



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53000949 - Auscultacion Dinamica In-Situ**

### PLAN DE ESTUDIOS

05AR - Master Universitario En Ingenieria Sismica: Dinamica De Suelos Y Estructura

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	11
9. Otra información.....	12

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53000949 - Auscultacion Dinamica In-Situ
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05AR - Master Universitario en Ingenieria Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura
<b>Centro responsable de la titulación</b>	05 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2021-22

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alberto Fraile De Lerma (Coordinador/a)	Esc-4; planta 4	alberto.fraile@upm.es	V - 16:30 - 18:30 Concertar las tutorías por correo electrónico indicando preferencias cualquier día de la semana.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Sismica: Dinamica de Suelos y Estructura no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Cálculo dinámico
- Introducción a matlab

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE17 - La combinación efectiva de los conocimientos para resolver problemas multidisciplinares

CE24 - Capacidad para diseño de cadenas de medida en campo y laboratorio.

CE9 - Análisis cuantitativo y cualitativo del funcionamiento y mejora de la respuesta dinámica

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA5 - Entender los principales inconvenientes y problemas que pueden darse en proceso de digitalización de la señal, su influencia en los resultados y técnicas para evitarlos o minimizarlos

RA3 - Poder realizar la planificación detallada de los ensayos in situ

RA4 - Realizar el análisis de señal en el dominio de la frecuencia

RA1 - Comprender el funcionamiento de equipos de auscultación dinámica

RA2 - Saber seleccionar y manejar los equipos de auscultación dinámica para problemas concretos

RA6 - Facilidad para Interpretar las normativas de auscultación y los indicadores dinámicos que se manejan

RA7 - Utilización de software y desarrollo del mismo para realizar el análisis de la señal

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

En la actualidad vivimos en un mundo altamente tecnificado donde la sensorización de las magnitudes físicas que nos rodean se incrementa año tras año por la aparición de nuevas tecnologías con costes cada vez más reducidos. Es suficiente con observar la cantidad de sensores que incorporan los coches o los teléfonos móviles y la última moda de los wearables.

La dinámica estructural no queda ajena a estos avances y son cada vez más las estructuras que se encuentran monitorizadas y los sistemas de vigilancia ambiental entre los que se incorporan las estaciones de seguimiento de sismos y movimientos del terreno.

La asignatura Auscultación Dinámica in-situ trata de dar una visión al alumno de los diferentes aspectos relacionados con el mundo de la instrumentación en campo.

En primer lugar se realiza una descripción de los sensores generalmente empleados en la instrumentación, sus características y problemática habituales. Se trata de que el alumno sea capaz de distinguirlos y seleccionar en su futuro profesional sobre las opciones existentes en el mercado.

La segunda parte del curso está encaminada al análisis de señal, es decir, una vez recibidos los datos de los

sensores como se puede trabajar con ellos, tipos de señales esperables, problemáticas que pueden surgir y magnitudes habitualmente empleadas.

La última parte del curso está encaminada al análisis de aplicaciones particulares. Se han seleccionado 4 aplicaciones de dinámica estructural e ingeniería sísmica de aplicación profesional directa. Con ellas se pretende iniciar al alumno en los métodos de trabajo, las normativas de aplicación, el análisis de los datos y conclusiones sobre los resultados, al mismo tiempo que se abre un espectro de posibilidades en diferentes campos de la ingeniería con similitudes a las explicadas.

## 5.2. Temario de la asignatura

1. Instrumentación empleada en campo
2. Planificación de ensayos
3. Análisis de resultados
4. Aplicaciones
  - 4.1. Prospección geofísica
  - 4.2. Vibraciones transmitidas por el transporte
  - 4.3. Auscultación dinámica de estructuras
  - 4.4. Medición de la acción sísmica en estructuras. Toma de decisiones

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 00:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Instrumentación empleada en campo. Sensores típicos</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Presentación de la asignatura</b> Duración: 00:15 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Instrumentación empleada en campo. Sensores típicos</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	<b>Planificación de ensayos. Selección de equipos. Digitalización de la señal. Aliasing. Filtrado de la señal.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Planificación de ensayos. Selección de equipos. Digitalización de la señal. Aliasing. Filtrado de la señal.</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
3		<b>Instrumentación y planificación de ensayos. Ejemplo aplicación.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Instrumentación y planificación de ensayos. Ejemplo aplicación.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	<b>Determinación de las propiedades de la viga a partir de los datos de ensayo</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00
4	<b>Análisis de resultados. Clasificación de las señales. Paso al dominio de la frecuencia. Magnitudes típicas para la definición de la señal en el dominio del tiempo. Transformada de Fourier de la señal periódica. Transforma discreta de Fourier.</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Uso de Matlab para la obtención de la FFT</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas	<b>Análisis de resultados. Clasificación de las señales. Paso al dominio de la frecuencia. Magnitudes típicas para la definición de la señal en el dominio del tiempo. Transformada de Fourier de la señal periódica. Transforma discreta de Fourier.</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Uso de Matlab para la obtención de la FFT</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas	
5	<b>Análisis de resultados. Transformada de Fourier de la señal transitoria. Densidades de Fourier. Escalado de la señal. Aumento de la resolución en la señal</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Uso de Matlab para la obtención de la FFT</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas	<b>Análisis de resultados. Transformada de Fourier de la señal transitoria. Densidades de Fourier. Escalado de la señal. Aumento de la resolución en la señal</b> Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Uso de Matlab para la obtención de la FFT</b> Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas	<b>Determinación de la transformada de Fourier de una señal transitoria continua. Uso de Matlab para la obtención de la DFT.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00

6	<p><b>Análisis de resultados. Señales aleatorias. Funciones de correlación mutua y autocorrelación. Densidad espectrales de Fourier. Relaciones con las transformadas de Fourier</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Uso de Matlab para la obtención de funciones de correlación y densidad espectral</b></p> <p>Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Análisis de resultados. Señales aleatorias. Funciones de correlación mutua y autocorrelación. Densidad espectrales de Fourier. Relaciones con las transformadas de Fourier</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Uso de Matlab para la obtención de funciones de correlación y densidad espectral</b></p> <p>Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	
7	<p><b>Análisis de resultados. Problemas asociados al trabajo en frecuencia. Leekage. Reducción de la varianza del estimador de la densidad espectral. Uso de ventanas móviles, método de Welch para la estimación de la densidad espectral.</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Uso de Matlab para la obtención de la densidad espectral por el método Welch</b></p> <p>Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Análisis de resultados. Problemas asociados al trabajo en frecuencia. Leekage. Reducción de la varianza del estimador de la densidad espectral. Uso de ventanas móviles, método de Welch para la estimación de la densidad espectral.</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Análisis de resultados. Problemas asociados al trabajo en frecuencia. Leekage. Reducción de la varianza del estimador de la densidad espectral. Uso de ventanas móviles, método de Welch para la estimación de la densidad espectral.</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Determinación de la densidad espectral de Fourier mediante el método de Welch usando Matlab. Análisis del efecto de leekage y la influencia de las ventanas en la respuesta</b></p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p>
8	<p><b>Aplicaciones. Prospección geofísica. Métodos para la realización de prospección geofísica. Descripción del método SASW (Spectral Analysis of Surface Waves). Análisis en frecuencia. Función de coherencia entre dos medidas.</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</b></p> <p>Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Aplicaciones. Prospección geofísica. Métodos para la realización de prospección geofísica. Descripción del método SASW (Spectral Analysis of Surface Waves). Análisis en frecuencia. Función de coherencia entre dos medidas.</b></p> <p>Duración: 01:50 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</b></p> <p>Duración: 00:10 OT: Otras actividades formativas</p>	
9		<p><b>Ejemplo de aplicación. Práctica en el entorno de la Escuela para la determinación de las propiedades del suelo (perfil de G con la profundidad). Realización de la toma de datos en campo</b></p> <p>Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Ejemplo de aplicación. Práctica en el entorno de la Escuela para la determinación de las propiedades del suelo (perfil de G con la profundidad). Realización de la toma de datos en campo</b></p> <p>Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Determinación de las propiedades del suelo (perfil de G con la profundidad) con los datos tomados en campo</b></p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00</p>
10	<p><b>Aplicaciones. Vibraciones transmitidas por el transporte. Normativa de aplicación: Internacional y nacional. Espectros en tercios de octava. Ventajas e inconvenientes</b></p> <p>Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</b></p> <p>Duración: 00:30 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Aplicaciones. Vibraciones transmitidas por el transporte. Normativa de aplicación: Internacional y nacional. Espectros en tercios de octava. Ventajas e inconvenientes</b></p> <p>Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	



			<p>Aplicaciones. Vibraciones transmitidas por el transporte. Normativa de aplicación: Internacional y nacional. Espectros en tercios de octava. Ventajas e inconvenientes</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
11	<p>Aplicaciones. Vibraciones transmitidas por el transporte Indicador Law. Valor RMS móvil y RMS móvil con promediado exponencial</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Aplicación de filtros en el dominio del tiempo y la frecuencia empleando Matlab</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Aplicaciones. Vibraciones transmitidas por el transporte Indicador Law. Valor RMS móvil y RMS móvil con promediado exponencial</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Aplicación de filtros en el dominio del tiempo y la frecuencia empleando Matlab</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Evaluación de indicadores RMS móviles de la señal registrada en el interior de una vivienda por el paso de un tren en las proximidades. Comparación de resultados con diferentes técnicas de filtrado</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>No presencial</p> <p>Duración: 03:00</p>
12	<p>Aplicaciones. Auscultación dinámica de estructuras. Equipos para la generación de vibraciones. Técnicas para la determinación de las propiedades dinámicas de la estructura. Funciones de transferencia.</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Aplicaciones. Auscultación dinámica de estructuras. Equipos para la generación de vibraciones. Técnicas para la determinación de las propiedades dinámicas de la estructura. Funciones de transferencia.</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	
13		<p>Uso de Matlab en los conceptos explicados en el tema</p> <p>Duración: 00:30</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Auscultación dinámica de estructuras Práctica en el gimnasio de la Escuela para la toma de datos.</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p>Cálculo en frecuencia de la respuesta en distintos puntos de la estructura a partir de la estimación de funciones de transferencia experimentales con los datos de los ensayos y la generación de una excitación numérica</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>No presencial</p> <p>Duración: 03:00</p>
14	<p>Aplicaciones. Uso de la instrumentación como medio para toma de decisiones tras un evento sísmico. Ejemplo de aplicación.</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Aplicaciones. Uso de la instrumentación como medio para toma de decisiones tras un evento sísmico. Ejemplo de aplicación.</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
15				
16				
17				<p>Examen Final</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>No presencial</p> <p>Duración: 01:30</p> <p>Trabajos para evaluación final</p> <p>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>No presencial</p> <p>Duración: 18:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Determinación de las propiedades de la viga a partir de los datos de ensayo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	13.33%	4 / 10	
5	Determinación de la transformada de Fourier de una señal transitoria continua. Uso de Matlab para la obtención de la DFT.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	13.33%	4 / 10	
7	Determinación de la densidad espectral de Fourier mediante el método de Welch usando Matlab. Análisis del efecto de leakage y la influencia de las ventanas en la respuesta	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	13.33%	4 / 10	
9	Determinación de las propiedades del suelo (perfil de G con la profundidad) con los datos tomados en campo	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	13.33%	4 / 10	
11	Evaluación de indicadores RMS móviles de la señal registrada en el interior de una vivienda por el paso de un tren en las proximidades. Comparación de resultados con diferentes técnicas de filtrado	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	13.33%	4 / 10	
13	Cálculo en frecuencia de la respuesta en distintos puntos de la estructura a partir de la estimación de funciones de transferencia experimentales con los datos de los ensayos y la generación de una excitación numérica	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	13.33%	4 / 10	
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:30	20%	4 / 10	CE24 CE9 CE17

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	No Presencial	01:30	20%	4 / 10	CE24 CE9 CE17
17	Trabajos para evaluación final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	18:00	80%	4 / 10	CE17 CE24 CE9

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La evaluación se realiza de manera continua mediante la elaboración individual de los 6 trabajos del curso con un peso global del 80% y un examen con un peso del 20%.

Quien renuncie a la evaluación continua tiene la opción de solicitarlo y su evaluación constará del mismo examen final con el mismo peso del 20% y un trabajo acordado con el profesor de la asignatura que cubrirá los diferentes aspectos que se han desarrollado en el curso y que tendrá un peso equivalente al conjunto de trabajos desarrollados en la modalidad de evaluación continua (80%).

El examen extraordinario se realizará en los mismos términos que el examen final.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Acelerómetros	Equipamiento	Sensores para la medición de la aceleración
Geófonos	Equipamiento	Equipos de medición de la velocidad
Acondicionador de señal	Equipamiento	Acondicionadores de señal compatibles con los acelerómetros
Amplificadores de señal	Equipamiento	Amplificadores de señal
DAQs	Equipamiento	Sistemas de adquisición de datos compatibles con los equipos de medición
Excitador electrodinámico	Equipamiento	Sistema de excitación para estructuras de carácter armónico y equipo auxiliar: amplificador de potencia y generador de señal.
Excitador impulsivo	Equipamiento	Martillo instrumentado para la generación de excitación de tipo impulsivo sobre las estructuras.
Presentaciones transparencias	Otros	Presentaciones en transparencia que ayudan a la explicación de los contenidos del curso.
Software matlab	Otros	Programas en matlab para el desarrollo de los contenidos del curso que se irán explicando con ejemplos durante el curso

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

El Máster tiene carácter presencial siendo posible también cursarlo de forma totalmente telemática (sin necesidad de desplazarse físicamente a las aulas). Las clases se imparten desde las aulas de la Universidad Politécnica de Madrid y el alumno puede asistir a ellas forma presencial en los horarios establecidos (con las restricciones de aforo máximo y distancias mínimas que en su caso se pudieran establecer las autoridades competentes por razones de la pandemia covid-19). Simultáneamente, las clases se emiten de forma telemática para que los alumnos puedan seguirlas en tiempo real y participar activamente en ellas.

En la enseñanza on-line esta previsto emplear la plataforma MICROFT TEAMS, ZOOM o similar.

Esta asignatura, y el Máster en su conjunto, está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 así como con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres.

#### NORMAS PARA LA REALIZACION DE EXAMENES TELEMATICOS

- 1.- Cada alumno debe conectarse telemáticamente mediante una IP distinta. Excepcionalmente, previa solicitud justificada de los alumnos afectados con al menos 48 horas de antelación y aceptada por el profesor de la asignatura, se permitirá que los alumnos compartan IP.
- 2.- No se pueden utilizar filtros en las cámaras.
- 3.- Debe haber una cámara (que puede ser la del teléfono móvil) mostrando al alumno y su puesto de trabajo entendido como el ordenador y el entorno utilizado para escribir.
- 4.- El alumno debe estar solo en la habitación donde realiza el examen. El profesor podrá solicitarle en cualquier momento que mueva la cámara y muestre el entorno. Excepcionalmente, previa solicitud justificada con al menos 48 horas de antelación y aceptada por el profesor de la asignatura, se permitirá que existan otras personas en la habitación donde se realiza el examen.