



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

53001503 - Complejidad Y Redes

PLAN DE ESTUDIOS

05BD - Master Universitario En Ingenieria De La Organizacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer 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.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001503 - Complejidad y Redes
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05BD - Master Universitario en Ingeniería de la Organización
Centro responsable de la titulación	05 - Escuela Técnica Superior De Ingenieros Industriales
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Maria Pereda Garcia (Coordinador/a)	esc. 6, 3º	maria.pereda@upm.es	Sin horario. Reserva de tutorías mediante formulario en Moodle
Miguel Angel Ortega Mier	esc 6, 3º	miguel.ortega.mier@upm.es	Sin horario. A concertar con el profesor

* 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 de la Organización no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos básicos de programación con Python 3 (ver apartado 9)
- Teoría de grafos: principales problemas de grafos y algoritmos utilizados para resolverlos

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

CE04 - Conocer las ciencias de la complejidad y las redes y sus efectos en sectores, industrias y modelos de negocio

CG02 - Analizar situaciones estructuradas y poco estructuradas de empresas y otras organizaciones, estableciendo diagnósticos apropiados, en particular, de carácter estratégico

CG04 - Comprender las relaciones entre la estrategia y el diseño de una organización, sus condiciones de funcionamiento y las características del entorno económico, político, normativo, social, tecnológico y medioambiental en que se desenvuelve

CT01 - Aplica. Habilidad para aplicar conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en sistemas relacionados con la práctica de la ingeniería

CT03 - Diseña. Habilidad para diseñar un sistema, componente o proceso que alcance los requisitos deseados teniendo en cuenta restricciones realistas tales como las económicas, medioambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de fabricación y de sostenibilidad

CT08 - Entiende los impactos. Educación amplia necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social global

CT09 - Se actualiza. Reconocimiento de la necesidad y la habilidad para comprometerse al aprendizaje continuo

CT10 - Conoce. Conocimiento de los temas contemporáneos

CT11 - Usa herramientas. Habilidad para usar las técnicas, destrezas y herramientas ingenieriles modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

4.2. Resultados del aprendizaje

RA12 - Comprender y evaluar los efectos de la incorporación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en todos los niveles de la organización

RA11 - Aplicar la ciencia de redes al modelado y análisis de realidades empresariales y económicas

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Los amigos, los ordenadores y nuestro cerebro mismo son ejemplos de redes que están en nuestras vidas. La ciencia de las redes (*Network Science*) nos ayuda a comprender los patrones complejos de conexión, interacción y las relaciones en muchos sistemas complejos.

La disponibilidad de ingentes cantidades de datos (en concreto en lo relacionado a las redes) ha sido el motor del crecimiento de la investigación en la "*ciencia de las redes*" en este último tiempo. Uno de los hallazgos más sorprendentes, que ha popularizado Albert-Lászlo Barabási, ha sido que las redes reales se comportan de formas muy distinta de lo que se asumía según la teoría tradicional de redes. Tradicionalmente se pensaba que la mayoría de los nodos de una red tenían igual número de conexiones (alrededor de la media). Esto se ha modelado mediante random graphs. Pero recientemente se ha comprobado que la mayoría de los nodos están muy poco conectados salvo unos pocos que sí están muy conectados (hubs).

Los estudiantes aprenderán los conceptos esenciales y las ideas principales en este área así como las herramientas básicas para manejar redes sociales o de información.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Teoría de grafos
3. Medidas de centralidad en redes
4. Redes aleatorias
5. Redes libres de escala
6. El modelo Barabási - Albert
7. Comunidades
8. Robustez de la red

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Introducción Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Teoría de grafos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	Teoría de grafos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Medidas de centralidad en redes Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Ejercicios de teoría de grafos TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
5	Medidas de centralidad en redes Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	Redes aleatorias Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Curso Introduction to Network Analysis in Python (actividad de aprendizaje voluntaria) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00 Ejercicios de centralidad TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:00
7	Redes aleatorias Duración: 00:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Curso Intermediate to Network Analysis in Python (actividad de aprendizaje voluntaria) TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:00
8	Redes libres de escala Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			

9	Redes libres de escala Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
10	El modelo Barabasi-Albert Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11	Comunidades Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Análisis de redes con Python TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 03:00
12	Comunidades Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Análisis de redes PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Presencial Duración: 03:00
13	Robustez de la red Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
14	Robustez de la red Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
15				
16				
17				Prueba Global: evaluación de contenidos teóricos de toda la asignatura ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30 Ejercicios de teoría de grafos ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:00 Ejercicios de análisis de redes ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:00

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 (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Ejercicios de teoría de grafos	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	3 / 10	CB06 CT01 CT09 CT10 CT11 CE04
6	Curso Introduction to Network Analysis in Python (actividad de aprendizaje voluntaria)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	%	/ 10	
6	Ejercicios de centralidad	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	10%	/ 10	CG02 CB07 CT01 CB06 CT03 CT09 CT10 CT11 CT08 CE04
7	Curso Intermediate to Network Analysis in Python (actividad de aprendizaje voluntaria)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	%	/ 10	
11	Análisis de redes con Python	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	03:00	20%	/ 10	CG02 CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT09 CT10 CT11 CG04 CT08 CE04

12	Análisis de redes	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Presencial	03:00	10%	/ 10	CG02 CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT09 CT10 CT11 CG04 CT08 CE04
----	-------------------	--	------------	-------	-----	------	--

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Prueba Global: evaluación de contenidos teóricos de toda la asignatura	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	01:30	50%	3 / 10	CG02 CB06 CB07 CB10 CT01 CT09 CT10 CG04 CT08 CE04
17	Ejercicios de teoría de grafos	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:00	10%	/ 10	CB06 CT01 CT09 CT10 CT11 CE04
17	Ejercicios de análisis de redes	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	Presencial	00:00	40%	/ 10	CG02 CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT09 CT10 CT11 CG04 CT08 CE04

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación de contenidos teóricos de toda la asignatura	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG02 CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT09 CT10 CT11 CG04 CT08 CE04
Evaluación de contenidos prácticos (análisis de redes) de toda la asignatura	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	50%	/ 10	CG02 CB06 CB07 CB10 CT01 CT03 CT09 CT10 CT11 CG04 CT08 CE04

7.2. Criterios de evaluación

Sistema de evaluación de la asignatura

El sistema de evaluación será el mismo para todos los estudiantes y estará compuesto de un sistema de evaluación progresiva con una prueba global.

Sistema de evaluación progresiva:

Estará compuesto de 2 bloques de evaluación intermedia más una prueba global.

Evaluación intermedia:

1. **Bloque 1. Ejercicios de teoría de grafos** (bloque liberatorio). Prueba de tipo trabajo individual. Los contenidos evaluados en esta prueba suponen un 10% de la nota de la asignatura. La nota mínima de esta prueba es un 3/10. Si la nota obtenida en esta prueba es inferior a 3, el estudiante será evaluado de nuevo de dichos contenidos en la prueba global. Si la nota obtenida en esta prueba es mayor o igual a 3, el estudiante podrá liberar este bloque y no ser evaluado de su contenido en la prueba global.
2. **Bloque 2. Ejercicios de análisis de redes** (bloque liberatorio). Comprende las actividades: Ejercicios de centralidad (10%), Análisis de redes con Python (20%) y Análisis de redes (10%). Los contenidos evaluados en este bloque suponen un 40% de la nota de la asignatura. La nota mínima total de este bloque (nota ponderada de las 3 actividades) es un 3/10. Si la nota obtenida en este bloque es inferior a 3, el estudiante será evaluado de nuevo de dichos contenidos en la prueba global. Si la nota obtenida en esta prueba es mayor o igual a 3, el estudiante podrá liberar este bloque y no ser evaluado de su contenido en la prueba global.

* Los cursos Introduction to Network Analysis in Python y Intermediate Network Analysis in Python de DataCamp son de realización voluntaria.

Nota: no entregar alguna de las actividades de evaluación intermedias supone obtener un cero en dicha actividad.

Prueba Global:

Será realizada por todos los estudiantes. Puede requerirse que una parte o su totalidad se realice usando ordenador.

Incluirá tres partes:

1. Bloque 1. **Ejercicios de teoría de grafos.** Los contenidos evaluados en esta parte suponen un 10% de la nota de la asignatura. No tendrán la obligación de presentarse a este bloque los alumnos que hayan obtenido una nota de al menos 3 puntos sobre 10 en la evaluación intermedia de dicho bloque.
2. Bloque 2. **Ejercicios de análisis de redes.** Los contenidos evaluados en esta parte suponen un 40% de la nota de la asignatura. No tendrán la obligación de presentarse a este bloque los alumnos que hayan obtenido una nota de al menos 3 puntos sobre 10 en la evaluación intermedia de dicho bloque.
3. Bloque 3. **Evaluación de contenidos teóricos de toda la asignatura.** Todos los estudiantes serán evaluados de este bloque. Los contenidos evaluados en esta parte suponen un 50% de la nota de la asignatura.

La nota final de la asignatura por convocatoria ordinaria será: 10% Nota Bloque 1 + 40% Nota Bloque 2 + 50% Nota Bloque 3. La calificación mínima para aprobar la asignatura en convocatoria ordinaria es un 5.

Evaluación convocatoria extraordinaria

La prueba de evaluación extraordinaria evaluará la totalidad de la asignatura.

Incluirá tres partes:

1. Bloque 1. Ejercicios de centralidad. Los contenidos evaluados en esta parte suponen un 10% de la nota de la asignatura.
2. Bloque 2. Ejercicios de análisis de redes. Los contenidos evaluados en esta parte suponen un 40% de la nota de la asignatura.
3. Bloque 3. Evaluación de contenidos teóricos de toda la asignatura. Los contenidos evaluados en esta parte suponen un 50% de la nota de la asignatura.

La nota final de la asignatura por convocatoria extraordinaria será: 10% Nota Bloque 1 + 40% Nota Bloque 2 + 50% Nota Bloque 3. La calificación mínima para aprobar la asignatura en convocatoria ordinaria es un 5.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
A-L. Barabási, Network Science, 2015	Bibliografía	
M.E.J. Newman, Networks - An introduction, Oxford Univ Press, 2010.	Bibliografía	
Datacamp	Recursos web	Plataforma para la realización de prácticas
Material docente y complementario que el equipo docente pondrá a disposición en la plataforma Moodle de la asignatura	Bibliografía	Acceso a Moodle de la asignatura
J. P. Mueller, L. Massaron: "Algorithms For Dummies". Wiley, 2017.	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Formación previa (conocimientos de python)

Para la realización de este curso se necesitan unos conocimientos básicos de Python (versión 3). Estos conocimientos son: Fundamentos, listas, diccionarios, paquetes, *Numpy*, *Matplotlib*, *Pandas*, lógica y control del flujo, funciones y sus argumentos, funciones lambda, *iterators*, *list comprehensions*, *generators*.

Para facilitar este aprendizaje previo, se recomienda que el alumno realice por su cuenta estos cursos disponibles en la plataforma DataCamp antes de empezar la asignatura:

- Intro to Python for Data Science (4h)
- Intermediate Python for Data Science (4h)
- Python Data Science Toolbox (Part 1) (3h)
- Python Data Science Toolbox (Part 2) (4h)

Los profesores de la asignatura recomiendan la realización de estos cursos durante la asignatura (ver semanas en el cronograma).

- Network Analysis in Python (part 1)
- Network Analysis in Python (part 2)

Objetivos de Desarrollo Sostenible

La asignatura permite trabajar algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible como el ODS 9.

Otros recursos

Se recomienda tener ordenador portátil que facilite la parte práctica de la asignatura.