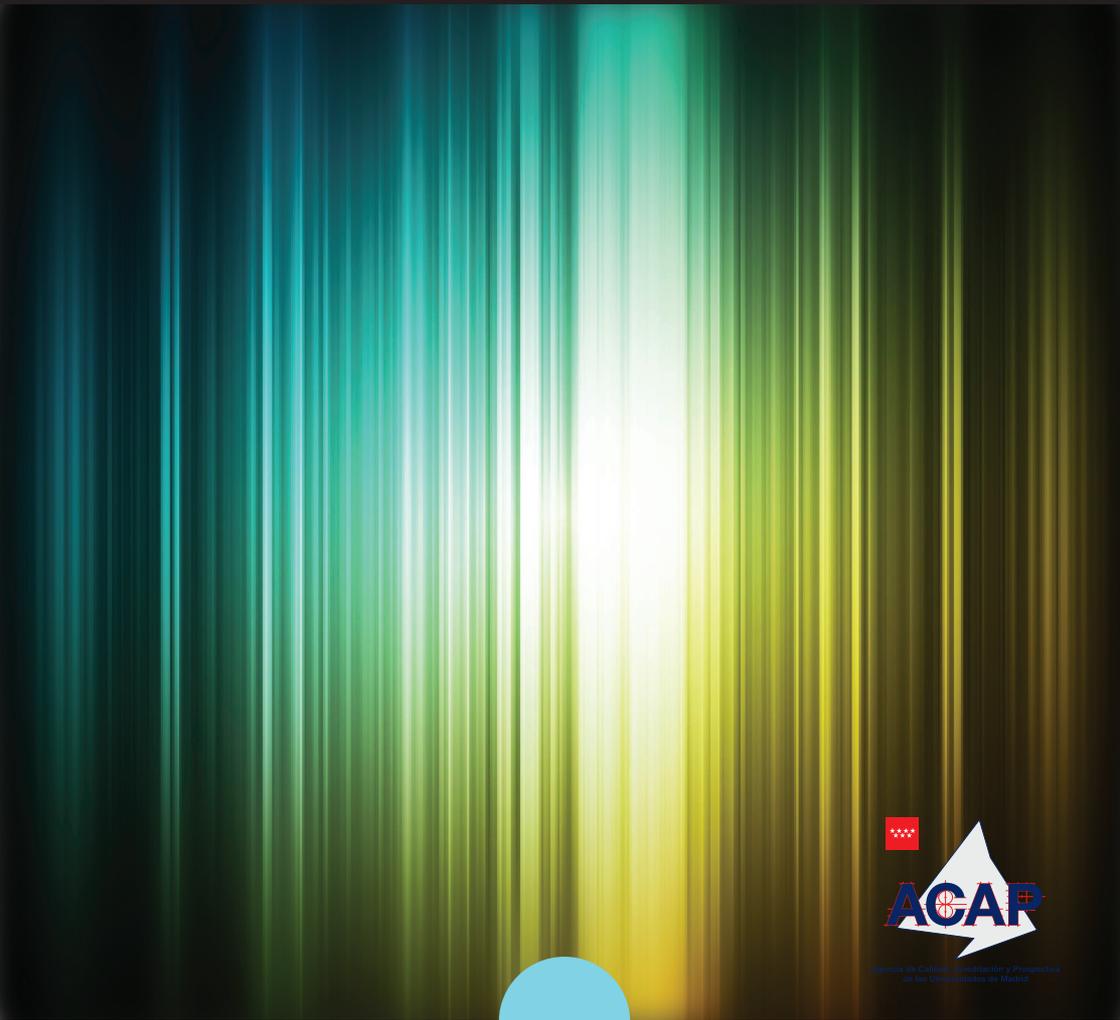


# Evaluación del aprendizaje de conocimientos de estadística en titulaciones de la universidad



Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva  
de las Universidades de Madrid

**CALIDAD, ACREDITACIÓN Y PROSPECTIVA UNIVERSITARIA**

## CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y EMPLEO

### **Consejera de Educación y Empleo Presidente del Consejo Rector de la ACAP**

Excma. Sra. Dña. Lucía Figar de Lacalle

### **Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de Madrid**

#### **Presidente de la ACAP**

Ilmo. Sr. D. José Eugenio Martínez Falero

#### **Director Gerente de la ACAP**

Ilmo. Sr. D. Luis Sánchez Álvarez

#### **AUTORAS**

Profa. Dr. D<sup>a</sup> Esperanza Ayuga Téllez  
*Profesora Titular. Grupo de Innovación Educativa en  
Técnicas Cuantitativas para la Ingeniería Medioambiental.  
Universidad Politécnica de Madrid.*

Profa. Dra. D<sup>a</sup> Concepción González García  
*Profesora Titular. Grupo de Innovación Educativa en  
Técnicas Cuantitativas para la Ingeniería Medioambiental  
.Universidad Politécnica de Madrid.*

Profa. Dra. D<sup>a</sup> María de los Ángeles Grande Ortiz  
*Profesora Titular. Grupo de Innovación Educativa en  
Técnicas Cuantitativas para la Ingeniería Medioambiental  
Universidad Politécnica de Madrid.*

*Becarias de colaboración de la UPM para el estudio:*

Claudia García Ventura  
Beatriz Reyes Fernández

Este estudio es el resultado del convenio específico firmado el 18 de abril de 2008 entre la Universidad Politécnica de Madrid y la Agencia de Calidad Acreditación y Prospectiva de las Universidades de Madrid

© Comunidad de Madrid, 2011  
Edita: Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva (ACAP)  
C/ Alcalá, 21 – 3<sup>a</sup>-izda. 28014, Madrid.  
Teléfono: 917 012 550. FAX: +34 915 231 489  
Correo electrónico: [acap@madrid.org](mailto:acap@madrid.org)  
Web: **[www.madrid.org/acap](http://www.madrid.org/acap)**

© De los textos: La Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de Madrid y la Universidad Politécnica de Madrid de acuerdo con lo recogido en el punto séptimo del Convenio Específico anteriormente citado.

Edición: 07/2011

Preimpresión: Allende Branding



**POLITÉCNICA**



# **EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DE CONOCIMIENTOS DE ESTADÍSTICA EN TITULACIONES DE LA UNIVERSIDAD**

# ÍNDICE

1. Introducción y objetivos del estudio .....	5
2. Contenidos de Estadística impartidos en titulaciones de grado de la Universidad Politécnica de Madrid .....	7
3. Cuestionario elaborado por el equipo de trabajo .....	13
4. Características del panel de expertos .....	30
5. Resultados de la opinión de los expertos .....	33
6. Aplicación y resultados de la prueba piloto .....	37
7. Cuestionario propuesto .....	44
8. Realización de encuestas .....	48
9. Resultado por bloques temáticos .....	50
10. Resultado por titulaciones .....	57
10.1. Escuelas Universitarias de Ingenierías Técnicas en Construcción, Arquitectura e Ingeniería Civil .....	58
10.2. Escuelas Universitarias de Tecnologías Agroforestales y Medioambientales .....	65
10.3. Escuelas Universitarias de Tecnologías Industriales .....	71
10.4. Escuelas Universitarias de Ingenierías en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones .....	86
10.5. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte .....	101
10.6. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Tecnologías Agroforestales y Medioambientales .....	104
10.7. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Tecnologías Industriales .....	107
10.8. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones .....	119
10.9. Titulaciones de segundo ciclo en Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Construcción, Arquitectura e Ingeniería Civil .....	122
10.10. Titulaciones de segundo ciclo en Ingenierías en Tecnologías Agroforestales y Medioambientales .....	125
11. Resultado global .....	128

**12. Validez de los resultados ..... 133**  
**13. Conclusiones ..... 135**  
**14. Agradecimientos ..... 137**

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

En el momento de la redacción de este estudio existen cuarenta y tres titulaciones de grado que se imparten en los Centros de la Universidad Politécnica de Madrid (en adelante UPM).

La UPM la componen diez Escuelas Técnicas Superiores, dos Facultades y ocho Escuelas Universitarias de Ingeniería Técnica.

Hay, al menos, 20 programas diferentes de la materia de Estadística Aplicada impartidos en dichas titulaciones, lo que a priori supone una gran diversidad en el estudio de esta materia dentro de la UPM.

Por otra parte, los conocimientos, en Estadística, que debe poseer un egresado en su ejercicio profesional dependerán del trabajo que tengan que desempeñar.

La inminente adaptación de los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) hace necesario replantear los conocimientos, así como las capacidades y destrezas que con ellos deben adquirir los alumnos de la UPM en las distintas materias que figuren en los planes de estudios de cada titulación.

En el caso concreto de la Estadística, el RD1393/2007 que regula las enseñanzas universitarias oficiales, contempla esta materia como “de formación básica de la ingeniería”. Por tanto, el análisis de sus contenidos y del aprendizaje de los mismos por los alumnos de la UPM adquiere especial relevancia. Sería necesario establecer los conocimientos mínimos comunes que se deben adquirir para el desarrollo de las actividades propias en ingeniería y arquitectura.

En este contexto, para el proyecto, se han establecido los siguientes objetivos:

1. Analizar los objetivos de conocimientos comunes en la materia de Estadística, de los ciclos formativos comunes que se imparten en la UPM. Para ello, se han revisado los planes de estudio de las distintas titulaciones de grado que aparecen en la web de cada centro.

2. Obtener una relación de conocimientos básicos en la materia de Estadística aplicada mediante un panel de expertos, integrado por profesores en la materia, de distintas universidades (españolas y latinoamericanas).

3. Evaluar el grado de aprendizaje de conocimientos básicos en la materia de Estadística aplicada en alumnos de último curso de distintas titulaciones de la UPM. Con este fin, se elaboró un cuestionario, validado previamente en una prueba piloto. El cuestionario ha sido realizado por un total de 567 alumnos de 24 titulaciones de la UPM. Esto ha sido posible gracias a la colaboración de las direcciones de los distintos centros de la UPM y al profesorado de los mismos que ha cedido parte del tiempo de sus clases para realizar las encuestas. El análisis estadístico de los resultados permite establecer las conclusiones finales del presente estudio.

El esquema del Plan de Trabajo llevado a cabo se refleja en la figura 1.



**Figura 1. Organigrama de las etapas seguidas en el estudio.**

## 2. CONTENIDOS DE ESTADÍSTICA IMPARTIDOS EN TITULACIONES DE GRADO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.

En las titulaciones de grado de la UPM la enseñanza de la estadística es un rasgo común. Su estudio se realiza con mayor o menor profundidad dependiendo del conocimiento requerido para el resto de asignaturas cursadas en cada grado. Salvo excepciones donde la asignatura no se cursa, en la mayoría de las escuelas se trata de una asignatura del primer ciclo obligatoria.

A partir de la elaboración del cuadro resumen sobre la asignatura en las escuelas técnicas superiores y universitarias, podemos observar que en cada escuela, dependiendo del temario, se denomina de manera más específica o, en otros casos, forma parte de otra asignatura.

En las tablas 1 y 2 se recogen los nombres de las asignaturas, el curso en que se imparten, su carácter y el número de créditos que corresponden a esta temática (en asignaturas con temas de estadística y matemáticas se ha estimado el número de créditos mediante el peso de la estadística en el temario global).

**Tabla 1. La estadística en escuelas técnicas superiores y licenciaturas.**

TITULACIÓN	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CURSO	TIPO	CRÉDITOS
<b>I. Aeronáutico</b>	Estadística Aplicada	3º	Obligatoria	6
<b>I. Agrónomo</b>	Fundamentos de Estadística	2º	Troncal	6
<b>Arquitecto</b>	Métodos Estadísticos I	2º,3º,4º,5º	Optativa	2,5
	Métodos Estadísticos II	2º,3º,4º,5º	Optativa	2,5
<b>I. Caminos</b>	Estadística Aplicada	3º	Obligatoria	12
<b>I. Geodesia y Cartografía</b>	Ajuste de observaciones y optimización	1º	Obligatoria	4,5
<b>I. Geólogo</b>	Estadística Aplicada	3º	Obligatoria	6
<b>I. Industrial</b>	Estadística	2º	Obligatoria	9
<b>I. Informática</b>	Inferencia estadística	2º	Obligatoria	4,5
	Probabilidad y estadística	2º	Troncal	6
<b>I. de Montes</b>	Estadística Aplicada	3º	Obligatoria	12
<b>I. de Minas</b>	Métodos estadísticos	4º	Obligatoria	6
<b>I. Naval</b>	Introducción a la estadística	3º	Troncal	4,5
<b>C. Ambientales</b>	Matemática y estadística aplicada	1º	Troncal	7,5
<b>I. Telecomunicaciones</b>	Introducción a las señales aleatorias	2º	Obligatoria	6
<b>I.N.E.F.</b>	Análisis de datos en A.F. y D.	2º	Obligatoria	4
	Introducción a la investigación en la A.F. y D.	3º	Obligatoria	4

I.= Ingeniero; C.= Ciencias; I.N.E.F.= Ciencias de la Actividad Física y del Deporte;

A.F. y D.= Actividad Física y del Deporte.

**Tabla 2. La estadística en escuelas universitarias.**

TITULACIÓN	NOMBRE DE LA ASIGNATURA	CURSO	TIPO	CRÉDITOS
<b>I.T. Aeronáutico</b>	Técnicas experimentales	1º	Obligatoria	4,5
<b>I.T. Agrícola</b>	Estadística Aplicada	1º	Troncal	4,5
<b>Arquitecto Técnico</b>	Ampliación de matemáticas	2º y 3º	Optativa	6
	Diseño de experimentos y regresión	2º y 3º	L.E.	6
<b>I.T. Forestal</b>	Estadística	1º	Troncal	12
<b>I.T. Industrial</b>	Métodos estadísticos de la ingeniería	2º	Troncal	6
<b>I.T. Informática</b>	Estadística	2º	Troncal	9
<b>I.T. Minas</b>	Ampliación de matemáticas	2º	Troncal	6
<b>I.T. Obras Públicas</b>	Álgebra Lineal (Estadística)	1º	Troncal	6
<b>I.T. Telecomunicaciones</b>	Estadística y procesos estocásticos	2º	Obligatoria	6
	Estadística	2º	Obligatoria	4,5
<b>I.T. Topografía</b>	Matemáticas I	1º	Troncal	1,5
	Matemáticas II	2º	Troncal	3,5
	Ajuste de observaciones	2º	Obligatoria	7,5

I.T.= Ingeniero Técnico; L.E.= Libre elección.

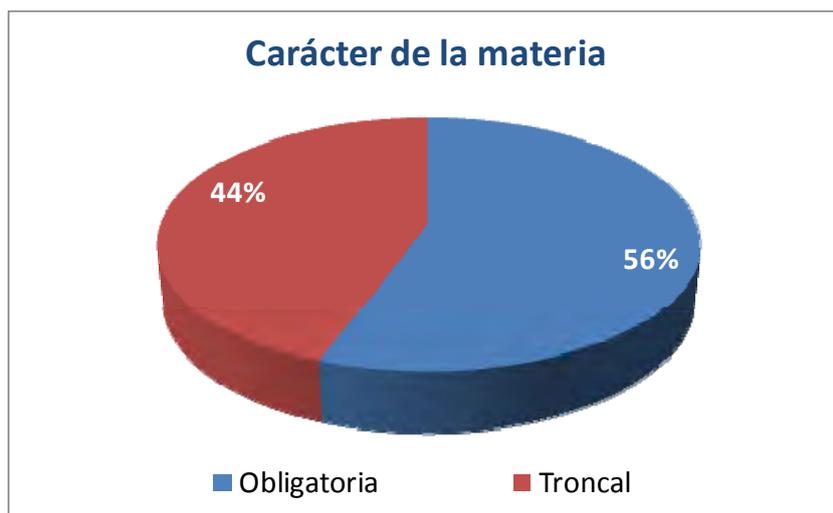
Basándonos en las tablas anteriores, podemos resaltar que las escuelas técnicas superiores con mayor dedicación a la asignatura, de mayor a menor, son la de Caminos, Montes, Informática e Industriales, donde la asignatura se trata y denomina como tal y no como parte de otra. Las escuelas técnicas con mayor dedicación son, por orden de importancia, Topografía (con 12,5 créditos totales de estadística, aunque repartidos en tres materias diferentes), Forestales, Telecomunicaciones (con dos asignaturas) e Informática.

Las titulaciones de Licenciado en Ciencias Ambientales e Ingeniero en Topografía, Geodesia y Cartografía son titulaciones de segundo ciclo, donde se imparten dos cursos a estudiantes con titulación universitaria previa, ya sea de tres, cinco o seis años. En ambos casos, la materia de Estadística se imparte en una única asignatura de primer curso siendo en un caso, asignatura troncal y obligatoria en el otro, con diferente número de créditos.

En la mayoría de las titulaciones se imparte una única asignatura de Estadística. En la titulación de Ingeniero Técnico Topógrafo se desarrolla en tres asignaturas, en dos de ellas como parte de la asignatura (Matemáticas I y II). En las titulaciones de Ingeniería Informática, Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (I.N.E.F.) e Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones se imparte la materia en dos asignaturas de diferente número de créditos.

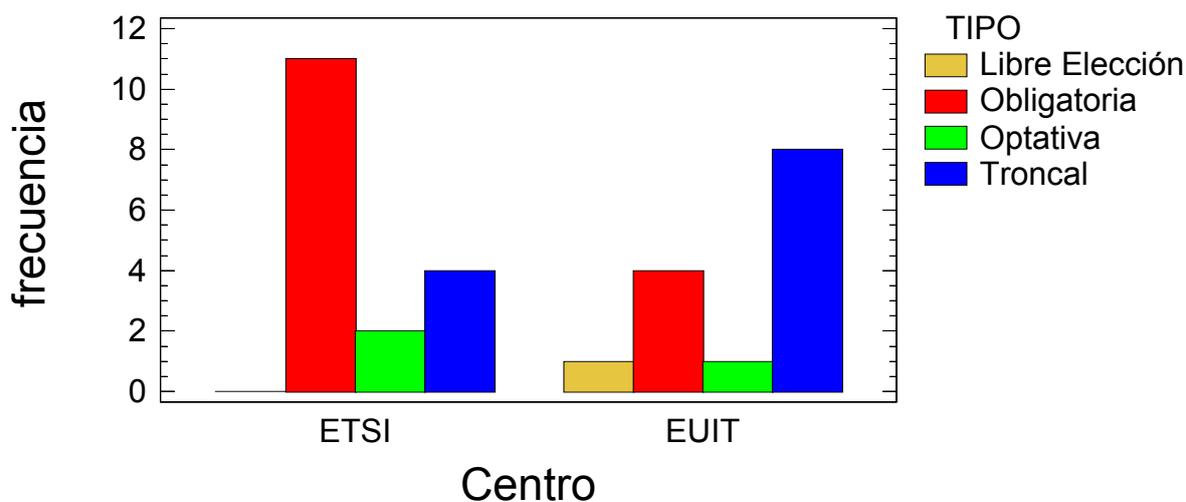
En Arquitectura y Arquitectura Técnica se imparten dos asignaturas en cada titulación aunque las cuatro son de carácter optativo o de libre elección y se pueden escoger en diferentes cursos. Además se pueden extraer otras conclusiones interesantes.

En el resto de titulaciones, un 56% ofertan la asignatura como obligatoria y un 44% como troncal (figura 2).



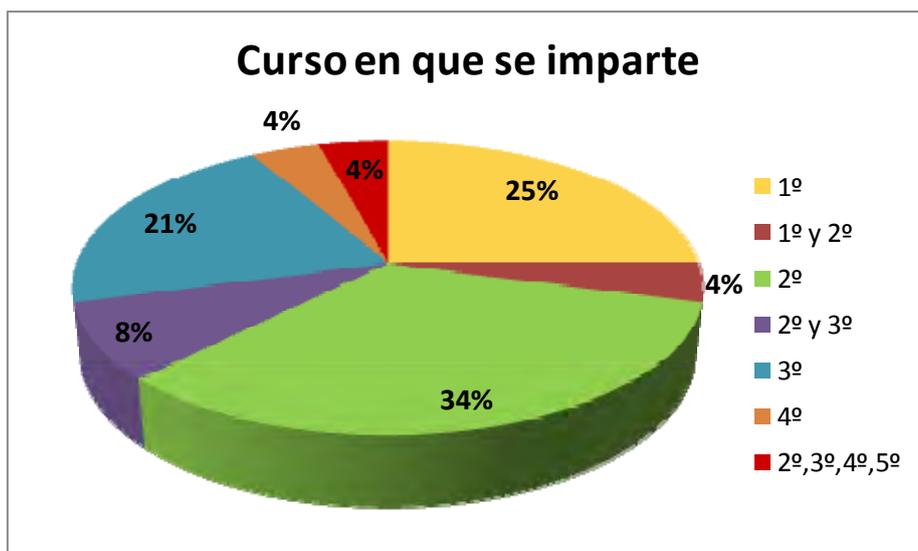
**Figura 2. Gráfico de sectores para porcentaje de titulaciones según el tipo de asignatura.**

En cuanto al carácter de la asignatura por tipo de titulación se muestra en la figura 3. En las titulaciones de Ingeniería Superior o Licenciados (ETSI) la mayoría de las asignaturas de la materia son de tipo obligatorio, mientras que en las titulaciones Técnicas (EUIT) la mayoría son asignaturas troncales.



**Figura 3. Histograma del tipo de asignatura según el tipo de titulación.**

En el caso de los cursos en que se imparte la materia, el más frecuente es en segundo curso de la titulación (8 titulaciones), seguido de primer curso (seis titulaciones) y de tercer curso (cinco titulaciones). En la figura 4 se muestran los porcentajes correspondientes a los cursos en que se imparte la materia de estadística en las diferentes titulaciones.



**Figura 4. Gráfico de sectores con porcentaje de titulaciones según el curso.**

No hay diferencias estadísticamente significativas entre los créditos dedicados a la materia de Estadística entra las titulaciones técnicas y el resto.

El mínimo número de créditos es de 2 y el máximo 12,5. La moda y la mediana son 6 créditos, la media es de 7,33. La desviación típica es de 2,94 créditos.

En el diagrama de Tallo y Hojas de los créditos la unidad es 0,1.

1|2 representa 1,2

1	2 0
1	3
5	4 5555
6	5 0
(8)	6 00000000
15	7 5
16	8 0
18	9 00
20	10 55
20	11
24	12 0005

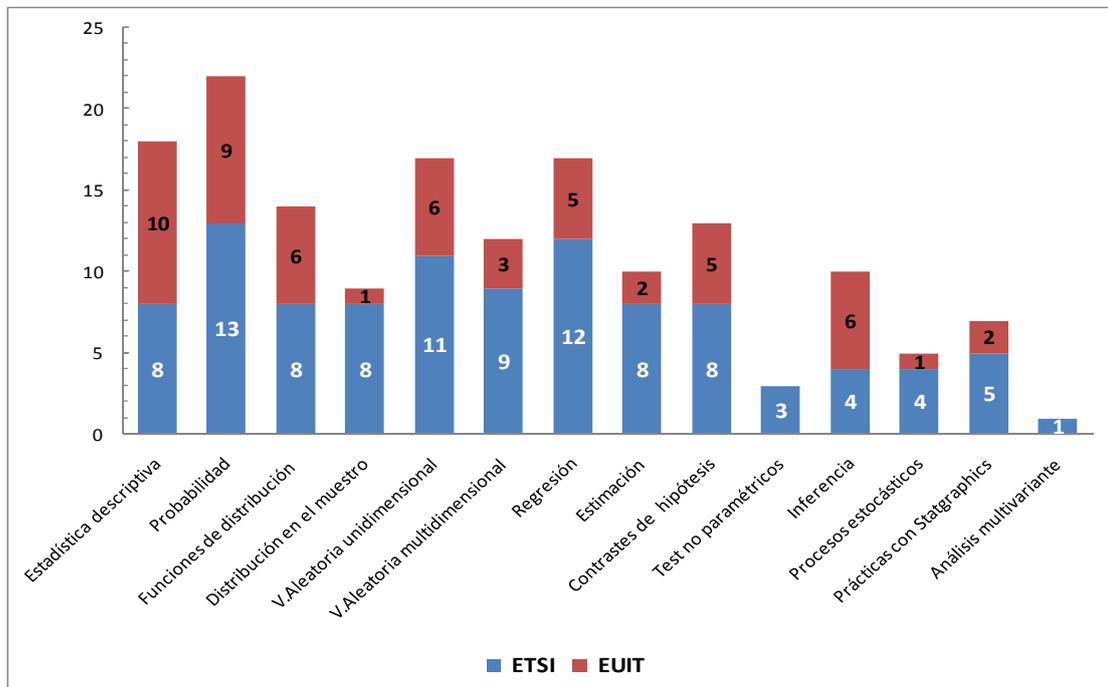
La variabilidad en los créditos es alta y no hay datos atípicos.

Respecto a los bloques temáticos de la asignatura en la tabla 3 se recoge el número de temas que se imparten en las asignaturas de las titulaciones de grado de la UPM para diferentes bloques temáticos.

**Tabla 3. Temas de Estadística impartidos en las titulaciones de la UPM.**

TEMAS	ETSI	EUIT	TOTAL TEMAS
Estadística descriptiva	8	10	18
Probabilidad	13	9	22
Funciones de distribución	8	6	14
Distribución en el muestro	8	1	9
V.Aleatoria unidimensional	11	6	17
V.Aleatoria multidimensional	9	3	12
Regresión	12	5	17
Estimación	8	2	10
Contrastes de hipótesis	8	5	13
Test no paramétricos	3	0	3
Inferencia	4	6	10
Procesos estocásticos	4	1	5
Prácticas con Statgraphics	5	2	7
Análisis multivariante	1	0	1
<b>TOTAL TEMAS</b>	<b>102</b>	<b>56</b>	<b>158</b>

En la figura 5 se muestra el histograma con el número de temas impartidos en los diferentes tipos de titulación.



**Figura 5. Histograma de temas según el tipo de titulaciones.**

Los temas correspondientes a titulaciones técnicas son aproximadamente la mitad de los temas recogidos en los programas del resto de titulaciones. Constituyen un 35,44% del total.

La probabilidad es el tema más impartido en la UPM, seguido de estadística descriptiva, regresión y variable aleatoria unidimensional.

También es destacable la escasa presencia de prácticas de ordenador, sólo en 7 de las 26 titulaciones. En este caso para titulaciones técnicas los temas son menos del 28,6% del total. El software empleado en las clases prácticas es el programa Statgraphics.

### 3. CUESTIONARIO ELABORADO POR EL EQUIPO DE TRABAJO.

Se elaboró un cuestionario que recoge la mayoría de los bloques temáticos que se imparten en las titulaciones de la UPM, ya sea de forma explícita o, como en el caso de las prácticas con Statgraphics, dentro de las propias cuestiones, con gráficos o salidas del programa.

El cuestionario se formalizó para presentar a un panel de expertos con los logos de la ACAP y la UPM.

Los expertos debían valorar bloques de temas y cuestiones concretas sobre dichos bloques temáticos.

El objetivo era conseguir un cuestionario de, como máximo, 20 ítems para que no resultara tedioso en exceso.

La primera opción que se planteó a los expertos fue escoger entre los bloques temáticos. La elección se basó en el concepto de ordenación preferencial de la toma de decisiones.

#### PRIMERA CUESTIÓN:

Ordenar los ocho bloques temáticos que se relacionan a continuación de mayor a menor importancia para el desarrollo profesional del Ingeniero (1 el más importante, 8 el menos importante):

	Nº por orden de importancia
Estadística descriptiva,	_____
Probabilidad,	_____
Muestreo y estimación,	_____
Test de hipótesis,	_____
El modelo lineal general,	_____
Diseño de experimentos,	_____
Procesos	_____
Análisis Multivariante.	_____

A continuación se elaboraron diez cuestiones tipo test por bloque de temas (en total 80 cuestiones que debían valorar los expertos). Las cuestiones eran del tipo respuesta múltiple con una sola opción correcta de las tres posibles.

A los expertos se les solicitó señalar las cuatro cuestiones que consideraran más adecuadas para evaluar los conocimientos de Estadística Aplicada que debería poseer un Ingeniero.

Las preguntas elaboradas junto a las opciones de respuesta se recogen en las siguientes páginas.

## CUESTIONES DE ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

1.- En un estudio se mide la “profundidad de suelo”, ¿qué tipo de variable estadística es?

- a) Discreta
- b) Continua
- c) Cualitativa

2.- En un control de calidad se observa el “número de tornillos defectuosos” en cada lote fabricado, ¿qué tipo de variable estadística es?

- a) Discreta
- b) Continua
- c) Cualitativa

3.- En un proceso industrial se mide  $X =$  tiempo (en minutos) de espera de llegada de piezas a la envasadora, con los siguientes resultados:

Valores X	99,5	99,1	53,4	23,8	9,5	3,6	2,5	0,87	0,78
Frec relativa acumulada	1	0,995	0,9	0,75	0,5	0,25	0,1	0,05	0,0

3.1.- El valor de la mediana es:

- a) 23,8
- b) 16,4
- c) 9,5

3.2.- El primer cuartil es:

- a) 9,5
- b) 3,6
- c) 2,5

3.3.- El percentil del 10% es:

- a) 6,8
- b) 3,6
- c) 2,5

4.- En una fábrica de motosierras se controla la longitud de la cuchilla y se han obtenido las siguientes mediciones, en cm:

Valores X	58,7	60,1	61,5	62,9	64,3
Frecuencia absoluta	8	14	8	8	2

4.1.- El valor de la moda es:

- a) 60,1
- b) 61,5
- c) 62,9

4.2.- El valor de la media:

- a) 58,95
- b) 60,87
- c) 62,10

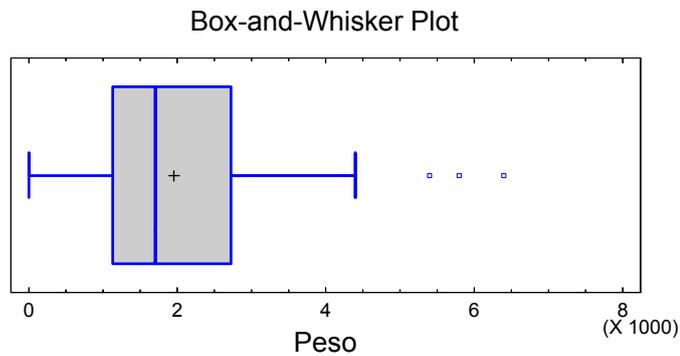
4.3.- El rango de los valores es:

- a) 4,78
- b) 5,23
- c) 5,6

5.- En un estudio se mide la “profundidad de suelo”, para representar las frecuencias de los valores de la variable ¿qué tipo de gráfico se emplearía?

- a) Diagrama de barras
- b) Gráfico de sectores
- c) Histograma

6.- En un estudio se mide el peso de la carga de los camiones que entran en fábrica se ha obtenido el siguiente gráfico. ¿Qué representa la línea vertical del interior de la caja?



- a) La media
- b) La mediana
- c) La moda

## PROBABILIDAD

1. La probabilidad de que nazca un varón es  $\frac{1}{2}$ . ¿Cuál de los siguientes sucesos es más probable que aparezca en una serie de 6 nacimientos?
  - a) VHHVHV
  - b) VVVHVV
  - c) Tienen la misma probabilidad de ocurrir
2. La probabilidad de que nazca un varón es  $\frac{1}{2}$ . A lo largo de un año completo, habrá más días en los cuales al menos el 60% de los nacimientos corresponden a varones:
  - a) En un hospital grande
  - b) En un hospital pequeño
  - c) No hay ninguna diferencia
3. Un individuo debe seleccionar comités a partir de un grupo de 10 personas (cada persona puede formar parte de más de un comité).
  - a) Hay el mismo número de comités diferentes de 8 que de 2 personas.
  - b) Hay un mayor número de comités diferentes si están formados por 8 personas.
  - c) Hay un mayor número de comités diferentes si están formados por 2 personas.
4. En una ciudad hay dos compañías de autobuses, verdes y rojos: el 15% son verdes y el 85% rojos. Uno de estos autobuses se ve implicado en un accidente de tráfico y un testigo declara que el autobús es verde. Datos anteriores sobre la veracidad de testigos indican que en el 90% de los casos, estas identificaciones de color son correctas, pero que el 10% son incorrectas. ¿Cuál es la probabilidad de que el autobús del accidente fuera verde?
  - a) 0,15
  - b) 0,9
  - c) 0,6136
5. En un análisis de calidad del agua se estudia el número de coliformes fecales por ml de agua ¿qué tipo de distribución seguiría esta variable?
  - a) Exponencial
  - b) Poisson
  - c) Binomial
6. La longitud de la hoja de la palmera datilera se sabe que depende de la suma de muchos pequeños factores como son el tipo de suelo, la variedad, las horas de sol, etc... ¿Qué tipo de distribución seguiría esta variable?
  - a) Hipergeométrica
  - b) Poisson
  - c) Normal

7. El número de tornillos defectuosas que se contabilizan en una caja de 50 sigue distribución:
- Hipergeométrica
  - Poisson
  - Normal
8. Se han marcado los peces de una muestra de 100 obtenidos en un lago donde se desconoce el número total de peces. Al cabo de un tiempo en que se supone que el tamaño de la población no ha variado se vuelven a pescar 100 ejemplares. La variable número de peces marcados en esta segunda muestra sigue una distribución:
- Hipergeométrica
  - Gamma
  - Weibull
9. Se tiene la expresión de la función de densidad  $f(x)$  de una variable aleatoria. La probabilidad de obtener ciertos valores de  $X$  se calcula
- Por diferencias entre áreas bajo la curva  $f(x)$
  - Por diferencias entre los valores  $f(x)$
  - Por diferencias entre los valores de la función de distribución.
10. Para el valor  $x_0 =$  mediana, ¿qué valor tiene la función de distribución  $F(x_0)$ ?
- $F(x_0) = 1$
  - $F(x_0) = 0,95$
  - $F(x_0) = 0,5$

## MUESTREO Y ESTIMACIÓN

1. En el cálculo del tamaño  $n$  muestral, es necesario conocer,
  - a) El error máximo de muestreo  $e$  que se está dispuesto a aceptar y el nivel de confianza  $\alpha$  para la estimación.
  - b) El error máximo de muestreo  $e$  que se está dispuesto a aceptar y la desviación típica de la variable a estudiar o algún valor estimado de la misma.
  - c) La desviación típica de la variable a estudiar o algún valor estimado de la misma, el error máximo de muestreo  $e$  que se está dispuesto a aceptar y el nivel de confianza  $\alpha$  para la estimación.
  
2. En el muestreo sistemático, si la población es adecuada, para este tipo de muestreo,
  - a) La muestra se reparte uniformemente por toda la población y no es necesario calcular el error del estimador.
  - b) La muestra se reparte uniformemente por toda la población pero no se puede calcular el error del estimador sólo con la muestra seleccionada.
  - c) Se puede calcular el error, que será elevado si la población es heterogénea.
  
3. Los “estratos” son:
  - a) Subpoblaciones que, cada una independientemente, representan a toda la población.
  - b) Subpoblaciones homogéneas en la variable en estudio, no superponibles, que cubren toda la población.
  - c) Subpoblaciones que, internamente, recogen toda la variabilidad de la población.
  
4. Sabemos que la tensión arterial de la población aumenta a partir de los 60 años. Para estimar la presión arterial media de los individuos de una gran ciudad, se debe elegir un diseño de muestreo:
  - a) Aleatorio simple.
  - b) Estratificado, con diferentes estratos según la edad.
  - c) Por conglomerados, con conglomerados según el barrio.
  
5. Para determinar el tamaño de muestra adecuado (en m.a.s.) para estimar la proporción de vidrio por kilo de basura reciclable, se puede utilizar la expresión:
$$n_o = \left( \frac{1,96}{0,005} \right)^2 0,5 \cdot 0,5 = 38416 \text{ kilos}$$
  - a) Con un 95% de confianza, error de estimación 0,5% y máxima varianza.
  - b) Con un 95% de confianza, error de estimación 0,005 y mínima varianza.
  - c) Con un 90% de confianza error de estimación 0,5 y varianza 0,005.
  
6. Para realizar un muestreo sistemático en un terreno:
  - a) Se eligen  $n$  puntos de muestreo al azar sobre el total de la superficie.

- b) Se superpone una malla con “k·n” nodos y se escogen al azar “n” de ellos, de tal forma que cada uno de los “k·n” nodos tengan la misma probabilidad de ser escogidos.
- c) Se superpone una malla con n nodos y se escoge al azar un punto de la superficie, superponiendo en es punto un nodo de la malla. Los n nodos así colocados serán los puntos de la muestra.

7. En un edificio de 100 pisos, el número de coches por piso es el siguiente:

Nº de coches	0	1	2	3	4	8
Nº de pisos	9	15	50	20	5	1

Calcular media, mediana y moda.

- a) La media es el valor central más adecuado a estos datos.
  - b) La mediana es más adecuada.
  - c) La moda es la más adecuada.
8. ¿Cómo se escoge un estimador puntual?
- a) Por el error que genera al estimar.
  - b) Por la expresión algebraica del estimador.
  - c) Por sus propiedades.
9. ¿Cuál es la probabilidad de que un intervalo de confianza correctamente calculado con un nivel de significación del 5% contenga al verdadero valor poblacional?
- a) La probabilidad es de 0,95.
  - b) La probabilidad es de 0,05.
  - c) Ocurrirá en unos y en otros no.
10. Se tienen muestras de diámetros medios de dos especies de pinos medidos a diferentes edades: 5, 10,...,150 años. ¿Qué conviene utilizar para calcular un IC para la diferencia de diámetros entre las dos especies?
- a) Un intervalo para diferencia de medias con muestras pareadas.
  - b) Un intervalo para diferencia de medias con muestras independientes.
  - c) Un intervalo para cada media diamétrica.

## TEST DE HIPÓTESIS

1. Para aplicar un contraste de hipótesis el estadístico del contraste debe medir:
  - a) La diferencia entre la  $H_0$  y la  $H_1$ .
  - b) La diferencia entre la muestra y la  $H_0$ .
  - c) La diferencia entre la muestra y la  $H_1$ .
2. El error de tipo I se comete cuando:
  - a) La  $H_0$  es verdadera.
  - b) La hipótesis alternativa es verdadera.
  - c) La  $H_0$  es menos probable.
3. Si aceptamos  $H_0$  con  $\alpha=0,05$ , entonces:
  - a) Siempre aceptamos  $H_0$  con  $\alpha < 0,05$ .
  - b) Siempre aceptamos  $H_0$  con  $\alpha > 0,05$ .
  - c) Siempre aceptamos  $H_0$  con cualquier valor de  $\alpha$ .
4. El nivel de significación del contraste es igual a:
  - a) Al p-valor (nivel crítico).
  - b) Probabilidad de cometer un error de tipo I.
  - c) Probabilidad de cometer un error de tipo II.
5. Si dos variables cualesquiera siguen una distribución normal, el coeficiente adecuado para detectar su independencia es:
  - a) El valor de la  $\tau$  de Kendall.
  - b) Con el coeficiente de Spearman.
  - c) La correlación de Pearson.
6. Un contraste de bondad de ajuste con la  $\chi^2$  debe cumplir que:
  - a) Las frecuencias observadas deben ser mayores que 5.
  - b) Las frecuencias esperadas deben ser menores que 5.
  - c) Las frecuencias esperadas deben ser mayores que 5.
7. Para contrastar si una variable sigue una distribución de Poisson empleamos:
  - a) Un contraste de la  $\chi^2$ .
  - b) Un contraste de Kolmogorov-Smirnov.
  - c) Cualquiera de los dos.
8. Los rangos de los elementos muestrales equivalen a:
  - a) La diferencia entre el máximo y el mínimo valor muestral.
  - b) El número que corresponde a la posición de una observación, cuando la muestra está ordenada de menor a mayor.
  - c) Un número que equivale a la función de distribución muestral.
9. El contraste de Kolmogorov-Smirnov utiliza el siguiente estadístico:
  - a)  $D_n = \min_{1 \leq i \leq n} \{ \max [F_n(x_i) - F(x_i); F(x_i) - F_n(x_{i-1})] \}$
  - b)  $D_n = \max_{1 \leq i \leq n} \{ \max [F_n(x_i) - F(x_i); F(x_i) - F_n(x_{i-1})] \}$

c)  $D_n = \max [F_n(x_i) - F(x_i)]$

**10.** En el contraste de los signos para comparar dos poblaciones ¿cuál es la hipótesis nula?

- a) La igualdad de medias.
- b) La igualdad de medianas.
- c) La igualdad de signos en los rangos.

## EL MODELO LINEAL GENERAL

1. ¿Cuál es la hipótesis nula empleada en el análisis de varianza?
  - a) La igualdad de varianzas entre grupos.
  - b) La igualdad entre todas las medias de los grupos.
  - c) La veracidad del modelo.
  
2. La intensidad de la relación entre dos variables cuyo coeficiente de correlación lineal es  $r = -0,76$  se puede decir que es
  - a) Peor que la de  $r = 0,76$
  - b) Mejor que la de  $r = 0,76$
  - c) Igual que la de  $r = 0,76$
  
3. Un modelo lineal simple sirve para:
  - a) Minimizar la dispersión relativa de la variable dependiente.
  - b) Modelizar relaciones y predecir valores de alguna de las variables relacionadas.
  - c) Encontrar la relación causa-efecto entre dos variables.
  
4. Tenemos dos modelos linealizables que pueden utilizarse para predecir el valor de Y. El modelo 1 tiene una  $R^2=0,87$  y muestra heterocedasticidad residual. El modelo 2 tiene una  $R^2=0,67$  pero los residuos cumplen todos los requisitos. Decido:
  - a) Utilizar la recta de regresión, ya que ambos modelos son malos.
  - b) Elegir el modelo 1 que tiene mayor  $R^2$ .
  - c) Elegir el modelo 2 que cumple todas las hipótesis.
  
5. En un modelo de regresión se obtiene el siguiente análisis de varianza:

Analysis of Variance with Lack-of-Fit					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	678,745	1	678,745	2,08	0,1505
Residual	118709,0	363	327,023		
Lack-of-Fit	6952,76	29	239,751	0,72	0,8605
Pure Error	111756,0	334	334,6		
Total (Corr.)	119388,0	364			

Estos resultados se pueden interpretar de la siguiente forma:

- a) El modelo es malo ya que los p-valores del ANOVA son mayores de 0,05.
  - b) El modelo explica poca variabilidad pero la relación entre x e y es lineal.
  - c) El modelo explica mucha de la variabilidad pero la relación entre x e y no es lineal.
  
6. Los residuos del modelo deben ser:
  - a) V.a. con distribución  $N(\mu, 1)$  con  $\mu=cte$  e incorrelados entre sí.
  - b) V.a. con distribución  $N(0, \sigma)$  con  $\sigma=cte$  e incorrelados entre sí.
  - c) V.a. con distribución  $N(\mu, \sigma)$  con  $\sigma=cte$  y media diferente.

7. Para comparar un modelo de regresión lineal y un modelo polinómico de grado 5 empleamos:
  - a) Los coeficientes de determinación ajustados respectivos.
  - b) Los coeficientes de correlación lineal respectivos.
  - c) Las correlaciones de Spearman.
  
8. Las observaciones atípicas se definen como:
  - a) Puntos que influyen de forma determinante en la ecuación de la recta.
  - b) Valores mal medidos.
  - c) Valores que se alejan del conjunto de las observaciones.
  
9. En el modelo de regresión múltiple *las hipótesis sobre los residuos* del modelo son:
  - a) Todas distintas a las de los modelos lineales simples.
  - b) Todas iguales a las de los modelos lineales simples.
  - c) Sólo difieren en que los residuos pueden estar correlacionados.
  
10. En el modelo de regresión múltiple con  $k$  variables explicativas *además de las hipótesis sobre los residuos* se supone:
  - a) La independencia lineal de las variables explicativas y  $n \geq k+1$ .
  - b) Sólo la independencia de las variables explicativas.
  - c) Que las variables sigan distribuciones normales.

## DISEÑO DE EXPERIMENTOS

1. En un diseño de experimentos el término “factor” se emplea para hacer referencia a:
  - a) La variable cuya respuesta se quiere estudiar.
  - b) La variable que introduce error en la medida de la respuesta.
  - c) Cualquier variable de interés cuyo posible efecto sobre la respuesta se quiere estudiar.
  
2. Las técnicas de “diseño de experimentos” se basan en:
  - a) Estudiar simultáneamente los efectos de todos los factores de interés.
  - b) Estudiar sólo los efectos para el factor más abundante.
  - c) Estudiar el nivel del factor con más influencia en el error.
  
3. Los datos que se recogen en un experimento son medidas de una variable llamada:
  - a) Variable del diseño.
  - b) Variable respuesta.
  - c) Variable tratamiento.

4. Al diseño experimental para un factor le corresponde la ecuación del modelo:

$$a) y_{ih} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ih}, \quad i, j = 1, \dots, k; h = 1, \dots, n_i \quad \sum_{i=1}^k \alpha_i = \sum_{i=1}^k \beta_i = 0$$

$$b) y_{ih} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ih}, \quad i = 1, \dots, k; h = 1, \dots, n_i \quad \sum_{i=1}^k \alpha_i = 0$$

$$c) y_{ij(k)} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijh}, \quad i = 1, \dots, a; j = 1, \dots, b; h = 1, \dots, r$$

$$\text{con las restricciones : } \sum_i \alpha_i = \sum_j \beta_j = 0$$

$$\sum_i \gamma_{ij} = 0, \forall j; \sum_j \gamma_{ij} = 0, \forall i$$

5. En el diseño experimental los factores son:
  - a) Variables cuantitativas o cualitativas que controla el investigador.
  - b) Variables cuantitativas que toman valores aleatorios en el experimento.
  - c) Variables cualitativas que toman valores aleatorios en el experimento.
  
6. El diseño experimental utiliza para detectar factores con efectos significativos:
  - a) El análisis factorial.
  - b) El análisis discriminante.
  - c) El análisis de varianza.

7. En un estudio sobre la calidad final de una pintura, en concreto, sobre la resistencia, se desea estudiar el efecto de las siguientes variables que pueden influir y se pueden controlar en fábrica: el “índice de polisulfitos”, “tiempo” y “temperatura”. El análisis estadístico del diseño experimental deberá estudiar la influencia de
- 6 factores.
  - 4 factores.
  - 3 factores.
8. El término “tratamiento” se refiere a:
- El resultado de un factor.
  - Una propiedad de la unidad experimental que se puede medir antes de iniciar el experimento.
  - Una combinación específica de los niveles de los factores en estudio.
9. El “tamaño del experimento” es:
- El de la unidad experimental.
  - El número total de observaciones recogidas en el diseño.
  - La suma de los tamaños de las unidades experimentales.
10. La “interacción de factores”  $F_i$  y  $F_j$  es:
- Cuando al variar de nivel en  $F_i$ , cambia el efecto de algún nivel de  $F_j$ .
  - Cuando no se distingue el efecto de cada factor.
  - Cuando se divide cada unidad experimental para ver el efecto de los dos factores.

## PROCESOS ESTOCÁSTICOS

1. Un proceso estocástico es un conjunto de:
  - a) Estadísticos que miden las relaciones espaciales.
  - b) Variables aleatorias indexadas por un conjunto de números.
  - c) Valores obtenidos mediante el cálculo de funciones temporales.
  
2. La teoría de los procesos estocásticos tiene por objeto el estudio y la modelización de:
  - a) Sistemas de Información Geográfica.
  - b) Sistemas de Información Ambiental.
  - c) Sistemas que evolucionan en el tiempo o en el espacio de manera aleatoria.
  
3. Para que un proceso estocástico esté completamente definido:
  - a) Hay que conocer la distribución de probabilidad de una de las variables que componen el proceso.
  - b) Hay que conocer la distribución de probabilidad de cada una de las variables que componen el proceso y la distribución conjunta.
  - c) Hay que conocer la distribución de probabilidad bivalente, tomando las variables por pares.
  
4. La serie de valores diarios en el año 2007, de CO, en la glorieta de Cuatro Caminos, en Madrid, constituyen
  - a) Un proceso estocástico.
  - b) Una trayectoria de un proceso estocástico.
  - c) Una muestra trasversal de un proceso estocástico.
  
5. Un proceso estocástico estacionario debe cumplir que:
  - a) La covarianza depende sólo de la distancia (retardo) entre variables.
  - b) Las correlaciones entre las variables son nulas.
  - c) Las variables separadas por retardos son independientes y aleatorias.
  
6. Una serie de tiempo es:
  - a) Un conjunto de valores de tiempo relacionados con diferentes localidades.
  - b) Un modelo lineal con el tiempo como variable independiente.
  - c) Un proceso aleatorio indexado en el tiempo.
  
7. La dependencia lineal en un proceso ergódico:
  - a) Es variable pero independiente del retardo.
  - b) Tiende a cero cuando aumenta el retardo.
  - c) Tiende a infinito cuando aumenta el retardo.
  
8. La variación en la dependencia espacial se mide con:

- a) La función de autocorrelación.
  - b) El semivariograma.
  - c) La función de densidad espectral.
9. La variación en la dependencia cuando se estudia una serie temporal se mide con:
- a) La función de autocorrelación.
  - b) El semivariograma.
  - c) La función de densidad espectral.
10. La variación en la dependencia mediante el análisis de la frecuencia se mide con:
- a) La función de autocorrelación.
  - b) El semivariograma.
  - c) La función de densidad espectral.

## ANÁLISIS MULTIVARIABLE

1. Las medidas empleadas para describir los datos multivariantes son
  - a) La media y la varianza de las variables.
  - b) Las matrices de medias, matriz de varianzas-covarianzas y medidas de dependencia lineal.
  - c) La media de las medias y la media de las varianzas.
2. La obtención de componentes principales es útil para:
  - a) Obtener un modelo con menor número de variables que produce errores no correlados.
  - b) Obtener un número menor de variables incorreladas sin perder mucha información.
  - c) Para obtener un modelo lineal entre distintos grupos de variables.
3. Para determinar el número adecuado de componentes:
  - a) Se desechan aquellos cuyos valores propios son menores que la unidad y de magnitud similar.
  - b) Se seleccionan los componentes que cubran un porcentaje adecuado de varianza.
  - c) Se combinan las informaciones anteriores.
4. El análisis de conglomerados es útil para:
  - a) Eliminar valores atípicos.
  - b) Clasificar y agrupar individuos.
  - c) Obtener un modelo lineal entre distintos grupos de variables.
5. El análisis de conglomerados se puede utilizar:
  - a) Para relacionar variables.
  - b) Para eliminar datos anómalos.
  - c) Para la construcción de jerarquías.
6. El análisis factorial es útil para:
  - a) Obtener un modelo con menor número de variables que produce errores no correlados.
  - b) Obtener un número menor de variables incorreladas sin perder mucha información.
  - c) Para obtener un modelo lineal entre distintos grupos de variables.
7. Con la representación de las variables sobre los ejes de los factores se determina:
  - a) Sólo el factor que más influye en cada variable.
  - b) El factor que más influye en cada variable y la correlación entre ellas.
  - c) El número de factores necesario para explicar las variables.
8. El análisis discriminante es útil para:
  - a) Obtener un número menor de variables incorreladas sin perder mucha información.
  - b) Clasificar y agrupar individuos.

- c) Para obtener un modelo lineal entre distintos grupos de variables.
9. La correlación canónica es útil para:
- Obtener un número menor de variables incorreladas sin perder mucha información.
  - Clasificar y agrupar individuos.
  - Para obtener un modelo lineal entre distintos grupos de variables.
10. En el análisis de las correlaciones canónicas de dos conjuntos de variables, con 50 observaciones de ocho variables físicas y siete que miden el rendimiento de un proceso industrial, se obtuvo el siguiente resultado:

Nº	autovalor	Correlación Canónica	Lambda de Wilks	Chi-Square	g.l.	P-Value
1	0,684489	0,827338	0,0630979	113,286	56	0,0000
2	0,492816	0,702009	0,199986	65,9898	42	0,0105
3	0,433497	0,658405	0,394307	38,1556	30	0,1458
4	0,143833	0,379253	0,696037	14,8564	20	0,7846
5	0,100573	0,317133	0,812969	8,48953	12	0,7458
6	0,0824577	0,287155	0,903875	4,14363	6	0,6572
7	0,0148956	0,122047	0,985104	0,615312	2	0,7352

Se deberían escoger:

- Sólo la 1ª correlación canónica porque su  $\lambda$  de Wilks es menor de 0,1 y la correlación mayor que 0,7.
- Sólo las 2 primeras, ya que tienen correlaciones altas,  $\lambda$  de Wilks pequeñas y los p-valores de ellas son menores de 0,05.
- Las tres primeras correlaciones ya que son mayores que 0,5.

#### 4. CARACTERÍSTICAS DEL PANEL DE EXPERTOS.

El panel de expertos se constituyó con profesores de la asignatura “Estadística Aplicada” en diferentes universidades y titulaciones de ingeniería.

Inicialmente se remitió el cuestionario a varios profesores que reunían las características requeridas y pertenecientes a universidades distintas entre las que no se incluyó la Universidad Politécnica de Madrid, para evitar el sesgo en las respuestas.

Los cuestionarios se enviaron por correo electrónico acompañados de una carta de presentación firmada por los investigadores del proyecto y otra del presidente de la ACAP, para incentivar la participación, ya que el cuestionario planteado es extenso, aunque no requería mucho tiempo de respuesta.

Finalmente, el panel de expertos lo constituyeron nueve profesores con características diversas.

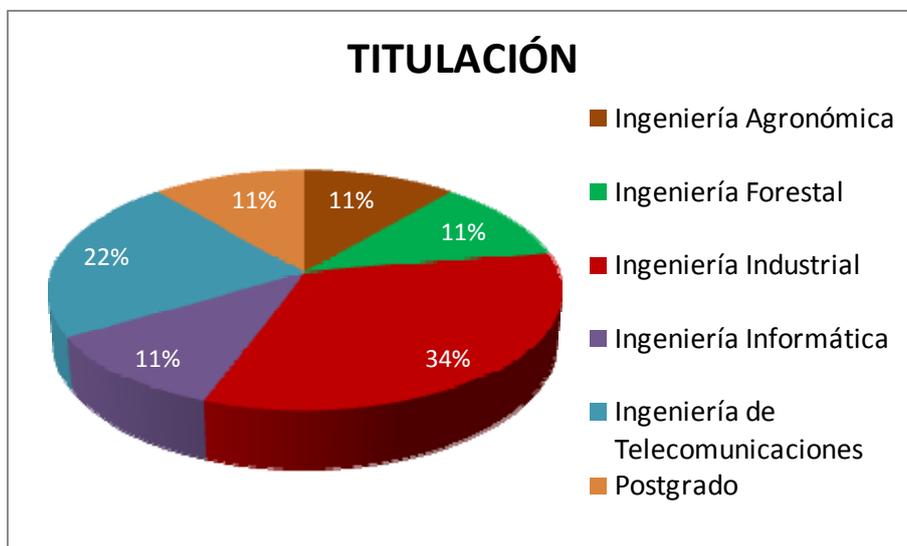
En la tabla 4 se incluyen las características del panel de expertos.

**Tabla 4. Temas de Estadística impartidos en las titulaciones de la UPM.**

TITULACIÓN	ÁREA DE CONOCIMIENTO	DOCENCIA	UNIVERSIDAD	PAÍS
Dr. en Matemáticas	Estadística e Investigación Operativa (IO)	Ingeniería Industrial.	U. de Oviedo	España
Dr. Ingeniero Agrónomo	Estadística e IO	Postgrado: Estadística y Optimización.	U. Politécnica de Valencia	España
Dr. en Matemáticas	Estadística e IO	Ingeniería de Telecomunicación.	U. de Zaragoza	España
Dr. Ingeniero Forestal	Estadística	Ingeniería Forestal.	U. Nacional de Santiago del Estero	Argentina
Dr. Ingeniero Forestal	Estadística	Ingeniería Agronómica.	U. Nacional de Santiago del Estero	Argentina
Dr. Ingeniero de Montes	Estadística e IO	Ingeniería Informática	U. de Extremadura.	España
Dr. en Estadística	Estadística e IO	Ingeniería Industrial.	U de Castilla la Mancha.	España
Dr. en Estadística	Tecnología de la Información y Electrónica.	Ingeniero en Tecnologías de Información y Comunicaciones.	Tecnológico de Monterrey.	Méjico
Dr. en Matemáticas	Estadística e IO	Ingeniería Industrial.	U. de Valladolid.	España

Sólo dos de ellos pertenecen a la misma universidad, aunque a diferentes titulaciones.

La composición según la titulación en la que imparten enseñanzas los profesores que constituyen el panel de expertos se muestra en el gráfico de sectores de la figura 6.

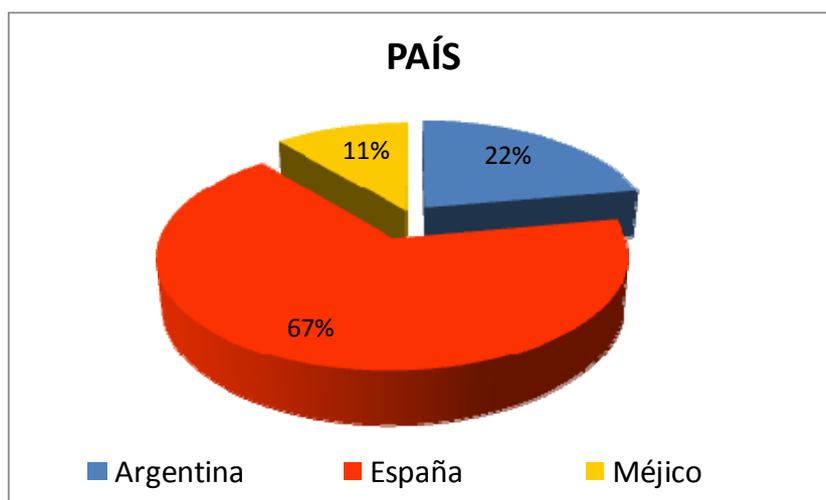


*Figura 6. Composición del panel por titulación en que imparten Estadística.*

La mayor proporción corresponde a profesores de Ingeniería Industrial (34%) y a profesores de Ingeniería de Telecomunicaciones (22%).

No se pudo contar con profesores de Ingenierías del grupo de Construcción.

En cuanto a la composición según el país donde imparten enseñanzas se muestra en el gráfico de sectores de la figura 7.



*Figura 7. Composición del panel de expertos por países.*

Se incluyeron en el panel de expertos tres profesores de universidades iberoamericanas. El 67% de los incluidos en el panel son profesores en universidades españolas.

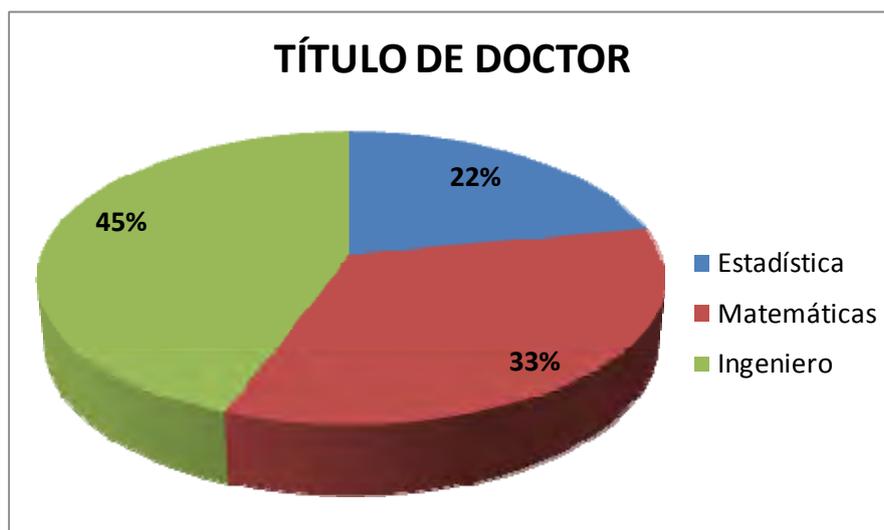
La mayor uniformidad en la composición del panel se dio en el área de conocimiento como se muestra en el gráfico de sectores de la figura 8.



*Figura 8. Composición del panel de expertos área de conocimiento.*

El 89% de los expertos incluidos en el panel están adscritos al área de conocimiento de Estadística e Investigación Operativa.

Por otra parte, el título de doctor también presenta más diversidad, siendo el doctorado en Ingeniería (45%) y el doctorado en Matemáticas (33%) los más representados, como puede confirmarse en el diagrama de la figura 9.



*Figura 9. Composición del panel de expertos por su título de Doctor.*

## 5. RESULTADOS DE LA OPINIÓN DE LOS EXPERTOS.

Con la información aportada por los nueve expertos se construyó una función de valor aditiva, en la que el valor de cada bloque temático se obtuvo por la suma total del número de orden asignado por los expertos. Los mínimos de la función se corresponden con el orden de importancia, cuanto menor es el valor mayor es su importancia.

Los cuatro bloques con función de valor inferior al resto se seleccionaron para elaborar el cuestionario. En la tabla 5 se recoge el resultado de la función de valor para todos los bloques temáticos.

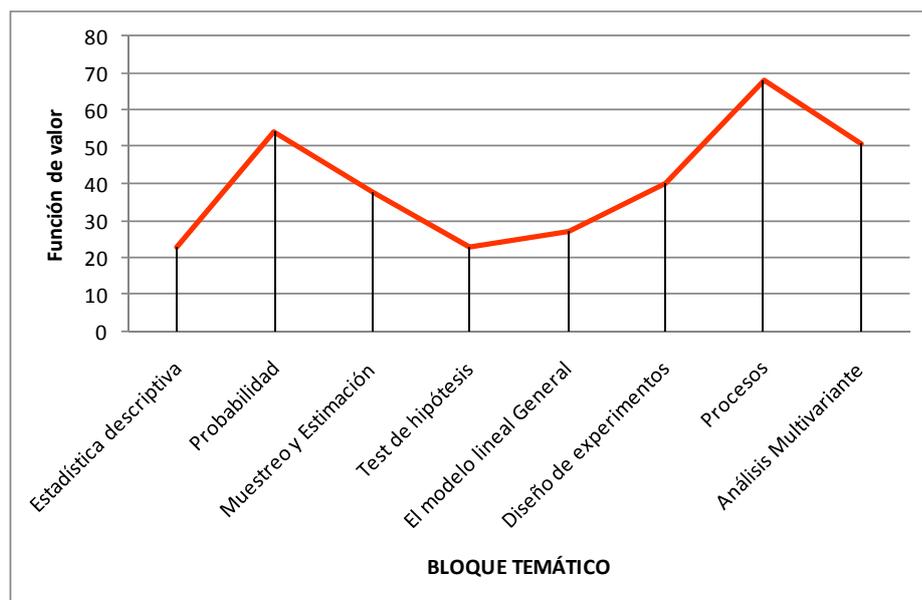
**Tabla 5. Valores de la función de valor para los 8 bloques temáticos.**

BLOQUES	FUNCIÓN DE VALOR	ORDEN DE IMPORTANCIA
Estadística descriptiva (ED)	23	1
Probabilidad (Pb)	54	7
Muestreo y estimación (ME)	38	4
Test de hipótesis (TH)	23	1
El modelo lineal general (MLG)	27	3
Diseño de experimentos (DE)	40	5
Procesos (PE)	68	8
Análisis Multivariante (AM)	51	6

Los bloques de Estadística descriptiva y Test de hipótesis son los de mayor importancia (con menor función de valor). Procesos y Probabilidad son los bloques con mayor función de valor, aunque los temas correspondientes a Probabilidad son de los más impartidos en la UPM. En la figura 10 se representa gráficamente la función de valor para el conjunto de bloques.

Los bloques escogidos para la prueba de conocimiento son:

- Estadística Descriptiva.
- Muestreo y Estimación.
- Test de Hipótesis.
- Modelo Lineal General.



**Figura 10. Función de valor para los bloques temáticos.**

Las cuestiones consideradas más adecuadas para valorar los conocimientos adquiridos por los alumnos se seleccionaron contabilizando el número de expertos que consideraron adecuados dichos ítems. Los resultados globales de las valoraciones se recogen en la tabla 6, mientras que los resultados completos para el conjunto de expertos se muestran en la tabla 7 en las páginas siguientes. En la tabla se han resaltado los ítems seleccionados por cinco o más expertos. En la mayoría de los bloques, los ítems con valor mayor o igual a 5 fueron cuatro. Sólo en el Diseño de Experimentos fueron 3.

**Tabla 6. Número de expertos que seleccionaron los ítems.**

Bloques \ ÍTEMS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Descriptiva	3	3	7	0	1	0	6	2	7	7
Probabilidad	2	2	1	6	6	3	5	4	6	1
Estimación	5	0	1	6	8	4	3	0	4	5
TH	5	4	3	5	5	4	5	1	2	2
MLG	7	2	5	5	6	4	1	3	0	3
Diseño	6	6	2	3	3	3	2	3	1	7
Procesos	6	3	5	2	3	3	1	2	6	5
AM	4	6	1	7	0	7	0	9	1	1

Se determinó incluir 5 ítems por bloque, con un total de 20 cuestiones. Para ello, las profesoras de Estadística participantes en el estudio resolvieron los empates.

**Tabla 7. Ítems seleccionados por los expertos (E).**

Temario	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	Total
Estadística										

Temario	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	Total
<b>descriptiva</b>										
1			X				X	X		3
2			X		X				X	3
3		X		X	X	X	X	X	X	7
4										0
5				X						1
6										0
7	X	X		X	X		X	X		6
8	X					X				2
9	X	X	X			X	X	X	X	7
10	X	X	X	X	X	X			X	7
<b>Probabilidad</b>										
1	X				X					2
2					X				X	2
3						X				1
4	X	X	X				X	X	X	6
5	X			X	X	X	X	X		6
6		X				X			X	3
7	X	X	X	X	X					5
8			X	X			X	X		4
9		X	X	X			X	X	X	6
10						X				1
<b>Muestreo y estimación</b>										
1	X		X	X	X				X	5
2										0
3		X								1
4		X			X	X	X	X	X	6
5	X	X	X	X	X		X	X	X	8
6				X		X	X	X		4
7			X	X		X				3
8										0
9	X		X			X			X	4
10	X	X			X		X	X		5
<b>Test de hipótesis</b>										
1			X			X	X	X	X	5
2		X		X	X			X		4
3	X					X			X	3
4		X		X	X	X	X			5
5		X	X		X		X	X		5
6	X	X		X	X					4
7	X		X				X	X	X	5
8			X							1
9				X					X	2
10	X					X				2
<b>Modelo lineal general</b>										
1	X		X		X	X	X	X	X	7
2	X			X						2

Temario	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	Total
3		X	X	X	X	X				5
4		X			X	X	X	X		5
5	X	X		X	X			X	X	6
6		X	X	X			X			4
7	X									1
8			X			X			X	3
9										0
10							X	X	X	3
<b>Diseño de experimentos</b>										
1	X			X	X	X		X	X	6
2		X	X		X	X	X		X	6
3							X	X		2
4					X		X	X		3
5	X	X	X							3
6	X			X	X					3
7				X				X		2
8		X	X			X				3
9									X	1
10	X	X	X	X		X	X		X	7
<b>Procesos estocásticos</b>										
1	X			X		X	X	X	X	6
2	X			X	X					3
3		X		X		X	X	X		5
4	X		X							2
5				X	X				X	3
6			X		X				X	3
7			X							1
8		X	X							2
9	X	X				X	X	X	X	6
10		X			X	X	X	X		5
<b>Análisis multivariante</b>										
1			X		X	X	X			4
2	X	X			X		X	X	X	6
3		X								1
4	X	X	X	X		X		X	X	7
5										0
6	X		X	X	X		X	X	X	7
7										0
8	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
9						X				1
10				X						1

## 6. APLICACIÓN Y RESULTADOS DE LA PRUEBA PILOTO.

En el cuestionario propuesto finalmente se incluyeron cuestiones de control general, como la edad, el sexo, la calificación final de la asignatura en su titulación, año que cursaron por última vez la asignatura y si han realizado cursos o seminarios adicionales relacionados con ella. También se incluyó una cuestión sobre el método docente empleado en la materia. Por último se consideró importante incluir una cuestión que pusiera de manifiesto la opinión y actitud del alumno ante la materia.

Se plantearon 20 preguntas repartidas en cuatro bloques temáticos: Estadística descriptiva, Muestreo, Test de hipótesis y Modelo lineal general. Se incluyeron cinco preguntas por bloque temático. Las cinco cuestiones fueron las que escogieron un mayor número de expertos.

Además, en el bloque de Estadística descriptiva fue necesario elegir entre las cuestiones 1 y 2 que seleccionaron tres de los expertos y que tienen que ver con la identificación del tipo de variables. Se escogió la cuestión 2, relativa a variable discreta. En el bloque de Muestreo y Estimación las cuestiones 6 y 9 fueron elegidas por 4 expertos cada una. La cuestión 6 relativa al muestreo sistemático y la cuestión 9 relativa a la distinción entre probabilidad y confianza. Se escogió la cuestión 6. En el caso del Test de hipótesis, también aparecen las cuestiones 2 y 6 seleccionadas por 4 expertos. La cuestión 2 relacionada con el concepto de error de tipo I y la seis con el adecuado empleo de los contrastes de la  $\chi^2$ . Se escogió este último ítem.

Antes de aplicar la prueba una alumna respondió al cuestionario en solitario para controlar el tiempo empleado en la respuesta. El tiempo que se calculó fue de 30 minutos máximo.

Durante el curso 2008/2009 se realizó la prueba piloto del cuestionario propuesto mediante encuesta a los alumnos de sexto curso de la titulación de Ingeniero de Montes (impartida en la ETSI Montes de la UPM) para evaluar los conocimientos retenidos sobre la materia de Estadística Aplicada. Esta encuesta constituye la prueba piloto del presente estudio y permitió establecer el cuestionario que se realizó con posterioridad en el resto de centros analizados. La prueba tuvo lugar al final del primer cuatrimestre del curso 2008/2009 y fue realizada a alumnos de último curso que asistían a la asignatura común de Organización de Empresas. Durante treinta minutos los alumnos respondieron a la encuesta planteada sin que surgieran dudas o cuestiones de consideración.

La prueba se presentó en dos folios con cuestiones por las dos caras y grapados.

La encuesta la respondieron 31 alumnos, el 19% de ellos aprobó la estadística hace tres años y un 10% hace cuatro años, un 3,22% hace cinco años y el 3,22% restante hace un año. Un 22,58% de los alumnos no ha seguido la metodología de innovación educativa puesta en marcha en la asignatura.

En la tabla 8 se recogen los resultados de los aciertos correspondientes a las 20 cuestiones incluidas en la prueba piloto.

**Tabla 8. Resultados de la prueba piloto realizada en Ingeniería de Montes.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística	28	90,32%

2) Pregunta sobre la mediana.	0	0%
3) Pregunta sobre la media.	28	90,32%
4) Tipo de gráfico.	14	45,16%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	9	29,03%
6) Tamaño de la muestra.	18	58,06%
7) Diseño de muestreo.	29	93,54%
8) Muestreo aleatorio simple.	11	35,48%
9) Muestreo sistemático.	13	41,93%
10) IC para diferencia de medias.	10	32,25%
11) Contraste de hipótesis.	17	54,83%
12) Error tipo I.	16	51,61%
13) Nivel de significación.	5	16,12%
14) Correlación de Pearson.	27	87,09%
15) Contraste de bondad de ajuste.	10	32,25%
16) Análisis de la varianza.	4	12,90%
17) Modelo lineal simple.	15	48,38%
18) Residuos.	18	58,06%
19) ANOVA	2	6,45%
20) Residuos.	9	29,03%

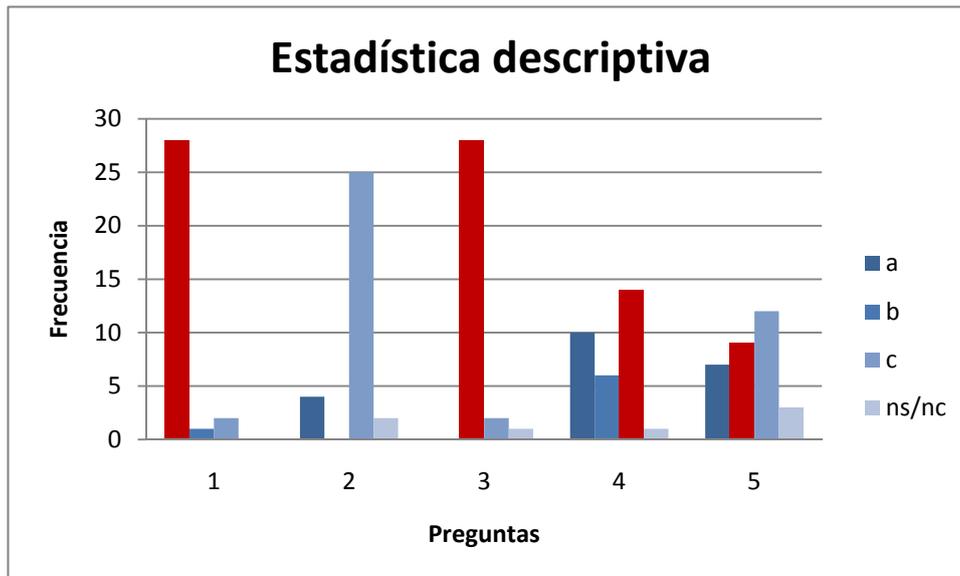
Del conjunto de resultados se pueden extraer algunos datos más concretos (tabla 9).

**Tabla 9. Resultados por bloques en la prueba de Ingeniería de Montes.**

BLOQUE	Media	Desviación típica	Mediana	Coefficiente de variación (CV)
DESCRIPTIVA	15,8	12,2147	14	77,31%
ESTIMACIÓN	16,2	7,7910	13	48,09%
MLG	9,6	6,8775	9	71,64%
TH	15	8,2765	16	55,18%

El 50% de aciertos corresponde a 15 alumnos con respuesta acertada. Excepto el bloque de Modelo Lineal General, en el cual el número de respuestas medias acertadas está por debajo del 50%, en el resto de bloques sí se alcanza este número. La mayor variabilidad (CV) corresponde a los bloques de Descriptiva y MLG. Por tanto, hay diferencias en los resultados por bloques aunque no son diferencias estadísticamente significativas. El p-valor del contraste de Bartlett de igualdad de varianzas es 0,6906 y en el contraste de Kruskal-Wallis de igualdad de medianas entre bloques el p-valor es de 0,6156.

En el estudio por bloques vamos a representar mediante diagramas de barras las respuestas de los alumnos. En color rojo se presenta la barra de la respuesta acertada a cada pregunta.

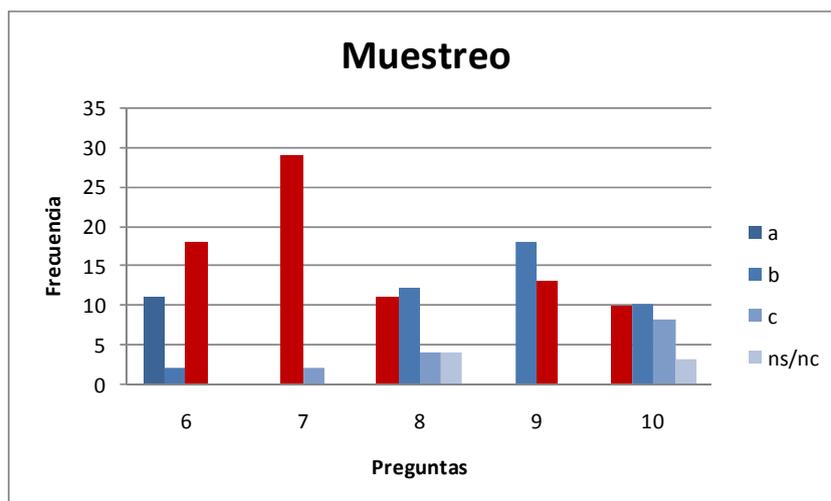


**Figura 11. Diagrama de barras de las respuestas de Ingeniería de Montes en el bloque de Estadística descriptiva.**

Las preguntas 1 y 3 han tenido mayoritariamente respuestas correctas. En la pregunta 2 se pedía calcular según los resultados de un proceso industrial el valor de la mediana de una variable estadística discreta. La mayoría de los alumnos respondieron con la opción c que equivale al valor de la mediana calculado como si la variable fuera continua, por lo que se consideró necesario reformular la pregunta pero no eliminar dicha opción de respuesta. En la pregunta 4 hay mayoría de aciertos, pero en muchas ocasiones se decantaron por la opción “a” que equivale a la representación de una variable discreta. En el caso de la respuesta a la cuestión 5 la mayoría de los alumnos optaron por responder “media” en lugar de “mediana” que era la respuesta correcta.

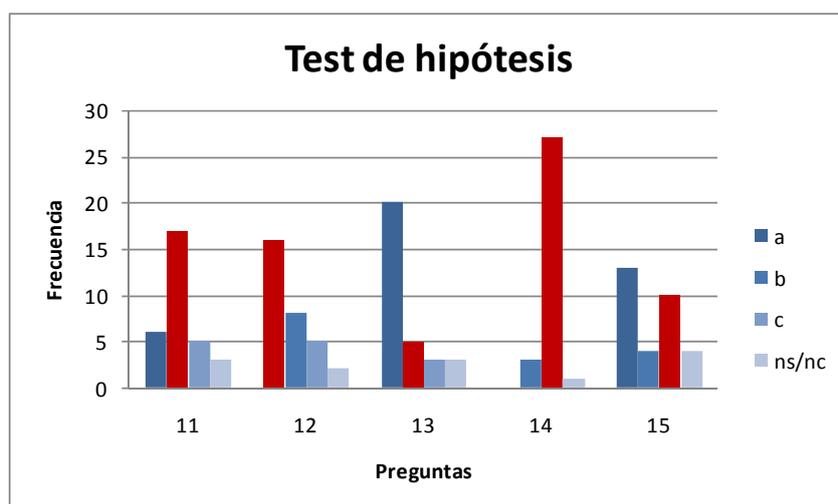
De todo ello se deduce que los alumnos asimilaron bien cómo calcular la media y aprendieron a diferenciar los tipos de variables, pero el cálculo de la mediana para variables discretas y la interpretación gráfica de los datos no se asimiló correctamente.

En el bloque de Estimación y Muestreo la mayoría de las cuestiones corresponden a muestreo. Los resultados son muy diferentes en las distintas cuestiones presentadas. En la figura 12 se presentan gráficamente los resultados.



**Figura 12. Diagrama de barras de las respuestas de Ingeniería de Montes en el bloque de Estimación y Muestreo.**

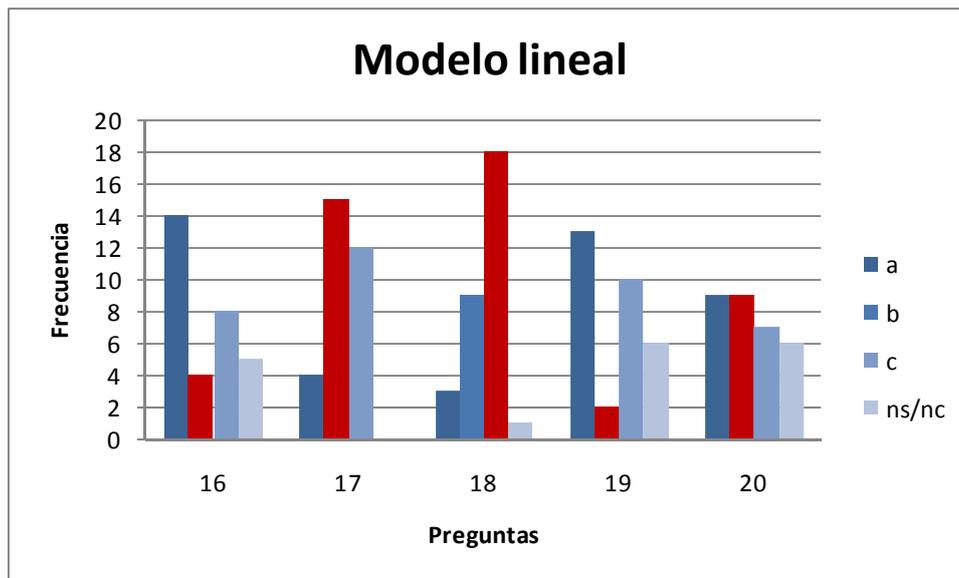
Las respuestas a las cuestiones 6 y 7 fueron acertadas en la mayoría de las ocasiones. En el caso de la pregunta 8, una parte importante de los alumnos también optó por la opción “b”, confundiendo la estimación de la varianza en la expresión del tamaño de muestra. En la cuestión 9 la respuesta mayoritaria no es correcta ya que en la obtención de la muestra se mezclan los conceptos de muestreo sistemático y aleatorio. En la cuestión 10, correspondiente a la elección del tipo de intervalo adecuado para comparar dos variables, las tres opciones fueron seleccionadas por un número muy parecido de alumnos. De los resultados parece deducirse que los conceptos se asimilaron correctamente y la forma de plasmarlos en acciones concretas es lo que falla en este bloque.



**Figura 13. Diagrama de barras de las respuestas de Ingeniería de Montes en el bloque de Contrastes de Hipótesis.**

En el bloque de contrastes de hipótesis la mayoría de los alumnos respondieron acertadamente a las cuestiones 11, 12 y 14. La cuestión número 13 que consistía en preguntar a qué es igual el nivel de significación, solo un 16,12% acertó la respuesta. Se observa que la mayoría confunden  $\alpha$  con el p-valor.

En la cuestión 15, la respuesta mayoritaria muestra una confusión corriente en muchos textos de estadística, donde se confunden la condición para frecuencias esperadas asignándolo a las observadas.



**Figura 14. Diagrama de barras de las respuestas de Ingeniería de Montes en el bloque de Modelo Lineal General.**

Las cuestiones con peores resultados correspondientes a este bloque son la 16 y la 19 que se relacionan con el concepto y aplicación del análisis de la varianza. En la 16 se pregunta sobre la hipótesis nula empleada; la mayoría de los encuestados respondió que se utilizaba la igualdad de varianzas entre grupos cuando la hipótesis nula correcta es la igualdad entre todas las medias de los grupos. En la pregunta 19 se debe interpretar un análisis de varianza de un modelo de regresión y el 93,55% de los encuestados no supieron dar una interpretación correcta.

En la última cuestión, relativa a las condiciones que deben cumplir los residuos del modelo de regresión, parece que la respuesta se hizo de forma aleatoria ya que las tres opciones se escogieron por un número equivalente de alumnos y también fueron muchos los que no la respondieron.

En este caso, se puede concluir que los alumnos no aprendieron el análisis de varianza y no retuvieron correctamente cómo validar los modelos de regresión.

A la vista de estos resultados de la prueba piloto, se realizaron algunas modificaciones en el cuestionario propuesto.

Se replanteó la pregunta sobre la mediana (cuestión número 2 de la prueba), ya que se localizó un fallo en las opciones de solución. Se decidió dejar el ítem con el mismo enunciado y corregir las opciones de la solución.

También se modificó ligeramente el enunciado de la cuestión número 10, añadiendo en el enunciado que el diámetro de los árboles varía con la edad, ya que se consideró la posibilidad de que este punto, importante para la respuesta, pasara desapercibido.

Las pruebas se puntuaron de la siguiente forma:

Se calificó con 0,5 cada respuesta acertada y con -0,25 cada fallo en la respuesta elegida. Las cuestiones no contestadas no modificaban la puntuación.

Se calcularon los estadísticos principales para la variable “puntuación conseguida en la prueba” que se recogen a continuación:

Frecuencia = 31

Mínimo = -1,25

Máximo = 4,75

Primer cuartil = 1,0

Mediana = 2,5

Segundo cuartil = 3,25

Media = 1,87097

Varianza = 2,31613

Desviación típica = 1,52188

Error estándar = 0,273338

Coefficiente de variación (CV) = 81,342%

Los valores medios son muy bajos. El 50% de los alumnos no superó la calificación de 2,5. Además el 75% de los alumnos no superó la nota de 3,25 puntos. La variabilidad de las calificaciones fue alta, más de un 80% de CV.

Con la varianza obtenida se calculó el tamaño de muestra mínimo necesario para cometer un error de 0,5 puntos como máximo y con un nivel de confianza del 95% en la estimación.

$$n_o = \left( \frac{1,96}{0,5} \right)^2 2,31613 = 35,59 \approx 36$$

Para conseguir un error menor a 0,5 se necesitaba un mínimo de 36 alumnos, en el caso de que el número de egresados fuera muy alto.

En la ETSI de Montes el número medio de egresados en los últimos 3 años es de 110, por lo que se vuelve a calcular el tamaño de muestra necesario para garantizar las condiciones propuestas en la estimación. Se utiliza la expresión:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} = \frac{36}{1 + \frac{36}{110}} = 27,1 \approx 28$$

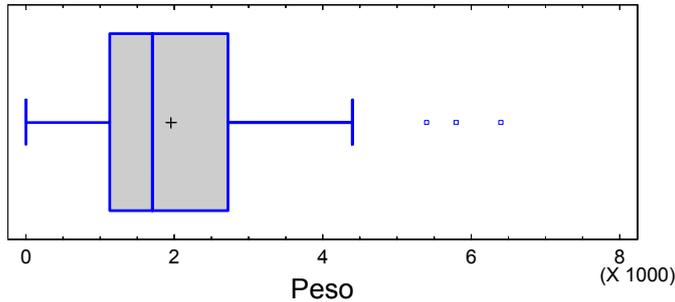
En este caso el tamaño de muestra necesario sería de 28 alumnos. Como se realizó la prueba a 31 alumnos se puede suponer que la calificación media real de esta prueba, si se realizara a todos los egresados del curso actual, no sería inferior a 1,37.

En el resto de titulaciones, cuando se contactó con los responsables de la organización de la docencia del Centro, se solicitó una clase donde se pudiera conseguir “a priori” el número de encuestas necesarias.



5.- En un estudio sobre el “peso de la carga de los camiones” que entran en fábrica se ha obtenido el siguiente gráfico. ¿Qué representa la línea vertical del interior de la caja?

Box-and-Whisker Plot



- a. La media.
  - b. La mediana.
  - c. La moda.
6. En el cálculo del tamaño  $n$  muestral, es necesario conocer,
- a. El error máximo de muestreo  $e$  que se está dispuesto a aceptar y el nivel de confianza  $\alpha$  para la estimación.
  - b. El error máximo de muestreo  $e$  que se está dispuesto a aceptar y la desviación típica de la variable a estudiar o algún valor estimado de la misma.
  - c. La desviación típica de la variable a estudiar o algún valor estimado de la misma, el error máximo de muestreo  $e$  que se está dispuesto a aceptar y el nivel de confianza  $\alpha$  para la estimación.
7. Sabemos que la tensión arterial de la población aumenta a partir de los 60 años. Para estimar la “presión arterial media” de los individuos de una gran ciudad, se debe elegir un diseño de muestreo, ¿cuál?:
- a. Aleatorio simple.
  - b. Estratificado, con diferentes estratos según la edad.
  - c. Por conglomerados, con conglomerados según el barrio.
8. En un muestreo aleatorio simple se desea obtener el tamaño de muestra adecuado para estimar la “proporción de vidrio por kilo de basura reciclable”. La expresión que se puede utilizar es:
- $$n_0 = \left( \frac{1,96}{0,005} \right)^2 0,5 \cdot 0,5 = 38416 \text{ kilos}$$
- a. Con un 95% de confianza, error de estimación 0,5% y máxima varianza.
  - b. Con un 95% de confianza, error de estimación 0,005 y mínima varianza.
  - c. Con un 90% de confianza error de estimación 0,5 y varianza 0,005.
9. Para realizar un muestreo sistemático en un terreno:
- a. Se eligen  $n$  puntos de muestreo al azar sobre el total de la superficie.

- b. Se superpone una malla con  $k \times n$  nodos y se escogen al azar  $n$  de ellos, de tal forma que, cada uno de los  $k \times n$  nodos tenga la misma probabilidad de ser escogido.
  - c. Se superpone una malla con  $n$  nodos y se escoge al azar un punto de la superficie, superponiendo en ese punto un nodo de la malla. Los  $n$  nodos así colocados serán los puntos de la muestra.
- 10.** Se tienen muestras de diámetros medios de dos especies de pinos medidos a diferentes edades: 5, 10,...,150 años. El diámetro varía en función de la edad. ¿Qué conviene utilizar para calcular un Intervalo de Confianza para la diferencia de diámetros entre las dos especies?
- a. Un intervalo para diferencia de medias con muestras pareadas.
  - b. Un intervalo para diferencia de medias con muestras independientes.
  - c. Un intervalo para cada media diamétrica.
- 11.** Para aplicar un contraste de hipótesis, el estadístico del contraste debe medir:
- a. La diferencia entre la  $H_0$  y la  $H_1$ .
  - b. La diferencia entre la muestra y la  $H_0$ .
  - c. La diferencia entre la muestra y la  $H_1$ .
- 12.** El error de tipo I se comete cuando:
- a. La  $H_0$  es verdadera.
  - b. La hipótesis alternativa es verdadera.
  - c. La  $H_0$  es menos probable.
- 13.** El nivel de significación del contraste es igual:
- a. Al p-valor (nivel crítico).
  - b. A la probabilidad de cometer un error de tipo I.
  - c. A la probabilidad de cometer un error de tipo II.
- 14.** Si dos variables cualesquiera siguen una distribución normal, el coeficiente adecuado para detectar su independencia es:
- a. El de la  $\tau$  de Kendall.
  - b. El de Spearman.
  - c. El de correlación de Pearson.
- 15.** Un contraste de bondad de ajuste con la  $\chi^2$  debe cumplir que:
- a. Las frecuencias observadas deben ser mayores que 5.
  - b. Las frecuencias esperadas deben ser menores que 5.
  - c. Las frecuencias esperadas deben ser mayores que 5.
- 16.** ¿Cuál es la hipótesis nula empleada en el análisis de varianza?
- a. La igualdad de varianzas entre grupos.
  - b. La igualdad entre todas las medias de los grupos.
  - c. La veracidad del modelo.
- 17.** Un modelo lineal simple sirve para:

- a. Minimizar la dispersión relativa de la variable dependiente.
- b. Modelizar relaciones y predecir valores de alguna de las variables relacionadas.
- c. Encontrar la relación causa-efecto entre dos variables.

- 18.** Tenemos dos modelos linealizables que pueden utilizarse para predecir el valor de Y. El modelo 1 tiene una  $R^2=0,87$  y muestra heterocedasticidad residual. El modelo 2 tiene una  $R^2=0,67$  pero los residuos cumplen todos los requisitos. Decido:
- a. Utilizar la recta de regresión, ya que ambos modelos son malos.
  - b. Elegir el modelo 1 que tiene mayor  $R^2$ .
  - c. Elegir el modelo 2 que cumple todas las hipótesis.

**19.** En un modelo de regresión se obtiene el siguiente análisis de varianza:

Analysis of Variance with Lack-of-Fit					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	678,745	1	678,745	2,08	0,1505
Residual	118709,0	363	327,023		
Lack-of-Fit	6952,76	29	239,751	0,72	0,8605
Pure Error	111756,0	334	334,6		
Total (Corr.)	119388,0	364			

Estos resultados se pueden interpretar de la siguiente forma:

- a. El modelo es malo ya que los p-valores del ANOVA son mayores de 0,05.
- b. El modelo explica poca variabilidad pero la relación entre x e y es lineal.
- c. El modelo explica mucha de la variabilidad pero la relación entre x e y no es lineal.

- 20.** Los residuos del modelo deben ser: (valores de una variable aleatoria, V.a.)
- a. V.a. con distribución  $N(\mu, 1)$  con  $\mu=cte$  e incorrelados entre sí.
  - b. V.a. con distribución  $N(0, \sigma)$  con  $\sigma=cte$  e incorrelados entre sí.
  - c. V.a. con distribución  $N(\mu, \sigma)$  con  $\sigma=cte$  y media diferente.

¿Ha realizado algún curso externo o Seminario relacionado con la Estadística?

.....

¿Cuál es su opinión general sobre la Estadística? ¿Qué importancia cree que tiene la Estadística en la carrera que estudia? ¿Y posteriormente en su vida profesional?

.....

.....

Cree interesante añadir algo al cuestionario.

.....

## 8. REALIZACIÓN DE ENCUESTAS.

En el momento de realizar este estudio, existían cuarenta y tres titulaciones de grado que se impartían en los diferentes centros de la UPM. De ellos, diez son Escuelas Técnicas Superiores, dos Facultades y ocho Escuelas Universitarias de Ingeniería Técnica. En este ámbito hay al menos veinte programas diferentes para la materia de Estadística Aplicada, cuyo aprendizaje es objeto de este estudio. Para evaluar el aprendizaje de esta materia adquirido durante el ciclo formativo correspondiente al grado en la UPM, se planificaron un conjunto de visitas a distintos centros con objeto de realizar encuestas de evaluación. Tras contactar con los responsables de la Ordenación Académica (OA) de los distintos centros a lo largo del mes de abril del 2009, se estableció un calendario de visitas con objeto de realizar el cuestionario evaluado en la prueba piloto al mayor número posible de alumnos de la UPM.

Las fechas de las encuestas (en días de la segunda quincena de Abril y del mes de Mayo) han influido en la escasez de alumnos que la realizaron, especialmente en algunas de las titulaciones participantes. El caso extremo ha sido en la ETSI de Minas, debido a que los alumnos de último curso de ambas titulaciones (Ingeniero de Minas, Ingeniero Geólogo) realizan prácticas en empresas después del periodo vacacional de la Semana Santa (en 2009, semana del 6 al 12 de abril) y no tienen clases presenciales en el centro, por lo que se realizaron con alumnos de 4º curso.

En cuanto a otras circunstancias de las encuestas, su realización transcurrió con normalidad en todos los casos, sin preguntas o cuestiones destacables. El tiempo máximo empleado en realizar el cuestionario no superó los treinta minutos.

Además, de la circunstancia comentada en la ETSI de Minas, ha habido centros que no han sido visitados y no se tiene información sobre los conocimientos de los egresados de las titulaciones correspondientes: Arquitecto, Arquitecto Técnico, Ingeniero de Caminos, por lo que sería recomendable tratar de realizar el cuestionario en esos centros el curso 2009/2010.

En la siguiente tabla se indica el Centro y la Titulación, junto con el número de encuestas realizadas en cada caso:

**Tabla 10. Encuestas realizadas para el estudio.**

<b>Centro</b>	<b>Titulación/Curso</b>	<b>Nº Encuestas</b>
ETSI Aeronáuticos	Ingeniero Aeronáutico/5º	34
ETSI Agrónomos	Ingeniero Agrónomo/5º	25
ETSI Navales	Ingeniero Naval y Oceánico/5º	12
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)	Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/5º	27
EUIT Aeronáutica	Ingeniero Técnico en Aeronáutica/3º	60
EUIT Agrícola	Ingeniero Técnico Agrícola/3º	30
EUIT Forestal	Ingeniero Técnico Forestal/3º	36
ETSI Industriales	Ingeniero Industrial/5º	88
ETSI Minas	Ingeniero de Minas/ 4º	9
ETSI Montes	Licenciado en Ciencias Ambientales/ 2º	7
EUIT Industrial	Ingeniero Técnico Industrial en electricidad/ 3º	6
	Ingeniero Técnico Industrial en electrónica/ 3º	20
	Ingeniero Técnico Industrial en mecánica/ 3º	17
	Ingeniero Técnico Industrial en química/ 3º	15
EUIT Obras Públicas	Ingeniero Técnico en Obras Públicas/3º	24
Facultad de Informática	Licenciado en informática/5º	19
ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía	Ingeniero Técnico en Topografía/ 3º	12
	Ingeniero en Geodesia y Cartografía/ 5º	7
EU de Informática	Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas	12
EUIT Telecomunicación	Ingeniero Técnico en Sistemas de Telecomunicación/ 3º	15
	Ingeniero Técnico en Sistemas Electrónicos/ 3º	15
	Ingeniero Técnico en Telemática/ 3º	23
	Ingeniero Técnico en Sonido e Imagen/ 3º	19

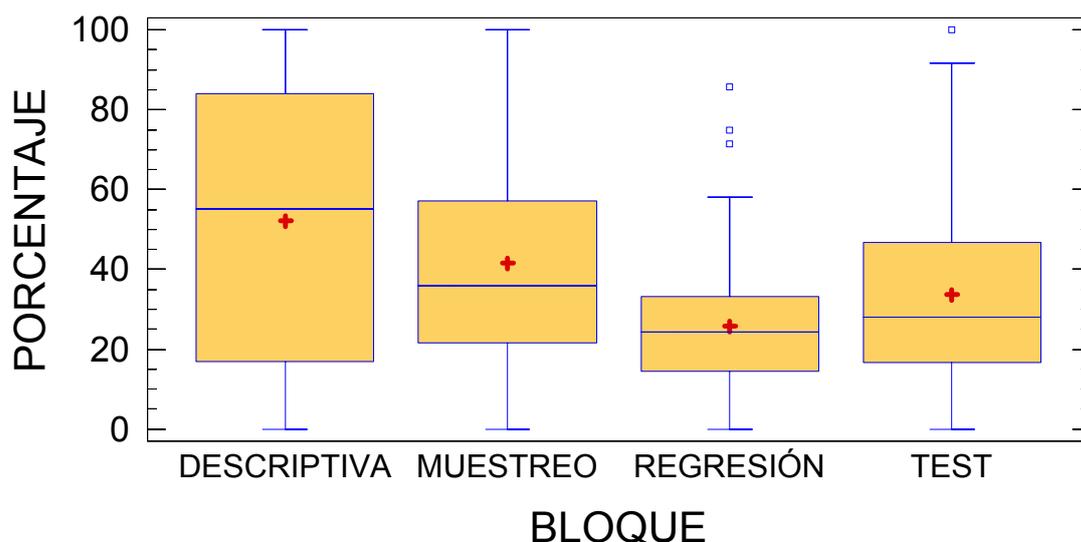
## 9. RESULTADO POR BLOQUES TEMÁTICOS.

Los resultados de las pruebas de conocimientos se han analizado por bloques temáticos, mediante la variable “porcentaje de respuestas acertadas” y teniendo en cuenta las titulaciones en las que se realizó la prueba.

Se observan diferencias estadísticamente significativas entre las medias y las medianas de la variable. También se observan diferencias entre las varianzas (el p-valor del contraste de Barlett es inferior a 0,01), por lo que el test ANOVA no resulta adecuado en este caso.

El test de Kruskal-Wallis contrasta la hipótesis nula de igualdad de las medianas entre los bloques temáticos. El p-valor del test es  $9,32299 \cdot 10^{-10}$  (inferior a 0,05) por lo que podemos afirmar que hay diferencia estadísticamente significativa entre las medianas a un nivel de confianza del 95,0%.

En la figura 15 se puede observar la diferencia entre las medianas de los cuatro bloques.



**Figura 15. Gráfico de cajas para el porcentaje de respuestas acertadas según el bloque temático.**

En el gráfico la mediana está representada por la línea azul y la media por la cruz de color rojo. Ambos valores están próximos entre sí, por lo que el porcentaje de aciertos en cada bloque se puede considerar una distribución bastante simétrica.

El bloque de “Muestreo y Estimación” tiene resultados semejantes al “Test de hipótesis”, aunque este presenta una media y mediana ligeramente inferior. La menor dispersión corresponde al bloque de regresión.

Se observa una variabilidad mayor en el primer bloque. Con las medianas sucede lo mismo: en Estadística Descriptiva la mediana del porcentaje de aciertos es superior al resto, siendo la menor la correspondiente al Modelo Lineal General o Regresión.

Analizando los bloques de forma independiente, no se puede rechazar la hipótesis de que los porcentajes de aciertos de los bloques de “Estadística Descriptiva” (ED), “Muestreo y Estimación” (ME) y “Modelo Lineal General” (MLG) sigan una distribución Normal al 95% de confianza. Se puede rechazar que los porcentajes de aciertos en las preguntas de Test de Hipótesis (TH) sigan una Normal, también al 95% de confianza.

Se han comparado los bloques dos a dos y se ha empleado el test de la F para comparación de desviaciones típicas (DT) y los test de la t para comparación de medias o W de Mann-Whitney (Wilcoxon) para comparar medianas (MED). En la tabla 11 se muestran los resultados de estas comparaciones.

**Tabla 11. Contrastes de igualdad entre bloques.**

Hipótesis	DT	p-valor	Medias o MED	p-valor	Resultados
ED=ME	Test F	0,0012	Test t	0,0061	Distintos
ED=MLG	Test F	0,0000	Test t	0,0000	Distintos
ED=TH	Test F	0,0002	Test W	0,0000	Distintos
ME=MLG	Test F	0,0000	Test t	0,0000	Distintos
ME=TH	Test F	0,6545	Test W	0,0105	Igual DT, Igual MED al 99%
MLG=TH	Test F	0,0000	Test W	0,0316	Distinto DT, MED al 99%

En la tabla anterior puede comprobarse que ED presenta diferencias estadísticamente significativas con el resto de bloques temáticos, tanto en variabilidad como en valores centrales. La desviación típica de TH no presenta diferencias estadísticamente significativas con la de ME y, entre sus medianas se detectan diferencias si consideramos la hipótesis de igualdad al 95% de confianza, pero no podemos rechazar que sean iguales al 99% de confianza. Esto mismo, sucede con las medianas de TH y MLG, aunque en este caso, hay diferencias estadísticamente significativas entre sus desviaciones típicas. Por último, entre los bloques de ME y MLG se detectan diferencias estadísticamente significativas entre desviaciones típicas y medias.

En la tabla 12 se muestran los estadísticos principales para cada bloque de temas.

**Tabla 12. Estadísticos para el “porcentaje de aciertos” de cada bloque temático.**

BLOQUE	Media	Mediana	Desviación típica (DT)	Error estándar (ES)	Coefficiente de variación (CV)
DESCRIPTIVA	52,1588	55,235	33,6208	3,0692	64,46%
MUESTREO	41,5735	35,920	24,9128	2,2742	59,92%
REGRESIÓN	25,9153	24,265	16,5764	1,5132	63,96%
TEST	33,6257	28,050	23,9092	2,1826	71,10%

El porcentaje medio de aciertos en el bloque de Estadística Descriptiva superó el 52% en el conjunto de titulaciones. El coeficiente de variación es muy alto, mayor del 64%.

El porcentaje medio de aciertos en el bloque de Muestreo y Estimación superó el 41% en el conjunto de titulaciones. El coeficiente de variación es del mismo orden que el del bloque ED ligeramente inferior al 60%.

El siguiente bloque con mayor porcentaje de aciertos es el bloque de TH con más del 33% de aciertos. El coeficiente de variación es el mayor de todos los bloques, superior al 71%.

El peor resultado corresponde al bloque de Regresión o MLG, en que ni siquiera se alcanzó un 30% de aciertos. El coeficiente de variación es muy alto, de orden similar al bloque de ED, ligeramente inferior al 64%.

En el bloque de Estadística Descriptiva se observan diferencias significativas entre el porcentaje de aciertos de cada pregunta (p-valor del contraste de Levene de igualdad de varianzas 0,0139 y p-valor del ANOVA 0). El contraste de rangos múltiples permite determinar, mediante el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher, que entre las preguntas 1 y 3 no hay diferencias significativas en los aciertos, mientras que la 2, 4 y 5 son diferentes de ambas y diferentes entre sí (Figura 15)

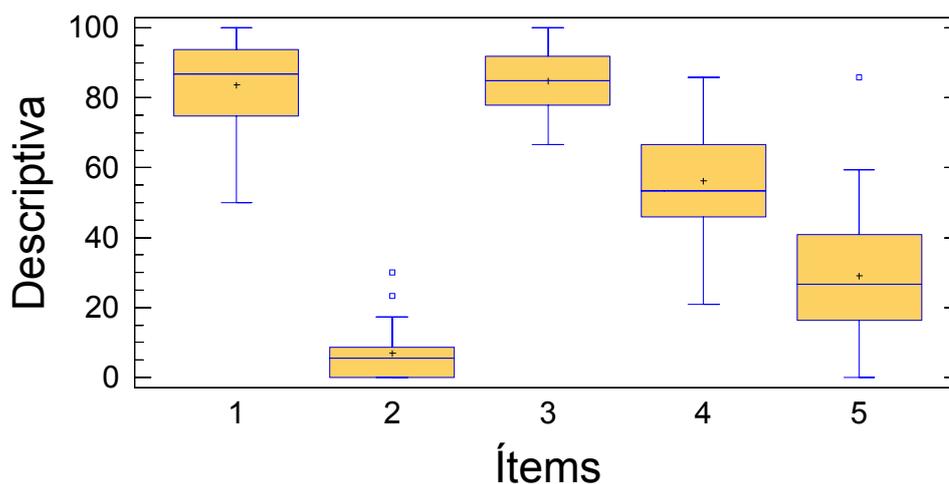


Figura 15. Gráfico de cajas para el porcentaje de aciertos según la pregunta de ED.

Las preguntas 1 y 3 corresponden al tipo de variables y al cálculo de la media, mientras que las preguntas 4 y 5 están relacionadas con las representaciones gráficas.

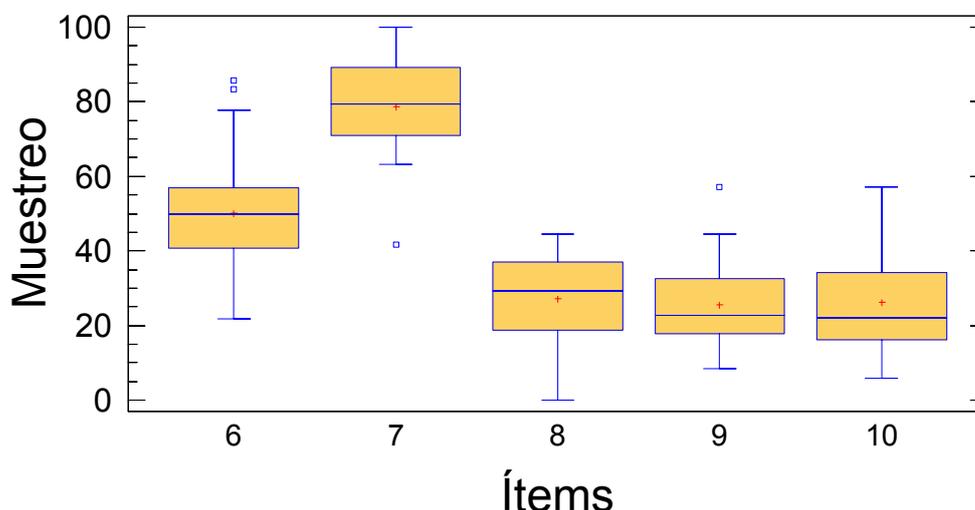
En la tabla 13 se recogen los estadísticos del bloque de Estadística Descriptiva.

**Tabla 13. Estadísticos para el “porcentaje de aciertos” en ítems de ED.**

ÍTEMS	Media	Mediana	Desviación típica (DT)	Error estándar (ES)	Coefficiente de variación (CV)
1	83,7496	86,815	13,4539	2,74626	16,0644
2	6,9304	5,570	8,1032	1,65406	116,9220
3	84,8538	84,750	10,3256	2,10771	12,1687
4	56,2050	53,330	15,7568	3,21634	28,0345
5	29,0554	26,665	19,5299	3,98652	67,2160

Las cuestiones con un porcentaje de aciertos por encima del 50% son la 1,2 y 4. Los resultados por debajo del 30% corresponden a los ítems 2 y 5, relacionados con el cálculo de la mediana y el gráfico de cajas.

En el bloque de Muestreo y Estimación se observan diferencias significativas entre el porcentaje de aciertos de cada pregunta (p-valor del contraste de Levene de igualdad de varianzas 0,5096 y p-valor del ANOVA 0). El contraste de rangos múltiples permite determinar, mediante el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher, que entre las preguntas 6 y 7 hay diferencias significativas en los aciertos, mientras que las 8, 9 y 10 difieren de las anteriores pero no hay diferencias entre ellas (Figura 16).



**Figura 16. Gráfico de cajas para el porcentaje de aciertos según la pregunta ME.**

La preguntas 6 tiene que ver con el tamaño de la muestra, la 7 con el diseño de muestreo, los ítems 8 y 9 con diferentes tipos de muestreo y la 10 con intervalos de confianza.

En la tabla 14 se recogen los estadísticos correspondientes a este bloque.

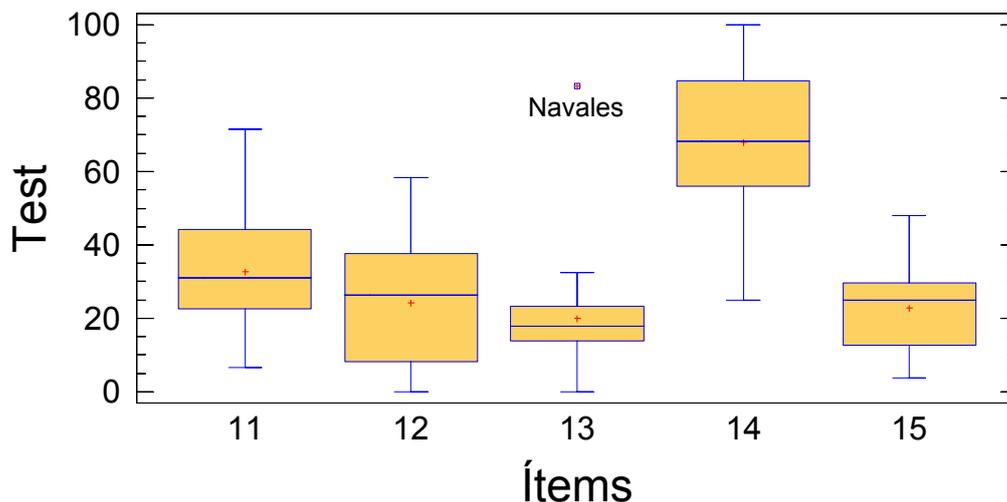
**Tabla 14. Estadísticos para el “porcentaje de aciertos” en ítems de ME.**

ÍTEMS	Media	Mediana	Desviación típica (DT)	Error estándar (ES)	Coficiente de variación (CV)
6	50,0175	49,820	17,7240	3,6179	35,44
7	78,7783	79,355	13,0904	2,6721	16,62
8	27,1725	29,335	12,3591	2,5228	45,48
9	25,5925	22,635	12,3271	2,5163	48,17
10	26,3067	21,905	13,2696	2,7086	50,44

Las cuestiones con un porcentaje de aciertos por encima del 50% son la 6 y la 7. Los resultados por debajo del 30% corresponden a los ítems 8, 9 y 10. Sólo en la cuestión 10, relacionada con los intervalos de confianza, el CV supera el 50%.

En el bloque de Test de Hipótesis, la pregunta 11 tiene que ver con el concepto de contraste de hipótesis, la 12 con el error de tipo I, la 13 con el nivel de significación, la 14 con el contraste de correlación de Pearson y la 15 con el contraste de la  $\chi^2$ .

En la figura 17 se presentan, mediante el gráfico de cajas las diferencias entre los porcentajes de aciertos en las respuestas para las cuestiones de este bloque temático.



**Figura 17. Gráfico de cajas para el porcentaje de aciertos según la pregunta TH.**

En este caso, se observan diferencias significativas entre el porcentaje de aciertos de cada pregunta (p-valor del contraste de Levene de igualdad de varianzas 0,1702 y p-valor del ANOVA 0). En la pregunta 13, se detecta un valor anómalo correspondiente a la titulación de Ingenieros Navales, con un porcentaje de aciertos en este ítem superior a 80%. El contraste de rangos múltiples permite determinar, mediante el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher, que entre la pregunta 14 y el resto existen diferencias significativas en los aciertos, mientras que los ítems 11,12 ,13 y 15 no presentan diferencias entre sí.

En la tabla 15 se recogen los estadísticos correspondientes a este bloque.

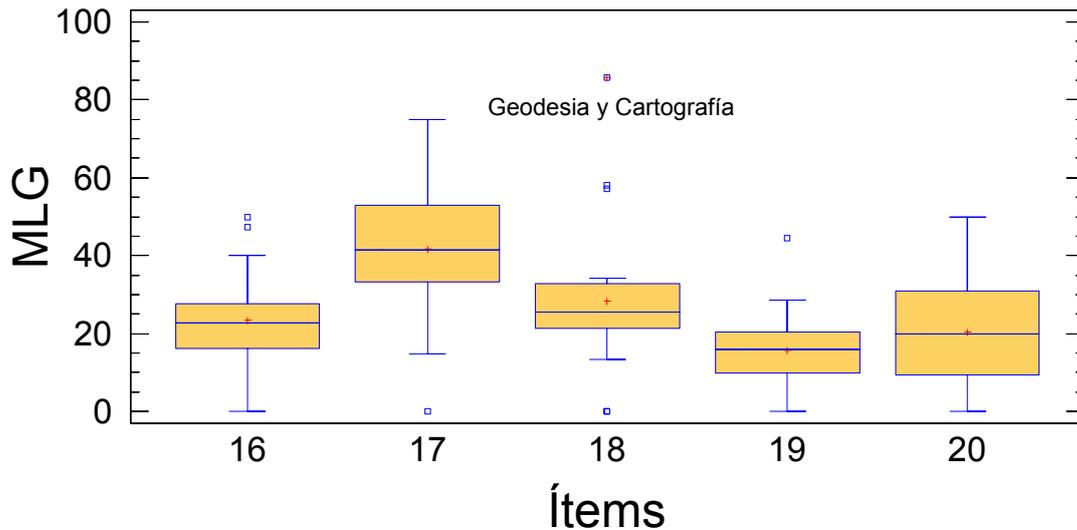
**Tabla 15. Estadísticos para el “porcentaje de aciertos” en ítems de TH.**

ÍTEMS	Media	Mediana	Desviación típica (DT)	Error estándar (ES)	Coefficiente de variación (CV)
11	32,7592	31,000	15,8348	3,2323	48,34
12	24,3529	26,300	17,6042	3,5934	72,29
13	20,1025	17,955	15,8699	3,2394	78,95
14	68,0171	68,120	18,9213	3,8623	27,82
15	22,8971	25,000	12,3096	2,5127	53,76

La única cuestión de este bloque, con un porcentaje de aciertos por encima del 50%, es la 14. Los resultados por debajo del 30% corresponden a los ítems 12, 13 y 15. La cuestión 11 supera por muy poco el 30% de respuestas correctas.

En el bloque de cuestiones relacionadas con regresión o el Modelo Lineal General, la cuestión 16 y 19 están referidas al Análisis de Varianza (ANOVA), la 18 y la 20 con los residuos del modelo lineal y la pregunta 17 está relacionada con la utilidad del Modelo Lineal General.

En este caso, también se observan diferencias significativas entre el porcentaje de aciertos de cada pregunta (p-valor del contraste de Levene de igualdad de varianzas 0,2818 y p-valor del ANOVA 0). El contraste de rangos múltiples permite determinar, mediante el procedimiento de las menores diferencias significativas de Fisher, que entre las preguntas 17, 18 y 19 hay diferencias significativas en los aciertos, mientras que la 16 y 20 no presentan diferencias entre ellas. Entre el ítem 16 y 18 y entre el 19 y el 20 no existen diferencias significativas, por lo que se puede considerar las cuestiones 16, 18, 19 y 20 como un grupo equivalente en porcentaje de aciertos. En la pregunta 18, se detecta un valor anómalo correspondiente a la titulación de Ingenieros en Geodesia y Cartografía, con un porcentaje de aciertos superior a 80% (Figura 18).



**Figura 18. Gráfico de cajas para el porcentaje de aciertos según la pregunta MLG.**

En la tabla 16 se recogen los estadísticos correspondientes a este bloque.

**Tabla 16. Estadísticos para el “porcentaje de aciertos” en ítems de MLG.**

ÍTEMS	Media	Mediana	Desviación típica (DT)	Error estándar (ES)	Coefficiente de variación (CV)
16	23,3421	22,775	11,2579	2,2980	48,23
17	41,5938	41,420	16,9503	3,4600	40,75
18	28,3946	25,545	18,0490	3,6842	63,57
19	15,7854	15,850	10,1074	2,0632	64,03
20	20,4604	20,000	13,1049	2,6750	64,05

No hay ninguna cuestión con un porcentaje de aciertos por encima del 50% en este bloque. Los resultados por debajo del 30% corresponden a los ítems 16, 18, 19 y 20. Todas las cuestiones presentan CV entre 40 y 65%.

## 10. RESULTADO POR TITULACIONES.

Las titulaciones donde se realizó la encuesta pueden agruparse según los años que se debe cursar para obtener la titulación (número de cursos académicos que figuran en los planes de estudios vigentes en 2008/2009). Hay titulaciones de 3 y 5 cursos. Las de 3 cursos se imparten en las Escuelas Universitarias (EU). Las de 5 cursos en las Escuelas Técnicas Superiores (ETS). Además, la titulación de Montes consta de 6 cursos y se realizó la encuesta en dos titulaciones de 2º ciclo, de 2 cursos cada una. También se pueden agrupar por bloques temáticos, que en la UPM son 5 diferentes: Construcción, Arquitectura e Ingeniería Civil (CAIC), Deportes (D), Tecnologías Agroforestales y Medioambientales (TAM), Tecnologías Industriales (TI) y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)

En este caso, las titulaciones se han ordenado por número de cursos académicos, dentro de cada grupo, por bloque temático y dentro del bloque por orden alfabético, como puede apreciarse en la tabla 17.

**Tabla 17. Titulaciones donde se realizó la encuesta, agrupadas por años y bloques.**

Cursos	BLOQUE	TITULACIÓN
3	CAIC	Obras Publicas
3	CAIC	Topografía
3	TAM	Agrícolas
3	TAM	Forestales
3	TI	Aeronáutica
3	TI	Industriales Electricidad
3	TI	Industriales Electrónica
3	TI	Industriales Mecánica
3	TI	Industriales Química
3	TIC	Informática de Sistemas
3	TIC	Telecomunicación Sistemas Electrónicos
3	TIC	Telecomunicación Sistemas de Telecomunicación
3	TIC	Telecomunicación Sonido e Imagen
3	TIC	Telecomunicación Telemática
5	D	INEF
5	TAM	Agrónomos
5	TI	Aeronáuticos
5	TI	Industriales
5	TI	Minas
5	TI	Navales
5	TI	Informática
6	TAM	Montes
2º Ciclo	CAIC	Geodesia y Cartografía
2º Ciclo	TAM	Ambientales

A continuación se recoge un análisis pormenorizado de los resultados por titulaciones siguiendo el orden de la tabla 17, exceptuando la titulación de Ingenieros de Montes, cuyos resultados se describen en la prueba piloto.

### 10.1. Escuelas Universitarias de Ingenierías Técnicas en Construcción, Arquitectura e Ingeniería Civil (EU-CAIC).

Las titulaciones de 3 cursos de este grupo son Obras Públicas y Topografía.

- **Obras Públicas**

La encuesta la respondieron 24 alumnos que no ha seguido la metodología de innovación educativa.

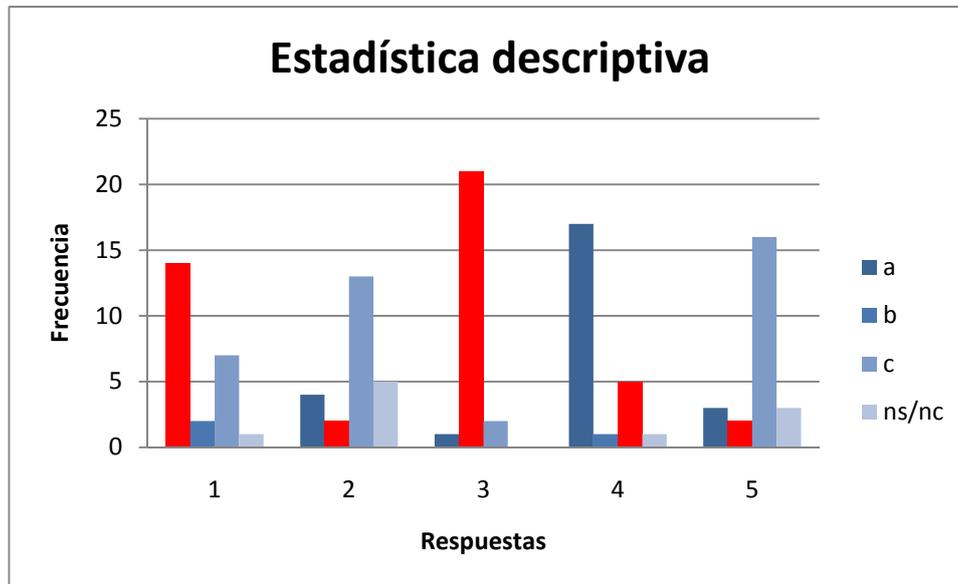
En la tabla 18 se recogen los resultados en cuanto a número de aciertos y porcentaje de aciertos en cada una de las preguntas que formaban la prueba de conocimientos adquiridos en la titulación.

**Tabla 18. Resultados de la prueba realizada en Obras Públicas.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	14	58,33%
2) Pregunta sobre la mediana.	2	8,33%
3) Pregunta sobre la media.	21	87,5%
4) Tipo de gráfico.	5	20,83%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	2	8,33%
6) Tamaño de la muestra.	10	41,66%
7) Diseño de muestreo.	19	79,16%
8) Muestreo aleatorio simple.	10	41,67%
9) Muestreo sistemático.	6	25%
10) IC para diferencia de medias.	8	33,33%
11) Contraste de hipótesis.	5	20,83%
12) Error tipo I.	7	29,16%
13) Nivel de significación.	4	16,66%
14) Correlación de Pearson.	16	66,66%
15) Contraste de bondad de ajuste.	6	25%
16) Análisis de la varianza.	4	16,66%
17) Modelo lineal simple.	10	41,66%
18) Residuos.	5	20,83%
19) ANOVA	5	20,83%
20) Residuos.	2	8,33%

Las preguntas 1, 3, 7 y 14 consiguieron un porcentaje de aciertos superior al 50%. Estas preguntas corresponden a los bloques ED, ME y TH. No superó el 30% de aciertos en 10 de las preguntas del cuestionario (la mitad de ellas).

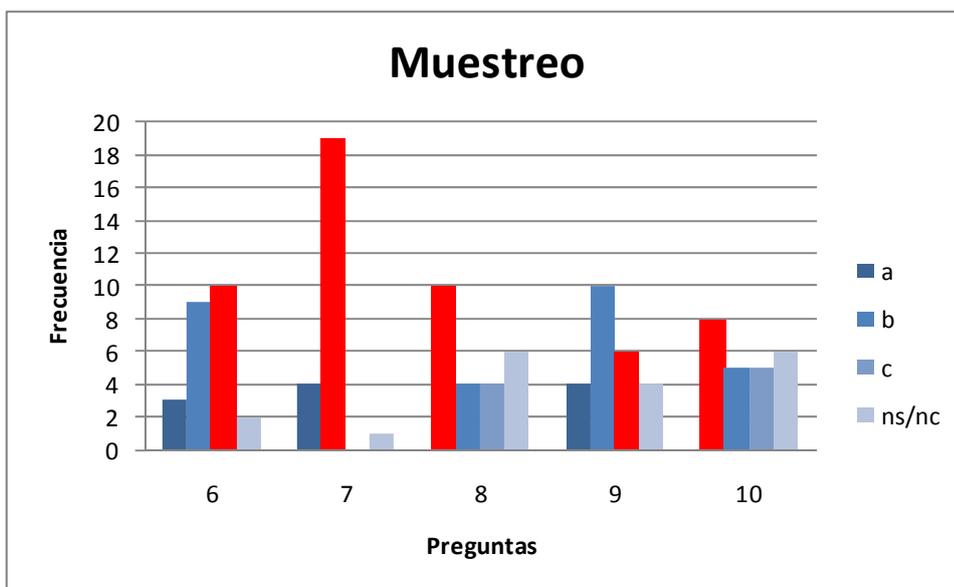
En la figura 19 se muestran las respuestas obtenidas para las 5 primeras cuestiones de la prueba, correspondientes al bloque temático ED. Se han marcado en rojo las respuestas correctas de cada ítem.



**Figura 19. Histograma de respuestas obtenidas en Obras Públicas en ED.**

La mayoría de los alumnos respondieron incorrectamente a la pregunta 2, 4 y 5. La respuesta mayoritaria a la cuestión 2 fue la opción c que representa el cálculo de la mediana en el caso de variable continua, siendo el caso presentado el de una variable discreta. Los aciertos en la pregunta 1, permiten deducir que es el cálculo de la mediana lo que no dominan estos alumnos. Lo mismo sucede en el caso de los gráficos. Se confunde la forma de representación de la variable discreta con la continua. La respuesta a la cuestión 5, en la que mayoritariamente se optó por la moda, muestra que no se sabe interpretar el gráfico de cajas.

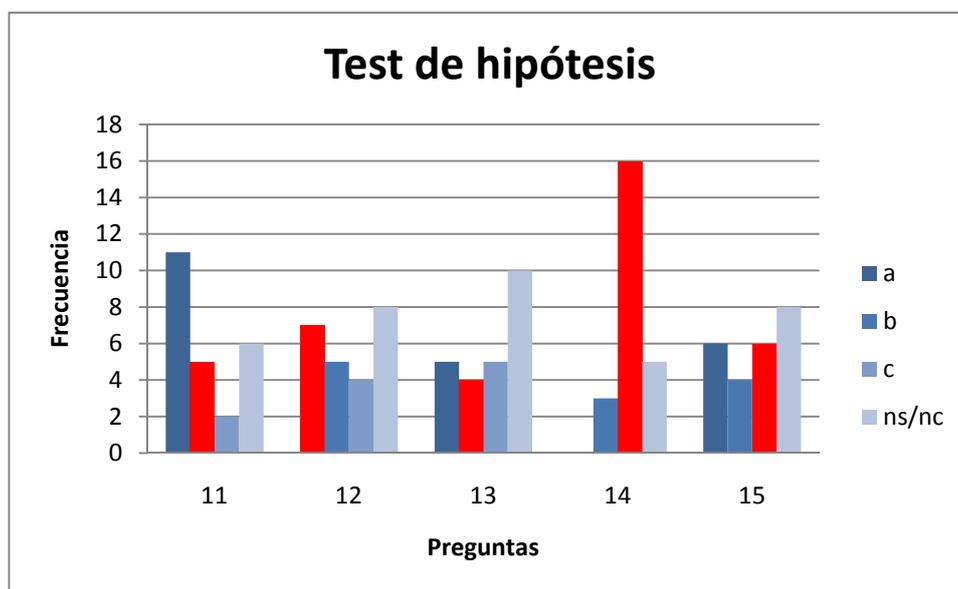
En la figura 20 se muestran las respuestas a las preguntas del bloque temático ME (ítems 6 a 10).



**Figura 20. Histograma de respuestas obtenidas en Obras Públicas en ME.**

En este bloque, de las tres opciones, la respuesta correcta se escogió de forma mayoritaria en todas las cuestiones, salvo en la pregunta 9. En esta pregunta la respuesta más escogida fue la b que en la forma de realizar el muestreo sistemático, mezcla la forma de selección sistemática con la del muestreo aleatorio simple.

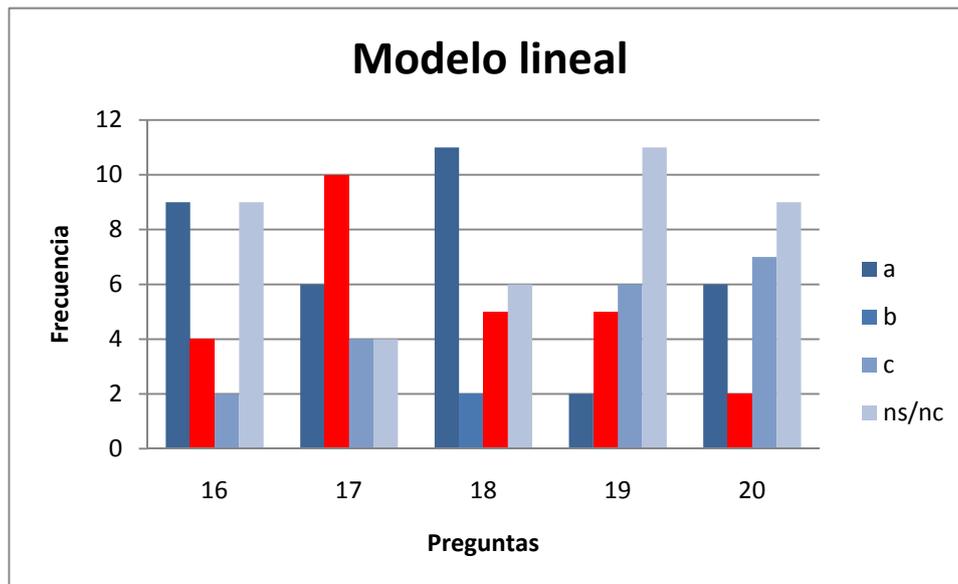
En la figura 21 se muestran las respuestas a las preguntas del bloque temático TH (ítems 11 a 15).



**Figura 21. Histograma de respuestas obtenidas en Obras Públicas en TH.**

En este bloque, se escogió la respuesta incorrecta de forma mayoritaria en las cuestiones 11 y 13. El resultado muestra que los alumnos no han aprendido el concepto de contraste de hipótesis. También se confunde el p-valor con el nivel de significación. En la cuestión 15, se observa la clara confusión en las respuestas. La opción menos señalada es la claramente incorrecta, pero la mayoría optó por no contestarla.

En la figura 22 se muestran las respuestas a las preguntas del bloque temático MLG (ítems 16 a 20).



**Figura 22. Histograma de respuestas obtenidas en Obras Públicas en MLG.**

En este bloque, de las tres opciones, la respuesta correcta se escogió de forma mayoritaria sólo en la pregunta 17 relativa al uso del MLG. La mayoría de los alumnos no respondió a las cuestiones 19 y 20 relacionadas con el ANOVA del modelo de regresión y con las hipótesis relacionadas con los residuos del modelo. No han aprendido la base teórica del ANOVA, ni tomarían una decisión correcta en la obtención de un modelo lineal.

El bloque con mayor número de aciertos es el de muestreo y los que tienen menor número de aciertos y un valor muy similar de preguntas no contestadas son test de hipótesis y modelo lineal. La pregunta con mayor número de aciertos es la 3 y las que menos, 2,5 y 20. En los bloques de test de hipótesis y modelo lineal el número de preguntas no contestadas es igual o mayor que el número de aciertos.

- Topografía

El 66,66% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística. Se obtuvieron 12 encuestas.

En la . 19 se recogen los resultados obtenidos en estas encuestas.

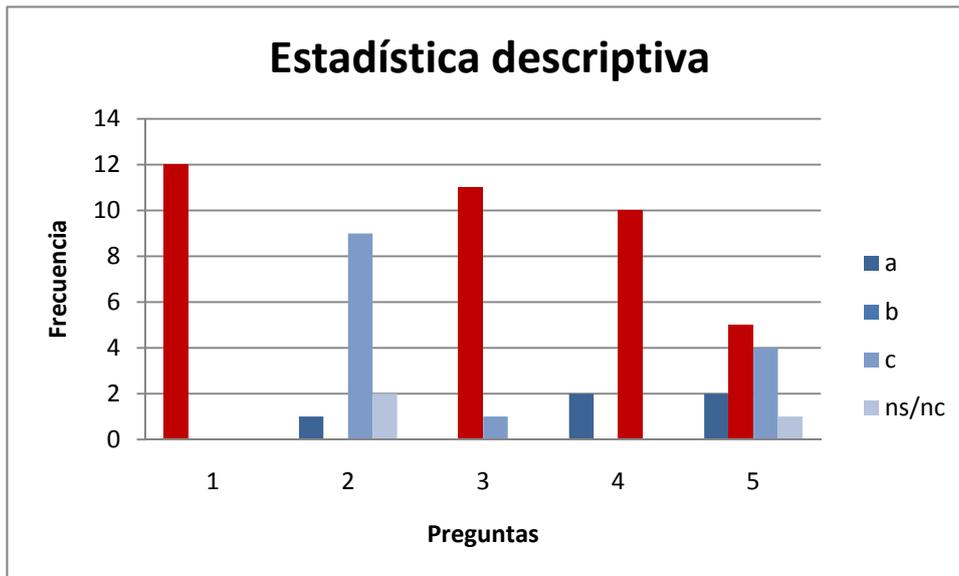
**Tabla 19. Resultados de la prueba realizada en Topografía.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	12	100,00
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0,00
3) Pregunta sobre la media.	11	91,67
4) Tipo de gráfico.	10	83,33
5) Diagrama de cajas y bigotes.	5	41,67
6) Tamaño de la muestra.	3	25,00
7) Diseño de muestreo.	12	100,00
8) Muestreo aleatorio simple.	4	33,33
9) Muestreo sistemático.	2	16,67
10) IC para diferencia de medias.	4	33,33
11) Contraste de hipótesis.	7	58,33
12) Error tipo I.	1	8,33
13) Nivel de significación.	2	16,67
14) Correlación de Pearson.	11	91,67
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	8,33
16) Análisis de la varianza.	2	16,67
17) Modelo lineal simple.	6	50,00
18) Residuos.	4	33,33
19) ANOVA	1	8,33
20) Residuos.	1	8,33

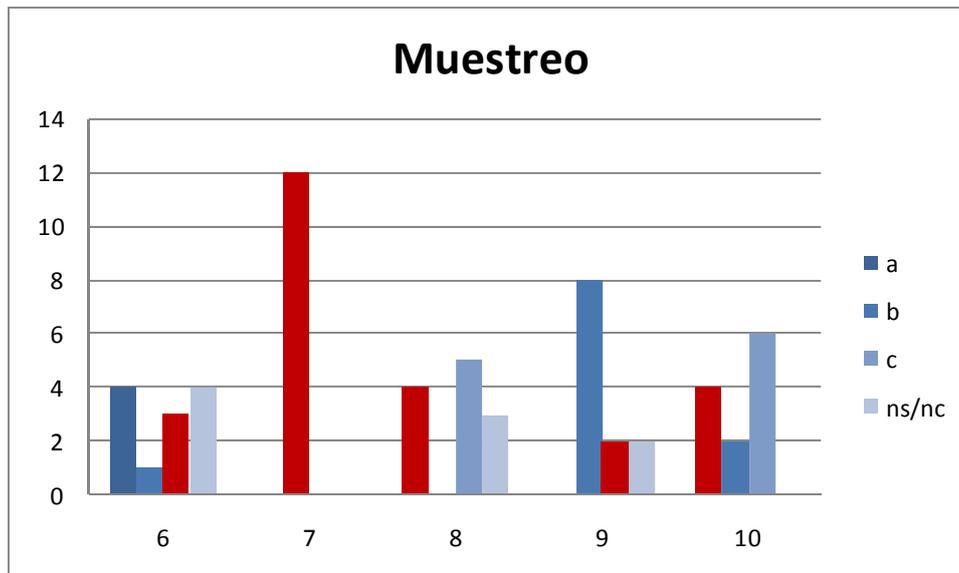
Siete de las 20 cuestiones recibieron respuestas acertadas de, al menos el 50% de los alumnos que realizaron la prueba, la mayoría del bloque ED. Destacan las preguntas 1 y 7, con el 100% de aciertos y la cuestión 2, que no tuvo ninguna respuesta acertada.

En las figuras 23, 24, 25 y 26 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.

En el bloque de ED, excepto la cuestión 2 relativa al cálculo de la mediana, la mayoría de los alumnos respondieron acertadamente las preguntas. La opción de respuesta al ítem 2 muestra el mismo problema que en las titulaciones anteriormente analizadas.

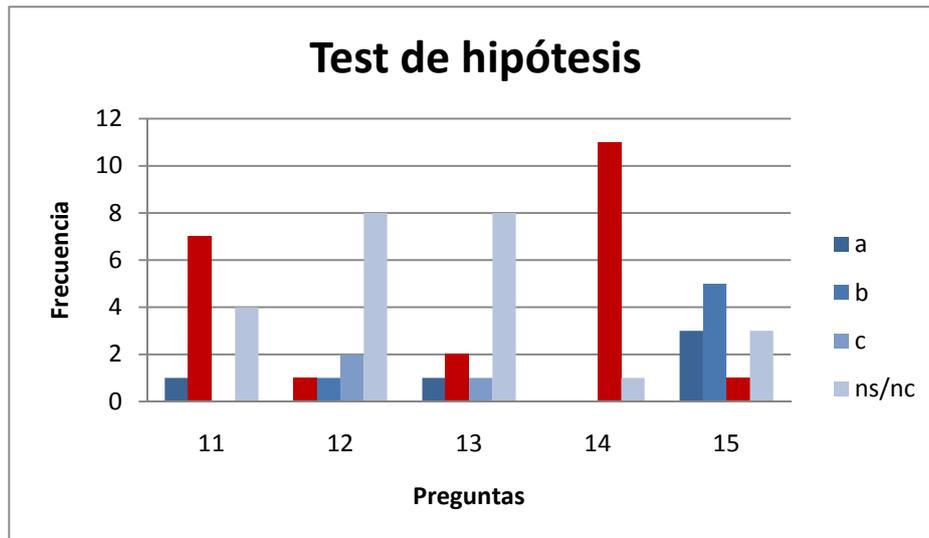


**Figura 23. Histograma de respuestas obtenidas en Topografía en ED.**



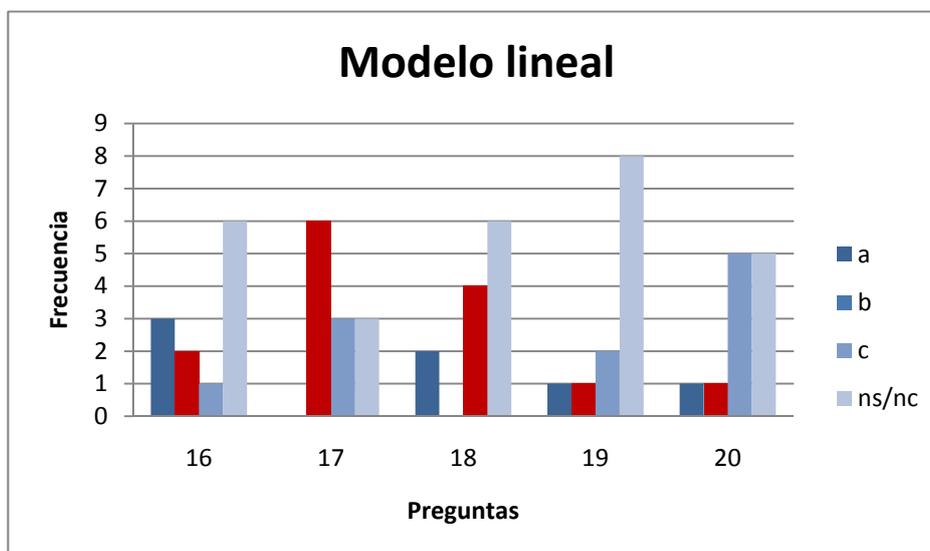
**Figura 24. Histograma de respuestas obtenidas en Topografía en ME.**

En las cuestiones 6, 8, 9 y 10 las respuestas fueron, en su mayoría, erróneas. Esto muestra que, salvo la elección del tipo de muestreo, el resto de los conocimientos evaluados en este bloque no los aprendieron correctamente.



**Figura 25. Histograma de respuestas obtenidas en Topografía en TH.**

En las cuestiones 12 y 13, correspondientes al bloque TH, la mayoría de los alumnos no respondieron. Los alumnos de esta titulación seleccionaron, en su mayoría, la opción b que proporciona la respuesta más claramente incorrecta ofrecida en la cuestión 15.



**Figura 26. Histograma de respuestas obtenidas en Topografía en MLG.**

En el bloque de MLG la opción mayoritaria en las cuestiones 16, 18, 19 y 20 fue no responder. En la cuestión 17, sobre la utilidad del MLG, la mayoría fueron respuestas acertadas.

## 10.2. Escuelas Universitarias de Tecnologías Agroforestales y Medioambientales (EU-TAM).

Las titulaciones de 3 cursos de este grupo son Agrícolas y Forestales.

- **Agrícolas**

La encuesta la respondieron 30 alumnos, que no ha seguido la metodología de innovación educativa

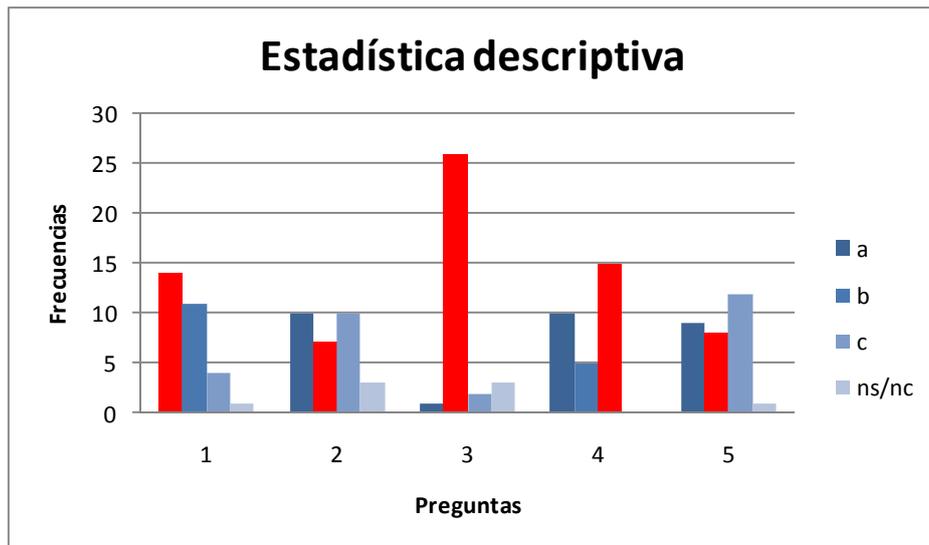
En la tabla 20 se recogen los resultados obtenidos en estas encuestas.

*Tabla 20. Resultados de la prueba realizada en Agrícolas.*

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	14	46,66%
2) Pregunta sobre la mediana.	7	23,33%
3) Pregunta sobre la media.	26	86,66%
4) Tipo de gráfico.	15	50%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	8	26,66%
6) Tamaño de la muestra.	16	53,33%
7) Diseño de muestreo.	14	46,66%
8) Muestreo aleatorio simple.	6	20%
9) Muestreo sistemático.	6	20%
10) IC para diferencia de medias.	10	33,33%
11) Contraste de hipótesis.	7	23,33%
12) Error tipo I.	14	46,66%
13) Nivel de significación.	5	16,66%
14) Correlación de Pearson.	21	70%
15) Contraste de bondad de ajuste.	8	26,66%
16) Análisis de la varianza.	9	30%
17) Modelo lineal simple.	9	30%
18) Residuos.	8	26,66%
19) ANOVA	9	30%
20) Residuos.	8	26,66%

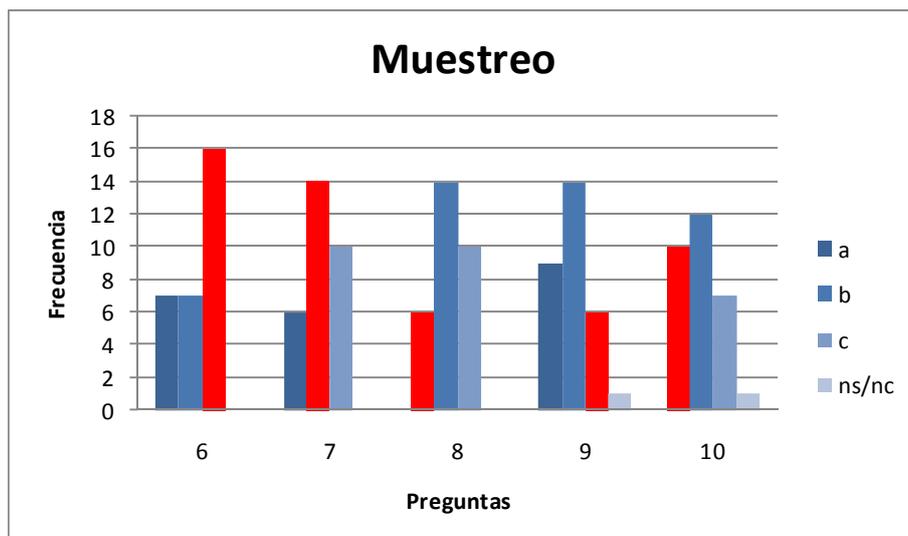
Sólo 4 de las cuestiones alcanzaron más del 50% de aciertos.

En las figuras 27, 28, 29 y 30 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



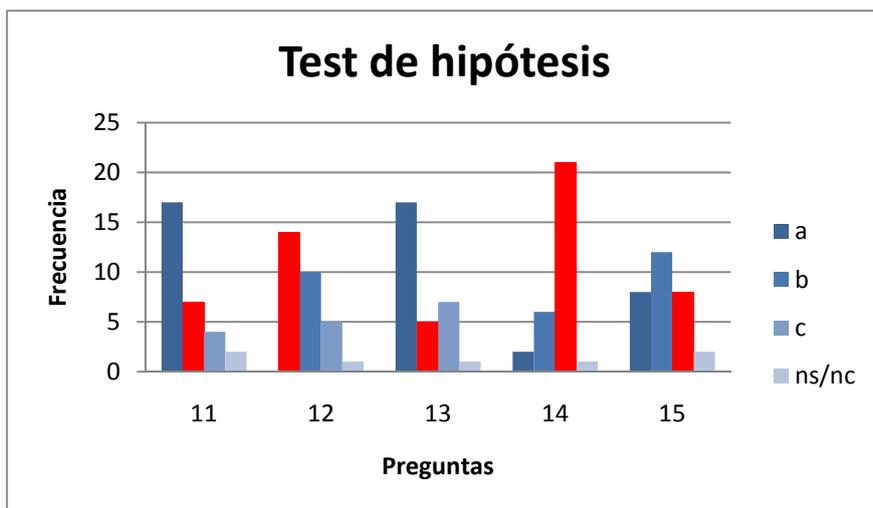
**Figura 27. Histograma de respuestas obtenidas en Agrícolas en ED.**

Los mayores errores están en las preguntas 2 y 5 y la proporción de respuestas semejantes entre las tres opciones, parece indicar que las respuestas han sido aleatorias.



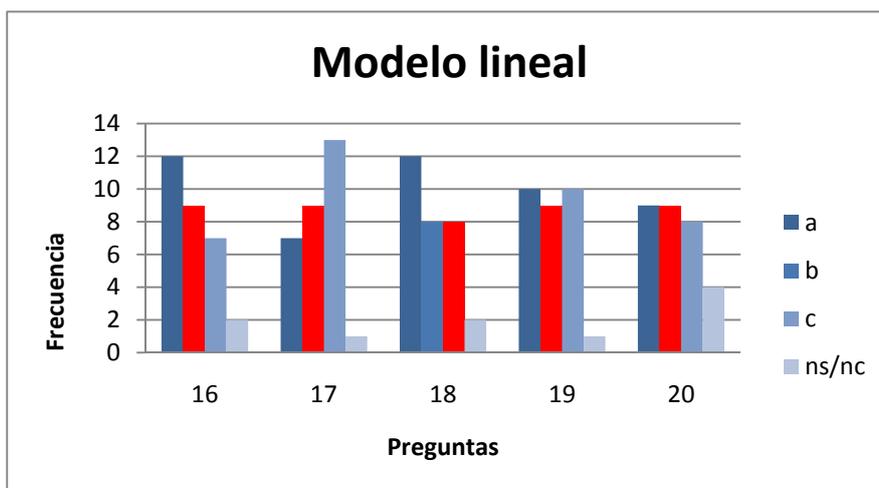
**Figura 28. Histograma de respuestas obtenidas en Agrícolas en ME.**

En las cuestiones 8, 9 y 10 se produce una mayoría de respuestas erróneas. En la pregunta 8 se confunde la expresión de la varianza de las proporciones. En la pregunta 9 la confusión es similar a la producida en otras titulaciones. La cuestión 10 se relaciona con los intervalos de confianza y muestra que no se comprenden bien los intervalos entre muestras pareadas.



**Figura 29. Histograma de respuestas obtenidas en Agrícolas en TH.**

Las preguntas 11, 13 y 15 presentan mayoría de respuestas erróneas. No comprenden el concepto de test de hipótesis, confunden el nivel de significación con la significación ( $p$ -valor) y, por último, eligen la respuesta más claramente incorrecta en la pregunta sobre el contraste  $\chi^2$ .



**Figura 30. Histograma de respuestas obtenidas en Agrícolas en MLG.**

Las cuestiones de este bloque presentan mayoría de respuestas erróneas. Las respuestas a las preguntas 19 y 20 presentan las características de respuestas aleatorias. En cuanto a las respuestas de las cuestiones 16 y 18, los errores que se muestran son semejantes a los de otras titulaciones. Llama la atención la respuesta a la cuestión 17, en la que se muestra uno de los errores más comunes relacionados con el MLG: creer que puede mostrar relaciones causa-efecto. Este error no había aparecido hasta ahora de forma mayoritaria.

- **Forestales**

La encuesta la respondieron 36 alumnos que no ha seguido la metodología de innovación educativa.

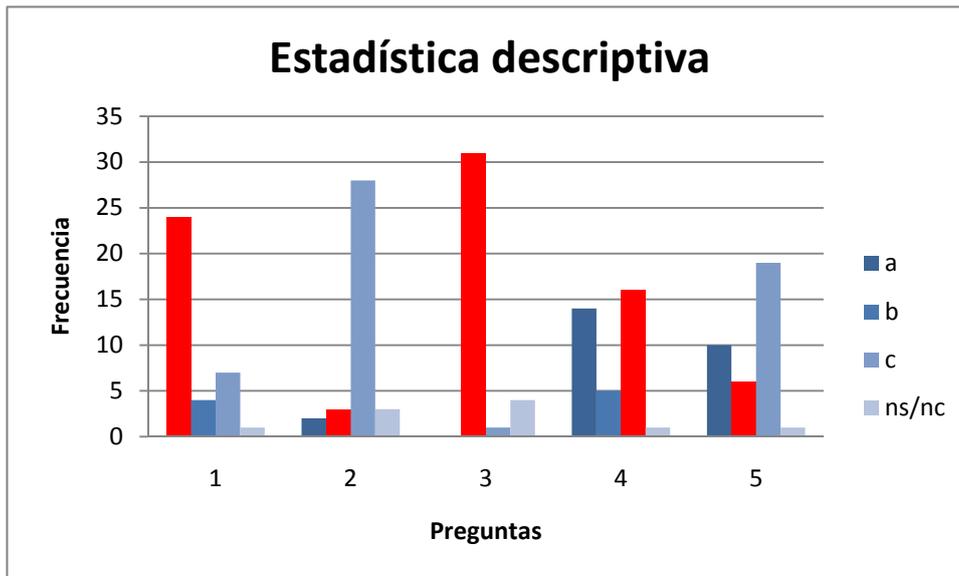
En la tabla 21 se recogen los resultados obtenidos en estas encuestas.

**Tabla 21. Resultados de la prueba realizada en Forestales.**

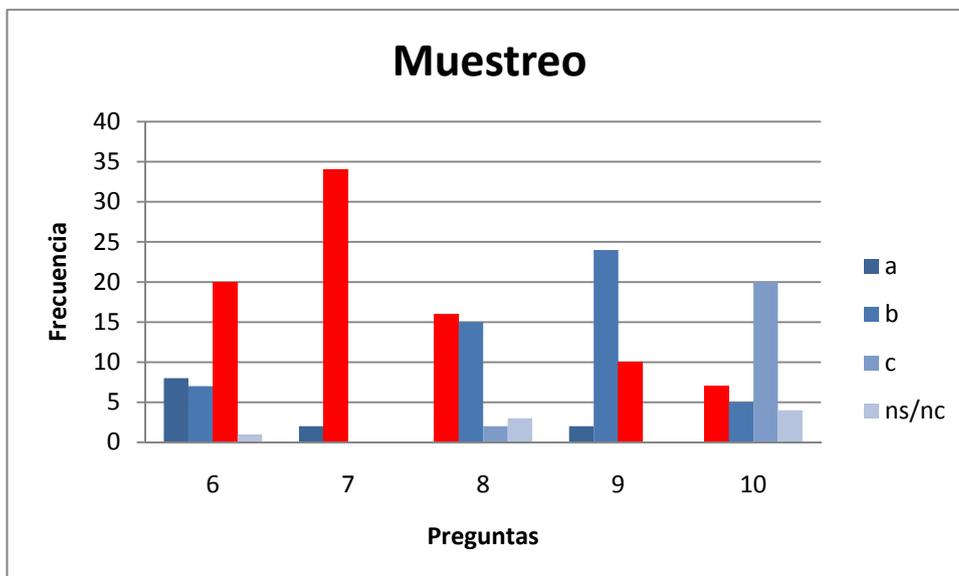
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	24	66,66%
2) Pregunta sobre la mediana.	3	8,33%
3) Pregunta sobre la media.	31	86,11%
4) Tipo de gráfico.	16	44,44%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	6	16,66%
6) Tamaño de la muestra.	20	55,55%
7) Diseño de muestreo.	34	94,44%
8) Muestreo aleatorio simple.	16	44,44%
9) Muestreo sistemático.	10	27,77%
10) IC para diferencia de medias.	7	19,44%
11) Contraste de hipótesis.	10	27,77%
12) Error tipo I.	6	16,66%
13) Nivel de significación.	2	5,55%
14) Correlación de Pearson.	26	72,22%
15) Contraste de bondad de ajuste.	16	44,44%
16) Análisis de la varianza.	17	47,22%
17) Modelo lineal simple.	17	47,22%
18) Residuos.	9	25%
19) ANOVA	5	13,88%
20) Residuos.	8	22,22%

El bloque con mayor número de aciertos es el de muestreo, que tiene el menor número de preguntas no contestadas. El bloque con menor número de aciertos es el de modelo lineal. La pregunta con mayor número de aciertos es la 7 y la que menos la 13. Las preguntas 19 y 20 son las que más alumnos dejaron sin contestar.

En las figuras 31, 32, 33 y 34 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.

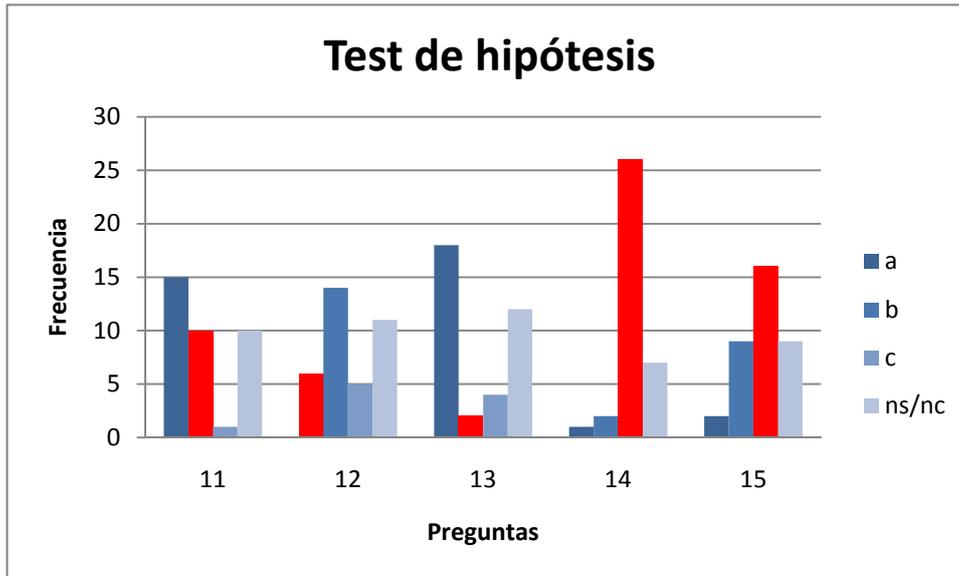


*Figura 31. Histograma de respuestas obtenidas en Forestales en ED.*



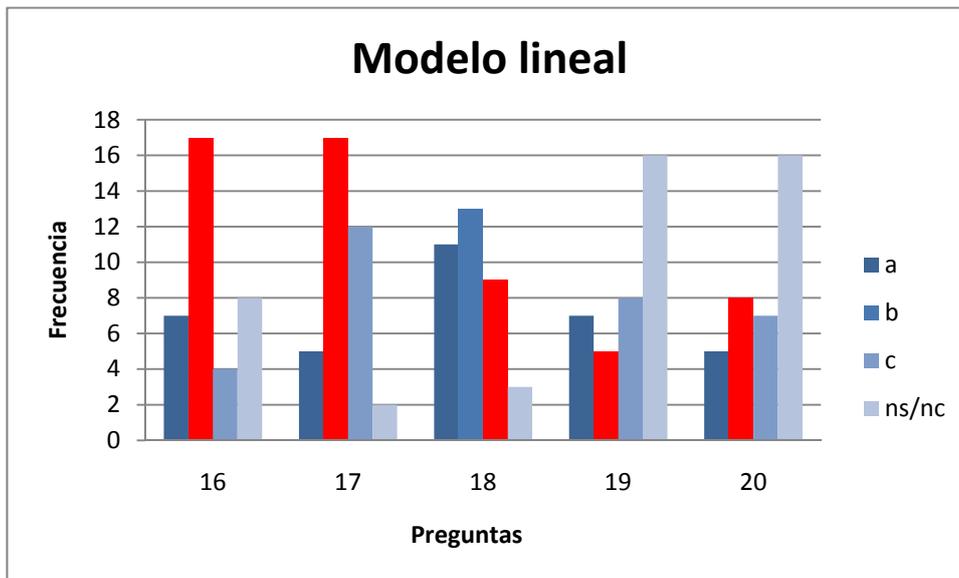
*Figura 32. Histograma de respuestas obtenidas en Forestales en ME.*

Los resultados en estos bloques son similares a los de titulaciones analizadas anteriormente.



**Figura 33. Histograma de respuestas obtenidas en Forestales en TH.**

En este caso los errores en las respuestas 11y 13 son los habituales. El error en la pregunta 12 muestra la confusión en el concepto del error tipo I.



**Figura 34. Histograma de respuestas obtenidas en Forestales en MLG.**

El desconocimiento de la verificación del MLG se refleja en el número de no respuestas en dichas cuestiones y en el error de la respuesta al ítem 18.

### 10.3. Escuelas Universitarias de Tecnologías Industriales (EU-TI).

Las titulaciones de 3 cursos de este grupo son cinco: Aeronáutica, Industriales Electricidad, Industriales Electrónica, Industriales Mecánica e Industriales Química.

- **Aeronáutica**

La encuesta la respondieron 60 alumnos que no ha seguido la metodología de innovación educativa.

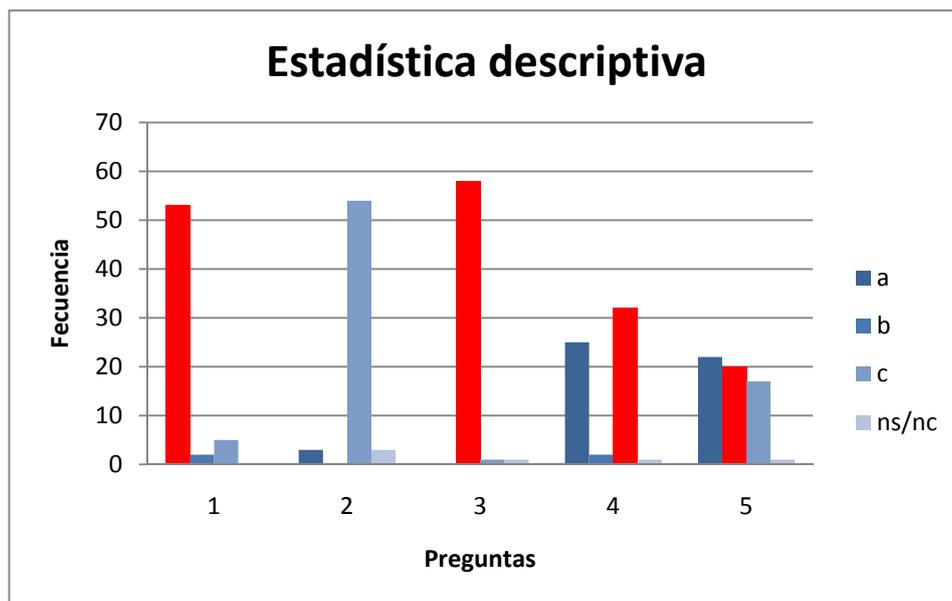
En la tabla 22 se recogen los resultados obtenidos en estas encuestas.

**Tabla 22. Resultados de la prueba realizada en Aeronáutica.**

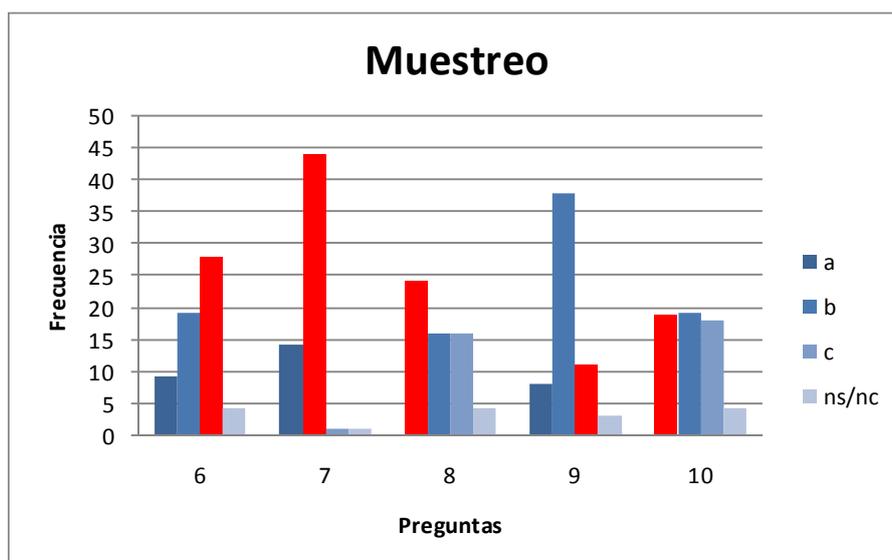
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	53	88,33%
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0%
3) Pregunta sobre la media.	58	96,66%
4) Tipo de gráfico.	32	53,33%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	20	33,33%
6) Tamaño de la muestra.	28	47,22%
7) Diseño de muestreo.	44	73,33%
8) Muestreo aleatorio simple.	24	40%
9) Muestreo sistemático.	11	18,33%
10) IC para diferencia de medias.	19	31,66%
11) Contraste de hipótesis.	18	30%
12) Error tipo I.	26	43,33%
13) Nivel de significación.	17	28,33%
14) Correlación de Pearson.	39	60%
15) Contraste de bondad de ajuste.	18	30%
16) Análisis de la varianza.	14	23,33%
17) Modelo lineal simple.	20	33,33%
18) Residuos.	13	21,66%
19) ANOVA	9	15%
20) Residuos.	23	38,33%

Sólo 5 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. El bloque con mayor número de aciertos es el de estadística descriptiva y, en ese bloque, se encuentra la pregunta 2 que no tiene ningún acierto. El bloque con menos aciertos es el de modelo lineal. La pregunta con menor número de aciertos es la 19 y la que tiene más aciertos es la 3.

En las figuras 35, 36, 37 y 38 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



**Figura 35. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáutica en ED.**



**Figura 36. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáutica en ME.**

Los errores detectados en las respuestas a las cuestiones de estos bloques son similares a los de titulaciones analizadas anteriormente.

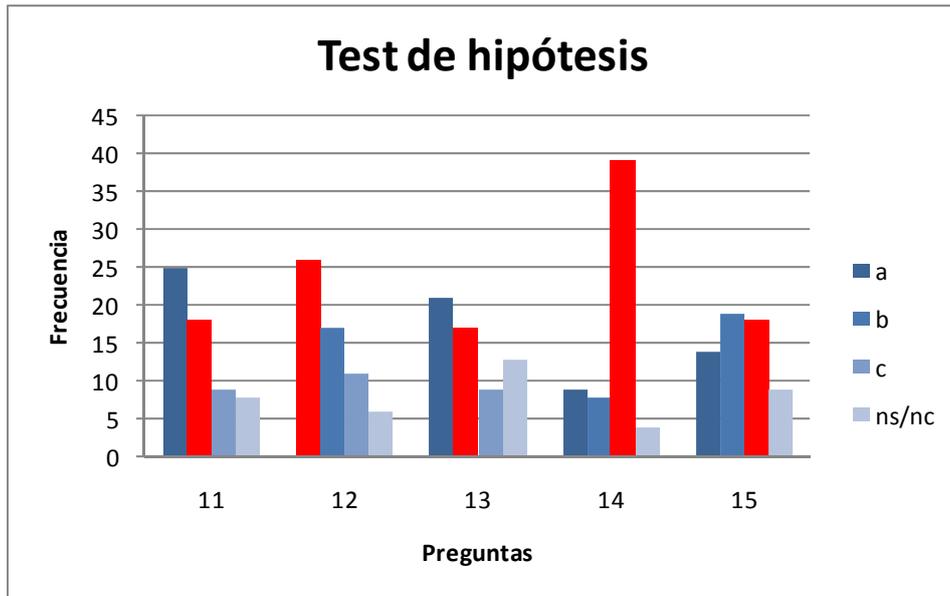


Figura 37. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáutica en TH.

En este caso los errores en las respuestas 11 y 13 son los habituales.

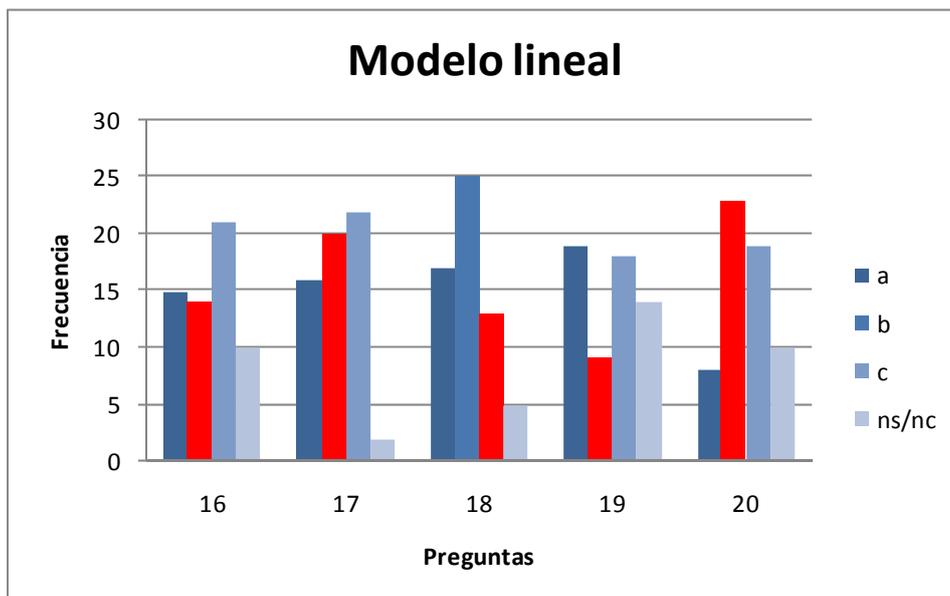


Figura 38. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáutica en MLG.

En este bloque se han detectado errores en el concepto del ANOVA y del MLG, así como en la elección del mejor MLG. El error en el conocimiento de la hipótesis nula del ANOVA se debe a una particularización del análisis al caso de la regresión, este error no se había detectado en las titulaciones anteriores.

- I. Electricidad

Ningún alumno encuestado siguió la metodología de innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

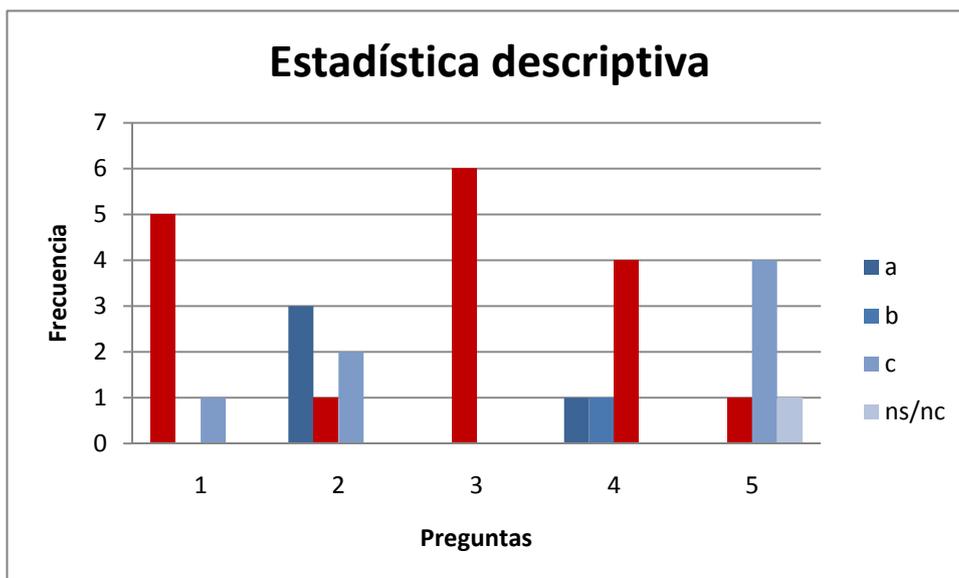
En la tabla 23 se recogen los resultados obtenidos en estas encuestas.

**Tabla 23. Resultados de la prueba realizada en I. Electricidad.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	5	83,33
2) Pregunta sobre la mediana.	1	16,67
3) Pregunta sobre la media.	6	100
4) Tipo de gráfico.	4	66,67
5) Diagrama de cajas y bigotes.	1	16,67
6) Tamaño de la muestra.	4	66,67
7) Diseño de muestreo.	5	83,33
8) Muestreo aleatorio simple.	2	33,33
9) Muestreo sistemático.	2	33,33
10) IC para diferencia de medias.	1	16,67
11) Contraste de hipótesis.	2	33,33
12) Error tipo I.	0	0
13) Nivel de significación.	1	16,67
14) Correlación de Pearson.	2	33,33
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	16,67
16) Análisis de la varianza.	1	16,67
17) Modelo lineal simple.	2	33,33
18) Residuos.	1	16,67
19) ANOVA	1	16,67
20) Residuos.	2	33,33

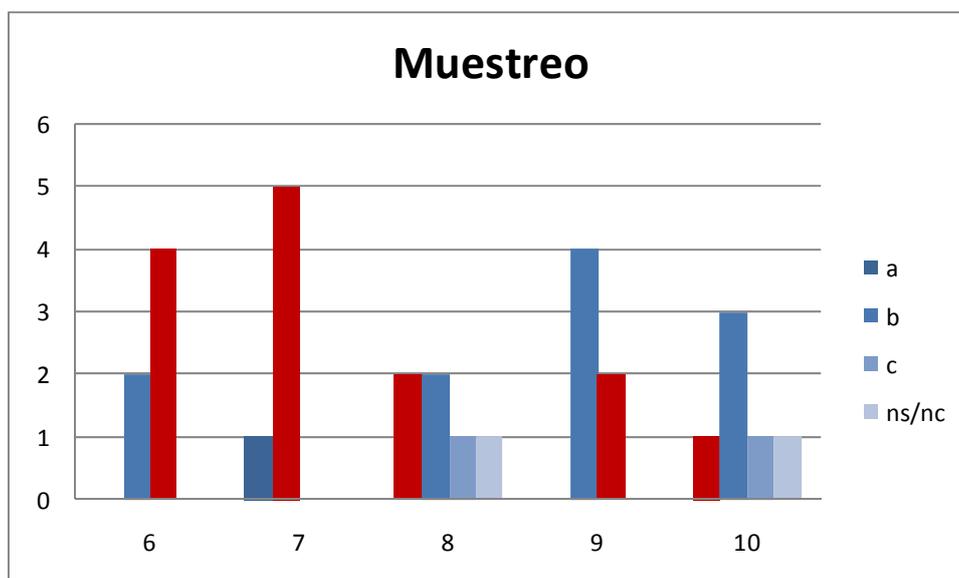
Sólo 5 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. El bloque con mayor número de aciertos es el de estadística descriptiva. El bloque con menos aciertos es el de modelo lineal. La pregunta sin ningún de acierto es la 12 y la que tiene el 100% de aciertos es la 3.

En las figuras 39, 40, 41 y 42 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



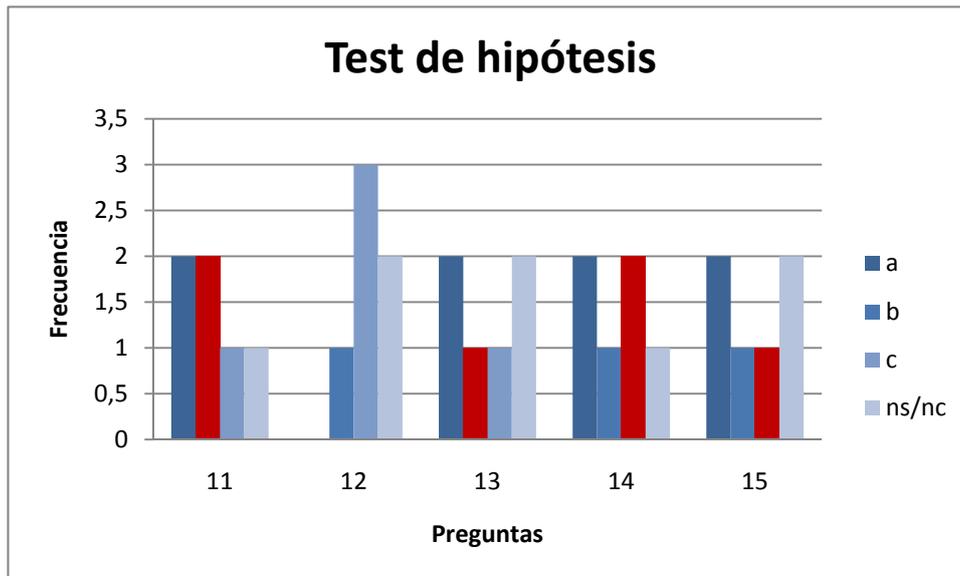
**Figura 39. Histograma de respuestas obtenidas en I. Electricidad en ED.**

El error cometido en la respuesta 2 es poco habitual y muestra un claro desconocimiento de la mediana. En contrapartida el error en la respuesta al ítem 5 es el más frecuente, confundir la media y la mediana en la representación gráfica.



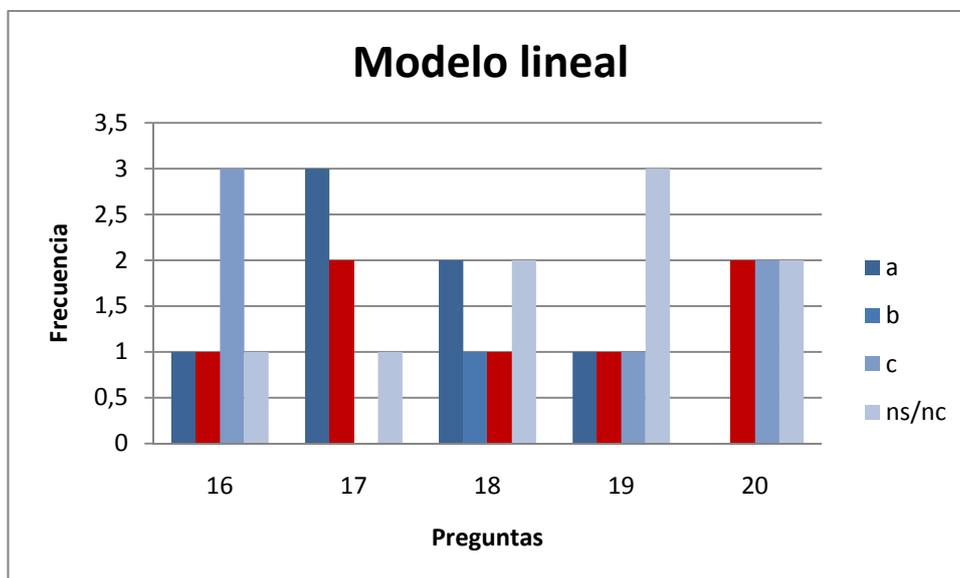
**Figura 40. Histograma de respuestas obtenidas en I. Electricidad en ME.**

Los errores detectados en las respuestas a las cuestiones de este bloque son similares a los de titulaciones analizadas anteriormente.



**Figura 41. Histograma de respuestas obtenidas en I. Electricidad en TH.**

En este caso destaca que el mismo número de alumnos escogió las opciones a y b de la respuesta 11, luego no han conseguido retener el concepto de test de hipótesis. En la respuesta 12 ningún alumno respondió correctamente y la mayoría se inclinó por la respuesta más claramente incorrecta. También en la respuesta 14 se detecta desconocimiento de los tipos de contrastes.



**Figura 42. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáutica en MLG.**

En este bloque se detecta más desconocimiento que errores de concepto.

- **I. Electrónica**

El 5% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

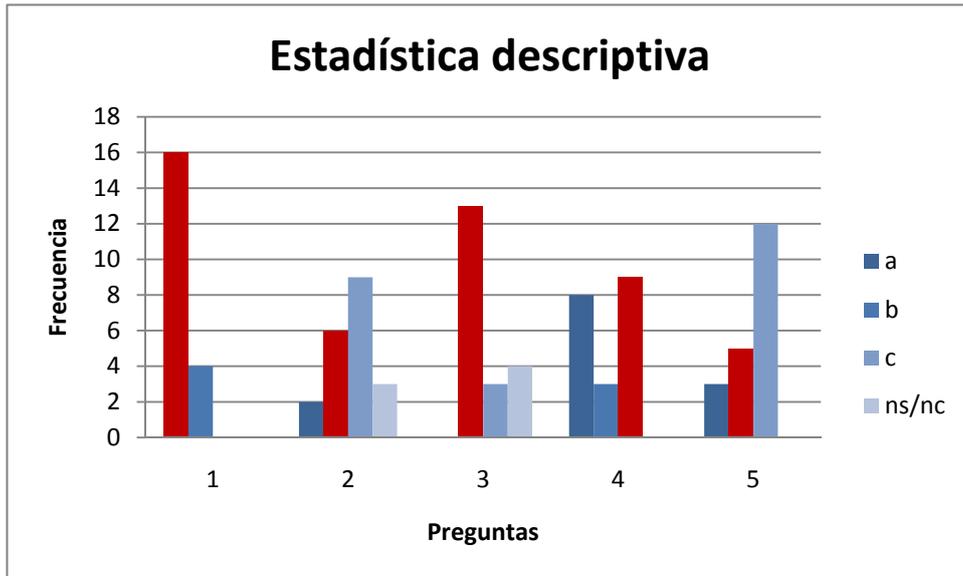
En la tabla 24 se recogen los resultados obtenidos en estas encuestas.

**Tabla 24. Resultados de la prueba realizada en I. Electrónica.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	16	80
2) Pregunta sobre la mediana.	6	30
3) Pregunta sobre la media.	14	70
4) Tipo de gráfico.	8	40
5) Diagrama de cajas y bigotes.	5	25
6) Tamaño de la muestra.	11	55
7) Diseño de muestreo.	19	95
8) Muestreo aleatorio simple.	7	35
9) Muestreo sistemático.	8	40
10) IC para diferencia de medias.	7	35
11) Contraste de hipótesis.	6	30
12) Error tipo I.	4	20
13) Nivel de significación.	4	20
14) Correlación de Pearson.	18	90
15) Contraste de bondad de ajuste.	5	25
16) Análisis de la varianza.	10	50
17) Modelo lineal simple.	9	45
18) Residuos.	3	15
19) ANOVA	4	20
20) Residuos.	4	20

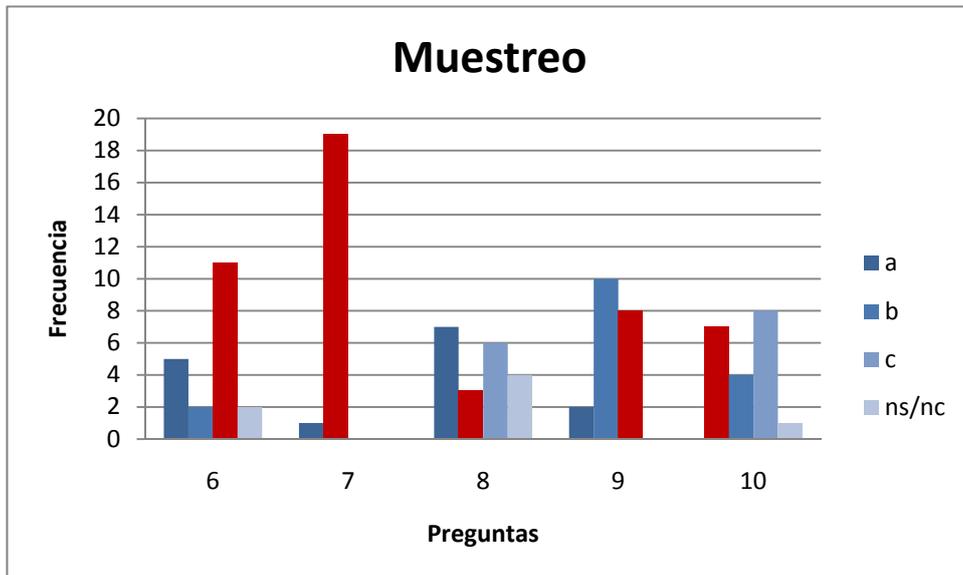
Sólo 6 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. El bloque con mayor número de aciertos es el de ME. El bloque con menos aciertos es el de MLG. La pregunta con menor porcentaje de aciertos es la 18 y la que tiene el mayor número de aciertos es la 7.

En las figuras 43, 44 45 y 46 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



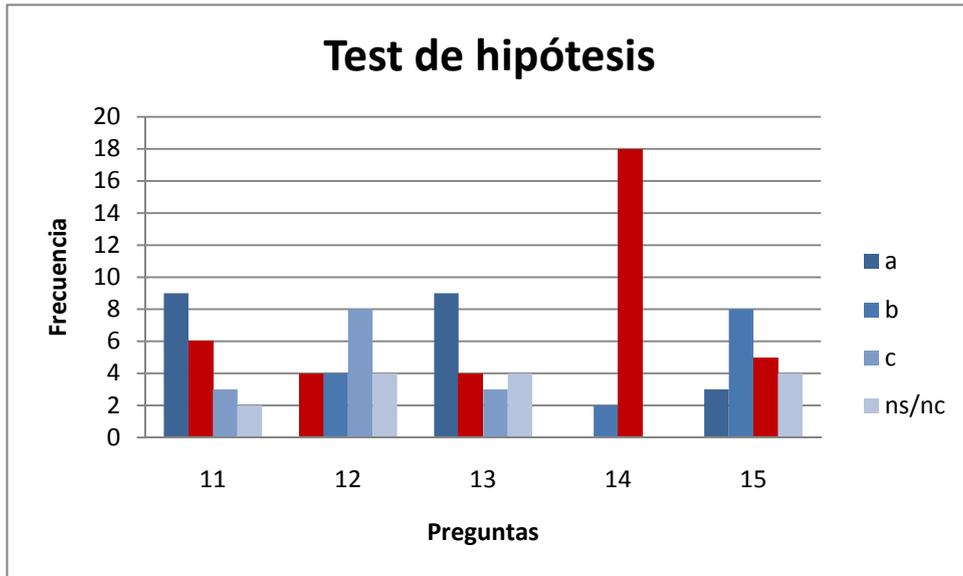
**Figura 43. Histograma de respuestas obtenidas en I. Electrónica en ED.**

El error cometido en la respuesta 2 es el más habitual. Por el contrario, el error en la respuesta 5 es el menos frecuente, confundir la moda y la mediana en la representación gráfica.



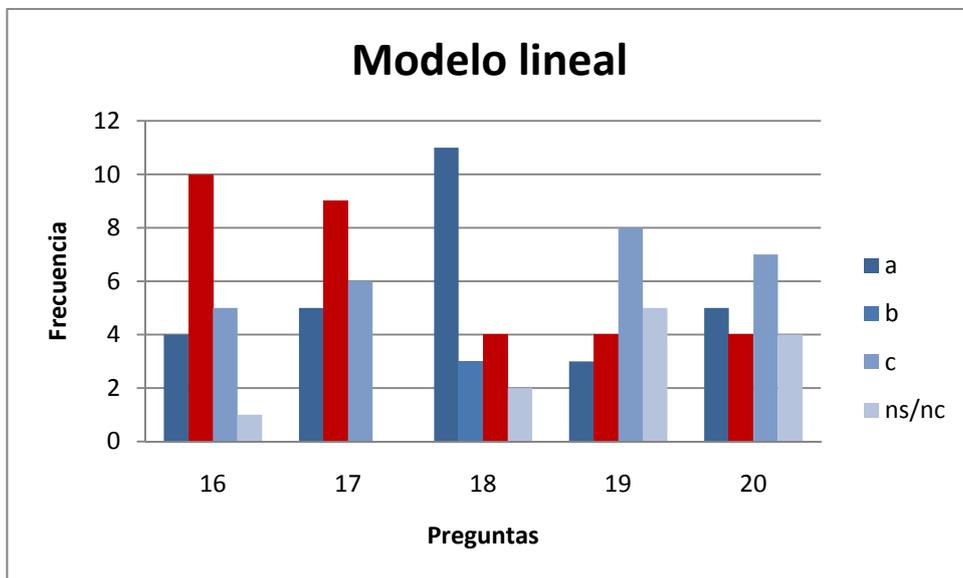
**Figura 44. Histograma de respuestas obtenidas en I. Electrónica en ME.**

Los errores detectados en las respuestas a las cuestiones de este bloque son similares a los de titulaciones analizadas anteriormente.



**Figura 45. Histograma de respuestas obtenidas en I. Electrónica en TH.**

En este caso destacar que 4 de las 5 preguntas del bloque tuvieron una mayoría de respuestas incorrectas. En la pregunta 11 el error es el habitual. En las respuestas 12 y 15 la mayoría se inclinó por la respuesta más claramente incorrecta. También en la respuesta 13 se detecta confusión entre nivel de significación y p-valor.



**Figura 46. Histograma de respuestas obtenidas en I. Electrónica en MLG.**

Las respuestas erróneas que se observan en las cuestiones 18, 19 y 20 muestran una clara falta de práctica en la estimación del MLG.

- **I. Mecánica**

El 5,88% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

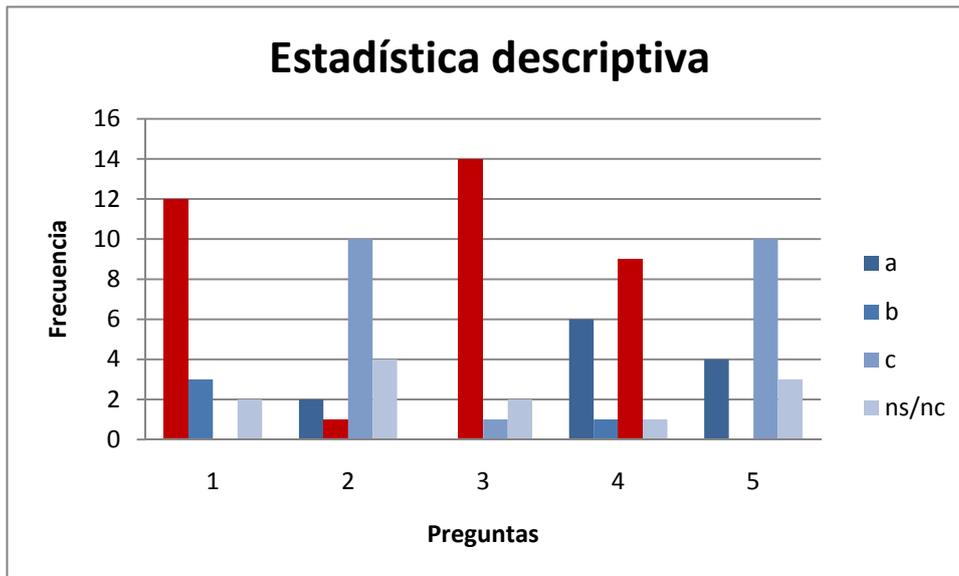
En la tabla 25 se recogen los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 25. Resultados de la prueba realizada en I. Mecánica.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	12	70,59
2) Pregunta sobre la mediana.	1	5,88
3) Pregunta sobre la media.	14	82,35
4) Tipo de gráfico.	9	52,94
5) Diagrama de cajas y bigotes.	0	0
6) Tamaño de la muestra.	5	29,41
7) Diseño de muestreo.	12	70,59
8) Muestreo aleatorio simple.	1	5,88
9) Muestreo sistemático.	3	17,65
10) IC para diferencia de medias.	1	5,88
11) Contraste de hipótesis.	2	11,76
12) Error tipo I.	0	0
13) Nivel de significación.	2	11,76
14) Correlación de Pearson.	8	47,06
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	5,88
16) Análisis de la varianza.	2	11,76
17) Modelo lineal simple.	7	41,18
18) Residuos.	4	23,53
19) ANOVA	2	11,76
20) Residuos.	0	0

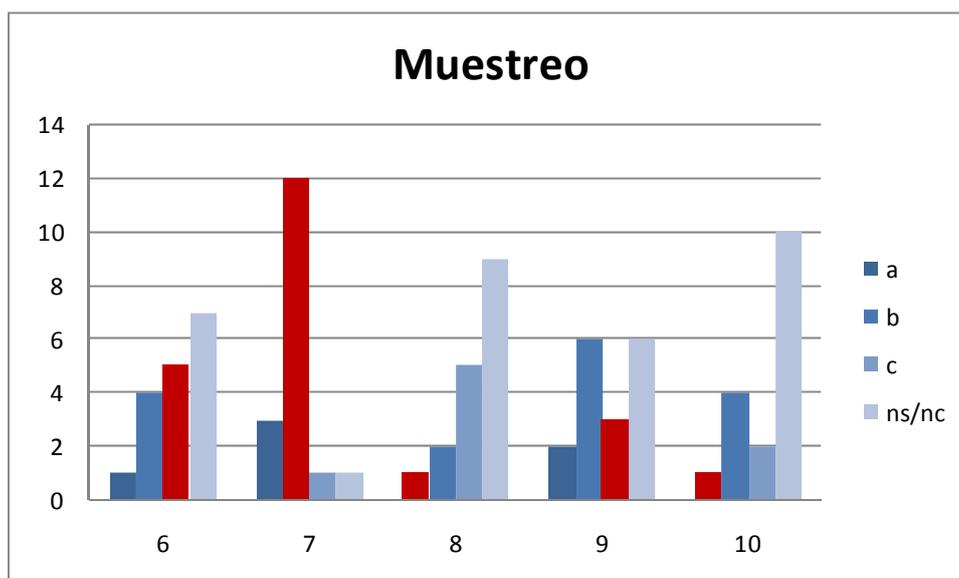
Sólo 3 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. Tres cuestiones no han sido acertadas por ningún alumno, las relativas al diagrama de caja, el error de tipo I y los residuos del MLG. El bloque con mayor número de aciertos es el de ED. El bloque con menos aciertos es el TH. La pregunta con mayor número de aciertos es la 3.

En las figuras 47, 48, 49 y 50 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



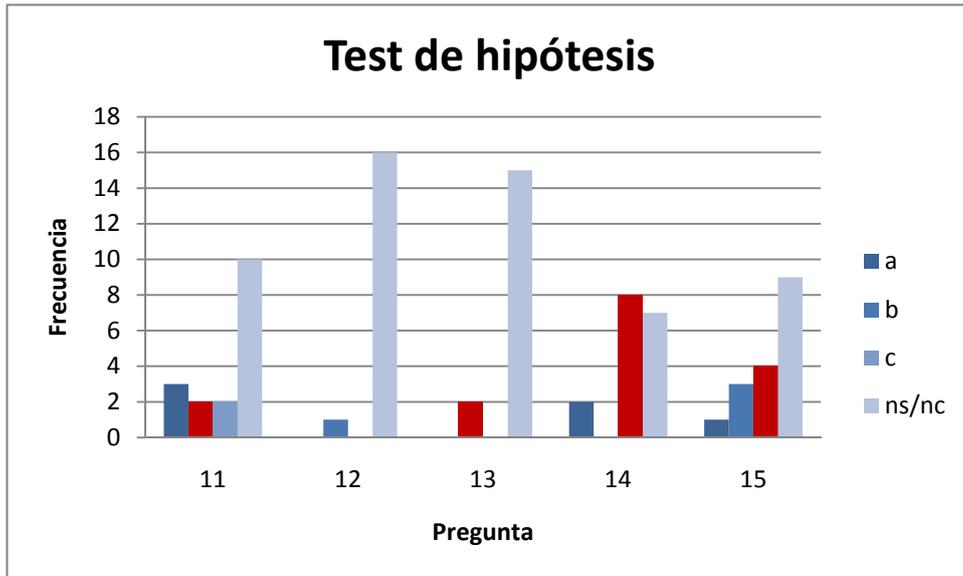
**Figura 47. Histograma de respuestas obtenidas en I. Mecánica en ED.**

Los errores cometidos en este bloque son similares a los de I. Electrónica.

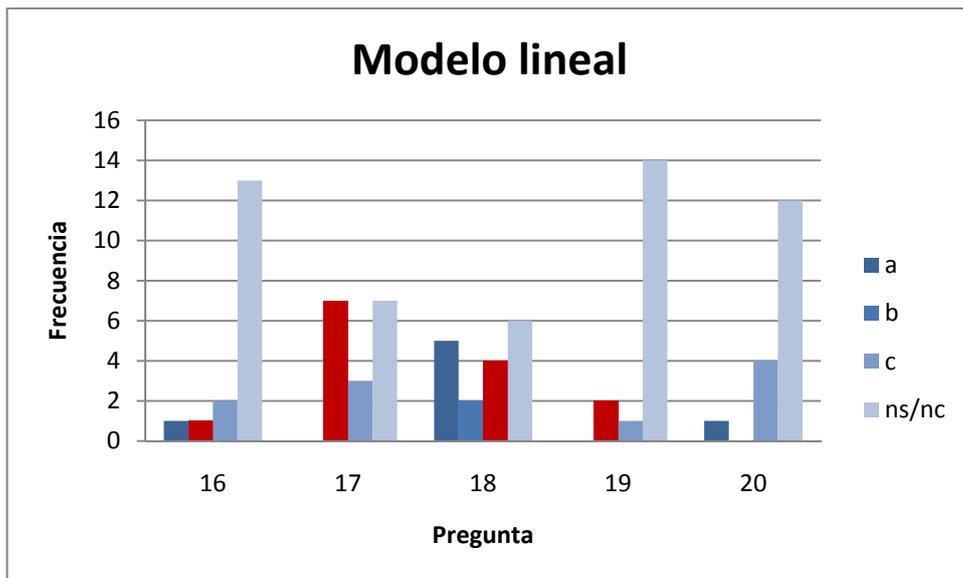


**Figura 48. Histograma de respuestas obtenidas en I. Mecánica en ME.**

En la pregunta 8 se ha detectado un error grave: la confusión entre error admisible y varianza. Los errores cometidos en las respuestas de los ítem 9 y 10 son los analizados para otras titulaciones. En este bloque se observa un gran número de alumnos que no respondieron a la mayoría de las cuestiones.



**Figura 49. Histograma de respuestas obtenidas en I. Mecánica en TH.**



**Figura 50. Histograma de respuestas obtenidas en I. Mecánica en MLG.**

En este caso destacar que una gran parte de los encuestados no respondió a la mayoría de las cuestiones de estos dos últimos bloques.

- I. Química

El 20% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

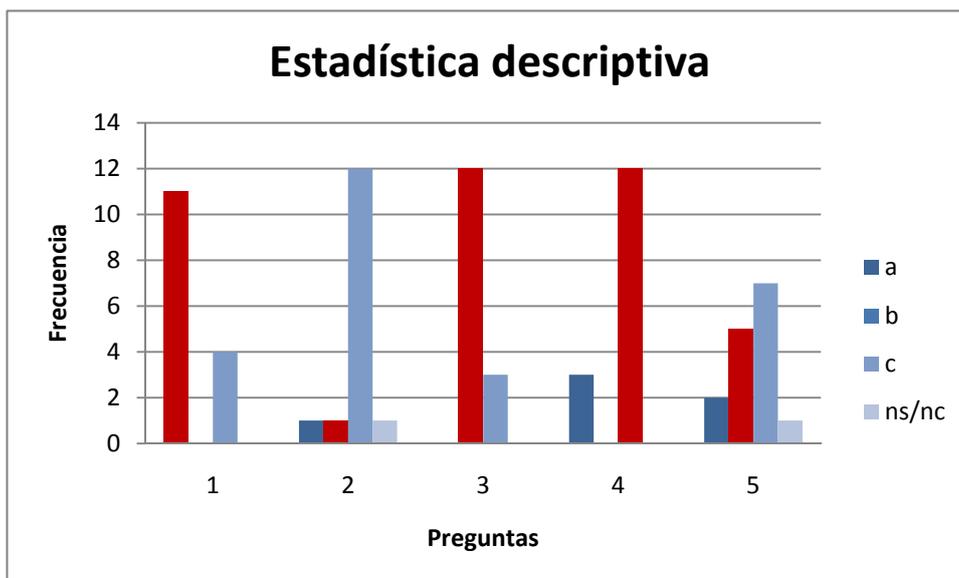
En la tabla 26 se recogen los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 26. Resultados de la prueba realizada en I. Química.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	11	73,33
2) Pregunta sobre la mediana.	1	6,67
3) Pregunta sobre la media.	12	80
4) Tipo de gráfico.	12	80
5) Diagrama de cajas y bigotes.	5	33,33
6) Tamaño de la muestra.	8	53,33
7) Diseño de muestreo.	11	73,33
8) Muestreo aleatorio simple.	4	26,67
9) Muestreo sistemático.	3	20
10) IC para diferencia de medias.	2	13,33
11) Contraste de hipótesis.	1	6,67
12) Error tipo I.	0	0
13) Nivel de significación.	1	6,67
14) Correlación de Pearson.	9	60
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	6,67
16) Análisis de la varianza.	4	26,67
17) Modelo lineal simple.	4	26,67
18) Residuos.	5	33,33
19) ANOVA	1	6,67
20) Residuos.	0	0

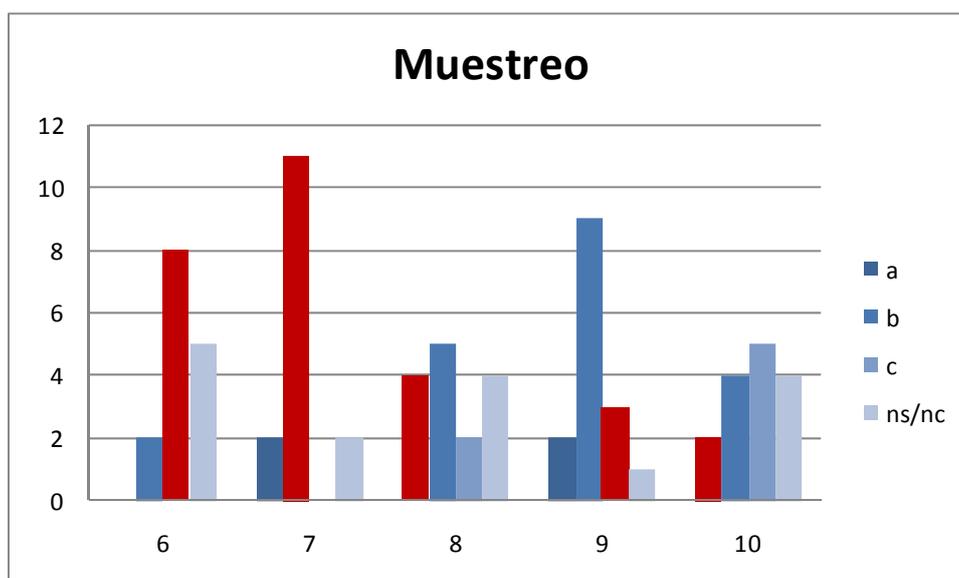
Sólo 6 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. Dos cuestiones no han sido acertadas por ningún alumno, las relativas al error de tipo I y los residuos del MLG. El bloque con mayor número de aciertos es el de ED. El bloque con menos aciertos es el TH. Las preguntas con mayor número de aciertos son la 3 y la 4.

En las figuras 51, 52, 53 y 54 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



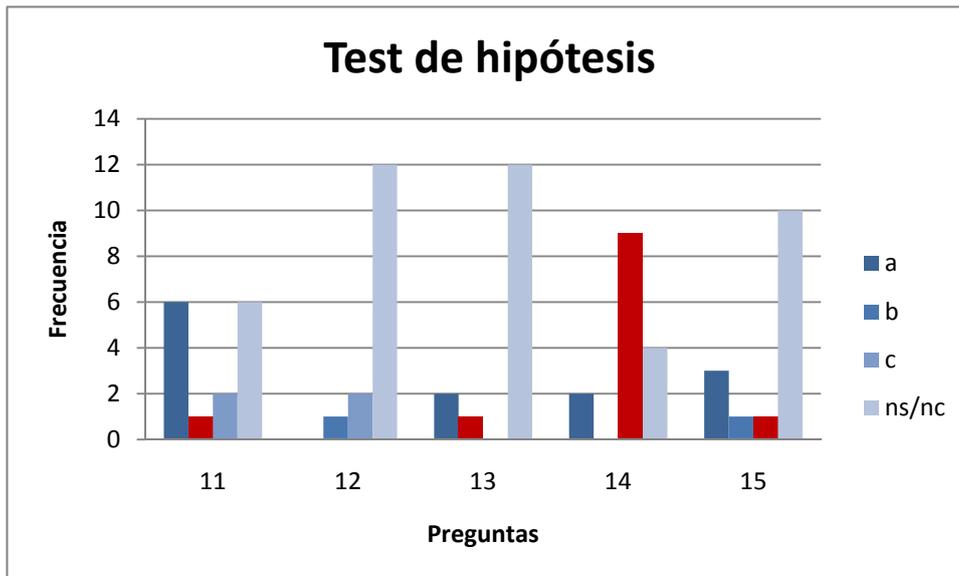
**Figura 51. Histograma de respuestas obtenidas en I. Química en ED.**

Los errores cometidos en este bloque son similares a los de I. Electrónica y Mecánica.

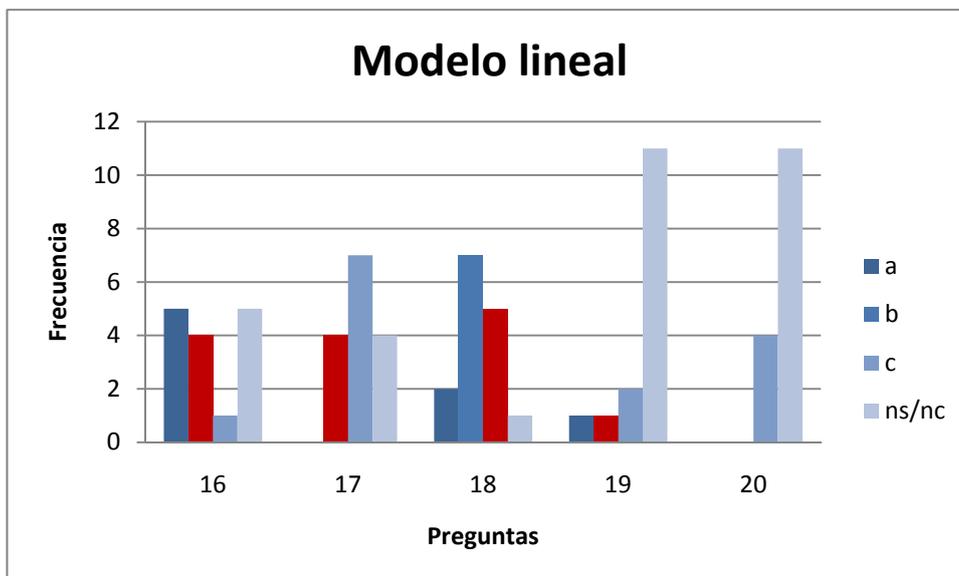


**Figura 52. Histograma de respuestas obtenidas en I. Química en ME.**

Los errores cometidos en las respuestas de los ítem 8, 9 y 10 son los analizados para otras titulaciones.



*Figura 53. Histograma de respuestas obtenidas en I. Química en TH.*



*Figura 54. Histograma de respuestas obtenidas en I. Química en MLG.*

En este caso destacar que una gran parte de los encuestados no respondió a la mayoría de las cuestiones de estos dos últimos bloques, como en el caso de I. Mecánica.

#### 10.4. Escuelas Universitarias de Ingenierías Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (EU-TIC).

Las titulaciones de 3 cursos de este grupo son cinco: Informática de Sistemas, T. Sistemas Electrónicos, T. Sistemas de Telecomunicación, T. Sonido e Imagen y T. Telemática.

- **Informática de Sistemas**

Ningún alumno encuestado siguió la metodología de innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

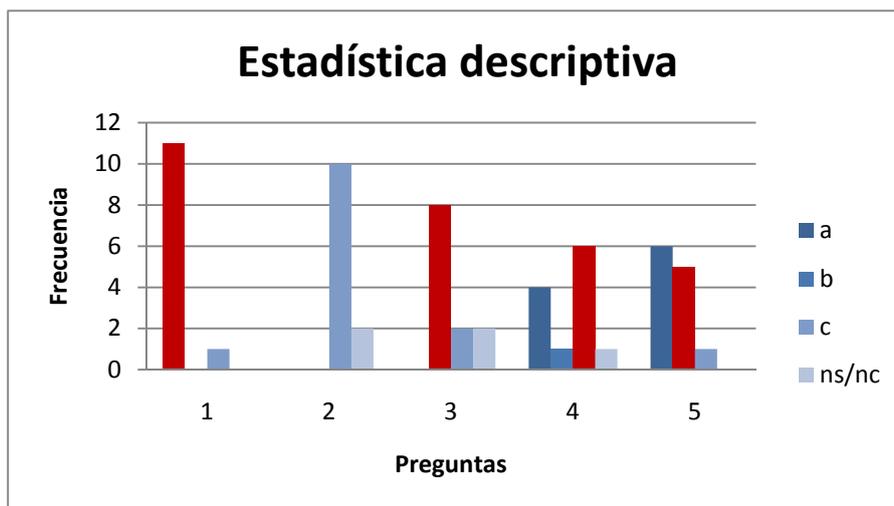
En la tabla 27 se recogen los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 27. Resultados de la prueba realizada en Informática de Sistemas.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	11	91,67
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0
3) Pregunta sobre la media.	8	66,67
4) Tipo de gráfico.	6	50
5) Diagrama de cajas y bigotes.	5	41,66
6) Tamaño de la muestra.	3	25
7) Diseño de muestreo.	5	41,67
8) Muestreo aleatorio simple.	0	0
9) Muestreo sistemático.	1	8,33
10) IC para diferencia de medias.	1	8,33
11) Contraste de hipótesis.	1	8,33
12) Error tipo I.	1	8,33
13) Nivel de significación.	0	0
14) Correlación de Pearson.	3	25
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	8,33
16) Análisis de la varianza.	0	0
17) Modelo lineal simple.	0	0
18) Residuos.	0	0
19) ANOVA	0	0
20) Residuos.	1	8,33

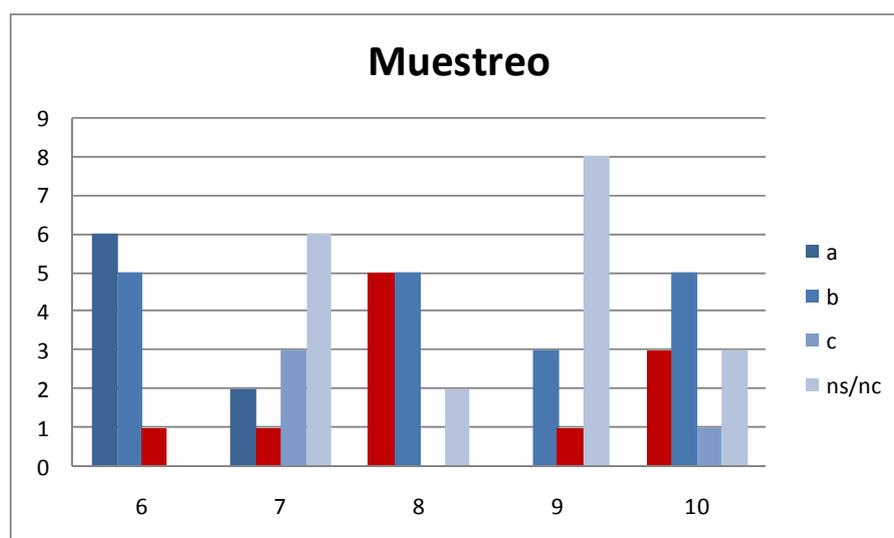
Sólo 3 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas, las tres en ED. Siete cuestiones no han sido acertadas por ningún alumno, 4 de ellas en el bloque de MLG. La pregunta con mayor número de aciertos es la primera.

En las figuras 55, 56, 57 y 58 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



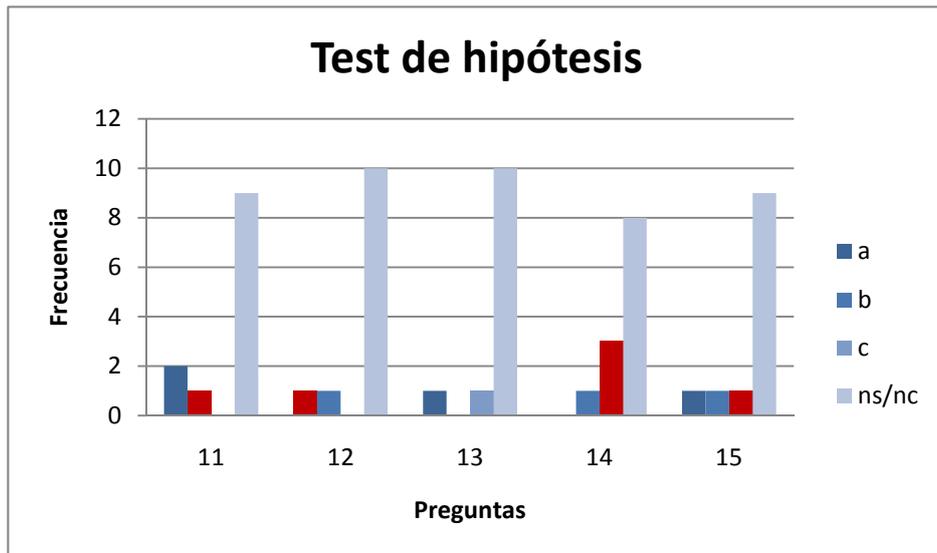
**Figura 55. Histograma de respuestas obtenidas en Informática de Sistemas en ED.**

Los errores cometidos en este bloque son similares a las titulaciones anteriores de Industriales, si exceptuamos las respuestas al ítem 5, en que el error cometido es confundir mediana con media en el gráfico de cajas.

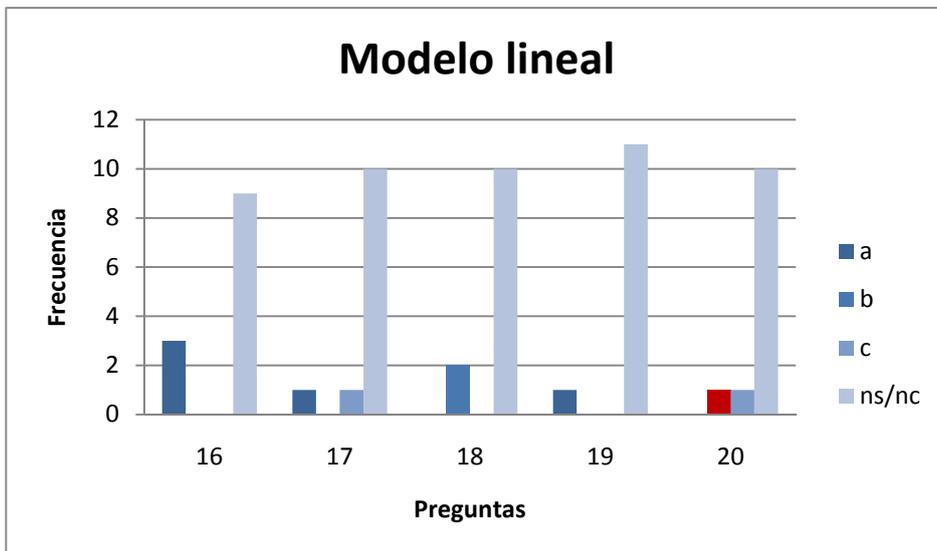


**Figura 56. Histograma de respuestas obtenidas en I. Química en ME.**

Se ha cometido mayoría de errores en las respuestas de todos los ítems, excepto el 8, en que el mismo número de alumnos respondió a la opción “a” y la “b”. También hay numerosos casos de falta de respuesta, sobre todo en la cuestión 9. Los errores son los habituales, aunque podemos destacar que, en todas las titulaciones analizadas, en la pregunta 7 se contó con un elevado porcentaje de aciertos. En este caso, es inferior al 50%.



*Figura 57. Histograma de respuestas obtenidas en Informática de Sistemas en TH.*



*Figura 58. Histograma de respuestas obtenidas en Informática de Sistemas en MLG.*

La mayoría de los alumnos no han contestado a las preguntas de los bloques de Test de hipótesis y de Modelo lineal, esto es debido a que estos dos bloques no se imparten en la asignatura de Estadística en esta titulación.

- T. Sistemas Electrónicos

El 20% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística

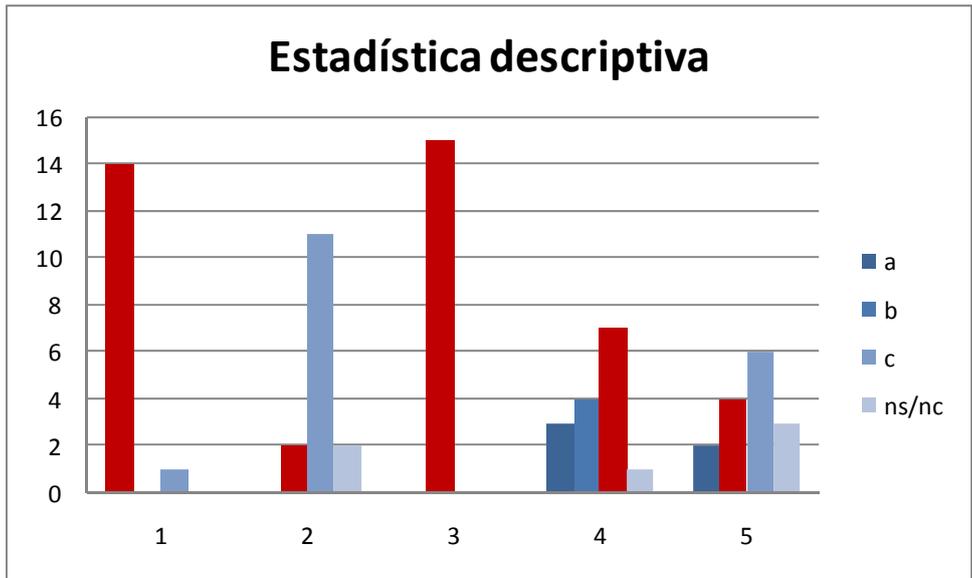
En la tabla 28 se recogen los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 28. Resultados de la prueba realizada en T. Sistemas Electrónicos.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	14	93,33
2) Pregunta sobre la mediana.	2	13,33
3) Pregunta sobre la media.	15	100
4) Tipo de gráfico.	7	46,67
5) Diagrama de cajas y bigotes.	4	26,67
6) Tamaño de la muestra.	4	26,67
7) Diseño de muestreo.	13	86,67
8) Muestreo aleatorio simple.	1	6,67
9) Muestreo sistemático.	2	13,33
10) IC para diferencia de medias.	7	46,67
11) Contraste de hipótesis.	5	33,33
12) Error tipo I.	2	13,33
13) Nivel de significación.	4	26,67
14) Correlación de Pearson.	10	66,67
15) Contraste de bondad de ajuste.	4	26,67
16) Análisis de la varianza.	6	40
17) Modelo lineal simple.	6	40
18) Residuos.	0	0
19) ANOVA	3	20
20) Residuos.	2	13,33

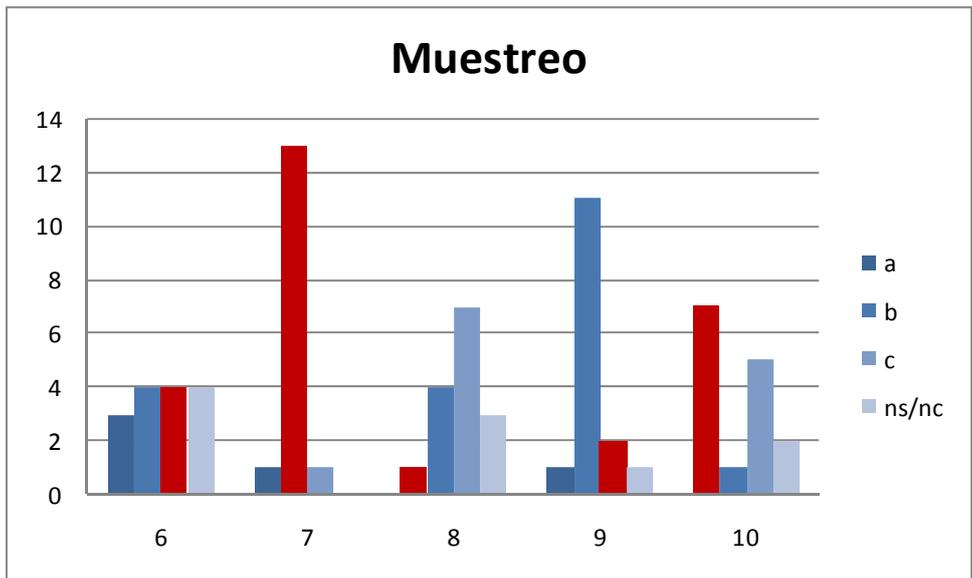
Sólo 4 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. El mayor número de aciertos corresponde al bloque ED. El menor número de aciertos se da en MLG. La pregunta referente a la media la acertaron el 100% de los encuestados. La pregunta 18 referente a la selección de modelos mediante el análisis de residuos no la acertó ninguno de ellos.

En las figuras 59, 60, 61 y 62 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



**Figura 59. Histograma de respuestas obtenidas en T. Sistemas Electrónicos en ED.**

Los errores cometidos en este bloque son similares a las titulaciones anteriores. El error cometido en las respuestas al ítem 5 es confundir mediana con moda en el gráfico de cajas.



**Figura 60. Histograma de respuestas obtenidas en T. Sistemas Electrónicos en ME.**

Hay una mayoría de errores en las respuestas a los ítems 8 y 9. En el ítem 8 se ha detectado el mismo error grave que en I. Mecánica, confusión entre error admisible y varianza. No saben calcular el tamaño de muestra (respuestas ítem 6).

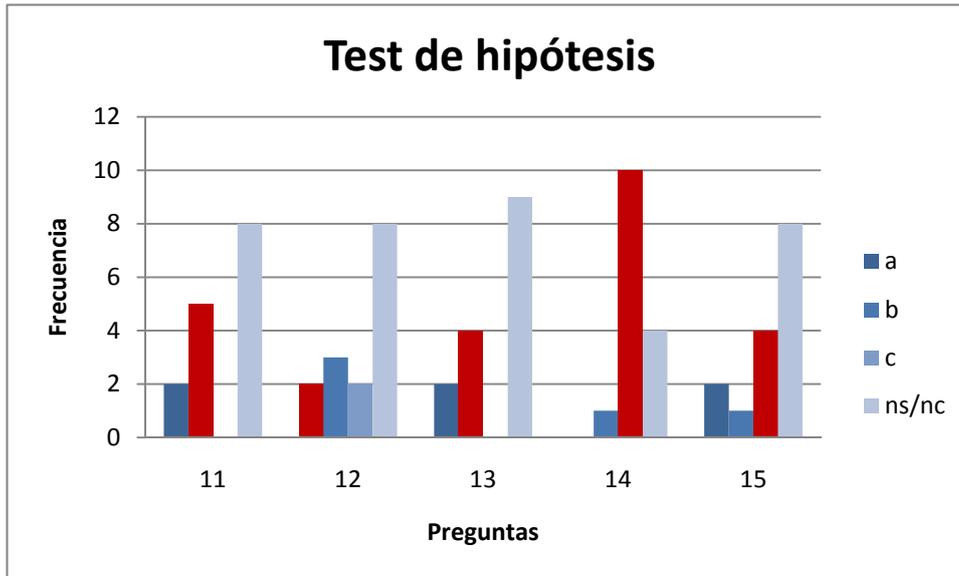


Figura 61. Histograma de respuestas obtenidas en T. Sistemas Electrónicos en TH.

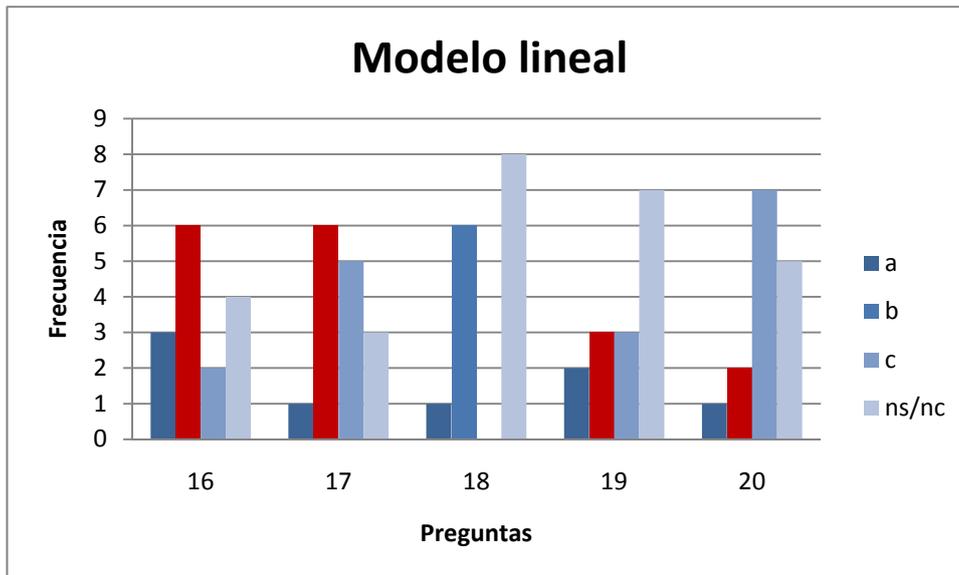


Figura 62. Histograma de respuestas obtenidas en T. Sistemas Electrónicos en MLG.

La mayoría de los alumnos no han contestado a las preguntas de los bloques de Test de hipótesis y de Modelo lineal. No obstante, las preguntas 14, 16 y 17 han sido respondidas correctamente en la mayoría de los casos. La cuestión número 20 presenta mayoría de errores. Estos resultados reflejan falta de práctica en el uso del MLG, como en el caso de I. Electrónica.

- T. Sistemas de Telecomunicación

El 6,67% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

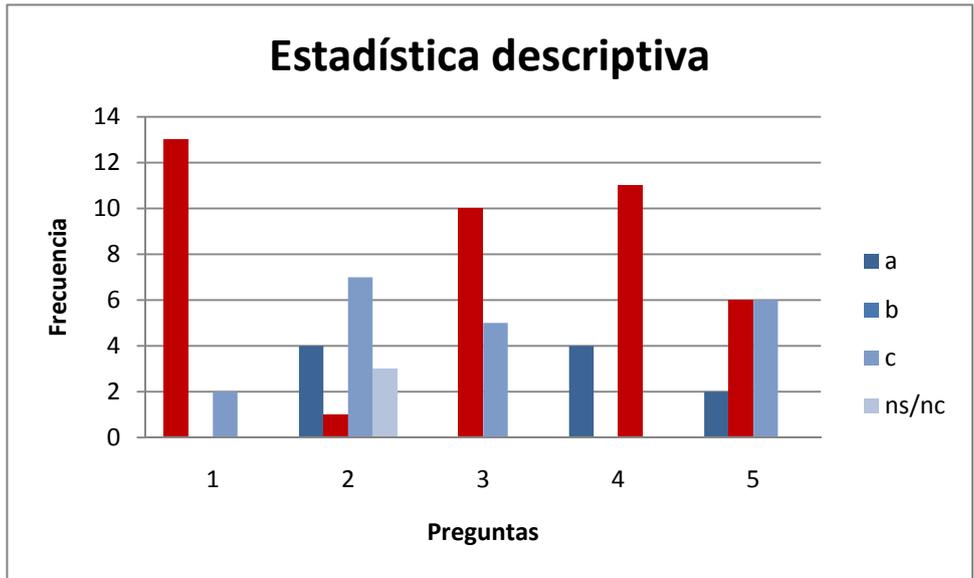
En la tabla 29 se recogen los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 29. Resultados de la prueba realizada en T. Sistemas de Telecomunicación.**

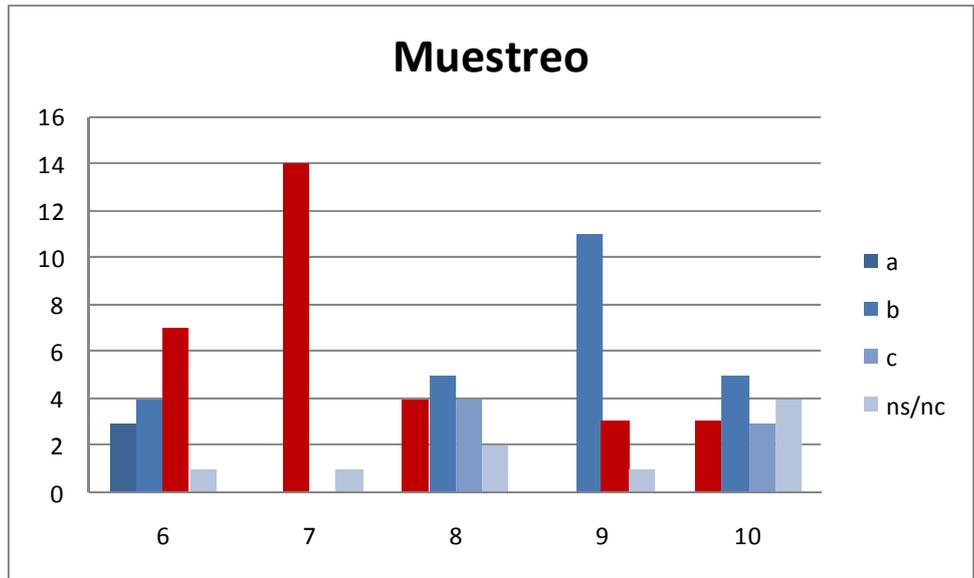
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	13	86,67
2) Pregunta sobre la mediana.	1	6,67
3) Pregunta sobre la media.	10	66,67
4) Tipo de gráfico.	11	73,33
5) Diagrama de cajas y bigotes.	6	40
6) Tamaño de la muestra.	7	46,67
7) Diseño de muestreo.	14	93,33
8) Muestreo aleatorio simple.	4	26,67
9) Muestreo sistemático.	3	20
10) IC para diferencia de medias.	3	20
11) Contraste de hipótesis.	7	46,67
12) Error tipo I.	4	26,67
13) Nivel de significación.	3	20
14) Correlación de Pearson.	8	53,33
15) Contraste de bondad de ajuste.	5	33,33
16) Análisis de la varianza.	4	26,67
17) Modelo lineal simple.	7	46,67
18) Residuos.	2	13,33
19) ANOVA	3	20
20) Residuos.	3	20

Sólo 5 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. El mayor número de aciertos corresponde al bloque ED. El menor número de aciertos se da en MLG. La pregunta que más acertaron los alumnos fue la 1. La pregunta 18 referente a la selección de modelos mediante el análisis de residuos fue la menos acertada.

En las figuras 63, 64, 65 y 66 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



*Figura 63. Histograma de respuestas para T. Sistemas de Telecomunicación en ED.*



*Figura 64. Histograma de respuestas para T. Sistemas de Telecomunicación en ME.*

Los errores detectados en las respuestas de los alumnos a estos bloques se han analizado en titulaciones anteriores.

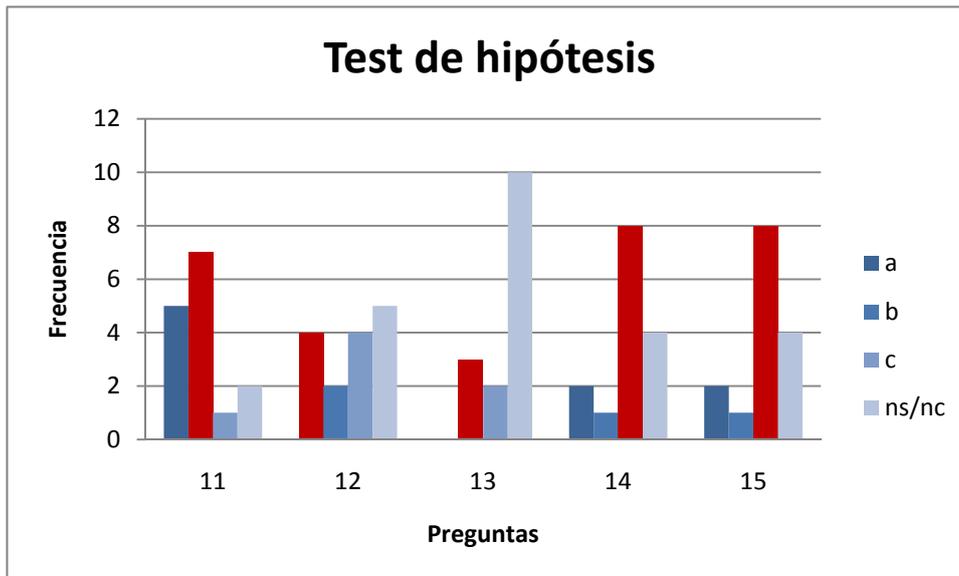


Figura 65. Histograma de respuestas para T. Sistemas de Telecomunicación en TH.

En este bloque se ha respondido mayoritariamente de forma correcta al conjunto de ítems. Destacan las preguntas 12 y 13 con abundante falta de respuestas.

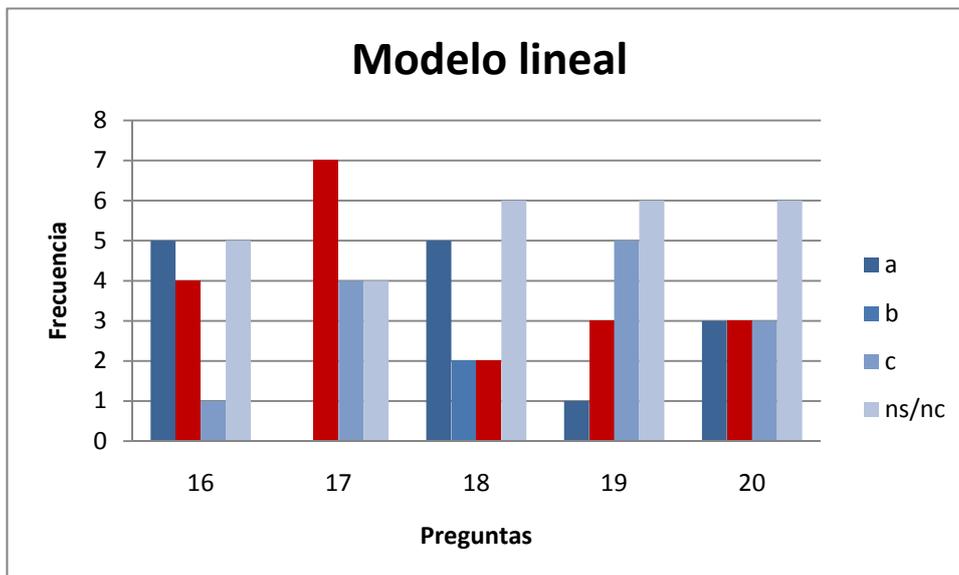


Figura 66. Histograma de respuestas para T. Sistemas de Telecomunicación en MLG.

La mayoría de los alumnos no han contestado a las preguntas de este bloque. No obstante, la pregunta 17 ha sido respondida correctamente en la mayoría de los casos.

- T. Sonido e Imagen

El 21,05% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

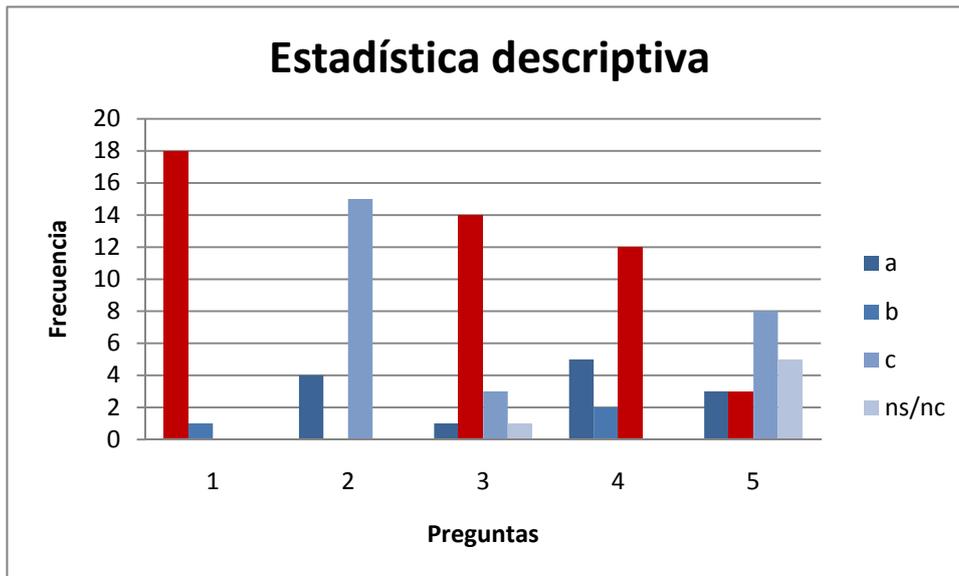
En la tabla 30 se recogen los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 30. Resultados de la prueba realizada en T. Sonido e Imagen.**

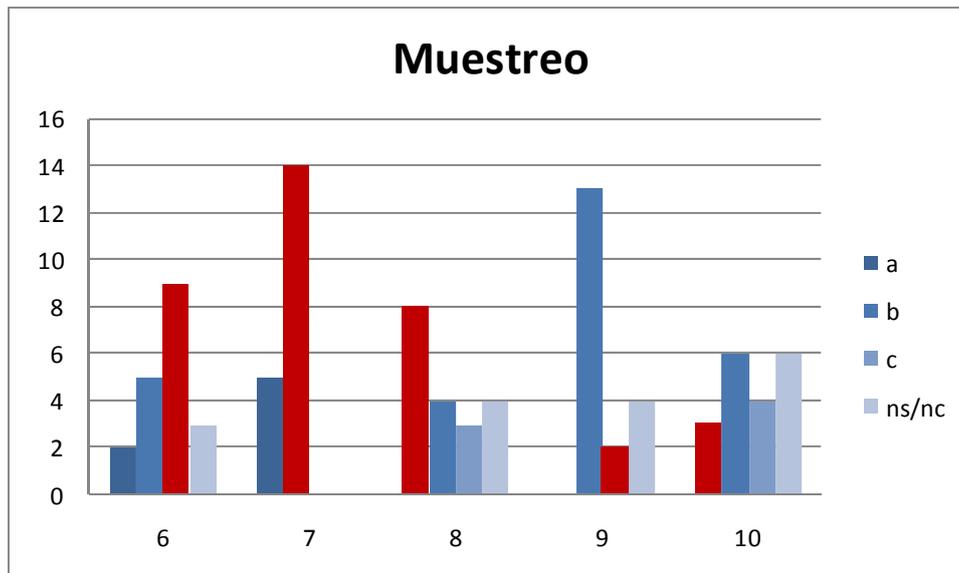
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	18	94,74
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0
3) Pregunta sobre la media.	14	73,68
4) Tipo de gráfico.	12	63,16
5) Diagrama de cajas y bigotes.	3	15,79
6) Tamaño de la muestra.	9	47,37
7) Diseño de muestreo.	14	73,68
8) Muestreo aleatorio simple.	8	42,11
9) Muestreo sistemático.	2	10,53
10) IC para diferencia de medias.	3	15,79
11) Contraste de hipótesis.	4	21,05
12) Error tipo I.	0	0
13) Nivel de significación.	4	21,05
14) Correlación de Pearson.	9	47,37
15) Contraste de bondad de ajuste.	8	42,11
16) Análisis de la varianza.	5	26,32
17) Modelo lineal simple.	4	21,05
18) Residuos.	6	31,58
19) ANOVA	3	15,79
20) Residuos.	2	10,53

Sólo 4 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. El mayor número de aciertos corresponde al bloque ED. El menor número de aciertos se da en MLG. La pregunta que más acertaron los alumnos fue la 1. Ninguno de los alumnos acertó las respuestas a las preguntas 2 y 12, referentes a la mediana y al error de tipo I.

En las figuras 67, 68, 69 y 70 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.

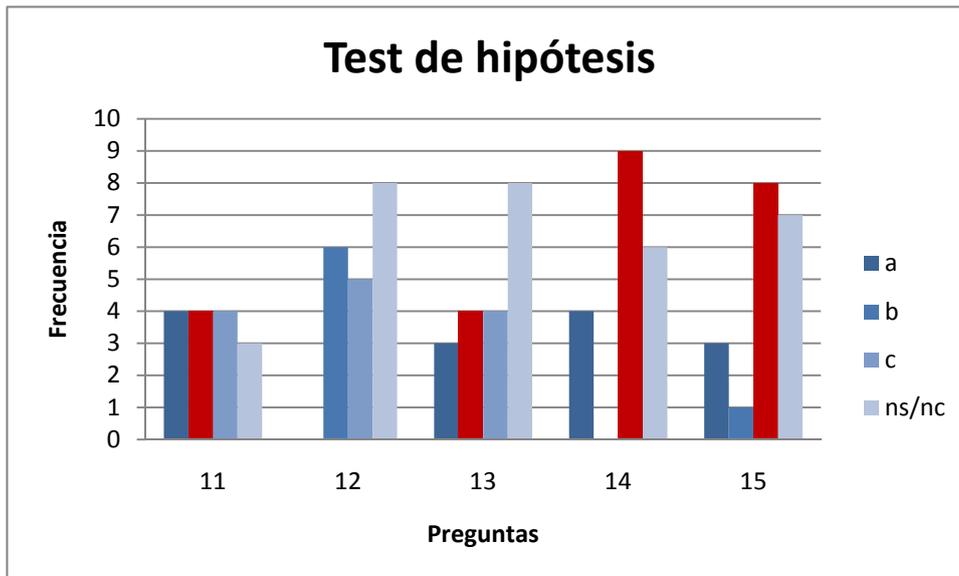


**Figura 67. Histograma de respuestas para T. Sonido e Imagen en ED.**



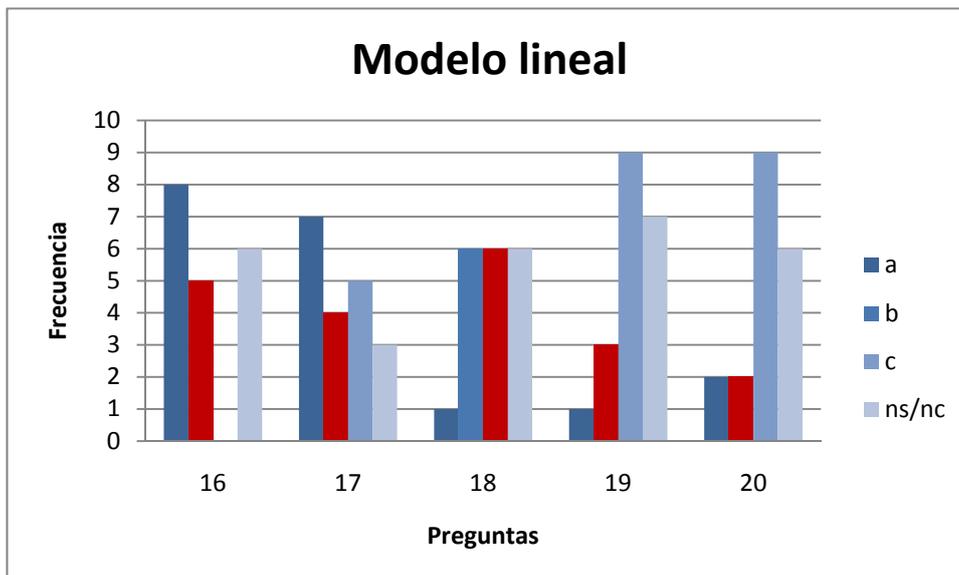
**Figura 68. Histograma de respuestas para T. Sonido e Imagen en ME.**

Los errores detectados en las respuestas de los alumnos a estos bloques se han analizado en titulaciones anteriores. Presentan errores en la mediana, gráfico de cajas, realización práctica de un muestreo e intervalos de confianza.



**Figura 69. Histograma de respuestas para T. Sonido e Imagen en TH.**

En este bloque se ha respondido mayoritariamente de forma correcta al conjunto de ítems. Destacas las preguntas 12 y 13 con abundante falta de respuestas.



**Figura 70. Histograma de respuestas para T. Sonido e Imagen en MLG.**

La falta de respuestas en este bloque es muy alta. Ninguna de las preguntas ha obtenido mayoría de aciertos de los alumnos, cuando hay respuesta. Los alumnos no han conseguido alcanzar los conocimientos básicos en este tema.

- **T. Telemática**

El 17,33% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

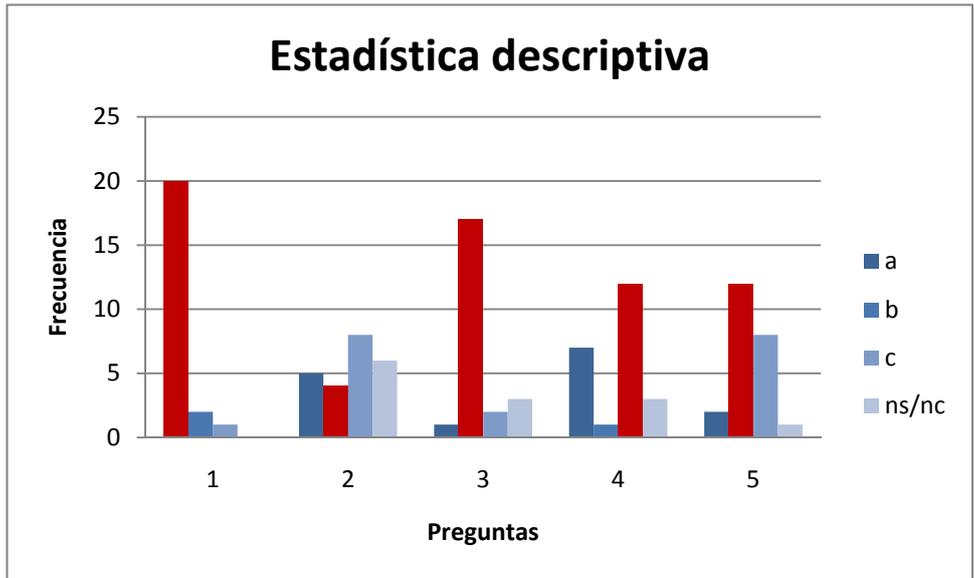
En la tabla 31 se recogen los resultados obtenidos en las encuestas.

**Tabla 31. Resultados de la prueba realizada en T. Telemática.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	20	86,96
2) Pregunta sobre la mediana.	4	17,39
3) Pregunta sobre la media.	17	73,91
4) Tipo de gráfico.	12	52,17
5) Diagrama de cajas y bigotes.	12	52,17
6) Tamaño de la muestra.	5	21,74
7) Diseño de muestreo.	16	69,57
8) Muestreo aleatorio simple.	4	17,39
9) Muestreo sistemático.	5	21,74
10) IC para diferencia de medias.	4	17,39
11) Contraste de hipótesis.	5	21,74
12) Error tipo I.	1	4,35
13) Nivel de significación.	4	17,39
14) Correlación de Pearson.	16	69,57
15) Contraste de bondad de ajuste.	6	26,09
16) Análisis de la varianza.	7	30,43
17) Modelo lineal simple.	8	34,78
18) Residuos.	6	26,09
19) ANOVA	6	26,09
20) Residuos.	6	26,09

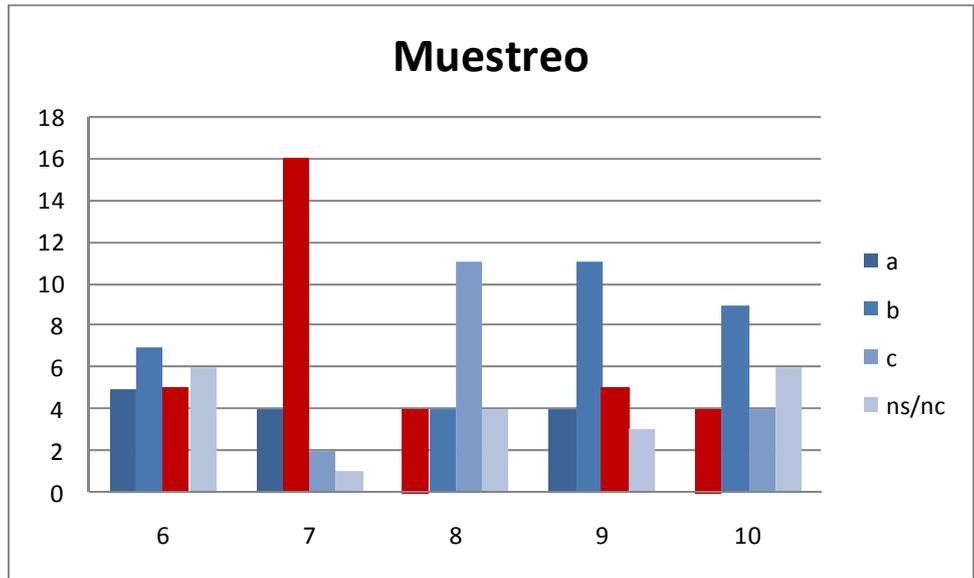
Sólo 6 preguntas alcanzan el 50% de respuestas acertadas. El mayor número de aciertos corresponde al bloque ED. El menor número de aciertos se da en TH. La pregunta que más acertaron los alumnos fue la 1. No hay porcentaje de aciertos por debajo del 15% en ninguno de los bloques de temas.

En las figuras 71, 72, 73 y 74 se muestran los histogramas de respuestas ofrecidas por los alumnos a los diferentes bloques temáticos.



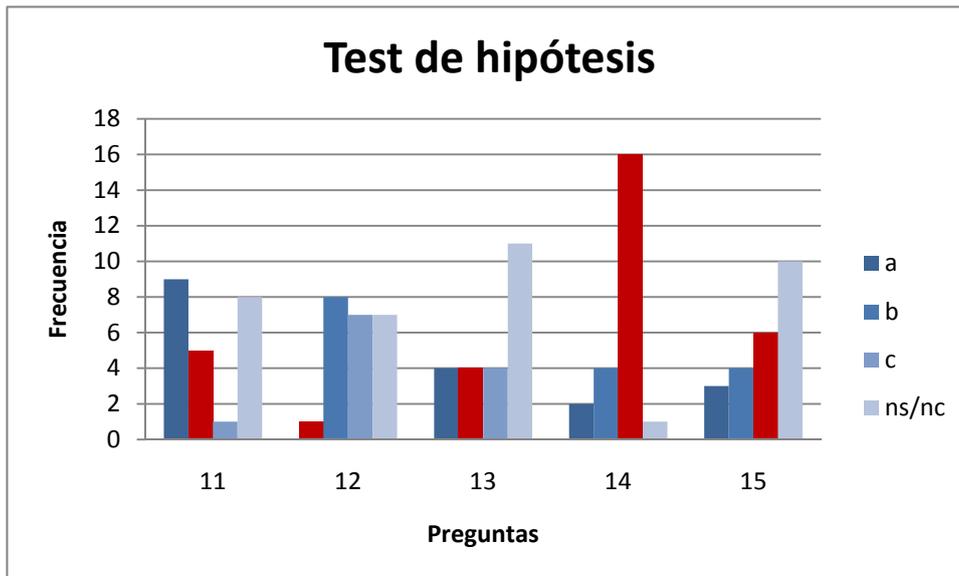
**Figura 71. Histograma de respuestas obtenidas en T. Telemática en ED.**

La única respuesta con mayoría de errores en este bloque es la referente al cálculo de la mediana, aunque no existe mucha diferencia con el número de aciertos.



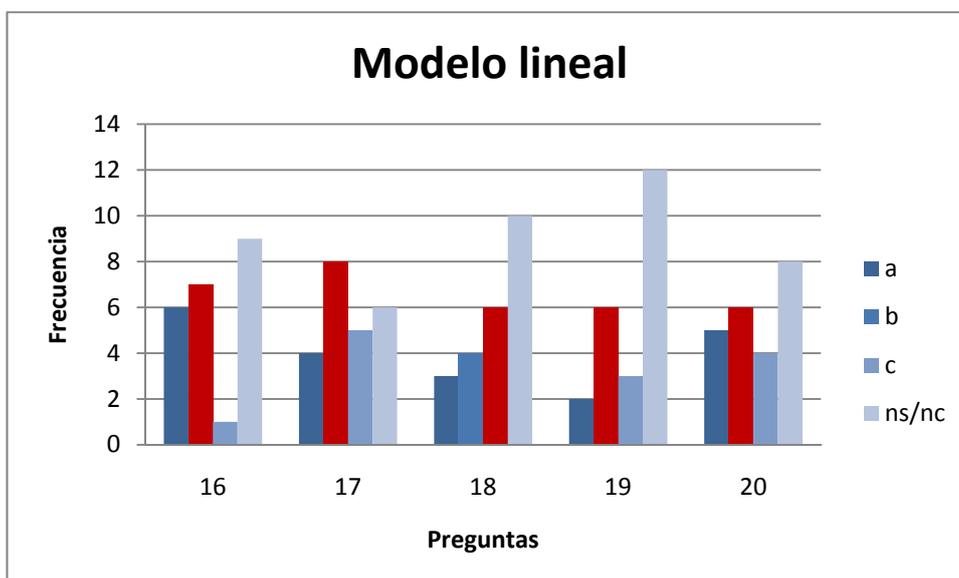
**Figura 72. Histograma de respuestas obtenidas en T. Telemática en ME.**

Los errores detectados en las respuestas de los alumnos a este bloque se han analizado en titulaciones anteriores. Presentan errores en las preguntas excepto la elección del tipo de muestreo (ítem 7).



**Figura 73. Histograma de respuestas obtenidas en T. Telemática en TH.**

En este bloque se ha respondido mayoritariamente de forma incorrecta al conjunto de ítems o no se ha respondido. Destacan la preguntas 14 y 15 relacionadas con contrastes específicos. En estos ítems, si hay respuestas, la mayoría son acertadas.



**Figura 74. Histograma de respuestas obtenidas en T. Telemática en MLG.**

En los ítems de este bloque hay una mayoritaria falta de respuestas. La mayoría de alumnos que han respondido, ha dado respuestas acertadas.

#### **10.5. Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF-D).**

Sólo hay una titulación en este grupo y es de una duración de 5 cursos.

La encuesta fue contestada por 27 alumnos, que no ha seguido la metodología de innovación educativa.

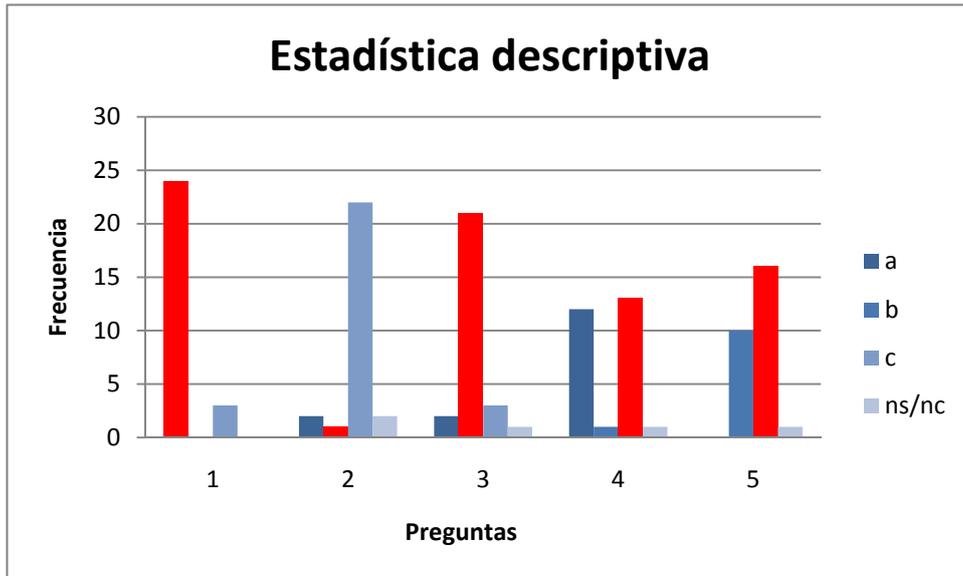
En la tabla 32 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 32. Resultados de la prueba realizada en INEF.**

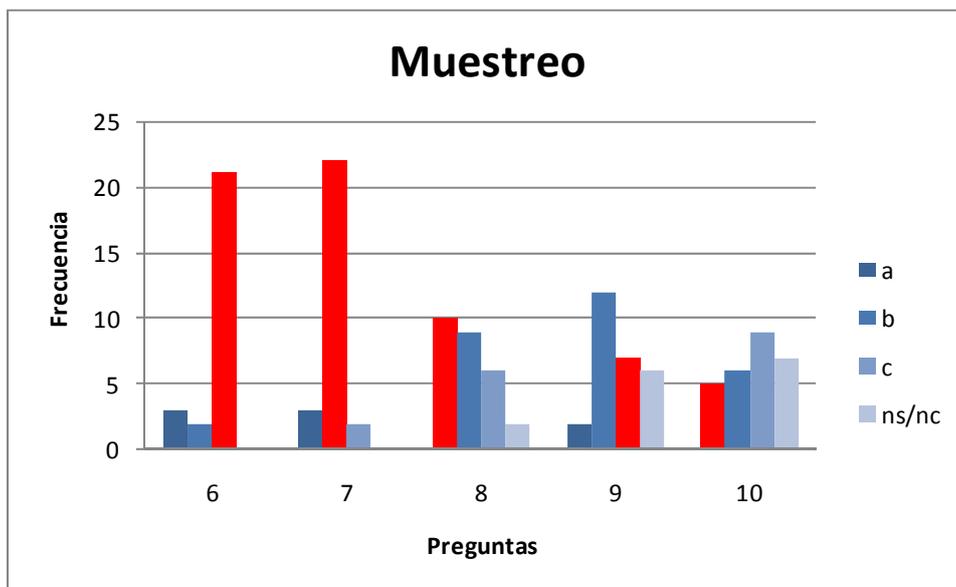
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	24	88,88%
2) Pregunta sobre la mediana.	1	3,7%
3) Pregunta sobre la media.	21	77,77%
4) Tipo de gráfico.	13	48,15%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	16	59,26%
6) Tamaño de la muestra.	21	77,77%
7) Diseño de muestreo.	22	81,48%
8) Muestreo aleatorio simple.	10	37,04%
9) Muestreo sistemático.	7	25,93%
10) IC para diferencia de medias.	6	22,22%
11) Contraste de hipótesis.	9	33,33%
12) Error tipo I.	7	25,93%
13) Nivel de significación.	5	18,52%
14) Correlación de Pearson.	3	11,11%
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	3,7%
16) Análisis de la varianza.	6	22,22%
17) Modelo lineal simple.	4	14,81%
18) Residuos.	6	22,22%
19) ANOVA	3	11,11%
20) Residuos.	7	25,93%

Hay 5 preguntas con un porcentaje de aciertos superior al 50%. Estas preguntas corresponden a los bloques ED y ME. No superaron el 30% de aciertos en 12 de las preguntas del cuestionario (más de la mitad de las mismas). La pregunta 1 tiene la mayor cantidad de respuestas acertadas. La mediana y el contraste de  $\chi^2$  son las preguntas con menor número de aciertos.

En las figuras 75, 76, 77 y 78 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.

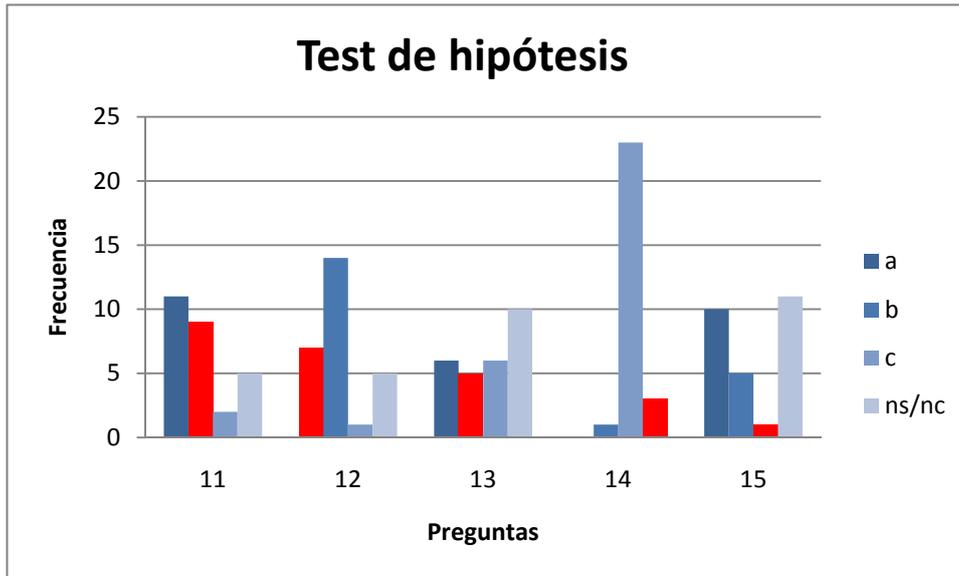


**Figura 75. Histograma de respuestas obtenidas en INEF en ED.**



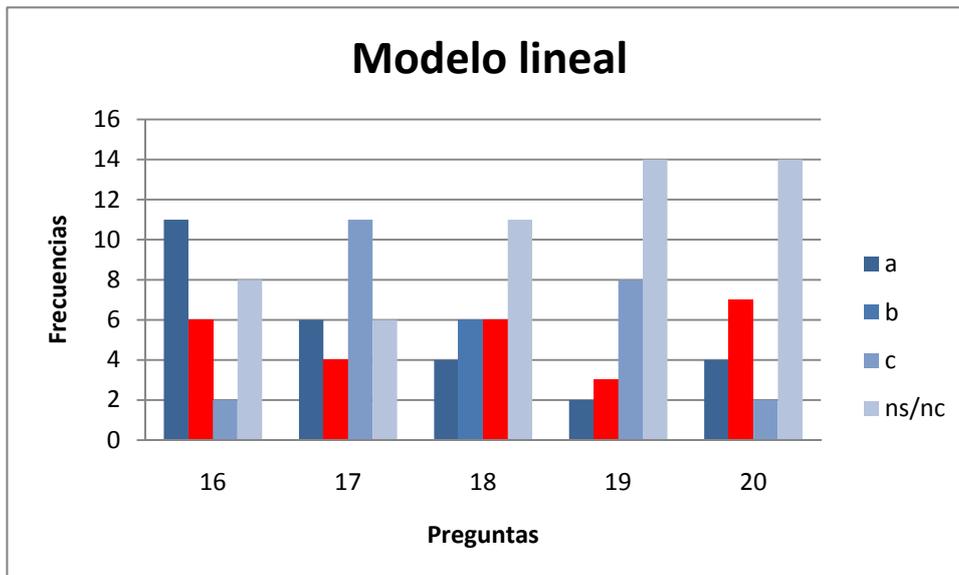
**Figura 76. Histograma de respuestas obtenidas en INEF en ME.**

En estos bloque, la mayoría de respuestas erróneas corresponden al ítem 2 del bloque ED y a las cuestiones 9 y 10 de ME. Los errores corresponden al cálculo de la mediana, la realización de un muestreo sistemático y la elección del intervalo de confianza más adecuado para diferencias entre variables.



**Figura 77. Histograma de respuestas obtenidas en INEF en TH.**

En este bloque, se escogió la respuesta incorrecta de forma mayoritaria en todas las cuestiones. El resultado muestra que los alumnos no han aprendido el concepto de contraste de hipótesis ni la forma de realizarlos.



**Figura 78. Histograma de respuestas obtenidas en INEF en MLG.**

Este bloque es el de mayor número de preguntas no contestadas pues no está incluido en el temario de la asignatura. Sin embargo el bloque con menor número de aciertos es el de test de hipótesis.

## 10.6. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Tecnologías Agroforestales y Medioambientales (ETSI-TAM).

Sólo hay una titulación de 5 cursos en este grupo, Agrónomos.

La encuesta la respondieron 25 alumnos que no han seguido la metodología de innovación educativa puesta en marcha en la asignatura.

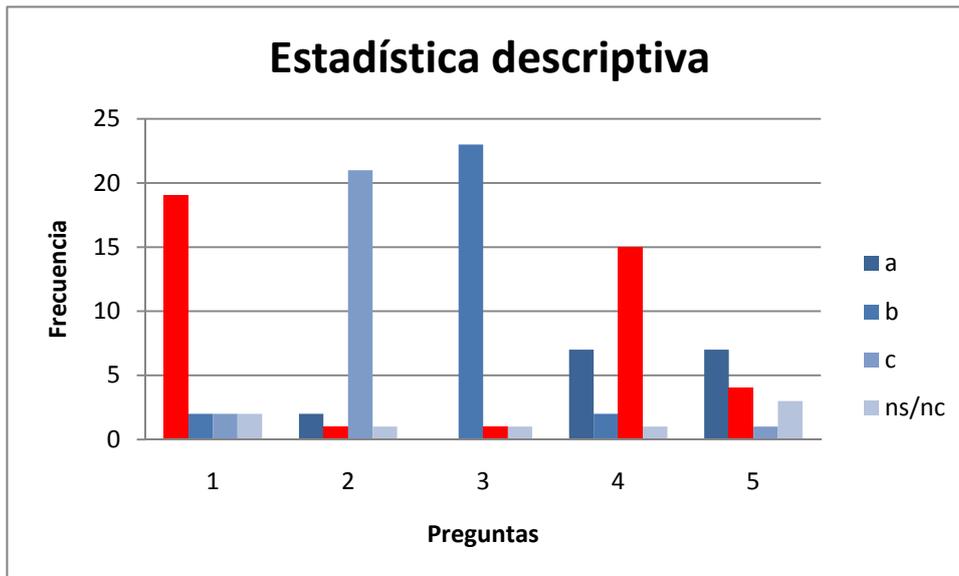
En la tabla 33 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 33. Resultados de la prueba realizada en Agrónomos.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	19	76%
2) Pregunta sobre la mediana.	1	4%
3) Pregunta sobre la media.	1	4%
4) Tipo de gráfico.	15	60%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	4	16%
6) Tamaño de la muestra.	2	8%
7) Diseño de muestreo.	17	68%
8) Muestreo aleatorio simple.	8	32%
9) Muestreo sistemático.	8	32%
10) IC para diferencia de medias.	5	20%
11) Contraste de hipótesis.	8	32%
12) Error tipo I.	10	40%
13) Nivel de significación.	6	24%
14) Correlación de Pearson.	16	64%
15) Contraste de bondad de ajuste.	12	48%
16) Análisis de la varianza.	5	20%
17) Modelo lineal simple.	14	56%
18) Residuos.	7	28%
19) ANOVA	3	12%
20) Residuos.	8	32%

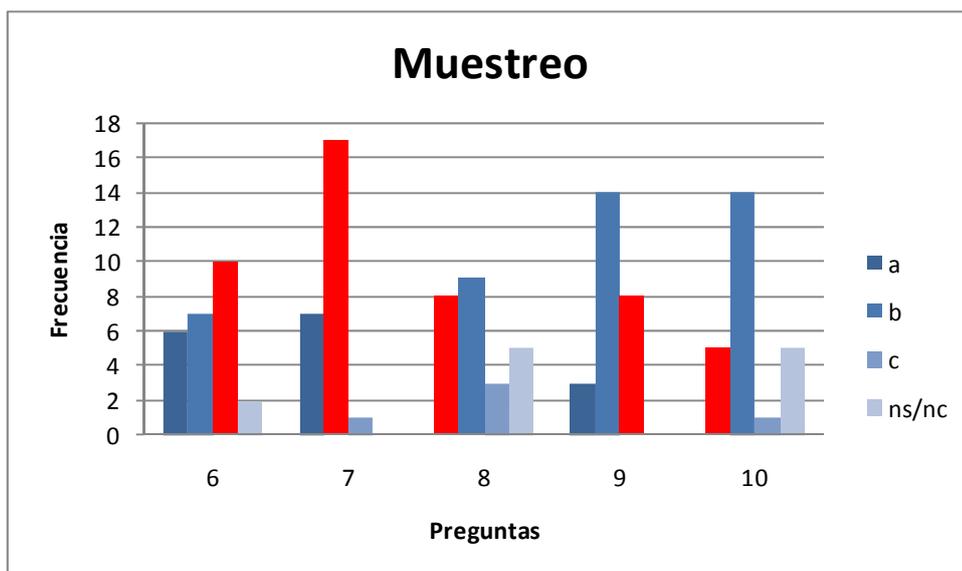
El bloque con mayor número de aciertos es el de TH y el de menor el de MLG, que tiene menos preguntas no contestadas. La pregunta con mayor número de aciertos es la 1 y las que menos la 2 y 3.

En las figuras 79, 80, 81 y 82 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.



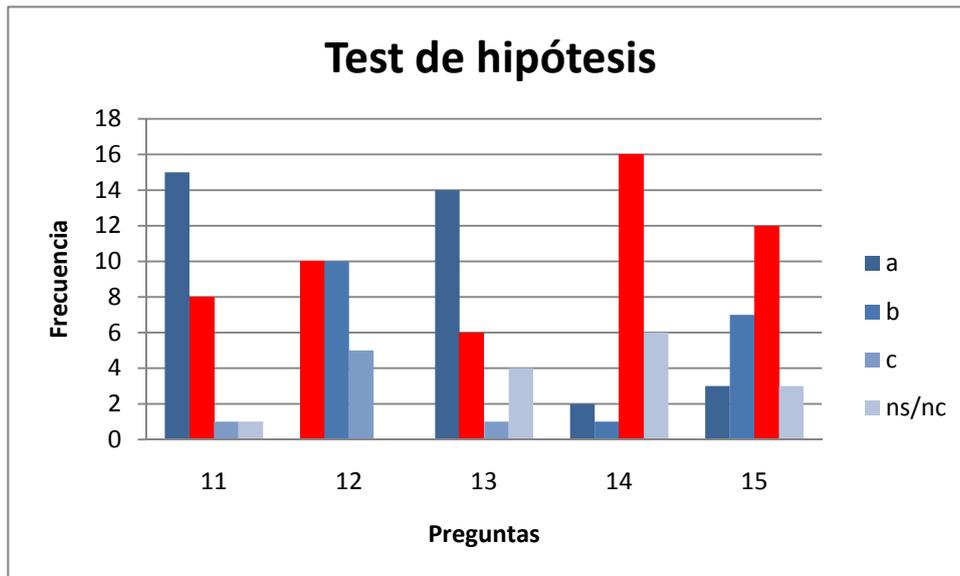
**Figura 79. Histograma de respuestas obtenidas en Agrónomos en ED.**

En este bloque se pueden ver fallos en el cálculo de la mediana y la media. También se confunde su representación en el gráfico de cajas.



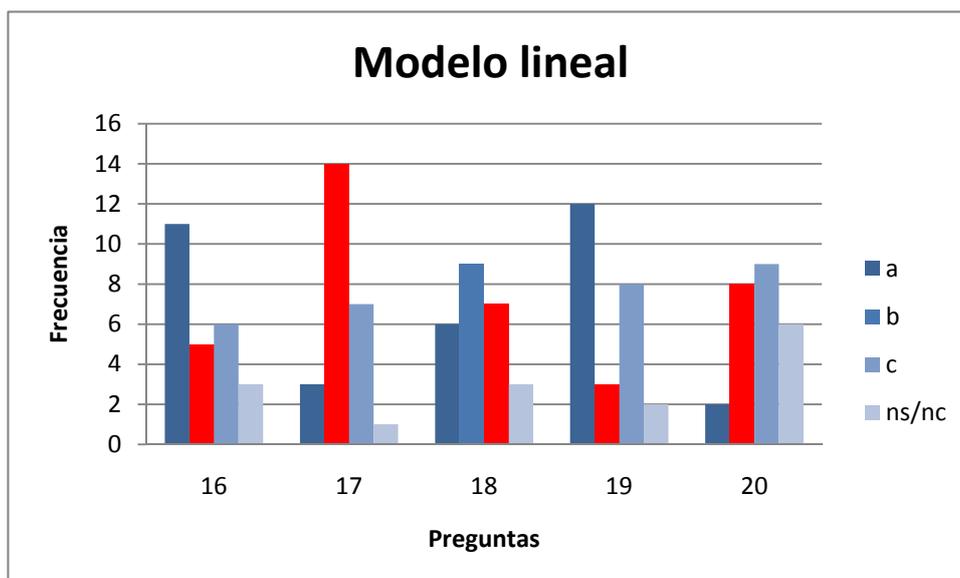
**Figura 80. Histograma de respuestas obtenidas en Agrónomos en ME.**

En este bloque, la mayoría de respuestas erróneas corresponden a las cuestiones 8, 9 y 10 de ME. Los errores corresponden a la aplicación práctica del muestreo y a la elección de intervalos de confianza apropiados.



**Figura 81. Histograma de respuestas obtenidas en Agrónomos en TH.**

En este bloque, se escogió la respuesta incorrecta de forma mayoritaria en las ítems 11, 12 y 13 relacionados con conceptos básicos del contraste de hipótesis.



**Figura 82. Histograma de respuestas obtenidas en Agrónomos en MLG.**

En este bloque el número de aciertos es algo menor que el de preguntas no contestadas.

Las preguntas con un mayor número de alumnos que no han contestados se encuentran en los bloques primero, tercero y cuarto en orden decreciente.

## 10.7. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Tecnologías Industriales (ETSI-TI).

Hay cuatro titulaciones de 5 cursos en este grupo: Aeronáuticos, Industriales, Minas y Navales.

- **Aeronáuticos**

La encuesta la respondieron 34 alumnos que no han seguido el método de innovación educativa.

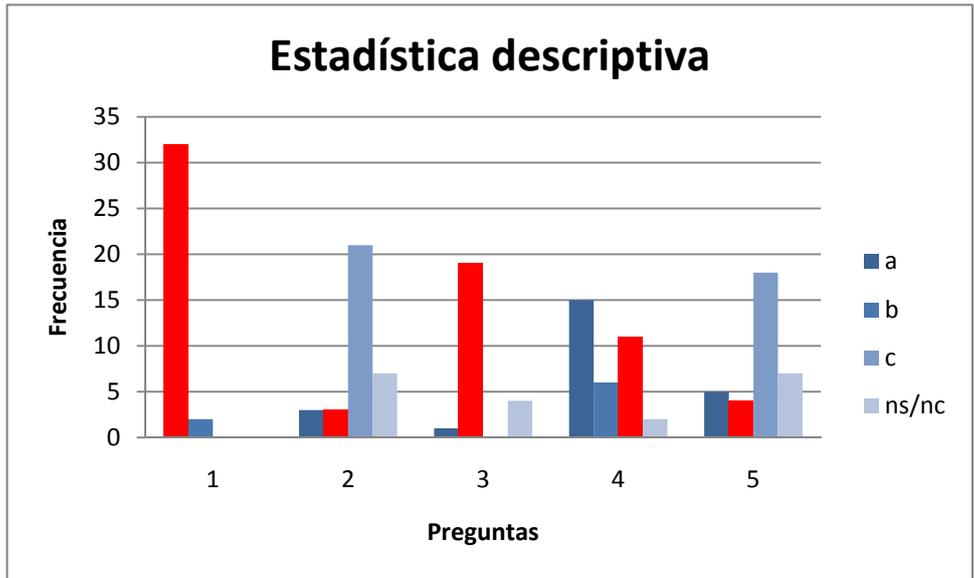
En la tabla 34 se recogen los resultados para esta titulación.

*Tabla 34. Resultados de la prueba realizada en Aeronáuticos.*

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	32	94,11%
2) Pregunta sobre la mediana.	3	8,82%
3) Pregunta sobre la media.	19	55,88%
4) Tipo de gráfico.	11	32,36%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	4	11,76%
6) Tamaño de la muestra.	18	52,94%
7) Diseño de muestreo.	29	85,29%
8) Muestreo aleatorio simple.	9	26,47%
9) Muestreo sistemático.	8	23,53%
10) IC para diferencia de medias.	15	44,12%
11) Contraste de hipótesis.	8	23,53%
12) Error tipo I.	12	35,29%
13) Nivel de significación.	11	32,36%
14) Correlación de Pearson.	20	58,82%
15) Contraste de bondad de ajuste.	10	29,41%
16) Análisis de la varianza.	4	11,76%
17) Modelo lineal simple.	19	55,88%
18) Residuos.	11	32,36%
19) ANOVA	6	17,64%
20) Residuos.	4	11,76%

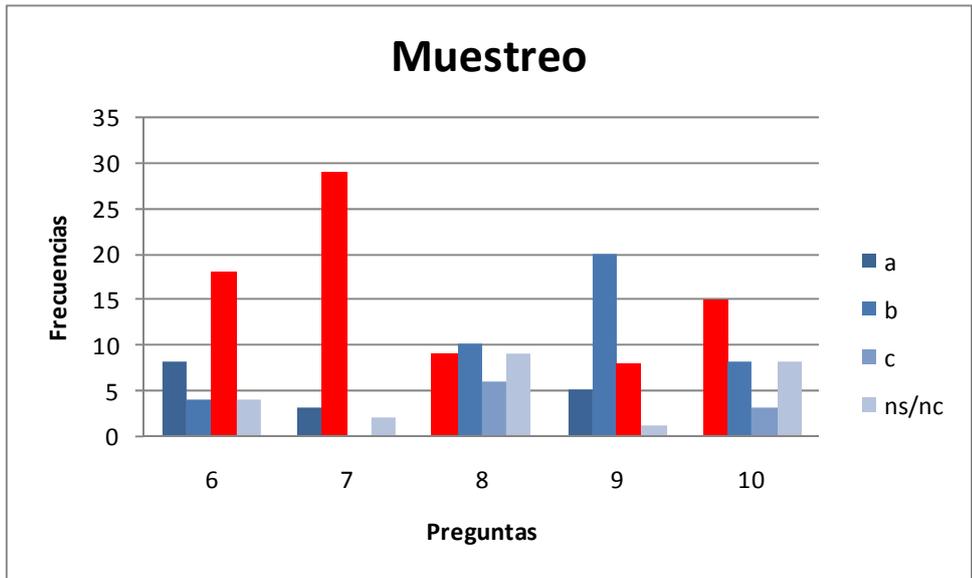
El bloque con mayor número de aciertos es el de ME y el de menor el de MLG. Hay 6 preguntas con más del 50% de aciertos. La pregunta con mayor número de aciertos es la 1 y las que menos la 5 y 20.

En las figuras 83, 84, 85 y 86 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.



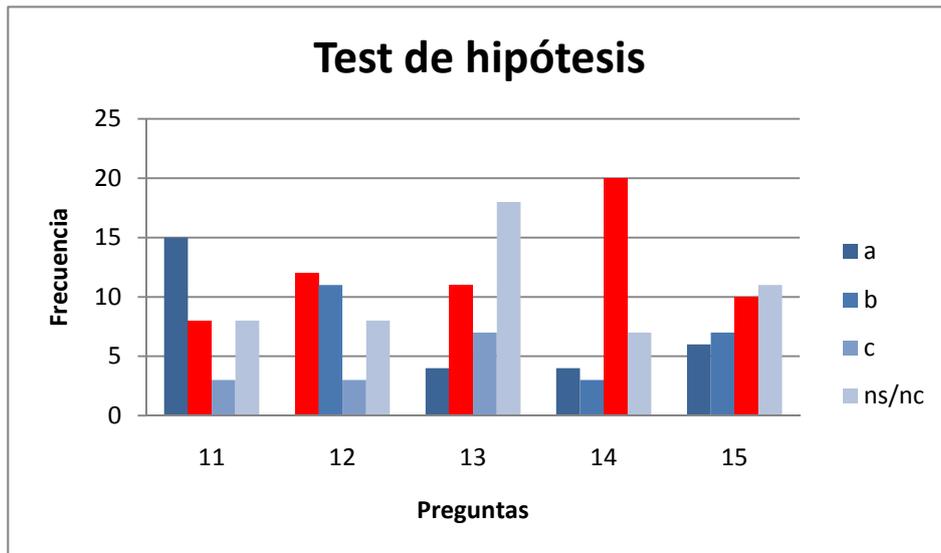
**Figura 83. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáuticos en ED.**

En este bloque se pueden ver fallos en el cálculo de la mediana (ítem 2) y las representaciones gráficas (ítems 4 y 5).



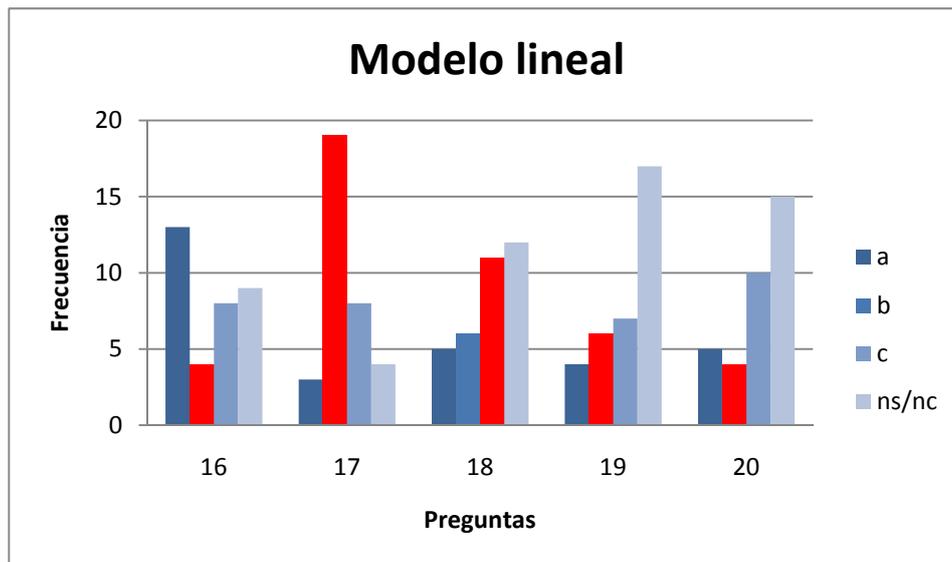
**Figura 84. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáuticos en ME.**

En este bloque, la mayoría de respuestas erróneas corresponden a las cuestiones 8 y 9. Los errores corresponden a la aplicación práctica de muestreos sistemático y aleatorio.



**Figura 85. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáuticos en TH.**

En este bloque, se escogió la respuesta incorrecta de forma mayoritaria sólo en ítem 11. Esta pregunta muestra la falta de comprensión del concepto de test de hipótesis.



**Figura 86. Histograma de respuestas obtenidas en Aeronáuticos en MLG.**

La mayoría de los alumnos creen erróneamente que la hipótesis nula del ANOVA es la igualdad de varianzas. Sólo la pregunta 17, relacionada con el uso del modelo lineal, tiene mayoría de respuestas acertadas. Los ítems 18,19 y 20 muestran una mayoría de falta de respuestas.

- **Industriales**

Realizaron la encuesta 88 alumnos. El 6,82% de los alumnos encuestados siguió la metodología de Innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

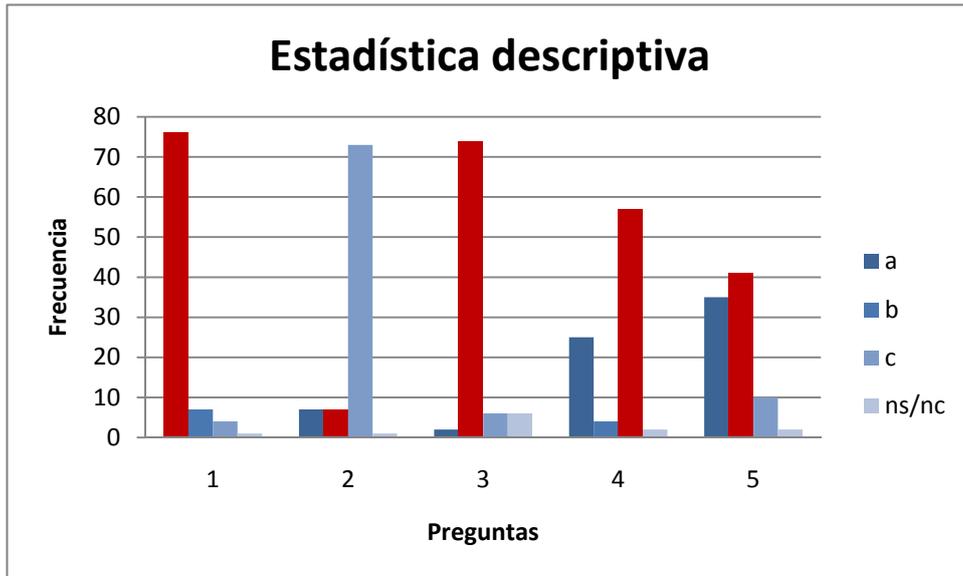
En la tabla 35 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 35. Resultados de la prueba realizada en Industriales.**

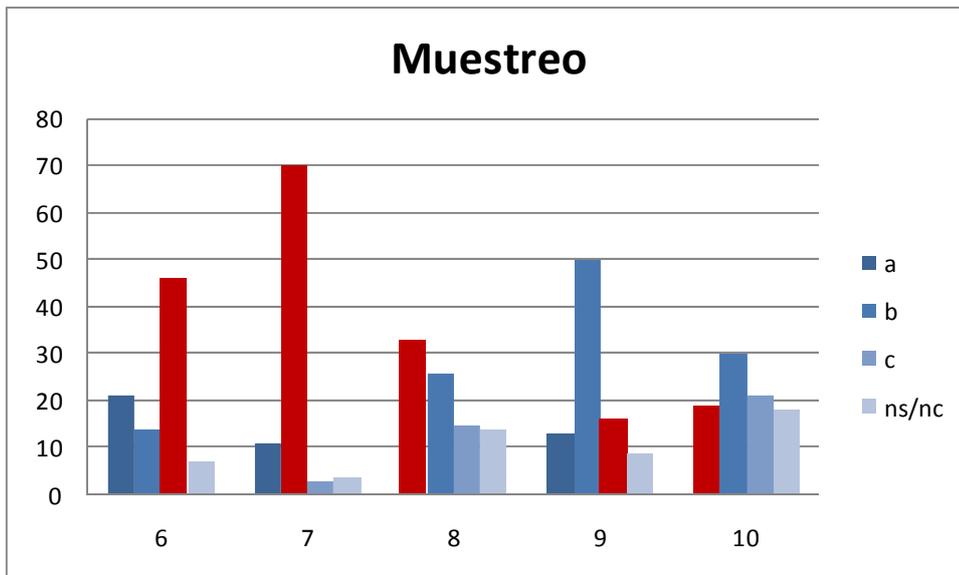
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	76	86,36
2) Pregunta sobre la mediana.	7	7,95
3) Pregunta sobre la media.	74	84,09
4) Tipo de gráfico.	57	64,77
5) Diagrama de cajas y bigotes.	41	46,59
6) Tamaño de la muestra.	46	52,27
7) Diseño de muestreo.	70	79,55
8) Muestreo aleatorio simple.	33	37,5
9) Muestreo sistemático.	16	18,18
10) IC para diferencia de medias.	19	21,59
11) Contraste de hipótesis.	40	45,45
12) Error tipo I.	27	30,68
13) Nivel de significación.	20	22,73
14) Correlación de Pearson.	47	53,41
15) Contraste de bondad de ajuste.	17	19,32
16) Análisis de la varianza.	25	28,41
17) Modelo lineal simple.	33	37,50
18) Residuos.	30	34,09
19) ANOVA	14	15,91
20) Residuos.	32	36,36

El bloque con mayor número de aciertos es el de ED y el de menor el de MLG. Hay 6 preguntas con más del 50% de aciertos. La pregunta con mayor número de aciertos es la 1 y las que menos la 2.

En las figuras 87, 88, 89 y 90 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.

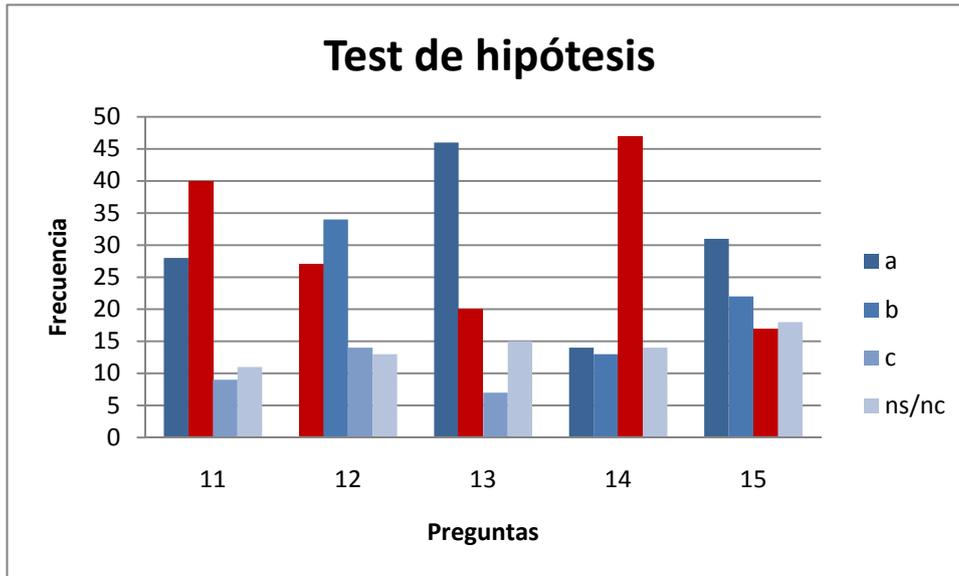


**Figura 87. Histograma de respuestas obtenidas en Industriales en ED.**



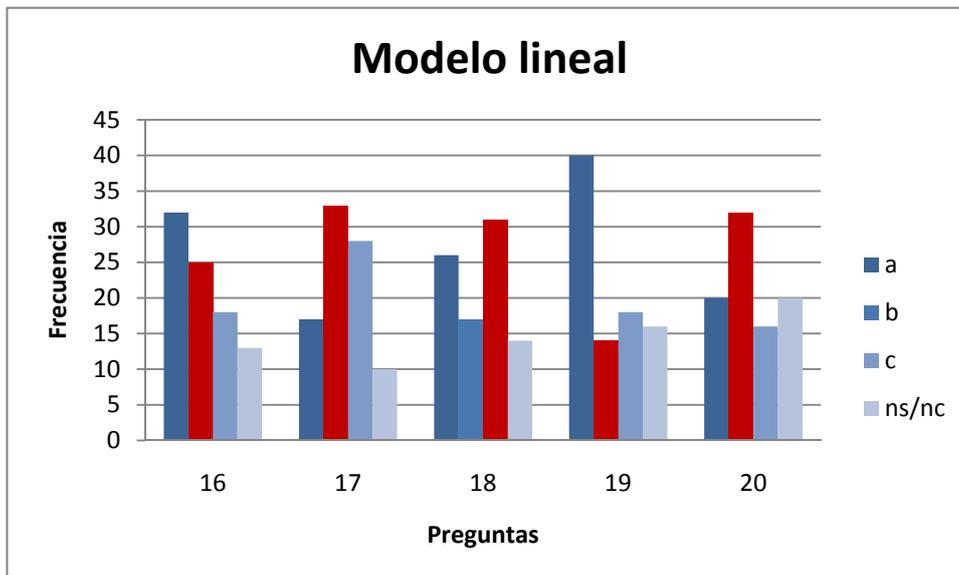
**Figura 88. Histograma de respuestas obtenidas en Industriales en ME.**

En estos bloques, la mayoría de respuestas erróneas corresponden a las cuestiones 2, 9 y 10. Los errores son equivalente a los analizados en varias de las titulaciones corresponden al cálculo de la mediana, a la realización de un muestreo sistemático y a la elección de intervalos de confianza apropiados.



**Figura 89. Histograma de respuestas obtenidas en Industriales en TH.**

En este bloque, se escogieron respuestas correctas de forma mayoritaria en los ítems 11 y 14. Las respuestas de este bloque muestran que faltan conocimientos sobre los elementos de los contrastes y sobre el test de la  $\chi^2$ .



**Figura 90. Histograma de respuestas obtenidas en Industriales en MLG.**

Las respuestas erróneas mayoritarias se dan en los ítems 16 y 19, así que la mayoría de los alumnos desconocen el ANOVA.

- Minas

La encuesta la respondieron 9 alumnos, de los cuales un 55,5% de los alumnos han seguido la metodología de innovación educativa.

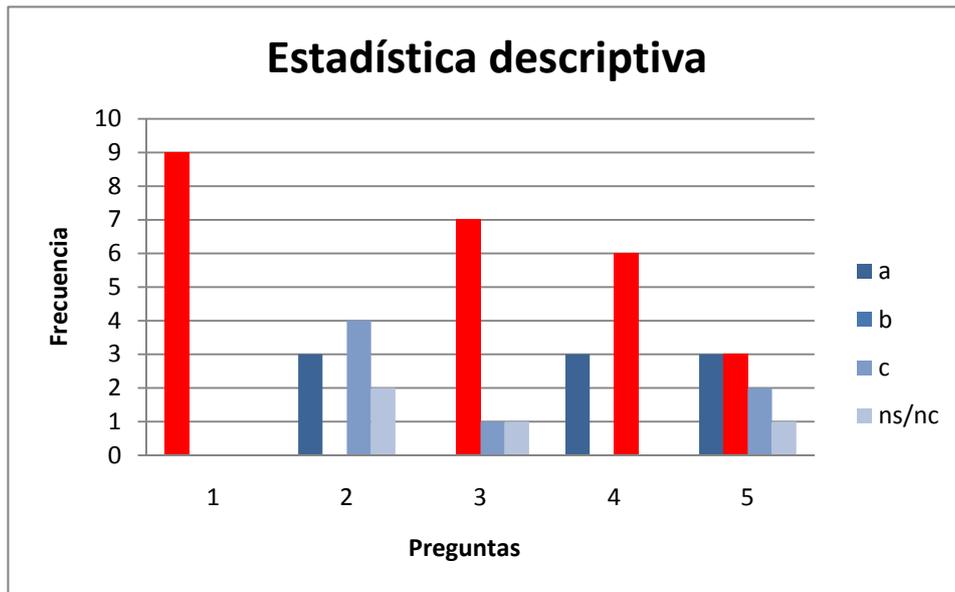
En la tabla 36 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 36. Resultados de la prueba realizada en Minas.**

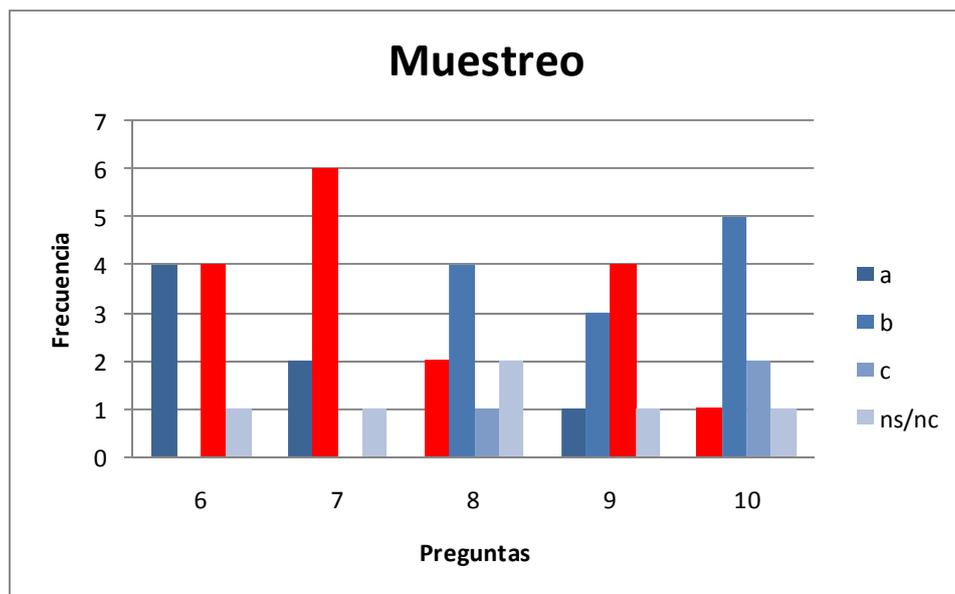
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	9	100%
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0%
3) Pregunta sobre la media.	7	77,77%
4) Tipo de gráfico.	6	66,66%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	3	33,33%
6) Tamaño de la muestra.	4	44,44%
7) Diseño de muestreo.	6	66,66%
8) Muestreo aleatorio simple.	2	22,22%
9) Muestreo sistemático.	4	44,44%
10) IC para diferencia de medias.	1	11,11%
11) Contraste de hipótesis.	3	33,33%
12) Error tipo I.	3	33,33%
13) Nivel de significación.	2	22,22%
14) Correlación de Pearson.	7	77,77%
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	11,11%
16) Análisis de la varianza.	2	22,22%
17) Modelo lineal simple.	3	33,33%
18) Residuos.	2	22,22%
19) ANOVA	4	44,44%
20) Residuos.	3	33,33%

El bloque con mayor número de aciertos es el de estadística descriptiva y el que menos aciertos el de modelo lineal que también tiene el mayor número de preguntas no contestadas. Hay 5 preguntas con más del 50% de aciertos. La pregunta 1 es la que todos los alumnos han contestado correctamente y la 2 la que ninguno ha acertado.

En las figuras 91, 92, 93 y 94 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.

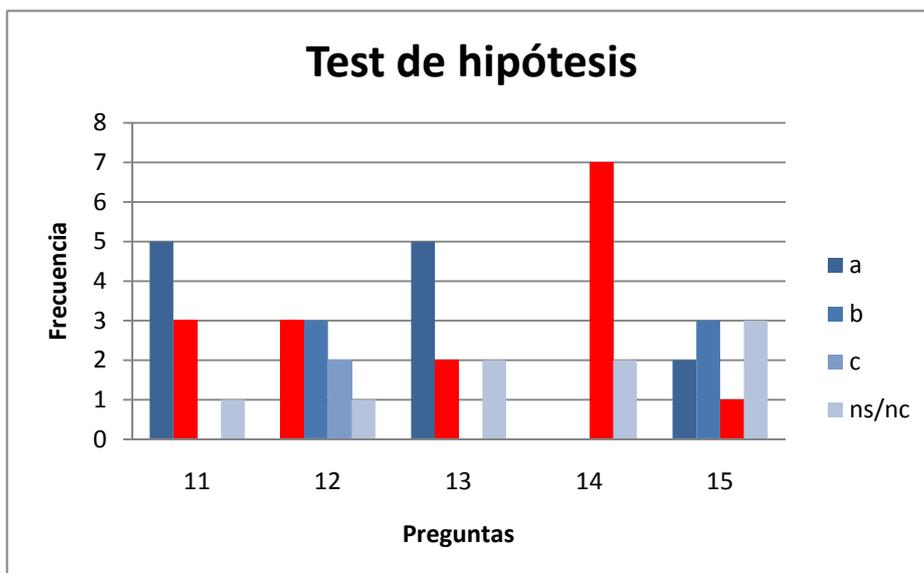


**Figura 91. Histograma de respuestas obtenidas en Minas en ED.**



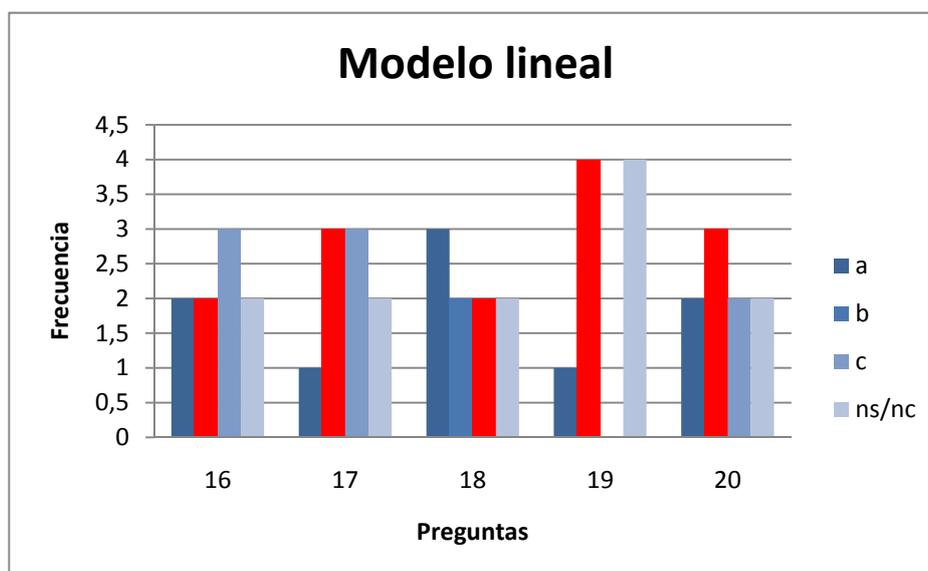
**Figura 92. Histograma de respuestas obtenidas en Minas en ME.**

En estos bloques las preguntas 5 y 6 muestran dos respuestas seleccionadas por igual número de alumnos (una de ellas la opción correcta). La mayoría de las respuestas son correctas. Las cuestiones 2, 8 y 10 presentan mayor número de errores y corresponden al cálculo de la mediana, al cálculo de tamaño de muestra para proporciones y a la elección de intervalos de confianza apropiados.



**Figura 93. Histograma de respuestas obtenidas en Minas en TH.**

En este bloque, se escogieron respuestas correctas de forma mayoritaria sólo en el ítem 14. Las respuestas de este bloque muestran que faltan conocimientos básicos conceptuales de los contrastes y sobre el test de la  $\chi^2$ .



**Figura 94. Histograma de respuestas obtenidas en Minas en MLG.**

En esta titulación, la única pregunta del bloque con mayoría de respuestas acertadas es la 20, que corresponde a las condiciones que deben cumplir los residuos en el modelo lineal.

- **Navales**

La encuesta la respondieron 12 alumnos que no ha seguido la metodología de innovación educativa.

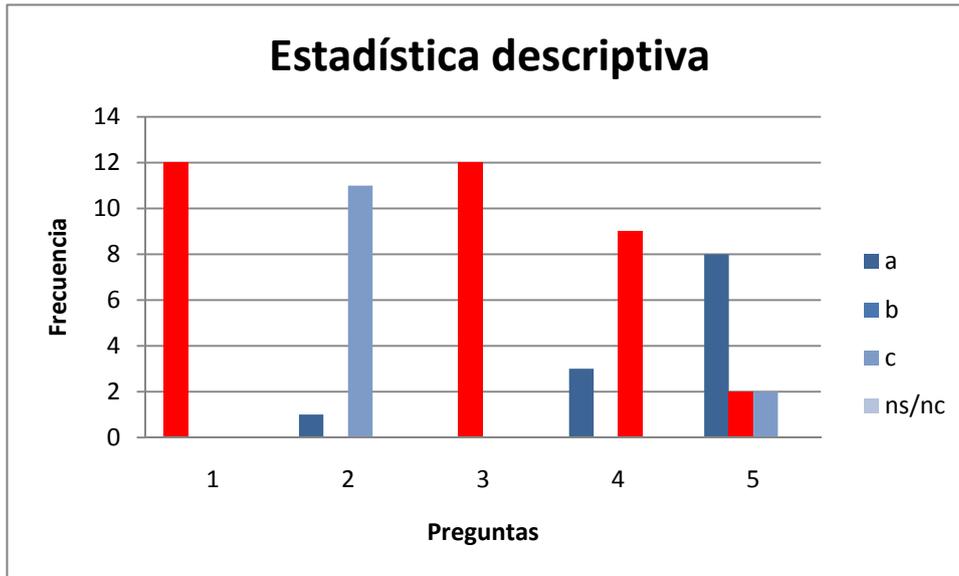
En la tabla 37 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 37. Resultados de la prueba realizada en Navales.**

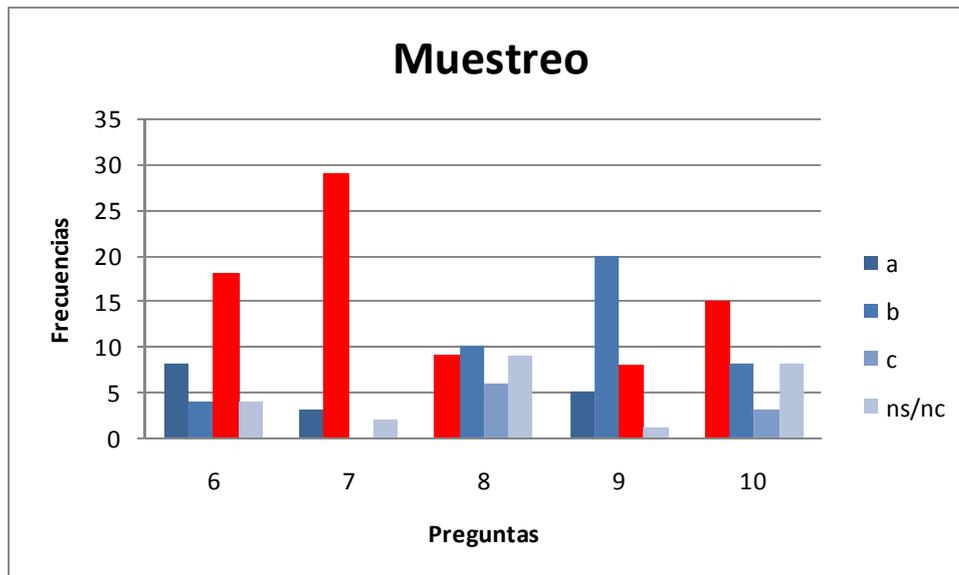
Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	12	100%
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0%
3) Pregunta sobre la media.	12	100%
4) Tipo de gráfico.	9	75%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	2	16,66%
6) Tamaño de la muestra.	10	83,33%
7) Diseño de muestreo.	11	91,66%
8) Muestreo aleatorio simple.	3	25%
9) Muestreo sistemático.	3	25%
10) IC para diferencia de medias.	5	41,66%
11) Contraste de hipótesis.	6	50%
12) Error tipo I.	7	58,33%
13) Nivel de significación.	5	83,33%
14) Correlación de Pearson.	10	83,33%
15) Contraste de bondad de ajuste.	2	16,66%
16) Análisis de la varianza.	3	25%
17) Modelo lineal simple.	9	75%
18) Residuos.	3	25%
19) ANOVA	0	0%
20) Residuos.	6	50%

Las preguntas que han acertado todos los alumnos son la 1 y la 3. La pregunta 2 no ha tenido ningún acierto. El bloque con mayor número de aciertos es el ME y el de menos aciertos el MGL.

En las figuras 95, 96, 97 y 98 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.

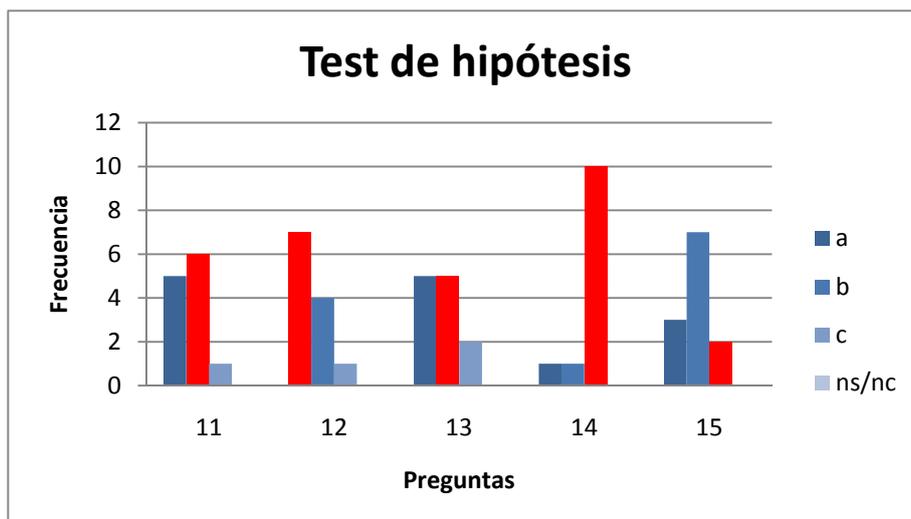


**Figura 95. Histograma de respuestas obtenidas en Navales en ED.**



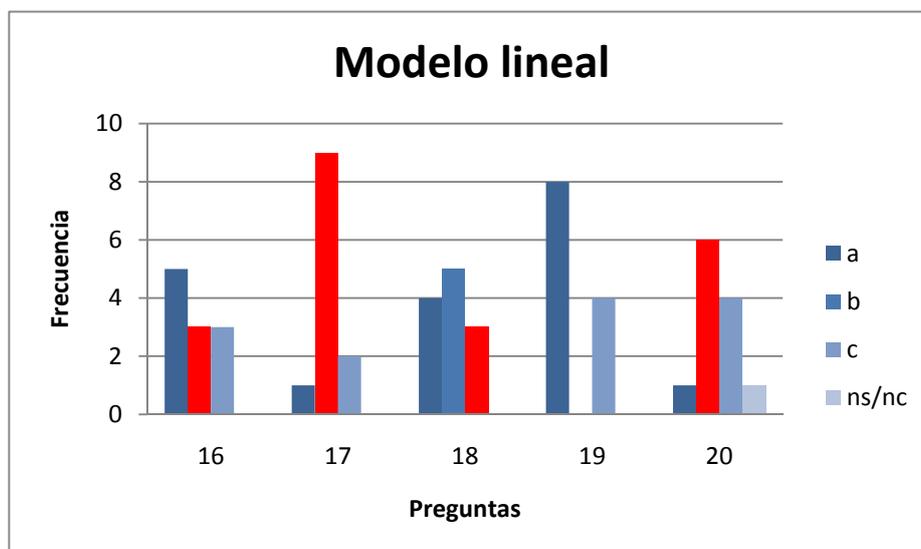
**Figura 96. Histograma de respuestas obtenidas en Navales ME.**

En estos bloques la mayoría de las respuestas son correctas. Las cuestiones 2, 5, 8 y 9 presentan mayor número de errores y corresponden al cálculo de la mediana, al diagrama de cajas, al cálculo de tamaño de muestra para proporciones y la obtención de una muestra sistemática.



*Figura 97. Histograma de respuestas obtenidas en Navales TH.*

En este bloque, se escogieron respuestas correctas de forma mayoritaria sólo en los ítems 13 y 15. En el ítem 13, el mismo número de alumnos que respondieron correctamente respondió con el error más habitual. En el test de la  $\chi^2$  (ítem 15) la respuesta mayoritaria fue la más claramente incorrecta. No hay ítems sin respuesta.



*Figura 98. Histograma de respuestas obtenidas en Navales en MLG.*

Las preguntas con mayoría de respuestas acertadas son la 17 y la 20, que corresponden a la utilidad del modelo lineal y a las condiciones que deben cumplir los residuos del modelo. Éste bloque, junto con TH, tiene el menor número de preguntas no contestadas, junto con el de muestreo.

## 10.8. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (ETSI-TIC).

Sólo hay una titulación de 5 cursos en este grupo, Licenciado en Informática.

Ninguno, de los 19 alumnos encuestados, siguió la metodología de innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

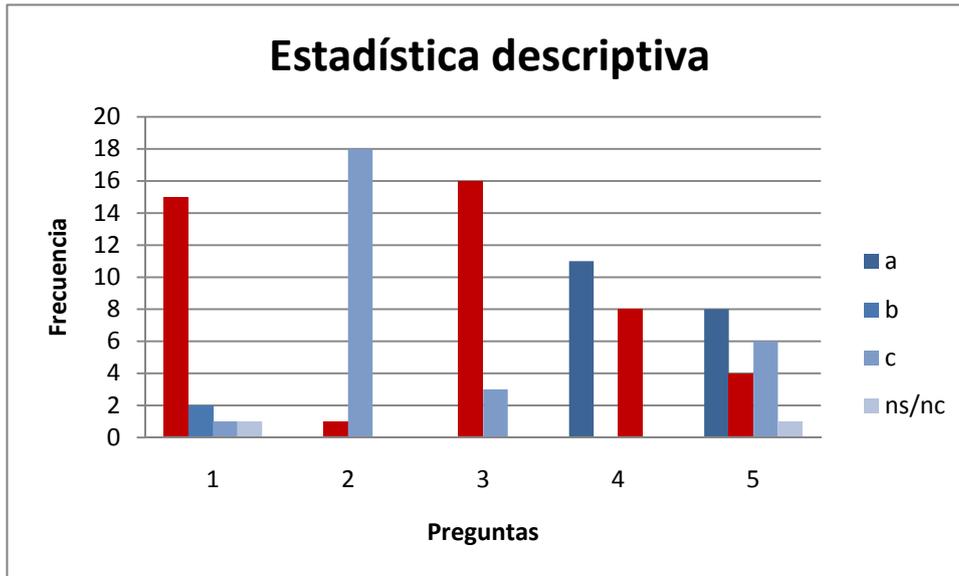
En la tabla 38 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 38. Resultados de la prueba realizada en Navales.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	15	78,95
2) Pregunta sobre la mediana.	1	5,26
3) Pregunta sobre la media.	16	84,21
4) Tipo de gráfico.	8	42,11
5) Diagrama de cajas y bigotes.	4	21,05
6) Tamaño de la muestra.	13	68,42
7) Diseño de muestreo.	16	84,21
8) Muestreo aleatorio simple.	7	36,84
9) Muestreo sistemático.	2	10,53
10) IC para diferencia de medias.	7	36,84
11) Contraste de hipótesis.	5	26,32
12) Error tipo I.	4	21,05
13) Nivel de significación.	2	10,53
14) Correlación de Pearson.	16	84,21
15) Contraste de bondad de ajuste.	4	21,05
16) Análisis de la varianza.	3	15,79
17) Modelo lineal simple.	11	57,89
18) Residuos.	5	26,32
19) ANOVA	4	21,05
20) Residuos.	1	5,26

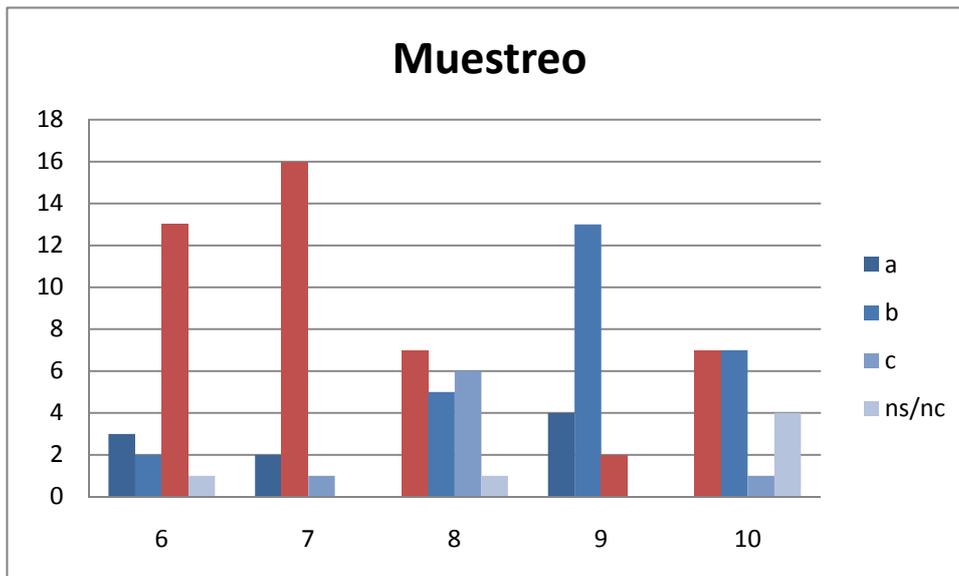
Los bloques ED y ME han sido los bloques con mayor número de aciertos. Hay 6 ítems con más de un 50% de aciertos. En este caso, se han demostrado conocimientos en los cuatro bloques temáticos. Destaca, respecto al resto de titulaciones, el gran número de aciertos que ha tenido la pregunta 14, correspondiente al bloque temático Test de hipótesis, que preguntaba sobre la correlación de Pearson. Los ítems con menor número de respuestas son el 1 y el 20.

En las figuras 98, 99, 100 y 101 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.



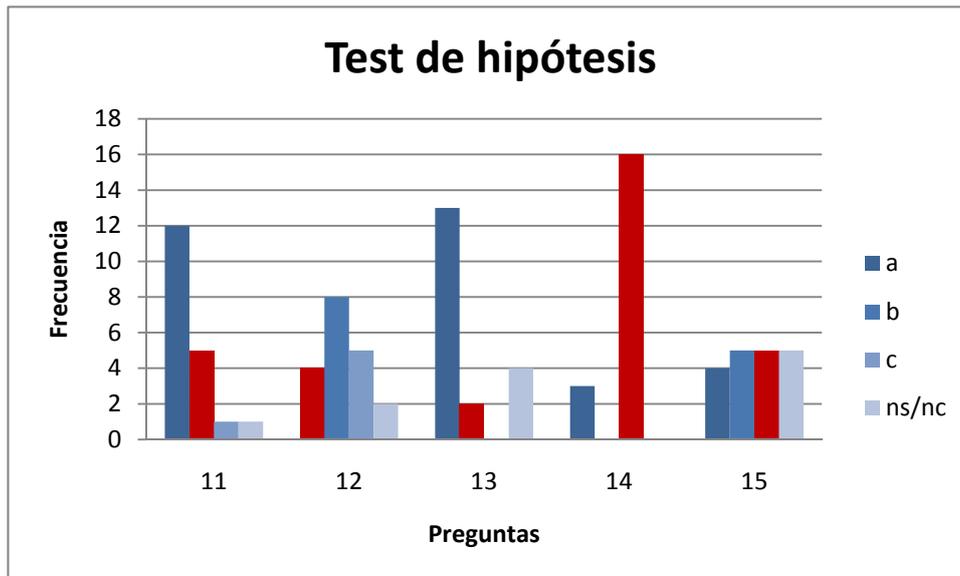
**Figura 98. Histograma de respuestas obtenidas en Informática en ED.**

Las preguntas con mayoría de respuestas erróneas se refieren a las cuestiones sobre cálculo de la mediana y representaciones gráficas.



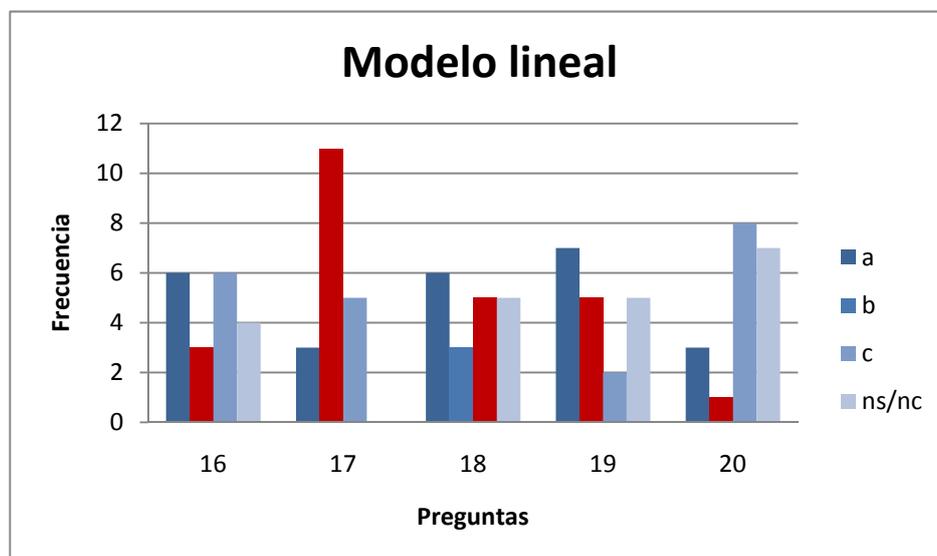
**Figura 99. Histograma de respuestas obtenidas en Informática en ME.**

La mayoría de las respuestas son correctas. La pregunta 9 presenta mayor número de errores y corresponde al cálculo de tamaño de muestra para proporciones. En el ítem 10 los alumnos han escogido en igual proporción los intervalos para muestras pareadas y los independientes.



**Figura 100. Histograma de respuestas obtenidas en Informática en TH.**

En este bloque, se escogieron respuestas incorrectas de forma mayoritaria sólo en el ítem 14, correspondiente al estadístico de correlación se acertó de forma mayoritaria. En el test de la  $\chi^2$  (ítem 15) la proporción de respuestas elegidas son similares, lo que induce a pensar que la respuesta se ofrece de forma aleatoria.



**Figura 101. Histograma de respuestas obtenidas en Informática en MLG.**

La pregunta con mayoría de respuestas acertadas es la 17 que corresponde a la utilidad del modelo lineal. El resto presenta selección de respuestas de forma aleatoria y falta de respuesta en muchas ocasiones.

### 10.9. Titulaciones de segundo ciclo en Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Construcción, Arquitectura e Ingeniería Civil (ETSI-CAIC).

Sólo hay una titulación de 2 cursos en este grupo, a la que se accede siendo ya un titulado, Geodesia y Cartografía.

Ninguno, de los 19 alumnos encuestados, siguió la metodología de innovación educativa cuando estudió la asignatura de Estadística.

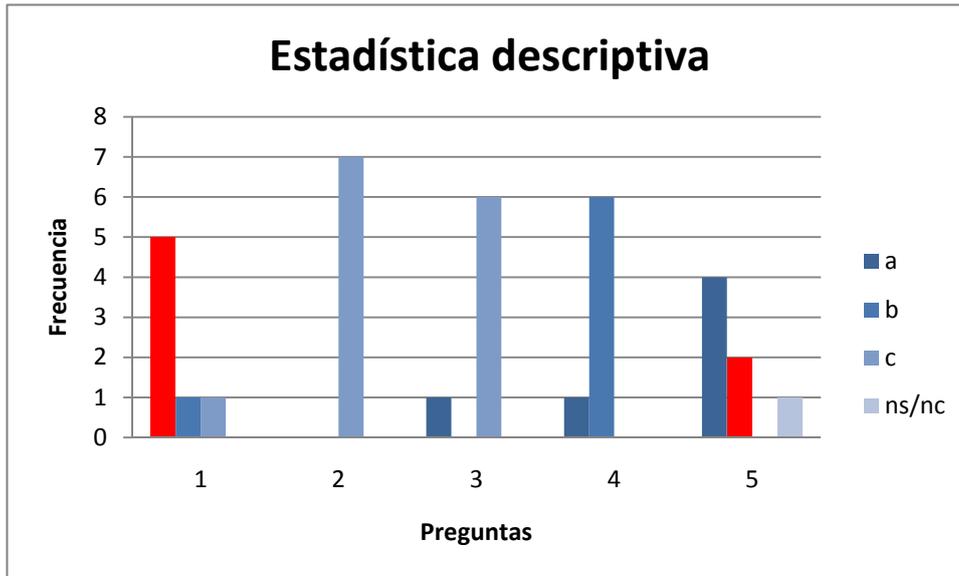
En la tabla 39 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 39. Resultados de la prueba realizada en Geodesia y Cartografía.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	5	71,43%
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0%
3) Pregunta sobre la media.	0	0%
4) Tipo de gráfico.	0	0%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	2	28,57%
6) Tamaño de la muestra.	3	42,86%
7) Diseño de muestreo.	5	71,43%
8) Muestreo aleatorio simple.	1	14,29%
9) Muestreo sistemático.	4	57,14%
10) IC para diferencia de medias.	1	14,28%
11) Contraste de hipótesis.	3	42,86%
12) Error tipo I.	3	42,86%
13) Nivel de significación.	2	28,57%
14) Correlación de Pearson.	6	85,71%
15) Contraste de bondad de ajuste.	2	28,57%
16) Análisis de la varianza.	1	14,28%
17) Modelo lineal simple.	5	71,43%
18) Residuos.	6	85,71%
19) ANOVA	2	28,57%
20) Residuos.	1	14,28%

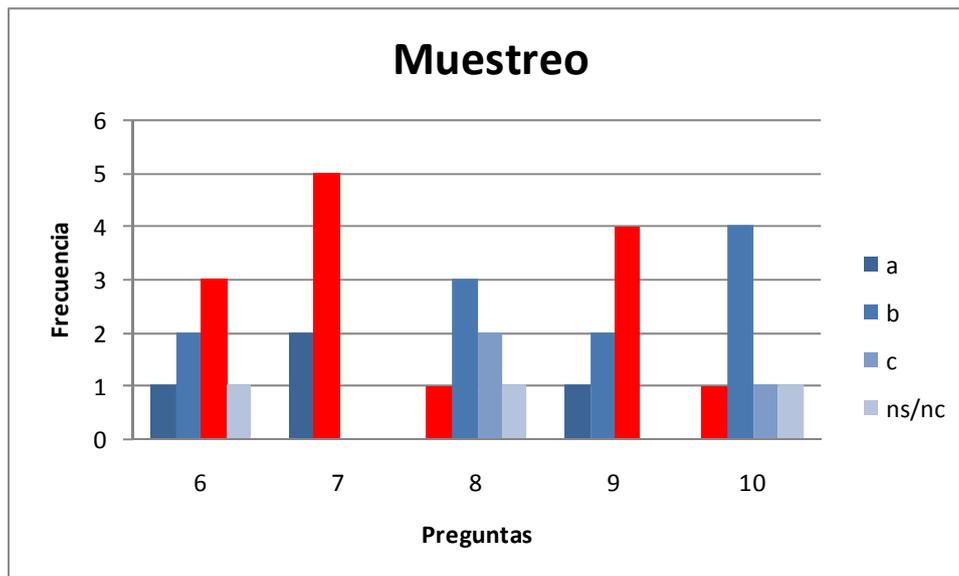
El bloque con mayor número de aciertos es TH. Hay 6 ítems con más de un 50% de aciertos. En este caso, se han demostrado mayores conocimientos en los bloques temáticos ME, TH y MGL. Los ítems que no recibieron respuestas correctas son el 2, 3 y 4, todos ellos de ED.

En las figuras 102, 103, 104 y 105 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.



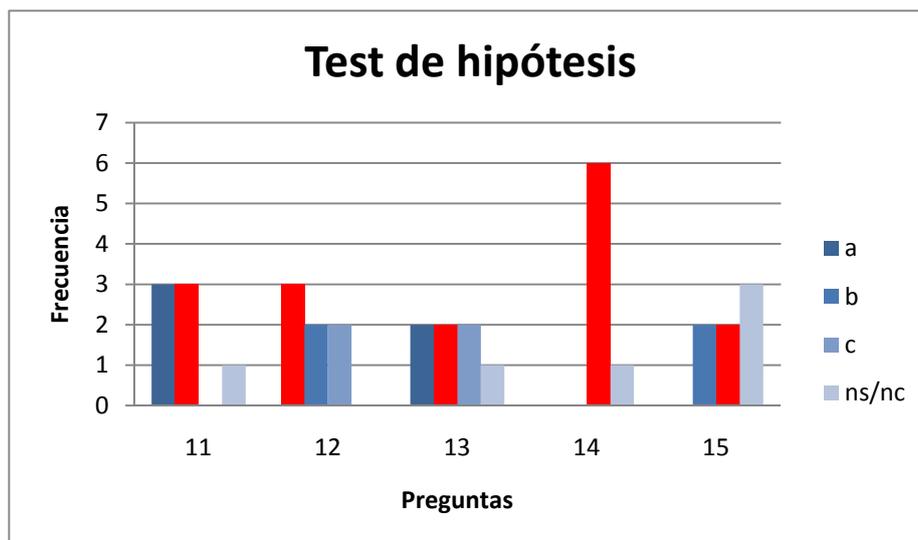
**Figura 102. Histograma de respuestas obtenidas en Geodesia y Cartografía en ED.**

La única pregunta con mayoría de respuestas correctas es la 1 que evalúa los conocimientos sobre tipos de variables.



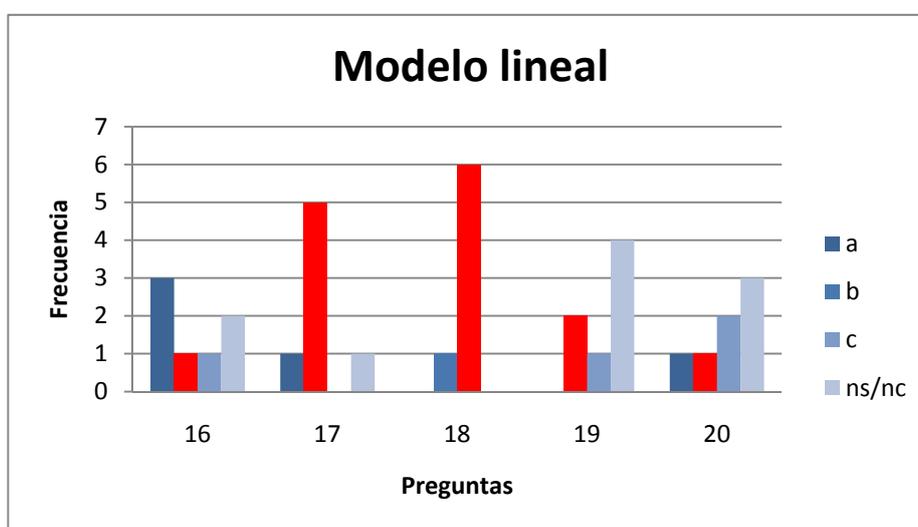
**Figura 103. Histograma de respuestas obtenidas en Geodesia y Cartografía en ME.**

La mayoría de las respuestas son correctas. La pregunta 8 y 10 presentan mayor número de errores y corresponden al cálculo de tamaño de muestra para proporciones y a intervalos de confianza.



**Figura 104. Histograma de respuestas obtenidas en Geodesia y Cartografía en TH.**

En este bloque, se escogieron respuestas correctas de forma mayoritaria sólo en los ítems 12 y 14, correspondientes al error de tipo I y al estadístico de correlación. En los ítems 11, 13 y 15 la proporción de respuestas elegidas entre varias opciones son similares, lo que induce a pensar que la respuesta se ofrece de forma aleatoria.



**Figura 105. Histograma de respuestas obtenidas en Geodesia y Cartografía en MLG.**

Las preguntas con mayoría de respuestas acertadas son la 17 y 18 que corresponden a la utilidad del modelo lineal y a la elección del modelo. Los conocimientos sobre el ANOVA son incorrectos en su mayoría (ítem 16). En las cuestiones 19 y 20 predominan los no contestados.

### 10.10. Escuelas Técnicas Superiores de Ingenierías en Tecnologías Agroforestales y Medioambientales (ETSI-TAM).

Sólo hay una titulación de 2 cursos en este grupo, a la que se accede siendo ya un titulado, Licenciatura en Ciencias Ambientales.

La encuesta la respondieron 7 alumnos que han seguido la metodología de innovación educativa.

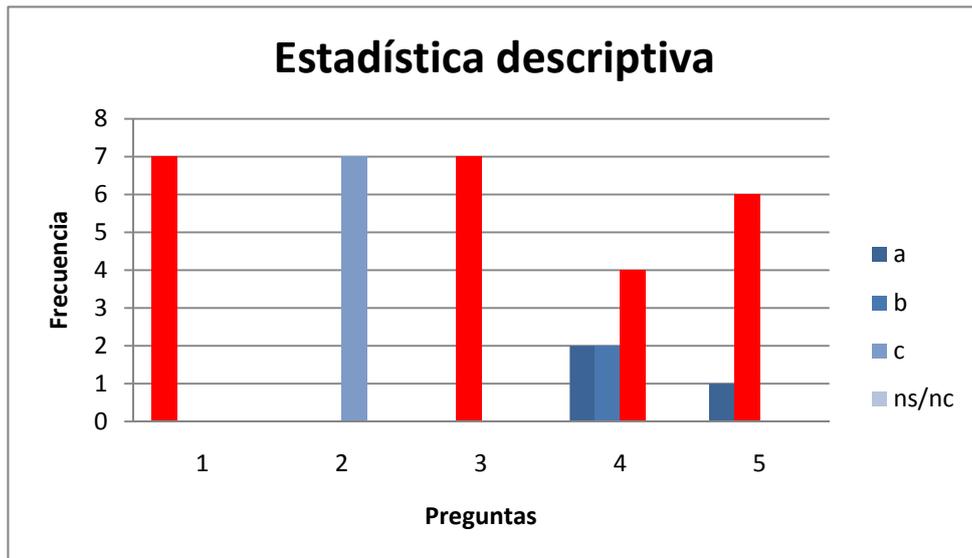
En la tabla 40 se recogen los resultados para esta titulación.

**Tabla 40. Resultados de la prueba realizada en Ciencias Ambientales.**

Pregunta	Aciertos	Porcentaje de aciertos
1) Tipo de variable estadística.	7	100%
2) Pregunta sobre la mediana.	0	0%
3) Pregunta sobre la media.	7	100%
4) Tipo de gráfico.	4	57,14%
5) Diagrama de cajas y bigotes.	6	85,71%
6) Tamaño de la muestra.	6	85,71%
7) Diseño de muestreo.	5	71,43%
8) Muestreo aleatorio simple.	1	14,29
9) Muestreo sistemático.	3	42,86%
10) IC para diferencia de medias.	4	57,14%
11) Contraste de hipótesis.	5	71,43%
12) Error tipo I.	2	28,57%
13) Nivel de significación.	0	0%
14) Correlación de Pearson.	7	100%
15) Contraste de bondad de ajuste.	1	14,28%
16) Análisis de la varianza.	2	28,57%
17) Modelo lineal simple.	4	57,14%
18) Residuos.	0	0%
19) ANOVA	0	0%
20) Residuos.	1	14,28%

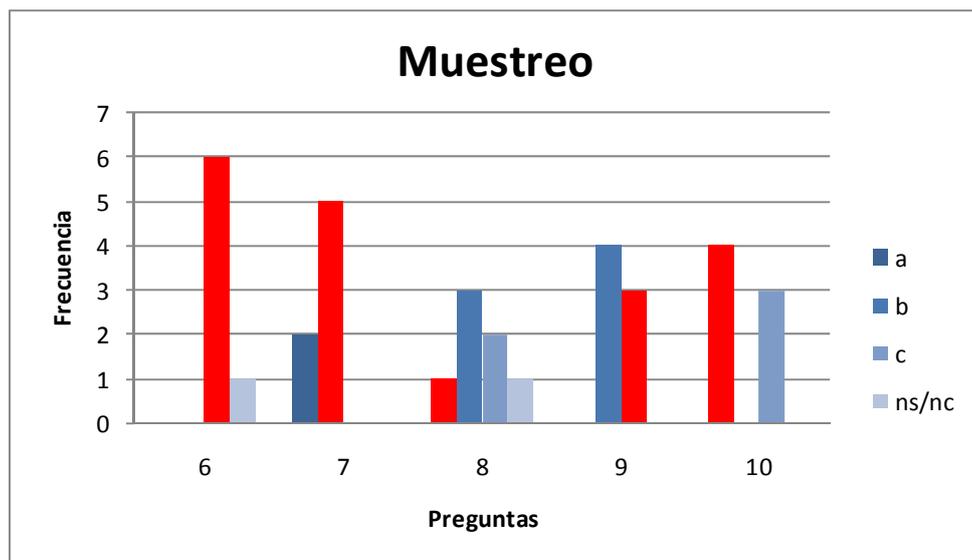
El bloque ED ha el de mayor número de aciertos. Hay 9 ítems con más de un 50% de aciertos. Hay 4 cuestiones sin ningún acierto. En este caso, se han demostrado conocimientos en los bloques temáticos ED, MD y TH.

En las figuras 106, 1007, 108 y 109 se muestran las respuestas obtenidas para las cuestiones de la prueba, correspondientes a cada uno de los bloques temáticos.



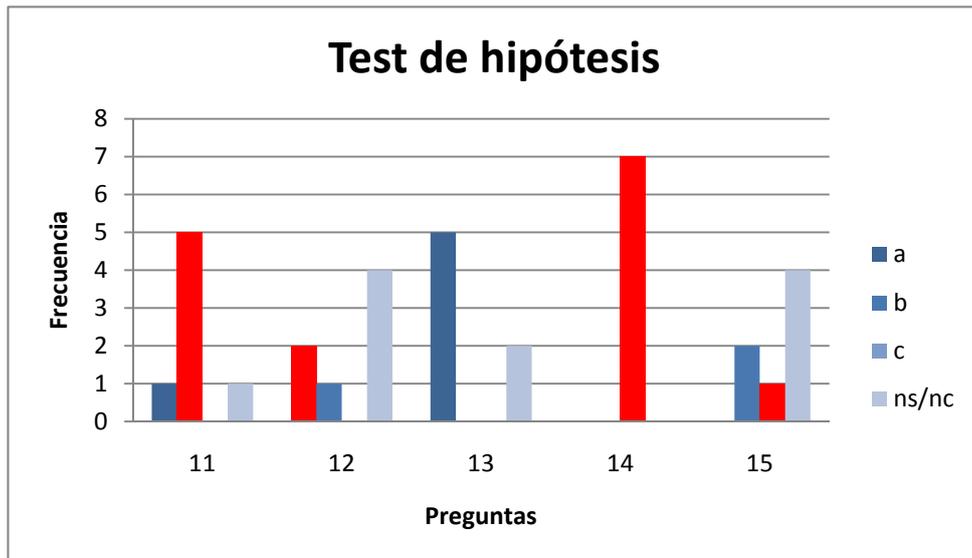
**Figura 106. Histograma de respuestas obtenidas en Ciencias Ambientales en ED.**

En el ítem 2 todos respondieron erróneamente, calculando la mediana como la de variable continua.



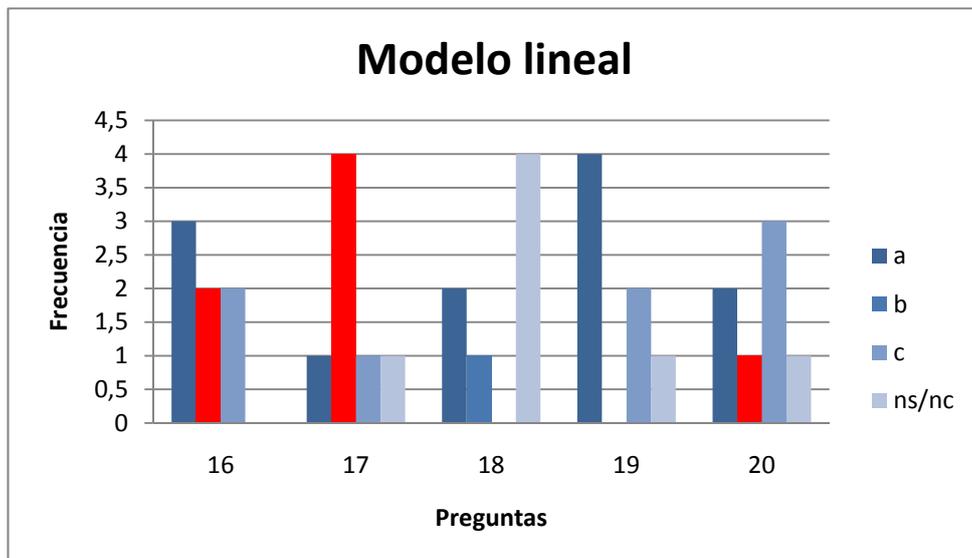
**Figura 107. Histograma de respuestas obtenidas en Ciencias Ambientales en ME.**

La mayoría de las respuestas son correctas. Las preguntas 8 y 9 presentan mayor número de errores y corresponde al cálculo de tamaño de muestra para proporciones y a la obtención de una muestra sistemática sobre un mapa.



**Figura 108. Histograma de respuestas obtenidas en Ciencias Ambientales en TH.**

En este bloque, se escogieron respuestas incorrectas de forma mayoritaria en los ítems 13 y 15, aunque hay mayoría de no contestados en 12 y 15. El caso más significativo es la confusión de nivel de significación con p-valor.



**Figura 109. Histograma de respuestas obtenidas en Ciencias Ambientales en MLG.**

La pregunta con mayoría de respuestas acertadas es la 17 que corresponden a la utilidad del modelo lineal. El resto presenta mayoría de errores que muestran la falta de conocimientos en este bloque.

## 11. RESULTADO GLOBAL.

En los análisis de los resultados de la prueba realizados por centros, se han podido apreciar algunos resultados homogéneos. No obstante, existen suficientes diferencias para que no sea posible tener una visión global de los resultados que permita realizar comparaciones entre titulaciones o grupos de titulaciones.

También se han detectado muchos resultados que inducen a considerar que algunos de los aciertos en las respuestas pueden ser producto del azar.

Por ello, para analizar los resultados globales de la prueba, se empleó la variable “calificación”.

La calificación se obtiene con la expresión:

$$C=0,5 \cdot (A- F/k-1)$$

donde,

A = nº de respuestas acertadas de las 20 que componen el cuestionario.

F = nº de fallos.

k = nº de opciones de la respuesta, 3 en este cuestionario.

C puede tomar valores entre -5 y 10.

Esta expresión garantiza que la calificación final obtenida no contabiliza los aciertos conseguidos por los alumnos si su respuesta es aleatoria.

Se analizaron las calificaciones de los alumnos de cada titulación.

En la tabla 41 se recogen los resultados estadísticos más importantes para cada titulación analizada. Las titulaciones se han identificado con el grupo de enseñanzas técnicas al que pertenecen.

Se incluye en la misma: el número de encuestas realizadas (n); el número medio de egresados de los tres últimos años o, en su defecto, los del último curso (N), la fracción de muestreo ( $f = n/N$ ); el número total de aciertos (A); la media del porcentaje de aciertos (MA%); la calificación media (M); la desviación típica de la calificación (DT)

**Tabla 41. Resultados de la prueba realizada en las diferentes titulaciones.**

GRUPO	TITULACIONES	n	N	f	A	%MA	M	DT
-------	--------------	---	---	---	---	-----	---	----

CAIC	Obras Publicas	24	182	0,132	161	33,54	1,13	1,4409
CAIC	Topografía	12	68	0,176	99	42,54	2,50	1,2432
TAM	Agrícolas	30	122	0,246	226	37,70	0,86	1,5337
TAM	Forestales	36	67	0,537	283	39,30	1,67	1,2201
TI	Ind. Electricidad	6	37	0,162	44	36,67	1,33	1,7369
TI	Ind. Electrónica	20	73	0,274	168	42,00	1,81	1,1751
TI	Ind. Mecánica	17	107	0,159	86	25,29	1,07	1,4218
TI	Ind. Química	15	42	0,357	95	31,67	1,32	1,3610
TI	Aeronáutica	60	200	0,3	486	40,28	1,50	1,5888
TIC	Informática de Sistemas	12	12	1	47	19,58	0,52	1,1254
TIC	Teleco. Sist Electrónicos	15	47	0,319	111	37,00	1,88	1,0892
TIC	Teleco. Sist Teleco	15	40	0,375	118	39,33	1,95	0,9316
TIC	Teleco. Sonido e Imagen	19	57	0,333	128	33,69	1,18	1,1898
TIC	Teleco. Telemática	23	49	0,469	164	35,65	1,61	1,4613
D	INEF	27	170	0,16	206	39,26	1,69	1,0755
TAM	Agrónomos	25	199	0,126	199	39,80	1,46	1,2304
TI	Aeronáuticos	34	200	0,17	258	38,68	1,79	1,4117
TI	Industriales	88	350	0,251	724	41,14	1,75	1,6275
TI	Minas	12	112	0,107	72	40,00	1,86	1,3469
TI	Navales	12	44	0,273	117	50,83	2,35	2,0656
TIC	Informática	19	230	0,083	144	37,89	1,24	1,3423
TAM	Montes	31	110	0,282	283	45,53	1,87	1,5219
CAIC	Geodesia y Cartografía	8	68	0,118	62	44,28	2,39	1,0690
TAM	Ambientales	7	29	0,241	69	49,28	2,96	1,2368

En Ingeniería Naval se ha obtenido el mayor porcentaje medio de aciertos, un 50,83%. El menor corresponde a Informática de Sistemas, sólo un 19,58% de aciertos. También se ha obtenido la menor calificación media en esta titulación (0,52). En la Licenciatura de Ciencias Ambientales han conseguido la mayor calificación media (2,96).

La mayor variabilidad en las calificaciones corresponde a la titulación de Navales y la menor a Sistemas de Telecomunicaciones.

La media de las calificaciones medias es de 1,67 y la media de sus desviaciones típicas es de 1,3493.

Se han realizado contrastes de bondad de ajuste para la variable calificación en cada una de las titulaciones. Se ha empleado es el test de Kolmogorov-Smirnov con un nivel de confianza del 95%. El menor p-valor obtenido en estos contrastes es de 0,2907 para la Licenciatura de Ciencias Ambientales. Con estos resultados, no podemos rechazar que la variable "calificación de la prueba" siga una distribución Normal.

Si la distribución de las variables es Normal, para caracterizarla sólo son necesarios su media y su desviación típica, por lo que no es preciso obtener ningún otro estadístico.

En la tabla 42 se recogen los errores que pueden producirse en la estimación de la calificación media, así como los límites inferior y superior del Intervalo de confianza al nivel del 95%.

**Tabla 42. Errores de la estimación de calificaciones medias en las diferentes titulaciones.**

GRUPO	TITULACIONES	ERROR ESTANDAR	ERROR DE MUESTREO	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
CAIC	Obras Publicas	0,4041	0,7439	0,9348	3,8509
CAIC	Topografía	0,4675	0,7981	1,4001	4,5285
TAM	Agrícolas	0,2941	0,5371	0,0723	2,1777
TAM	Forestales	0,3589	0,6383	1,8617	3,1383
TI	Ind. Electricidad	0,2800	0,4766	-0,0758	1,7924
TI	Ind. Electrónica	0,2033	0,2711	1,1422	2,2050
TI	Ind. Mecánica	0,7091	1,2721	0,0612	2,6054
TI	Ind. Química	0,2628	0,4388	1,3737	2,2513
TI	Aeronáutica	0,3448	0,6199	0,4536	1,6934
TIC	Informática de Sistemas	0,3514	0,5522	0,7644	1,8689
TIC	Teleco. Sist Electrónicos	0,2051	0,3364	0,8449	2,1634
TIC	Teleco. Sist Teleco	0,3249	0,6368	-0,7272	1,7689
TIC	Teleco. Sonido e Imagen	0,2812	0,4548	1,4285	2,3381
TIC	Teleco. Telemática	0,2405	0,3727	1,5773	2,3227
D	INEF	0,2730	0,4368	0,7474	1,6210
TAM	Agrónomos	0,3047	0,4350	1,1737	2,0437
TI	Aeronáuticos	0,2070	0,3718	0,9564	2,4139
TI	Industriales	0,2461	0,4510	0,5760	2,3440
TI	Minas	0,2421	0,4323	0,9394	2,6341
TI	Navales	0,1735	0,2942	1,4530	2,0414
TIC	Informática	0,4490	0,8315	0,2313	3,4909
TAM	Montes	0,5963	0,9967	0,4007	4,3076
CAIC	Geodesia y Cartografía	0,3080	0,5781	0,6587	1,8150
TAM	Ambientales	0,2733	0,4540	1,4169	2,3250

Los mayores errores estándar corresponden a la titulación de Industriales especialidad en Mecánica y a Ingenieros de Montes, lo que conduce a intervalos de confianza de mayor amplitud para la estimación.

A continuación se realiza un análisis estadístico por tipo de titulación, considerando tres tipos: las titulaciones de tres cursos (EU), las titulaciones de cinco o seis (ETS) y por último las titulaciones de segundo ciclo (CICLO II).

No hay diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los tres grupos (el p-valor del test de Levene es 0,3424).

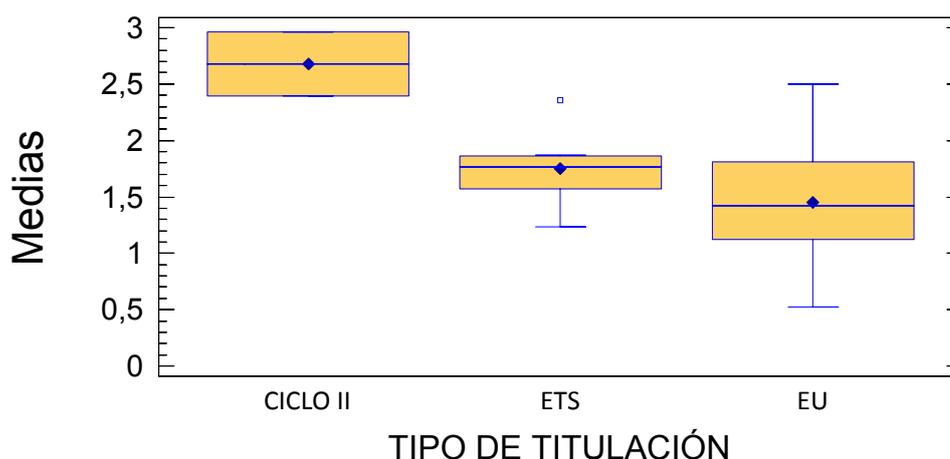
Con el resultado del ANOVA se puede rechazar la igualdad de medias entre las calificaciones por tipo de titulación (p-valor de 0,0052). Con el contraste de rangos múltiples para medias se detectan diferencias entre las titulaciones de segundo ciclo y el resto.

En la tabla 43 se recogen los valores de la media, desviación típica, error estándar y coeficiente de variación de cada tipo.

**Tabla 42. Estadísticos para la “calificación media” de cada tipo de titulación.**

TIPO	NÚMERO	Media	DT	ES	CV
CICLO II	2	2,675	0,4031	0,2850	15,07
ETS	8	1,751	0,3242	0,1146	18,51
EU	14	1,452	0,5044	0,1348	34,73

Las diferencias detectadas entre los tipos de titulaciones se pueden apreciar mejor con el gráfico de cajas de la figura 110.



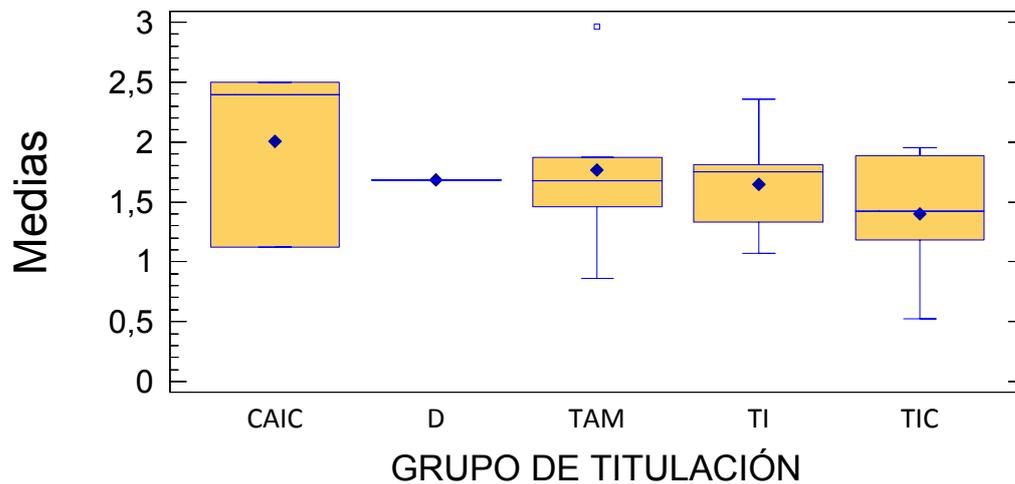
**Figura 110. Diagrama de cajas de las calificaciones para los tipos de titulación.**

Por último analizamos las diferencias de calificación media para las titulaciones según el grupo de estudios técnicos en que se pueden agrupar. Se consideran Construcción, Arquitectura e Ingeniería Civil (CAIC), Deportes (D), Tecnologías Agroforestales y Medioambientales (TAM), Tecnologías Industriales (TI) y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

No hay diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los cinco grupos (el p-valor del test de Levene es 0,7322).

Con el resultado del ANOVA no se puede rechazar la igualdad de medias entre las calificaciones por grupo de estudios (p-valor de 0,6377).

En la figura 111 se muestran los diagramas de cajas de la calificación media obtenida en los cinco grupos de estudios considerados.



**Figura 111. Diagrama de cajas de las calificaciones para los grupos de estudios.**

No se han encontrado relaciones significativas entre los resultados de la prueba para cada titulación y los créditos de la asignatura, el curso en que se imparte, ni su carácter (troncal u obligatorio).

## 12. VALIDEZ DE LOS RESULTADOS

Para verificar la validez de los análisis se ha procedido a evaluar los tamaños de muestra.

Se han calculado los tamaños de muestra mínimos que garantizan estadísticamente que las estimaciones de las calificaciones son fiables.

Con la desviación típica de cada titulación se calculó un tamaño de muestra inicial. Sabiendo que la calificación media para todas las titulaciones puede considerarse que tiene distribución Normal, se obtiene el tamaño mínimo necesario para cometer un error de 0,5 puntos como máximo y con un nivel de confianza del 95% en la estimación, considerando poblaciones infinitas. El tamaño de muestra inicial se calcula con la siguiente expresión:

$$n_0 = \left( \frac{1,96 \cdot DT}{0,5} \right)^2$$

Como el número de egresados no es alto en ninguna de las titulaciones será preciso obtener el tamaño muestral para poblaciones finitas en un muestreo sin reemplazamiento, que se obtiene con la expresión:

$$n^* = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Este último es el tamaño de muestra que garantiza una correcta estimación estadística. Como mínimo, éste es el número de alumnos que debería responder al cuestionario. Si se ha conseguido que en cada titulación el número de encuestas supere al tamaño calculado, los resultados de la estimación son válidos, desde el punto de vista estadístico.

Cuanto mayor sea la diferencia entre la muestra necesaria y la obtenida en realidad, menos fiables son los resultados.

En la tabla 43 se recogen las desviaciones típicas de la calificación media (DT), los tamaños de cada población o número medio de egresados (N), el tamaño de muestra inicial ( $n_0$ ), el tamaño de muestra que se debería obtener ( $n^*$ ) y el número de encuestas realmente conseguidas ( $n$ ).

**Tabla 43. Tamaños de muestra calculados para cada titulación.**

Titulación	DT	N	n <sub>0</sub>	n*	n
Obras Publicas	1,4409	182	31,9	28	24
Topografía	1,2432	68	23,7	18	12
Agrícolas	1,5337	122	36,1	28	30
Forestales	1,2201	67	22,9	18	36
Ind. Electricidad	1,7369	37	46,4	21	6
Ind. Electrónica	1,1751	73	21,2	17	20
Ind. Mecánica	1,4218	107	31,1	25	17
Ind. Química	1,3610	42	28,5	17	15
Aeronáutica	1,5888	200	38,8	33	60
Informática de Sistemas	1,1254	12	19,5	8	12
Teleco. Sist Electrónicos	1,0892	47	18,2	14	15
Teleco. Sist Teleco	0,9316	40	13,3	10	15
Teleco. Sonido e Imagen	1,1898	57	21,8	16	19
Teleco. Telemática	1,4613	49	32,8	20	23
INEF	1,0755	170	17,8	17	27
Agrónomos	1,2304	199	23,3	21	25
Aeronáuticos	1,4117	200	30,6	27	34
Industriales	1,6275	350	40,7	37	88
Minas	1,3469	112	27,9	23	12
Navales	2,0656	44	65,6	27	12
Informática	1,3423	230	27,7	25	19
Montes	1,5219	110	35,6	27	31
Geodesia y Cartografía	1,0690	68	17,6	14	8
Ambientales	1,2368	29	23,5	13	7

Según el cálculo del tamaño de muestra hay algunas titulaciones que necesitan aumentar el número de encuestas que se ha realizado.

Las titulaciones en las que no se han conseguido los números adecuados de encuestas y cuyo error de muestreo es superior a 0,5 puntos sólo son las siguientes:

- Industriales Mecánica, con un error de muestreo de 1,2721;
- Informática, con error de 0,8315,
- Topografía con error de 0,7981;
- Obras Publicas, con 0,7439 y
- Geodesia y Cartografía, con un error de 0,5781.

### 13. CONCLUSIONES

Los resultados del panel de expertos permitieron seleccionar los bloques temáticos de mayor importancia; así como, las cuestiones a incluir en el cuestionario. De este modo se redujeron a cuatro los ocho bloques iniciales: Estadística descriptiva; Probabilidad; Muestreo y estimación; Test de hipótesis (TH); El modelo lineal general (MLG); Diseño de experimentos; Procesos y Análisis Multivariante (AM). Los bloques escogidos para la prueba de conocimiento son:

- Estadística Descriptiva.
- Muestreo y Estimación.
- Test de Hipótesis.
- Modelo Lineal General.

Se determinó incluir 5 ítems por bloque, con un total de 20 cuestiones.

El análisis de los resultados de las pruebas de conocimiento mediante la variable “porcentaje de respuestas acertadas” refleja diferencias estadísticamente significativas entre las medias y las medianas de la variable. También se observan diferencias entre las varianzas. Los valores de medias y medianas están próximos entre sí, por lo que el porcentaje de aciertos en cada bloque se puede considerar una distribución bastante simétrica. La menor dispersión corresponde al bloque de regresión y la mayor variabilidad al bloque de descriptiva.

Analizando los bloques de forma independiente, no se puede rechazar la hipótesis de que los porcentajes de aciertos de los bloques de “Estadística Descriptiva” (ED), “Muestreo y Estimación” (ME) y “Modelo Lineal General” (MLG) sigan una distribución Normal al 95% de confianza. Se puede rechazar que los porcentajes de aciertos en las preguntas de Test de Hipótesis (TH) sigan una Normal, también al 95% de confianza.

La comparación de los bloques dos a dos refleja que el de mayor porcentaje de aciertos corresponde a la Estadística Descriptiva, aunque con una variabilidad muy alta. El siguiente bloque en número de aciertos es el de Muestreo y Estimación, con una variabilidad similar a la de ED. El siguiente bloque respecto al porcentaje de aciertos es el bloque de TH, siendo también el de mayor variabilidad en sus resultados. El peor resultado corresponde al bloque de Regresión o MLG, con una variabilidad de orden similar al bloque de ED.

En el bloque de ED, las preguntas con un mayor porcentaje de aciertos son la 1 y la 3 (tipo de variable y cálculo de la media), mientras que la de menor porcentaje corresponde a la pregunta 2 (representaciones gráficas).

Para el bloque ME los mayores porcentaje de aciertos están en las preguntas 6 y 7 (tamaño de muestra y diseño de muestreo) y los menores en los ítems 8, 9 y 10 (tipos de muestreo e intervalos de confianza).

En el bloque de TH, la única cuestión con un porcentaje de aciertos superior al 50% es la 14 (contraste de correlación de Pearson), 12, 13 y 15 no superan siquiera el 30% (error tipo I, nivel de significación y contraste  $\chi^2$ ).

Para el bloque MLG no existe ninguna cuestión con un porcentaje de aciertos por encima del 50%. La pregunta con mayoría de respuestas acertadas es la 17 que corresponden a la utilidad del modelo lineal. El resto presenta mayoría de errores que muestran la falta de conocimientos en este bloque.

En los análisis de los resultados de la prueba realizados por centros, se han podido apreciar algunos resultados homogéneos. No obstante, existen suficientes diferencias para que no sea posible tener una visión global de los resultados que permita realizar comparaciones entre titulaciones o grupos de titulaciones.

También se han detectado muchos resultados que inducen a considerar que algunos de los aciertos en las respuestas pueden ser producto del azar.

Por ello, para analizar los resultados globales de la prueba, se empleó la variable "calificación".

La mayor variabilidad en las calificaciones corresponde a la titulación de Navales y la menor a Sistemas de Telecomunicaciones.

Los mayores errores estándar corresponden a la titulación de Industriales especialidad en Mecánica y a Ingenieros de Montes, lo que conduce a intervalos de confianza de mayor amplitud para la estimación. Los errores de muestreo reflejan los mismos resultados en cuanto a las titulaciones con menores calificaciones, siendo los Ingenieros Industriales especialidad en Electrónica y los Ingenieros Navales los que alcanzan las mejores calificaciones.

El análisis de los resultados por tipo de titulación (EU, ETS y CICLOII) refleja mejores calificaciones en el caso de las titulaciones de segundo ciclo (CICLOII) y similares resultados para ETS y EU, aunque con mayor variabilidad en el caso de las titulaciones de tres cursos (EU).

Por último, se analizaron las calificaciones según el ámbito profesional de la titulación. En este caso las mejores calificaciones se detectan en el ámbito de la Construcción, Arquitectura e Ingeniería Civil y los peores en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

## 14. Agradecimientos

Este estudio está financiado por la AGENCIA DE CALIDAD, ACREDITACIÓN Y PROSPECTIVA DE LAS UNIVERSIDADES DE MADRID (ACAP).

Los profesores y miembros de la Dirección de los Centros de la UPM que se detallan a continuación han contribuido a la realización de este estudio, facilitando la realización de la prueba entre sus alumnos.

### *UPM – Ciudad Universitaria*

- ETSI Aeronáuticos  
Subdirector Jefe de Estudios Pablo Rodríguez de Francisco
- EUIT Aeronáutica  
Subdirector Jefe de Estudios Javier Crespo Moreno
- ETSI Agrónomos  
Subdirector Jefe de Estudios Arturo Serrano Bermejo  
Profesorado: Aurelio Villa Dpto. de Economía y Ciencias Sociales Agrarias
- EUIT Agrícola  
Subdirector OA Juan Manuel Arroyo Sanz. Adjunta a la dirección para calidad e innovación educativa: Concepción Iglesias González.
- ETSI de Montes  
Profesorado: M<sup>a</sup> Carmen Avilés Palacios Dpto. de Economía y Gestión Forestal. Miguel Aguilar Larrucea Dpto. de Ingeniería Forestal.
- EUIT Forestal  
Subdirector OA Santiago Villegas Ortiz de la Torre.  
Profesorado: Germán Glaría Galcerán Dpto. Proyectos y Planificación Rural.
- INEF  
Vicedecano Jefe de Estudios: Francisco Fuentes Jiménez.

### *UPM – Campus Sur*

- EUIT de Telecomunicación:  
Subdirector de OA: Javier Hernández Bermejo
- EU Informática:  
Subdirectora de OA.: Montserrat Viñas

Profesorado: M<sup>a</sup> Araceli Lorenzo Prieto Depto. Arquitectura y Tecnología de Computadores:

Secretaria: Natividad Biedma Ruiz

➤ ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía

Directora: Rosa Chueca

Subdirector de Estudiantes y Relaciones con Empresas: Julián Aguirre

#### *UPM – Madrid*

➤ EUIT Industrial

Adjunto de Gestión Académica: Teodoro Adrada

Profesorado de asignaturas de “Administración de empresas”; “Seguridad y Salud”; “Sistemas mecánicos”; “Topografía y Construcción”,

Especialmente al profesor Álvaro Ramírez Gómez del Departamento de Expresión Gráfica Industrial.

➤ EUIT de Obras Públicas

Subdirector de O.A y Profesorado: Javier Olmedo Armada

➤ ETSI Industriales

Secretario y Coordinador de Innovación Educativa: Gabriel Pinto Cañón.

➤ ETSI de Minas

Subdirector de O. A.: José Luis Parra Alfaro

➤ ETSI de Navales

Subdirector de Jefe de Estudios Honorio Sierra Cano

#### *UPM – Campus Montegancedo*

➤ Facultad de Informática

Vicedecano de Alumnos: Xavier Ferré Grau

A todos ellos, nuestro agradecimiento por su apoyo y cordial acogida.

# Evaluación del aprendizaje de conocimientos de estadística en titulaciones de la universidad

La inminente adaptación de los estudios universitarios al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) hace necesario replantear los conocimientos, así como las capacidades y destrezas que con ellos deben adquirir los alumnos de la UPM en las distintas materias que figuren en los planes de estudios de cada titulación.

En este estudio se afronta el caso concreto de la Estadística, el RD1393/2007 que regula las enseñanzas universitarias oficiales, contempla esta materia como “de formación básica de la ingeniería”. Por tanto, el presente informe aborda el análisis de sus contenidos y del aprendizaje de los mismos por los alumnos de la Universidad Politécnica de Madrid, lo que adquiere especial relevancia para establecer los conocimientos mínimos comunes que se deben adquirir para el desarrollo de las actividades propias en ingeniería y arquitectura.



[www.madrid.org](http://www.madrid.org)



Alcalá, 21. 3º izq. 28014 Madrid  
Tel 917 012 550 - Fax 915 231 489  
[acap@madrid.org](mailto:acap@madrid.org)  
[www.madrid.org/acap](http://www.madrid.org/acap)