

Completando la Formación en Ingeniería Química: el Máster

Análisis de la situación actual en España

Susana Luque
Universidad de Oviedo

XXXIV Jornadas de Ingeniería Química
Cartagena, 14-16 septiembre 2016



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Campus
de Excelencia
Internacional



XXXIV
Jornadas de
Ingeniería Química

Contenido

- Objeto y marco legal
- Estructura del Máster en Ingeniería Química
- Comparativa de programas
 - Duración
 - Optatividad
 - PE/TFM
 - Otras características
- Comparativa de costes
- Consideraciones adicionales y retos actuales

Objeto y marco legal

Formar al alumno en las competencias para el ejercicio de la Profesión de Ingeniero Químico

- Formación de posgrado **complementaria a la formación del Grado en Ingeniería Química**, con módulos y créditos mínimos, según **resolución de la Secretaría General de Universidades (BOE nº 187 de 4/8/2009)**
 - Garantiza la obtención de las competencias mínimas básicas del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, modificado por el Real Decreto 861/2010, de 2 de julio.
 - Garantiza la obtención de las competencias especificadas en el Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio, por el que se establece el Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior –**MECES**- (BOE nº 185, 3/8/2011)
- Permite el **acceso a los programas oficiales de doctorado** en Ingeniería Química (Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado)

Máster y Profesión (BOE)

- El Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre: «**Cuando se trate de títulos que habiliten para el ejercicio de actividades profesionales reguladas en España, el Gobierno establecerá las condiciones a las que deberán adecuarse los correspondientes planes de estudios, que además deberán ajustarse, en su caso, a la normativa europea aplicable. Estos planes de estudios deberán, en todo caso, diseñarse de forma que permitan obtener las competencias necesarias para ejercer esa profesión. A tales efectos la Universidad justificará la adecuación del plan de estudios a dichas condiciones**».
- Hasta tanto se establezcan las **oportunas reformas de la regulación de las Profesiones con carácter general en España** y, en concreto, la actualización del listado de las mismas previsto en la normativa vigente, atendiendo a la petición formulada por la Comisión de Ingeniería y Arquitectura del Consejo de Universidades en su sesión del día 4 de diciembre de 2008, el Consejo de Universidades acuerda establecer las recomendaciones que se detallan en los anexos[...]

Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química.

Estructura del Máster (BOE)

Establecimiento de recomendaciones [...] relativo a la **memoria para la solicitud de verificación de títulos oficiales de la Profesión de Ingeniero Químico:**

Mínimo 60 créditos + Trabajo Fin de Máster (6-30 créditos)

Máximo 120 créditos

Duración total de Grado y Máster \geq 300 créditos europeos.

Dos módulos:

- Ingeniería de procesos y producto (\geq 45 créditos)
- Gestión y optimización de la producción y sostenibilidad (\geq 15 créditos)

Resolución de 8 de junio de 2009, de la Secretaría General de Universidades, por la que se da publicidad al Acuerdo del Consejo de Universidades, por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de solicitud de títulos oficiales en los ámbitos de la Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Química.

El Máster en España



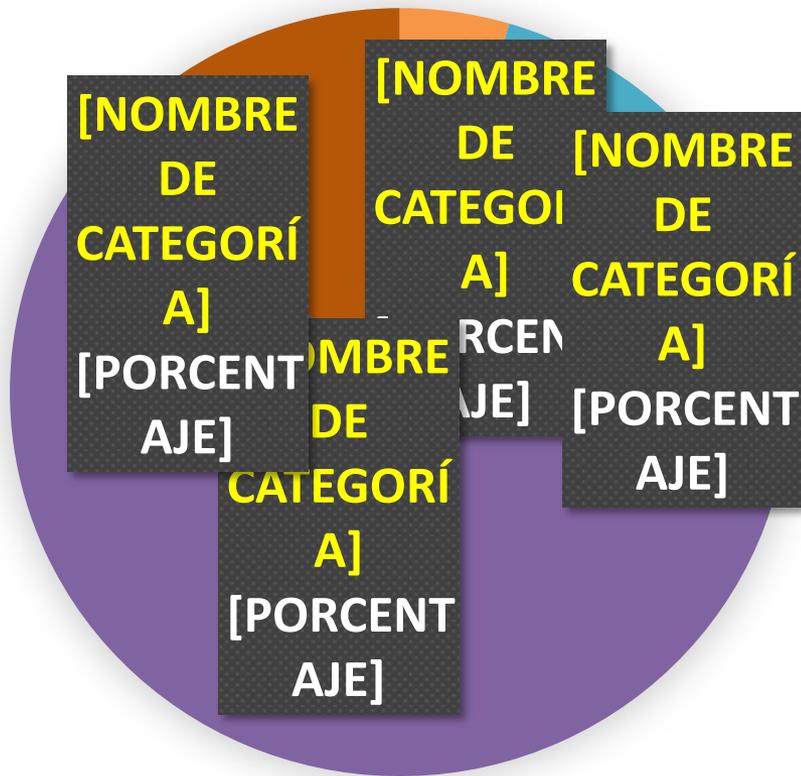
- 26 universidades
- 22 programas (hay tres interuniversitarios)
- Módulos (60-90 ECTS):
 - Ingeniería de Procesos y Producto
 - Gestión y Optimización de la Producción y SostenibilidadCon optatividad variable (0-43.5 créditos)
- Prácticas en Empresa: hasta 24 ECTS
- Trabajo Fin de Máster: 12-30 ECTS

Tres o cuatro semestres: 72-120 créditos ECTS

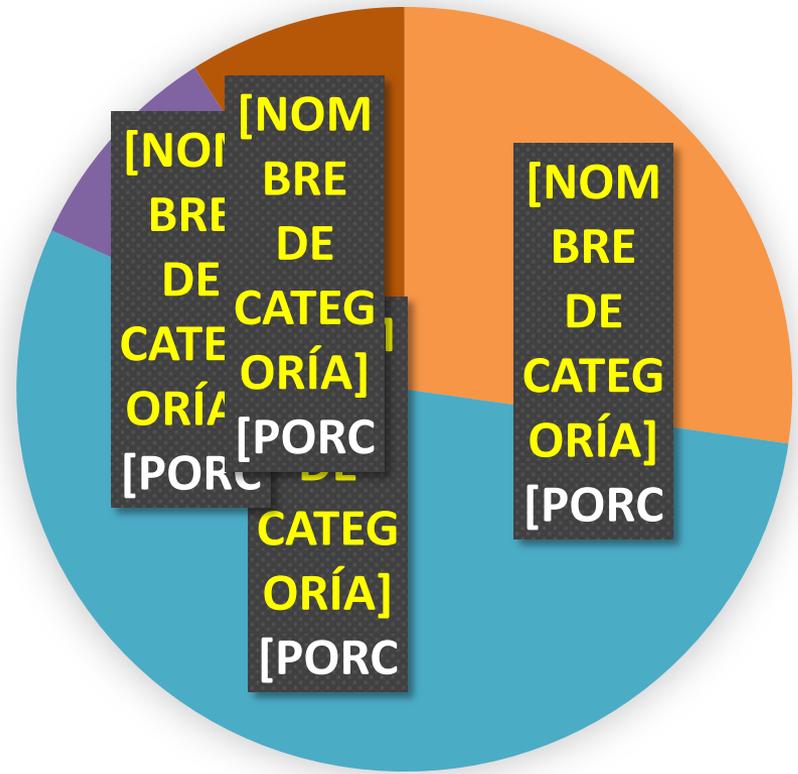
Universidad	Tipo	Créditos	TFM	Opta	Itiner	Comienzo
Granada (UGR)	P	72	12	12		14/15
Autonoma (UAM)- Rey Juan Carlos (URJC)	P&INV	75	15	12	SI	13/14
Politécnica de Madrid (UPM)	P&INV	75	15	30		12/13
València (UV)	P&INV	75	15	6		15/16
Alicante (UA)	P&INV	90	15	12		14/15
Almeria (UAL)- Cádiz (UCA)-Málaga (UMA)	P&INV	90	15	18		14/15
Autònoma de Barcelona (UAB)-MIBA	P	90	15	30		14/15
Barcelona (UB)	P	90	30	18		13/14
Cantabria (UNICAN)- País Vasco (UPV-EHU)	P&INV	90	15	15	SI	14/15
Castilla La Mancha (UCLM)	P&INV	90	12	0		12/13
Complutense (UCM)- MUIQ-IP	P&INV	90	15	30		13/14
Huelva (UHU)	P	90	15	22.5		14/15
Oviedo (UNIOVI)	P&INV	90	12	13.5		13/14
Ramón Llull (URL)	P&INV	90	30	12		11/12
Rovira I Virgili (URV)	P	90	15	9		11/12
Salamanca (USAL)	P&INV	90	18	27	SI	11/12
Santiago (USC) - MUIQ-BP	P&INV	90	18	12		13/14
Valladolid (UVA)	P	90	12	18		14/15
Zaragoza (UNIZAR)	P&INV	90	15	39		14/15
Politécnica de Catalunya (UPC)	P&INV	120	12	42	SI	13/14
Politécnica de Valencia (UPV)	P	120	15	43.5		14/15
Universidad de Sevilla (US)	P	120	12	30	SI	14/15

Situación en España

Créditos totales del Máster



Créditos TFM



Competencias (BOE)

Capacidad para aplicar el método científico y los principios de la ingeniería y economía, para formular y resolver problemas complejos en procesos, equipos, instalaciones y servicios, en los que la materia experimente cambios en su composición, estado o contenido energético, característicos de la industria química y de otros sectores relacionados entre los que se encuentran el farmacéutico, biotecnológico, materiales, energético, alimentario o medioambiental.

Concebir, proyectar, calcular, y diseñar procesos, equipos, instalaciones industriales y servicios, en el ámbito de la ingeniería química y sectores industriales relacionados, en términos de calidad, seguridad, economía, uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente.

Dirigir y gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos en el ámbito de la ingeniería química y los sectores industriales relacionados.

Realizar la investigación apropiada, emprender el diseño y dirigir el desarrollo de soluciones de ingeniería, en entornos nuevos o poco conocidos, relacionando creatividad, originalidad, innovación y transferencia de tecnología.

Saber establecer modelos matemáticos y desarrollarlos mediante la informática apropiada, como base científica y tecnológica para el diseño de nuevos productos, procesos, sistemas y servicios, y para la optimización de otros ya desarrollados.

Competencias (BOE)

Tener capacidad de análisis y síntesis para el progreso continuo de productos, procesos, sistemas y servicios utilizando criterios de seguridad, viabilidad económica, calidad y gestión medioambiental.

Integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de emitir juicios y toma de decisiones, a partir de información incompleta o limitada, que incluyan reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas del ejercicio profesional.

Liderar y definir equipos multidisciplinares capaces de resolver cambios técnicos y necesidades directivas en contextos nacionales e internacionales.

Comunicar y discutir propuestas y conclusiones en foros multilingües, especializados y no especializados, de un modo claro y sin ambigüedades.

Adaptarse a los cambios, siendo capaz de aplicar tecnologías nuevas y avanzadas y otros progresos relevantes, con iniciativa y espíritu emprendedor.

Poseer las habilidades del aprendizaje autónomo para mantener y mejorar las competencias propias de la ingeniería química que permitan el desarrollo continuo de la profesión.

Ingeniería de procesos y producto

- Aplicar conocimientos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales, obtenidos mediante estudio, experiencia, y práctica, con razonamiento crítico para **establecer soluciones viables económicas**
- **Diseñar** procesos, sistemas **optimizados** ya desarrollados de la ingeniería química, comprensivos **de separación e ingeniería de las reacciones químicas, nucleares, electroquímicas y bioquímicas**.
Diseño
Fenómenos de transporte
Operaciones de separación
Ingeniería de reacciones
- Conceptualizar modelos de ingeniería, aplicar métodos innovadores en la resolución de problemas y aplicación **de simulación, optimización y control** de procesos y sistemas.
Simulación, optimización, control
- Tener habilidad para **solucionar problemas que son poco familiares, incompletamente definidos, y tienen especificaciones** en competencia, considerando los posibles métodos de solución, incluidos los **soluciones innovadoras** apropiado, y poder corregir la puesta en práctica, evaluando las diferentes soluciones de diseño.
Soluciones innovadoras
- **Dirigir y supervisar** todo tipo de instalaciones, procesos, sistemas y servicios de las diferentes áreas industriales relacionadas con la **ingeniería química**.
Dirección
- Diseñar, construir e implementar métodos, procesos e instalaciones para la **gestión integral de suministros y residuos**, sólidos, líquidos y gaseosos, con capacidad de evaluación de sus impactos y de sus riesgos.
Gestión integral

Análisis planes de estudio

OBLIGATORIAS - IPP	Créditos		%
	Min	Max	
Diseño avanzado de reactores	4.5	9	85
Simulación y optimización de procesos químicos	3	11	80
Diseño de procesos y productos	3	15	80
Procesos de separación avanzados/ampliación	3	6	70
Fenómenos de transporte/ampliación	3	6	65
Seguridad y análisis de riesgos	3	6	60
Gestión ambiental/integral de suministros y residuos	3	6	40
Control avanzado de procesos	3	6	30
Experimentación	4.5	6	15
Energética industrial/sostenibilidad/mejores técnicas	3	4.5	15
Informática aplicada/métodos numéricos	1.5	6	10
Modelado termodinámico de procesos químicos	4.5	4.5	5

Gestión y optimización de la producción y sostenibilidad

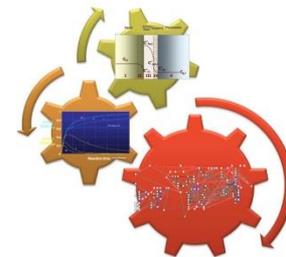
- **Dirigir y organizar empresas**, así como sistemas de producción y servicios, aplicando **Dirección y organización de empresas** estrategias comerciales, contabilidad industrial, mercantil y laboral, contabilidad financiera y de costes.
- **Dirigir y gestionar la organización del trabajo y los recursos humanos** aplicando **Seguridad** seguridad industrial, prevención de riesgos laborales, **Gestión integral** calidad, gestión medioambiental.
- **Gestionar la Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica**, atendiendo a la transferencia de tecnología y los derechos de propiedad y de patentes. **I+D+i**
- **Adaptarse** a los cambios estructurales de la sociedad motivados por factores o fenómenos de índole energético o natural, para resolver los problemas derivados de **Sostenibilidad** **tecnologías con un elevado compromiso de sostenibilidad.**
- Dirigir y realizar la **verificación y auditorías** **Verificación y auditorías** de instalaciones, procesos y productos, así como calibraciones, ensayos e informes.

Análisis planes de estudio

OBLIGATORIAS - GOPS	Créditos		%
	Min	Max	
Economía y organización industrial	3	6	80
Gestión (integral, producción, calidad)	3	9	65
Gestión I+D+/Investigación en Ingeniería Química	3	12	65
Creación de empresas/Emprendimiento	3	3	10
Gestión de proyectos	2	5	15
Sostenibilidad	6	9	10
Organización del trabajo	5	5	5

Trabajo Fin de Máster

- Realización, presentación y defensa, **una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios**, de un ejercicio original realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un **proyecto integral de Ingeniería Química de naturaleza Profesional en el que se sinteticen las competencias adquiridas en las enseñanzas.**



Optatividad y perfiles

- Perfiles Profesionalizantes e investigadores:
 - Procesos
 - Materiales/Polímeros/Biopolímeros
 - Ambiental
 - Bioprocesos/Biotecnología

No hay menciones en los títulos, aunque en 5 máster hay itinerarios o especialidades



Optatividad (Ejemplos)

PROCESOS QUÍMICOS

- Operaciones avanzadas de separación
- Estrategia en ingeniería de procesos químicos
- Catálisis para medio ambiente y energía
- Control avanzado
- Tecnologías emergentes

HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS/INFORMÁTICAS

- Informática aplicada
- Ampliación de Estadística
- Modelización estocástica y multivariable
- Métodos numéricos

MATERIALES

- Materiales nanoestructurados
- Nanotecnología
- Tecnología del papel
- Ingeniería de Polímeros
- Materiales plásticos

ENERGÍA

- Optimización energética/Energías sostenibles
- Hidrógeno
- Ciencia y tecnología de la combustión

BIO

- Ingeniería bioquímica/biotecnología
- Procesos de la industria alimentaria
- Biomateriales
- Principios del cultivo de células animales

AMBIENTAL

- Nuevas fuentes de agua
- Calidad y tratamiento de aguas
- Purificación de efluentes gaseosos
- Valoración de residuos
- Ecodiseño y análisis de ciclo de vida
- Tecnologías alternativas para la depuración de aguas residuales industriales
- Gestión de residuos peligrosos y remediación de suelos.
- Prevención y control integrado contaminación
- Biotecnología ambiental s de caracterización de sólidos

Prácticas Externas

Universidad	Cred	Opta	PE	Tipo
Universidad de Sevilla (US)	120	30	de 10 a 24	Op
Cantabria (UNICAN)- País Vasco (UPV-EHU)	90	15	15	OB
Complutense (UCM)- MUIQ-IP	90	30	15	OB (Empresa/inv)
Rovira I Virgili (URV)	90	9	15	OB
Alicante (UA)	90	12	12	OB
Oviedo (UNIOVI)	90	13.5	12	OB
Santiago (USC) - MUIQ-BP	90	12	12	OB
Zaragoza (UNIZAR)	90	39	12	Op
Barcelona (UB)	90	18	9	Op
Salamanca (USAL)	90	27	9	Op
Autonoma (UAM)- Rey Juan Carlos (URJC)	75	12	6	OB
Castilla La Mancha (UCLM)	90	0	6	OB
Granada (UGR)	72	12	6	OB
València (UV)	75	6	6	OB
Politécnica de Madrid (UPM)	75	30	3	Op
Almeria (UAL)- Cádiz (UCA)-Málaga (UMA)	90	18		Op
Politécnica de Catalunya (UPC)	120	42		Op

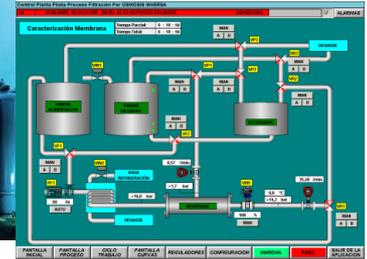
Docencia externa/inglés



- Profesorado externo:
 - Profesionales de empresas/otras instituciones
 - Tutoría empresarial en prácticas en empresas/TFM
- Docencia en inglés:
 - Asignaturas completas en inglés
 - Incorporación de actividades/material docente en inglés
 - Redacción y defensa TFM



Acceso



Establecido en la Resolución 12977 de 2009 (BOE 187) y los RD 1393/2007 y RD 861/2010 sobre enseñanzas universitarias oficiales:

- Quien haya adquirido previamente las competencias que se recogen en el apartado 3 de la Orden Ministerial por el que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales vinculados con el ejercicio de la Profesión de Ingeniero Técnico Industrial, y su formación estar de acuerdo con la que se establece en el apartado 5 de la orden antes citada, referido todo ello al módulo de Tecnología Específica de Química Industrial.
- Cuando el título de grado del interesado cubra las competencias que se recogen en los módulos de formación básica y común a la rama industrial [...] se deberán cursar los complementos necesarios para garantizar las competencias recogidas en el bloque de química industrial.
- Otros titulados[...] complementos de formación previa que se estimen necesarios

Competencias específicas previas

Recogidas en el bloque de química industrial del apartado 5 de la O.M.:

- Conocimientos sobre **balances de materia y energía**, biotecnología, transferencia de materia, operaciones de separación, ingeniería de la reacción química, diseño de reactores, y valorización y transformación de materias primas y recursos energéticos.
- Capacidad para el **análisis, diseño, simulación y optimización** de procesos y productos.
- Capacidad para el diseño y gestión de procedimientos de experimentación aplicada, especialmente para la determinación de **propiedades termodinámicas y de transporte, y modelado** de fenómenos y sistemas en el ámbito de la ingeniería química, **sistemas con flujo de fluidos, transmisión de calor, operaciones de transferencia de materia, cinética de las reacciones químicas y reactores**.
- Capacidad para diseñar, gestionar y operar procedimientos de **simulación, control e instrumentación de procesos químicos**.

En la práctica

- Acceso directo a
 - Graduados en Ingeniería Química (240 créditos ECTS)
 - Ingenieros Químicos (titulación anterior a Bolonia).
 - **Ingenieros Técnicos Industriales, esp. Química Industrial**
 - Otras titulaciones → Comisión Académica del Máster, estudia cada caso y determina los complementos formativos necesarios (ej. biotecnólogos, químicos)
- **Acreditar un nivel de inglés B1** según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas.

¿Cuánto cuesta?

I. PRINCIPADO DE ASTURIAS

- DISPOSICIONES GENERALES

CONSEJERÍA DE PRESIDENCIA Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

DECRETO 36/2016, de 22 de junio, por el que se fijan los precios públicos que regirán para los estudios conducentes a títulos oficiales y servicios de naturaleza académica en la Universidad de Oviedo durante el curso 2016-2017.

Anexo II

ENSEÑANZAS OFICIALES DE MÁSTER UNIVERSITARIO

Enseñanzas oficiales de Máster Universitario que habiliten o sean condición necesaria para el ejercicio de profesiones reguladas en España

Máster Universitario en Abogacía, en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional, en Ingeniería Informática, en Ingeniería Química, en Prevención de Riesgos Laborales, en Ingeniería Industrial, en Ingeniería de Telecomunicación, en Ingeniería de Minas, en Psicología General Sanitaria, en Ingeniería Marina y de Mantenimiento, en Ingeniería Náutica y Gestión del Transporte Marítimo, en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos.

Precio del crédito ECTS (euros)

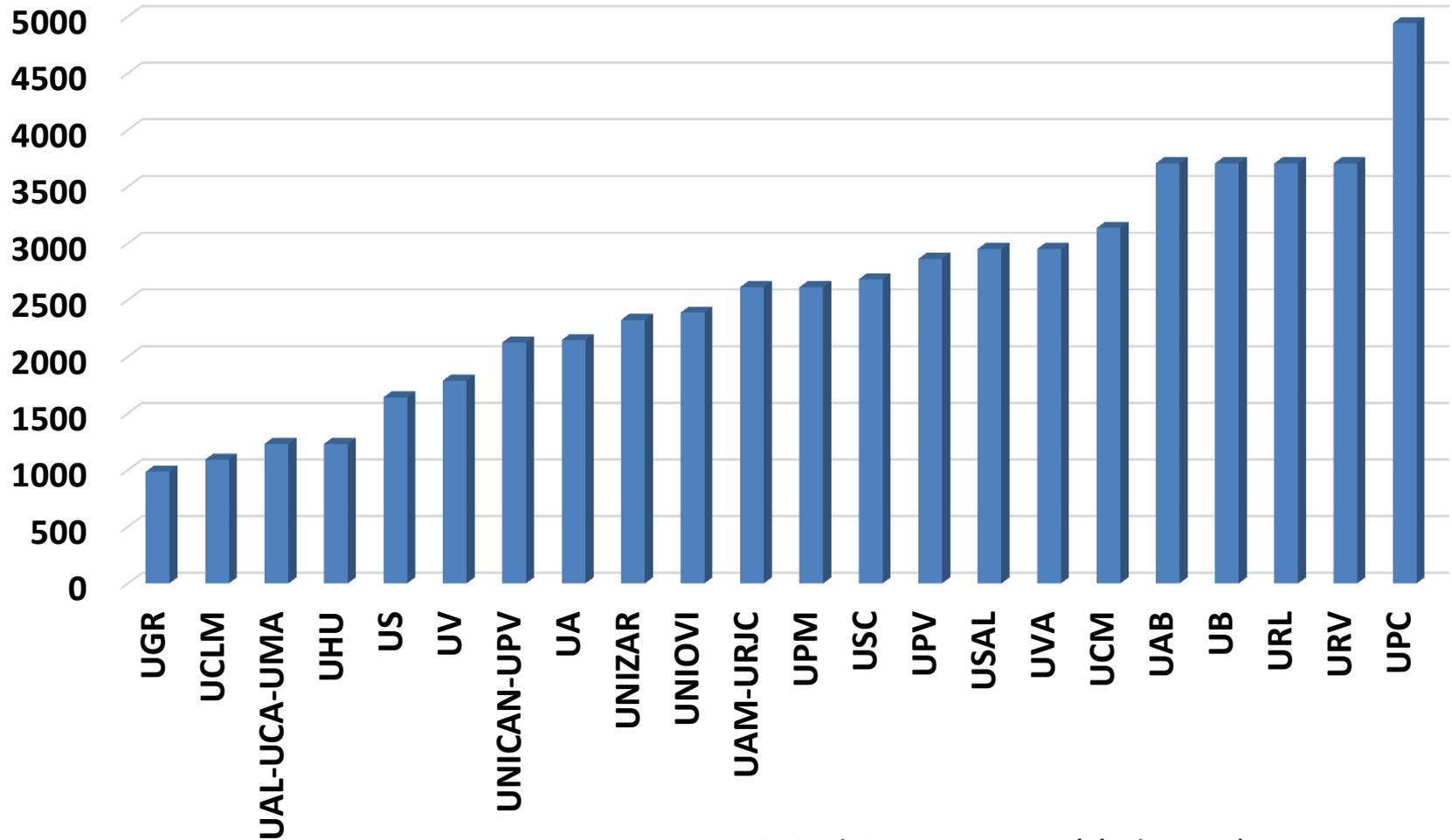
Primera Matrícula	Segunda Matrícula	Tercera Matrícula	Cuarta Matrícula
26,54	46,75	77,15	107,84

Tasas Máster Curso 2016-17

	Habilitante	No habilitante	MUIQ
Andalucía	13.68	29.57	13.68
Castilla-La Mancha	12.13/18.87		18.87
Cantabria	23.62	23.62 /46.95	23.62
Cdad. Valenciana	23.85	23.85 /46.20	23.85
Aragón	20.20/25.83	25.83 /37.40	25.83
Asturias	26.54	30.65/36.25	26.54
Galicia	29.81	31.36	29.81
País Vasco	32.45	32.45	32.45
Castilla y León	32.78	32.78 /41.58	32.78
Madrid	34.83 /38.43	52.65	34.83
Cataluña	41.17	65.87	41.17

NACIONALES o RESIDENTES UE Precio del crédito en 1ª matrícula

Coste global MUIQ



Sin incluir otras tasas (título, etc.) o seguro escolar

Datos de matrícula

	Alumnos					
Universidad	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17
Alicante (UA)				4	15	15*
Almeria (UAL)- Cádiz (UCA)-Málaga (UMA)				43	16	25*
Autònoma de Barcelona (UAB)				12	19	15*
Autonoma (UAM)- Rey Juan Carlos (URJC)			59	49	60	60*
Barcelona (UB)			6	12	30	20
Cantabria (UNICAN)- País Vasco (UPV-EHU)				39	40	40*
Complutense (UCM)- MUIQ-IP			25	26	42	45
Huelva (UHU)				14	18	*
Murcia (UM)		5	8	11		
Oviedo (UNIOVI)				5	15	16
Politécnica de Valencia (UPV)				25	40	65*
Ramón Llull (URL)				20-25	20-25	30*
Rovira I Virgili (URV)	15	21	27	28	24	25
Salamanca (USAL)	4	3	4	9	12	20*
Santiago (USC) - MUIQ-BP			13	16	19	22*
Universidad de Sevilla (US)				10	10	
València (UV)					19	25*
Valladolid (UVA)				2	6	6*
Zaragoza (UNIZAR)				14	26	20*

Retos actuales

- Tasas de ocupación bajas en algunos casos
- Restricciones presupuestarias y matrícula reducida
 - Reducción optativas
- Movilidad de estudiantes
 - Diferentes calendarios académicos en las Universidades
 - Dificultades para organizar movilidad internacional por la duración de los estudios
- Másteres coordinados
 - Coordinación supone esfuerzo adicional
 - Dificultades administrativas
 - Dificultades técnicas de la teledocencia

Agradecimiento

- Jaime Lora, CODDIQ y UPV
- Albert Guisasola, UAB
- Ana Blandino, UCA-UMA-UAL
- Ana Gayubo, UPV-EHU-UNICAN
- Carlos Téllez, UNIZAR
- Frank Erich Stüber, URV
- Gemma Vicente, URJC-UAM
- Julia González, USC
- Julià Sempere, URLL
- Manuel J. Díaz, UHU
- María José Fernández, UA
- Mariano Martín, USAL
- Rafael Mato, UVA
- Vicente Martínez, UV
- Víctor Meseguer, UM