Enginyeria Marítima i Portuària (250143)

Informació general

Centre docent	ETSECCPB
Departaments	Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental (DECA)
Crèdits	6.0 ECTS
Titulacions	GRAU EN ENGINYERIA CIVIL (pla 2017) GRAU EN ENGINYERIA CIVIL (pla 2010)
Curs	2024/25

Idioma majoritari per grup

- Grup 10Q2 Anglès (Q2)
- Grup ENGQ1 Anglès (Q1)

Professorat de l'assignatura

Professorat responsable: Agustin Sanchez-arcilla Conejo
Professorat: Vicente Gracia Garcia, Jose Antonio Jimenez Quintana, Maria Liste Muñoz, Xavier Sánchez Artús, Agustin Sanchez-arcilla Conejo, Juan Pablo Sierra Pedrico

Objectius formatius

Coneixements bàsics d'enginyeria marítima, així com capacitat per a la construcció i conservació d'obres marítimes.

En finalitzar el curs l'alumne haurà adquirit la capacitat de:
1. Fer un estudi d'onatge, donades unes mesures reals procedents d'una boia.
2. Fer el projecte d'un port incloent-hi elements bàsics.
3. Fer un estudi de dinàmica de costes, incloent-hi la interacció entre port-costa.

Coneixements bàsics del medi marítim, condicions ambientals, hidràulica costanera. Onatge regular i onatge irregular. Generació, propagació i ruptura. Corrents i marees. Transport i dispersió. Models. Assaigs de platges i dics. Projecte de ports i costes. Enginyeria de ports. Tipus. Àrees d'aigua i de terra. Planificació o gestió portuària. Onatge a llarg termini. Obres en talús. Dics en talús. Interacció ona-estructura. Estabilitat de dics en talús depassables i no depassables. Estabilitat de revestiments. Dics de parament vertical. Interacció ona-estructura. Enginyeria de costes. Geomorfologia. Obres de protecció costanera. Dinàmica longitudinal. Dinàmica Transversal. Interacció port-costa. Resposta de la costa. Aterrament del port. Interacció en platges encaixades. Interacció amb l'onatge secundari. Alimentació de platges.

Els principals objectius específics dins d'aquest marc conceptual son els següents:

* Presentar els conceptes bàsics, eines i solucions d'enginyeria de ports i costes.

* Introduir els principals factors meteo-oceanogràfics responsables de l'evolució de la costa i que actuen com els principals termes de control per al disseny de port / estructures d'enginyeria de costes i altres obres marítimes. Aquests factors inclouen:
- Onades generades pel vent
- Marees astronòmiques i meteorològiques
- Circulació i transport associats

* Presentar les estructures mes freqüents a l'enginyeria portuària, juntament amb les formulacions més actuals i els models per al seu disseny funcional i resistent. Introduir el concepte de disseny probabilístic i la

fiabilitat de l'estructura corresponent. Les estructures portuàries considerades inclouen:
- Estructures en talús
- Estructures verticals

* Presentar els principals tipus d'estructures i materials de construcció utilitzats en l'enginyeria off-shore. Es posarà l'èmfasi en els següents tipus:
- Estructures fixes
- Estructures flotants

* Presentar les estructures i actuacions més comunes en les obres d'enginyeria costanera, juntament amb les formulacions i els models per al seu disseny funcional i resistent. L'anàlisi es basarà en els fluxos sedimentaris longitudinals i transversals a la costa i inclourà les obres costaneres següents:
- Espigons
- Dics exempts
- Alimentació artificial

* Presentar el cas litoral català, amb el seu alt nivell d'usos i conflictes i la seva gran varietat de geomorfologies costaneres i solucions d'enginyeria. Aplicar les eines i els conceptes introduïts anteriorment per avaluar l'impacte en la qualitat d'aigua i sediments d'algunes estructures d'enginyeria ben conegudes. Això serà seguit per un treball de curs dirigit en el qual els alumnes hauran de preparar una petita anàlisi del disseny i l'impacte d'una estructura d'enginyeria civil a la zona costanera. Aquesta anàlisi es presentarà (en anglès) per escrit i oralment davant de la classe al final del curs.

Competències

Específiques

Capacitat per a construcció i conservació d'obres marítimes.
Comprensió de la interrelació clima-vent-onatge-costa i dels condicionants que imposa a les obres marítimes.

Transversals

EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ - Nivell 1: Tenir iniciatives i adquirir coneixements bàsics sobre les organitzacions i familiaritzar-se amb els instruments i les tècniques, tant de generació d'idees com de gestió, que permetin resoldre problemes coneguts i generar oportunitats.
EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ - Nivell 2: Prendre iniciatives que generin oportunitats, nous objectes o solucions noves, amb una visió d'implementació de procés i de mercat, i que impliqui i faci partícips als altres en projectes que s'han de desenvolupar.
SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL - Nivell 2: Aplicar criteris de sostenibilitat i els codis deontològics de la professió en el disseny i l'avaluació de solucions tecnològiques.
TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

Genèriques

Capacitat per identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria. Capacitat per plantejar i resoldre problemes d'enginyeria civil amb iniciativa, habilitats en presa de decisions i creativitat. Desenvolupar un mètode d'anàlisi i solució de problemes sistemàtic i creatiu.
Identificar la complexitat dels problemes tractats en les matèries. Plantejar correctament el problema a partir de l'enunciat proposat. Identificar les opcions per la serva resolució. Escollir una opció, aplicarla i identificar si és necessari canviar-la si no s'arriba a una solució. Disposar d'eines o mètodes per verificar si la solució és correcta o, com a mínim, coherent. Identificar el paper de la creativitat en la ciència i la tecnologia.
Identificar, modelar i plantejar problemes a partir de situacions obertes. Explorar les alternatives per a la seva resolució, escollir l'alternativa òptima d'acord a un criteri justificat. Manejar aproximacions. Plantejar i aplicar mètodes per validar la bondat de les solucions. Tenir una visió de sistema complex i de les interaccions entre els seus components.

Capacitat per concebre, projectar, gestionar i mantenir sistemes en l'àmbit de l'enginyeria civil. Capacitat per cobrir el cicle de la vida complet d'una infraestructura o sistema o servei en l'àmbit de l'enginyeria civil. Això inclou la redacció i desenvolupament de projectes en l'àmbit de l'especialitat, el coneixement de les matèries bàsiques i tecnologies, la presa de decisions, la direcció de les activitats objecte dels projectes, la realització de mesuraments, càlculs i valoracions, el maneig d'especificacions, reglaments i normes d'obligat compliment, la valoració de l'impacte social i mediambiental de les solucions tècniques adoptades, la valoració econòmica i de recursos materials i humans involucrats en el projecte, amb una visió sistemàtica i integradora.
Identificar les funcions de l'enginyeria i els processos involucrats en el cicle de vida d'una obra, procés o servei. Valorar la necessitat de la sistematització del procés de disseny. Identificar i interpretar els passos d'un document d'especificació del procés de disseny (PDS). Completar i millorar documents d'especificació i planificació. Aplicar un procés de disseny sistemàtic en les seves fases d'implementació i operació. Elaborar informes de progrés d'un procés de disseny. Gestionar eines de suport a la gestió de projectes. Elaborar un informe final corresponent a un procés de disseny senzill. Conèixer els aspectes econòmics bàsics associats al producte-procés-servei que s'està dissenyant.
Identificar les necessitats de l'usuari i elaborar una definició de producte-procés-servei i unes especificacions inicials. Elaborar una especificació del procés de disseny. Dissenyar i seguir un model de gestió del procés de disseny basat en un estàndard. Conèixer profundament els passos associats a les fases de disseny, implementació i operació. Utilitzar de forma coherent els coneixements i eines adquirits en les diferents matèries en el procés de disseny i implementació. Avaluar i proposar millores al disseny realitzat. Avaluar l'aplicació de la legislació, normativa en els àmbits nacional, europeu i internacional

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

		Hores	Percentatge
Aprenentatge dirigit	Grup gran	30.0 h	45.45 %
	Grup mitjà	15.0 h	22.73 %
	Grup petit/Laboratori	15.0 h	22.73 %
	Activitats dirigides	6.0 h	9.09 %
Aprenentatge autònom		84.0 h	

Temari

Introducció a l'enginyeria costanera de ports i offshore

L'enginyeria civil al mar
La zona costanera
Decisions amb incertesa a la frontera mar/terra
L'ètica a l'enginyeria marítima

Objectius específics

El principal objectiu d'aquesta classe és presentar la zona costanera i les seves múltiples activitats i conflictes, particularment entre els processos naturals i les nostres infraestructures rígides. Presentarem les principals activitats de l'enginyeria civil en el mar, els termes impulsors i com interactuen amb les solucions d'enginyeria i la geomorfologia subjacent.

El coneixement limitat sobre termes impulsors i processos naturals que actuen en aquesta zona, serà la base per presentar als alumnes la necessitat de prendre decisions amb incertesa. La classe finalitzarà amb una discussió sobre la necessitat de l'ètica en l'enginyeria civil al mar, associada precisament a aquesta incertesa i la multiplicitat de conflictes que hi ocorren.

Ones generades pel vent

Onades regulars: Teories, parametritzacions i límits d'aplicació
Onades irregulars: Models conceptuals i descripció a curt termini
Distribucions probabilístiques d'onatge a llarg termini i d'extrems
Clima d'onatge: Condicions al llarg de la costa espanyola

Propagació d'onatge: Refracció, difracció y reflexió
Ruptura de l'onatge: ruptura per fons i ruptura per vent
Generació i predicció de l'onatge: Conceptes i models

Onades irregulars: Models conceptuals i descripció a curt termini
Ruptura de l'onatge: ruptura per fons i ruptura per vent Generació i predicció de l'onatge: Conceptes i models

Objectius específics

El principal objectiu és presentar les descripcions determinista i probabilística utilitzades actualment per les ones generades pel vent. Començarem amb l'estudi d'onades regulars, les parametritzacions disponibles i els límits i fiabilitat de cada conjunt d'equacions. Els estudiants es familiaritzaran amb la teoria lineal de l'onatge i com s'aplica per obtenir velocitats, acceleracions, pressions ... Això anirà seguit d'una presentació del model conceptual per descriure ones irregulars i les distribucions probabilístiques a curt termini que resulten. El següent bloc és introduir l'alumnat en les descripcions probabilístiques a llarg termini i d'extrems per al mateix onatge, mostrant als estudiants la necessitat d'utilitzar distribucions probabilístiques, els principals tipus i els paràmetres que es recomanen a partir de les dades disponibles.

El següent element és la propagació de l'onatge des de mar obert (a partir de mesures o prediccions) fins a la costa, on s'utilitzen valors concrets per al disseny de ports, platges, etc. La física de la refracció s'analitzarà en detall, presentant les equacions tant per costa longitudinalment uniforme com per a una batimetria variable. Les simplificacions de pendent suau seran també discutides. A continuació es presentaran breument els conceptes de difracció i reflexió i com són absolutament crítics, per exemple, per predir l'onatge dins d'un port.

El següent bloc presentarà el trencament per fons i per vent. L'èmfasi de la classe estarà en el trencament controlada pel fons prop de la costa, ja que és a partir d'aquest requeriment que es poden obtenir els paràmetres de l'onatge en profunditats reduïdes per al corresponent disseny d'estructures portuàries i costaneres.

introduir l'alumnat en les descripcions probabilístiques a llarg termini i d'extrems per al mateix onatge, mostrant als estudiants la necessitat d'utilitzar distribucions probabilístiques, els principals tipus i els paràmetres que es recomanen a partir de les dades disponibles.
Generació i predicció de l'onatge, revisant els models disponibles i com es poden obtenir aquestes prediccions a partir d'institucions meteorològiques com l'Agència Espanyola de Meteorològica i Ports de l'Estat, el Servei Meteorològic de Catalunya i el ECMRWF.

Altres processos hidrodinàmics

Ones llargues: Orígens i tipus de moviment
Ones llargues: Modelat i aplicacions
Marees: Conceptes i descripció
Circulació: Orígens i tipus de moviment
Circulació: Modelat i aplicacions
Transport: Descripcions Euleriana i Lagrangiana

Objectius específics

El principal objectiu d'aquesta classe és presentar els diferents moviments, tipus corrents i oscilacions de llarg període que es troben a la zona costanera i com s'empren per al disseny (per exemple ressonància en ports) i l'explotació de les estructures marítimes o l'avaluació de el seu impacte en la dinàmica sedimentària. La classe començarà presentant els diversos orígens i tipologies d'ones llargues. Això serà seguit pels models habitualment emprats per aigües someres amb algunes aplicacions pràctiques com, per exemple, per tsunamis.

El següent elements són les marees, tant meteorològiques com astronòmiques, els seus mecanismes de generació i la capacitat actual per predir. La classe seguirà amb una visió general de la circulació costanera, els seus orígens i les tipologies de moviment resultants i com es reprodueixen actualment amb models de simulació. També s'inclourà una breu descripció dels processos de mescla i dispersió, i els patrons de transport resultants, tant Euleriana com Lagrangià, amb alguna aplicació com per exemple emissaris submarins.

Enginyeria portuària

Tipus de ports: Àrees d'aigua i terra
Estructures en talús: Disseny resistent
Estructures en talús: Disseny funcional
Estructures en talús: Construcció i cimentació
Estructures verticals: Disseny resistent
Estructures verticals: Disseny funcional
Estructures verticals: Construcció i cimentació
Visita de camp

Estructures en talús i estructures verticals
Estructures en talús i estructures verticals

Objectius específics

La classe començarà presentant les diferents tipologies de ports i les especificitats de les seves àrees d'aigua i terra. A continuació s'analitzaran amb detall les estructures en talús, tant en els aspectes resistents com funcionals i constructius, fins i tot el condicionament introduït per la fonamentació. La mateixa aproximació s'utilitzarà per a estructures verticals, cobrint aspectes resistents funcionals i constructius i també de fonamentació.

En aquest bloc es realitzarà una visita al Port de Barcelona on es donarà una visió general de les seves àrees de terra i aigua i l'explotació general del Port. A continuació es realitzarà una visita tècnica a una estructura en talús i una altra vertical, comparant les seves avantatges i inconvenients.

Enginyeria offshore

Tipus d'estructures i zones costaneres: Materials de construcció
Carregues
Moviments
Estructures fixes
Estructures flotants

Objectius específics

La classe presentarà els diferents tipus d'estructures offshore i els seus materials constructius en funció del calat de la columna d'aigua, la tradició en diferents països i grups constructius i les preferències actuals. La classe seguirà amb una presentació dels mètodes numèrics i analítics per calcular la solicitacions de l'onatge sobre estructures. El següent bloc de la classe tractarà dels moviments induïts per l'onatge tant els lineals com els de segon ordre o de deriva. La classe finalitzarà amb unes il.lustracions de com aplicar aquests conceptes a estructures fixes i flotants.

Enginyeria de costas

Tipus de costa: Geomorfologia
Tipus d'estructures i actuacions
Transport longitudinal de sediment i dinàmica de la línea de costa
Transport transversal de sediment i dinàmica del perfil de platja
Espigons
Dics exempts
Alimentació artificial
Transvasament de sediment
Altres tipus d'actuacions costaneres

Transport longitudinal i transversal de sediments
Espigons i dics exempts

Objectius específics

L'objectiu de la classe és presentar les principals tipologies de costa (bàsicament geomorfologia) i les solucions d'enginyeria que s'empren actualment en els projectes costaners. A continuació es plantejaran

els conceptes de transport longitudinal i transversal de sediments, les formulacions emprades i les seves limitacions. S'emfatitzarà seu paper com a predictors de la capacitat potencial de transport i no com el càlcul del transport que realment passa a la natura. A la classe també es presentés als alumnes la dinàmica que té per a la zona costanera tant en planta com en perfil.

El següent bloc de la classe introduirà als alumnes als tipus estructurals emprats habitualment en els nostres dies: espigons perpendiculars a la costa, dics exempts, alimentació artificial, transvasaments de sediment i altres tipus d'actuacions costaneres (passeigs, dunes, ...)

La zona costanera catalana

Litoral català: Introducció i treball de curs
Interaccions port-platja
Impacte morfodinàmic
Impacte en la qualitat de l'aigua
Treball del curs

Interaccions Port-Platja

Objectius específics

L'objectiu d'aquest bloc de classes és presentar als alumnes la dinàmica i problemes associats que es presenten a les costes de països desenvolupats amb una alta pressió d'ús com és el cas de la costa catalana. S'introduiran els diferents tipus de geomorfologia i solucions enginyeria que es troben en aquesta costa i que constitueixen un bon resum de la varietat de problemes i solucions costaners per a altres costes del planeta. A partir d'aquí s'analitzaran les estructures entre port i platja amb un cas real a partir del qual els estudiants aprendran com calcular l'impacte d'aquesta construcció en la morfodinàmica i en la qualitat de l'aigua resultant.

El següent bloc de la classe consisteix a aplicar aquests conceptes i les eines presentades durant el curs, al treball de curs dirigit.
Interaccions Port-Platja

Activitats

Treball de curs dirigit

Treball de curs dirigit, on els estudiants, en grups de 5, han d'aplicar les eines presentades durant el curs a un problema real de la zona costanera catalana. Aquest treball de curs serà presentat en públic davant de la classe al final del semestre. També serà necessari escriure un informe que cobreixi els aspectes de la presentació oral i algun detall addicional més per mostrar el coneixement assolit pel grup en la realització del seu treball. Aquest treball serà escrit i presentat en anglès per familiaritzar els estudiants amb el vocabulari en aquesta llengua per temes costaners, portuaris i enginyeria offshore.

Dedicació

5h

Visita Tècnica de Camp

Visita a algú port o tram costaner proper

Dedicació

1h

Metodologia docent

L'assignatura consta de 4 hores a la setmana de classes presencials a l'aula. Es dediquen a classes teòriques en què el professorat exposa els conceptes i materials bàsics de la matèria, presenta exemples i realitza exercicis. També s'inclou la resolució de problemes amb una major interacció amb l'estudiantat. Es realitzen exercicis pràctics per tal de consolidar els objectius d'aprenentatge generals i específics. La resta

del temps setmanal es dedica a pràctiques de laboratori i activitats assimilades. S'utilitza material de suport en format de pla docent detallat amb: continguts, programació d'activitats d'avaluació i d'aprenentatge dirigit i bibliografia.

Tot i que la majoria de les sessions s'impartiran en l'idioma indicat a la guia, potser les sessions en què es compti amb el suport d'altres experts convidats puntualment es duguin a terme en un altre idioma.

Mètode de qualificació

(*) El calendari d'avaluació i el mètode de qualificació s'aprovaran abans de l'inici de curs.

L'avaluació constarà de tres blocs:

1) Un primer examen parcial amb 5 a 10 preguntes curtes i càlculs personalitzats (per exemple, depenent del número d'identificació personal) que es farà de manera remota o presencial i es lliurarà després d'1,5 a 2,5 hores. L'èmfasi estarà a la resolució de problemes amb alguns càlculs. És així com s'obté la nota 1.

2) Un segon examen parcial amb preguntes curtes i càlculs personalitzats (per exemple, depenent del número d'identificació personal) que es realitzarà remotament o presencialment i es lliurarà després d'1,5 a 2,5 hores. L'èmfasi estarà a la resolució de problemes amb alguns càlculs. És així com s'obté la nota 2.

3) Presentacions orals dels grups de treball del curs organitzats, amb 3 estudiants cada grup. Les presentacions es programaran en el moment oportú i cada grup tindrà 15 minuts assignats per a la presentació, durant els quals tots els estudiants hauran de participar. Això serà seguit per preguntes durant 15 minuts sobre el treball del curs i temes relacionats del programa del curs. Un membre de cada grup carregarà l'informe del projecte tutoritzat conjuntament amb les imatges de suport (imatges més memòria escrita) a Atenea. Tot això, juntament amb les qualificacions dels treballs opcionals de classe, formaran la nota 3.

La nota final s'obtindrà com a: Nota1 x0,4 + Nota2 x0,4 + Nota3 x0,2. Aquells que no aprovin hauran de tornar a fer l'examen quan es convoqui. L'estructura serà semblant, però consistirà només dels blocs 1 i 2.

Normes de realització de proves

Les qualificacions aniran des del 10 (nota màxima) fins al 0 (nota mínima).

La prova especifica donarà (aproximadament) igual importància a les qüestions conceptuals i als exercicis d'aplicació. El treball de curs dirigit serà avaluat a partir de l'informe escrit i de la presentació oral. Es podran assignar diferents qualificacions als diferents membres de l'equip, en base a la seva contribució al treball conjunt. Les activitats de laboratori seran avaluades individualment.

Si no es realitza alguna de les activitats de laboratori o d'avaluació continua en el període programat, es considerarà la seva puntuació com a 0.

Horari d'atenció

Dilluns a divendres: 12h. a 13h.

Bibliografia

Bàsica

- Brunn, P. (eds.). Design and construction of mounds for breakwaters and coastal protection. Amsterdam: Elsevier, 1985. ISBN 0444423915.
- CIRIA; CUR. Manual on the use of rock in coastal and shoreline engineering. Londres ; Gouda: CIRIA ; CUR, 1991. ISBN 0860173267.
- Dean, R.G. Beach nourishment: theory and practice. New Jersey: World Scientific, 2002. ISBN 9810215479.
- Dean, R.C.; Dalrymple, R.A. Water wave mechanics for engineers and scientists. 2nd. Singapore ; Teaneck, NJ: World Scientific, 1991. ISBN 9810204205.

- Dean, R.G.; Dalrymple, R.A. Coastal processes: with engineering applications. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0521495350.
- Goda, Y. Random seas and design of maritime structures. 3rd ed. World Scientific, 2000. ISBN 9789814282406.
- Herbich, J.B. (ed.). Handbook of coastal engineering. New York: McGraw Hill, 2000. ISBN 0071344020.
- Komar, P.D. Beach processes and sedimentation. 2nd ed. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 1998. ISBN 0137549385.
- Ochi, M.K. Ocean waves: the stochastic approach. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. ISBN 052156378X.
- Tsinker, G.P. Handbook of port and harbor engineering: geotechnical and structural aspects. New York: Chapman & Hall, 1997. ISBN 0412087014.
- Young, I.R. Wind generated ocean waves. Amsterdam: Elsevier, 1999. ISBN 0080433170.
- Coastal Engineering Manual (CEM). US Army Corps of Engineers, 2000.

Escola de Camins