

La resistencia a la tracción de un tipo de
 cordón sigue una ley normal de densidad
típica 12 Kg/m . Eligimos un metro de
 cordón de cada uno de 9 ovillos; resultando
 una resistencia media de 8.6 Kg , con
 un nivel de significación del 10% .

Contrastar las siguientes hipótesis:

- 1) de resistencia media del cordón es de 8.2 Kg
- 2) de resistencia media es $\geq 9.5 \text{ Kg}$
- 3) de resistencia media es menor o igual
que 8 Kg

a) 0.3174

b) 0.01222

c) 0.06681

<u>C-27</u>	<u>P-VALOR</u>
a)	<u>0.3174</u>
b)	<u>0.01222</u>
c)	<u>0.06681</u>

P-Valor

C-27

ESTADÍSTICA

Boletín . Contrastes de Hipótesis

H_0 Hipótesis nula
 H_1 Hipótesis alternativa

1. Una compañía afirma que la velocidad media de recepción de su nueva línea ADSL es superior a 9.5 Mbps. Para comprobar tal afirmación se eligieron al azar 9 transmisiones de datos en un determinado día, anotándose la velocidad de recepción en cada uno de ellas. Estas fueron:

10.1 9.6 9.5 8 10.2 10 8.7 10.5 11.6

Calcular con un nivel $\alpha = 0.05$, la afirmación de la compañía de comunicación, suponiendo que la velocidad de transmisión sigue una distribución normal con desviación típica de 0.5 Mbps.

2. Se desea averiguar si puede o no admitirse un tiempo medio μ de 4 meses para encontrar trabajo los recién licenciados en Administración y Dirección de Empresas. Para ello se anotaron los tiempos de búsqueda de empleo de 10 recién licenciados elegidos al azar, que en meses son los siguientes:

4.2 3.8 4.1 3.9 3.5 4 3.7 3.8 4.1 3.5

Contrastar con un nivel $\alpha = 0.05$, la hipótesis mencionada, suponiendo que puede admitirse una distribución normal para los tiempos de búsqueda del primer empleo de los nuevos licenciados de A.D.E.

3. Se quiere averiguar si el porcentaje de fallecidos entre los enfermos de una determinada enfermedad asiática es significativamente mayor del 10%. Para ello se seleccionaron al azar 200 pacientes de dicha enfermedad, obteniéndose un porcentaje observado de fallecimientos del 11.5%. ¿Qué conclusiones se obtienen si $\alpha = 0.1$?

4. El importe de la factura eléctrica mensual de un determinado tipo de empresas se distribuye normalmente con $\sigma = 128$ €. El Ministerio de Energía sostiene que el gasto medio mensual de estas empresas no es inferior a 600 € y que sería conveniente elaborar un plan de ahorro energético para las mismas. Seleccionada una m.a.s. de 100 empresas, se obtiene un gasto mensual de 755 €. ¿Es admisible, con un nivel de significación $\alpha = 0.02$ la hipótesis del Ministerio?
¿Cuántas empresas sería necesario seleccionar para que el test anterior detectara un gasto medio mensual de 451 € con probabilidad 0.95?

5. Una compañía agroalimentaria desea introducir sus yogures en un nuevo mercado, por lo que les interesa analizar cuáles deberían ser el aspecto y la textura de éstos para que tuvieran una mejor aceptación. Un investigador cree que deberían ser más líquidos que de costumbre. Para comprobarlo, se realizó una degustación con una muestra aleatoria de 500 potenciales clientes; de ellos, 280 opinaron favorablemente sobre estos nuevos yogures más líquidos.

- a) A la vista de estos datos, con un nivel de significación del 1%, ¿puede afirmarse que el porcentaje de aceptación de estos yogures no superaría el 50% del nuevo mercado?
b) ¿Qué tamaño muestral sería necesario para que el test anterior detectara un porcentaje de aceptación del 60% con una probabilidad igual a 0,9?
c) Los investigadores se preguntan si los yogures más líquidos tendrían también éxito en el mercado actual, por lo que se decide hacer una nueva degustación entre 300 clientes habituales, de los que 230 de ellos preferían los yogures más líquidos. ¿Indican estos datos que el porcentaje de aceptación en el mercado actual es superior al del futuro mercado? Nivel de significación: 1%.

6. Se supone que la varianza de la distribución de la distancia (en Km) recorrida con 5 litros de combustible por un nuevo modelo de automóvil equipado con un motor diesel es menor que la varianza de la distribución de distancias recorridas por el mismo modelo equipado con un motor de gasolina de 6 cilindros, la cual se sabe que es $\sigma^2 = 6.25$. Si las mediciones obtenidas en 71 pruebas llevadas a cabo con el modelo diesel producen

una varianza de 4.41, ¿podemos admitir, con un nivel de significación 0.05, la afirmación realizada anteriormente?

En un millar de piezas de la factoría A se ha encontrado un 3% de piezas defectuosas, y en 1.500 piezas de otra factoría B se ha obtenido un 2% de defectuosas. ¿Se puede afirmar, a un nivel de significación 0.05 que la producción de la factoría A es de peor calidad que la de B? ¿Puede hacerse la misma consideración al nivel $\alpha = 0.10$? ¿Y al nivel $\alpha = 0.01$?

Un fabricante afirma que por lo menos el 20% del público prefiere su producto. Se toma una muestra de 100 personas para verificar su afirmación. Con un nivel de significación $\alpha = 0.05$ ¿cuán pequeño debe ser el porcentaje muestral para poder rechazar la afirmación del fabricante?

Se considera una variable aleatoria X con distribución $N(\mu, 5)$. Se desea contrastar la hipótesis $H_0: \mu = 12$ frente a la alternativa $H_1: \mu \neq 12$ a partir de una muestra de tamaño 25 de la población. Determinar entre qué valores deberá estar comprendida la media muestral para poder aceptar la hipótesis nula a un nivel de significación $\alpha = 0.02$.

Una compañía compró una gran cantidad de cable de acero. El proveedor asegura que el cable tiene una fuerza de tensión media de 80 libras o más. La compañía prueba una muestra de 13 piezas de cable y encuentra que la fuerza de tensión media es 78.64 libras y la desviación típica 4 libras. ¿Debe la compañía impugnar la aseveración sobre la fuerza de tensión media con arreglo a esta evidencia al nivel de significación de 0.05?

Se quiere averiguar si la práctica habitual del ajedrez mejora el rendimiento escolar en la asignatura de Matemáticas. Para ello se eligieron 10 escolares de Primaria en el Colegio 1 en que se impartía ajedrez de forma obligatoria. Se obtuvieron las calificaciones siguientes:

5.6 4.3 3.6 10 7 6.5 8 7 8 7

En otro colegio (Colegio 2) no se impartía este deporte y se obtuvieron de forma independiente las siguientes calificaciones:

7 7 6.5 6 5.4 5 5 3 4.5 3

Suponiendo que las calificaciones en ambos grupos siguen distribuciones normales independientes contrastar a nivel de significación $\alpha = 0.05$ en ambos casos, si:

- ¿Puede concluirse que existen diferencias significativas entre las varianzas de ambas poblaciones?
- ¿Puede concluirse que la práctica del ajedrez mejora significativamente las calificaciones de Matemáticas?

La duración de anuncios televisivos sigue una distribución normal. Se obtuvo una muestra aleatoria de 24 anuncios, cuya duración media fue de 14.481 y su desviación típica 2.343 segundos.

Dar una estimación del intervalo de confianza para la duración media de los anuncios televisivos con nivel de confianza del 95%.

Contrastar, con un nivel de significación del 2.5%, la hipótesis nula de que la duración es de 15 segundos. Dar el p-valor del contraste y resolver el contraste usando el p-valor.

Un fabricante de hardware está estudiando la calidad de un nuevo chip más barato para el montaje en uno de sus productos. En una muestra de 200 de los nuevos chips 6 resultaron defectuosos mientras que en una muestra de 300 chips antiguos únicamente 3 resultaron defectuosos.

- Dar una estimación del intervalo de confianza para la proporción de chips nuevos defectuosos con nivel de confianza del 95%.
- Considerando un nivel de significación del 5%, ¿hay en los datos evidencias suficientes para sostener que la proporción de defectuosos es mayor con el nuevo chip? Obtener el nivel crítico (p-valor) del contraste.

[Handwritten signature]

Contraste de Hipótesis

(17)

La resistencia a la tracción de un tipo de cordón sigue una ley normal de desviación típica $1'2 \text{ kg/m}$. Elegimos un metro de cordón de cada uno de 9 ovillos, resultando una resistencia media de $8'6 \text{ kg/m}$, con un nivel de significación del 10%.

Contrastar las siguientes hipótesis:

- 1) La resistencia media del cordón es de $8'2 \text{ kg/m}$
- 2) La resistencia media es $\geq 9'5 \text{ kg/m}$
- 3) La resistencia media es menor o igual que 8 kg

1)

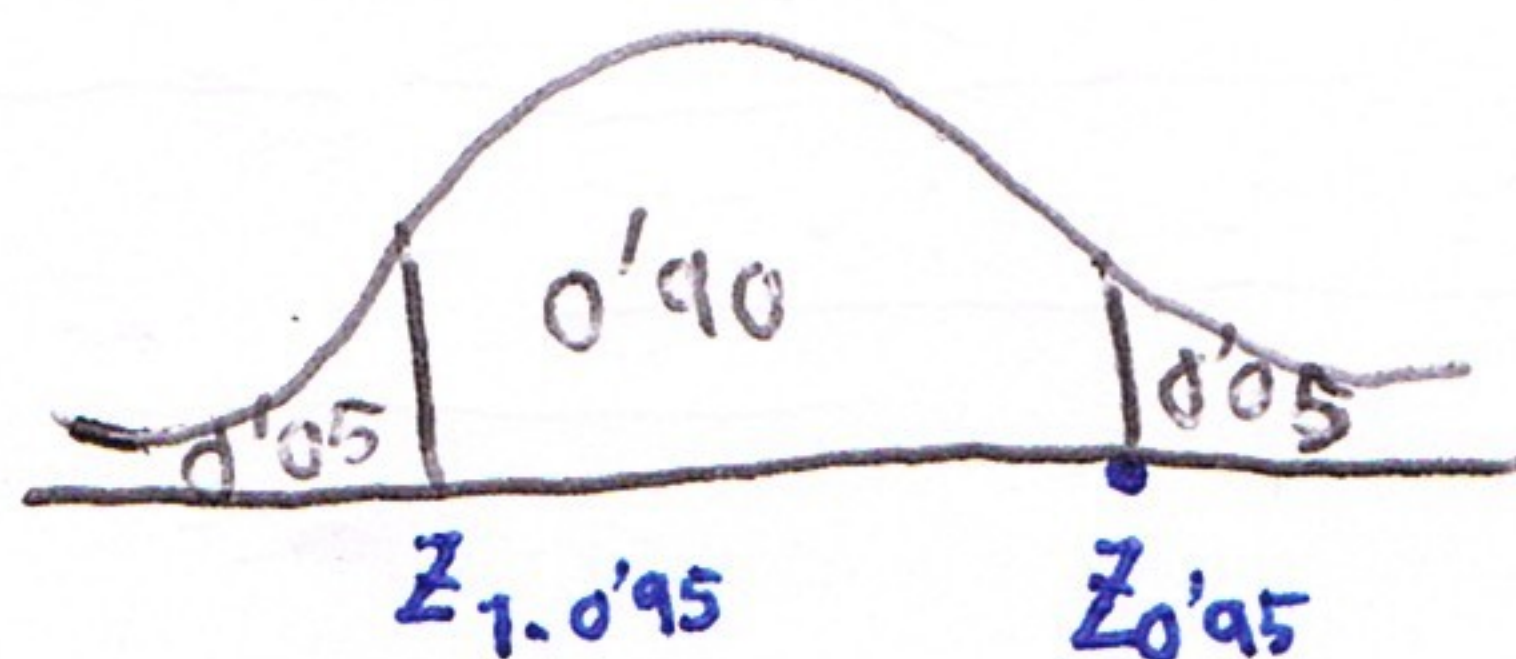
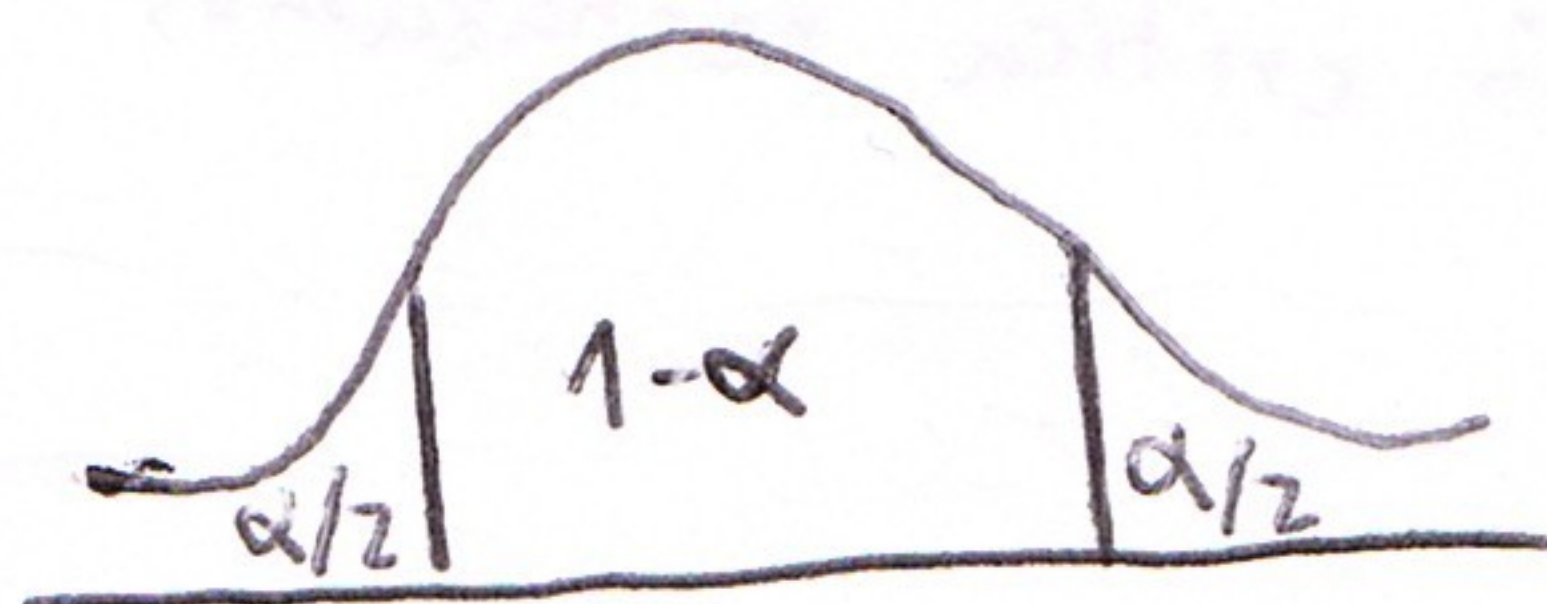
Hipótesis Nula $H_0: \mu = 8'2$

Hipótesis Alternativa $H_1: \mu \neq 8'2$

Es un contraste de hipótesis sobre la μ con σ^2 conocida. Buscamos el estadístico en la tabla de estadísticos

Para	Suposición	Estadístico Pivotal	Distribución
μ	σ^2 conocida	$\sqrt{n} \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma}$	$N(0,1)$

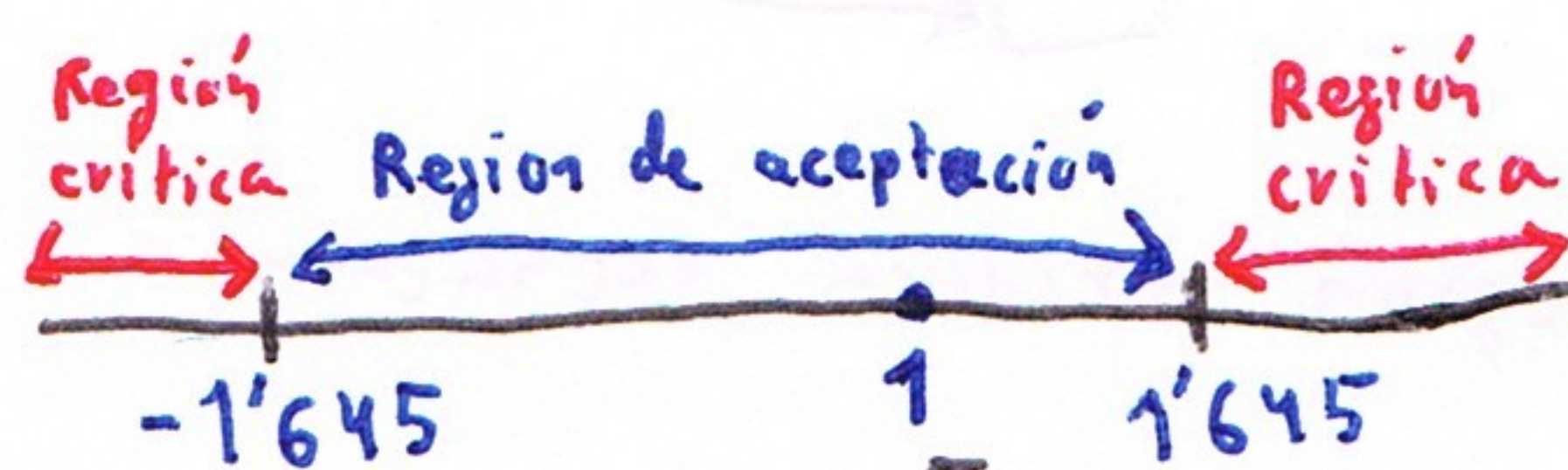
Es un contraste lateral



$$Z_{0'95} = 1'645$$

Cogemos el estadístico

$$\sqrt{n} \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma} \Rightarrow \sqrt{9} \frac{8'6 - 8'2}{1'2} = \sqrt{9} \frac{0'4}{1'2} = \sqrt{9} (0'3) = 1$$

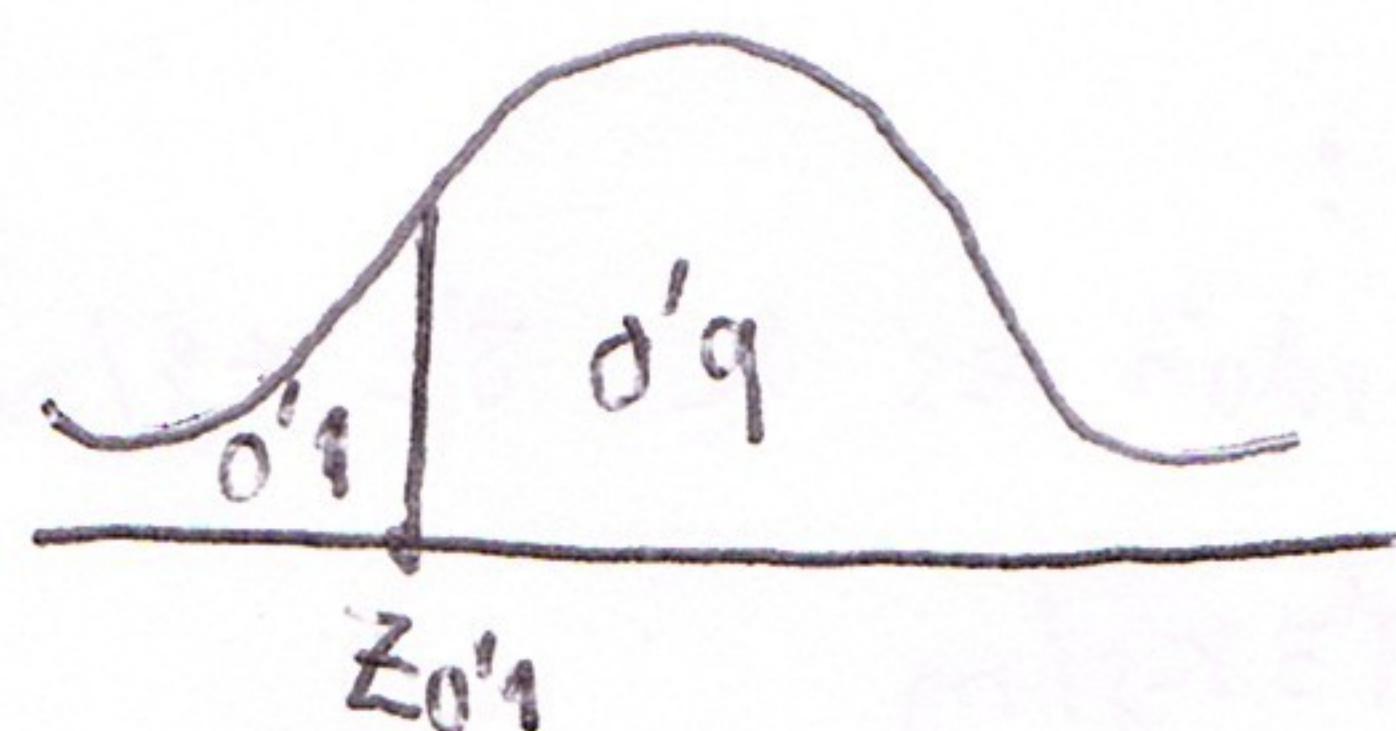


Como el resultado cae dentro de la región de aceptación aceptamos la hipótesis nula H_0

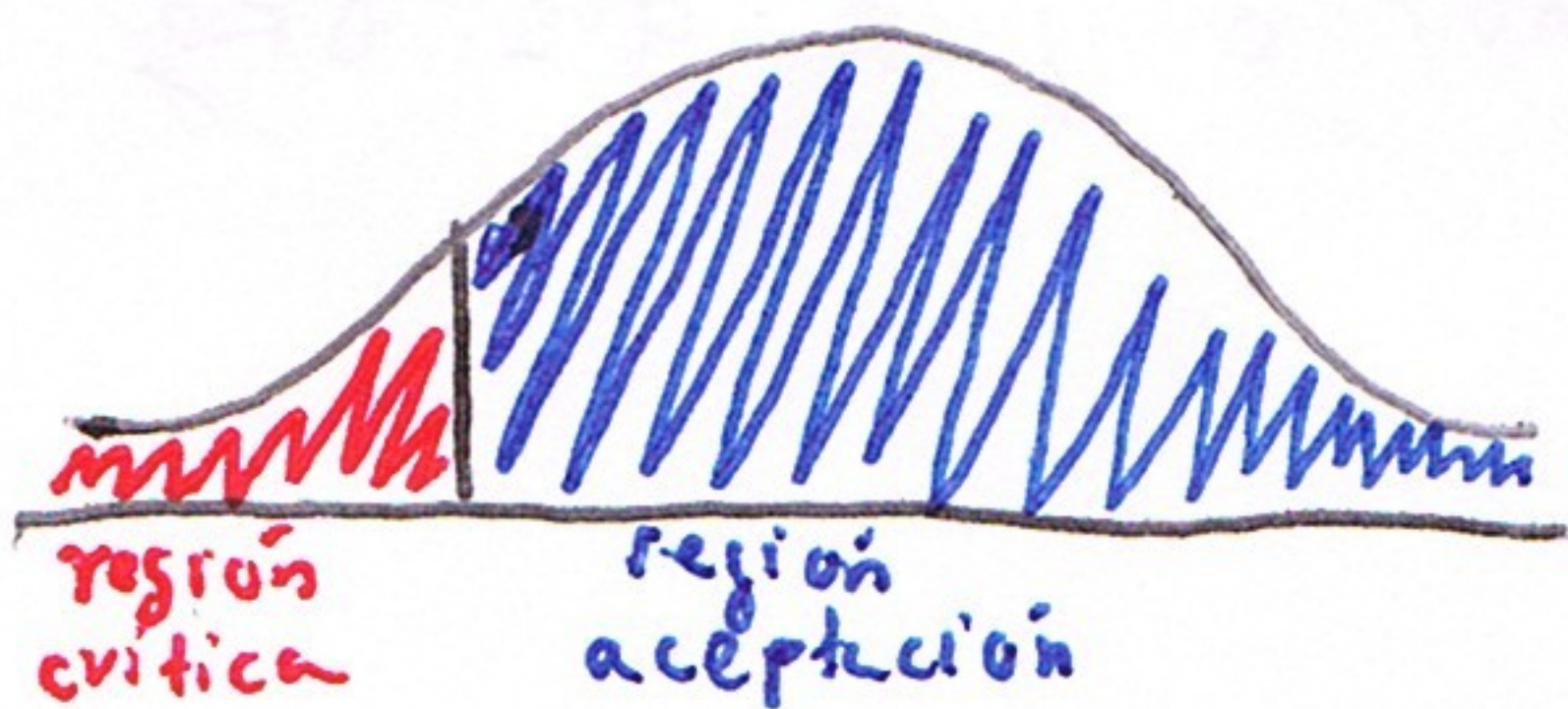
②

Hipotesis Nula : $H_0: \mu \geq 9.5$

Hipotesis Alternativa : $H_1: \mu < 9.5$

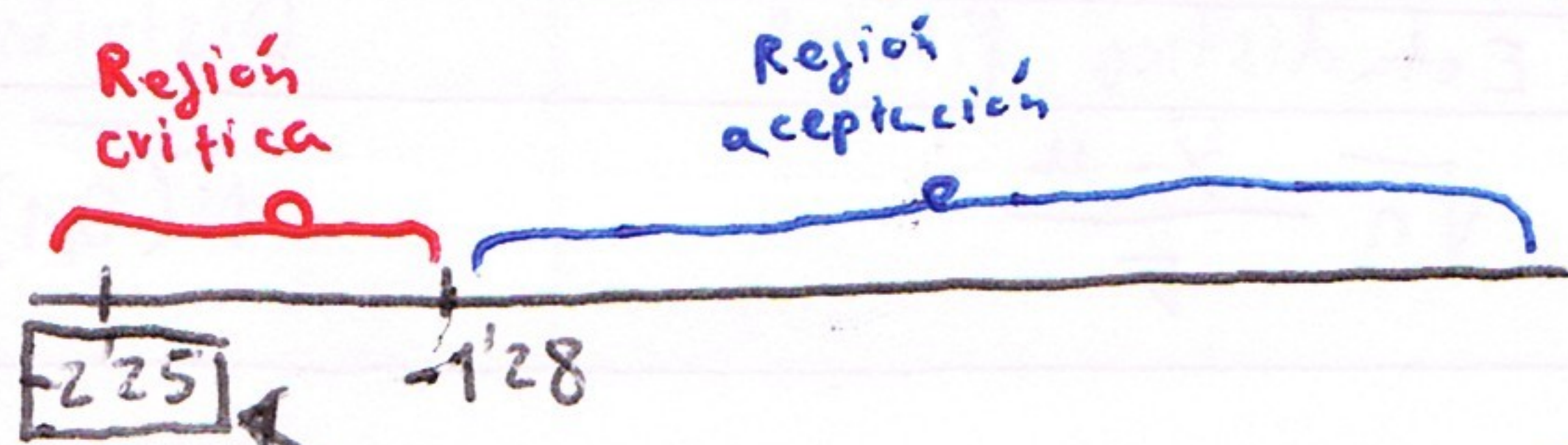


contraste
unilateral
izquierda



$$Z_{0.1} = -Z_{0.90} \approx 1.28$$

$$\sqrt{n} \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} = \sqrt{9} \frac{8.6 - 9.5}{1.2} = \sqrt{9} \frac{-0.9}{1.2} = \sqrt{9} (-0.75) = -2.25$$

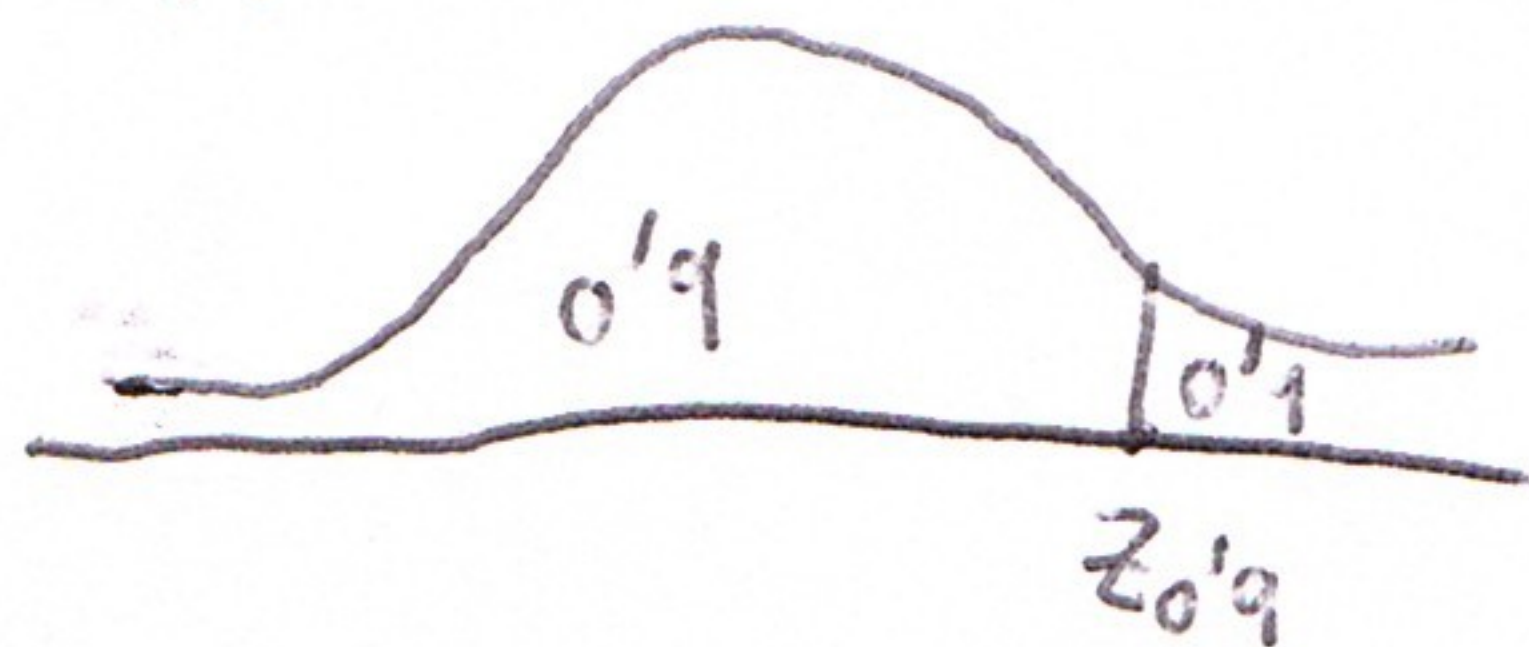


Como 2.25 pertenece a la región crítica rechazamos la hipótesis Nula H_0

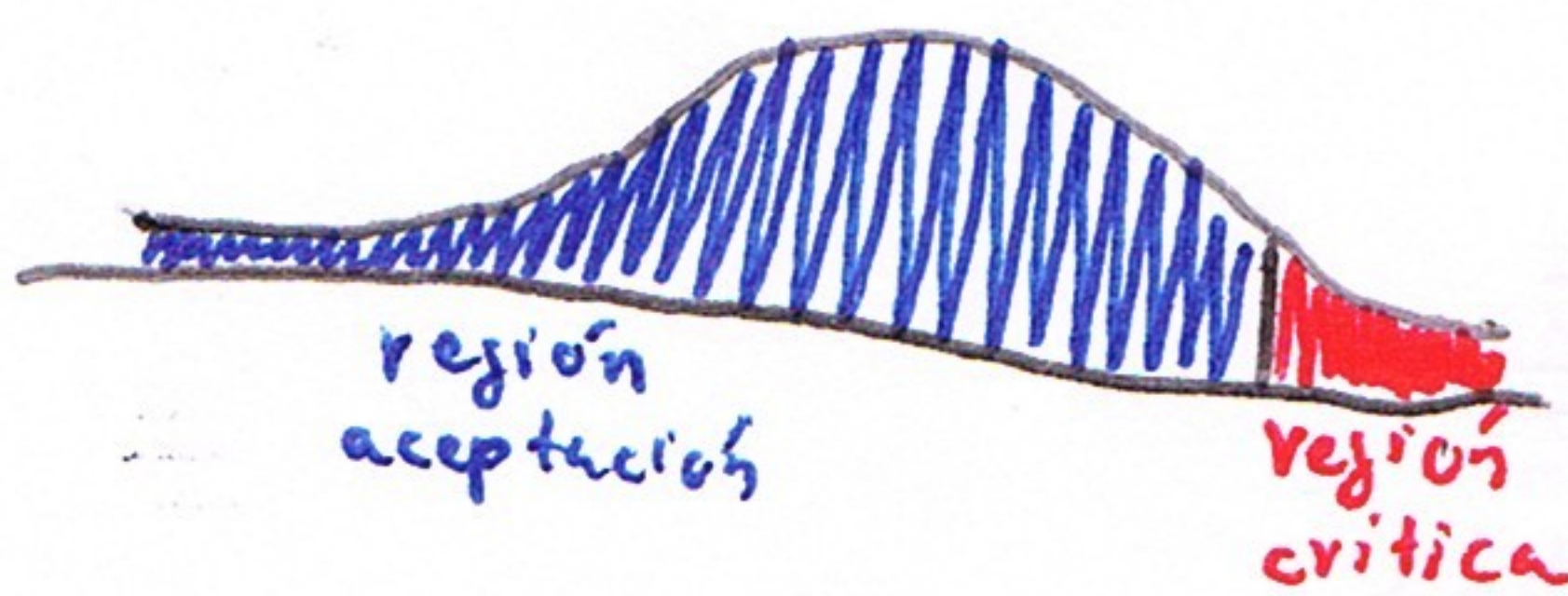
③

Hipotesis Nula : $H_0: \mu \leq 8$

Hipotesis Alternativa : $H_1: \mu > 8$

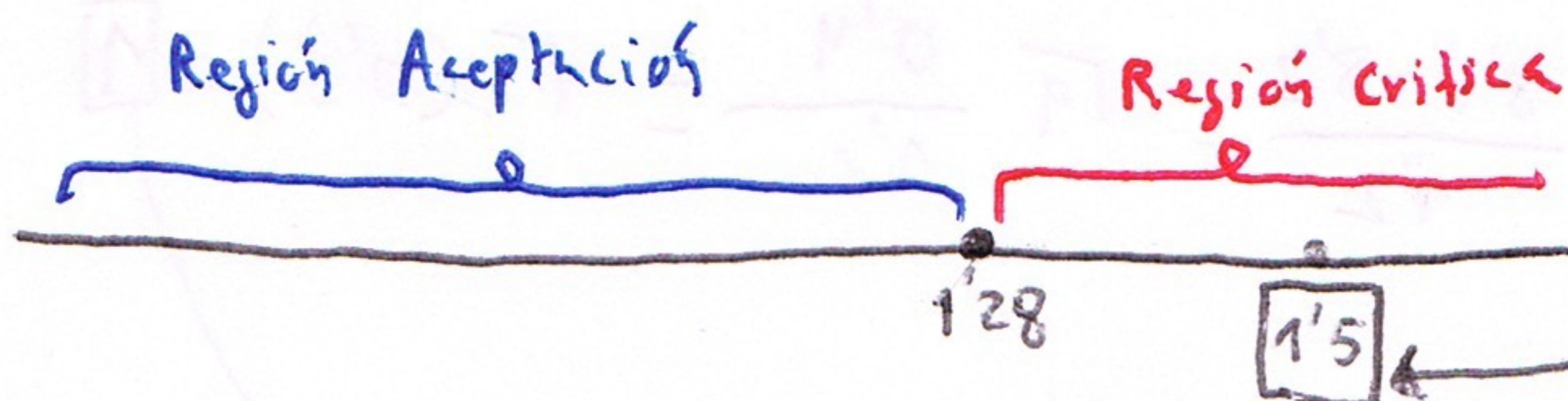


contraste
unilateral
derecha

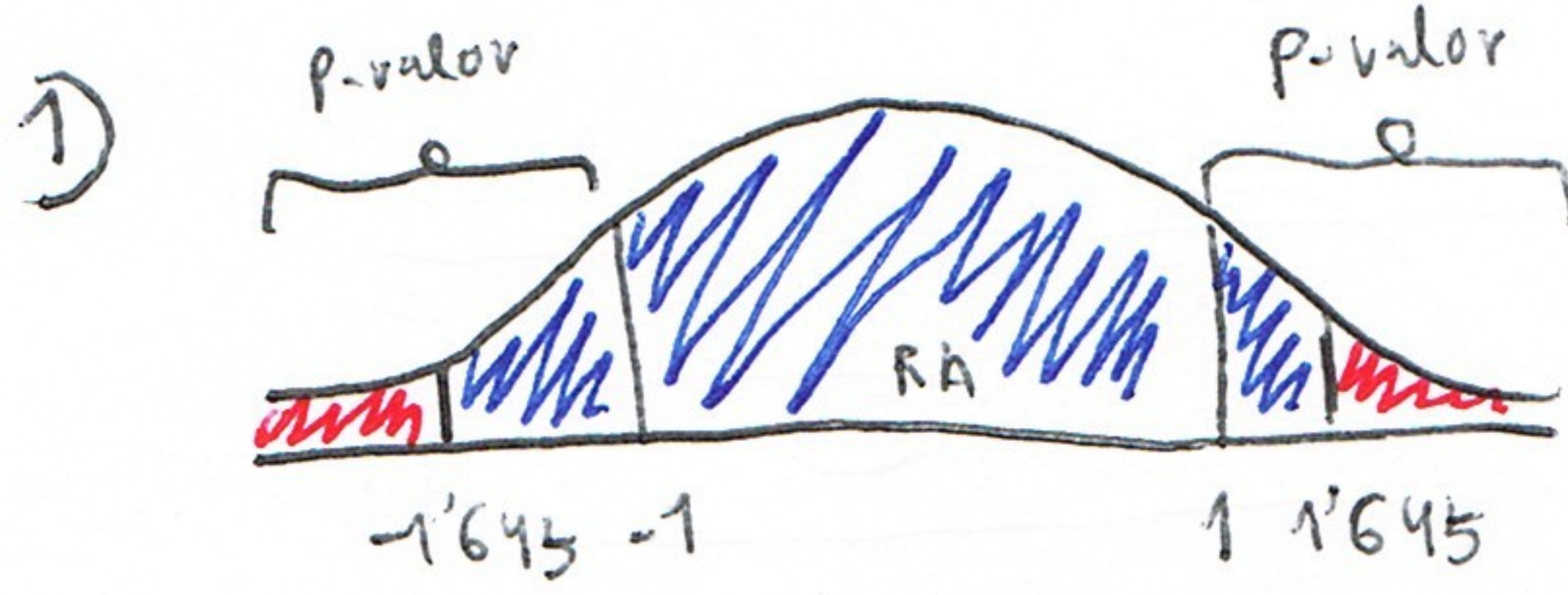


$$Z_{0.1} \approx 1.28$$

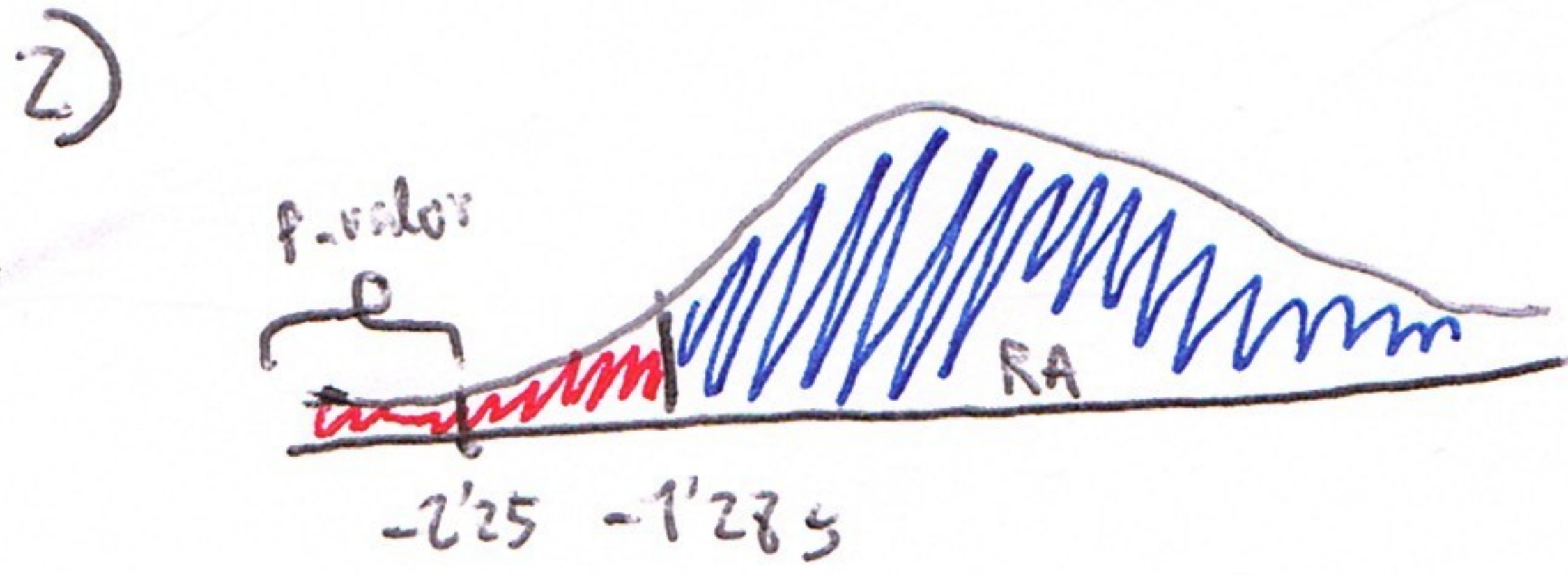
$$\sqrt{n} \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} = \sqrt{9} \frac{8.6 - 8}{1.2} = \sqrt{9} \frac{0.6}{1.2} = \sqrt{9} (0.5) = 1.5$$



como 1.5 pertenece a la región crítica rechazamos la hipótesis nula H_0



$$p\text{-valor} = 2 \cdot P(Z > 1) = 2 \cdot 0.1587 = 0.3174$$



$$p\text{-valor} = P(Z < -2.25) = 0.01222$$



$$p\text{-valor} = P(Z > 1.5) = 0.0668$$

1)

velocidad media es superior a 9'5 Mbps.

Se eligen 9 transmisiones

con las velocidades de recepción

10'1 9'6 9'5 8 10'2 10 8'7 10'5 11'6

calcular con un nivel $\alpha = 0'05$

la velocidad de transmisión sigue una normal con desviación típica 0'5 Mbps



La hipótesis nula H_0 es la que lleva el igual ($\leq, =, \geq$)

$$H_1: \mu > 9'5$$

$$H_0: \mu \leq 9'5$$

$$N(\mu, 0'05)$$

$$n = 9$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{10'1 + 9'6 + 9'5 + 8 + 10'2 + 10 + 8'7 + 10'5 + 11'6}{9} = \frac{88'2}{9} = 9'8$$

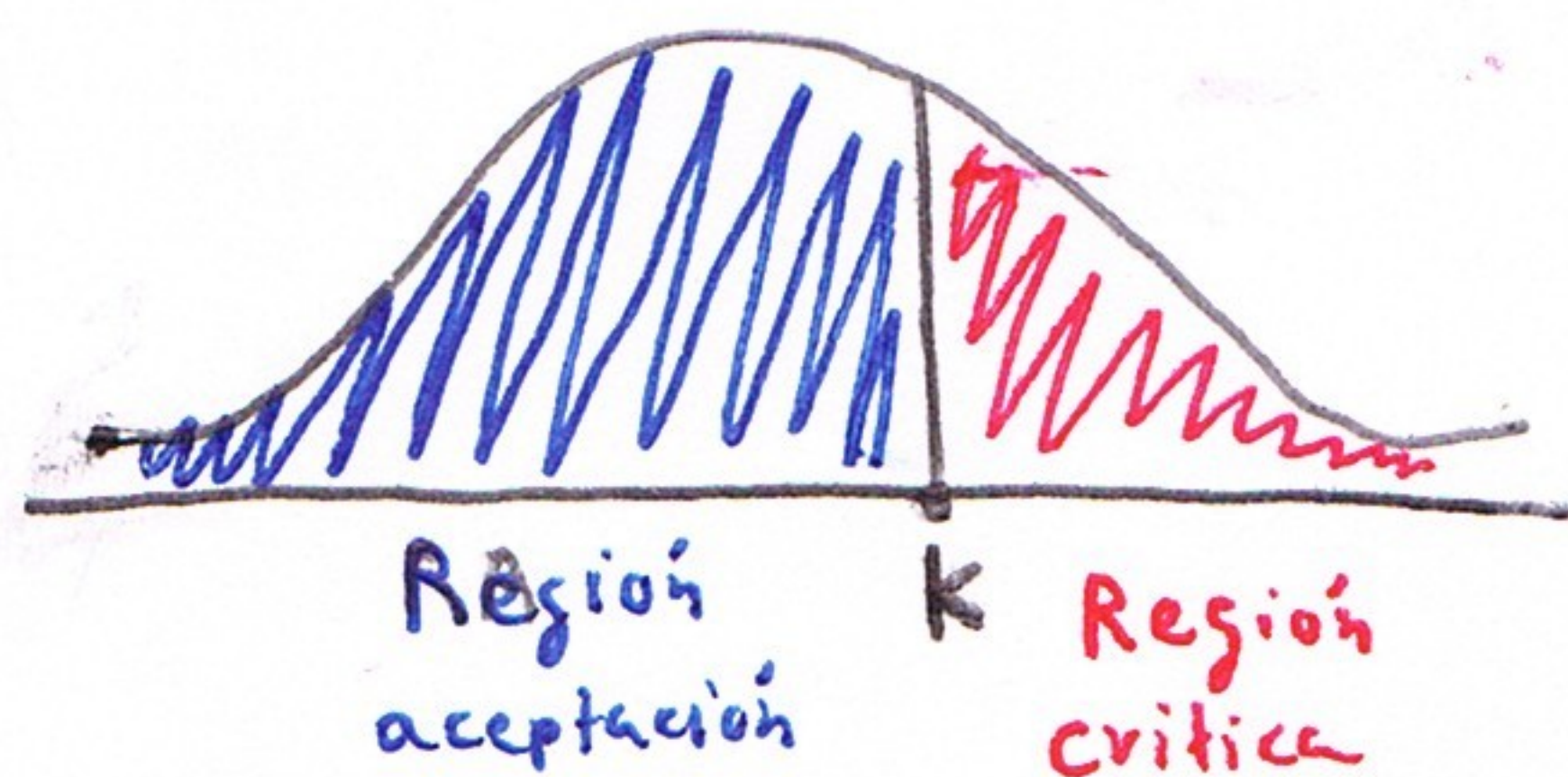
Seleccionamos el estadístico pivotal

Para	Suposición	Estadístico Pivotal	Distribución
μ	σ^2 conocida	$\sqrt{n} \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma}$	$N(0,1)$

Estadístico de contraste

$$\sqrt{n} \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma}$$

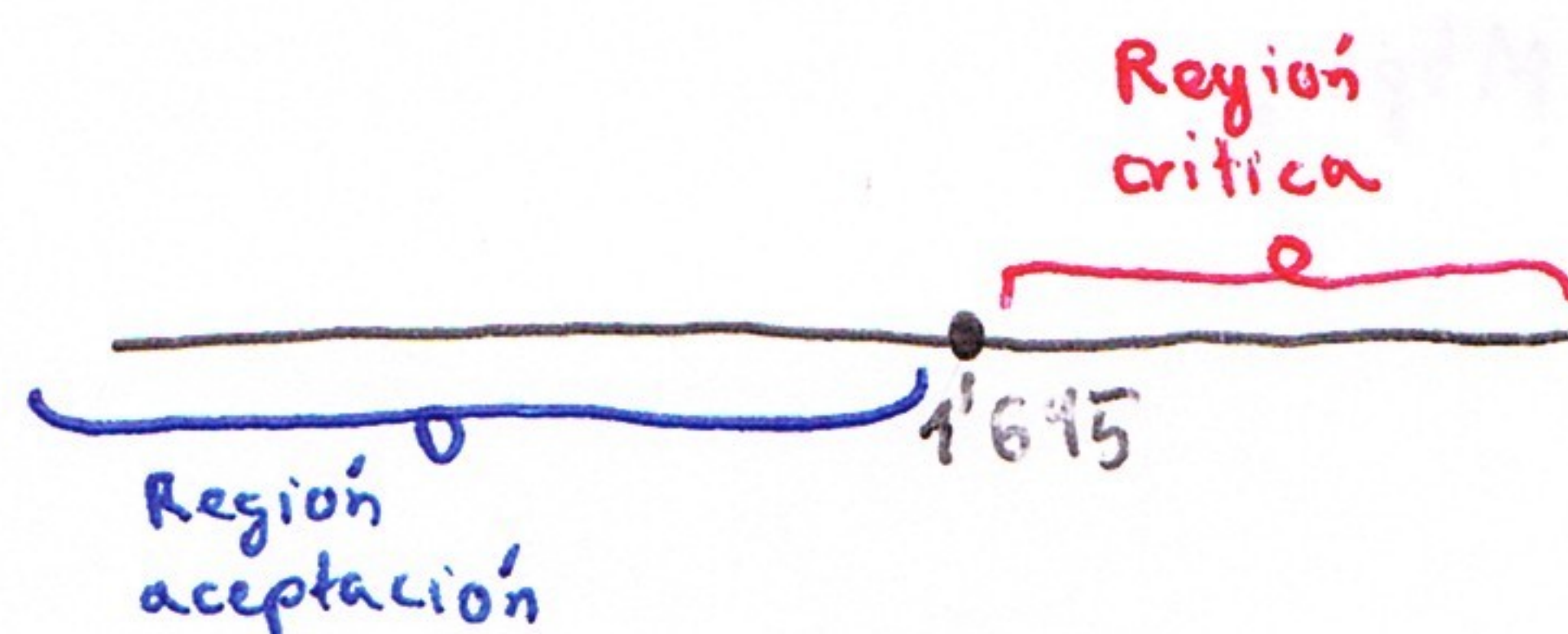
Parte que cambia



Es un contraste unilateral por la derecha

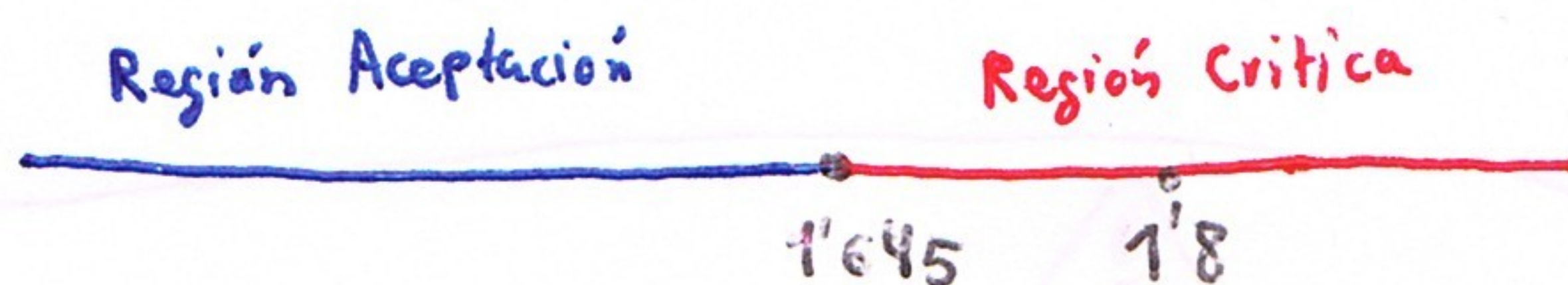
$$P(Z > k) = 0.05 \Rightarrow k = 1.645$$

Buscamos 0.05 dentro de la tabla de la normal



Calculamos el valor experimental del estadístico de contraste

$$Z_{exp} = \sqrt{9} \frac{9.8 - 9.5}{0.5} = \sqrt{9} \frac{0.3}{0.5} = \sqrt{9/0.6} = 1.8$$



Como 1.8 pertenece a la región crítica aceptamos H_1 , es decir, aceptamos que la velocidad media de recepción de la nueva línea ADSL es superior a 9.5 Mbps.

②

20

tiempo medio = 4 meses

n = 10 licenciados

4'2 3'8 4'1 3'9 3'5 4 3'7 3'8 4'1 3'5

$\alpha = 0.05$

Distribución Normal

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{4'2 + 3'8 + 4'1 + 3'9 + 3'5 + 4 + 3'7 + 3'8 + 4'1 + 3'5}{10} = \frac{38'6}{10} = 3'86$$

$$H_0: \mu = 4$$

$$H_1: \mu \neq 4$$

Seleccionamos el estadístico Pivotal

Para	Suposición	Estadístico Pivotal	Distribución
μ	σ^2 desconocida	$\sqrt{n} \frac{\bar{x} - \mu}{\hat{s}_x}$	t_{n-1}

$$\begin{aligned} \hat{s}_x^2 &= \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2 = \frac{17'64 + 14'44 + 15'21 + 16'81 + 12'25 + 16 + 13'69 + 14'44 + 16'81 + 12'25}{10} - 3'86^2 = \\ &= \frac{144'54}{10} - 3'86^2 = 14'454 - 3'86^2 = 14'454 - 14'896 = 0'0544 \end{aligned}$$

$$\hat{s}_x^2 = \frac{10}{9} \cdot s_x^2 = \frac{10}{9} \cdot 0'0544 = 1'1 \cdot 0'0544 = 0'0604$$

$$\hat{s}_x = \sqrt{\hat{s}_x^2} = \sqrt{0'0604} = 0'245854518$$

Es un contraste bilateral



$$P(t_q < k) = 0'975$$

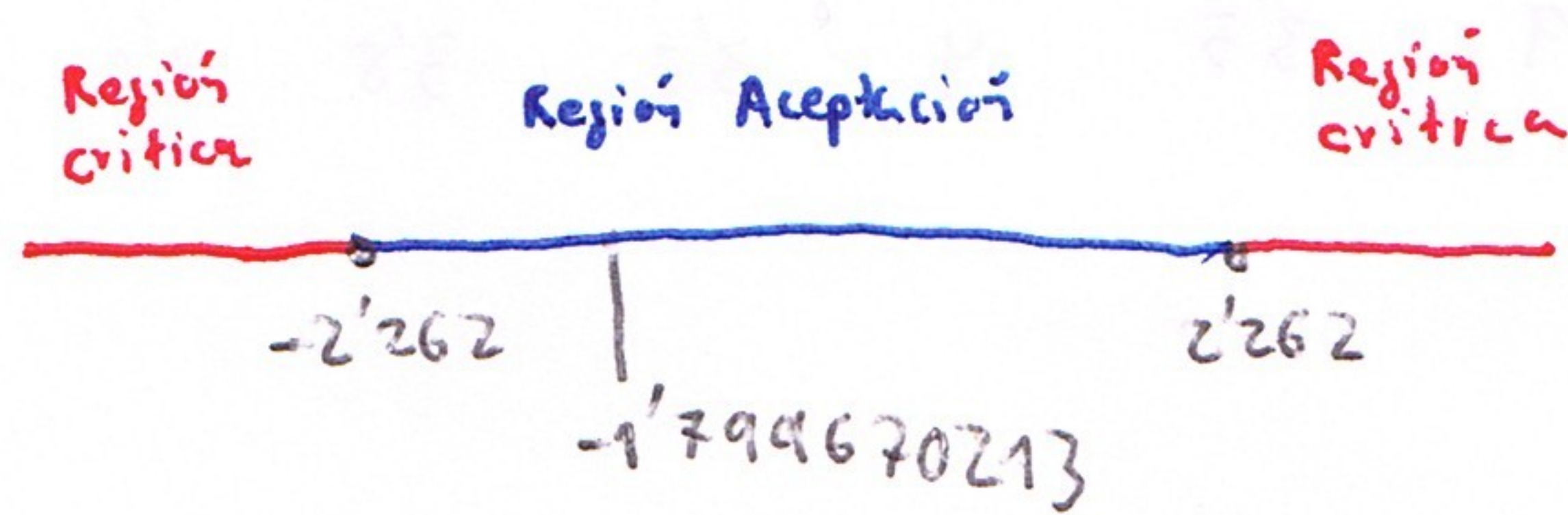
$$k = 2'262$$

⚠ Buscamos dentro de la tabla de la T-student para 9 grados de libertad y $P = 0'975$



Calculamos el valor experimental del estadístico de contraste

$$T_{\text{exp}} = \sqrt{10} \frac{3.86 - 4}{0.246} = \sqrt{10} \frac{-0.14}{0.246} = -1.799670213$$



Como -1.799670213 pertenece a la región de aceptación, aceptamos H_0 es decir, $\mu = 4$ meses como tiempo medio para encontrar trabajo los licenciados en A.D.E

Definición	Estadístico de prueba	Región de aceptación	Región crítica
$T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$	$\frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$	$-\infty < T < \infty$	$T < -z_{\alpha/2}$ o $T > z_{\alpha/2}$

$$\bar{X} = \frac{2.5 + 3.5 + 4.5 + 5.5 + 6.5 + 7.5 + 8.5 + 9.5 + 10.5 + 11.5 + 12.5 + 13.5 + 14.5 + 15.5 + 16.5 + 17.5 + 18.5 + 19.5 + 20.5}{20} = \frac{200}{20} = 10$$

$$s^2 = \frac{(2.5-10)^2 + (3.5-10)^2 + (4.5-10)^2 + (5.5-10)^2 + (6.5-10)^2 + (7.5-10)^2 + (8.5-10)^2 + (9.5-10)^2 + (10.5-10)^2 + (11.5-10)^2 + (12.5-10)^2 + (13.5-10)^2 + (14.5-10)^2 + (15.5-10)^2 + (16.5-10)^2 + (17.5-10)^2 + (18.5-10)^2 + (19.5-10)^2 + (20.5-10)^2}{19} = \frac{150}{19} \approx 7.89$$

$$s = \sqrt{7.89} \approx 2.81$$

$$z_{\alpha/2} = z_{0.05/2} = z_{0.025} = 1.96$$

Región de aceptación



$$P(T < -1.96) = 0.025$$

$$P(T > 1.96) = 0.025$$

Conclusión: Se acepta H_0 porque el valor experimental cae dentro de la región de aceptación.

Región crítica	Región de aceptación	Región crítica
$T < -1.96$	$-1.96 < T < 1.96$	$T > 1.96$

③

21

porcentaje de fallecidos mayor 10%.

200 pacientes

porcentaje de fallecimientos del 11'5%

$\alpha = 0'1$

$n = 200$

$\hat{p} = 0'115$

$H_0 : p \leq 0'1$

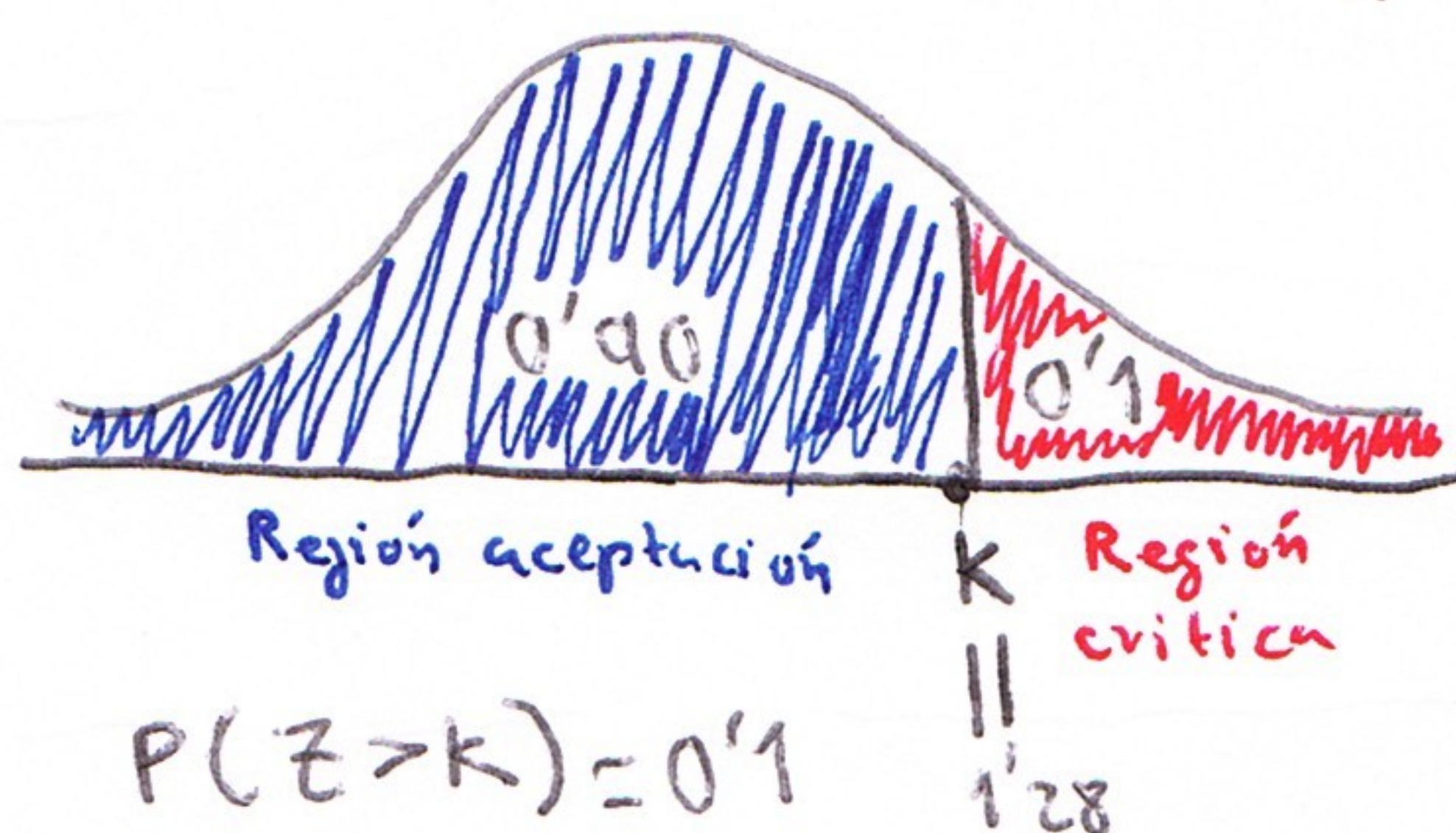
$H_1 : p > 0'1$

Seleccionamos el estadístico pivotal

Para	Estadístico Pivotal	Distribución
p	$\frac{\hat{p} - p}{\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}}$	$N(0'1)$

Estadístico de contraste

$$\frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$



es un contraste unilateral por la derecha

Calculamos el valor experimental del estadístico de contraste :

$$Z_{exp} = \frac{0'115 - 0'1}{\sqrt{\frac{0'1(0'9)}{200}}} = \frac{0'015}{\sqrt{\frac{0'09}{200}}} = \frac{0'015}{\sqrt{0'00045}} = 0'707106$$



Aceptamos H_0 , es decir, rechazamos que el porcentaje de fallecidos sea significativamente mayor del 10%.

Factoria A: 1000 piezas 3% defectuosas

Factoria B: 1500 piezas 2% defectuosas

¿Se puede afirmar, a un nivel de significación 0.05 que la producción de la factoria A es de peor calidad que la B?

¿y con un nivel $\alpha=0.10$?

¿y al nivel $\alpha=0.01$?

Factoria A: $n=1000$ $\hat{p}_x = 0.03$

Factoria B: $m=1500$ $\hat{p}_y = 0.02$

peor calidad = mas piezas defectuosas

$H_0: p_x \leq p_y$

$H_1: p_x > p_y$

Es un contraste para la diferencia de proporciones

para	Estadístico Pivotal	Distribución
$p_x - p_y$	$\frac{(\hat{p}_x - \hat{p}_y) - (p_x - p_y)}{\sqrt{\frac{p_x(1-p_x)}{n} + \frac{p_y(1-p_y)}{m}}}$	$N(0,1)$

$$\frac{(\hat{p}_x - \hat{p}_y) - (p_x - p_y)}{\sqrt{\frac{p_x(1-p_x)}{n} + \frac{p_y(1-p_y)}{m}}} \Rightarrow \frac{(\hat{p}_x - \hat{p}_y)}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p}) \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{m} \right)}}$$

$$\hat{p} = \frac{n\hat{p}_x + m\hat{p}_y}{n+m} = \frac{1000 \cdot 0.03 + 1500 \cdot 0.02}{1000+1500} = \frac{30+30}{2500} = \frac{60}{2500} = 0.024$$

valor experimental para el estadístico de contraste

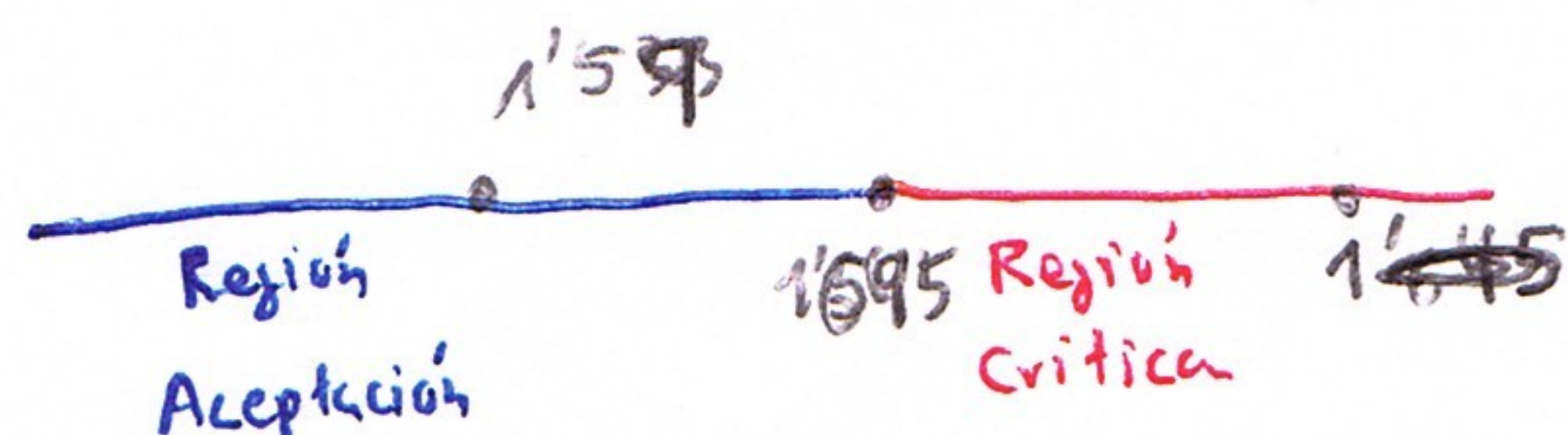
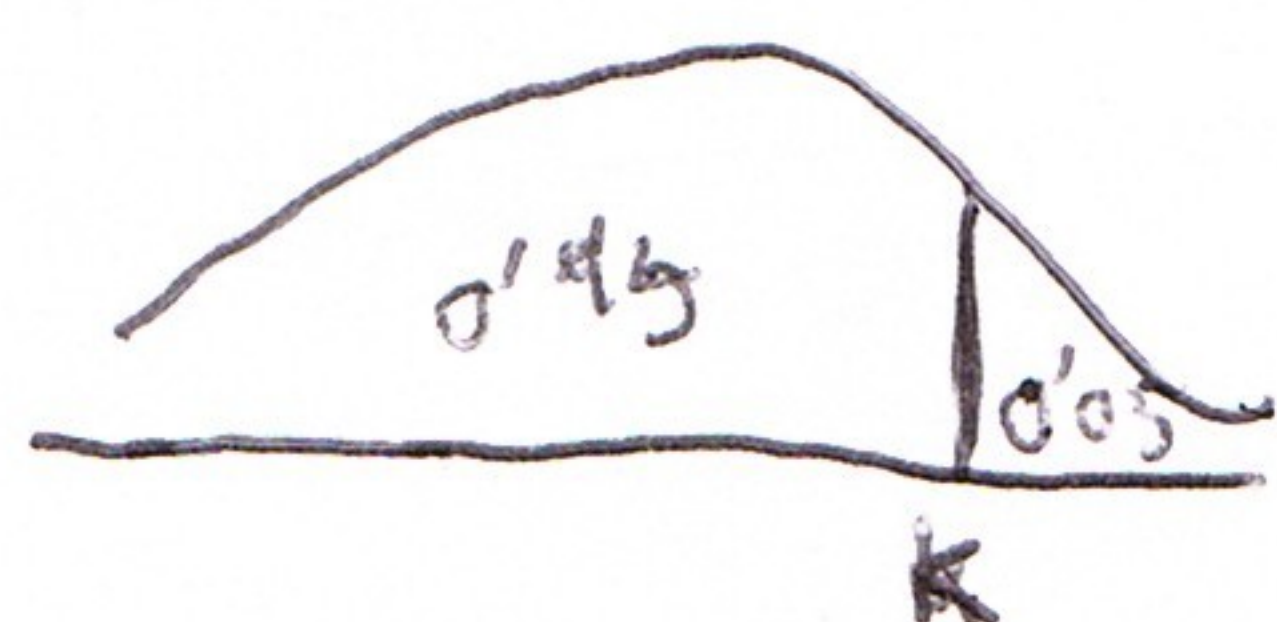
$$Z_{exp} = \frac{0.03 - 0.02}{\sqrt{0.024(1-0.024) \left(\frac{1}{1000} + \frac{1}{1500} \right)}} = \frac{0.01}{\sqrt{0.024(0.976) \left(\frac{1500+1000}{1500 \cdot 1000} \right)}} =$$

$$= \frac{0.01}{\sqrt{0.023924} \sqrt{0.001666667}} = \frac{0.01}{0.062482} = 1.600460983$$

$$\alpha = 0.05$$

$$P(Z > k) = 0.05$$

$$k = 1.645$$

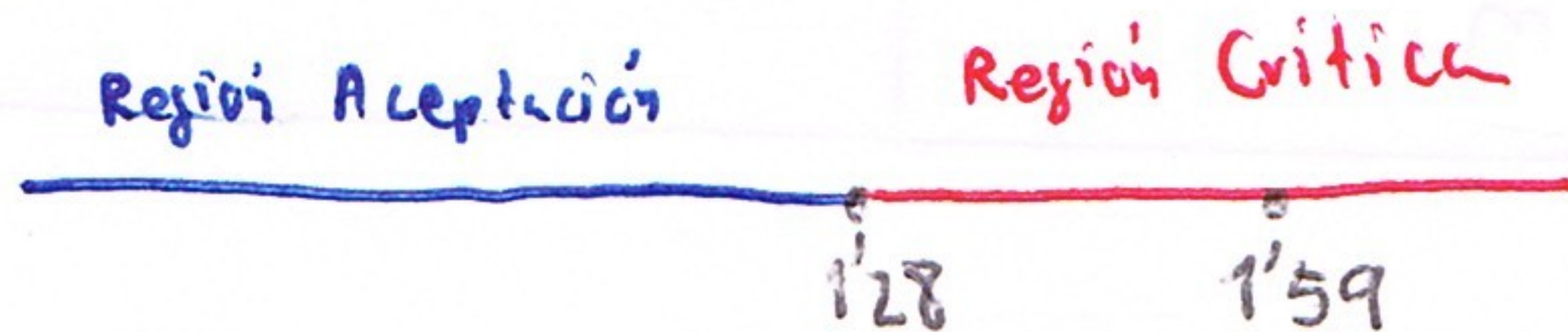
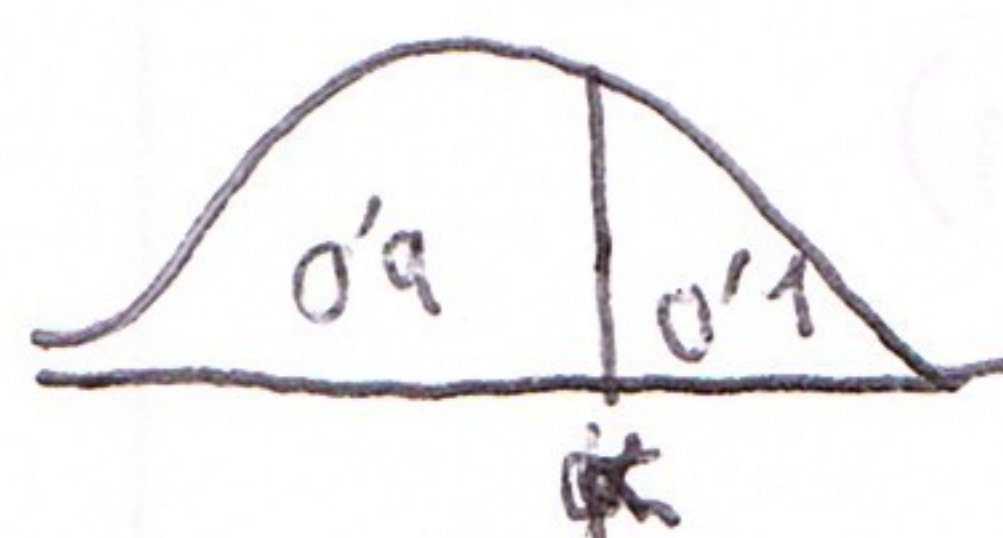


Aceptamos H_0 . No se puede afirmar que la producción de A sea de peor calidad

$$\alpha = 0.1$$

$$P(Z > k) = 0.1$$

$$k \approx 1.28$$

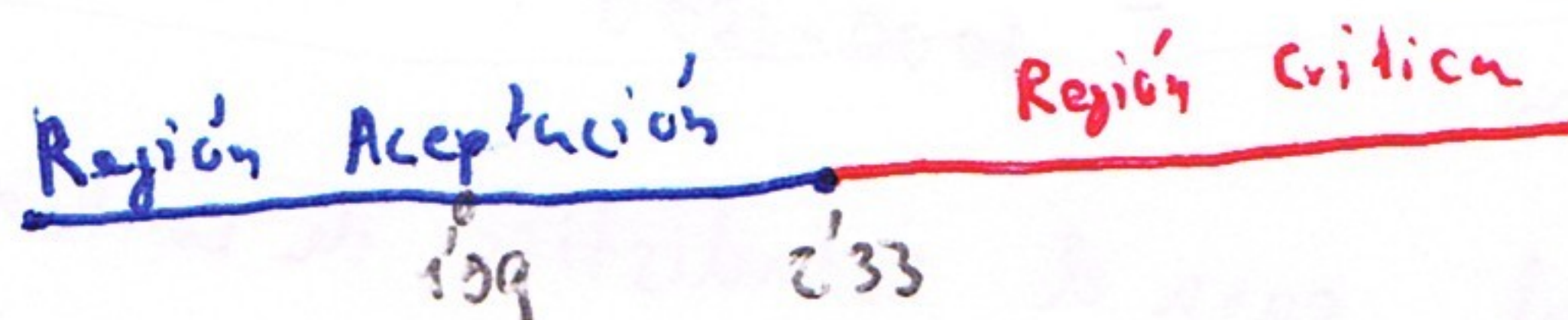
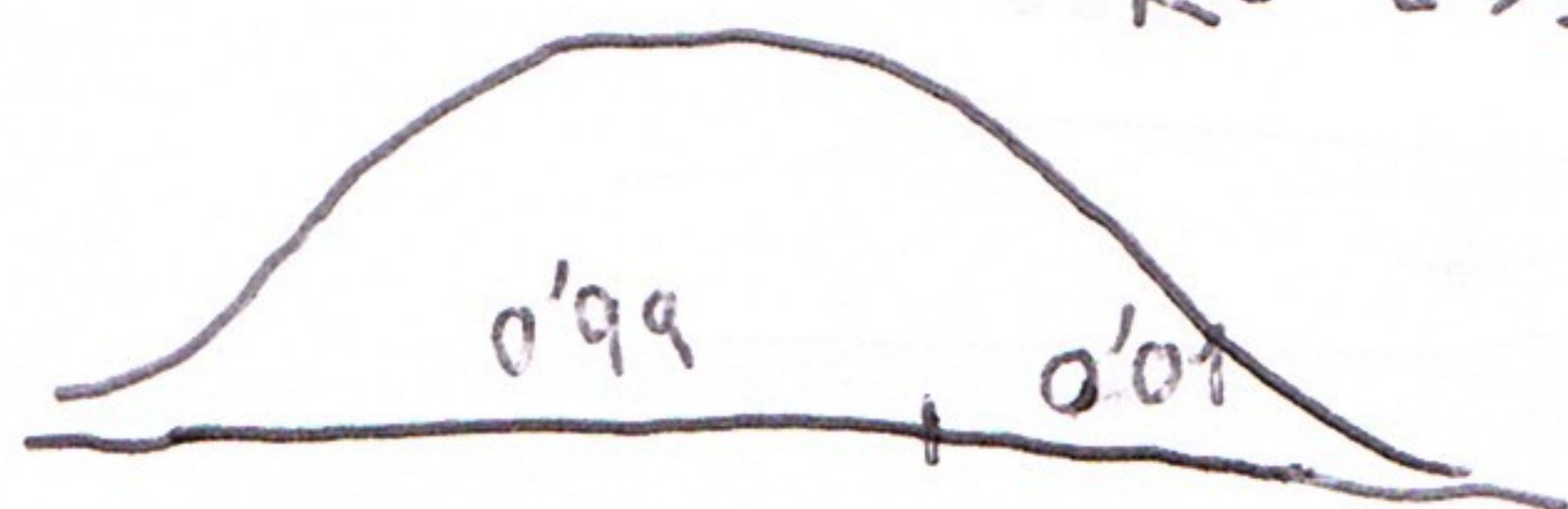


Rechazamos H_0 . Se puede afirmar que la producción de A es de peor calidad

$$\alpha = 0.01$$

$$P(Z > k) = 0.01$$

$$k = 2.33$$



Aceptamos H_0 . No se puede afirmar que la producción de A sea de peor calidad

(11)

(23)

a) Es un contraste de hipótesis, sobre la igualdad de varianzas

$$H_0: \sigma_x^2 = \sigma_y^2$$

$$\alpha = 0.05$$

$$H_1: \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2$$

es un contraste bilateral

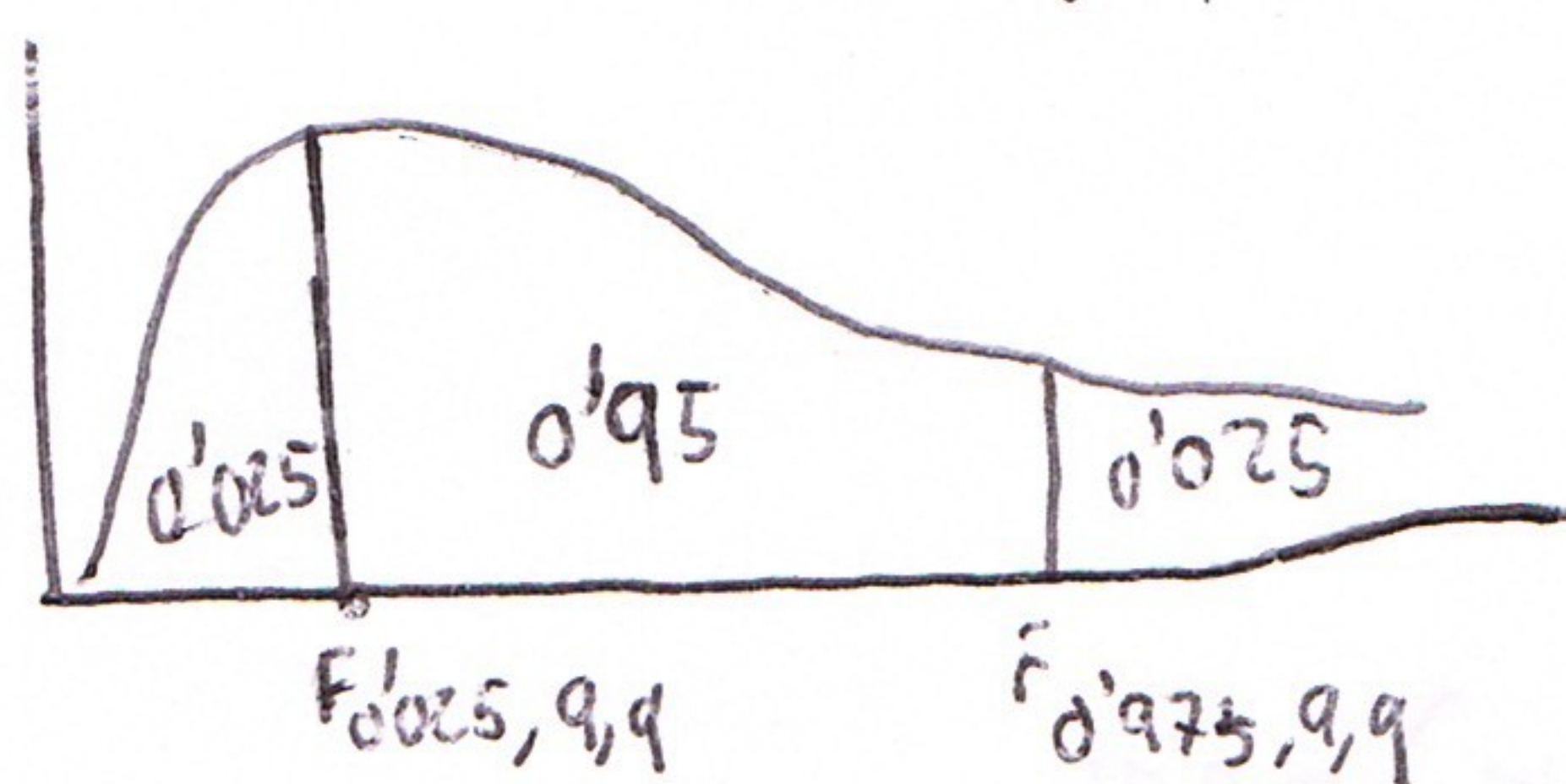
Seleccionamos nuestro estadístico pivotal

para	Estadístico Pivotal	Distribución
$\frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2}$	$\frac{\hat{\sigma}_x^2}{\hat{\sigma}_y^2} = \frac{s_x^2}{s_y^2}$	$F_{n-1, m-1}$

Estadístico de contraste:

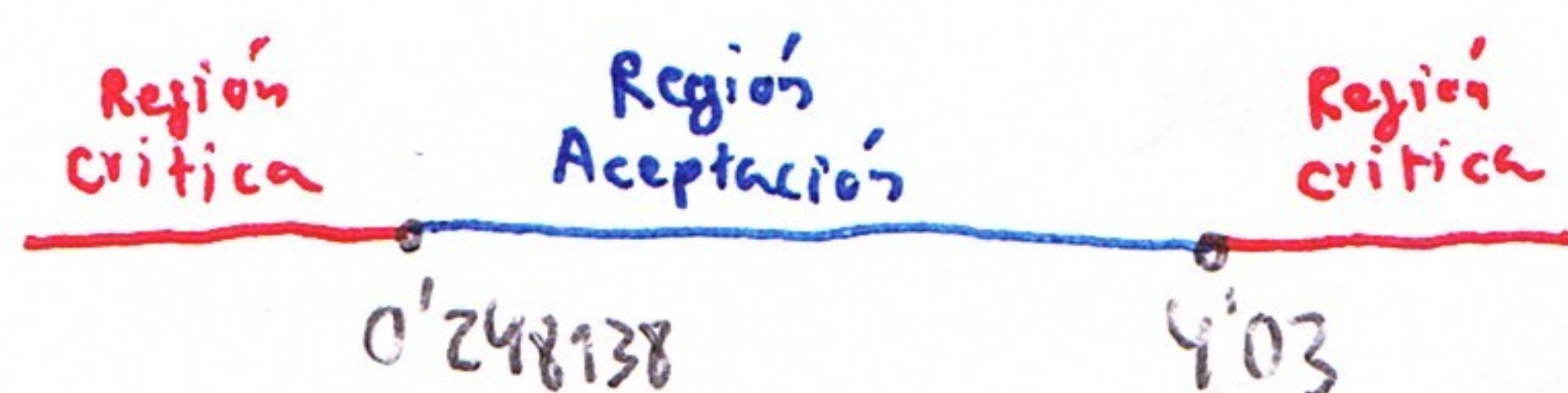
$$\frac{\hat{\sigma}_x^2}{\hat{\sigma}_y^2} \cdot 1 = \frac{\hat{\sigma}_x^2}{\hat{\sigma}_y^2}$$

$\frac{\sigma_x^2}{\sigma_y^2} = 1$ porque en la hipótesis nula no las suponemos iguales



$$F_{0.975, 9, 9} = 4.03$$

$$F_{0.025, 9, 9} = \frac{1}{F_{(1-0.025), 9, 9}} = \frac{1}{F_{0.975, 9, 9}} = \frac{1}{4.03} = 0.248138$$



X: 5.6, 4.3, 3.6, 10, 7, 6.5, 8, 7, 8, 7

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{67}{10} = 6.7$$

$$s_x^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2 = \frac{480.06}{10} - (6.7)^2 = 48.006 - 44.89 = 3.116$$

$$\hat{\sigma}_x^2 = \frac{10}{9} \cdot 3.116 = 3.46$$

Y: 7, 7, 6.5, 6, 5.4, 5, 5, 3, 4.5, 3

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{m} = \frac{52.4}{10} = 5.24$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = \frac{10}{9} \cdot 1.91 = 2.12$$

$$s_y^2 = \frac{293.66}{10} - 5.24^2 = 1.91$$

$$F_{exp} = \frac{3.46}{2.12} = 1.632075 \in R.A$$

Aceptamos la igualdad de varianzas no, hay diferencias significativas, entre las varianzas de ambas poblaciones

6)

$$H_0: \mu_x \leq \mu_y$$

$$H_1: \mu_x > \mu_y$$

$$\alpha = 0.05$$

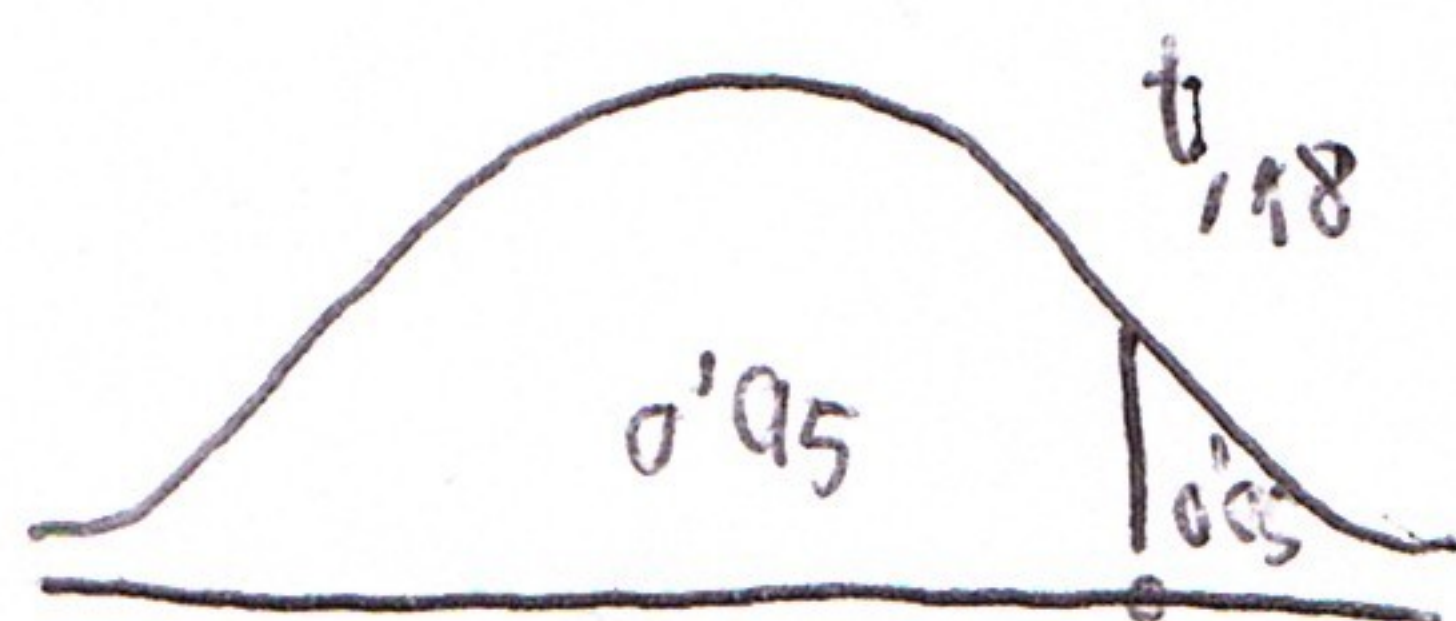
~~Se~~
Seleccionamos estadístico pivotal

Como en el apartado anterior aceptamos la igualdad de varianzas seleccionamos el estadístico para igualdad de varianzas

Para	Suposición	Estadístico Pivotal	Distribución
$\mu_x - \mu_y$	$\sigma_x^2 = \sigma_y^2$ desconocidas	$\frac{(\bar{X} - \bar{Y}) - (\mu_x - \mu_y)}{\hat{S} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}}$	t_{n+m-2}

Estadístico de
contraste

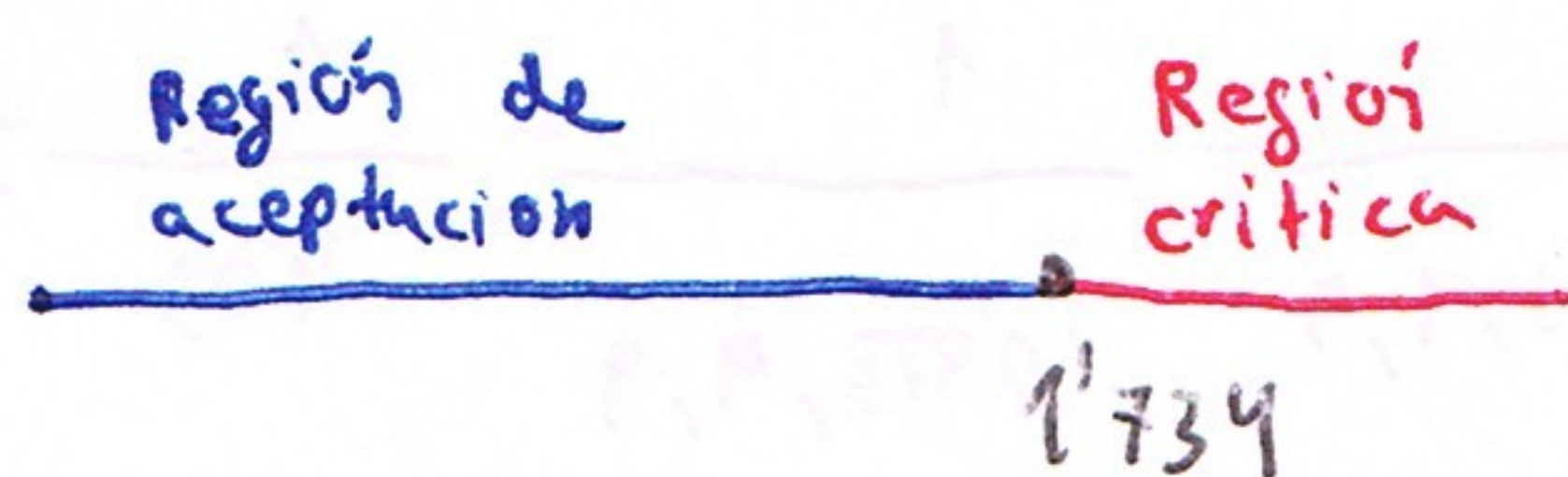
$$\frac{\bar{X} - \bar{Y}}{\hat{S} \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{m}}}$$



$$t_{0.05, 18} = k$$

$$P(t_{18} < k) = 0.95$$

$$k = 1.734$$



Valor experimental del estadístico de contraste

$$t_{exp} = \frac{5.7 - 5.24}{1.67 \sqrt{\frac{1}{10} + \frac{1}{10}}} = \frac{0.46}{1.67 \cdot 0.447} = \frac{0.46}{0.746} = 0.616$$

$$\hat{S} = \sqrt{\frac{n \cdot S_x^2 + m \cdot S_y^2}{n+m-2}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 3.116 + 10 \cdot 1.91}{18}} = 1.67$$

0.616 pertenece a la región crítica. Puede concluirse a nivel de significación $\alpha = 0.05$ y con esos datos que el ajedrez mejora significativamente las diferencias de matemáticas.