



## TECHNICAL SHEET OF THE SUBJECT

| Data of the subject |                                                                                                        |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subject name        | Geometric Deep Learning                                                                                |
| Subject code        | DCIA-MIA-522                                                                                           |
| Mainprogram         | <a href="#">Máster Universitario en Inteligencia Artificial por la Universidad Pontificia Comillas</a> |
| Involved programs   | Máster Universitario en Inteligencia Artificial [First year]                                           |
| Credits             | 7,5 ECTS                                                                                               |
| Type                | Obligatoria                                                                                            |
| Department          | Department of Telematics and Computer Sciences                                                         |

| Teacher Information |                                                |
|---------------------|------------------------------------------------|
| Teacher             |                                                |
| Name                | Javier Borondo Benito                          |
| Department          | Department of Telematics and Computer Sciences |
| EMail               | jborondo@comillas.edu                          |
| Teacher             |                                                |
| Name                | Sergio Rivera López                            |
| Department          | Department of Telematics and Computer Sciences |
| EMail               | srivera@comillas.edu                           |
| Teacher             |                                                |
| Name                | Antonio Jesús Díaz-Cano Rincón                 |
| Department          | Department of Telematics and Computer Sciences |
| EMail               | ajdiazcano@icai.comillas.edu                   |

## SPECIFIC DATA OF THE SUBJECT

| Contextualization of the subject |                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competencies - Objectives        |                                                                                                                                                                                                                          |
| Competences                      |                                                                                                                                                                                                                          |
| Conocimientos o contenidos       |                                                                                                                                                                                                                          |
| CO03                             | Conocer los algoritmos y modelos de inteligencia artificial basados en técnicas innovadoras, basadas en modelos generativos, probabilísticos, geométricos y por refuerzo profundo.                                       |
| Competencias                     |                                                                                                                                                                                                                          |
| CP01                             | Capacidad para definir e implementar modelos y algoritmos de inteligencia artificial, así como para interpretar y evaluar modelos propuestos en la frontera del conocimiento gracias al fundamento matemático adquirido. |



|                                |                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CP02</b>                    | Capacidad para planificar, gestionar y desplegar proyectos de inteligencia artificial de manera efectiva en entornos colaborativos.                        |
| <b>Habilidades o destrezas</b> |                                                                                                                                                            |
| <b>HAB01</b>                   | Definir modelos matemáticos de algoritmos de inteligencia artificial avanzada y tener las bases para entender los propuestos por otros autores.            |
| <b>HAB03</b>                   | Desarrollar e innovar soluciones de inteligencia artificial que mejoren los modelos existentes mediante nuevas técnicas avanzadas basadas en deep learning |
| <b>HAB07</b>                   | Realizar revisiones bibliográficas a partir de fuentes documentales para el desarrollo de trabajos de investigación                                        |

## THEMATIC BLOCKS AND CONTENTS

| Contents - Thematic Blocks                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. High-Dimensional Learning                                                                                                              |
| 2. Deep Learning in Structures: Graphs & Sets in Deep Learning. Grids & Groups in Deep Learning                                           |
| 3. Graph Neural Networks (GNNs): Introduction. Scalability. Interpretability. Robustness against Adversarial Attacks. Graph Transformers. |
| 4. Graph Modeling and Transformation: Heterogeneous Graphs.                                                                               |
| 5. Advanced Topics in Geometric Deep Learning.                                                                                            |

## TEACHING METHODOLOGY

| General methodological aspects of the subject      |                                       |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| In-class Methodology: Activities                   |                                       |
| Clases magistrales expositivas y participativas    | CO03, CP01, CP02, HAB01, HAB03, HAB07 |
| Actividades de evaluación continua del rendimiento | CO03, CP01, CP02, HAB01, HAB03, HAB07 |
| Sesiones prácticas o de laboratorio                | CO03, CP01, CP02, HAB01, HAB03, HAB07 |
| Presentaciones orales                              | CO03, CP01, CP02, HAB01, HAB03, HAB07 |
| Non-Presential Methodology: Activities             |                                       |
| Trabajos o Proyectos                               | CO03, CP01, CP02, HAB01, HAB03, HAB07 |



## Syllabus 2025 - 2026

Estudio personal

CO03, CP01, CP02,  
HAB01, HAB03, HAB07

### SUMMARY STUDENT WORKING HOURS

| CLASSROOM HOURS             |
|-----------------------------|
| NON-PRESENTIAL HOURS        |
| ECTS CREDITS: 7,5 (0 hours) |

### EVALUATION AND CRITERIA

The use of AI to produce full assignments or substantial parts thereof, without proper citation of the source or tool used, or without explicit permission in the assignment instructions, will be considered plagiarism and therefore subject to the University's General Regulations.

| Evaluation activities           | Evaluation criteria                                                                                                                                                                                                                                                            | Weight |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Examen final                    | <ul style="list-style-type: none"><li><b>Examen final (50%).</b> Mínima ponderación para dar peso al proyecto y las prácticas semanales.</li></ul>                                                                                                                             | 50     |
| Proyecto individual             | <ul style="list-style-type: none"><li><b>Proyecto individual (30%; report 20%/defensa oral 10%).</b> El objetivo es que aprendan a estructurar un proyecto de GDL (principalmente de grafos) de cero y sean capaces de entrenar arquitecturas sobre dicha geometría.</li></ul> | 30     |
| <b>Prácticas en laboratorio</b> | <b>Prácticas en laboratorio (20%).</b> Suficiente peso ya que son seis prácticas totales con recurrencia semanal.                                                                                                                                                              | 20     |

### Ratings

- Examen final (50%).** Mínima ponderación para dar peso al proyecto y las prácticas semanales.
- Proyecto individual (30%; report 20%/defensa oral 10%).** El objetivo es que aprendan a estructurar un proyecto de GDL (principalmente de grafos) de cero y sean capaces de entrenar arquitecturas sobre dicha geometría.
- Prácticas en laboratorio (20%).** Suficiente peso ya que son seis prácticas totales con recurrencia semanal.



## WORK PLAN AND SCHEDULE

| Activities |                                                |
|------------|------------------------------------------------|
| *          | Main Block                                     |
| W1         | Introduction                                   |
| W2         | Graphs and Sets                                |
| W3         | Deep Sets, Transformers, and Latent Graph Infe |
| W4         | Grids & Euclidean spaces                       |
| W5         | Convolutional Neural Networks                  |
| W6         | Recurrent Neural Networks                      |
| W7         | Long Short-Term Memory Networks                |
| W8         | Groups & Homogeneous spaces                    |
| W9         | Group-equivariant CNN                          |
| W10        | Geodesics & Manifolds                          |
| W11        | Intrinsic Mesh CNNs                            |
| W12        | Gauges & Bundles                               |
| W13        | Equivariant Message Passing Networks           |
| W14        | Recommender Systems and Social Network         |

## BIBLIOGRAPHY AND RESOURCES

### Basic Bibliography

- Geometric Deep Learning: Grids, Groups, Graphs, Geodesics, and Gauges, by Michael M. Bronstein, Joan Bruna, Taco Cohen, Petar Veličković. [Read online.](#)
- WEB: <https://geometricdeeplearning.com/>