



Escola Técnica  
Superior de  
Enxeñaría

# MÁSTER OFICIAL EN ENXEÑARÍA AMBIENTAL

# INFORME

Santiago de Compostela, 30 de setembro de 2009

## **Índice:**

1. Introducción.
2. Matrícula
3. Aspectos Académicos
  - 3.1. Profesorado
  - 3.2. Aspectos Académicos
  - 3.3. Practicum
  - 3.4. Visitas a Instalacións Industriais
  - 3.5. Proxectos Fin de Carreira
4. Avaliación da Docencia
5. Orzamento

## 1. Introducción

No curso 2006-07 púxose en marcha o Máster Oficial en Enxeñaría Ambiental no marco dos Programas Oficiais de Posgrao que a USC implantou como o primeiro paso para a progresiva implantación do EEES.

O Máster estivo configurado cun esquema de 120 ECTS distribuídos ao longo de 2 anos. Sen embargo, debido a que finalmente a implantación do EEES en España será de Graos de 4 anos no curso 2008-09 tomouse a decisión de reformular o Máster a 90 ECTS para acercarse ao que será a duración da maior parte destes estudos (60 ECTS).

O traballo de configuración da nova estrutura da titulación realizouse ao longo do curso 2008-09 así como a confección dun plan de transición entre os alumnos do plan vello (P4011) e o plan novo (P4012).

Estes traballos culmináronse coa comunicación feita o 1 de Xuño de 2009 da ANECA en donde se informou de que a nova configuración do Máster en Enxeñaría Ambiental en 90 ECTS foi verificado positivamente polo procedemento abreviado. Polo tanto este Máster axústase ao RD 1397/2007.

Polo tanto, o Máster funcionou durante estes últimos 4 cursos (2006-07, 2007-08, 2008-09) con unha duración de 2 anos (120 ECTS). E o que se denominará a partir de agora Plan Vello (P4011).

No curso 2009-10 se implanta o Plan Novo no 1º ano, namentras que o Plan Vello continua no 2º ano. A partires do ano académico 2010-11 xa so se impartirá o Plan Novo.

### 1.1. Xustificación da modificación do Máster en Enxeñaría Ambiental

O Máster Oficial en Enxeñaría Ambiental púxose en marcha no curso académico 2006-07 no marco dos Programas Oficiais de Posgrao que a USC implantou como o primeiro paso para a progresiva implantación do EEES. O máster estruturouse con un contido de 120 ECTS implantado ao longo de dous cursos académicos.

A progresiva implantación e definición do proceso de Bolonia é xa un feito na actualidade. A definición de que en España as titulacións de Grado terán unha duración de 240 ECTS, o que supón unha duración académica de 4 anos, está supoñendo que a grande maioría dos novos Másters terán una carga docente de 60 ECTS (1 ano académico).

Neste sentido, tanto a partires das reflexións dos propios profesores e alumnos, como da Comisión Académica do Máster en Enxeñaría Ambiental, veuse unha necesidade a reforma do actual Máster de Enxeñaría Ambiental dos 120 ECTS actuais a 90 ECTS. É un sentir xeral desta colectividade que esta sería a reforma mínima imprescindible para que o máster poida seguir sendo competitivo nun marco, como o actual, en onde a maioría dos novos másters (e algúns con títulos moi semellantes) van a ter unha carga docente de 60 ECTS.

Polo tanto, a partires do mes de setembro de 2009 iniciouse un proceso que involucrou numerosas reunións tanto da Comisión Académica como da totalidade dos profesores e alumnos que participan na titulación. As ideas que se manexaron dende o principio foron as de reducir a carga docente daquelas materias de contido máis xeral, sen modificar os contidos específicos do máster e non afectando as competencias específicas nin aos obxectivos xerais do máster.

Así, a modificación que agora realizada e aprobada consta basicamente do refundimento dos Módulos 1 e 2 denominados Fundamentos Científicos (15,5 ECTS obrigatorios) e Fundamentos Técnicos (20,5 ECTS obrigatorios), respectivamente, para pasar a ter unicamente un Módulo de Fundamentos (13 ECTS obrigatorios).

Tras esta modificación, os obxectivos xerais do título (definidos a partires das funcións e tarefas que o Enxeñeiro Ambiental debe asumir) non cambian e, polo tanto, se pretende que os titulados deberán ser capaces e competentes en:

- i) Identificar e formular problemas ambientais
- ii) Planificar, deseñar, e proxectar solucións, ben sexan modelos de xestión, obras ou instalacións para evitar e resolver os devanditos problemas
- iii) Executar a construción ou instalación correspondentes as devanditas solucións.
- iv) Explotar, manter e xestionar obras, instalacións ou servicios ambientais

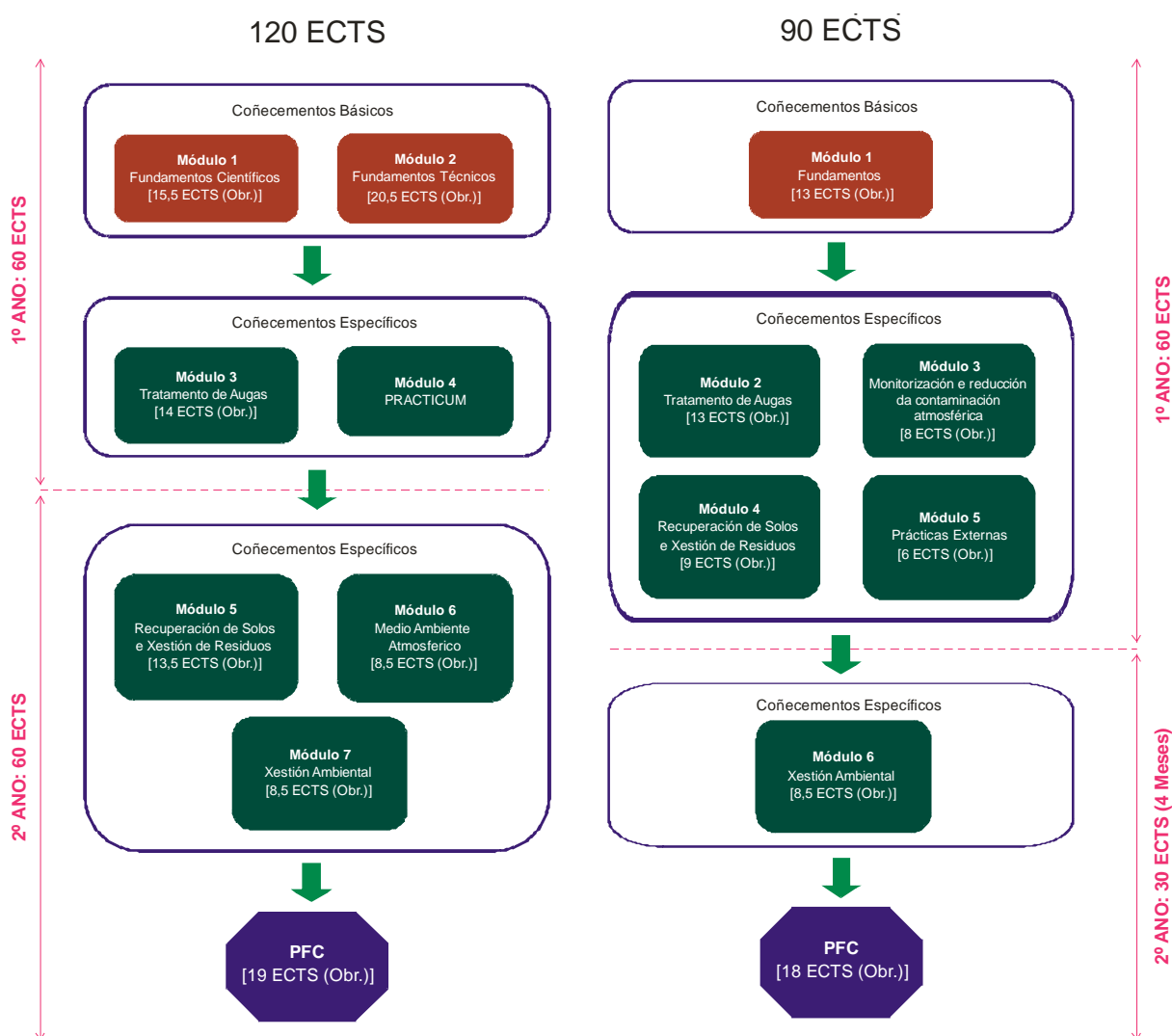


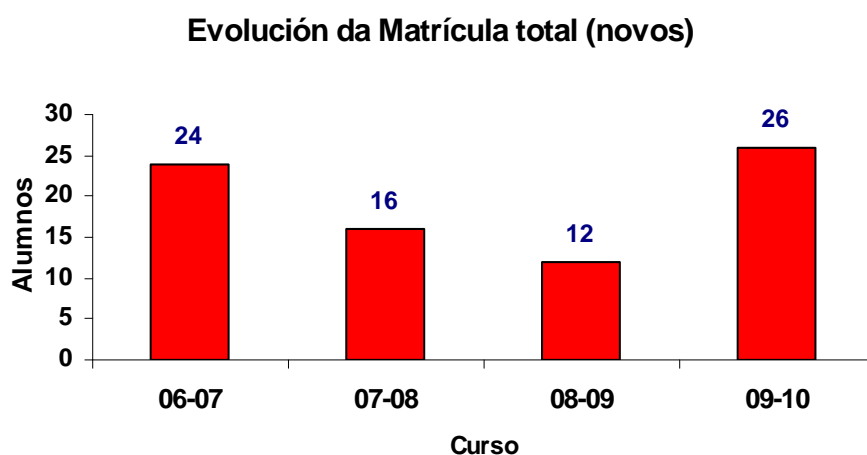
Figura 1. Comparación do Plan Vello (P4011 de 120 ECTS) co Plan Novo (P4012 de 90 ECTS).

## 2. Matrícula

A titulación definiuse cun límite de prazas de 25 prazas para o primeiro curso, cunha reserva de 12 prazas para alumnos que accedesen cunha titulación de Ciencias e outras 13 para os que teñan cursado Enxeñarías Técnicas ou Superiores.

Na Figura 1 pódese ver o número de matriculados nos cursos 2006-07, 07-08, 08-09 así coma os datos provisionais para o curso 2009-10. Pódese ver unha clara tendencia descendente nos primeiros tres cursos que foi modificada con éxito na matrícula do curso 2009-10, aínda que esta corresponde con unha nova reformulación do Máster que comenza unha nova andaina con 90 ECTS en vez dos 120 ECTS anteriores.

A Figura 2 indica a evolución dos matriculados segundo ás áreas de coñecemento das que proceden. Continúase con unha casi equidade entre o alumnado que procede de titulacións de Ciencias Experimentais comparado co que procede de titulacións de Enxeñaría. En canto ás Enxeñarías, segue sendo predominante o acceso de alumnos que cursaron previamente estudos de Enxeñaría Técnica fronte aos que cursaron Enxeñarías Superiores (Fig. 3). O alumnado que procede de Facultades de Ciencias Experimentais oscila de ano a ano, inda que no curso que estamos a comenzar agora (2009-10) notouse un repunte importante de Biólogos (Fig. 4). No caso dos Enxeñeiros, continúan a ser maioritarios os que cursaron previamente as Enxeñarías Técnicas Industriais e Agrícola impartidas no Campus de Lugo (Fig. 5). Finalmente, en canto á Universidade ou cidade de procedencia, o Máster se segue a nutrir basicamente de titulados da USC (tanto de Santiago coma de Lugo). Como feito a sinalar indicar a presenza este ano de 3 alumnos de outras tantas universidades da Comunidade de Madrid (Universidad Rey Juan Carlos, Universidad Alfonso X el Sabio, Universidad Europea de Madrid).



**Figura 1.** *Evolución do número de alumnos totais matriculados.*

## Evolución da Matrícula segundo Areas

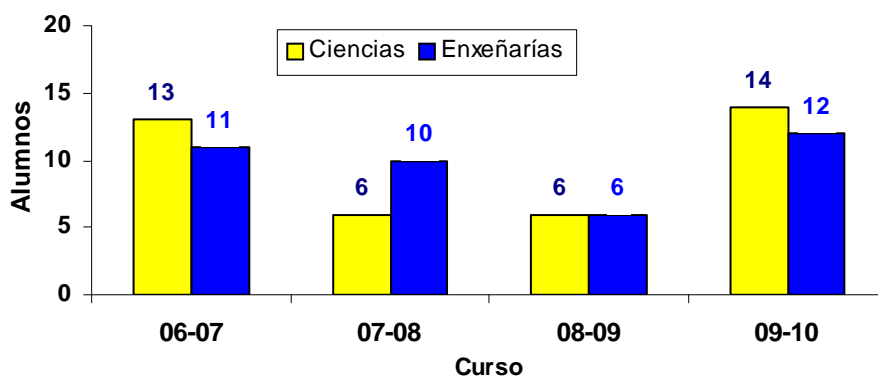


Figura 2. Evolución en función das grandes áreas de coñecemento: Ciencias experimentais vs. Enxeñarías.

## Evolución da Matrícula CC. vs. Enx.

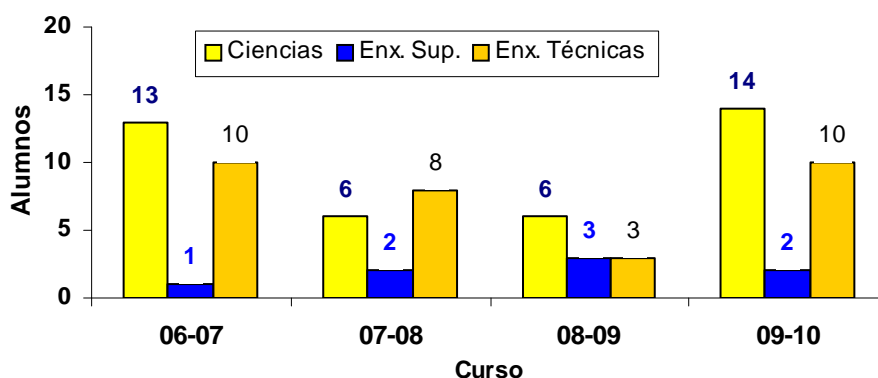


Figura 3. Evolución do número de alumnos totais matriculados desglosando os datos por Ciencias experimentais, Enxeñarías Superiores e Enxeñarías Técnicas..

## Evolución da Matrícula por titulacións (Ciencias)

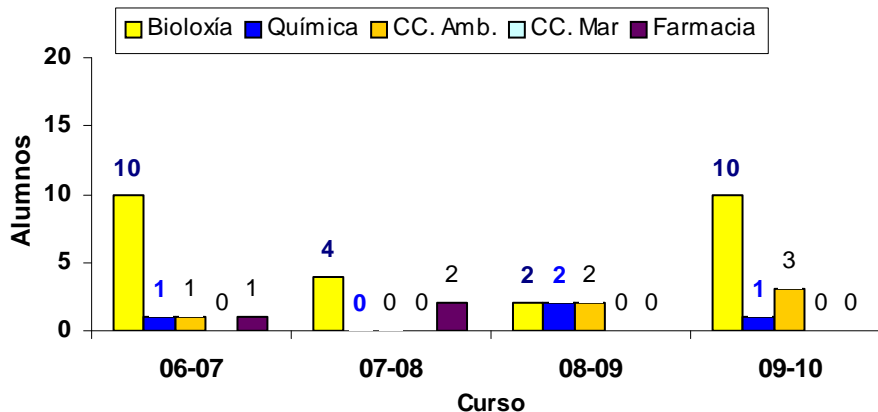


Figura 4. Evolución do número de matriculados segundo as titulacións de orixe da área de Ciencias Experimentais.

## Evolución da Matrícula por titulacións (Enx.)

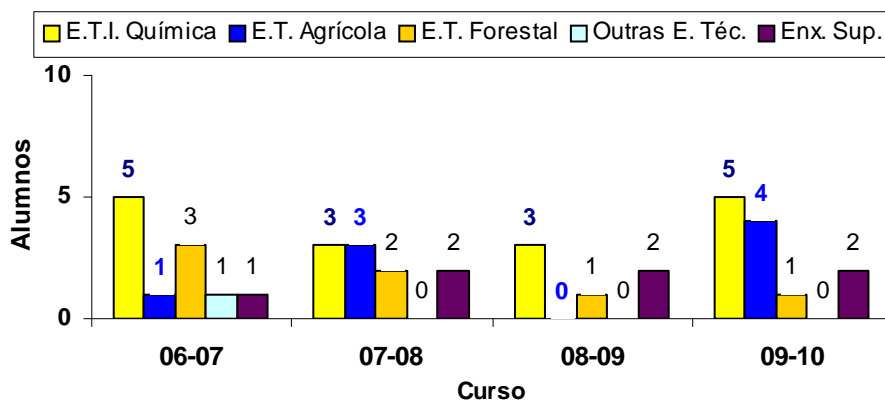


Figura 5. Evolución do número de matriculados segundo as titulacións de orixe da area de Enxeñarías.

## Evolución da Matrícula por Univ/Cidade orixe

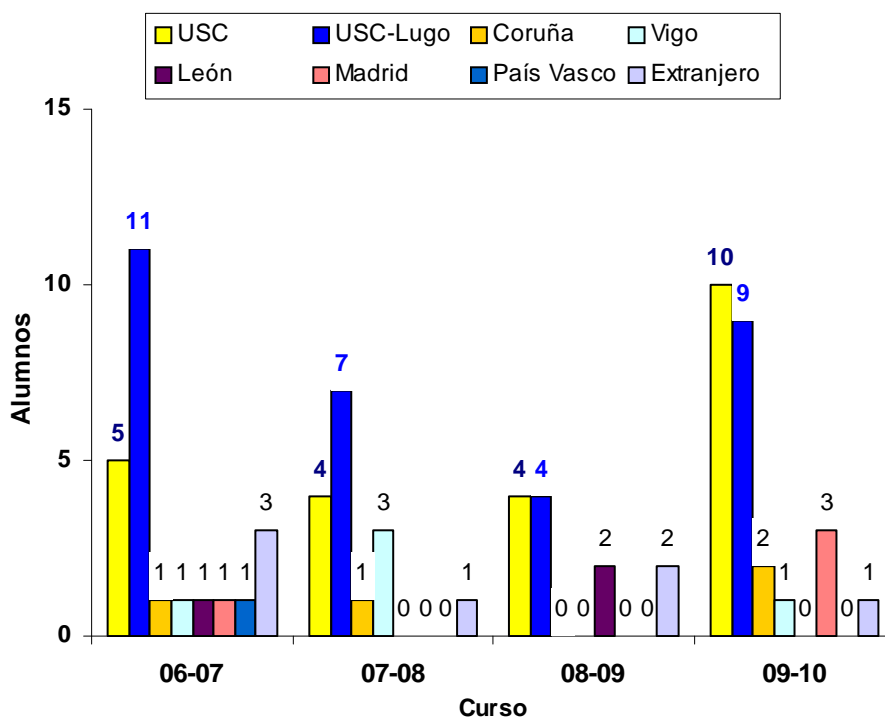


Figura 6. Evolución do número de matriculados segundo as Universidades e cidades onde cursaron a súa anterior titulación.

No curso 2006-07 dous alumnos de intercambio ERASMUS participaron en materias do Máster, namentras que no curso 2007-08 participaron 6 alumnos (Politécnico de Coimbra, Politécnico de Milano, Politécnico de Viana do Castelo e Universidade do Minho) e 2 alumnos de convenio internacional (Brasil e Chile). No curso 2008-09 participaron dous alumnos de convenio internacional de Brasil, mentras que no curso 2009-10 hai 1 alumno de intercambio ERASMUS.

### 3. Aspectos Académicos

#### 3.1. Profesorado

No Máster durante o curso 2008-09 impartiron clase 29 profesores de 11 Departamentos diferentes. Un 34,5% pertencen o corpo de Catedráticos de Universidades, un 44,8% son do corpo de Profesores Titulares de Universidade e un 13,8% corresponde a Profesores Doutores non funcionarios e un 6,9% de contratados do programa Isidro Parga Pondal.

Dado o carácter aplicado que dende un principio se quere imprimir á titulación, considerouse que en diversas materias a docencia das mesmas tamén contase coa participación de profesionais que desenvolvían o seu traballo no ámbito empresarial ou da administración (Táboa 1).

**Táboa 1.** Materias da titulación na que tamén imparten docencia profesionais procedentes do mundo empresarial ou do ámbito da administración.

Materia	Profesor	Empresa / Administración
Avaliación do Impacto Ambiental	C. Nieto Olano	Prof. de Ensinanza Secundaria
Contaminación e Tratamento do Aire	J.L. Bermúdez B. Soto	ENDESA GENERACION S.A.
Dereito Ambiental	J. Jordano	Universidade de Sevilla
Explotación de EDAR e TRS	H. Laiño M. Gómez R. Fernández W. Storhas	Aquagest Labaqua Aqualia Univ. Manheim, Alemania
Microbioloxía Ambiental	M. Araujo M.J. Gómez	USC Labaqua S.A.
Proxectos de Enxeñaría	Carlos Amiama Ares	Nortagro
Xestión e Tratamento de Residuos	C. Barros I. Constenla	USC USC

#### 3.2. Resultados Académicos

Os resultados académicos acadados foron, en xeral, moi positivos, cunha porcentaxe de asistencia superior o 75%. A porcentaxe de aprobados respecto dos alumnos matriculados para cada unha das materias no curso 06-07 e 07-08 amósanse na Figura 3.

O análise dos datos dos cursos 2006-07 e 2007-08 proporciona os seguintes índices:

- **Tasa de graduación: 65%**
- **Tasa de abandono: <5%**
- **Tasa de eficiencia: 95%**



### 3.3. Practicum

Dado que un dos obxectivos fundamentais desta titulación é “a formación de técnicos capaces non só de analizar, diagnosticar e solucionar problemas relacionados co ambiente”, é de suma importancia que os alumnos poidan facer prácticas tuteladas en empresas ou institucións no seu proceso formativo. A tal efecto no plan de estudos definiuse un módulo de 6,5 créditos ECTS de carácter optativo para que os alumnos puidesen facer un “practicum” en institucións e/ou empresas.

No curso 2006-07, 24 alumnos amosaron o seu interese por realizar o “practicum” para os cales se ofertaron 40 prazas. Na Táboa 2 sinálanse as empresas/institucións que participaron no practicum (un 37,5% dos alumnos fíxoo na propia USC). Do 24 alumnos, un 85% puido facelo na súa primeira opción e un 16,7% do total obtiveron remuneración.

**Táboa 2.** *Relación de empresas/institucións participantes no practicum no curso 2006-07.*

Empresa/Institución	Empresa/Institución
3R, Ingeniería Ambiental	Espina & Delfín
Agroam	FCC Planta Compostaxe de Lousame
Aquagest	Gestagua, S.A.
Aqualia	Laboratorio de Medio Ambiente (Xunta de Galicia)
Aula de Enerxías Renovábeis	MeteoGalicia
ATISAE Consultores	Quercus Enxeñeiros
CIDEMCO	Serviguide
Conservas Isabel	Sogama
ENDESA	USC

No curso 2007-08, 14 alumnos amosaron o seu interese por realizar o “practicum” para os cales se ofertaron 21 prazas. Na Táboa 3 sinálanse as empresas/institucións que participaron no practicum, o 93% dos alumnos fixérono fora da USC. Un 35,7% do total obtiveron remuneración.

**Táboa 3.** *Relación de empresas/institucións participantes no practicum no curso 2007-08.*

Empresa/Institución	Empresa/Institución
3R, Ingeniería Ambiental	Gestagua, S.A.
Aquagest	IDOM
Aqualia	Labaqua
CSIC	Serviguide
ENDESA	USC

No curso 2008-09, 10 alumnos amosaron o seu interese por realizar o “practicum”. Na Táboa 4 sinálanse as empresas/institucións que participaron no practicum, o 70% dos alumnos fixérono fora da USC. Un 32% do total obtiveron remuneración.

**Táboa 4.** *Relación de empresas/institucións participantes no practicum no curso 2008-09.*

Empresa/Institución
Aquagest
Enmacosa
Espina & Delfín
Gestagua, S.A.
Laboratorio de Medio Ambiente (Xunta de Galicia)
USC

### 3.4. *Visitas a Instalacións Industriais*

Na Táboa 5 reflíctense as visitas a instalacións industriais/prácticas de campo que se fixeron no curso 2006-07 e 2007-08

**Táboa 5.** *Relación de visitas a instalacións industriais e prácticas de campo.*

<b>Materia</b>	<b>Instalación/Prácticas de Campo</b>
<b>Curso 2006-07</b>	
Avaliación do Impacto Ambiental	Parque Eólico de Sotavento en Xermade
Calidade de Aguas	Estación Hidrobiolóxica en Vilargacía
Contaminación e Tratamento do Aire	Central Térmica de Endesa en As Pontes
Explotación de EDAR e ETAP	EDAR de Santiago de Compostela
Laboratorio de Solos e Residuos	FCC Planta de Compostaxe de Lousame
<b>Curso 2007-08</b>	
Avaliación do Impacto Ambiental	Parque Eólico de Sotavento en Xermade
Calidade de Augas	Estación Hidrobiolóxica en Vilargacía
Contaminación e Tratamento do Aire	Central Térmica de Endesa en As Pontes
Explotación de EDAR e ETAP	EDAR de Caldas de Reis
Laboratorio de Solos e Residuos	FCC Planta de Compostaxe de Louxame
Planificación de Sistemas Naturais	Espazo Natural das Catedrais e Santa Eufemia de Oscos
Xestión e Tratamento de Residuos	Explotación Mineira de Touro Xiloga en As Somozas Enviroil en As Somozas VFU Armonia
<b>Curso 2008-09</b>	
Avaliación do Impacto Ambiental	Parque Eólico de Sotavento en Xermade
Calidade de Aguas	Visita de campo no río Sar
Calidade de Aguas	Estación Hidrobiolóxica en Vilargacía
Contaminación e Tratamento do Aire	Central Térmica de Endesa en As Pontes
Explotación de EDAR e ETAP	EDAR de Calo-Milladoiro
Laboratorio de Solos e Residuos	FCC Planta de Compostaxe de Cospeito
Xestión e Tratamento de Residuos	VFU Armonia Sogarisa
Planificación e xestión de sistemas naturais	Visita de campo ás Fragas do Eume

### 3.5. *Proxectos Fin de Carreira*

Os proxectos presentados foron: (i) 13 no curso 2006-07 e (ii) 20 no 2007-08. Destes 20 alumnos, 13 corresponden a promoción do 2006-07, co que se atinxe unha porcentaxe do 54,2% nos alumnos que rematan o Máster na programación temporal dos anos programados.

No último curso 2008-09 presentáronse 23 proxectos dos cales o 65% foron de deseño e cálculo, un 26% dos cales contemplaron actividades de I+D+i, namentras que os efectuados en empresas ou na administración acadaron o 4% en ámbolos dous casos.

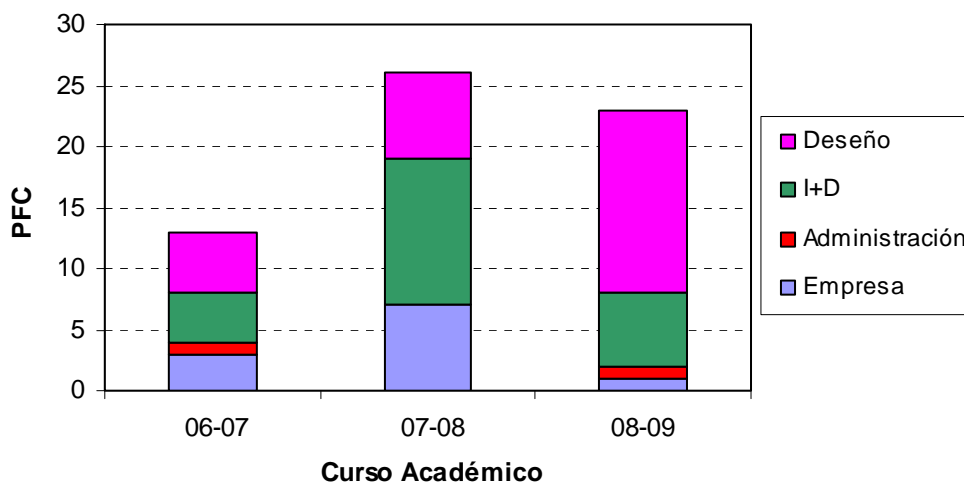


Figura 7. PFCs presentados en cada curso académico.

Da comparación dos datos de matrícula e de alumnos que completan o Proxecto Fin de Carreira se pode obter a duración real do Máster. Si se analizan os datos correspondentes ás matrículas dos cursos 2006-07 e 2007-08, e se comparan cos datos de lecturas de PFC dos cursos académicos 2007-08 e 2008-09, pódese ver que 66% dos alumnos matriculados nos cursos 2006-07 e 2007-08 acaban o Máster nos 2 anos regulamentados. Un 10% dos alumnos necesita un ano máis, namentras que un significativo 24% aínda está pendente ou ben de algunha materia ou ben de rematar o propio Máster.

### Duración real do Máster

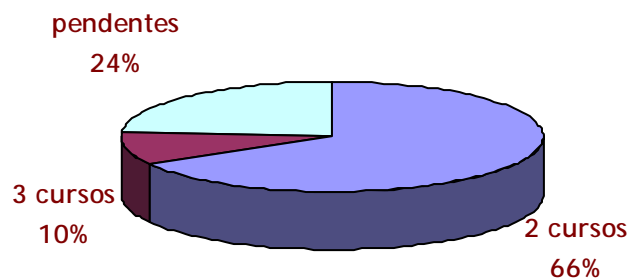


Figura 8. Determinación da duración real do Máster en Enxeñaría Ambiental mediante o análise dos datos do número de matriculados (cursos 06-07, 07-08) e de lecturas PFC (07-08, 08-09).

Nas Figura 9 e 10 amósanse a fotografías dos actos académicos de fin de carreira da I e II Promoción do Máster.



**Figura 9.** I Promoción do Máster (2005-07).



**Figura 10.** II Promoción do Máster (2006-08).

#### 4. Avaliación da docencia

A USC ten un programa de enquisas de avaliación do profesorado, cuxos resultados para o Máster se sinalan na Figura 11. Se os comparamos cos resultados do centro (ETSE) e da USC podemos ver que en xeral os valores acadados no Máster están na banda alta, con valoracións similares ou superiores.

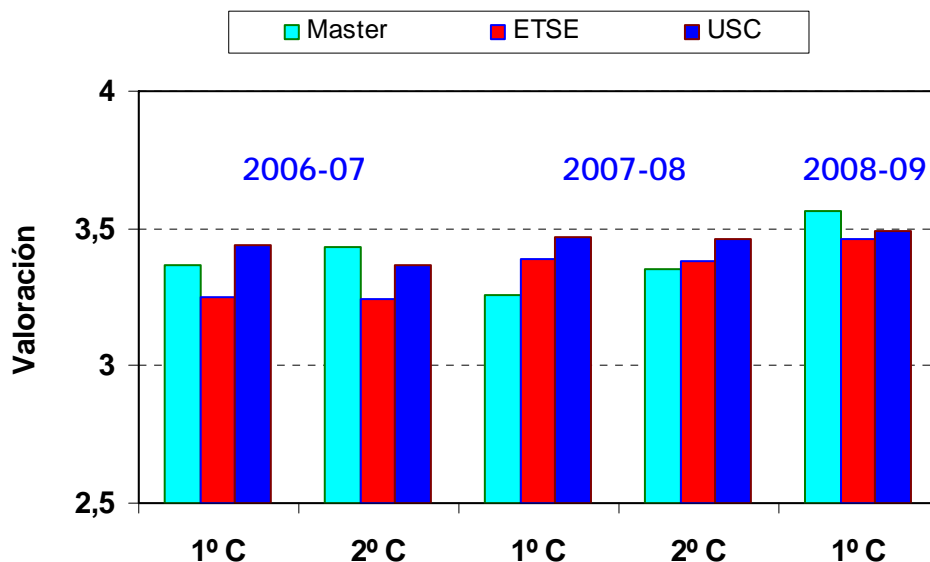


Figura 11. Resultados da avaliación dos alumnos do Máster en Enxeñaría Ambiental en comparación cos datos globais do Centro e da USC.

O desdobraemento por ítems para o Máster amósase na Figura 12.

##### Por ítems

- Item 1 O traballo que fai en clase o profesor/a axúdame a comprender a materia
- Item 2 O profesor/a estimula o traballo persoal dos estudantes na materia
- Item 3 O profesor/a resolve con claridade as dúbidas que lle formulan os estudantes
- Item 4 O profesor/a procura coñecer se os estudantes entenden o que lles explica
- Item 5 Estou satisfeito/a coa atención recibida deste profesor/a no horario de tutorías
- Item 6 Considero que este profesor/a me axudou a aprender
- Item 7 Globalmente estou satisfeito/a co profesor/a desta materia

Curso		Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Global
06-07	1º C	3,32	3,32	3,34	3,32	3,59	3,37	3,41	3,37
	2º C	3,39	3,25	3,51	3,35	3,58	3,51	3,53	3,43
07-08	1º C	3,18	3,26	3,2	3,26	3,44	3,27	3,27	3,26
	2º C	3,26	3,22	3,35	3,37	3,55	3,39	3,44	3,35
08-09	1º C	3,48	3,48	3,48	3,53	3,88	3,61	3,6	3,56

Figura 12. Desdobraemento por ítems e evolución ao longo dos diferentes anos académicos.

Así mesmo, na Figura 10 amósanse os resultados que se obtiveron das enquisas propias que se fixeron os alumnos en cada un dos módulos. En xeral, os alumnos fan fincapé, en todos os módulos, nunha necesidade de mellorar tanto na definición da carga de traballo das materias como tamén nunha coordinación máis efectiva dos traballos que se formulan ó longo de cada módulo.

## CURSO 2006-2007

### RESUMO DAS VALORACIÓNS DOS ALUMNOS PARA CADA MÓDULO

Item	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Módulo 7
1. Os contidos das materias do módulo son complementarios	3,18	3,18	2,68	4,33	3,00	3,57	2,75
2. A carga de traballo do módulo axústase os ECTS definidos	2,65	2,41	2,63	3,17	2,13	2,43	1,38
3. As tarefas complementarias no módulo están ben distribuídas no tempo	2,82	1,95	2,26	4,33	2,00	2,43	1,63
4. As actividades complementarias programadas axústanse os contidos do módulo	3,29	3,09	1,79	4,33	2,50	3,00	2,88
5. Globalmente estou satisfeito co módulo	2,94	2,77	2,32	4,17	2,38	3,29	2,50
<b>Promedio do módulo</b>	<b>2,97</b>	<b>2,70</b>	<b>2,33</b>	<b>4,09</b>	<b>2,39</b>	<b>3,03</b>	<b>2,29</b>

**Promedio Global** 2,83

## CURSO 2007-2008

### RESUMEN DE LAS VALORACIONES DE LOS ALUMNOS PARA CADA MÓDULO

Item	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Módulo 7
1. Los contenidos de las materias del módulo son complementarios	3,18	3,20	3,70	4,22	3,50	3,00	3,50
2. La carga de trabajo del módulo se ajusta a los ECTS definidos	3,27	3,27	2,60	3,52	2,58	2,82	2,61
3. Las tareas complementarias en el módulo están bien distribuídas en el tiempo	2,55	3,27	2,20	4,33	2,08	2,73	2,33
4. Las actividades complementarias programadas se ajustan a los contenidos del módulo	2,73	3,60	3,30	4,33	3,17	3,27	3,00
5. Globalmente estoy satisfecho con el módulo	2,73	3,53	2,70	4,33	2,50	2,73	3,00
<b>Promedio del módulo</b>	<b>2,85</b>	<b>3,41</b>	<b>2,85</b>	<b>4,15</b>	<b>2,70</b>	<b>2,86</b>	<b>2,92</b>

**Promedio Global** 3,11

## CURSO 2008-2009

### RESUMEN DE LAS VALORACIONES DE LOS ALUMNOS PARA CADA MÓDULO

Item	Módulo 1	Módulo 2	Módulo 3	Módulo 4	Módulo 5	Módulo 6	Módulo 7
1. Los contenidos de las materias del módulo son complementarios	3,10	3,22	3,70	4,22	3,70	3,11	2,20
2. La carga de trabajo del módulo se ajusta a los ECTS definidos	3,27	2,89	3,60	3,52	3,60	3,00	1,93
3. Las tareas complementarias en el módulo están bien distribuídas en el tiempo	3,00	2,56	3,10	4,33	2,89	2,00	1,80
4. Las actividades complementarias programadas se ajustan a los contenidos del módulo	3,00	2,88	4,20	4,33	3,80	2,78	2,27
5. Globalmente estoy satisfecho con el módulo	3,55	3,33	3,80	4,33	3,60	2,89	2,13
<b>Promedio del módulo</b>	<b>3,27</b>	<b>3,06</b>	<b>3,71</b>	<b>4,15</b>	<b>3,54</b>	<b>2,79</b>	<b>2,08</b>

**Promedio Global** 3,23

Figura 10. Valoración dos alumnos de cada un dos módulos do Máster.

