



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Criptografía, Firma electrónica y Blockchain
Código	DTC-MCS-512
Título	Máster en Ciberseguridad
Impartido en	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y Máster en Ciberseguridad [Primer Curso] Máster en Ciberseguridad [Primer Curso]
Nivel	Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	6,0 ECTS
Carácter	Optativa
Departamento / Área	Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial
Responsable	Rafael Palacios Hielscher

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Luis Hernández Encinas
Departamento / Área	Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (DCIA)
Correo electrónico	lhernandez@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Raúl Olivar Merchante
Departamento / Área	Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (DCIA)
Correo electrónico	rolivar@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Alonso Alfredo Rodríguez Rodríguez
Departamento / Área	Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (DCIA)
Correo electrónico	aarodriguez@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Luis Hernández Álvarez
Departamento / Área	Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial (DCIA)
Correo electrónico	lhvarez@comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
Aportación al perfil profesional de la titulación



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

La asignatura está orientada a formar a los alumnos en los conceptos teóricos de la criptografía y su uso práctico en mundo de la TI a través de la firma digital y las cadenas de blockchain.

Desde el punto de vista criptográfico se presentarán los hechos históricos (sistemas de cifrado clásicos, medievales y las máquinas de cifrado empleadas a lo largo del siglo XX) y los conceptos elementales que definen la criptología actual (seguridad, confidencialidad, integridad, disponibilidad, identificación, etc.). Se explicarán los fundamentos básicos y problemas matemáticos que son la base de la seguridad de la criptología moderna. Una vez aprendidos estos fundamentos, se estudiarán con profundidad los protocolos de intercambio de clave (DH y ECDH), los criptosistemas simétricos (TDES y AES) y asimétricos (RSA y ECC) de uso más extendido en la actualidad, así como los principales protocolos criptográficos que garantizan la autenticación de los intervinientes en una comunicación (RSA, DSA, ECDSA) y la integridad de la información intercambiada (SHA-1, SHA-2, etc.)

Como primer elemento práctico del uso de la criptografía se presentará su uso en los sistemas de firma digital. Se presentarán las bases que sustentan todo el sistema, desde los certificados a las Autoridades de Certificación y Prestadores de Servicios de Confianza. Se repasarán las bases legales en las que se sustenta todo el modelo, los distintos tipos de firma desde los puntos de vista funcionales y técnicos y sus aportaciones a los procesos de Negocio y la transformación digital. Como ejemplos prácticos se desarrollarán pruebas con un sistema abierto (openssl) y con un sistema de firma en la nube certificado según el Reglamento EU 910/2014 eIDAS. Desde el punto de vista de la seguridad y sitios web se presentará el uso de protocolos como SSL/TLS como elementos para garantizar la confianza en la navegación y las transacciones.

El los capítulos relativos a Blockchain se va a estudiar el funcionamiento de las redes blockchain convencionales. Primero se comentará el funcionamiento de las redes públicas más populares. Se profundizará en el estudio de la red de Bitcoin y la de Ethereum. Se presentarán los principales y más conocidos ataques a este tipo de redes incidiendo en los objetivos y situaciones en las que la red es más vulnerable. Se comentarán las redes Semi-Permisadas y sus ventajas y posibles aplicaciones. Se estudiarán las redes privadas o semipermisadas y las herramientas más habituales que nos podemos encontrar a la hora de comenzar un desarrollo ad-hoc. Para afianzar

conocimientos se realizarán prácticas en las que el alumno deberá utilizar los conocimientos adquiridos en teoría.

Prerrequisitos

Esta asignatura no tiene prerrequisitos

Competencias - Objetivos

Resultados de Aprendizaje

La asignatura está orientada a formar a los alumnos en los conceptos teóricos de la criptografía y su uso práctico en mundo de la TI a través de la firma digital y las cadenas de blockchain.

Desde el punto de vista **criptográfico** se presentarán los hechos históricos (sistemas de cifrado clásicos, medievales y las máquinas de cifrado empleadas a lo largo del siglo XX) y los conceptos elementales que definen la criptología actual (seguridad, confidencialidad, integridad, disponibilidad, identificación, etc.). Se explicarán los fundamentos básicos y problemas matemáticos que son la base de la seguridad de la criptología moderna. Una vez aprendidos estos fundamentos, se estudiarán con profundidad los protocolos de intercambio de clave (DH y ECDH), los criptosistemas simétricos (TDES y AES) y asimétricos (RSA y ECC) de uso más extendido en la actualidad, así como los principales protocolos criptográficos que garantizan la autenticación de los intervinientes en una comunicación (RSA, DSA, ECDSA) y la integridad de la información intercambiada (SHA-1, SHA-2, etc.)

Como primer elemento práctico del uso de la criptografía se presentará su uso en los sistemas de **firma digital**. Se presentarán las bases que sustentan todo el sistema, desde los certificados a las Autoridades de Certificación y Prestadores de Servicios de Confianza. Se repasarán las bases legales en las que se sustenta todo el modelo, los distintos tipos de firma desde los puntos de vista funcionales y técnicos y sus aportaciones a los procesos de Negocio y la transformación digital. Como ejemplos prácticos se desarrollarán pruebas con un sistema abierto (openssl) y con un sistema de firma en la nube certificado según el Reglamento EU 910/2014 eIDAS. Desde el punto de



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

vista de la seguridad y sitios web se presentará el uso de protocolos como SSL/TLS como elementos para garantizar la confianza en la navegación y las transacciones.

En los capítulos relativos a **Blockchain** se va a estudiar el funcionamiento de las redes blockchain convencionales. Primero se comentará el funcionamiento de las redes públicas más populares. Se profundizará en el estudio de la red de Bitcoin y la de Ethereum. Se presentarán los principales y más conocidos ataques a este tipo de redes incidiendo en los objetivos y situaciones en las que la red es más vulnerable. Se comentarán las redes Semi-Permissionadas y sus ventajas y posibles aplicaciones. Se estudiarán las redes privadas o semi-permissionadas y las herramientas más habituales que nos podemos encontrar a la hora de comenzar un desarrollo ad-hoc. Para afianzar conocimientos se realizarán prácticas en las que el alumno deberá utilizar los conocimientos adquiridos en teoría.

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Criptografía

Introducción a la criptografía

Conceptos básicos

Hechos históricos

Criptografía y Criptoanálisis

Generadores de números aleatorios

Entropía

Postulados de Golomb

TRNG

PRNG

Criptosistemas simétricos

cifrado en stream

cifrado en bloque

Fundamentos matemáticos para criptografía

Algoritmos

Complejidad computacional

Aritmética modular

Estructuras algebraicas

Problemas computacionalmente difíciles

Curva elípticas

Funciones de resumen (HASH)

Protocolos de intercambio de claves (DH)

Criptosistemas asimétricos

RSA

ElGamal

ECC

Infraestructura de clave pública

Digital signatures (RSA, ECC, DSA, ECDSA, etc.)

Digital certificates

Software: Cryptool



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

Firma Electrónica

Certificados y PKI

Repaso a los fundamentos de seguridad y criptografía

Conceptos básicos de certificados

Conceptos básicos de Autoridades de Certificación

PKI y Prestadores de Servicios de Certificación

Formatos y tipos de firmas

Repaso de conceptos

Firma electrónica. Formatos técnicos

Firma electrónica. Requisitos para llegar a una firma electrónica

Firma electrónica. Tipos de firma desde la perspectiva funcional

Firma electrónica. Tipos de firma desde la perspectiva legal

Firma electrónica. Ejemplos básicos de tipos de firma

Ejemplos básicos de firma

Introducción a OpenSSL

Uso de funciones hash

Uso de cifrado simétrico

Creación de claves y certificado de nuestra CA

Validación y uso del certificado de nuestra CA

Parseo de estructuras ASN.1

Creación de claves y petición de certificado de un usuario

Firma del certificado de usuario por parte de la CA

Creación de un PKCS#12 de usuario partiendo de claves y cert

Firma de ficheros binarios y firma con Acrobat

Legislación de firma

Un poco de historia...

¿Qué es eIDAS?

Los actores principales... los PCSC o QTSP

La estrella de la fiesta... la firma electrónica

La certificación de los dispositivos y los entornos de firma

La que queda por venir

La firma como transformador de procesos

La firma digital como elemento de transformación

Un caso real... firma de contratos laborales

Solución propuesta, definición funcional del nuevo modelo

Demo/Práctica sobre un entorno real

Confianza en sitios web

Seguridad en Internet y certificados SSL

Necesidades para poner en marcha el sistema

Las raíces de confianza y los navegadores

Tipos de certificados y los niveles de seguridad

¿Y para nuestro sitio web?

La gestión de los certificados como elemento clave del negocio



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

Blockchain

Introducción a las redes Blockchain

Historia

Qué es blockchain

Tipos de redes blockchain

Red Bitcoin

Operación

Nodos

Algorítmica

Wallets

Red Ethereum

Operación

Algorítmica

EVM

Ataques y deficiencias de seguridad

Conceptos

Tipos de Ataques

Redes Semi-Permissionadas

Conceptos

Redes

Redes Permissionadas

Conceptos

Redes

Herramientas

Casos de uso de blockchain

Criptografía

Introducción a la criptografía

- Conceptos básicos
- Hechos históricos
- Criptografía y Criptoanálisis

Generadores de números aleatorios

- Entropía
- Postulados de Golomb
- TRNG
- PRNG



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

Criptosistemas simétricos

- cifrado en stream
- cifrado en bloques

Fundamentos matemáticos para criptografía

- Algoritmos
- Complejidad computacional
- Aritmética modular
- Estructuras algebraicas
- Problemas computacionalmente difíciles
- Curva elípticas

Funciones de resumen (HASH)

Protocolos de intercambio de claves (DH)

Criptosistemas asimétricos

- RSA
- ElGamal
- ECC

Infraestructura de clave pública

- Digital signatures (RSA, ECC, DSA, ECDSA, etc.)
- Digital certificates

Software: Cryptool

Firma Electrónica

Certificados y PKI

- Repaso a los fundamentos de seguridad y criptografía
- Conceptos básicos de certificados
- Conceptos básicos de Autoridades de Certificación
- PKI y Prestadores de Servicios de Certificación

Formatos y tipos de firmas

- Repaso de conceptos
- Firma electrónica. Formatos técnicos
- Firma electrónica. Requisitos para llegar a una firma electrónica
- Firma electrónica. Tipos de firma desde la perspectiva funcional
- Firma electrónica. Tipos de firma desde la perspectiva legal



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

- Firma electrónica. Ejemplos básicos de tipos de firma

Ejemplos básicos de firma

- Introducción a OpenSSL
- Uso de funciones hash
- Uso de cifrado simétrico
- Creación de claves y certificado de nuestra CA
- Validación y uso del certificado de nuestra CA
- Parseo de estructuras ASN.1
- Creación de claves y petición de certificado de un usuario
- Firma del certificado de usuario por parte de la CA
- Creación de un PKCS#12 de usuario partiendo de claves y cert
- Firma de ficheros binarios y firma con Acrobat

Legislación de firma

- Un poco de historia...
- ¿Qué es eIDAS?
- Los actores principales... los PCSC o QTSP
- La estrella de la fiesta... la firma electrónica
- La certificación de los dispositivos y los entornos de firma
- La que queda por venir

La firma como transformador de procesos

- La firma digital como elemento de transformación
- Un caso real... firma de contratos laborales
- Solución propuesta, definición funcional del nuevo modelo
- Demo/Práctica sobre un entorno real

Confianza en sitios web

- Seguridad en Internet y certificados SSL
- Necesidades para poner en marcha el sistema
- Las raíces de confianza y los navegadores
- Tipos de certificados y los niveles de seguridad
- ¿Y para nuestro sitio web?
- La gestión de los certificados como elemento clave del negocio

Blockchain

Blockchain

Introducción a las redes Blockchain

- Historia
- Qué es blockchain
- Tipos de redes blockchain



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

Red Bitcoin

- Operación
- Nodos
- Algorítmica
- Wallets

Red Ethereum

- Operación
- Algorítmica
- EVM

Ataques y deficiencias de seguridad

- Conceptos
- Tipos de Ataques

Redes Semi-Prmisionadas

- Conceptos
- Redes

Redes Permissionadas

- Conceptos
- Redes
- Herramientas

Casos de uso de blockchain

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

- Lecciones en clase
- Prácticas de laboratorio

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Sistema de evaluación:

- Criptografía (42%). Examen.
- Firma Digital (33%). Examen.
- Blockchain (25%): Examen (20%) + Labs (5%)



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

ICADE

CIHS

GUÍA DOCENTE

2025 - 2026

Al margen de esta ponderación en las notas de cada una de las partes de la asignatura para la obtención de la nota global, para poder aprobar la asignatura completa, el alumno deberá haber obtenido, al menos, un 3 en cada una de ellas de forma separada. Si la nota de alguna de las partes es menor que 3, el alumno deberá volver a examinarse en la convocatoria extraordinaria de la parte en cuya nota haya obtenido menos de 3.

Calificaciones

Sistema de evaluación:

- Criptografía (42%). Examen.
- Firma Digital (33%). Examen.
- Blockchain (25%): Examen (20%) + Labs (5%)

Al margen de esta ponderación en las notas de cada una de las partes de la asignatura para la obtención de la nota global, para poder aprobar la asignatura completa, el alumno deberá haber obtenido, al menos, un 3 en cada una de ellas de forma separada. Si la nota de alguna de las partes es menor que 3, el alumno deberá volver a examinarse en la convocatoria extraordinaria de la parte en cuya nota haya obtenido menos de 3.

Normas de Uso de la IA

La IA puede utilizarse para actividades previas a la tarea, como la lluvia de ideas, la descripción y la investigación inicial. Este nivel se centra en el uso de la IA para la planificación, las síntesis y la generación de ideas, pero las evaluaciones deben hacer hincapié en la capacidad de desarrollar y refinar estas ideas de forma independiente.

La IA puede utilizarse para ayudar a completar la tarea, incluida la generación de ideas, la redacción, la retroalimentación y la evaluación. Los estudiantes deben evaluar y modificar críticamente los resultados sugeridos por la IA, demostrando su comprensión.

En todo caso, el uso de la IA tiene que estar citado y las fuentes verificadas de forma independiente por el alumno.

No se permite el uso de la IA en ninguna de las pruebas de examen, ni en los tests de evaluación del rendimiento

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos que ha aceptado en su matrícula entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedeelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>