



Agrupación estratégica

Centro de Innovación Tecnológica
en Edificación e Enxeñaría Civil

CATÁLOGO DE SERVIZOS



**XUNTA
DE GALICIA**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Agrupación Extratéxica CITEEC

Presentación

A Agrupación Estratéxica do Centro de Innovación Tecnolóxica en Edificación e Enxeñaría Civil (A-CITEEC) é unha iniciativa de agregación de grupos de investigación da Universidade da Coruña co obxectivo de mellorar e intensificar a investigación e a transferencia de coñecemento no ámbito da enxeñaría civil e a edificación sustentables, fomentando o benestar das persoas, o desenvolvemento económico e a optimización dos servizos ecosistémicos.

Oferta tecnolóxica



Desenvolvemento de proxectos de investigación básica e aplicada, e innovación orientados á solución de problemas complexos ou singulares.



Asesoramento tecnolóxico e estratéxico no eido da enxeñaría civil e a edificación de acordo coas necesidades de empresas e institucións.

Modos de colaboración

- Concurrencia colaborativa como socios en proxectos e licitacións.
- Contratación de actividades ao amparo do artigo 83 da Lei Orgánica de Universidades e dos Estatutos vixentes da Universidade da Coruña.

Prioridades científicas



Preservación e mellora do medio natural e adaptación ao cambio climático global.



Xestión sustentable dos recursos hídricos enerxéticos, do sistema de auga urbana. Economía circular.



Integración de sistemas e deseños eficientes en enxeñaría costeira, portuaria e do transporte para unha mobilidade sustentable.



Deseño, desenvolvemento e seguimento de materiais, procesos e construcións innovadores, seguros, durables e sustentables.



Deseño estrutural eficiente en enxeñaría civil, do vento e aeronáutica.



Deseño estrutural eficiente en edificación.



Simulación numérica de problemas de enxeñaría relacionados coa xestión innovadora e sustentable dos recursos naturais, e co impulso e mellora da competitividade industrial, da economía do coñecemento e da calidade de vida.

Grupos de investigación

Neste catálogo preséntanse as áreas de investigación e a oferta tecnolóxica de cada un dos grupos que compoñen a A-CITEEC. Estes grupos contan cunha estrutura propia de organización e son os interlocutores naturais posto que coñecen as súas capacidades para o desenvolvemento de solucións tecnolóxicas e o asesoramento a empresas e institucións.



Grupo de Enxeñaría da Auga e do Medio Ambiente (GEAMA)



Grupo de Métodos Numéricos en Enxeñaría (GMNI)



Grupo de Construción (gCons)



Grupo de Estruturas Arquitectónicas (GEA)



Grupo de Mecánica de Estruturas (GME)



Grupo de Estradas, Xeotecnia e Materiais (CGM)



Grupo de Ferrocarrís e Transportes (GFT)



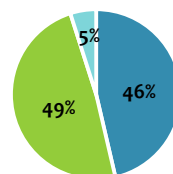
Grupo de Enxeñaría e Dirección de Proxectos (GRIDP)



Grupo de Visualización Avanzada e Cartografía (VAC)

A Agrupación en cifras

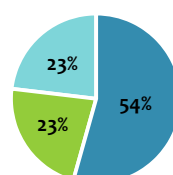
- Financiación captada en proxectos de investigación, convenios e contratos con empresas. Datos: ano 2019



TOTAL: 5,0 millóns de euros (Me)

- Convenios/contratos: 2,3 Me
- Proxectos nacionais: 2,4 Me
- Proxectos europeos: 0,3 Me

- Persoal A-CITEEC:



TOTAL: 160 integrantes

- Investigadores/as sénior: 87
- Investigadores/as xúnior: 36
- Personal técnico e de administración: 37

Presentación

O grupo de investigación GEAMA centra a súa actividade na difusión do coñecemento, o fomento da investigación e a asesoría a empresas e institucións no eido de estudo do ciclo natural e urbano da auga. O grupo integra disciplinas e capacidades complementarias na Enxeñaría da Auga, para abordar os problemas cunha perspectiva multidisciplinar.

Áreas de investigación

- ▶ ENXEÑERÍA HIDRÁULICA
- ▶ ENXEÑERÍA SANITARIA E AMBIENTAL
- ▶ ENXEÑERÍA MARÍTIMA E PORTUARIA
- ▶ HIDROLOXÍA E XEOLOXÍA APLICADA

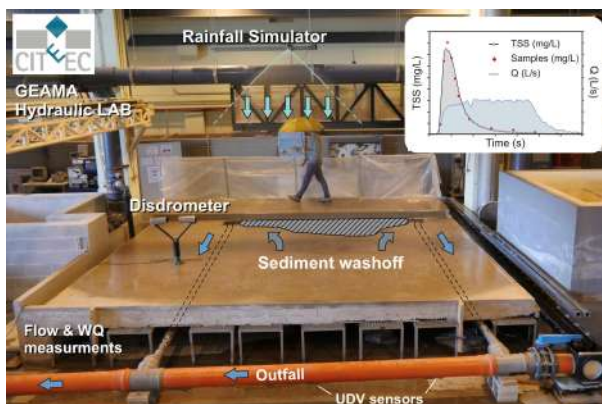
Enxeñaría hidráulica

As liñas de traballo da área de enxeñaría hidráulica céntranse na avaliación de recursos hídricos e na xestión de augas continentais superficiais, tanto a escala de cunca hidrográfica como no ámbito urbano:

- **Avaliación e xestión do risco de inundación**
 - Desenvolvemento de metodoloxías para a avaliación, previsión e xestión de avenidas e do risco asociado ás inundacións fluviais.
 - Sistemas de alerta anticipada fronte ao risco de inundación.
 - Desenvolvemento de modelos físicos e numéricos, hidrolóxicos e hidráulicos para a avaliación de zonas inundables (www.iberaula.es).



- **Xestión integral de recursos hídricos**
 - Desenvolvemento de metodoloxías para caracterizar as secas a nivel rexional e de cunca hidrográfica.
 - Avaliación dos efectos do cambio climático nas inundacións e nas secas.
 - Planificación e xestión integral dos recursos hídricos a nivel de cunca hidrográfica.
- **Hidroloxía urbana**
 - Análise numérica e experimental dos procesos hidrolóxicos e hidráulicos no medio urbano.
 - Modelización integrada da auga urbana, incluíndo o axuste de fluxos superficiais, da rede e do medio receptor.
 - Solucións baseadas na natureza para a xestión da auga urbana.



Plataforma Científica de Ensaio de Hidroloxía Urbana do CITEEC

Enxeñaría sanitaria e ambiental

Esta área oríentase cara a comprensión e mellora dos sistemas de auga urbana e da súa relación co territorio, con unha visión sistémica, integradora e sustentable. Trátase dun enfoque cara unha investigación multidisciplinar referida á globalidade, onde as cuestións tecnolóxicas se amplían (medio físico, biolóxico, social, cultural, económico).

As metodoloxías e procedementos de investigación-innovación que se desenvolven teñen moi presente que as diversas ferramentas (plantas piloto, ensaios de laboratorio, modelización numérica, traballo en campo con caracterización e instrumentación en liña intensiva,...) non son fins en si mesmas, senón que están supeditadas ao obxectivo final: o coñecemento e comprensión dos fenómenos ambientais, co fin de aportar solucións reais aos problemas ou retos expostos. Este enfoque permite dar aos traballos que se afrontan un carácter pragmático en canto á utilidade final dos resultados obtidos.

A continuación preséntanse seis liñas de investigación nas que se desenvolven traballos ou proxectos específicos:

- **Xestión integrada da contaminación en sistemas de saneamento e drenaxe en tempo de choiva**

A necesidade de minimizar presións e os impactos antrópicos sobre as masas de auga obriga a que a concepción dos novos sistemas de saneamento e drenaxe urbano, e o funcionamento dos existentes, sexa revisado e se analice a súa función e comportamento tanto en tempo seco como en tempo de choiva. Os desbordamentos dos sistemas unitarios (DSU) en tempo de choiva e a consideración das escorreduras contaminadas como augas residuais de orixe pluvial, obriga a desenvolver novas estratexias e formas de planificar, proxectar e explotar os sistemas de auga urbana.

- **Desenvolvemento urbano sensible á auga (DUSA)**

O DUSA representa un novo paradigma na planificación e o deseño de desenvolvemento urbano co fin de minimizar os impactos sobre o ciclo natural da auga. Búscase a resiliencia, a sustentabilidade e a aplicación de solucións baseadas na natureza, para mellorar a calidade da vida dos cidadáns, a preservación e mellora do medio natural e a adaptación ao cambio climático.

- **Sistemas urbanos de drenaxe sostible (SUDS)**

O DUSA ten como gran aliado aos SUDS, que están constituídos por un conxunto de técnicas e estratexias de xestión das augas pluviais. Baséanse na simulación do ciclo hidrolóxico natural no medio urbano e nos procesos naturais de tratamento. Deséñanse para maximizar as oportunidades e os beneficios que podemos obter da xestión da auga pluvial, como por exemplo oportunidades de ocio, saúde, ou biodiversidade.

- **Depuración de augas residuais urbanas**

A área especialízase na innovación e investigación sobre reactores biopelícula, posuíndo unha gran experiencia no deseño, explotación e modelización destes reactores. Tamén, se levan a cabo estudos para o deseño, explotación e control de sistemas naturais de depuración baseados en zonas húmidas artificiais.

- **Análise de presións sobre masas de augas continentais por vertidos de augas residuais**

Cofecer e comprender a resposta dos indicadores de calidade físico-químicos, ou de contaminación fecal, dunha masa de auga que recibe unha vertedura precisa do uso de modelos numéricos de simulación da calidade da auga. Estes deberán ser máis ou menos complexos en función da tipoloxía do medio acuático, do tipo de contaminantes, dos impactos para estudar, e dos ámbitos espaciais e temporais.

- **Auga no medio rural**

Esta área colaborou e colabora no desenvolvemento das Directrices de Saneamento no Medio Rural de Galicia e das Instrucións Técnicas para Obras Hidráulicas de Galicia (ITOHG). Na actualidade estanse a desenvolver as Instrucións Técnicas de Obras Hidráulicas de Galicia para Estacións Depuradoras de Augas Residuais (ITOHG-EDAR), orientadas ao saneamento, sobre todo, no medio rural.

Enxeñaría marítima e portuaria

O eido da enxeñaría marítima e portuaria do GEAMA combina experiencia en proxectos de investigación aplicados con proxectos de asesoramento a empresas e institucións. As áreas fundamentais de traballo son a modelización física e as campañas de campo, desenvolvendo tamén proxectos de modelización numérica en entornos costeiros. As liñas de investigación son as seguintes:

• Deseño e optimización de estruturas de protección da costa

Realización de traballos que abarcan a análise da estabilidade estrutural e optimización de deseños de diques en noiro, diques verticais e caixóns antirreflexantes. Analízanse tamén as estruturas flotantes para asegurar unhas condicións óptimas de funcionamento. Ademais, realízanse deseños de pantallas anti-onas mergulladas centrándose na relación entre a porosidade, as ondas transmitidas e os esforzos nos pilotes.



Dársena do Laboratorio de Portos e Costas do CITEEC. Superficie: 1000 m²

• Desenvolvemento de sistemas de xestión e toma de decisións na operatividade portuaria

Estudo dos rendementos das operacións de carga e descarga, como por exemplo o comportamento dinámico de buque atracado. A ferramenta fundamental para este estudo “Buque - Sistema de amarre” é a monitorización in situ do buque atracado, para a cal se empregan células de carga. Estas medidas complementáanse cun sistema integrado que permite avaliar os seis graos de liberdade dun buque.

Toda esta información combínase con datos de forzadores climáticos, para o desenvolvemento e calibración de funcións de transferencia que serven como ferramenta predictiva do comportamento do buque, de gran utilidade para a creación de aplicacións de xestión portuaria.

• Modelización e campañas de campo en instalacións portuarias

Aplicación de modelos numéricos 2D e 3D de dinámica litoral. As liñas de traballo abarcan a propagación das ondas e a determinación dos fenómenos asociados, como correntes de marea e estuarios, así como a aplicación de modelos de axitación portuaria. Ademais, estúdase a interacción “Onda - Estrutura” con modelos de dinámica de fluídos CFD (IHFOAM) e modelos lagrangianos de hidrodinámica suavizada de partículas SPH (DualSPHysics).



Operacións de carga e descarga no Porto Exterior de Punta Langosteira (A Coruña)

Hidroxeoloxía e Xeoloxía Aplicada

Desenvolve a súa actividade dentro do eido das augas naturais, o medio ambiente, así como en distintas facetas da xeoloxía aplicada e a enxeñaría xeolóxica. Entre as súas liñas de investigación destacan:

• Hidroloxía e hidroxeoloxía

Realización de estudos para a estimación de balances hídricos, evaluando as distintas compoñentes hidrolóxicas con vistas á súa aplicación en restauración mineira, en explotacións de pedra natural e a xestión de minas.

Tamén se desenvolven estudos integrais para o aproveitamento de recursos hídricos en diferentes áreas, así como estudos relacionados coa hidráulica de inundacións asociadas a eventos hidrolóxicos extremos.

- ▶ Aproveitamento e explotación de augas subterráneas
- ▶ Planificación hidrolóxica
- ▶ Intrusión salina
- ▶ Caracterización e estudos hidroxeolóxicos
- ▶ Uso conxunto de augas superficiais e subterráneas
- ▶ Limnoloxía de lagos e encoros

• Calidade de augas naturais

Caracterización de augas subterráneas procedentes de vertedoiros mediante tratamentos pasivos, así como estudos de calidade hidroquímica de manantiais.

• Restauración mineira

Realización de estudos de impacto ambiental e plans de restauración de diferentes explotacións a ceo aberto, así como avaliacións de posibles zonas hidrolóxicas viables de deposición da zafra xerada en explotacións de pizarra.

• Hidrotermalismo e enerxía xeotérmica

Captación, aproveitamento de augas termais, minerais e mineiro-medicinais e avaliación dos perímetros de protección asociados ás correspondentes captacións.

• Xeoloxía aplicada

Caracterización petrofísica e de mecánica de rochas, así como de valorización de residuos mineiros; avaliación do comportamento térmico, hídrico, mecánico e químico de rochas potenciais para o almacenamento xeolóxico de CO₂.



Vehículo de Operación Remota (ROV) para a inspección de infraestruturas e fondos mariños a gran profundidade

Coordinación: Luis Cea Gómez
luis.cea@udc.es
www.geama.org

 Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente

Presentación

A especialidade do GMNI é a simulación numérica a gran escala e baixo demanda para a resolución de problemas multidisciplinares acoplados de enxeñería e ciencia aplicada.

As liñas de investigación xerais do GMNI enmárcanse no que actualmente se denomina Enxeñería Computacional, é dicir o planteamento de problemas de cálculo, optimización ou identificación de parámetros en Enxeñería multidisciplinar (Civil e Ambiental, Mecánica, Eléctrica, Aeronáutica, Biomédica, etc.) mediante formulacións de Mecánica Computacional, como os métodos de elementos finitos (FEM), elementos de contorno (BEM), volumes finitos (FVM) e máis recentemente as análises isoxeométricas (IGA). Os modelos resultantes resólvense mediante Métodos Numéricos, o que require a súa implementación en ordenadores dixitais convencionais ou de altas prestacións, dependendo do tamaño do problema.

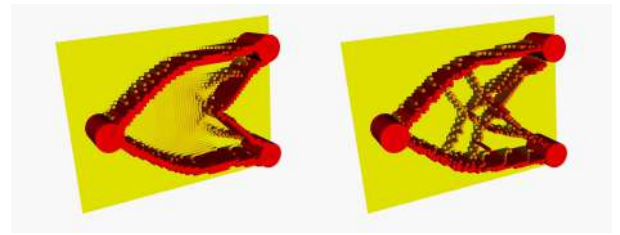
Para cada problema específico a nosa actuación inclúe: identificar os fenómenos físicos e os procesos involucrados; formular o modelo físico-matemático e a súa discretización; programar a formulación numérica resultante, desenvolver ou adaptar as ferramentas de modelado e visualización, calibrar os parámetros; realizar a simulación nos nosos servidores (ou entregar a aplicación informática, no seu caso); e interpretar e valorar os resultados. Con carácter xeral os métodos numéricos empregados son de última xeración e o software é de desenvolvemento propio.

Áreas de investigación

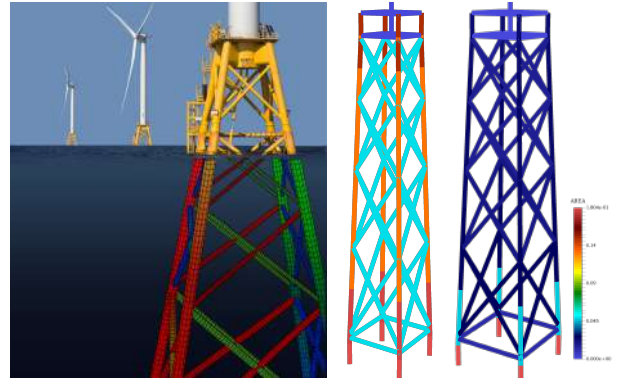
- ▶ **MECÁNICA DO SÓLIDO – OPTIMIZACIÓN DE ESTRUTURAS**
- ▶ **MECÁNICA DE FLUÍDOS – DESEÑO DE TURBOMÁQUINAS**
- ▶ **CONTROL DA SALINIDADE, TEMPERATURA, VERTIDOS E ESPECIES NO MEDIO MARIÑO**
- ▶ **TRANSPORTE E XERACIÓN DE ENERXÍA**
- ▶ **CÁLCULO RACIONAL DE FIRMES FLEXIBLES**
- ▶ **ENXEÑERÍA BIOMÉDICA – MODELOS ESPECÍFICOS PARA O PACIENTE**

Mecánica do sólido – optimización de estruturas

O GMNI dispón de programas de propósito xeral para a resolución numérica de problemas de mecánica do sólido mediante métodos matriciais para estruturas discretas e os Métodos de Elementos Finitos e de Análise Isoxeométrico para estruturas continuas. Por tratarse de software de desenvolvemento propio, é posible introducir as modificacións que sexan precisas para adaptar os cálculos ás especificacións particulares de cada caso concreto. Cada programa de cálculo dispón da correspondente análise de sensibilidade (analiticamente exacta) de orde superior, o que permite obter con gran precisión as variación dos resultados ao modificar os datos sen necesidade de recalcular todo o problema. O grupo dispón tamén de programas de desenvolvemento propio para a resolución numérica de problemas de optimización con restricións de tipo xeral. A combinación das ferramentas anteriores permite expor e resolver problemas de estimación de parámetros, de optimización de dimensións e formas, e de optimización topolóxica de estruturas de calquera tipo. As liñas de investigación máis recentes nesta área son a optimización de *jackets* para parques de enerxía eólica off-shore e a optimización topolóxica de pezas mecánicas.



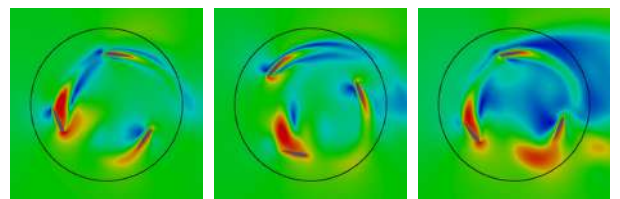
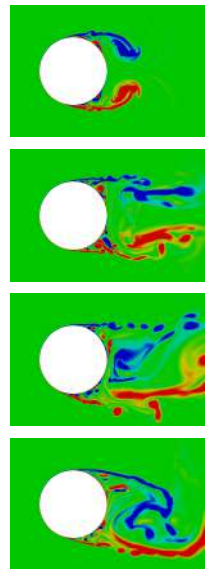
Optimización topolóxica dunha peza mecánica (2)



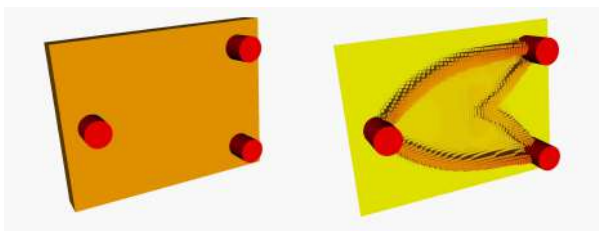
Optimización de jackets para parques de enerxía eólica off-shore

Mecánica de fluídos – deseño de turbomáquinas

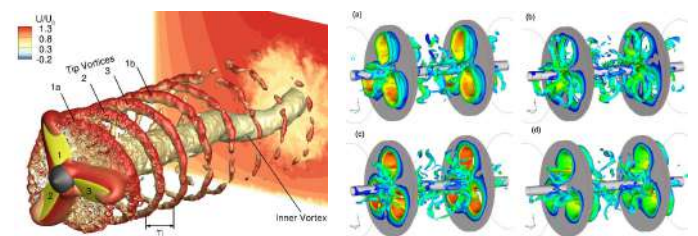
O GMNI dispón de programas para a resolución numérica de problemas de mecánica de fluídos (CFD) mediante os Métodos de Volumes Finitos e de Elementos Finitos. Xa que se trata de software de desenvolvemento propio, é posible adaptar os cálculos ás especificacións particulares de cada caso concreto. Entre as liñas de investigación máis recentes nesta área encóntrase a simulación de fluxos en réxime turbulento, a detección de ondas de choque en fluxo compresible, a análise de cavitación en perfís aerodinámicos e tamén hidrodinámicos, o deseño e análise de turbomáquinaria, o fluxo transónico, a optimización de perfís aerodinámicos e hidrodinámicos e o planteamento de problemas de convección-difusión puramente hiperbólicos (o que permite detectar frentes de onda). O grupo tamén desenvolveu métodos sen malla que permiten tratar eficazmente certos problemas de superficie libre de gran complexidade como (mestura de fluídos e recheos de moldes, entre outros).



Fluxo turbulento ao redor das pas dun aerixerador de eixo vertical



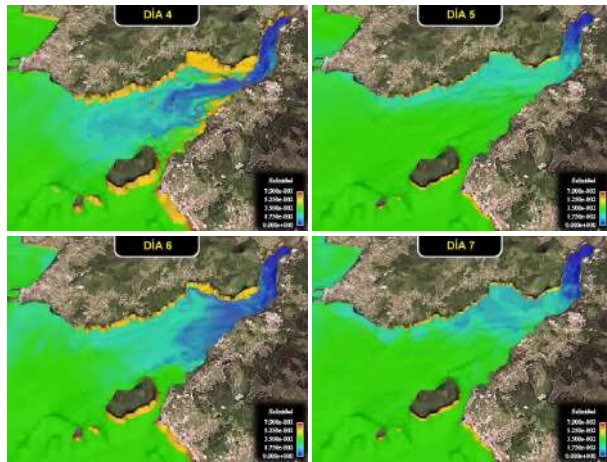
Optimización topolóxica dunha peza mecánica (1)



Turbina mariña de eixo horizontal para xeración de enerxía e dinámica dun biorreactor oscilatorio de tres orificios para o cultivo de biocombustible

Control da salinidade, temperatura, vertidos e especies no medio mariño

O planteamento de problemas acoplados de mecánica de fluídos permite resolver simultaneamente o fluxo hidrodinámico e a propagación no medio mariño de sal, calor, contaminantes, sólidos en suspensión e especies biolóxicas. Os modelos poden ser extraordinariamente grandes. As imaxes mostran a evolución da salinidade na zona dos Lombos do Ulla, na Ría de Arousa. Nesta simulación empregouse un modelo de toda a Ría que tiña en conta a aportación de auga doce do río, a onda de marea, o vento e a posible aparición de temporais. Gracias a este estudo descartouse o dragado da zona, que tería costado decenas de millóns de Euros e tería provocado un catástrofe medioambiental e económica sen precedentes ao rebaixar drasticamente o nivel de salinidade (que é necesario para a proliferación do marisco). Na actualidade é posible modelar grandes zonas costeiras, o que permite realizar o seguimento da propagación de vertidos.

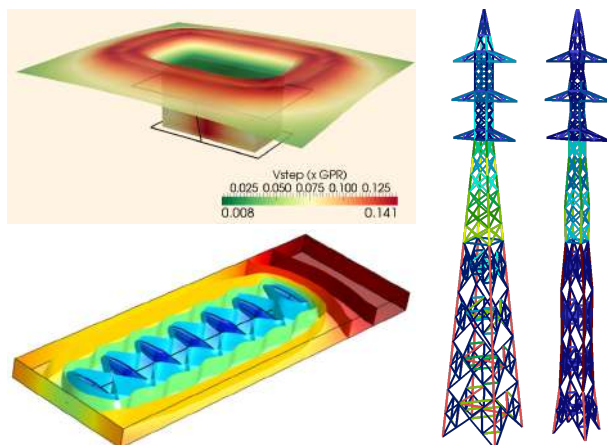


Hidrodinámica e evolución da salinidade nos Lombos do Ulla (Ría de Arousa)

Transporte e xeración de enerxía

Entre as aplicacións desenvoltas polo GMNI nesta área, encóntanse varios paquetes de software para o deseño asistido por ordenador, o cálculo e a optimización de torres de alta tensión, así como o cálculo de redes de terra para subestacións eléctricas (programa TOTBEM, baseado no Método de Elementos de Contorno). Este último programa permite calcular a resistencia equivalente do sistema de posta a terra, a distribución de potenciais en superficie durante unha descarga e o potencial transferido a grandes distancias a través de condutores enterrados.

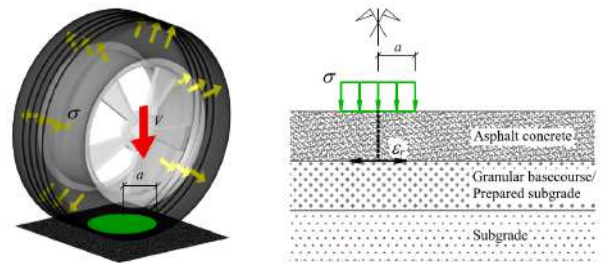
Entre as liñas máis activas neste momento encóntanse a extracción de hidrocarburos por métodos convencionais e a explotación de enerxía xeotérmica de media profundidade.



Potencial de paso en superficie orixinado pola terra dunha subestación enterrada, presión nun pozo de gas shale hidrofracturado e optimización dunha torre de alta tensión

Cálculo racional de firmes flexibles

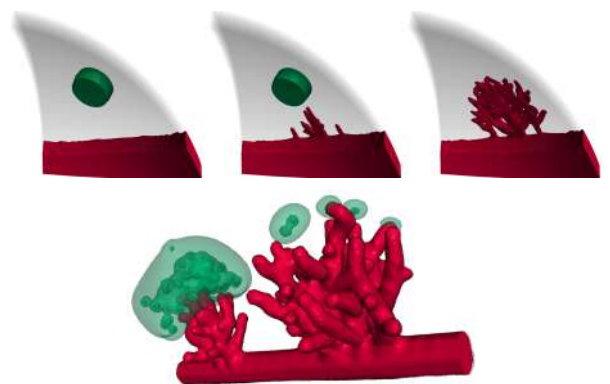
Como acontece no caso da gran maioría dos países do mundo, o procedemento establecido para a análise de fatiga de firmes flexibles na norma española 6.1-IC é esencialmente unha adaptación do orixinal incluído na norma norteamericana AASHTO, mediante o que a sección do firme se dimensiona a fatiga. O número de ciclos que soporta o material determínase mediante unha lei de fatiga baseada na deformación horizontal que se produce na capa máis profunda do asfalto ante o paso dun eixo estandarizado. Non obstante, ningunha das normas actuais ten en conta os efectos dinámicos debidos ao deterioro do perfil lonxitudinal de rugosidade da estrada. O GMNI dispón de programas que permiten calcular o comportamento estrutural do firme, simular a degradación da superficie de rodadura, e cuantificar a redución da vida útil da sección debido ao aumento das cargas dinámicas exercidas polos vehículos a medida que pasa o tempo. O grupo realizou recentemente unha aplicación simplificada (DMSA) por encargo do Banco Europeo de Inversións (BEI) que permite dimensionar a sección do firme tendo en conta eses efectos e analizar a duración da súa vida útil en función do programa de mantemento e as operacións de conservación que se levan a cabo.



Análisis a fatiga de firmes flexibles tendo en conta efectos dinámicos de rodadura

Enxeñaría Biomédica – modelos específicos para o paciente

A Enxeñaría Biomédica é un novo campo que se basea na aplicación dos procedementos da Enxeñaría, e en especial os métodos de Enxeñaría Computacional, para a resolución de problemas relacionados co tratamento e a curación de enfermidades. O desenvolvemento de modelos específicos para o paciente é un paradigma recente que propugna o estudo de cada caso concreto tendo en conta as características do paciente e da súa enfermidade, co fin de deseñar o mellor tratamento posible en cada momento, xa sexa cirúrxico, farmacolóxico, radiolóxico ou de calquera outro tipo. O GMNI dispón de modelos de Enxeñaría Cardiovascular, que permiten analizar o funcionamento do sistema circulatorio co fin de identificar o lugar idóneo para realizar un bypass ou predecir a evolución dunha aneurisma, por exemplo. Máis recentemente desenvólense modelos que permiten simular a anxioxénese e ter en conta o seu efecto na predición do crecemento dun tumor.



Simulación de anxioxénese e crecemento de tumores

Coordinación: Fermín Luis Navarrina Martínez
fermin.navarrina@udc.es
<http://caminos.udc.es/gmni>



Presentación

O Grupo de Construción (gCons) investiga, difunde e transfere coñecemento sobre o amplo campo da enxeñería da construción. As súas actividades apóianse de xeito notable na experimentación grazas aos laboratorios da Escola de Enxeñería de Camiños, Canais e Portos da Universidade da Coruña e do CITEEC.

Áreas de investigación

- ▶ **TECNOLOXÍA DE MATERIAIS E ESTRUTURAS**
- ▶ **APROVEITAMENTO E XESTIÓN DE RESIDUOS E A SÚA RECICLAXE COMO MATERIAIS DE CONSTRUCIÓN**
- ▶ **ADHERENCIA E ANCORAXE**
- ▶ **PATOLOXÍA, REPARACIÓN E REFORZO DE ESTRUTURAS**
- ▶ **DESENVOLVEMENTO E APLICACIÓN DE NOVOS MATERIAIS**
- ▶ **ENSAIOS A GRAN ESCALA PARA CARACTERIZAR O COMPORTAMENTO DE ESTRUTURAS**
- ▶ **APLICACIÓN DE TÉCNICAS BASEADAS NA INTELIXENCIA ARTIFICIAL Á ENXEÑERÍA E Á EDIFICACIÓN**
- ▶ **INSTRUMENTACIÓN E TÉCNICAS DE ENSAIO EN ENXEÑERÍA E EDIFICACIÓN**
- ▶ **ACONDICIONAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO NA EDIFICACIÓN**

Tecnoloxía de materiais e estruturas

O grupo gCons especializouse no estudo do formigón, no que destacan as investigacións encamiñadas a coñecer o seu comportamento reolóxico en estado fresco (proxectos Horreo, InHormes), a repercusión da adición de fibras naturais ou sintéticas, ou a influencia do seu curado interno (proxecto Haccuracem).



Caracterización formigón en fresco

Aproveitamento e xestión de residuos e a súa reciclaxe como materiais de construción: Construción Sustentable

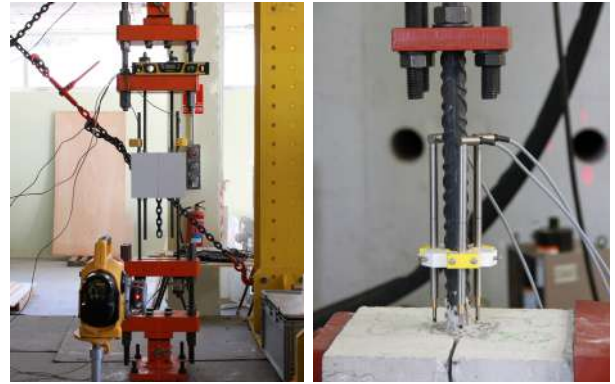
Dende o ano 2000 o grupo liderou, xunto a numerosas empresas, varios proxectos nacionais e autonómicos que estudan os áridos reciclados para a fabricación de formigón (proxectos: Dihapor, Rechnhor, Clean, Gear, Tecnoval,...). A partir destes traballos invéstíganse a incorporación de outros residuos urbanos ou industriais baixo o marco da Construción Sustentable: reciclaxe de cunchas de bivalvo (proxecto Biovalvo), de cinzas e escorias (proxectos Cenicienta), de filler de diversas industrias (proxecto Alfiller, Pantera...), son algúns dos casos abordados.



Módulo Biovalvo construído con cuncha de mexillón reciclada

Adherencia e ancoraxe

Esta liña está aberta dende a creación do grupo (proxecto Zancla e Adhan), e oriéntase tanto ao desenvolvemento de ensaios e normas (por exemplo, ensaios de lonxitude de ancoraxe de armaduras pretesas, ou ensaios para reproducir o empalme de armaduras pasivas) como á solución de problemas en estruturas singulares en construción. Algúns dos traballos son os levados a cabo para o metro de Quito ou para as megatorres eólicas de formigón en Chile.



Ensaio de solape de armaduras e de ancoraxe de barras

Patoloxía, reparación e reforzo de estruturas

Esta liña abórdase de forma multidisciplinar, atendendo aos procesos físico-químicos de degradación, aos materiais de reparación e reforzo e ás técnicas de reforzo. Algún dos casos estudados son: a pila a ponte de Rande, o deterioro de orixe biolóxico da depuradora EDAR Bens ou a reparación da pedra de Abalar, en Muxía, mediante resinas e fibra de carbono. Na actualidade desenvólvese un proxecto de deseño de estruturas de formigón con armaduras activas e pasivas non metálicas (proxecto Straduravius).

Desenvolvemento e aplicación de novos materiais

- **Aplicación de materiais compostos ás estruturas de enxeñería e edificación**

Tamén é unha liña de forte especialización do gCons, orientada especificamente á reparación de estruturas ou ao desenvolvemento de novos tipos construtivos. Destaca o proxecto destinado a reducir a fisuración en depósitos de auga potable (proxecto Afidhavit), ou o desenvolvemento de novas estruturas de contención para diques, que contou coa execución real dun dique no porto de Vilanova de Arousa (proxecto Pilam).



Peirao executado coa técnica pilote-lámina® e ensaio de reforzo a tracción con lámina de fibra de vidro

- **Desenvolvemento de novos materiais e novas estruturas**

A crecente competitividade do sector, unida á necesidade de internacionalizar o mercado, permitiu ao gCons colaborar no deseño e construción de solucións construtivas moi novedosas. Entre elas destaca, por exemplo, o reforzo de estruturas mediante materiais con memoria de forma (proxecto Horital), o desenvolvemento de estruturas de edificación prefabricadas lixeiras e de gran tamaño (proxecto Pretabico), o estudo e construción de elementos de mobiliario doméstico e urbano de formigón (proxecto Decocem), o deseño de unha nova vía en placa de formigón, o desenvolvemento de diques e pantaláns flotantes de formigón (proxecto Floating Concrete), ou a investigación sobre alicerces de torres eólicas en climas árticos (proxecto Artech).



Deseño de novas cimentacións



Deseño de mobiliario con formigón e vivenda prefabricada con formigón lixeiro

Ensaio a gran escala para caracterizar o comportamento de estruturas

O grupo dispón de dous laboratorios moi ben equipados. O de Enxeñaría da Construción na Escola de Enxeñaría de Camiños, Canais e Portos, moi orientado á tecnoloxía de materiais, e o de Construción no CITEEC, que permite ensaiar grandes estruturas grazas ao seu muro de reacción (de 10 m de altura) y á súa lousa de carga (de 23 x 14 m²). Realízanse ensaios sobre estruturas a gran escala: vigas de 2 m de canto para o estudo do efecto tamaño sobre o cortante (proxecto Horvital, récord de Europa no seu xénero), vigas de 10 m pretensadas para o estudo da lonxitude de ancoraxe de armaduras activas pretesas, galerías de servizo de 2 x 2 x 2 m³, cilindros de grafito de 0.5 m de diámetro empregados como eléctrodos na industria do silicio, etc.



Ensaio de eléctrodos de grafito e de ancoraxe de armaduras pretesas



Ensaio a cortante dunha viga de formigón de 2 metros de canto (Récord Europeo)



Ensaio a fatiga de sistemas de pretensado e ensaios de aparatos de apoio de neopreno confinado (Prensa de gran capacidade MTS-15MN)

Aplicación de técnicas baseadas na intelixencia artificial á enxeñaría e á edificación

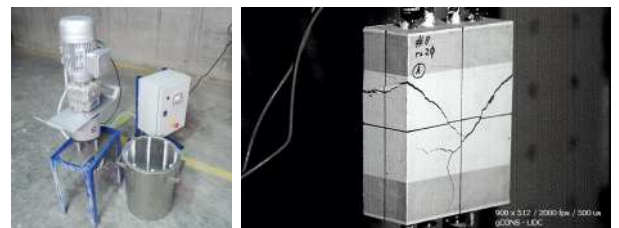
En moitos ámbitos da construción cóntase con moi boas bases de datos de ensaios. As bases de datos son fonte de coñecemento y medran ano tras ano grazas, entre outros, aos ensaios que desenvolve o grupo gCons. Empréganse con gran éxito técnicas de I.A. (redes neuronais e programación xenética, principalmente) para extraer novo coñecemento de tales ensaios, sendo posible incluso axustar expresións alxebraicas capaces de predicir o comportamento de materiais e estruturas. Algúns dos casos estudados mediante estas técnicas son a adherencia entre o formigón e o aceiro (proxecto Adhan), o cortante en vigas de formigón con ou sen armadura, a resistencia do formigón a partires da súa composición (Proxecto Metefores), ou a durabilidade de presas (proxecto Gestdam).

Instrumentación e técnicas de ensaio en enxeñaría e edificación

O traballo en dous laboratorios singulares fai preciso dispor de técnicas de instrumentación moi específicas. O grupo gCons especializouse nos equipos de instrumentación e medida, chegando a desenvolver sistemas propios patentados. Cabe mencionar aos baseados en técnicas de correlación dixital de imaxes (DIC, proxecto Vadema), os empregados en ensaios de formigón expansivos de larga duración (proxecto Dama), ou o reómetro deseñado e construído para determinar os parámetros reolóxicos do formigón (proxecto Horreo).



Instrumentación en grandes ensaios en laboratorio ou in situ



Desenvolvemento de reómetro propio e instrumentación mediante técnicas DIC

Acondicionamiento térmico e acústico na edificación

A construción sustentable tamén se pon de manifesto na construción de edificios con menor consumo enerxético. O grupo gCons desenvolve estudos para avaliar a capacidade illante de materiais e solucións construtivas diversas (proxecto Caja-Caliente).



Caja-Caliente: medida de propiedades térmicas de materiais e elementos

Coordinación: Fernando Martínez Abella
fernando.martinez.abella@udc.es
<http://www.gcons.udc.es/>



Presentación

O grupo de investigación de Estructuras Arquitectónicas (GEA) centra as súas actividades na difusión do coñecemento, a investigación e as labores de consultoría a empresas, institucións e profesionais no ámbito xeral das estruturas de edificación, tanto no vinculado á intervención en estruturas existentes como en proxectos de nova planta.

Áreas de investigación

- ▶ ESTRUCTURAS SINGULARES
- ▶ ESTRUCTURAS DE MADEIRA
- ▶ ESTRUCTURAS HISTÓRICAS
- ▶ PATOLOXÍA DE ESTRUCTURAS

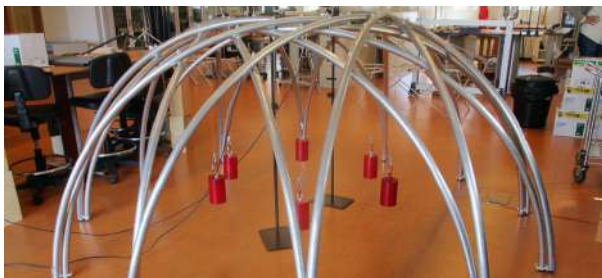
Estructuras singulares

Ámbito xenérico centrado no desenvolvemento de estruturas lixeiras de cuberta, de carácter modular e de montaxe rápida. Dentro deste grupo é especialmente notable o traballo desenvolto en estruturas despregables.

- Análise de diferentes topoloxías.
- Incompatibilidades xeométricas durante as fases de pregado/despregado.
- Deseño de nudos.
- Análise numérica do comportamento estrutural.
- Análise experimental.
- Desenvolvemento construtivo.



Deseño de sistemas para estruturas despregables



Construcións despregables e modulares de emerxencia



Módulo compacto de estruturas porticadas

Estructuras de madeira

A investigación no ámbito das estruturas de madeira comprende fundamentalmente tres liñas de traballo, dentro de cada unha das cales se abordaron todos os aspectos de deseño, análise (tanto numérica como experimental) e desenvolvemento de solucións construtivas.

- Mallas especiais de módulos apilables.
- Unións encoladas de barras roscadas en madeira.
- Forxados mixtos de altas prestacións Glulam+CLT e Glulam+Formigón.



Mallas espaciais constituídas por barras ocas de madeira laminada



Sistemas de mellora da ancoraxe de barras de aceiro encoladas en madeira



Conectores de sección composta Glulam-Formigón e Glulam+CLT



Forxados de madeira de elevadas prestacións

Estruturas históricas

No campo das estruturas históricas a investigación comprende dúas importantes liñas de traballo. Por unha parte, un extenso estudo das orientacións das igrexas medievais. Por outra parte, todo o vinculado á análise estrutural e á patoloxía deste tipo de edificios, ao amparo de convenios e colaboracións con institucións.



Estudo das orientacións de igrexas medievais



Identificación, medida e catalogación das bóvedas pétreas nervadas



Análise da problemática estrutural de edificios históricos



Rehabilitación de sistemas estruturais en edificios históricos

Patoloxía de estruturas

Este ámbito comprende a análise da patoloxía estrutural, a rehabilitación e recuperación de estruturas danadas e o seu reforzo. Igual que no caso das estruturas históricas este ámbito de traballo vincúlase a colaboracións con empresas, institucións e profesionais.

Dentro deste ámbito tamén destaca o software Comprobar® desenvolto para a comprobación estrutural.



Estudos de patoloxía estrutural aplicada



Investigación aplicada sobre os protocolos de avaliación e reforzo estrutural

Oferta tecnolóxica

Atendendo ás liñas de traballo detalladas, a oferta tecnolóxica do grupo comprende:

- Proxectos de estruturas de edificación.
- Proxectos de estruturas singulares.
- Informes de patoloxía estrutural.
- Rehabilitación e recuperación de estruturas.
- Aplicacións informáticas de cálculo de estruturas.
- Transferencia das numerosas patentes desenvoltoas no eido das estruturas singulares e das estruturas de madeira.

Coordinación: Javier Estévez Cimadevila
javier.estevez@udc.es
<http://gea.udc.es>

gea
grupo estruturas arquitectónicas

Presentación

O GME centra o seu traballo na docencia, a investigación e a aplicación práctica dos avances científicos no eido da enxeñería de estruturas. Posúe unha dilatada experiencia en estudos de aerodinámica e aeroelasticidade, análise non lineal de estruturas, accións sísmicas, patoloxía de estruturas e deseño óptimo en enxeñería.

Áreas de investigación

- ▶ AERODINÁMICA E AEROELASTICIDADE
- ▶ ANÁLISE SÍSMICA
- ▶ NON LINEALIDADE XEOMÉTRICA E DE MATERIAL
- ▶ OPTIMIZACIÓN DE ESTRUTURAS

Aerodinámica e aeroelasticidade

Nesta área estúdanse os movementos e os esforzos en estruturas sometidas á acción do vento. Entre as estruturas máis estudadas polo GME encóntranse os taboleiros de pontes de gran vano e a fuselaxe de aeronaves.

O vento xera importantes esforzos nos taboleiros de pontes de gran vano, como son as pontes atirantadas ou colgantes, onde a distancia entre apoios é o suficientemente grande para que se considere esta acción na fase de deseño. O obxectivo desta disciplina é a búsqueda de deseños máis eficientes e fiables, o que conleva á consideración de variables de forma na sección do taboleiro, que é un dos elementos fundamentais da ponte. Isto afecta a súa aerodinámica, así como ás súas propiedades mecánicas, e en consecuencia á resposta aeroelástica da ponte.

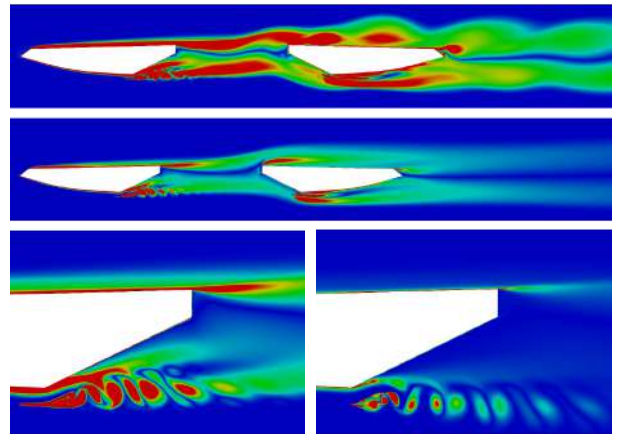
A práctica máis común nas últimas décadas para a obtención da resposta aerodinámica e aeroelástica dun corpo sometido á acción do vento é a realización de ensaios a escala en túnel de vento. Para iso, o GME dispón dun túnel de vento aerodinámico e un túnel de vento de capa límite nas instalacións do CITEEC.



Ensaio aeroelástico sobre a sección dun taboleiro dunha ponte

Con todo, os avances recentes na capacidade e potencia dos recursos informáticos permiten a análise mediante o uso de aplicacións numéricas. Por iso, na actualidade o habitual é empregar procedementos numéricos para optimizar as pontes de gran vano e as estruturas de fuselaxe das aeronaves, considerando variacións nas súas formas e incluíndo condicións de deseño relacionadas coas respostas estruturais e aeroelásticas.

Estes modelos facilitan a visualización da resposta aeroelástica e aerodinámica, permitindo a identificación de estruturas no fluxo e a interpretación de fenómenos que están sucedendo arredor das xeometrías analizadas.



Mapas de vorticidade en seccións de pontes de gran vano multi-caixón simulados en CFD

Análise sísmica

Nesta área estúdase o comportamento das estruturas enxeñerís fronte a accións sísmicas, concretamente a súa optimización e fiabilidade. Entre os estudos realizados destacan:

- **Comportamento de aeroxeradores fronte accións sísmicas**

Estudo sobre o comportamento das torres de aeroxeración de formigón pretensado fronte a accións sísmicas nas etapas de premontaxe e montaxe.

- **Análise sísmica de presas**

Estes estudos procuran a seguridade estrutural en presas fronte ao esvaramento e envorco. Para iso, realízanse cálculos da interacción presa-incorocimentación, considerando as cargas sísmicas, térmicas e o empuxe hidroestático.

- **Cálculo sísmico en teoría lineal e non lineal en pontes**

Análisis dinámico de pontes fronte a un conxunto de acelerogramas correspondentes ao sísmo de deseño esixido, tendo en conta efectos non lineais nos apoios.

Túnel de vento aerodinámico

- Dimensións da cámara de ensaio: $1 \times 1 \text{ m}^2$
- Velocidade máxima de ensaio: 30 m/s
- Ensaos para obter a información seguinte:
 - Coeficientes aerodinámicos: C_D, C_D, C_m
 - Funcións de flameo: A^*, H^*, P_i^*
 - Comportamento fronte ao desprendemento de remuíños



Non linealidade xeométrica e de material

Esta área centra o seu estudo no comportamento non lineal de estruturas. Os elementos máis estudados polo GME son os piares, as unións tubulares e adhesivas.

O modelo global de piares ou barras en análise lineal non adoita ser suficiente para determinar o estado tensional das unións. Para iso, o habitual é realizar un modelo local destas unións, comprobando, en réxime plástico, cal é o seu comportamento.

O procedemento a seguir nestes estudos contempla, en primeiro lugar, a definición xeométrica da estrutura completa e os datos de partida; como o tipo de material, as seccións transversais ou as hipóteses de carga. En segundo lugar elabóranse modelos locais das unións, así como a aplicación das condicións de contorno que proveñen do modelo global da estrutura para obter os resultados para cada un dos nós analizados.



Ensaio de xuntas verticais de torres aeroxeneradoras de formigón pretensado

Túnel de vento de capa límite

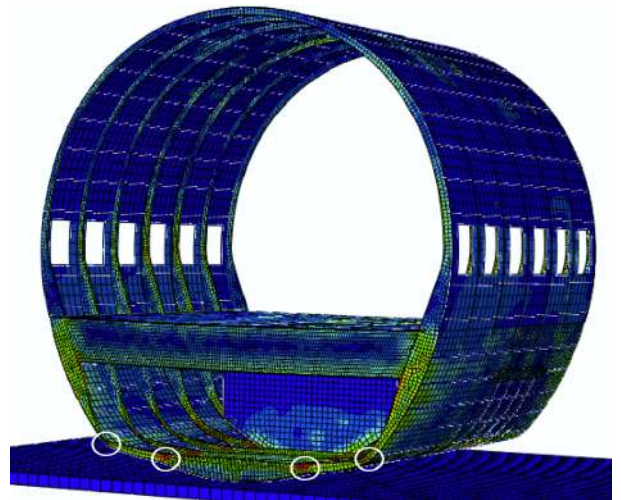
- Dimensións da cámara de ensaio: $3 \times 2 \text{ m}^2 \times 22 \text{ m}$
- Velocidade máxima de ensaio: 25 m/s
- Ensaíos para obter a información seguinte:
 - Perfil de vento segundo a capa límite atmosférica
 - Coeficientes aerodinámicos: C_L , C_D , C_M
 - Movimentos, velocidade e aceleracións dos modelos
 - Reaccións na base dos modelos



Optimización de estruturas

Nesta área o GME traballa na mellora dos deseños aeronáuticos e a optimización estrutural para protección contra impactos. Os traballos desenvolto polo grupo procuran estudar e optimizar numericamente a resposta de diferentes partes da fuselaxe de aeronaves como, por exemplo, o uso de tubos metálicos con diferentes recheos como soportes verticais. Neste caso estúdanse diferentes configuracións en niño de abella de materiais compostos e bloques de espuma como reforzo para mellorar a absorción de enerxía e limitar os picos de forza que poidan danar aos ocupantes.

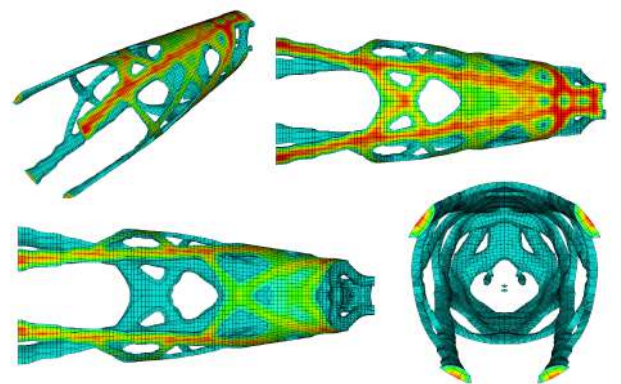
Para determinar os efectos sobre os materiais que absorben os impactos nunha aeronave, o habitual é desenvolver e axustar unha simulación de impacto vertical dunha sección da fuselaxe. Tras engadir estes materiais e optimizar o seu deseño, obtense unha resposta mellor da fuselaxe, aumentando a disipación de enerxía total e reducindo as aceleracións máximas e o nivel de dano nos pasaxeiros de forma significativa.



Mapa de deformacións da estrutura de fuselaxe dun Boeing 737

Estes traballos tamén consideran a análise de fiabilidade e o deseño óptimo en contornas de incerteza co obxectivo de resolver problemas prácticos de estruturas aeroespaciais.

En xeral, expoñense dous tipos de problemas, cada un resolto cun enfoque diferente. O primeiro aplica á optimización topolóxica en contornas de incerteza a estruturas aeroespaciais similares ás que se adoitan atopar nun contexto industrial, mentras co segundo aplica o deseño óptico a compoñentes aeroespaciais que requiren simulacións minuciosas e custosas computacionalmente para predecir correctamente o seu comportamento.



Modelos de optimización da fuselaxe traseira dun avión

Coordinación: Santiago Hernández Ibáñez
santiago.hernandez@udc.es
www.gme.udc.es

MECÁNICA
DE
ESTRUCTURAS

Presentación

O grupo de investigación de Estradas, Xeotecnia e Materiais (CGM) centra as súas actividades no estudo de materiais de firme de estradas, a xeotecnia, a enxeñería do tráfico e a seguridade viaria. Os traballos de investigación realízanse a partir de modelos experimentais e de simulación numérica. Para iso, o CGM conta con laboratorios equipados para a investigación de materiais para firmes de estradas e para a realización de ensaios con materiais granulares, mesturas bituminosas, solo-cemento, etc. Ademais, conta cunha ampla experiencia no uso de softwares numéricos para realizar estudos xeotécnicos.

Áreas de investigación

- ▶ FIRMES DE ESTRADAS
- ▶ ENXEÑERÍA DO TRÁFICO E SEGURIDADE VIARIA
- ▶ XEOTECNIA

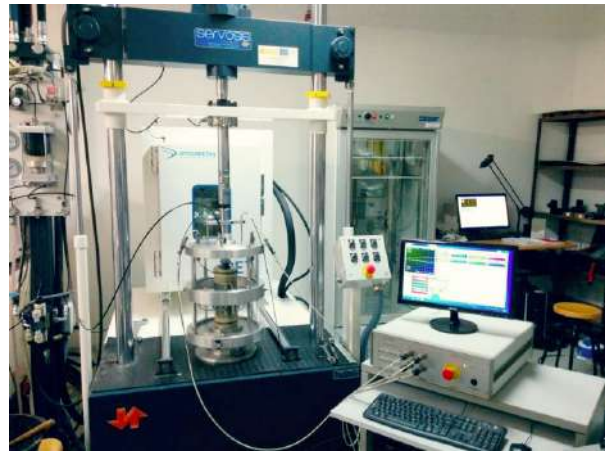
Firmes de estradas

- Mesturas bituminosas en frío e reciclado in situ de firmes de estradas

O grupo estuda este tipo de mesturas tanto con árido natural (árido convencional de canteira) como con árido reciclado procedente do fresado das estradas (RAP). En particular, o grupo céntrase en resolver os principais inconvenientes destas tecnoloxías, tales como acortar o seu período de maduración ao profundizar no coñecemento das súas propiedades mecánicas.

- Mesturas temperadas e semiquentes

Son mesturas que axudan a colaborar co desenvolvemento sustentable, mediante a redución de emisións de CO₂ á atmosfera, así como outros gases responsables do quecemento global. O obxectivo desta liña de investigación é aprofundar no coñecemento da dosificación e propiedades destas mesturas, de elevadas prestacións, pero de menor temperatura de fabricación.



Máquina de ensaios dinámica ME-401/10 de Servosis

- Reutilización de distintos tipos de residuos e coprodutos en obras de infraestruturas lineais

O obxectivo desta liña é analizar a posibilidade de empregar residuos na fabricación de diferentes materiais asfálticos (p. ex.: mesturas bituminosas en frío, mesturas bituminosas en quente, etc.) e estudar como afectan ao seu comportamento. Son exemplos destes residuos os de construción e demolición, material procedente do fresado de estradas, po de pneumáticos fóra de uso, cortiza, etc. O fin último é evitar o esgotamento dos recursos naturais, así como impedir levar a vertedoiros materiais de gran valor, favorecendo a economía circular e o desenvolvemento sustentable.

- Bioasfaltos

Esta liña consiste na utilización de modificadores ou substitutos de betúns asfálticos e os seus derivados, obtidos a partir de biomasa ou de coprodutos industriais de orixe vexetal (p. ex.: coproduto rico en lignina, celulosa, etc.).

- Uso de nanomateriais en mesturas bituminosas

Co fin de mellorar as propiedades mecánicas dos firmes de estradas, esta liña de investigación analiza os resultados de incorporar nanomateriais, como a nanocelulosa, nanoarxilas, nanosílice, etc., nas mesturas bituminosas.



Prensa servo pneumática universal NU14 (Cooper)



Compactador xiratorio. Superpave Gyrotronic compactor (Gyrotronic) e Compactador de placa. Heated Roller compactor



Prensa estática de Ibertest e máquina de pista (Hamburg Wheel tracker)



Muíño coloidal para fabricación de emulsións bituminosas e evaporador rotatorio

Enxeñaría do tráfico e seguridade viaria

A investigación neste ámbito comprende a análise das condicións do tráfico e a elaboración das pertinentes propostas de mellora, o desenvolvemento de sistemas dinámicos de xestión do tráfico en autoestradas e/ou a condución cooperativa V2X, especialmente en forma de platooning. Ademais, traballase para optimizar os novos modos de mobilidade como o sharing ou o MaaS, así como sobre diversas iniciativas encamiñadas á mellora da seguridade viaria.

• Análise de tráfico

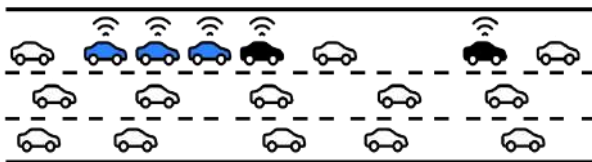
Esta liña comprende a medición de variables de tráfico, empregando sensores dispostos na infraestrutura ou no vehículo, o procesamento das mesmas para avaliar as condicións prevalecentes, a identificación de localizacións conflitivas, de relacións bivariadas, de episodios de “capacity drop”, etc., e a elaboración de propostas de mellora necesarias.

• Sistemas dinámicos de xestión do tráfico en autoestradas

Deseño de técnicas de xestión, operación e control do tráfico en tempo real. Formulación de estratexias dirixidas tanto á optimización da capacidade dispoñible (p. ex.: límites de velocidade dinámicos, asignación dinámica de carril, xestión de incidencias) como ao control de accesos (p. ex.: sistemas de información de tempo de viaxe, ramp metering, peaxes).

• Condución cooperativa (sistemas V2X, platooning)

Trabállase no deseño de estratexias de xestión do tráfico baseadas na cooperación entre vehículos intelixentes, a infraestrutura e outras fontes de datos (p. ex. teléfonos móbiles). Nunha primeira instancia contémpanse contornas mixtas de condución, nas que vehículos cun alto grao de autonomía compartirán as vías con vehículos tradicionais. Todas as estratexias encamiñanse a optimizar o fluxo global do tráfico e a minimizar a probabilidade de accidente. Trabállase ademais na implantación de técnicas de eco-driving que contribúan á mobilidade sostible, minimizando os consumos e, no seu caso, as emisións. Dentro desta liña apóstase pola condución en forma de platooning, demostrándose xa as grandes posibilidades que ofrece, como o incremento da capacidade teórica das vías. Para todo iso empréganse modelos matemáticos, técnicas numéricas e programas de simulación.



Platoon en carril mixto de autoestrada (Proxecto COOP)

• Mobilidade baixo demanda. Sharing, ride-hailing e P2P. MaaS

Todas elas son formas de transporte emerxentes pero con grandes perspectivas de futuro, encamiñadas a fomentar a transformación de “propietarios” de vehículos en “usuarios” de vehículos. Por exemplo, o sharing, ride-hailing e P2P (peer-to-peer) son diferentes sistemas de vehículo compartido, que poden pertencer á flota dunha empresa ou ser privados. Máis disruptiva, a mobilidade baixo demanda é o seu máximo expoñente, o MaaS (Mobility as a Service), proporcionan unha visión integrada do transporte na que o usuario, polo xeral a través dunha aplicación de teléfono móbil, proporcionará os seus puntos de orixe e destino, e recibirá unha combinación ininterrompida de medios de transporte axustada en tempo real. Nesta combinación poderán estar incluídos medios de transporte colectivo, taxis, vehículos compartidos, bicicletas, etc., a petición do usuario.

• Estudos de seguridade viaria

Dentro desta liña trabállase en detectar os puntos de concentración de accidentes (tanto en autoestradas como en estradas), así como as causas desta accidentalidade, e en definir as súas posibles solucións. De cara ao futuro, investigase en estratexias de condución cooperativa en consonancia coa Visión Cero Accidentes. En todo caso analízase o papel do factor humano e dos sistemas de asistencia ao condutor dos vehículos na ocorrencia dun accidente.

Xeotecnica

• Túneles e obras subterráneas

Estudo da problemática dos túneles escavados por calquera procedemento (p. ex.: método Belga, método Austríaco, con tuneladora, etc.), e de calquera outro tipo de escavación subterránea (recintos entre pantallas e estacións de Metro).

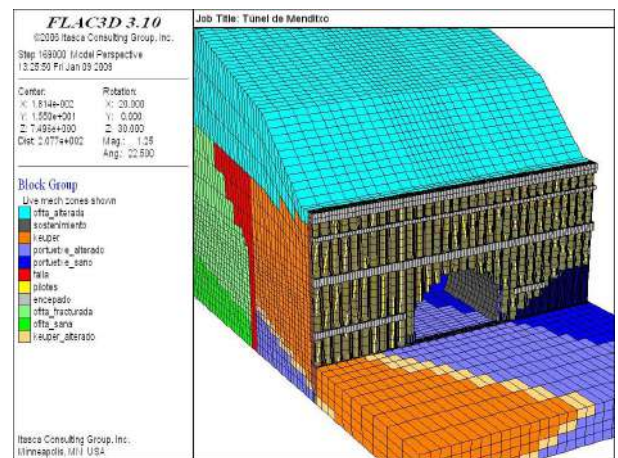
• Modelos reolóxicos de solos

Estudo da consolidación secundaria en solos fangosos, moi frecuentes en obras portuarias.

• Modelización numérica de problemas xeotécnicos

Estudo e análise de todo tipo de obras xeotécnicas mediante modelos numéricos: cimentacións superficiais e profundas, xeotéxtiles, tratamentos do terreo, terrapléns, estabilización de noiros, etc.

Os programas empregados son FLAC3D, PLAXIS 3D, GEOSTUDIO, PFC3D, 3DEC e RIDO.



Modelización con FLAC3D

• Comportamento dinámico de solos

- Estudo da propagación de ondas no terreo e a súa relación co comportamento tenso-deformacional de solos.
- Amortecemento de solos.
- Estudo de vibracións no terreo provocada polo tráfico ferroviario: liñas en superficie e subterráneas.
- Estudo de medidas redutoras de vibracións baseadas en inclusións no terreo.
- Modelos computacionais formulados no dominio do tempo/espazo para o estudo de propagación de ondas no terreo.

• Modelos constitutivos avanzados para solos

- Estudo do comportamento do terreo en función do estado deformacional e a súa relación con modelos constitutivos do comportamento do terreo.
- Aplicación de modelos constitutivos avanzados a diferentes problemas xeotécnicos: pantallas, vibracións ferroviarias, túneles, cimentacións, etc.

Coordinación: Ignacio Pérez Pérez

iperez@udc.es

sites.google.com/site/grupocgmetsicpcoruna



Presentación

O Grupo de Ferrocarrís e Transportes (GFT) centra a súa actividade na difusión do coñecemento, o fomento da investigación e a asesoría a empresas e institucións en todos os eidos relacionados coa enxeñería do transporte e a mobilidade, así como en aspectos de enxeñería ferroviaria.

Áreas de investigación

- ▶ **SISTEMAS DE TRANSPORTE URBANO E MOBILIDADE SUSTENTABLES**
- ▶ **PLANIFICACIÓN E MODELIZACIÓN DO TRANSPORTE**
- ▶ **SUPERESTRUTURA E DINÁMICA FERROVIARIA**
- ▶ **LOXÍSTICA E TRANSPORTE DE MERCADORÍAS**

Sistemas de transporte urbano e mobilidade sustentable

As actividades dentro desta área céntranse nos seguintes aspectos:

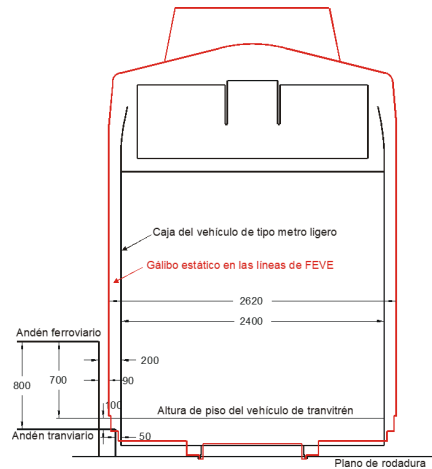
- Actuacións para acadar a mobilidade sustentable.
- Integración de modos de transporte metropolitano e interurbano.
- Solucións tecnolóxicas e seguridade.
- Integración de sistemas no espazo urbano.
- Operacións de sistemas de transporte urbano.

En relación cos puntos anteriores, trabállase nos seguintes modos de transporte:

- Autobús convencional.
- Autobús de alto nivel de servizo.
- Metro lixeiro e tranvía.
- Metro.
- Ferrocarril metropolitano.
- Tranvitrén e tren-tranvía.
- Transporte por cable.
- Mobilidade ciclista.



Vía de metro lixeiro en céspede en Alicante



Comparación de gálibo de FEVE con vehículo de metro lixeiro

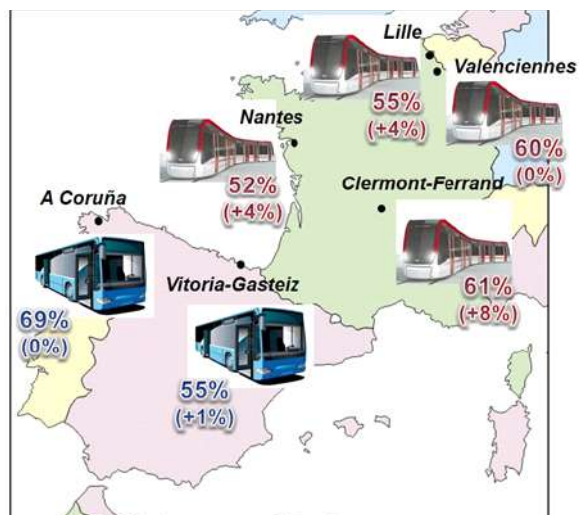
Planificación e modelización do transporte

As principais liñas de traballo dentro desta área son as seguintes:

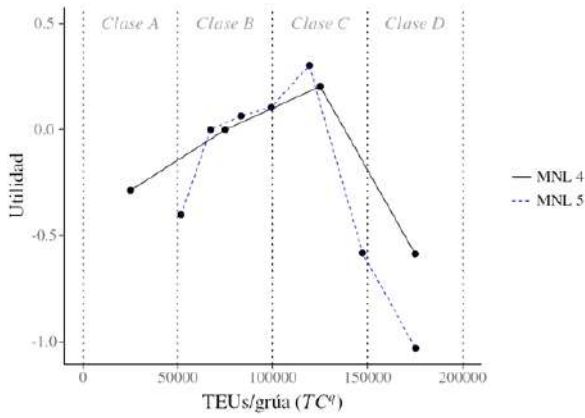
- Planificación de transporte metropolitano, interurbano e rexional.
- Modelos de elección discreta en transporte.
- Elección portuaria.
- Modelo clásico de transporte, modelos de asignación de ruta.
- Modelos Land Use Transport Interaction.
- Modelos integrados de demanda e operacións.



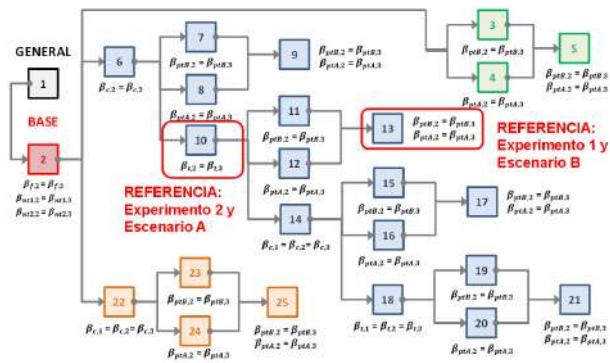
Metro lixeiro e tranvitrén en Alicante. Sistemas de Bogie



Resultados de preferencia de modo de transporte (metro lixeiro ou autobús de alto nivel de servizo) en diferentes cidades estudadas



Grado de uso das instalacións portuarias fronte á utilidade dos portos en estudo. Catro e sete clases



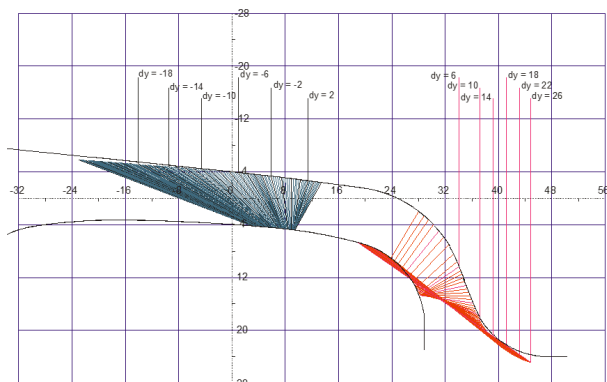
Esquema dos diferentes modelos en función das especificacións da utilidade das alternativas a partir das especificacións base

Superestructura e dinámica ferroviaria

As principais liñas de traballo dentro desta área son as seguintes:

- Deseño, explotación e conservación de desvíos ferroviarios.
- Desgaste de lamias ferroviarias.
- Superestructura da vía. Vía en placa.
- Simulación de dinámica ferroviaria.

Dentro deste ámbito, trabállase con programas de simulación dinámica do comportamento de vehículos ferroviarios (SIMPACK, GENSYS). Ademais, dispónse dun perfilómetro láser que permite determinar a xeometría real dos carrís da vía en plena vía e en desvíos, así como determinar a xeometría real das lamias dos vehículos ferroviarios.



Simulación de puntos de contacto roda-carril con GENSYS



Bloque prefabricado para montaxe da subsección do carril no prototipo de vía en placa

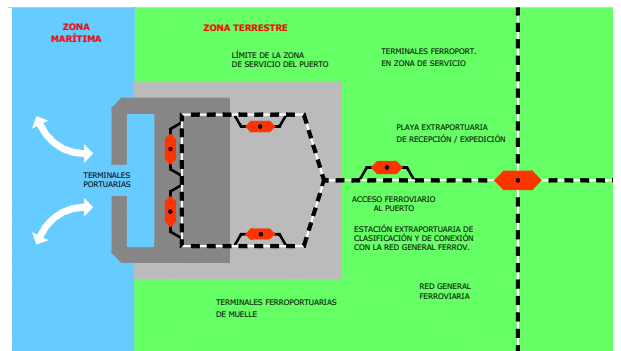


Cambio dun prototipo de desvío de alta velocidade de concepción integralmente española

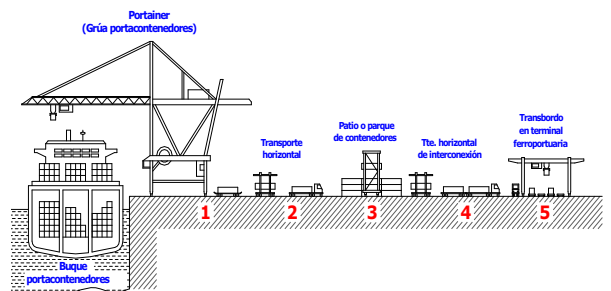
Loxística e transporte de mercadorías

As principais liñas de traballo dentro desta área son as seguintes:

- Integración ferrocarril e porto.
- Último quilómetro.
- Modelización do tráfico de mercadorías.



Posibles emprazamentos de terminais ferroviarias respecto aos espazos portuarios



Procesos integrantes do intercambio modal de unidades de carga entre os transportes marítimo e ferroviario

Coordinación: Miguel Rodríguez Bugarín
 m.bugarin@udc.es
<http://caminos.udc.es/grupos/ferroca/>



Presentación

Os membros do GRIDP reúnen experiencia profesional na empresa, en enxeñaría e xestión de proxectos. Concretamente, en proxectos de plantas industriais, edificios comerciais, oficinas e edificios corporativos, centros de I+D+i, edificios singulares, minicentrais hidráulicas, redes de gas, instalacións de regasificación, ou parques eólicos e solares, entre outros. Tamén en materia de planificación enerxética.

Dous deles ocuparon postos técnicos, de xestión e directivos en empresas. Doutra banda, reúnen experiencia académica e en I+D+i nos devanditos campos, nalgúns casos desde hai máis de 30 anos. Tamén desempeñaron cargos directivos na administración.

Teñen experiencia na creación de software de utilidade nos campos aquí apuntados. E traballaron en métodos de apoio na toma de decisións, aplicados á avaliación, optimización e xestión da sustentabilidade, as decisións de contratación, a xestión e resposta a riscos e oportunidades en proxectos, e a priorización de investimentos.

Con todo o anterior, o grupo ten capacidade para:

- Apoiar a concepción e xestión de proxectos como os comentados.
- Comprender as necesidades e circunstancias habituais do persoal técnico, de xestión e directivo de empresas e administracións públicas, na persecución dos seus obxectivos.
- Apoiar o desenvolvemento de proxectos de I+D+i no marco das devanditas organizacións.
- Axudar aos equipos de proxecto de empresas e administracións públicas a ordenar, sintetizar e explotar o seu coñecemento en aspectos novos, para construír con eles modelos que sirvan para resolver os seus problemas.
- Concibir e desenvolver software relacionado cos campos aquí apuntados.
- Realizar tarefas de formación nos devanditos campos.

Áreas de investigación

- **AVALIACIÓN, XESTIÓN E OPTIMIZACIÓN DA SUSTENTABILIDADE. DESEÑO SUSTENTABLE NA CONSTRUCCIÓN E NA ENXEÑARÍA ENERXÉTICA**
- **PLANIFICACIÓN ENERXÉTICA SUSTENTABLE. ENERXÍAS RENOVABLES**
- **AVALACIÓN SUSTENTABLE PARA TOMA DE DECISIONS**
- **DIRECCIÓN DE PROXECTOS**



Planta de regasificación. Fase avanzada de obra (Lara 2007; Mugardos, Galicia)

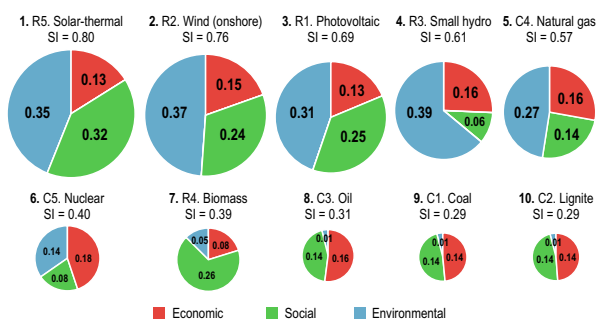
Avaliación, xestión e optimización da sustentabilidade. Deseño sustentable na construción e na enxeñaría enerxética

O grupo pode prestar servizos relacionados con:

- A avaliación da sustentabilidade.
 - De sistemas construtivos: formigóns, morteiros, cerramentos, estruturas, instalacións de calefacción ou climatización, ou sistemas de enxeñaría urbana, entre outros.
 - De edificios completos.
 - De centrais de produción de enerxía eléctrica.
- A optimización da sustentabilidade de compoñentes construtivos e de sub-sistemas enerxéticos.
- A xestión da sustentabilidade na dirección de proxectos.

Para estes traballos pódense empregar:

- Modelos cuantitativos de Análise do Ciclo de Vida (ACV) dos catro ámbitos da sustentabilidade, ambiental, social, económico e técnico-funcional, con datos procedentes do cliente e de bases de datos internas e externas.
- Métodos de integración de resultados de ACVs para obter un índice de sustentabilidade que englobe todos os seus ámbitos, usando técnicas multicriterio de apoio na decisión, como o método MIVES (Modelo Integrado de Valor para Avaliacións Sustentables), entre outros.
- Métodos para tratar a incerteza, variabilidade, subxectividade e vaguidade inherente á estimación de indicadores en base a sustentabilidade: simulación estocástica tipo Monte Carlo, ou emprego de matemática difusa.
- Técnicas de Intelixencia Artificial (IA) para a optimización: algoritmos xenéticos, exames de partículas, ou procura realizada por corvos (crow search algorithm), entre outras.
- Procedementos propios de xestión co obxectivo de acadar a sustentabilidade en proxectos.



Avaliación comparativa da sustentabilidade de centrais de produción de enerxía con datos dos principais países dos 5 continentes (Cartelle et al. 2015; Energy 89:473-489)

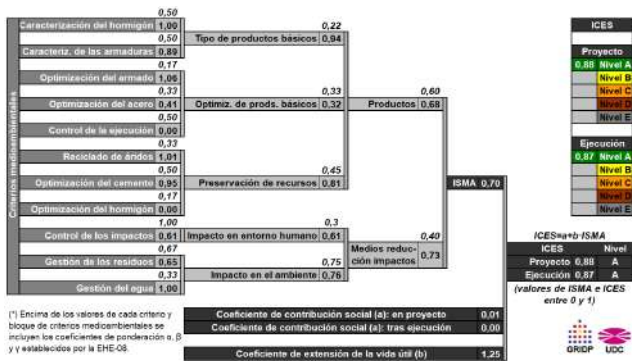
En base aos referidos métodos, técnicas e procedementos, pódese:

- Elixir entre alternativas de proxecto e, en base a iso, realizar deseños de enxeñaría conforme a criterios de sustentabilidade.
- No marco do anterior, por exemplo, realizar análises comparativas da utilización de materiais de construción convencionais (p. ex.: formigóns ou morteiros) en relación co uso deses mesmos materiais empregados como sumidoiro ambiental (p. ex.: formigóns con subprodutos procedentes de residuos da industria).
- Realizar procesos automatizados de procura do deseño que maximiza o nivel de sustentabilidade dun compoñente construtivo (p. ex.: un elemento estrutural) ou dun sub-sistema enerxético (p. ex.: un cambiador de calor).
- En materia de sustentabilidade na dirección de proxectos, apoiar ao promotor no establecemento de obxectivos cuantitativos de sustentabilidade, na concepción do proxecto sustentable de edificacións, na definición e implantación dos adecuados procesos de xestión para cumprir os devanditos obxectivos, e na certificación de sustentabilidade do seu edificio.

Planificación enerxética sustentable. Enerxías renovables

Empregando os métodos e técnicas de avaliación da sustentabilidade aludidos con anterioridade, pódense realizar comparativas entre distintos tipos de centros de produción de enerxía eléctrica, renovables e non renovables, ou entre sistemas de enxeñería a comparar, que empreguen diferentes tipos de enerxía.

Iso axuda a concibir unha adecuada planificación enerxética, ben na forma de estratexias enerxéticas empresariais, ou de políticas enerxéticas públicas. Tamén se pode apoiar a entidades públicas e privadas en estudos de viabilidade; avaliación do recurso; concepción, deseño e xestión de proxectos de parques eólicos e solares, e minicentrales hidroeléctricas.

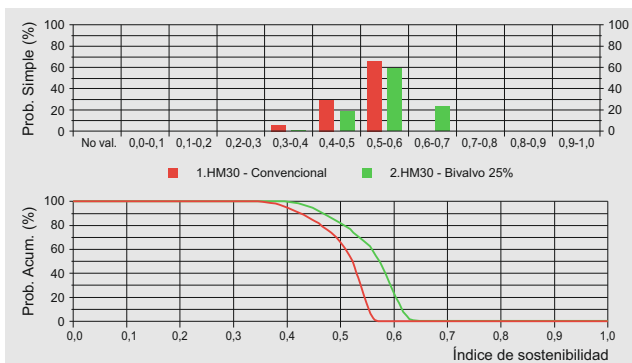


Aplicación informática de avaliación da sustentabilidade de estruturas de formigón, realizada para el Ministerio de Fomento (Gómez et al. 2011)

Avaliación sustentable para a toma de decisións

Tendo en conta os catro ámbitos da sustentabilidade, e empregando técnicas multicriterio avanzadas de apoio na toma de decisións, pódese axudar ao cliente, entre outros aspectos, a:

- Seleccionar provedores.
- Seleccionar alternativas en estudos de viabilidade técnico-económico-financieros.
- Priorizar proxectos de investimento (de mantemento de infraestruturas, de aumento da seguridade ante atracos en establecementos comerciais, ou de rehabilitación de patrimonio histórico, entre outras moitas).
- A estimación do nivel de risco de impactos da delincuencia (atraco en establecementos comerciais, entre outros), ou do risco intrínseco en infraestruturas existentes, e apoio na toma de decisións correctoras.
- Priorizar carteiras de proxectos empresariais.
- Priorizar proxectos de investigación, desenvolvemento e innovación, como axuda para o establecemento da estratexia de I+D+i dunha empresa.



Avaliación probabilista comparativa da sustentabilidade de formigóns convencionais e con substitución parcial de agregado por subprodutos de residuos industriais (Bordello et al. 2015; Proxecto Biovalvo)



Construción de parques eólicos pioneiros (Lara 1997; Paxareiras, Galicia)

Dirección de proxectos

En materia de dirección de proxectos, pódese apoiar ao promotor na xestión dos obxectivos de alcance, prazo, custo, calidade e sustentabilidade do proxecto. Tamén na xestión de contratación e compras, de oportunidades e riscos, de partes interesadas, e de integración (visión global da planificación e o control do proxecto).

Un problema no cal o grupo ten experiencia dilatada é a xestión da incerteza, a subxectividade, a vaguidade, as oportunidades e os riscos relacionados co cumprimento dos obxectivos dun proxecto ou programa, e as súas interrelacións co resto das funcións directivas do proxecto ou programa.

Neste sentido, o grupo pode apoiar a calquera organización para que empregue sistemas novos de redución da incerteza, a subxectividade e a vaguidade, e de avaliación e xestión das oportunidades e riscos en proxectos, en xeral, e en especial en proxectos de construción e enerxéticos, para os seus diferentes sub-procesos de xestión: planificación, identificación de oportunidades e riscos, análise cualitativa, análise cuantitativa, planificación da resposta a oportunidades e riscos, e seguimento e control.

Outra posibilidade é apoiar ao cliente na definición das súas estratexias de contratación (alcance contractual de cada participante, organización de devanditos participantes, tipos de prezo contractual, e formas de adjudicación), e na análise das súas interrelacións co resto de facetas da dirección dun proxecto, especialmente en materia de riscos.

Finalmente, pódese axudar ao cliente para crear sistemas de apoio na decisión para a dirección de proxectos, en xeral, e especialmente a efectos de prazo, custo, sustentabilidade, contratación, e oportunidades e riscos. Estes sistemas de apoio poden estar baseados en métodos multicriterio de axuda na toma de decisións, ou na lóxica difusa.

Coordinación: Alfredo del Caño Gochi
alfredo.cano@udc.es
<https://www.udc.es/gridp/>



Presentación

O Grupo de Visualización Avanzada e Cartografía centra as súas actividades no coñecemento, a investigación e a aplicación das tecnoloxías da representación gráfica no territorio, as infraestruturas e a construción, tanto dende a análise xeoespacial mediante Sistemas de Información Xeográfica (SIX), como da visualización da obra construída ou proxectada, o patrimonio histórico, paisaxístico e cultural, e das actividades humanas que nel acontezan.

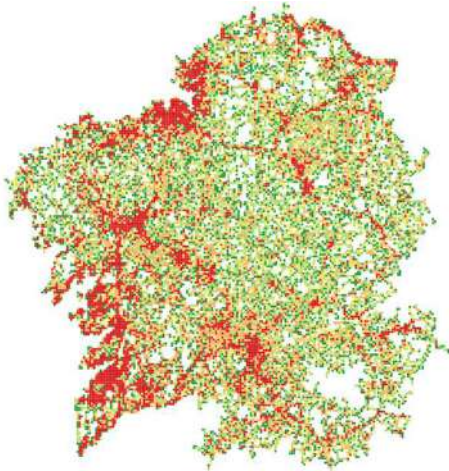
Os ámbitos tecnolóxicos empregados para este fin, a cartografía e os SIX por un lado, e a visualización 3D polo outro, articulan o grupo en dous laboratorios interrelacionados: o CartoLAB, no que se desenvolven os traballos máis orientados ao tratamento e análise da información xeográfica, e o VídeaLAB, onde se levan a cabo os proxectos máis orientados á visualización 3D na construción.

Áreas de investigación

- ANÁLISE XEOESPACIAL DE INFRAESTRUTURAS
- SISTEMAS CARTOGRÁFICOS DE PARTICIPACIÓN PÚBLICA
- VISUALIZACIÓN AVANZADA NA CONSTRUCIÓN
- RECREACIÓN DO PATRIMONIO E ARQUEOLOXÍA VIRTUAL

Análise xeoespacial de infraestruturas

Todos os elementos vinculados ás infraestruturas territoriais teñen unha compoñente espacial de gran relevancia para o seu funcionamento, e a xestión do seu mantemento. Dende o noso grupo elabóranse metodoloxías de análise e tratamento avanzado dos datos destas infraestruturas, especialmente das viarias, mediante aplicacións cartográficas para analizar a súa funcionalidade e permitir unha xestión máis eficiente, aproveitando diferentes fontes de información (LIDAR, imaxes de satélite, datos vectoriais, MDT, etc.).



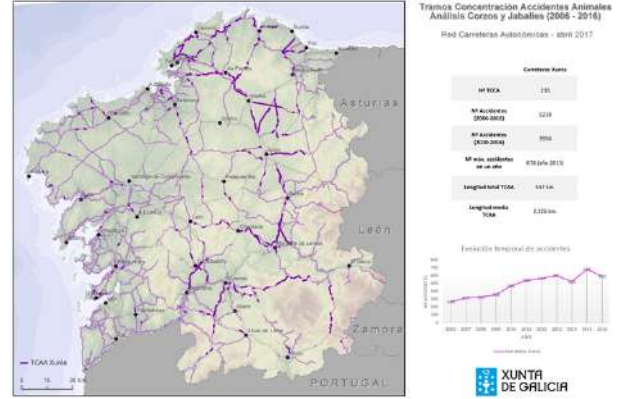
Análise de impactos das infraestruturas civís na Infraestrutura Verde de Galicia



Caracterización da calidade dos tramos do Camiño Francés



Visor de mapas para a xestión de noiros



Identificación de tramos de concentración de accidentes por atropelo de xabarís ou corzos

Sistemas cartográficos de participación pública

As novas tecnoloxías de información xeográfica permiten deseñar sistemas cartográficos onde os cidadáns poidan participar dun xeito directo e eficiente nas políticas públicas de xestión da súa cidade, rexión ou país. Para isto, dende o noso grupo desenvólvese un servizo web (<https://emagic.es>) para a elaboración de cuestionarios ou enquisas xeolocalizadas, e mapas de opinión e consulta, onde se facilita, a calquera interesado, a posibilidade de interactuar con este tipo de tecnoloxías.



Exemplo de funcionalidades de Emagic para a recompilación, análises e visualización de datos xeográficos mediante procesos participativos



Exemplo do emprego de Emagic para unha enquisa de mobilidade en Ferrol

Visualización avanzada na construción

Dende o detalle construtivo á gran infraestrutura, a visualización por computador aporta vantaxes en todas as fases da vida do obxecto construído, dende a toma de decisións nas fases preliminares de deseño ata a execución posterior da obra, a súa difusión pública e a xestión e mantemento posterior.

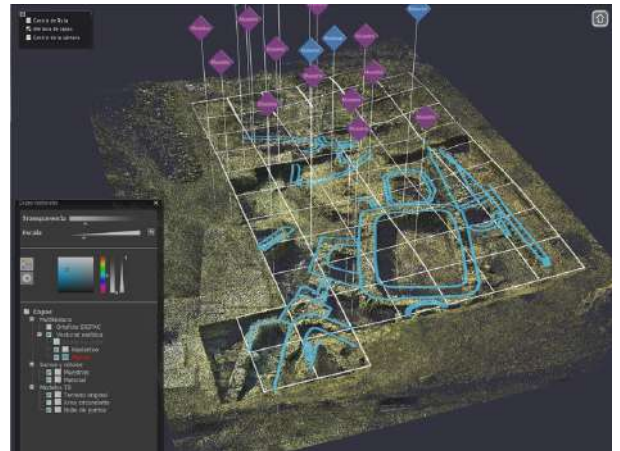
Deste xeito, os modelos visuais 3D do proxecto son de gran utilidade en estudos de impacto ambiental, elección de materiais, análise de iluminación, análise de alternativas, simulación de procesos, entre outros moitos, sen esquecer a importancia da difusión pública e a promoción.



Modelo 3D interactivo da Catedral de Santiago de Compostela



Simulación do desbordamento do arroio Albarregas (Mérida)



Sistema híbrido GIS con visualizador 3D para a xestión de escavacións arqueolóxicas. Castro de A Lanzada (Pontevedra)

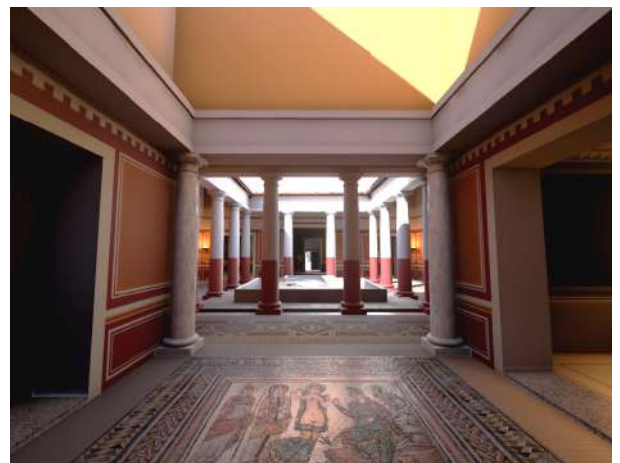


Estudo de alternativas para a autovía Tui – A Guarda

Recreación do Patrimonio e Arqueoloxía Virtual

O grupo de investigación conta con unha ampla experiencia na recreación de elementos patrimoniais, dende a elaboración de modelos tridimensionais realistas da posible aparencia dos obxectos xa desaparecidos ata o deseño e elaboración de sistemas e contornas para a investigación e difusión en instalacións museísticas, prestando especial atención ao modo de experimentación dos mesmos.

Nese sentido, cabe destacar a experiencia do grupo no deseño e implementación de solucións sobre dispositivos de interacción natural tales como os baseados en análises de imaxe e xestualidade e a incorporación de sistemas de visualización mediante realidade mixta, mundos virtuais, motores de videoxogo, etc.



Reconstrución e simulación en tempo real da Vila Romana do Alcaparral (Sevilla)



Estudo construtivo e recreación interactiva do Tholos de Delfos



Instalacións museísticas: Casa das Ciencias e Galicia Dixital

Coordinación: Luis Hernández Ibáñez
luis.hernandez@udc.es
<https://vac.udc.es>



Centro de Innovación Tecnolóxica en Edificación e Enxeñaría Civil. CITEEC

O CITEEC como elemento diferenciador

Situado no Campus de Elviña da Universidade da Coruña, o Centro de Innovación Tecnolóxica en Edificación e Enxeñaría Civil (CITEEC) é unha infraestrutura singular á vangarda internacional da tecnoloxía e a experimentación en enxeñaría civil e edificación, e pon a disposición da Agrupación as súas instalacións e equipamentos, capaces de abordar ensaios de grande envergadura ao nivel dos centros máis avanzados da Unión Europea.



Laboratorio de Hidráulica



Laboratorio de Portos e Costas



Túneles de Vento para ensaios Aeroelásticos e Capa Límite



Laboratorio de Métodos Numéricos



Laboratorio de Construción



Laboratorio de Enxeñaría Sanitaria e Ambiental



Laboratorio de Estradas e Xeotecnia



Laboratorio de Enxeñaría Ferroviaria e Transportes



Laboratorio de Mecánica de Rochas

ENXEÑERÍA CIVIL E EDIFICACIÓN SUSTENTABLES E INNOVADORAS

www.agrupacionciteec.udc.es



Agrupación estratégica

Centro de Innovación Tecnológica
en Edificación e Enxeñería Civil

Dirección

Campus de Elviña, s/n
15071 A Coruña



Contacto

T: 881 015 178 - 881 015 179
E: agrupacion.citeec@udc.es

| F: 981 167 179

