

## 30150 - Balística

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2016/17
<b>Centro académico</b>	179 - Centro Universitario de la Defensa - Zaragoza
<b>Titulación</b>	457 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial 563 - Graduado en Ingeniería de Organización Industrial
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	4
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se trata de una asignatura de la especialidad, que para poder cursarla, el alumno debe haber superado la mayor parte de la titulación hasta el tercer curso, por lo que debería estar en condiciones de cursarla con éxito.

Se requiere conocimiento y manejo de la hoja de cálculo Excel.

Se requieren conocimientos de álgebra, cálculo diferencial e integral en una y varias variables.

Se requieren conocimientos de Cinemática y Dinámica.

#### 1.2. Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura comprende actividades presenciales y no presenciales.

Las actividades presenciales serán las siguientes:

1. Clase magistral
2. Resolución de problemas y casos
3. Prácticas en el aula
4. Exposición de los trabajos prácticos

Las actividades no presenciales serán las

5. Trabajos en grupos
6. Ejercicios prácticos
7. Estudio autónomo del alumno

Las fechas clave de la asignatura (fechas de las pruebas parciales, entregas de casos prácticos, etcétera) serán anunciados por el profesor en clase y en la plataforma moodle del ADD.

## 2.Inicio

### 2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- Analizar los movimientos de un proyectil en el interior y exterior del cañón.
- Analizar las interacciones proyectil-cañón.
- Reconocer los mecanismos de la penetración, destrucción, fragmentación y la protección necesaria.
- Calcular la dispersión balística.
- Predecir los efectos producidos por un proyectil.

### 2.2.Introducción

La balística

Con el nombre de *Balística* se entiende el estudio del movimiento de un proyectil. Dependiendo del momento de la trayectoria que se estudie, la balística queda dividida en diferentes ramas (véase la figura 3.1): el estudio del comportamiento del proyectil desde la ignición de la carga de proyección hasta su salida por la boca se denomina *Balística Interior*; la *Balística Exterior* se encarga de estudiar el vuelo del proyectil; y por último, los efectos producidos por el proyectil en su objetivo o lugar de impacto se conoce como *Balística Terminal* o de *Efectos*.

Actualmente también se estudian los fenómenos que ocurren alrededor de la boca del cañón cuando el proyectil la atraviesa bajo el nombre de *Balística Intermedia*.

Todas estas ramas tienen un objetivo común, proporcionar modelos predictivos del comportamiento del proyectil y sus efectos en condiciones reales. Éstos permitirán incrementar la eficacia y precisión de los diferentes sistemas de armas.

La asignatura

La asignatura de Balística representa una introducción a la rama más clásica de la balística, la balística exterior. Aún así, se tratan algunos temas sobre balística de efectos e interna.

La asignatura presenta al alumno los rudimentos del modelo de trayectorias de proyectiles de artillería, morteros y cohetes tierra-tierra en la OTAN, fijado por el STANAG 4355. De manera complementaria se introducen algunas nociones sobre balística de efectos e intermedia.

## 3.Contexto y competencias

### 3.1.Objetivos

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

- Obtener las ecuaciones que definen la trayectoria de un proyectil en el vacío.
- Explicar cómo se ve afectada la trayectoria de un proyectil al tener en consideración la atmósfera y la resistencia aerodinámica.
- Aplicar las correcciones necesarias a la trayectoria del proyectil que permitan pasar de unas condiciones normalizadas a otras más realistas.
- Explicar el fundamento de la dispersión del tiro relacionándolo con las reglas del tiro.
- Determinar las fuerzas y momentos que actúan sobre un proyectil como consecuencia de la resistencia del aire.
- Aplicar el modelo modificado de la masa puntual con el fin de mejorar los cálculos balísticos en la determinación de las trayectorias.
- Evaluar los diferentes efectos que se pueden conseguir con los distintos proyectiles y en qué clase de objetivos se emplea cada munición.
- Evaluar el uso de la munición de artillería cañón y la munición de artillería cohete según el objetivo, con sus

## 30150 - Balística

ventajas e inconvenientes.

- Explicar la necesidad de homogeneizar los efectos de los proyectiles dentro de los países de la OTAN.

### 3.2.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura forma parte de la especialidad de Radares y Misiles de IOI y es parte de la formación que recibe el alumno en formación para formar parte del Arma de Artillería, de los Cuerpos Generales del Ejército de Tierra, por lo que la asignatura está integrada en el conjunto de la formación en su correspondiente especialidad fundamental.

### 3.3.Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- Planificar, presupuestar, organizar, dirigir y controlar tareas, personas y recursos
- Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico
- Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano
- Trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe
- Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo
- Conocer los fundamentos Matemáticos y Balísticos y sistemas de guiado de misiles aplicables a los procedimientos del tiro de los sistemas de armas de Artillería

### 3.4.Importancia de los resultados de aprendizaje

El estudiante al superar esta asignatura habrá demostrado que:

- Analiza los movimientos de un proyectil en el interior y exterior del cañón.
- Analiza las interacciones proyectil-cañón.
- Reconoce los mecanismos de la penetración, destrucción, fragmentación y la protección necesaria.
- Calcula la dispersión balística.
- Realiza la predicción de los efectos producidos por un proyectil.

Todos ellos básicos para un futuro artillero.

## 4.Evaluación

Para evaluar la asignatura tendremos los siguientes ítems:

1. **EP = Examen parcial** : Donde se evaluará la balística exterior
2. **E = Entregables** : Ejercicios varios, cálculo de la dispersión, práctica del coeficiente de resistencia, práctica con el Haz de trayectorias, etcétera
3. **AA = Análisis de un artículo** : Presentación de 10 minutos donde se expondrá los objetivos, metodología y conclusiones del artículo asignado. Además, el alumno emitirá un juicio de valor sobre el mismo. Análisis escrito breve sobre el mismo.
4. **TG = Trabajo en grupo** : Se escribirá un breve ensayo sobre balística de efectos y/o normativa OTAN
5. **EF = Examen final**

La nota final se calculará como

$$\text{Nota Global} = 0.30 \text{ EP} + 0.2 \text{ E} + 0.1 \text{ AA} + 0.15 \text{ TG} + 0.25 \text{ EF}$$

siempre y cuando ninguna de las notas involucradas sea **0**, en cuyo caso la nota será **suspenso** . Para superar la asignatura será necesario que **Nota Global sea mayor o igual a 5** .

## **5.Actividades y recursos**

### **5.1.Presentación metodológica general**

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

- Expositiva por parte del profesor.
- Enseñanza teórica, complementada con problemas y con demostraciones prácticas.
- Enseñanza práctica en los laboratorios en donde el alumno debe demostrar de forma práctica el dominio de los conocimientos teóricos a base de tareas.
- Participación activa del alumno planeando y resolviendo temas planteados por el profesor.

### **5.2.Actividades de aprendizaje**

Las actividades de aprendizaje se detallan en el punto 1.2

### **5.3.Programa**

Balística interior

1. Elementos de la Balística Interior
2. Espoletas, artificios y multiplicadores
3. Balística interior en cañones convencionales

Balística exterior

1. Balística del vacío
2. Ecuaciones generales del proyectil en la atmósfera
3. Resistencia aerodinámica
4. Modelos de masa puntual
5. Correcciones
6. Modelo del sólido rígido
7. Dispersión
8. Velocidades iniciales
9. Tablas de tiro

Balística de efectos

1. Introducción
2. Efectos del proyectil rompedor
3. Efectos del proyectil perforante
4. Efectos del proyectiles especiales
5. NIFAK: Nato Indirect Fire Appreciation Kernel

### **5.4.Planificación y calendario**

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos se anunciará por parte del profesor, tanto en clase como a través de la plataforma de apoyo moodle

### **5.5.Bibliografía y recursos recomendados**

- ACART- MT-074. Balística interior, municiones, explosivos y normativa. Tomo I
- ACART- MT-074. Balística interior, municiones, explosivos y normativa. Tomo II
- Fundamentos técnicos del tiro de Artillería M-3-3-6
- Cucharero, F. Balística exterior. Ministerio de Defensa, Madrid, 1992
- ACART-FM-002. Bocas de fuego
- ACART-VA-046
- Manual Técnico MT7-311
- Proceedings of the 27th International Symposium on Ballistics. Freiburg, Germany, 2013
- [Proceedings of the 23rd International Symposium on Ballistics](#) . Tarragona, Spain, 2007
- McCoy, Robert. Modern exterior ballistics: The launch and flight dynamics of symmetric projectiles / Robert McCoy. Atglen, Pennsylvania : Schiffer Publishing, 1999

