



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

93000827 - Computacion En Nube Y Virtualizacion De Redes Y Servicios

PLAN DE ESTUDIOS

09AQ - Master Universitario En Ingenieria De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	4
5. Cronograma.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	8
7. Recursos didácticos.....	12
8. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	93000827 - Computacion en Nube y Virtualizacion de Redes y Servicios
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Segundo curso
Semestre	Tercer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09AQ - Master Universitario en Ingenieria de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Daniel Gonzalez Sanchez	B-203-i	daniel.gonzalez.sanchez@upm.es	Sin horario. Tutorías en horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.
Diego Martin De Andres	B-213	diego.martin.de.andres@upm.es	Sin horario. Tutorías en horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.

David Fernandez Cambronero (Coordinador/a)	B-216	david.fernandez@upm.es	Sin horario. Tutorías en horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.
Alejandro Antonio Alonso Muñoz	B-319	alejandro.alonso@upm.es	Sin horario. Tutorías en horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.

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

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

CE6 - Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.

CE8 - Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.

CG1 - 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.

CG4 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones ?y los conocimientos y razones últimas que las sustentan? a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG5 - 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.

CT1 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

3.2. Resultados del aprendizaje

RA149 - Conocer las características de los sistemas distribuidos y la computación en la nube

RA154 - Conocer algoritmos distribuidos como los de consenso, elección de primario o multienvío

RA158 - Conocer la importancia de las tecnologías de virtualización aplicadas a la computación, almacenamiento y red, así como su papel como tecnologías habilitadoras de la computación en la nube

RA161 - Capacidad de instalar, configurar y gestionar una infraestructura limitada de computación en la nube y desplegar sobre ella aplicaciones y servicios

RA162 - Capacidad de programar aplicaciones y servicios utilizando APIs de computación en la nube

RA152 - Conocer los mecanismos de gestión de estados globales coherentes

RA153 - Conocer los protocolos de gestión de instantáneas

RA157 - Implementar servicios replicados y distribuidos

RA159 - Entender los modelos de servicio utilizados en la computación en la nube y su aplicación práctica

RA160 - Conocer los problemas y limitaciones de las tecnologías de red actuales en contexto de los centros de datos y como las nuevas tecnologías como las redes definidas por software aportan soluciones a dichos problemas

RA150 - Conocer los tipos de algoritmos distribuidos necesarios para implementar los sistemas de computación en la nube

RA151 - Conocer las características fundamentales de los sistemas de ficheros distribuidos

RA163 - Conocer los tipos y arquitecturas de replicación de servicios

RA164 - Implementar algoritmos de gestión de tipos y arquitecturas de replicación de servicios

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

La computación en la nube permite ofrecer complejos servicios y aplicaciones a través de la red de forma segura, eficiente, fiable y altamente escalable. Para ofrecer estos servicios, se requiere el uso de múltiples tecnologías, tradicionales y novedosas, que permiten coordinar el uso de grandes infraestructuras de computación, almacenamiento y red localizados en centros de datos.

La asignatura aborda el estudio de las tecnologías sobre las que se asienta la denominada computación en la nube, centrándose en:

- Los algoritmos básicos utilizados en las aplicaciones y sistemas operativos distribuidos utilizados en la nube.
- Las arquitecturas, componentes básicos y modelos de servicio utilizados.
- Las tecnologías de virtualización utilizadas, aplicadas tanto a la computación, como al almacenamiento y a las redes.
- Las arquitecturas de los centros de datos que soportan la nube, haciendo énfasis en las nuevas tecnologías de red utilizadas, tales como las redes definidas por software.

El curso incluye múltiples prácticas de laboratorio, en las que los alumnos experimentarán directamente con las tecnologías de la nube tratadas, así como un proyecto final en el que abordarán un caso práctico de despliegue de servicios sobre un entorno completo de computación en la nube. Igualmente, se describirán arquitecturas de aplicaciones industriales para ilustrar los conceptos y técnicas sobre los sistemas distribuidos para la computación en nube

4.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Paradigmas para la computación de nube
 - 2.1. Sistemas de coordinación (zookeeper, JGroups)
 - 2.2. Tablas hash distribuidas
 - 2.3. Aplicaciones industriales
3. Replicación
 - 3.1. Tolerancia de fallos en servicios distribuidos
 - 3.2. Alta disponibilidad en servicios distribuidos
 - 3.3. Aplicaciones industriales
4. Tiempo y estados globales
5. Coordinación y acuerdo
 - 5.1. Algoritmos de acuerdo
 - 5.2. Algoritmos de consenso
 - 5.3. Comunicación en grupos
 - 5.4. Aplicaciones industriales
6. Principios de computación en la nube y tecnologías de virtualización
 - 6.1. Arquitecturas y modelos de servicios en la nube
 - 6.2. Tecnologías de virtualización aplicadas a la computación en la nube. Virtualización de servidores, escritorios y aplicaciones. Virtualización de redes. Virtualización de almacenamiento.
 - 6.3. Plataformas de computación en la nube. Openstack. Kubernetes.
 - 6.4. Computación en la nube aplicada a la Internet de las Cosas (IoT).
7. Tecnologías de red en centros de datos
 - 7.1. Requisitos de red de un centro de datos para computación en la nube
 - 7.2. Arquitecturas de red. Topologías. Encaminamiento. Redes overlay. Túneles.
 - 7.3. Servicios de redes en Linux. OpenvSwitch. Espacios de nombres (namespaces).
 - 7.4. Redes definidas por software en centros de datos. Openstack y Opendaylight
8. Proyecto final

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 - Introducción / Tema 2 - Paradigmas para la computación en nube Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2 - Paradigmas para la computación en nube Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica del tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	Tema 2 - Paradigmas para la computación en nube Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica del tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Tema 3 - Replicación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica del tema 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	Tema 3 - Replicación Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Práctica del tema 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	Tema 4 - Tiempo y estados globales Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5 - Coordinación y acuerdo Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	Tema 5 - Coordinación y acuerdo Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Tema 6 - Principios de computación en la nube y tecnologías de virtualización Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Evaluación prácticas primera parte PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
8		Prácticas tema 6 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Primer examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
9		Prácticas tema 6 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

10	Tema 7 - Tecnologías de red en centros de datos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas tema 6 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación primera parte trabajo final PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
11	Prácticas tema 7 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio			
12	Tema 6 - Principios de computación en la nube y tecnologías de virtualización Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
13		Prácticas tema 7 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	Sesión de dudas trabajo final Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Prácticas tema 6 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Segundo examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
15				Evaluación prácticas segunda parte PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 01:00 Evaluación segunda parte proyecto final PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
16				
17				Evaluación proyecto final PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00 Examen final escrito (primer y segundo parcial) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00 Evaluación prácticas prueba final PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00

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.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
7	Evaluación prácticas primera parte	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	15%	3 / 10	CE6 CE8
8	Primer examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	15%	3 / 10	CE6 CE8
10	Evaluación primera parte trabajo final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	20%	3 / 10	CT1 CT3 CT4 CE6 CE8 CG4 CG5 CT5
14	Segundo examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	15%	3 / 10	CE6 CE8
15	Evaluación prácticas segunda parte	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	15%	3 / 10	CE6 CE8
15	Evaluación segunda parte proyecto final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	20%	3 / 10	CT1 CT3 CT4 CE6 CE8 CG4 CG5 CT5

6.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Evaluación proyecto final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	40%	3 / 10	CT1 CT3 CT4 CE6 CE8 CG4 CG5 CT5
17	Examen final escrito (primer y segundo parcial)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	30%	3 / 10	CE6 CE8
17	Evaluación prácticas prueba final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	01:00	30%	3 / 10	CE6 CE8

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

6.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Esta podrá superarse mediante evaluación progresiva en la convocatoria ordinaria o mediante evaluación global en la convocatoria ordinaria o extraordinaria.

Evaluación progresiva

Constará de tres partes:

- dos exámenes parciales escritos, con un peso del 30% de la nota global (15% cada examen),
- exámenes orales sobre cada una de las prácticas de laboratorio, con un peso del 30%, y
- presentación de los trabajos finales, con un peso del 40%.

Para aprobar la asignatura es necesario presentarse a los dos exámenes, realizar todas las

prácticas propuestas y entregar el trabajo final, así como obtener una nota mínima de 3/10 en cada una de las tres partes.

El primer examen parcial escrito se realizará a principios de noviembre y evaluará la adquisición de competencias de los cinco primeros temas. El segundo se realizará a mediados de diciembre y evaluará los temas seis y siete.

Con el objeto de fomentar el aprendizaje y la adquisición de las competencias planteadas y garantizar que los resultados obtenidos son fruto del trabajo individual o en grupo de los alumnos, no se publican las soluciones de ninguna de las prácticas propuestas.

Evaluación global en convocatoria ordinaria

Los estudiantes serán evaluados por defecto mediante evaluación progresiva. El estudiante podrá renunciar en cualquier momento a la evaluación progresiva y optar a la evaluación global al final del semestre, conservando las notas obtenidas en las pruebas a las que se haya presentado y en las que haya superado la nota mínima.

La evaluación global se basará en las mismas pruebas y técnicas de evaluación que se usan en la evaluación progresiva y se realizará en la fecha y hora asignada para los exámenes finales de la asignatura. En el caso de que el número de alumnos que se presenten a evaluación global lo impida, se buscarán fechas alternativas en coordinación con Jefatura de Estudios. El estudiante deberá realizar todas las pruebas que no haya superado con la nota mínima en la evaluación progresiva.

Evaluación global en convocatoria extraordinaria

La evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria. Se guardarán las notas de las pruebas en las que se haya superado la nota mínima en la convocatoria ordinaria, teniendo que presentarse solamente a las pruebas no superadas. Los enunciados de las prácticas podrán sufrir variaciones de cara a la convocatoria extraordinaria.

Todas las entregas y prácticas que se realicen deben ser fruto del trabajo personal del alumno. No obstante, se fomentará la discusión y el trabajo en grupo para ayudar a entender mejor los problemas que se intentan resolver. En caso de sospecha de copia en las entregas de la asignatura, los profesores lo pondrán en conocimiento de los alumnos afectados y evaluarán la situación. En caso de demostrarse un alto grado de similitud entre las entregas, supondrá el suspenso de la asignatura de forma automática, tanto para quien copia como para quien se deja copiar.

En el caso de que en el desarrollo de las pruebas de evaluación se aprecie el incumplimiento de los deberes como estudiante universitario, el coordinador de la asignatura podrá ponerlo en conocimiento del Director o Decano del Centro, que de acuerdo con lo establecido en el artículo 74 (n) de los Estatutos de la UPM tiene competencias para "Proponer la iniciación del procedimiento disciplinario a cualquier miembro de la Escuela o Facultad, por propia iniciativa o a instancia de la Comisión de Gobierno al Rector, en los términos previstos en los estatutos y normas de aplicación". El fraude académico está tratado en la Normativa de Evaluación Aprendizaje de la UPM, con fecha del 26 de mayo de 2022

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, G. Blair, "Distributed Systems. Concepts and Design", Fifth Edition, Addison Wesley, 2011.	Bibliografía	
K. Jamsa, "Cloud Computing", Jones & Bartlett Learning, 2012.	Bibliografía	
J. Denton, E. Sigler, C. Bunch, K. Jackson, "OpenStack Cloud Computing Cookbook Fourth Edition", Packt Publishing, 2018.	Bibliografía	
H. Saboowala, M. Abid, S. Modali, L. Sharma, "Designing Networks and Services for the Cloud: Delivering business-grade cloud applications and services".	Bibliografía	

Laboratorios docentes del Dpto. de Ingeniería de Sistemas Telemáticos	Equipamiento	Utilizados para la realización de las prácticas, aunque también se ofrecerá la posibilidad de realizarlas en los ordenadores personales de los alumnos siempre que sea posible.
Herramienta Virtual Networks over linux (VNX)	Otros	Utilizada para crear algunos de los escenarios de red virtuales utilizados en las prácticas de laboratorio. La herramienta ha sido desarrollada en el propio departamento (vnx.dit.upm.es) y es utilizada en varias asignaturas de redes.
O. Babaoglu, K. Marzullo. "Consistent Global States of Distributed Systems: Fundamental Concepts and Mechanisms". Technical Report UBLCS-93-1. January 1993. Laboratory for Computer Science. University of Bologna. Bologna (Italy).	Bibliografía	
William Stallings, "Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoS, IoT, and Cloud", Pearson, 2016	Bibliografía	
James Denton. Learning OpenStack Networking - Third Edition. Packt Publishing, 2018.	Bibliografía	

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Esta asignatura puede contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 y 9 de Naciones Unidas, en relación con el aumento del número de personas con competencias técnicas y profesionales (meta 4.4), el desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad (meta 9.1) y ayudar a reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia, uso de tecnologías y procesos industriales limpios. Por último, contribuir en mejorar el uso de la tecnología, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres (meta 5.b).

Información sobre actuaciones en caso de copia o plagio.

Ante la comprobación fehaciente de copia en una prueba de evaluación, ésta se calificará con la puntuación de cero puntos al estudiante o estudiantes implicados. Si la comprobación se produce durante el desarrollo de la prueba, ésta se podrá interrumpir inmediatamente para el estudiante o estudiantes implicados.

El Tribunal de la asignatura o el Director del Departamento podrán elevar al Rector los hechos para que puedan tomarse, en su caso, las medidas disciplinarias correspondientes.

Los derechos y deberes de los estudiantes universitarios están desarrollados en el Estatuto del Estudiante Universitario (RD 1791/2010 de 30 de diciembre) y en el artículo 13 del referido estatuto en el punto d) especifica que es deber del estudiante universitario "abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la universidad".

Renuncia de responsabilidad.

La información contenida en esta guía es orientativa y por tanto es susceptible de modificación debido a erratas, omisiones, incidencias no previstas ocurridas durante el curso académico o si el correcto desarrollo de la asignatura así lo requiere.