.2832$

# Gráfico q-q

1. Histograma
2.  $f(x)$  o  $p(x)$
3.  $F(x)$
4.  $F(y) = q$
5.  $y = F^{-1}(q)$
6.  $q_j = (j-0.5)/n$

$j$	$y$	$q$	$F^{-1}(q)$
1	99.55	0.025	99.43
2	99.56	0.075	99.58
3	99.62	0.125	99.66
4	99.65	0.175	99.72
5	99.79	0.225	99.77
6	99.82	0.275	99.82
7	99.83	0.325	99.86
8	99.85	0.375	99.90
9	99.90	0.425	99.93
10	99.96	0.475	99.97
11	99.98	0.525	100.00
12	100.02	0.575	100.04
13	100.06	0.625	100.08
14	100.17	0.675	100.11
15	100.23	0.725	100.16
16	100.26	0.775	100.20
17	100.27	0.825	100.25
18	100.33	0.875	100.31
19	100.41	0.925	100.39
20	100.47	0.975	100.54



Archivo Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda WPS PDF Argo ¿Qué desea hacer?

Insertar función Autosuma Lógicas Búsqueda y referencia Asignar nombre Rastrear precedentes Mostrar fórmulas Ventana Inspección Opciones para el cálculo

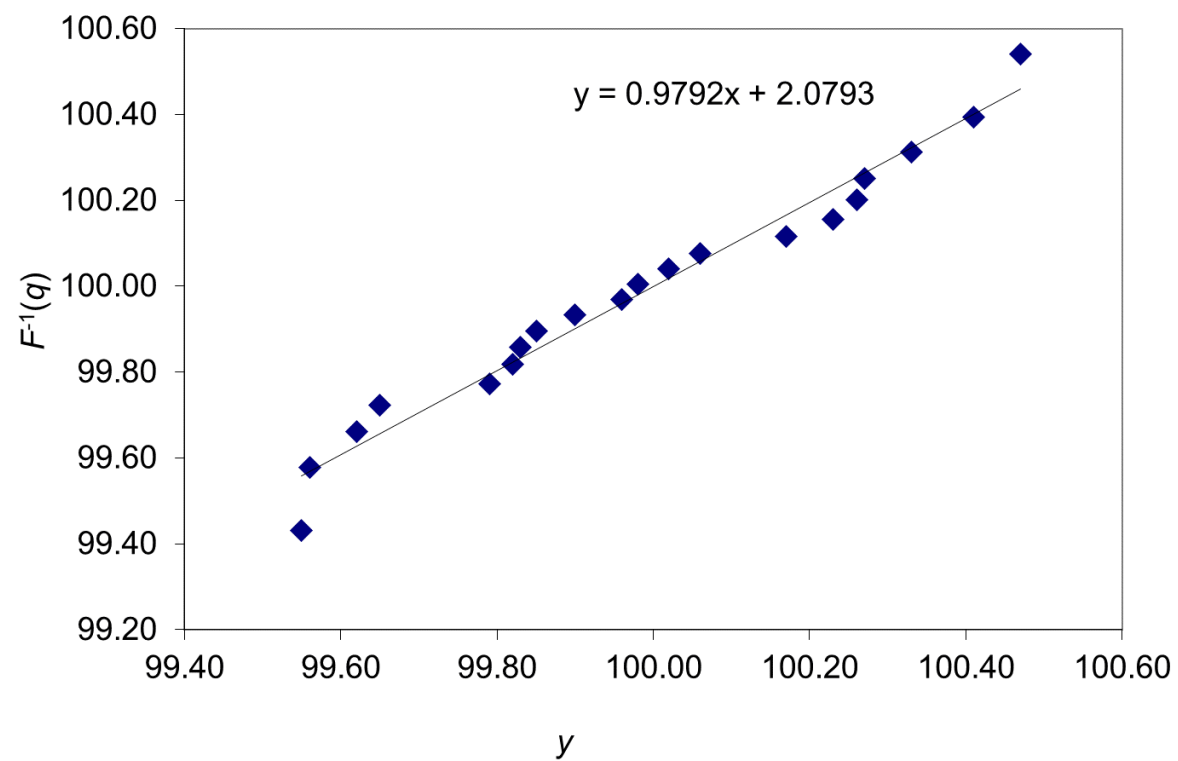
Usado recientemente Texto Matemáticas y trigonométricas Utilizar en la fórmula Rastrear dependientes Comprobación de errores Evaluar fórmula

Financieras Fecha y hora Más funciones Crear desde la selección Quitar flechas Auditoría de fórmulas

Biblioteca de funciones Administrador de nombres Nombres definidos

	A	B	C	D	E	F	G
1	<b>Tabla de datos</b>						
2	99.79	99.56	100.17	100.33			<b>Xm</b> = =PROMEDIO(A2:D6)
3	100.26	100.41	99.98	99.83			<b>Varianza</b> = =VAR.S(A2:D6)
4	100.23	100.27	100.02	100.47			
5	99.55	99.62	99.65	99.82		L =	=1/G2
6	99.96	99.9	100.06	99.85			
7							
8	<i>j</i>	<i>y<sub>j</sub></i>	<i>q<sub>j</sub> = (j-0.5)/n</i>	<i>F<sup>-1</sup>(q<sub>j</sub>)</i>			
9	1	99.55	=(A9-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C9,G\$2,RAIZ(G\$3))			
10	2	99.56	=(A10-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C10,G\$2,RAIZ(G\$3))			
11	3	99.62	=(A11-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C11,G\$2,RAIZ(G\$3))			
12	4	99.65	=(A12-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C12,G\$2,RAIZ(G\$3))			
13	5	99.79	=(A13-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C13,G\$2,RAIZ(G\$3))			
14	6	99.82	=(A14-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C14,G\$2,RAIZ(G\$3))			
15	7	99.83	=(A15-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C15,G\$2,RAIZ(G\$3))			
16	8	99.85	=(A16-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C16,G\$2,RAIZ(G\$3))			
17	9	99.9	=(A17-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C17,G\$2,RAIZ(G\$3))			
18	10	99.96	=(A18-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C18,G\$2,RAIZ(G\$3))			
19	11	99.98	=(A19-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C19,G\$2,RAIZ(G\$3))			
20	12	100.02	=(A20-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C20,G\$2,RAIZ(G\$3))			
21	13	100.06	=(A21-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C21,G\$2,RAIZ(G\$3))			
22	14	100.17	=(A22-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C22,G\$2,RAIZ(G\$3))			
23	15	100.23	=(A23-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C23,G\$2,RAIZ(G\$3))			
24	16	100.26	=(A24-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C24,G\$2,RAIZ(G\$3))			
25	17	100.27	=(A25-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C25,G\$2,RAIZ(G\$3))			
26	18	100.33	=(A26-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C26,G\$2,RAIZ(G\$3))			
27	19	100.41	=(A27-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C27,G\$2,RAIZ(G\$3))			
28	20	100.47	=(A28-0.5)/20	=DISTR.NORM.INV(C28,G\$2,RAIZ(G\$3))			
29							

# Gráfico q-q



Distribución normal

Gráfico q-q paso a paso.xlsx



# Distribución exponencial

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$$

$$F(x) = 1 - e^{-\lambda x}$$

$$F(y) = 1 - e^{-\lambda y}$$

$$1 - e^{-\lambda y} = q$$

$$-e^{-\lambda y} = q - 1$$

$$e^{-\lambda y} = 1 - q$$

$$-\lambda y = \ln(1 - q)$$

$$y = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - q)$$

$$F^{-1}(q) = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - q)$$

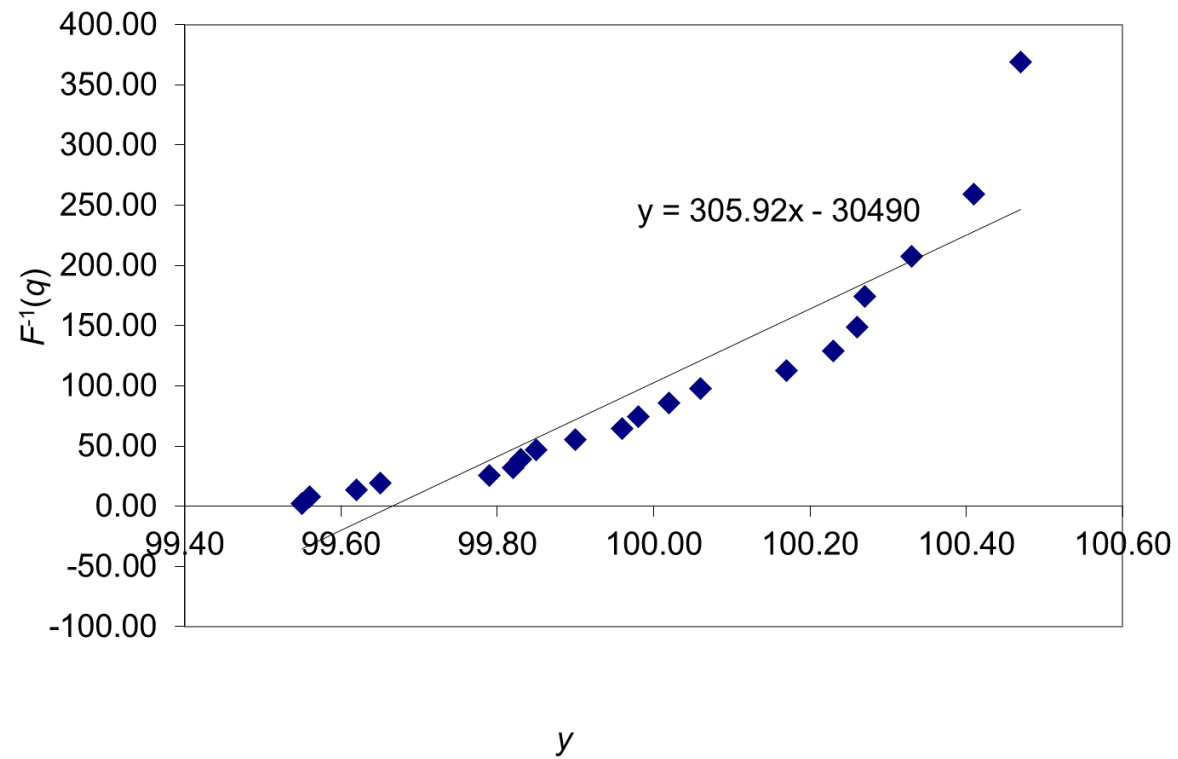


Archivo Inicio Insertar Disposición de página **Fórmulas** Datos Revisar Vista Programador Ayuda WPS PDF Argo ¿Qué desea hacer?

fx Autosuma Lógicas Búsqueda y referencia Asignar nombre Rastrear precedentes Mostrar fórmulas  
Usado recientemente Texto Matemáticas y trigonométricas Utilizar en la fórmula Rastrear dependientes Comprobación de errores  
Financieras Fecha y hora Más funciones Crear desde la selección Quitar flechas Evaluar fórmula  
Biblioteca de funciones Administrador de nombres Nombres definidos Auditoría de fórmulas Ventana Inspección Opciones para el cálculo Cálculo

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	<b>Tabla de datos</b>							
2	99.79	99.56	100.17	100.33			<b>Xm =</b> =PROMEDIO(A2:D6)	
3	100.26	100.41	99.98	99.83			<b>Varianza =</b> =VAR.S(A2:D6)	
4	100.23	100.27	100.02	100.47				
5	99.55	99.62	99.65	99.82		L =	=1/G2	
6	99.96	99.9	100.06	99.85				
7								
8	<i>j</i>	<i>y<sub>j</sub></i>	<i>q<sub>j</sub> = (j-0.5)/n</i>	<i>F<sup>-1</sup>(q<sub>j</sub>)</i>				
9	1	99.55	=(A9-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C9)				
10	2	99.56	=(A10-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C10)		y = -1/L*ln(1-q)		
11	3	99.62	=(A11-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C11)				
12	4	99.65	=(A12-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C12)				
13	5	99.79	=(A13-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C13)				
14	6	99.82	=(A14-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C14)				
15	7	99.83	=(A15-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C15)				
16	8	99.85	=(A16-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C16)				
17	9	99.9	=(A17-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C17)				
18	10	99.96	=(A18-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C18)				
19	11	99.98	=(A19-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C19)				
20	12	100.02	=(A20-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C20)				
21	13	100.06	=(A21-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C21)				
22	14	100.17	=(A22-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C22)				
23	15	100.23	=(A23-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C23)				
24	16	100.26	=(A24-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C24)				
25	17	100.27	=(A25-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C25)				
26	18	100.33	=(A26-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C26)				
27	19	100.41	=(A27-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C27)				
28	20	100.47	=(A28-0.5)/20	=-1/G\$5*LN(1-C28)				
29								

# Gráfico q-q



Distribución exponencial