



La Presentación comienza a las 13:15. **POR FAVOR**, al unirse a la reunión desconecte micrófono y video.

# ***PRESENTACIÓN DE LA ESPECIALIDAD GITI EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL***

***pensada, diseñada y construida para formar Ingenieros Industriales***

**Departamento responsable: Matemática Aplicada a la Ingeniería Industrial  
(DMAII)**

***Este documento contiene las diapositivas que se utilizaron en la “Charla” de presentación de la Especialidad que tuvo lugar el 6 de mayo de 2020. La grabación de esta presentación se puede visitar en:***

**<https://web.microsoftstream.com/video/736e681b-321a-4c0e-b994-c0b709d9809f>**

**(Nota: para ver el vídeo es necesario acceder con las credenciales UPM o bien entrar directamente en el enlace desde el programa Teams UPM.)**

## ÍNDICE

- ¿Cómo son las especialidades GITI en la Escuela?
- Estructura de la especialidad GITI en Matemática Industrial
- Asignaturas y contenidos.
- Trabajos fin de grado
- Acceso a estudios de Máster
- Empleabilidad

## ➤ ¿Cómo son las especialidades GITI en La Escuela?

Primer curso – Primer semestre y segundo semestre  
Segundo curso – Tercer semestre y cuarto semestre  
Tercer curso – Quinto semestre

Troncales  
(no hay asignaturas de especialidad)

### **TERCER CURSO – SEXTO SEMESTRE (30 ECTS)**

**10,5 ECTS EN ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD**

19,5 ECTS en asignaturas troncales

### **CUARTO CURSO – SÉPTIMO SEMESTRE (30 ECTS)**

**18 ECTS EN ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD**

**3 ECTS en competencias (elegir una entre varias opciones)**

9 ECTS en asignaturas troncales (Proyectos y Tecnología de Materiales)

### **CUARTO CURSO – OCTAVO SEMESTRE (30 ECTS)**

**12 ECTS EN ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD**

**12 ECTS PARA EL TFG**

6 ECTS en la asignatura de Inglés

## ➤ Estructura de la Especialidad GITI en Matemática Industrial

### TERCER CURSO – SEXTO SEMESTRE (30 ECTS)

#### 10,5 ECTS EN ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD

- ❖ **Matemáticas de la Especialidad Matemática Industrial (4,5 ECTS)**
- ❖ **Ecuaciones en derivadas Parciales y Análisis de Fourier (6 ECTS)**

### CUARTO CURSO – SÉPTIMO SEMESTRE (30 ECTS)

#### 18 ECTS EN ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD

- ❖ **El Método de los Elementos Finitos en Ingeniería (4,5 ECTS)**
- ❖ **Optimización y Simulación en Ingeniería (4,5 ECTS)**
- ❖ **Análisis de Datos (4,5 ECTS)**
- ❖ **Mecánica de los Medios Continuos (4,5 ECTS)**

**3 ECTS en competencias (elegir una entre varias opciones)**

**Se recomienda la asignatura de Programación Avanzada que ofertará la División de Informática Industrial de La Escuela.**



**ESPECIALIDAD GITI EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL**  
*pensada, diseñada y construida para formar  
Ingenieros Industriales*



## ➤ Estructura de la Especialidad GITI en Matemática Industrial

### CUARTO CURSO – OCTAVO SEMESTRE (30 ECTS)

12 ECTS EN ASIGNATURAS DE ESPECIALIDAD

SE OFERTAN SEIS ASIGNATURAS DE TRES CRÉDITOS ENTRE LAS QUE EL ALUMNADO DEBE ELEGIR CUATRO. SON ESTAS:

- ❖ Modelos Matemáticos en Física e Ingeniería de la energía
- ❖ Modelos Matemáticos en Logística e Ingeniería de los Procesos Industriales
- ❖ Modelos Matemáticos en Automática y Electrónica
- ❖ Modelos Matemáticos en Ingeniería Mecánica y Civil
- ❖ Modelos Matemáticos en Ingeniería Eléctrica
- ❖ Modelos Matemáticos en Ingeniería de Materiales, Química y Medio Ambiente

12 ECTS PARA EL TFG Y 6 ECTS PARA INGLÉS



**ESPECIALIDAD GII EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL**  
*pensada, diseñada y construida para formar  
Ingenieros Industriales*



**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

## ➤ Asignaturas y contenidos

A continuación están las diapositivas correspondientes a la parte de la descripción de asignaturas y contenidos.

# Índice General

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Introducción .....                                       | 3  |
| 2 | Asignaturas del último semestre .....                    | 4  |
| 3 | Descripción estudios de caso .....                       | 8  |
|   | • Mejora diseño baterías .....                           | 8  |
|   | • Contención de brotes epidémicos .....                  | 10 |
|   | • Modelos de circulación general del océano .....        | 12 |
|   | • Procesado de señales con análisis Fourier .....        | 14 |
|   | • Predicción de la demanda y producción de energía ..... | 16 |
|   | • Materiales auxéticos .....                             | 18 |
| 4 | Asignaturas semestres 6 y 7 .....                        | 20 |
| 5 | Asignaturas y conexiones .....                           | 24 |
| 6 | Conclusión .....   | 25 |

# Índice de Secciones

|          |                                       |          |
|----------|---------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Introducción</b> .....             | <b>3</b> |
| 2        | Asignaturas del último semestre ..... | 4        |
| 3        | Descripción estudios de caso .....    | 8        |
| 4        | Asignaturas semestres 6 y 7 .....     | 20       |
| 5        | Asignaturas y conexiones .....        | 24       |
| 6        | Conclusión .....                      | 25       |



# Algunas ideas sobre la Especialidad

**¿Qué se va a hacer?**

**Énfasis en la construcción, simulación y análisis de modelos matemáticos en ingeniería.**

# Índice de Secciones

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| 1        | Introducción                           | 3        |
| <b>2</b> | <b>Asignaturas del último semestre</b> | <b>4</b> |
| 3        | Descripción estudios de caso           | 8        |
| 4        | Asignaturas semestres 6 y 7            | 20       |
| 5        | Asignaturas y conexiones               | 24       |
| 6        | Conclusión                             | 25       |

## Asignaturas de último semestre

- Empezaremos describiendo las asignaturas del último semestre.
- Así motivamos los contenidos que se estudian en asignaturas de semestres previos y que entroncan con ellas.
- Todas ellas son de 3 ECTS.

## Semestre 8: asignaturas (3 ECTS)

**A elegir 4 de entre las siguientes 6:**

- 1 Modelos Matemáticos en Física e Ingeniería de la energía.
- 2 Modelos Matemáticos en Logística e Ingeniería de los Procesos Industriales.
- 3 Modelos Matemáticos en Automática y Electrónica.
- 4 Modelos Matemáticos en Ingeniería Mecánica y Civil.
- 5 Modelos Matemáticos en Ingeniería Eléctrica.
- 6 Modelos Matemáticos en Ingeniería de Materiales, Química y Medio Ambiente.

## Semestre 8: asignaturas (2)

- Muy prácticas.
- En cada una se tratará un “estudio de caso” relacionado con esa área de la ingeniería.
- Todos los temas (estudios de caso) son propuestos por expertos en esa área.
- Sus contenidos pueden variar cada 2-3 años para ajustarse a nuevas propuestas, avances en la ingeniería, etc.
- El profesor explicará los contenidos que se necesiten que no se hayan introducido en asignaturas previas.
- En casi todas ellas se hará uso de algoritmos numéricos para resolver problemas.
- Para muchos alumnos, una de estas asignaturas será una antesala al TFG.

## Semestre 8: algunas propuestas de estudios de caso

- Optimización del diseño de baterías mediante modelos matemáticos.
- Diseño de estrategias de control para contener brotes epidémicos.
- Estudio de materiales auxéticos mediante vigas no lineales.
- Procesado de señales en Ingeniería mediante análisis espectral de Fourier.
- Predicción de demanda y producción de energías renovables.
- Estudio numérico de modelos de circulación general del océano.

**¡Son sólo algunos posibles temas, se presentarán más propuestas!**

# Índice de Secciones

|          |                                     |          |
|----------|-------------------------------------|----------|
| 1        | Introducción                        | 3        |
| 2        | Asignaturas del último semestre     | 4        |
| <b>3</b> | <b>Descripción estudios de caso</b> | <b>8</b> |
| 4        | Asignaturas semestres 6 y 7         | 20       |
| 5        | Asignaturas y conexiones            | 24       |
| 6        | Conclusión                          | 25       |

# Índice de la Sección

|   |  |    |
|---|--|----|
| 3 | Descripción estudios de caso                       | 8  |
|   | ● Mejora diseño baterías                           | 8  |
|   | ● Contención de brotes epidémicos                  | 10 |
|   | ● Modelos de circulación general del océano        | 12 |
|   | ● Procesado de señales con análisis Fourier        | 14 |
|   | ● Predicción de la demanda y producción de energía | 16 |
|   | ● Materiales auxéticos                             | 18 |



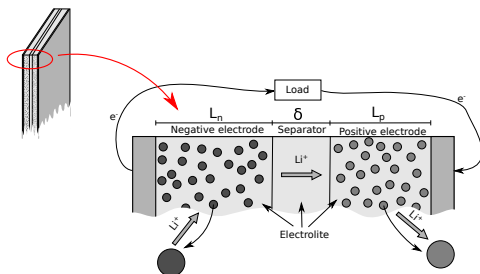
# Mejora del diseño de baterías (1)



## ● Baterías:

- Convierten energía química en energía eléctrica y viceversa.
- Formadas por una o más celdas electroquímicas conectadas en serie o paralelo para conseguir la tensión y la intensidad requerida.
- **Objetivo:** usar modelos matemáticos para optimizar el diseño de la celda, ahorrando así tiempo-dinero en experimentos.

# Mejora del diseño de baterías (2)

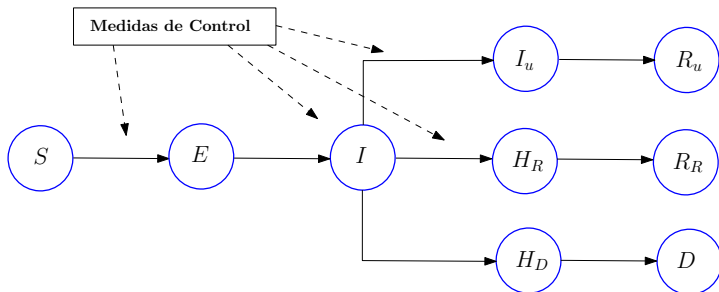


- **Variables de diseño:** radio de las partículas, longitud electrodos y separador.
- **Función a maximizar:** por ejemplo la energía por unidad de volumen.
- **Herramientas:**
  - Modelo matemático (EDPs)
  - Uso de técnicas numéricas de resolución de EDPs
  - Algoritmos de optimización.

# Índice de la Sección

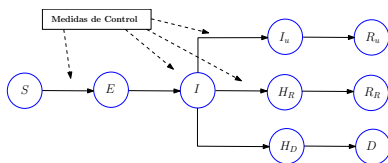
|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 3 | Descripción estudios de caso                       | 8         |
|   | ● Mejora diseño baterías                           | 8         |
|   | ● <b>Contención de brotes epidémicos</b>           | <b>10</b> |
|   | ● Modelos de circulación general del océano        | 12        |
|   | ● Procesado de señales con análisis Fourier        | 14        |
|   | ● Predicción de la demanda y producción de energía | 16        |
|   | ● Materiales auxéticos                             | 18        |

# Contención de brotes epidémicos (1)



- $S$ : Susceptibles.
- $E$ : Expuestos: Infectados en periodo de incubación (sin síntomas). Pueden infectar.
- $I$ : Infecciosos: Infectados que empiezan a manifestar síntomas clínicos.
  - $I_u$ : Infecciosos no detectados. Se recuperan.
  - $H_R$ : Infecciosos detectados que son hospitalizados o están en aislamiento y se recuperan.
  - $H_D$ : Infecciosos detectados que son hospitalizados y mueren.

# Contención de brotes epidémicos (2)



## Medidas de control:

- Aislamiento-Cuarentena
- Rastreo
- Aumento recursos sanitarios.

## Objetivos:

- Proponer modelo matemático: sistema ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales.
- Estimar parámetros a partir de los datos.
- Predecir comportamiento en ausencia de medidas de control.
- Diseño estrategia intervención para garantizar que el sistema sanitario no colapsa.

# Índice de la Sección

|   |  |    |
|---|--|----|
| 3 | Descripción estudios de caso .....                       | 8  |
|   | ● Mejora diseño baterías .....                           | 8  |
|   | ● Contención de brotes epidémicos .....                  | 10 |
|   | ● <b>Modelos de circulación general del océano</b> ..... | 12 |
|   | ● Procesado de señales con análisis Fourier .....        | 14 |
|   | ● Predicción de la demanda y producción de energía ..... | 16 |
|   | ● Materiales auxéticos .....                             | 18 |

# Modelos de circulación general del océano (1)

- **Problema:**

- En los mares-océanos hay grandes masas de agua con distintas temperaturas-densidades que se están moviendo constantemente → circulación oceánica.
- Este movimiento afecta de manera decisiva al clima, la pesca, etc.

- **Objetivo:** explicar-predecir el comportamiento de las masas de agua en los océanos.

- **Modelo:**

- Ecuaciones de Navier-Stokes
- Ecuaciones de convección-difusión

- **Herramientas:**

- Método de los Elementos Finitos: remallado, refinamiento adaptativo, etc

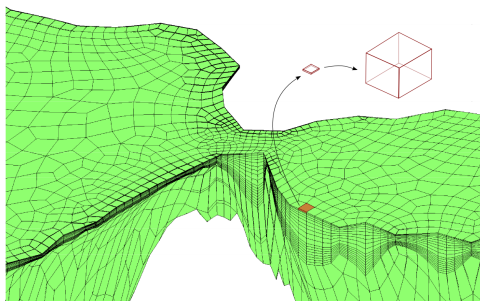
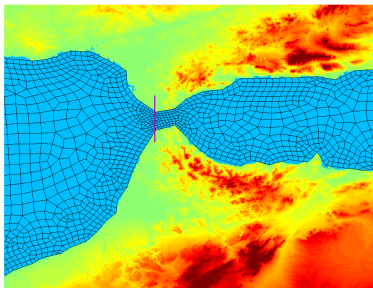
# Modelos de circulación general del océano (2)

- **Modelo:**

- Ecuaciones de Navier-Stokes
- Ecuaciones de convección-difusión

- **Herramientas:**

- Método de los Elementos Finitos: remallado, refinamiento adaptativo, etc



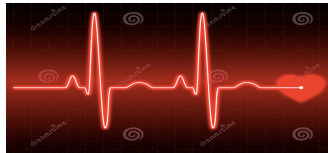


# Índice de la Sección

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 3 | Descripción estudios de caso                     | 8         |
| ● | Mejora diseño baterías                           | 8         |
| ● | Contención de brotes epidémicos                  | 10        |
| ● | Modelos de circulación general del océano        | 12        |
| ● | <b>Procesado de señales con análisis Fourier</b> | <b>14</b> |
| ● | Predicción de la demanda y producción de energía | 16        |
| ● | Materiales auxéticos                             | 18        |

# Procesado señales mediante análisis Fourier (1)

- Las señales se pueden descomponer en suma de senos-cosenos de distintas frecuencias.
- Analizando y manipulando dichas componentes se pueden conseguir ventajas prácticas.

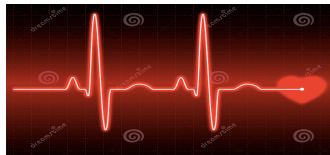


Piano spectrum



Fuentes: [jldelafuenteoconnor.es](http://jldelafuenteoconnor.es), [dreamstime.com](http://dreamstime.com)

# Procesado señales mediante análisis Fourier (2)



## ● Problemas:

- Cálculo de frecuencias de vibración: análisis de estructuras, señales sísmicas, etc.
- Análisis de señales biomédicas: detección de patologías en electrocardiogramas, encefalogramas, etc.
- Procesado de señales de audio: compresión, extracción de ruidos, etc.

## ● Herramientas: Técnicas de análisis de Fourier para procesar señales.

- Análisis de señales analógicas: Transformada de Fourier
- Análisis de señales digitales: Transformada Discreta de Fourier (DFT).

# Índice de la Sección

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 3 | Descripción estudios de caso                              | 8         |
|   | ● Mejora diseño baterías                                  | 8         |
|   | ● Contención de brotes epidémicos                         | 10        |
|   | ● Modelos de circulación general del océano               | 12        |
|   | ● Procesado de señales con análisis Fourier               | 14        |
|   | ● <b>Predicción de la demanda y producción de energía</b> | <b>16</b> |
|   | ● Materiales auxéticos                                    | 18        |

# Predicción de demanda de energía (1)

- La energía eléctrica no se puede almacenar masivamente.
- **Problema:** Casación de producción y demanda de energía eléctrica.
- Necesidad de buenos modelos de predicción de demanda y de producción de energía renovable.



Fuente: REE.es, CincoDías

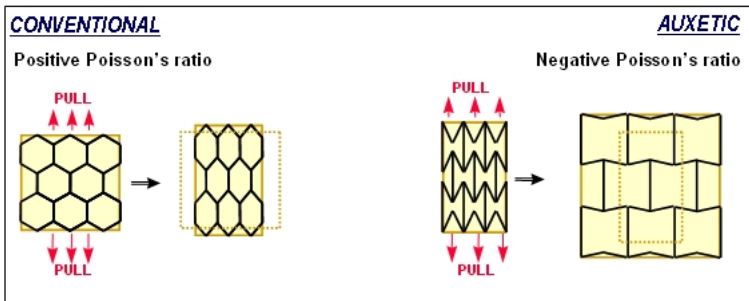
## Predicción de demanda de energía (2)

- **Objetivo:** uso de modelos matemáticos para predecir la demanda de energía eléctrica y la producción de energía eólica y solar.
- **Oferta:** factores meteorológicos (veloc. y dirección viento, temperatura, humedad, radiación, nubosidad). Datos del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF).
- **Demanda:** depende de temperatura, horario del día y calendario (día laborable-festivo-vacaciones, estación del año, etc).
- **Modelos:** Trabajo con datos. Modelos de regresión de series temporales y aprendizaje automático (machine learning).
  - ARIMA.
  - Redes Neuronales.
  - Otros modelos de aprendizaje automático: SVR, Árboles de regresión, ...

# Índice de la Sección

|   |  |           |
|---|--|-----------|
| 3 | Descripción estudios de caso                     | 8         |
| • | Mejora diseño baterías                           | 8         |
| • | Contención de brotes epidémicos                  | 10        |
| • | Modelos de circulación general del océano        | 12        |
| • | Procesado de señales con análisis Fourier        | 14        |
| • | Predicción de la demanda y producción de energía | 16        |
| • | <b>Materiales auxéticos</b>                      | <b>18</b> |

# Materiales auxéticos (1)



Fuente: Joseph N. Grima, University of Malta

Estiramiento de un material:

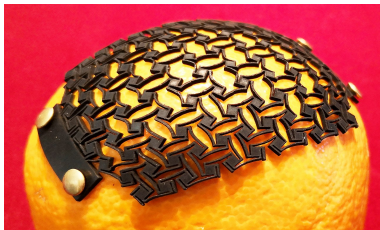
- Comportamiento estándar: estrechamiento en la dirección perpendicular (coeficiente de Poisson positivo).
- Comportamiento materiales auxéticos: alargamiento en la dirección perpendicular (coeficiente de Poisson negativo).



# Materiales auxéticos (2)



Fuente: [www.bayly.com.au](http://www.bayly.com.au)



Fuente: Bigspaggio18 - Own work, CC BY 4.0

## ● Propiedades:

- Alta capacidad absorción energía.
- Alta capacidad resistencia a la fractura

## ● Modelado mediante redes de vigas no lineales.

## ● Objetivos:

- Estudio vigas no lineales.
- Generación de redes.
- Simulación de redes auxéticas.

# Índice de Secciones

|          |                                    |           |
|----------|------------------------------------|-----------|
| 1        | Introducción                       | 3         |
| 2        | Asignaturas del último semestre    | 4         |
| 3        | Descripción estudios de caso       | 8         |
| <b>4</b> | <b>Asignaturas semestres 6 y 7</b> | <b>20</b> |
| 5        | Asignaturas y conexiones           | 24        |
| 6        | Conclusión                         | 25        |

## Semestre 6

### ● **Matemáticas de la Especialidad (4.5 ECTS)**

- Introducción al Cálculo Numérico para ingenieros.
- Herramientas para resolver problemas mediante algoritmos numéricos (todos menos las EDPs)
- Entronca con casi todas las asignaturas posteriores.

### ● **Ecuaciones en Derivadas Parciales (EDPs) y Análisis de Fourier (6 ECTS)**

- Continuación de la Asignatura de Ecuaciones Diferenciales del semestre 3.
- Las EDPs resultan de manera natural al plantear conservación de magnitudes físicas.
- Ecuaciones de segundo orden: Poisson, calor, ondas.
- La transformada de Fourier: útil para trabajar con EDPs y también en el procesamiento de señales.

# Semestre 7 (1)

- **El Método de los Elementos Finitos (MEF) en la Ingeniería (4.5 ECTS)**
  - Continuación de las Matemáticas de la Especialidad.
  - El MEF es la herramienta numérica fundamental para resolver EDPs.
  - Incorporado en todos los paquetes comerciales para resolver problemas ingenieriles.
  
- **Optimización y simulación en Ingeniería (4.5 ECTS)**
  - Hallar los valores máximos (o mínimos) de una función objetivo  $f : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  con o sin restricciones.
  - La optimización está en la base del trabajo del ingeniero.
  - Enfoque analítico estudiado en Cálculo II. Aquí se estudia mediante técnicas numéricas.
  - Entronca con “predicción de la oferta y la demanda eléctrica”, “control de un brote epidémico” y “mejora diseño baterías”.

## Semestre 7 (2)

### ● **Análisis de datos** (4.5 ECTS)

- Continuación de Estadística y Diseño de Experimentos y Modelos Regresión.
- Hoy en día se dispone de grandes cantidades de datos.
- Problema ¿Qué información podemos sacar de ellos?
- Se abordan distintas técnicas para predecir variables cuantitativas y cualitativas.
- Enfoque muy práctico: uso de R.
- Entronca con “predicción de la oferta y la demanda eléctrica” y “control de un brote epidémico”.

### ● **Mecánica de los medios continuos** (4.5 ECTS)

- Se puede considerar extensión de Resistencia de Materiales y Ampliación de Resistencia de Materiales por un lado y de Mecánica de Fluidos I por otro.
- Medios continuos: sólidos y fluidos.
- Ecuaciones de conservación de masa, cantidad de movimiento, momento angular, energía.
- Sólidos: elasticidad en pequeñas y grandes deformaciones.
- Entronca con “materiales auxéticos”.

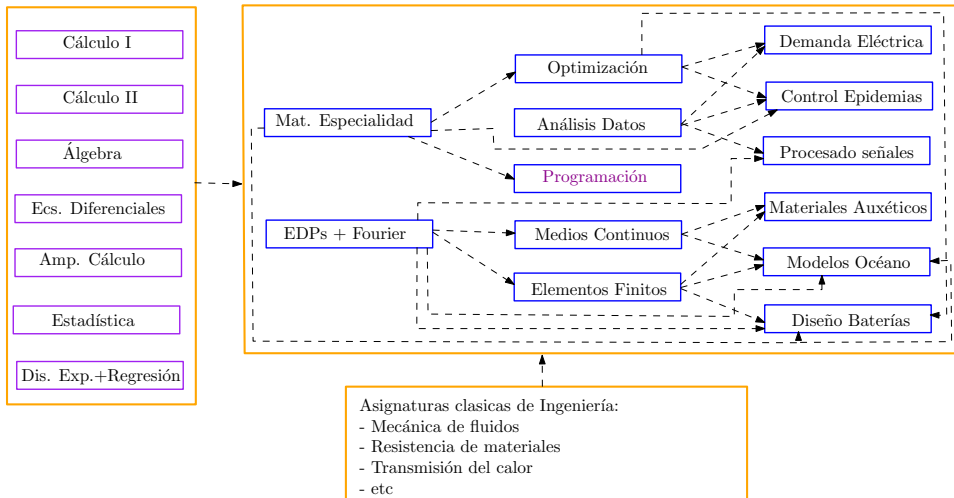
## Semestre 7 (3)

- **Programación en ingeniería** (3 ECTS, competencias, recomendada para los alumnos de esta Especialidad)
  - En la Especialidad la programación juega un papel esencial.
  - Matlab se va a utilizar en muchas de las otras asignaturas.
  - Trabajo en Python.
  - Muy útil para todas las asignaturas.

# Índice de Secciones

|          |                                 |           |
|----------|---------------------------------|-----------|
| 1        | Introducción                    | 3         |
| 2        | Asignaturas del último semestre | 4         |
| 3        | Descripción estudios de caso    | 8         |
| 4        | Asignaturas semestres 6 y 7     | 20        |
| <b>5</b> | <b>Asignaturas y conexiones</b> | <b>24</b> |
| 6        | Conclusión                      | 25        |

# Asignaturas y conexiones entre ellas





# Índice de Secciones

|          |                                 |           |
|----------|---------------------------------|-----------|
| 1        | Introducción                    | 3         |
| 2        | Asignaturas del último semestre | 4         |
| 3        | Descripción estudios de caso    | 8         |
| 4        | Asignaturas semestres 6 y 7     | 20        |
| 5        | Asignaturas y conexiones        | 24        |
| <b>6</b> | <b>Conclusión</b>               | <b>25</b> |

## Algunas ideas sobre la Especialidad

- **¿Qué se va a hacer? Énfasis en la construcción, simulación y análisis de modelos matemáticos en ingeniería.**
  
- **¿Para quién es esta Especialidad? ¿Me gustan las matemáticas como herramienta para resolver problemas de ingeniería?**
  
- **Previsión:** Previsible grupo reducido: trato más personal e individualizado.



**ESPECIALIDAD GITI EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL**  
*pensada, diseñada y construida para formar  
Ingenieros Industriales*



**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

- **Trabajos fin de grado**
- **El funcionamiento es el mismo que en las demás especialidades.**
- **Según la temática, el tutor podrá recomendar al estudiante que elija las cuatro asignaturas más adecuadas del octavo semestre entre las seis que se ofertan**
- **Puede ocurrir que los TFGs que se oferten incluyan como condición matricularse obligatoriamente de alguna de las seis asignaturas de octavo semestre que se ofertan.**
  
- **Acceso a estudios de Máster**  
**Exactamente igual que en el resto de especialidades del GITI.**  
**De hecho, DMAII va a participar en el MII como lo hacen los departamentos de la Escuela responsables de las otras ocho especialidades del GITI.**



**ESPECIALIDAD GITI EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL**  
*pensada, diseñada y construida para formar  
Ingenieros Industriales*



**INDUSTRIALES**  
ETSII | UPM

## ➤ Empleabilidad

Se organizó un «Focus group» con fecha 8 de abril de 2019 al que asistieron once empresas. El debate nos permitió sacar una impresión positiva sobre las expectativas de empleabilidad para los graduados con la formación que se adquiere en esta Especialidad de GITI en Matemática Industrial.