

## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

<b>Datos de la asignatura</b>	
Nombre	<b>Metrología</b>
Código	<b>AIM16</b>
Titulación	<b>Grado en Ingeniería Electromecánica</b>
Curso	<b>4º</b>
Cuatrimestre	<b>1º</b>
Créditos ECTS	<b>4,5 ECTS</b>
Carácter	<b>Obligatoria Común</b>
Departamento	<b>Ingeniería Mecánica</b>
Área	<b>Mecánica</b>
Universidad	<b>Comillas</b>
Horario	
Profesores	<b>María Ana Sáenz Nuño, Raquel Coloma Castaño, Alfonso Fernández Marín, Raquel Lorente</b>
Descriptor	

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>María Ana Sáenz Nuño</b>
Departamento	<b>Ingeniería Mecánica</b>
Área	<b>Mecánica</b>
Despacho	<b>D-118</b>
e-mail	<b>msaenz@comillas.edu</b>
Horario de Tutorías	<b>A definir al comenzar el curso</b>

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>Raquel Coloma Castaño</b>
Departamento	<b>Ingeniería Mecánica</b>
Área	<b>Mecánica</b>
Despacho	
e-mail	
Horario de Tutorías	<b>Previa cita con el profesor</b>

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
Nombre	<b>Alfonso Fernández Marín</b>
Departamento	<b>Ingeniería Mecánica</b>
Área	<b>Mecánica</b>

<b>Despacho</b>	
<b>e-mail</b>	
<b>Horario de Tutorías</b>	<b>Previa cita con el profesor</b>

<b>Datos del profesorado</b>	
<b>Profesor</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Raquel Lorente Pedreille</b>
<b>Departamento</b>	<b>Ingeniería Mecánica</b>
<b>Área</b>	<b>Mecánica</b>
<b>Despacho</b>	
<b>e-mail</b>	
<b>Horario de Tutorías</b>	<b>Previa cita con el profesor</b>

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

### Contextualización de la asignatura

#### Aportación al perfil profesional de la titulación

En el perfil profesional del graduado en Ingeniería Electromecánica esta asignatura pretende dotar al alumno de los conocimientos básicos para poder realizar un estudio experimental básico en el área de la Metrología Industrial, tanto de verificación y conformidad con los requisitos, como de calibración y verificación en un sistema de Calidad. Igualmente, los alumnos adquieren los conocimientos básicos de Metrología Legal y Científica de aplicación en la Industria.

Al finalizar el curso los alumnos serán capaces de determinar si una pieza cumple el plano del diseñador en sus dimensiones y geometrías, para evaluar la calidad conformada, desarrollando procesos de control básicos utilizados en la Industria, podrán calibrar y verificar instrumentos sencillos dentro de un sistema de verificación de la Calidad, tendrán unos conocimientos totalmente actualizados del estado de la técnica y de la normativa aplicable en ese momento en la Industria, conocerán las nuevas técnicas a punto de implantarse en el mercado.

Además, esta asignatura tiene un carácter mixto teórico-práctico por lo que a los componentes teóricos se les añaden los de carácter práctico orientados a la resolución de cuestiones numéricas en las que se ejercitaran los conceptos estudiados.

#### Prerrequisitos

No existen prerrequisitos que de manera formal impidan cursar la asignatura. Sin embargo, por estar inmersa en un plan de estudios sí se apoya en conceptos vistos con anterioridad en asignaturas precedentes:

Expresión gráfica

- Acotación de planos

Electrónica general

- Tratamiento de la señal y filtrado.

Métodos estadísticos de la ingeniería

### Competencias - Objetivos

#### Competencias Genéricas del título-curso

CG3. Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG4. Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CG8. Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.

<b>Competencias Específicas</b>
<b>CEM8. Conocimiento aplicado de sistemas y procesos de fabricación, metrología y control de calidad.</b>

<b>Resultados de Aprendizaje<sup>1</sup></b>
RA1. Utilizar sistemas e instrumentos de medida dentro del ámbito de la metrología dimensional
RA2. Calcular la incertidumbre de un proceso de medida
RA3. Desarrollar procedimientos de calibración de instrumentos de medida.
RA4. Realizar prácticas de laboratorio y ordenador relacionadas.
RA5. Manejar la terminología técnica relativa a la metrología.

---

<sup>1</sup> Los resultados de aprendizaje son indicadores de las competencias que nos permiten evaluar el grado de dominio que poseen los alumnos. Las competencias suelen ser más generales y abstractas. Los R.A. son indicadores observables de la competencia

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos –

#### BLOQUE 1: Teoría

Las líneas básicas contenidas en el programa se articulan alrededor de los conceptos fundamentales de la Metrología.

##### **Tema 1: Fundamentos de metrología.**

- 1.1 Sistema internacional de unidades.
- 1.2 Definición de las unidades fundamentales. Real Decreto. Notación normalizada.
- 1.3 Vocabulario y conceptos metroológicos importantes (VIM).

##### **Tema 2: Metrología industrial**

- 2.1 Instrumentos de medida dimensionales y sus propiedades metroológicas.
- 2.2 Medidas directas e indirectas. Medición con instrumentos básicos.
- 2.3 Control de tolerancias.
  - 2.3.1 Tolerancias dimensionales. Sistema ISO.
  - 2.3.2 Tolerancias geométricas y defectos de forma. Sistemas clásicos de control.
  - 2.3.3 Tolerancias microgeométricas y ondulación. Patrones de rugosidad. Nanometrología.
- 2.4 Tolerancias en los ajustes roscados.
- 2.5 Tolerancias en los engranajes. Procesos de control básicos.

##### **Tema 3: Metrología Científica.**

- 3.1 Conceptos de trazabilidad, calibración y verificación industrial.
- 3.2 Patrones nacionales de medida de las unidades básicas. Concepto de trazabilidad. Patrones en Metrología Dimensional.
- 3.3 Laboratorios Nacionales de Metrología (NMI).  
Superficies planas de referencia y medida materializadas de longitud. Simulación de
- 3.4 DATUMS en la medición. Coherencia de un Sistema de Calibración.
- 3.5 Metrología Láser

##### **Tema 4: Metrología legal.**

- 4.1 Conceptos y definiciones.
- 4.2 OIML y recomendaciones. Organismos notificados. Organismos de control metroológico. Organismos de verificación metroológica.

##### **Tema 5: Variabilidad de las medidas.**

- 5.1 Introducción
- 5.2 Causas de error en la medición. Concepto de incertidumbre. Contribuciones tipo A y tipo B a la incertidumbre.
- 5.3 Corrección de medidas. Cálculo de la incertidumbre de los procesos de control según la GUM.

##### **Tema 6: Calidad en metrología dimensional**

- 6.1 Aseguramiento de la calidad en un laboratorio (ISO 17025). Organización de un laboratorio de Metrología Dimensional.
- 6.2 Trazabilidad de resultados e intercomparaciones.
- 6.3 Normalización, certificación y acreditación de laboratorios de Metrología Dimensional.
- 6.4 Comités nacionales e internacionales.
- 6.5 Situación actual de la Metrología en España y en el mundo

#### BLOQUE 2: Laboratorio

Las líneas básicas contenidas en el programa se articulan alrededor de los conceptos fundamentales de la práctica de la asignatura.

##### **Práctica 1: Calibración de instrumentos sencillos y automatización.**

Calibres, micrómetros, goniómetros o comparadores mecánicos.

##### **Práctica 2: Control de ajustes roscados.**

<b>Práctica 3: Metrología de precisión.</b>
3.1 Metrología 2D. Máquina de visión. 3.2 Metrología de defectos de forma. 3.3 Calidad superficial. 3.4 Perfilometría.
<b>Práctica 4: Metrología 3D.</b>
4.1 Brazos de medición por contacto. Medición in situ y offline. 4.2 Brazos de medición sin contacto. Metrología láser. Medición in situ y offline.
<b>Práctica 5: Medición convencional de piezas.</b>
5.1 Instrumentos convencionales. 5.2 Cálculo de incertidumbre de medición.

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará teniendo en cuenta la actividad del alumno como factor prioritario. Ello implicará que tanto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

### Metodología Presencial: Actividades

1. **Lección expositiva.** El profesor explicará los conceptos fundamentales de cada tema incidiendo en lo más importante. Se hará especial hincapié en el significado de las ecuaciones y su aplicación. Seguidamente se resolverán diversos ejemplos prácticos.
2. **Resolución en clase de problemas propuestos.** En estas sesiones se explicarán, resolverán y analizarán problemas de un nivel similar al encontrado en los exámenes de cada tema previamente propuestos por el profesor y trabajados por el alumno.
3. **Tutorías.** Se realizarán en grupo o individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas.

### Metodología No presencial: Actividades

1. Estudio individual y personal por parte del alumno de los conceptos expuestos en las lecciones expositivas. Se empleará para ello el material presentado en transparencias y los apuntes de la asignatura.
2. Análisis de problemas resueltos en clase y cuyas dudas se aclararán en las tutorías.
3. Resolución de problemas propuestos y exámenes de cursos anteriores. Las dudas surgidas se atenderán en las tutorías.

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los problemas.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Cierres de temas	Evaluación
24	7	6	6
HORAS NO PRESENCIALES			
Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos	Trabajo autónomo sobre problemas	Preparación de pruebas de evaluación	Consolidación de cierres de temas
17	42	4	1
CRÉDITOS ECTS:			4,5 (135 horas)

Lab.
12

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Realización de exámenes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dos exámenes intercuatrimestrales</li> <li>• Examen Final</li> <li>• Examen práctico de laboratorio (opcional)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> <li>- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.</li> <li>- Presentación y comunicación escrita.</li> </ul>	60%
Evaluación continua <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pruebas realizadas en clase (7 pruebas de 30 minutos)</li> <li>• Informes y trabajo de laboratorio</li> <li>• Ejercicios propuestos para entregar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensión de conceptos.</li> <li>- Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos.</li> </ul>	40%

### Calificaciones.

#### Calificaciones

La calificación en la **convocatoria ordinaria** de la asignatura se obtendrá como:

- Un 60% la calificación de los exámenes. La calificación del examen final supondrá un 40% de la calificación final en la asignatura mientras que la calificación de los intercuatrimestrales supondrá un 15% y el del laboratorio otro 5% (si lo hubiera).
- Un 40% será la evaluación continua, compuesta de la calificación de las pruebas de seguimiento un 10%, informes de laboratorio un 20%, ejercicios de clase individuales y en grupo un 10%.

La inasistencia a más del 15% de las horas presenciales de esta asignatura puede tener como consecuencia la imposibilidad de presentarse a la convocatoria ordinaria de esta asignatura.

#### Convocatoria Extraordinaria

Existen dos opciones, aplicándose la que produzca mayor calificación. Las dos opciones se basan en la calificación del examen extraordinario junto con la consideración, en mayor o menor medida, de las pruebas de seguimiento (evaluación continua):

##### **Opción A:**

- Un 20% la calificación que obtuvo el alumno en los informes de laboratorio.
- Un 20% la calificación de la evaluación continua (pruebas intermedias y ejercicios).
- Un 60% la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.

##### **Opción B:**

- Un 20% la calificación que obtuvo el alumno en los informes de laboratorio.
- Un 10% la calificación de la evaluación continua (pruebas intermedias y ejercicios).

- Un 70% la calificación del examen de la convocatoria extraordinaria.

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA<sup>2</sup>

Actividades No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lectura de las transparencias que se exponen en clase</li> </ul>	Antes de la clase	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de las transparencias expuestas en clase</li> </ul>	Después de la clase	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Complemento del estudio de las transparencias con el material recomendado por el profesor para cada tema</li> </ul>	Después de la clase	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intento de resolución de los problemas a realizar en clase</li> </ul>	Antes de la clase	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión y estudio de los problemas resueltos en clase</li> </ul>	Después de la clase	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Intento de resolución de los problemas no realizados en clase. Consulta de la solución publicada en el Portal de Recursos y solicitud de tutoría si es preciso.</li> </ul>	Periódicamente cada semana	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de las pruebas que se realizarán durante las horas de clase</li> </ul>	Al finalizar cada tema	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación de Examen intercuatrimestral y final. Se trabajará especialmente sobre el “cierre” de los temas correspondientes realizado por el profesor en clase.</li> </ul>	Octubre y Diciembre	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparación las prácticas de laboratorio</li> </ul>	Antes de la sesión de laboratorio	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de los informes de prácticas y su entrega</li> </ul>	Durante la sesión de laboratorio	

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- Material en Moodle.

### Bibliografía Complementaria

- Normativa UNE e ISO.

<sup>2</sup> En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

## **FICHA RESUMEN**

Ver páginas siguientes.

Sesión	Contenido	Actividad					Dedicación (h)		
		Tema	Actividad Formativa Presencial	EJ.	Actividad formativa no presencial	EJ.	Entrega	Presen.	No prese
1	Introducción a la asignatura Método de evaluación		Teoría		Estudio teoría Repaso acotación.			1	1
2	Introducción (Unidades y notación)	1.1 1.2	Teoría		Estudio teoría			1	1
3	Conceptos importantes en metrología VIM	1.3	Teoría		Estudio teoría			1	3
4	Conceptos importantes en metrología VIM	1.3	Teoría TEST 1 - 10 min		Estudio teoría Preparación test			1	4
5	Instrumentos de medida dimensionales y sus propiedades metrológicas. Descripción de los equipos más sencillos	2.1	Teoría Asig. Instrumento individual		Estudio teoría Asignación de equipos			1	2
6	Instrumentos de medida dimensionales y sus propiedades metrológicas. Medidas directas e indirectas con instrumentos	2.2	Teoría		Estudio teoría			1	5
7	Cálculo de incertidumbres	5	Teoría TEST 2 - 10 min Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan 3C Preparación test			1	3
8	Cálculo de incertidumbres Ejemplos	5	Teoría Se recoge ejercicio 3B Presentación ind. Inst.		Estudio teoría			1	1
9	Cálculo de incertidumbres Ejemplos	5	Teoría Presentación ind. Inst.	4A	Estudio teoría Repaso acotación y tol. Dimensionales. Ejercicio propuesto 4B	4B		1	2
10	<b>Intersemestral INCERTIDUMBRES</b>								

11	Control de tolerancias dimensionales. Ejemplos.	2.3.1	Teoría (Ejemplos) Presentación ind. Inst.	1A	Estudio teoría Ejercicio a presentar 1B	1B		1	2
12	Control de tolerancias dimensionales. Ejemplos. Cálculo de incertidumbres	2.3.1	Teoría (Ejemplos) Presentación ind. Inst.	1A	Estudio teoría Ejercicio a presentar 1B	1B		1	2
13	Control de tolerancias. Procesos de control básicos. Cálculo de incertidumbres	2.3	Teoría (Ejemplos) TEST 3 - 10 min Presentación ind. Inst.	3A	Estudio teoría Ejercicio propuesto 3B Repaso conceptos básicos estadística	3B		1	5
14	Control de tolerancias. Procesos de control básicos. Cálculo de incertidumbres	2.3	Teoría (Ejemplos) Presentación ind. Inst.	3A	Estudio teoría Ejercicio propuesto 3B Repaso conceptos básicos estadística	3B		1	5
15	Control de tolerancias geométricas. DATUMS Definición.	2.3.2	Teoría Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Ejercicio propuesto Preparan 1C			1	2
16	Control de tolerancias geométricas. Definición.	2.3.2	Teoría TEST 4 - 10 min Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Ejercicio propuesto Preparan 1C			1	2
17	Control de tolerancias geométricas. Ejemplo detallado	2.3.2	Teoría (Ejemplos) Presentación ind. Inst.	2A	Estudio teoría Ejercicio a presentar 2B Repaso tratamiento señal electrónica	2B		1	5
18	Control de tolerancias microgeométricas Definición y repaso	2.3.3	Teoría Se recoge ejercicio 1B y 2B Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan 2C			1	2
19	PRÁCTICA 1 1,- Instrumentos prec: Perfilómetro, formas, rugosidad, visión (LAB) 2,- MMC offline (INF) 3 - Verificación de roscas (AUII A)		Práctica. Preparación de informe de resultados. Entrega de práctica 1.		Preparan práctica de lab.			2	1
20									
21	Tolerancias e incertidumbres en los ajustes roscados.	2.4	Teoría TEST 5 - 10 min Presentación ind. Inst.	7A	Estudio teoría ejercicio propuesto 7B	7B		1	2
22	<b>Intersemestral TOLERANCIAS</b>								

23	Metrología Láser. Fundamentos.	2.6	Teoría Se recoge ejercicio 7B Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan 7C Preparan práctica lab.			1	2
24	PRÁCTICA 2		Práctica. Preparación de informe de resultados. Entrega de práctica 2.		Repaso			2	1
25									
26	Metrología Láser. Aplicaciones	2.6	Teoría TEST 6 - 10 min Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan 8C Preparan práctica lab.			1	2
27	PRÁCTICA 3		Práctica. Preparación de informe de resultados. Entrega de práctica 3.		Repaso			2	2
28									
29	Metrología Legal. OIML. Directivas europeas. MML.	4	Teoría Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan 9C Preparan práctica lab.			1	2
30	PRÁCTICA 4		Práctica. Preparación de informe de resultados. Entrega de práctica 4.		Repaso			2	1
31									
32	Calidad en metrología. Normalización y procedimientos técnicos.	6	Teoría TEST 7 - 10 min Se recoge ejercicio 9B Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan práctica lab.			1	2
33	PRÁCTICA 5		Práctica. Preparación de informe de resultados. Entrega de práctica 5.		Repaso			2	1
34									
35	Calidad en metrología. Certificación y homologación.	6	Teoría Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan práctica lab.			1	2
36	PRÁCTICA 6		Práctica. Preparación de informe de resultados. Entrega de práctica 6.		Preparación test			2	2
37									
38	Calidad en metrología. Acreditación. Organismos internacionales. ENAC, EAL.	6	Teoría Presentación ind. Inst. TEST 8 - 10 min Presentación ind. Inst.		Estudio teoría Preparan práctica lab.			1	2
39	Cierre del curso		Teoría Presentación ind. Inst.		Repaso de teoría Preparación del examen final			1	2