

Memòria justificativa per a la implantació de la doble titulació entre el Màster Universitari en Enginyeria del Terreny de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB) i el Màster Universitari en Enginyeria de Mines de l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM)

Titulacions a assolir (estudi i centre docent)

Les dos titulacions a assolir amb aquest doble màster són:

De l'Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa (EPSEM)
Màster Universitari en Enginyeria de Mines (màster amb atribucions)
Un curs i mig, 90 crèdits ECTS.

De l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB)
Màster Universitari en Enginyeria del Terreny (sense cap especialitat)
Dos cursos acadèmics, 120 crèdits ECTS.

Centre coordinador de la doble titulació

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports de Barcelona (ETSECCPB)

Nombre de places a ofertar per curs acadèmic

El numero de places per curs a ofertar serien:

Curs 2017-18	15 places
Curs 2018-19	15 places

I així la resta de cursos de vigència d'aquesta doble titulació.

Justificació de la proposta atenent a criteris acadèmics

Aquest doble diploma neix com una necessitat natural de combinar l'enginyeria del terreny (geotècnia, sísmica, hidrogeologia) amb l'enginyeria de mines de forma que pot donar lloc a un futur professional amb un espectre d'opcions de treball molt àmplies. Acadèmicament hi ha una relació important entre aquests dos àmbits. A més, les dues escoles en que s'imparteixen els màsters objecte del doble diploma, disposen de graus que donen entrada a aquest doble diploma de forma molt natural i donen una continuïtat acadèmicament consistent amb els estudis de màster. Per una banda el Grau en Enginyeria Minera (EPSEM) i per altre banda el Grau en Enginyeria Geològica (Escola de Camins i Facultat de Geologia) son graus amb atribucions d'enginyeria tècnica de mines (especialitats diferents que es complementen molt bé per donar lloc a professionals que cobreixin les necessitats del mercat). En tot cas, els graduats que s'esmenten no son els únics que poden donar lloc a candidats a fer la doble titulació de màster.

Justificació de la proposta atenent a altres criteris (empleabilitat,...)

Els enginyers i enginyeres formats en aquest doble màster podran accedir a càrrecs tècnics i directius en empreses relacionades amb l'explotació de mines i els recursos energètics o bé a altres càrrecs vinculats a la recerca i avaluació dels jaciments minerals, obres subterrànies, sondejos i instal·lacions mineres, el seu manteniment i l'estudi d'impacte ambiental. També podran dirigir projectes d'extracció, transport i emmagatzematge dels recursos, aplicant tecnologies mineral·lúrgiques i metal·lúrgiques. Les principals sortides dels titulats en l'àmbit de l'enginyeria de mines es troben en el sector de la mineria, en el de l'obra civil i en sectors més amplis on poden realitzar estudis sobre impacte ambiental, assessorament ambiental, seguretat laboral i organització i control de qualitat, entre d'altres.

També podran incorporar-se en equips de treball, ja sigui com a responsables o tècnics experts en les àrees i activitats vinculades a l'àmbit de l'enginyeria del terreny:

- Responsable de gestió i planificació d'obres geotècniques.
- Responsable de gestió i planificació de recursos hídrics.
- Responsable de modelització, avaluació i gestió de recursos geològics.
- Responsable d'avaluació i reducció del risc sísmic.
- Responsable d'avaluació i reducció dels riscos geològics.
- Responsable d'avaluació i reducció dels riscos hidrogeològics, incloent-hi la contaminació dels sòls.
- Responsable de campanya de reconeixement del terreny.
- Responsable de campanya de prospecció de recursos energètics.
- Responsable de planificació i gestió de solucions d'emmagatzematge de residus.
- Consultor en enginyeria civil, geotècnica, geològica i sísmica.
- Consultor en hidrologia i hidrogeologia.
- Doctorat en Enginyeria Civil, Geotècnica, Geològica i Sísmica.
- Doctorat en Hidrologia i Hidrogeologia.

Inserció laboral

A l'any 2015, l'AQU va publicar el document titulat *La inserció laboral dels titulats de màster* (http://www.aqu.cat/doc/doc_22262764_1.pdf) en el que es recullen una sèrie d'informacions que sens dubte ajuden a justificar aquest doble diploma. Aquestes dues titulacions de màster i per tant, el doble diploma, s'inclouen dins l'àmbit enginyeria civil que es un conjunt específic en aquest estudi de l'AQU. És important dir que en el moment que es va realitzar l'estudi, encara no estaven en marxa els programes de màster amb atribucions (Màster en Enginyeria de Camins, Canals i Ports i Màster en Enginyeria de Mines). Sobre aquest àmbit es poden destacar els següents resultats:

- El 40% d'estudiants provenen d'alguna universitat internacional. Actualment, segurament menor degut a la posada en marxa dels màsters amb atribucions.
- Dels estudiants estrangers, el 64% prové de Amèrica llatina i carib.
- Els principals motius dels estudiants per fer un màster en aquest àmbit son:
 - Augmentar les oportunitats de treball,
 - Progressar en la trajectòria professional i
 - Aprofundir en la formació

- La taxa d'ocupació es de 90.32%, de les més elevades de l'estudi, en concret en cinquena posició d'una trentena d'àmbits. Un 52% amb contractació de tipus fix.
- Pel que fa a retribució, en setena posició respecte al conjunt d'àmbits.
- Respecte al tipus d'activitat professional, un 73.21% d'adequació a les funcions que són pròpies del màster (per sobre de la mitjana). I un 94.64% d'adequació de les funcions a nivell de màster. És a dir, pràcticament tots els graduats de màster fan treballs que corresponen a nivell de màster, mentre que 3/4 parts fan treballs que corresponen al màster concret que han estudiant.
- Satisfacció relativament elevada amb la feina actual.
- Un 72.58% dels titulats repetirien els estudis.

Segons aquest estudi es pot concloure que els titulats en estudis de màster en l'àmbit de l'enginyeria civil gaudeixen d'unes bones perspectives professionals i laborals.

Justificació de l'adquisició de les competències que han estat verificades

Les dues titulacions de màster comparteixen algunes de les competències, de manera que pot aconseguir-se una doble titulació de màster sense ser una suma directe de crèdits dels dos màsters per separat.

Concretament, les dues titulacions de màster comparteixen les competències bàsiques CB6, CB7, CB8, CB9 i CB10, així com també la majoria de les competències transversals, generals i, algunes d'específiques. En aquest darrer cas la coincidència pot ser no literal. **Amb l'itinerari de doble titulació que es proposa, s'assegura l'assoliment de totes les competències verificades d'ambdues titulacions.**

Pel que fa al Màster en Enginyeria de Mines la proposta de doble màster porta totes les matèries i assignatures que donen compliment a l'Ordre CIN/310/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas". Són 60 crèdits d'obligatòries, 15 d'optatives que seran reconegudes per les assignatures del Màster en Enginyeria del Terreny indicades als annexos i un treball final de màster conjunt que atindrà en crèdits i continguts a l'ordenat a la mencionada ordre ministerial:

"Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un trabajo realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería de Minas de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas".

Pel que fa al Màster en Enginyeria del Terreny, la proposta de doble màster porta els continguts i competències que es descriuen a la memòria de verificació. Son **35** crèdits obligatoris corresponents al bloc comú, 15 crèdits es faran en el Màster en Enginyeria del Terreny, la diferència fins a 35 correspon a formació obligatòria que està inclosa en el bloc comú del Màster en Enginyeria de Mines (ampliació de formació científica i gestió). El Màster en Enginyeria del Terreny es compon de 3 especialitats (Enginyeria Geotècnica, Hidrologia Subterrània o Enginyeria Sísmica), en cadascuna s'han de cursar 25 crèdits obligatoris d'especialitat i 20 optatius d'especialitat. De tota manera, l'estudiant pot finalitzar el màster sense haver assolit una especialitat concreta, sempre que el volum de crèdits es compleixi. En el doble màster es proposa finalitzar-lo sense una especialitat concreta. **En aquest cas, s'han**

de cursar 25 ECTS corresponents a assignatures obligatòries d'especialitat i 30 ECTS d'optatives comunes.

A l'itinerari de doble titulació proposat atès que es cursaran 20 crèdits obligatoris d'especialitat i 10 crèdits optatius comuns al Màster en Enginyeria del Terreny. La resta (25 crèdits, 5 d'ells corresponents a assignatures obligatòries d'especialitat i 20 a optatives comuns) s'assoleix a través de les assignatures del bloc comú del Màster en Enginyeria de Mines.

La doble titulació finalitza amb un TFM conjunt de 45 ECTS (suma dels TFM de les dues titulacions) que engloba tant les competències associades al MU en Enginyeria del Terreny com al MU en Enginyeria de Mines.

El MEM (EPSEM) i el MET (ETSECCP) poden iniciar-se tant durant el quadrimestre de tardor com durant el de primavera.

En cas que el grau d'accés al Màster no tingui les atribucions d'Enginyer Tècnic de Mines, caldrà cursar complements formatius que es troben **definites a la memòria de verificació per a cada titulació d'accés.**

Requisits dels candidats i criteris de selecció

Aquest doble diploma de màster està principalment indicat per graduats en l'àmbit de l'enginyeria de mines. En aquest cas concret a la UPC s'imparteixen el Grau en Enginyeria Minera i el Grau en Enginyeria Geològica. Altres graduats poden requerir la realització de complements, atès que el Màster en Enginyeria de Mines està dissenyat segons l'ordre ministerial corresponent a la professió regulada que especifica la necessitat de complements en el cas de graduats diferents als graus que corresponen a la professió regulada d'enginyer tècnic de mines.

En qualsevol cas, per accedir a la doble titulació, s'han de complir les condicions d'accés establertes a les memòries de verificació per ambdues titulacions.

Definició de l'itinerari curricular acadèmic (pla d'estudis a cursar)

Els itineraris suposant el començament del màster serà al quadrimestre de tardor o els de primavera (es té en compte a quin centre comença l'estudiant).

COMENÇANT A L'EPSEM

Opció 1: **60 OBL MEM + 35 OBL MET + 10 OPT MET + 45 TFM (conjunt) = 150 ECTS**

COMENÇANT A L'ETSECCPB

Opció 2: **35 OBL MET + 60 OBL MEM + 10 OPT MET + 45 TFM (conjunt) = 150 ECTS**

Les opcions 1 i 2 només es diferencien en la temporalitat.

En el cas del MEM, OBL equival al Bloc Comú

En el cas del MET, OBL equival a Bloc Comú més Obligatòries d'Especialitat

L'annex 1 conté els detalls d'aquestes dues opcions curriculars (assignatures, quadrimestres i crèdits).

Taula de reconeixement de l'itinerari cursat a cada un dels dos plans d'estudis i plans d'estudis resultants

Per donar resposta a aquest punt s'han inclòs els annexos 2 i 3 que desenvolupen les assignatures reconegudes a cada pla d'estudis (quadres de reconeixements) i com queda cada màster al formar part del doble diploma. És a dir, que d'aquesta manera es pot veure el reconeixement que es fa per obtenir cadascun dels títols.

Normativa específica a aplicar a aquests estudiants (mínim i màxim de crèdits a matricular per curs, rendiment mínim, desvinculació de l'itinerari de doble titulació, sistema d'avaluació curricular, etc.)

No s'aplicarà normativa específica i s'aplicaran els condicionants legals de la normativa acadèmica general de la universitat.

ANNEX 1 – Itineraris a cursar

Opció 1: ITINERARI COMENÇANT A L'EPSEM

Q1 EPSEM

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DE MINES	30
	Economia de l'Empresa Minera ⁽¹⁾	5
	Màquines Mineres	5
	Modelització i Avaluació de Recursos Geològics	5
	Modelització en Processament de Minerals ⁽¹⁾	5
	Gestió dels Recursos Geològics i Energètics	5
	Gestió del Territori i Espais Subterranis	5

Q2 EPSEM

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DE MINES	30
	Mètodes Numèrics aplicats a l'Enginyeria Minera ⁽¹⁾	5
	Modelització i Simulació de les Excavacions Subterrànies ⁽¹⁾	5
	Enginyeria de Minerals	5
	Disseny i Modelització Minera ⁽¹⁾	5
	Modelització en Voladures ⁽¹⁾	5
	Enginyeria Minero-ambiental	5

(1) La nova denominació d'aquestes assignatures respecte la versió verificada s'ha comunicat al procés d'acreditació de la titulació i està pendent d'avaluació per part del Comitè Extern d'Avaluació (CAE) d'AQU.

Q3 - Q4 ESCOLA DE CAMINS

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY	35
250803	Modelització de Fluxe i Transport en Medis Porosos	5
250804	Mecànica de Sòls	5
250805	Mecànica de Roques	5
250830	Sismologia (obligatòria d'especialitat)	5
	3 obligatòries de especialitat (*)	15

Codi	OPTATIVES MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY	10
	2 optatives (*)	10

(*) La llista d'assignatures obligatòries d'especialitat i d'optatives a escollir figuren a l'annex 3.

TREBALL FINAL DE MÀSTER

	Treball Final de Màster conjunt	45
--	---------------------------------	----

Opció 2: ITINERARI COMENÇANT A L'ESCOLA DE CAMINS

Q1 ESCOLA DE CAMINS

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY	30
250803	Modelització de Fluxe i Transport en Medis Porosos	5
250804	Mecànica de Sòls	5
250805	Mecànica de Roques	5
250830	Sismologia (obligatòria d'especialitat)	5
	2 obligatòries de especialitat (*)	10

Q2 EPSEM

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DE MINES	30
	Mètodes Numèrics Aplicats a l'Enginyeria Minera ⁽¹⁾	5
	Modelització i Simulació de les Excavacions Subterrànies ⁽¹⁾	5
	Enginyeria de Minerals	5
	Disseny i Modelització Minera ⁽¹⁾	5
	Modelització en Voladures ⁽¹⁾	5
	Enginyeria Minero-ambiental	5

Q3 EPSEM

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DE MINES	30
	Economia de l'Empresa Minera ⁽¹⁾	5
	Màquines Mineres	5
	Modelització i Avaluació de Recursos Geològics	5
	Modelització en Processament de Minerals ⁽¹⁾	5
	Gestió dels Recursos Geològics i Energètics	5
	Gestió del Territori i Espais Subterrànies	5

(1) La nova denominació d'aquestes assignatures respecte la versió verificada s'ha comunicat al procés d'acreditació de la titulació i està pendent d'avaluació per part del Comitè Extern d'Avaluació (CAE) d'AQU.

Q4 ESCOLA DE CAMINS

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY	5
	1 obligatòria de especialitat (*)	5

Codi	OPTATIVES MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY	10
	2 optatives (*)	10

TREBALL FINAL DE MÀSTER

	Treball Final de Màster conjunt	45
--	---------------------------------	----

(*) La llista d'assignatures obligatòries d'especialitat i d'optatives a escollir figuren a l'annex 3.

ANNEX 2 – Quadres de reconeixements

Resum de crèdits a cursar i crèdits reconeguts per a cadascuna de les titulacions

Pla d'estudis	Crèdits Titulació		Reconeguts	A cursar
MU en Enginyeria Minera	90 ECTS	60 OB	-----	60 OB
		15 OPT	15 OPT	-----
		15 TFM	-----	15 TFM
MU en Enginyeria del Terreny	120 ECTS	35 OB	20 OB	15 OB
		25 OPT corresponents a assignatures obligatòries de qualsevol de les especialitats	5 OPT corresponents a assignatures obligatòries de qualsevol de les especialitats	20 OPT corresponents a assignatures obligatòries de qualsevol de les especialitats
		30 OPT	20 OPT	10 OPT
		30 TFM	-----	30 TFM
TOTAL	210 ECTS		60 ECTS	150 ECTS

A continuació s'indiquen els quadres de reconeixements d'aplicació per a cadascuna de les titulacions.

1. Quadre de reconeixement del MU en Enginyeria Minera

Assignatures reconegudes			Assignatures cursades		
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA MINERA			MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DEL TERRENY		
Tipus	Assignatura	Crèdits	Tipus	Assignatura	Crèdits
Optativa	Optativa 1	5	OB	Modelització de Fluxe i Transport en Medis Porosos	5
Optativa	Optativa 2	5	OB	Mecànica de Sòls	5
Optativa	Optativa 3	5	OB	Mecànica de Roques	5
	TOTAL	15		TOTAL	15

2. Quadre de reconeixement del MU en Enginyeria del Terreny

Assignatures reconegudes			Assignatures cursades		
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DELTERRENY			MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE MINES		
Tipus	Assignatura	Crèdits	Tipus	Assignatura	Crèdits
OB	Mecànica de Medis Continus	5	OB	Màquines Mineres	5
OB	Modelació en Enginyeria del Terreny	5	OB	Mètodes Numèrics aplicats a l'Enginyeria Minera	5
OB	Geologia aplicada a l'Enginyeria	5	OB	Modelització i Simulació de les Excavacions Subterrànies	5
OB	Generació i Propagació d'Ones en el Terreny	5	OB	Modelització i Avaluació de Recursos Geològics	5
	Obligatòria d'especialitat	5	OB	Gestió dels Recursos Geològics i Energètics	5
OPT	Optatives generals	20		Economia de l'Empresa Minera Gestió del Territori i Espais Subterrànies Modelització en Processament de Minerals Disseny i Modelització Minera	20
	TOTAL	45		TOTAL	45

ANNEX 3 – Plans d'estudis resultants

Plans d'estudis dels Màsters resultat de la doble titulació:

MÀSTER EN ENGINYERIA DE MINES

Resum Màster en Enginyeria de Mines		Total
BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DE MINES	30 OBL + 30 OBL	60
Optatives		15
Treball Final de Màster		15

Codi	BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DE MINES – ASSIGNATURES OBLIGATÒRIES	60
	Economia de l'Empresa Minera	5
	Màquines Mineres	5
	Modelització i Avaluació de Recursos Geològics	5
	Modelització en Processament de Minerals	5
	Gestió dels Recursos Geològics i Energètics	5
	Gestió del Territori i Espais Subterranis	5
	Mètodes Numèrics aplicats a l'Enginyeria Minera	5
	Modelització i Simulació de les Excavacions Subterrànies	5
	Enginyeria de Minerals	5
	Disseny i Modelització Minera	5
	Modelització en Voladures	5
	Enginyeria Minero-ambiental	5

Codi	Optatives	15
	Modelització de Flux i Transport en Medis Porosos	5
	Mecànica de Sòls	5
	Mecànica de Roques	5

	Treball Final de Màster	15
	Treball Final de Màster	15

[Assignatures reconegudes cursades al màster en Enginyeria del Terreny](#)

MÀSTER EN ENGINYERIA DEL TERRENY

Resum Màster en Enginyeria del Terreny		Total
BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY	35 OBL + 25 optatives d'especialitat	60
Optatives		30
Treball Final de Màster		30

BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY - ASSIGNATURES OBLIGATÒRIES		35
Matèria Fonaments avançats en Enginyeria del Terreny (obligatòria) – 15 ECTS		
	Mètodes Numèrics aplicats a l'Enginyeria Minera	5
	Màquines Mineres	5
	Modelització i Simulació de les Excavacions Subterrànies	5
Matèria Coneixements dels processos (obligatòria) – 20 ECTS		
250803	Modelització de fluxe i transport en medis porosos	5
250804	Mecànica de sòls	5
250805	Mecànica de roques	5
	Modelització i Avaluació de Recursos Geològics	5

BLOC COMÚ MÀSTER ENGINYERIA DEL TERRENY - ASSIGNATURES OBLIGATÒRIES D'ESPECIALITAT		25
	Gestió dels Recursos Geològics i Energètics	5
250830	Sismologia	5
	3 assignatures a triar de la llista d'assignatures obligatòries d'especialitat	15

Codi	Optatives	30
	Matèria Tècniques Informàtiques i de Comunicació en Enginyeria del Terreny (a escollir 1 optativa)	5
	Economia de l'Empresa Minera	5
	Gestió del Territori i Espais Subterranis	5
	Modelització en Processament de Minerals	5
	Disseny i Modelització Minera	5
	1 assignatura a triar de la llista d'optatives comuns	5

	Treball Final de Màster	30
	Treball Final de Màster	30

Assignatures reconegudes cursades al màster en Enginyeria de Mines

Assignatures obligatòries d'especialitat del Màster en Enginyeria del Terreny		
250810	Mecànica de Sòls Avançada	5
250811	Fonamentacions i Estructures de Contenció	5
250812	Excavacions Subterrànies	5
250420	Projecte i Construcció Geotècniques	5
250421	Geomecànica de Trencaments	5
250821	Mecànica d'Aqüífers	5
250822	Mètodes Estadístics en Hidrologia	5
250823	Recàrrega i Balanç d'Aqüífers	5
250531	Models de Sòls i Aqüífers Contaminats	5
250824	Modelització Hidro-geoquímica	5
250520	Enginyeria Sísmica	5
250831	Prospecció Geofísica	5
250832	Sismometria	5
250833	Avaluació de la Perillositat Sísmica	5

Optatives comuns	
Matèria Transport de Massa en el Terreny (optativa d'especialitat)	3×5=15
Matèria Interacció entre Aigües Subterrànies, Obres Civils i Medi Ambient (optativa d'especialitat)	3×5=15
Matèria Avaluació del Risc Sísmic (optativa d'especialitat)	2×5=10
Matèria Disseny Sísmic d'Estructures (optativa d'especialitat)	5×5=25
Matèria Caracterització Geològica (optativa d'especialitat)	3×5=15
Matèria Processos Acoblats en Sòls i Roques (optativa d'especialitat)	2×5=10
Matèria Modelació en Enginyeria Geotècnica (optativa d'especialitat)	3×5=15