

MULLERES
CON CIENCIA



ELENA VÁZQUEZ CENDÓN

PREMIO
MARÍA WONENBURGER
2022



XORNADA DE BENVIDA

para docentes de nova incorporación



Colexio Sueiro de Ourense (1970-1980)

IES As Lagoas de Ourense (1980-84)

Grupo de Investigación en Enxeñaría Matemática

Departamento de Matemática Aplicada

Facultade de Matemáticas USC

CITMAGA

Unidade de Muller e Ciencia de Galicia

Consello da Cultura Galega

A Ciencia é Feminino

Fundación Gadea Ciencia



Érase unha vez...

... a conta de aprender

Elena Vázquez Cendón

Setembro 2024







A Maior Flor do Mundo | José Saramago

E se as histórias para crianças passassem a ser de leitura obrigatória para os adultos?

Seriam eles capazes de aprender realmente o que há tanto tempo têm andado a ensinar?

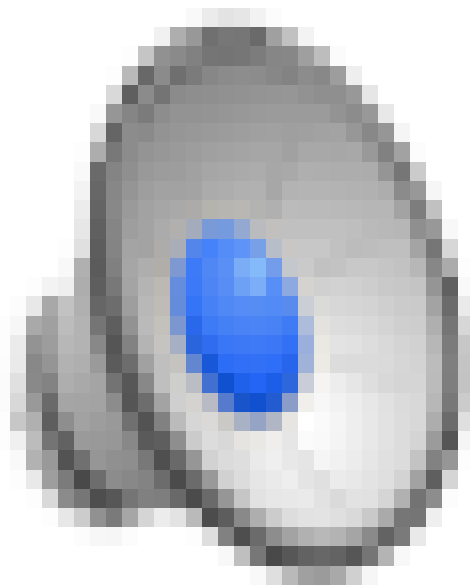
<https://www.youtube.com/watch?v=YUJ7cDSuS1U>

POR
CATRO
ESQUINIÑAS
DE NADA

Jérôme Ruillier

JUVENTUD





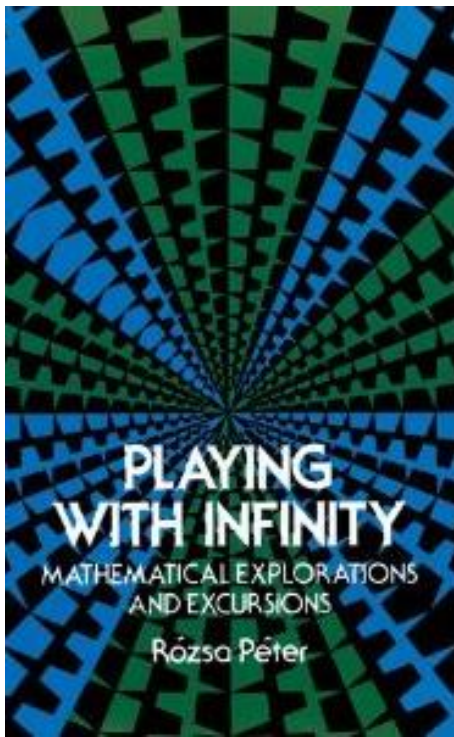


Peter Lax (Hungría 1926) USC, 2007

Asegura que todo matemático tuvo a alguien que le inspiró. ¿A quién tuvo usted?

*“Una mujer, su nombre era **Rózsa Peter**; escribió el mejor libro popular de matemáticas, Jugando con el infinito. Ella fue mi inspiradora.”*

(Entrevista de **Elisa Álvarez** a **Peter Lax** La Voz de Galicia, 2007)



...no se trata de servir una píldora amarga en un plato dulce (ya que para la mayoría de la gente las matemáticas son un recuerdo amargo)...

...voy a escribir sin fórmulas matemáticas. Quiero transmitir la sensación de las matemáticas...



Rózsa Péter (Hungría, 1905-1977)



Traducción ao galego por Felipe Gago, CCG, 2023

LIÑA DO TEMPO

Pincha nos nomes para acceder ao seu texto.



José Rodríguez González
1770



José Alonso López y Nabal
1786



José Varela de Montes
1796



Casiano de Prado y Vallo
1797



Guillermo Schulz
1805



Antonio Casares Rodríguez
1812



Víctor López Seoane
1832



Ramón Varela de la Iglesia



Baltasar Merino Román
1845

1776
Gabriel Fernández Taboada



1788
Domingo Fontán Rodríguez



1802
José González Olivares

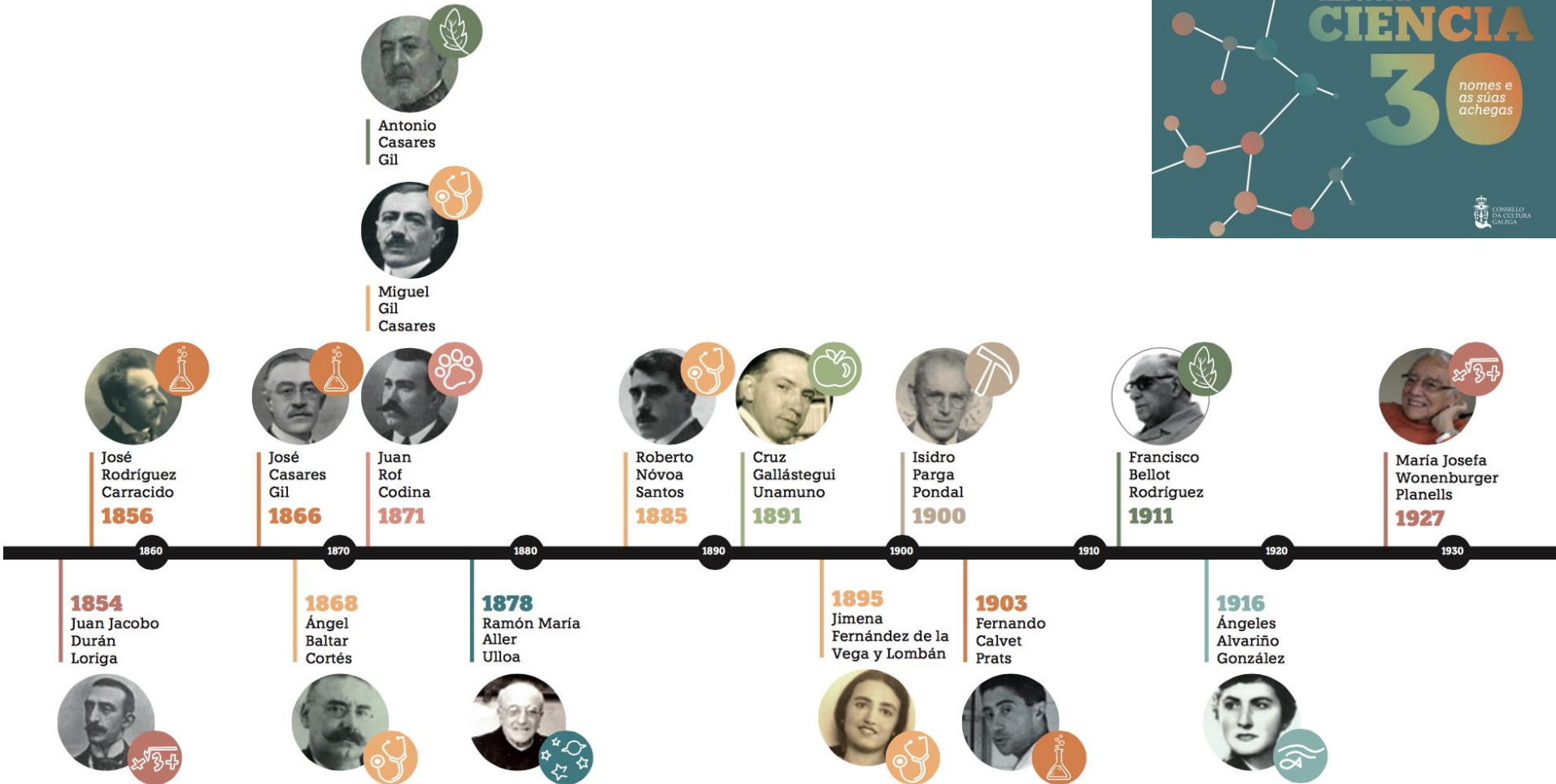


1819
Antonio Valenzuela Ozores



1798
Ramón Dionisio de la Sagra y Peris

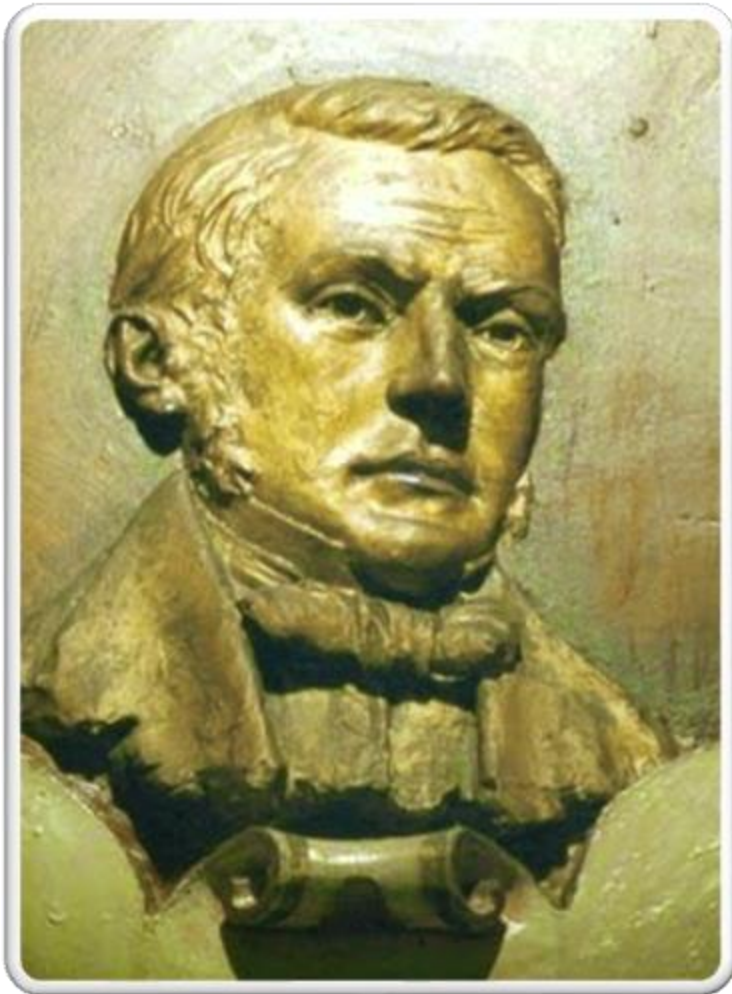






Catedráticos de Matemáticas Sublimes

José Rodríguez (1770-1824),
o matemático do Bermés



Domingo Fontán (1788-1866),
o home que puxo a Galicia
no mapa (patria del autor)



José Rodríguez (1770-1824)



Domingo Fontán Rodríguez: Un pioneiro da Matemática Industrial e da Industria 4.0

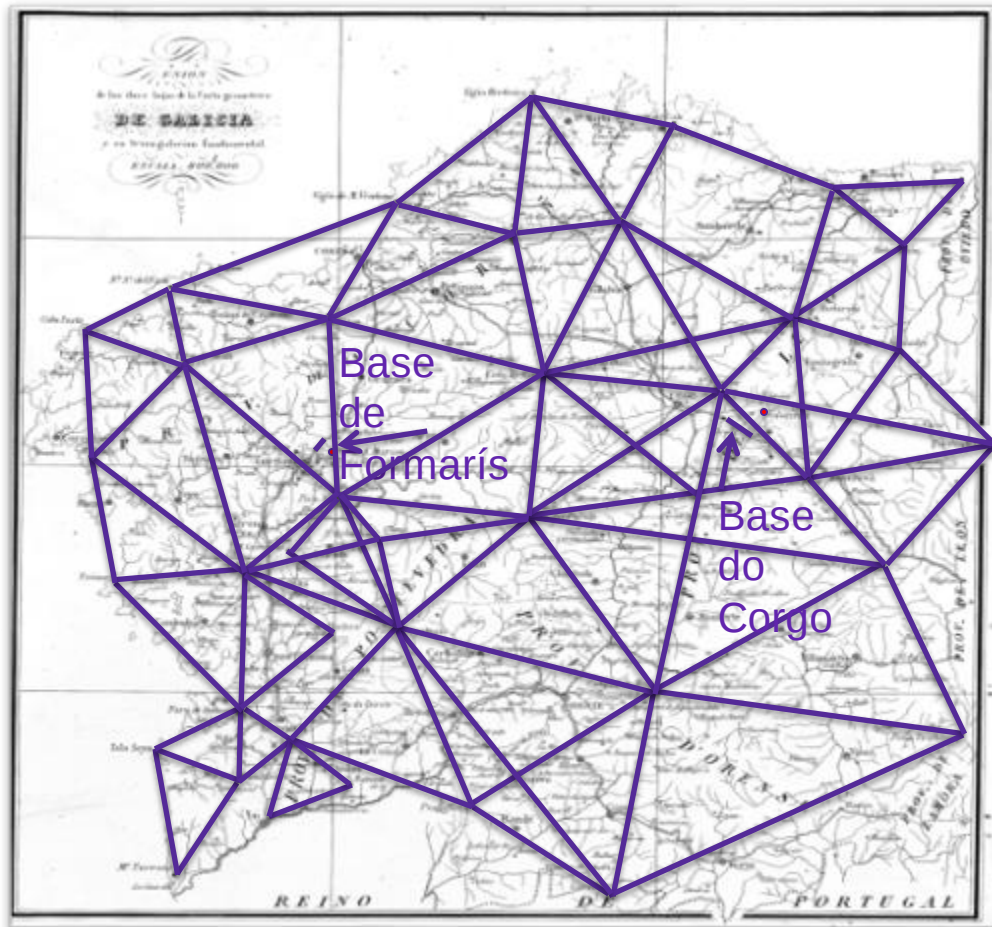


Nos cursos 1812-1813 e 1813-1814 asistiu ás clases da Cátedra de Matemáticas de **José Rodríguez González**

*“A tan digno profesor debió no solo el **entusiasmo** con que prefirió a toda otra ocupación, la de cultivar más y más el estudio de las ciencias naturales y exactas, sino que el mismo lo inspiró el pensamiento de emprender la triangulación de Galicia y el levantamiento de su Carta Geométrica y a este fin le adquirió en París los mejores instrumentos para llevar a cabo tan útil proyecto”.*

<http://galiciana.bibliotecadegalicia.xunta.es/es/consulta/registro.cmd?id=6757>

Victor Mejuto



Dom. Fontana



Antía Vilariño 1º ESO
IES Monte Carrasco 2019



Día da Ciencia en Galicia 2018



- Contactamos con **Luis Carlos Arboleda** que nos conduce a una serie de fórmulas barométricas, substituídas posteriormente por la fórmula de Laplace, empleadas en las mediciones barométricas de **Humboldt** y **Caldas** en Nueva Granada.
- La **fórmula de Laplace** que permite calcular el desnivel entre dos estaciones en función de las lecturas barométricas, de las lecturas de los termómetros y de la latitud es:

$$H_A^B = 18405 (1 + 0,0026 \cos 2\varphi) \left[1 + \frac{2(t_A + t_B)}{1000} \right] \log \left(\frac{B_A}{B_B} \right).$$

Horas mostraxe en Noia

Temperaturas en Noia

Horas mostraxe na estación de interese

Temperaturas en Montouto

Presión en mmHg

Muova de Montouto entre Cedeira y Quirós

Noia	Bar	7^{h}	4^{h}
9 $^{\text{h}}$	7669	15 $^{\circ}$	
12	7685	16,5	
3	7671	17,5	
	<u>7665</u>	<u>17</u>	
	35		

Montouto	7^{h}		
9 $^{\text{h}}$	70335	21,5	17,5
9 $^{\text{h}}$	70335	21	16,25
11	70335	20,5	18,1
11 $^{\text{h}}$	<u>70335</u>	<u>19,5</u>	<u>19,3</u>
	70335	20,8	17,5

Medias

Factor corrección

Presión Noia corrixida

Presión estación

Diferenza temperaturas

$$\begin{array}{r} \text{Por } 7600 - (2147) \\ \text{Por } 70335 - 5530,2 \\ \text{Por } - 3,6 + 5,3 \\ \hline \text{Alt. a approx... } 729,8 \\ 0,7298 \times 2 (17+17,5) 50,96 \\ \text{Lat. } 2' 54'' \\ \hline \text{Altura sobrealma } 782,7 \end{array}$$

Nota. El día estubo hermosísimo y apropiado para establecer la relación. Fue el 23 Mayo 1879. El cable inmediato al Montouto y al Oeste de él aun con mas alto.



Altitude Fontán (m)	Altitude <i>MTN</i>	Erro Absoluto	Erro Relativo
1237,47	1225	12,47	0,0102

Cadro: Erros na altitude calculada por Fontán no *Penagache* co valor da altura no *MTN*.

Aproximación Altura Penagache	Altitude MTN	Erro absoluto	Erro relativo
1233,829984	1225	8,8300	0,0072

Cadro: Altitude dada pola fórmula de Laplace simplificada e erros cometidos.

Aproximación Altura Penagache	Altitude MTN	Erro absoluto	Erro relativo
1234,035094	1225	9,4631	0,0077

Cadro: Altitude dada pola fórmula de Laplace orixinal e erros cometidos.

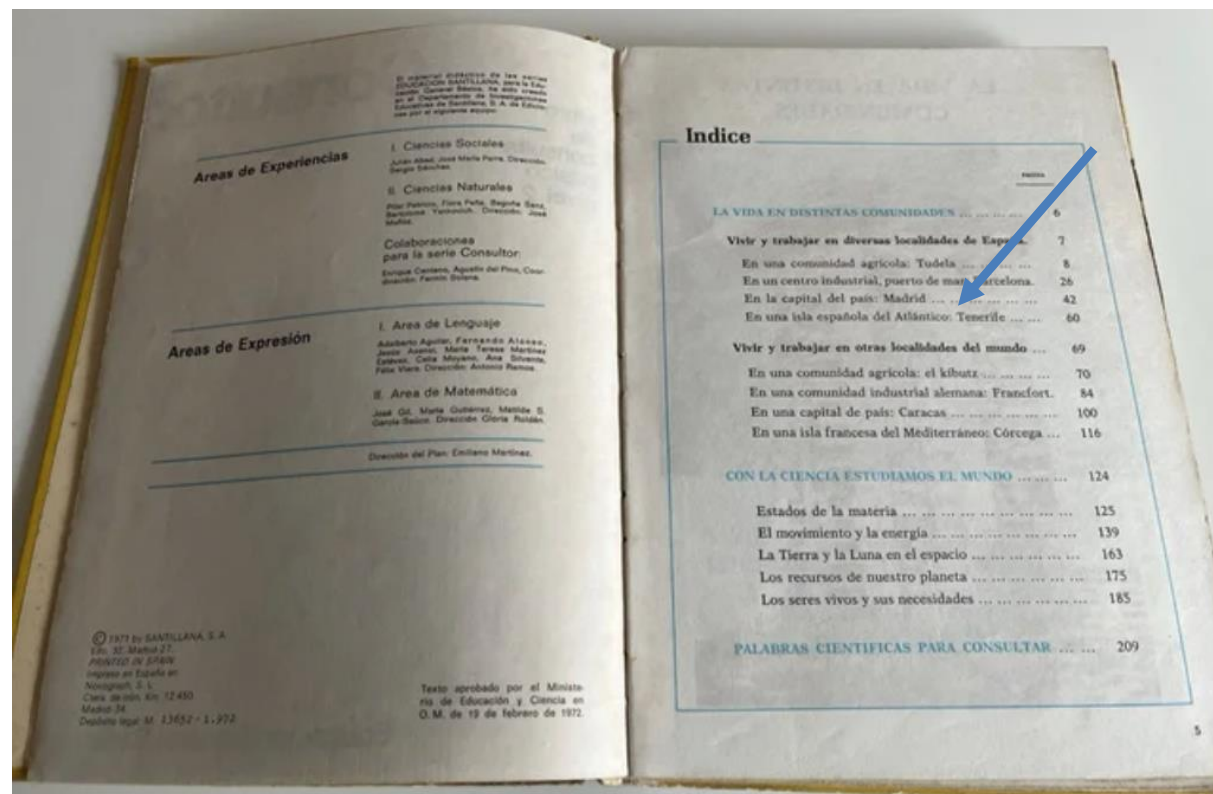


Mapa Topográfico Nacional (MTN)



Centenario da Dinámica de Fluidos Computacional

En 1917 **Richardson** fixo o primeiro intento reportado para **pronosticar o tempo** de resolvendo unhas **ecuacións numericamente**, a man!

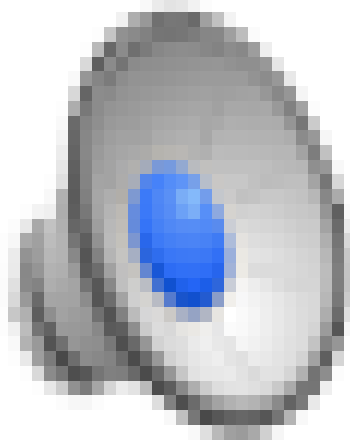


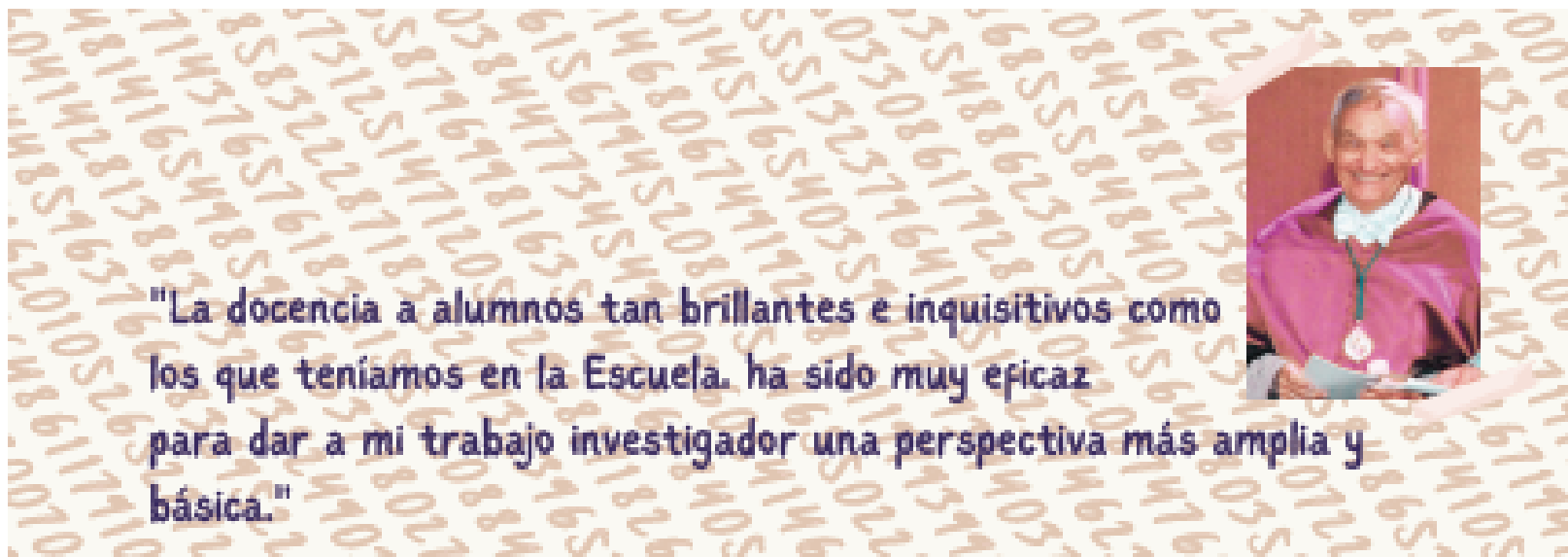
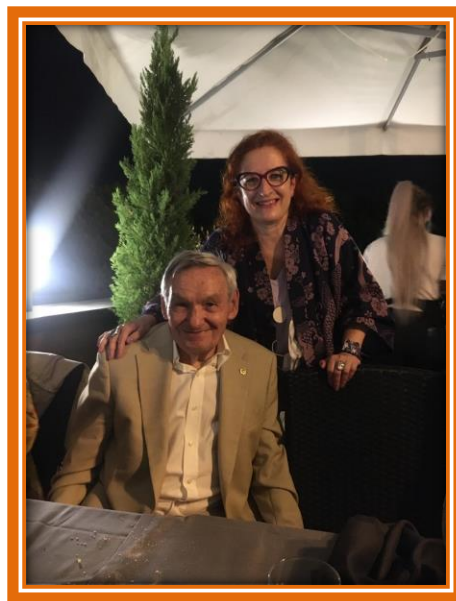
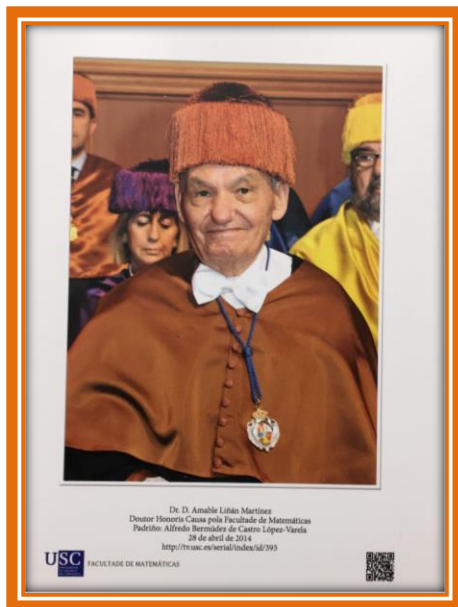
Dinámica de Fluidos Computacional



Disney's Frozen A Material Point Method For Snow Simulation

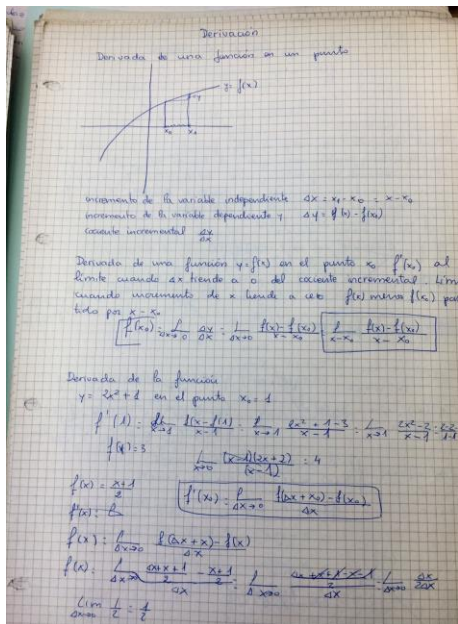
<https://www.youtube.com/watch?v=O0kyDKu8K-k>







O STEM-BAC o inicio do camiño das vocacións científicas...



Apuntes Lourdes, Curso 1983-1984



Conocimientos científicos



A continuación le voy a presentar varias parejas de afirmaciones. Por favor, dígame cuál de ellas es correcta. Intente responder desde sus conocimientos.

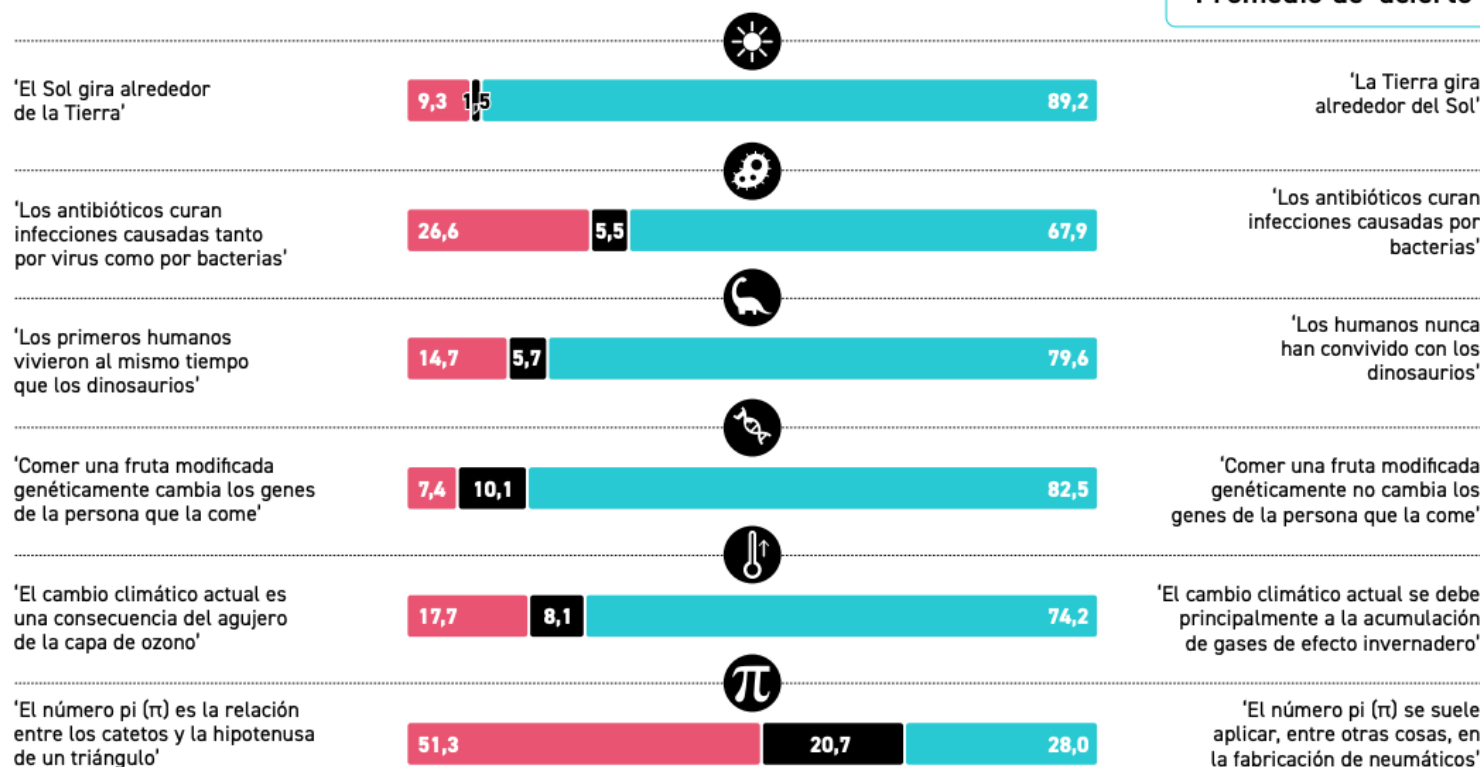
Cifras en porcentaje sobre el total.

LEYENDA:

INCORRECTA CORRECTA NS/NC

70,2%

Promedio de 'acierto'



RETEMA

REVISTA TÉCNICA DE MEDIO AMBIENTE

35
AÑOS DE
TRAJECTORIA
1987-2022

Nº 236 | ENERO/FEBRERO 2022 | AGUA

REPORTAJE

**MODELIZACIÓN, IA, BIG DATA Y
GEMELOS DIGITALES PARA LOS RETOS
DE LA GESTIÓN DEL AGUA | P.50**

OPINIÓN
Horizonte 2022

REPORTAJE
Mejora del proceso de
depuración de la EDAR
de Os Placeres

ENTREVISTA
José Antonio Lirio,
Canal de Isabel II

REPORTAJE
España avanza
en la carrera de la
digitalización del agua

ENTREVISTA
Francisco Rey,
Vega

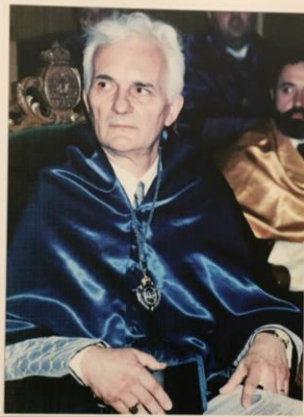
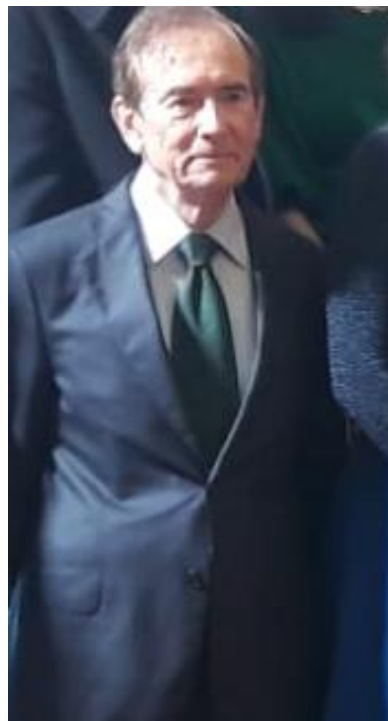
REPORTAJE

MODELIZACIÓN, INTELIGENCIA ARTIFICIAL, 'BIG DATA' Y
GEMELOS DIGITALES PARA LOS RETOS DE LA GESTIÓN DEL AGUA

Por el grifo sale agua gracias a las matemáticas

PATRICIA RUIZ GUEVARA

LOS MODELOS MATEMÁTICOS Y LAS SIMULACIONES BASADAS EN DATOS FORTALECEN LAS
DECISIONES TOMADAS EN LA LOGÍSTICA DEL CICLO DEL AGUA: DESDE LAS INFRAESTRUCTURAS Y SU
MANTENIMIENTO, A LA DEPURACIÓN Y POTABILIZACIÓN, O EL ABASTECIMIENTO ANTE SITUACIONES



Dr. D. Jacques Louis Lions
Doutor Honoris Causa pela Faculdade de Matemáticas
Padrão: Alfredo Bermúdez de Castro López-Varela
23 de maio de 1989
<http://www.cma.azh.es/serali/index/id/333>

Un maletín de herramientas matemáticas

Son muchas las ramas de las matemáticas que se aplican en la gestión del agua: geometría, probabilidad y estadística, análisis matemático y numérico, topología, matemática computacional y optimización, entre otras.

Alfredo Bermúdez de Castro, profesor emérito de Matemática Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela, es una figura clave en la aplicación de las matemáticas a la industria y pionero en crear puentes entre ambas. El matemático, desde su vasta experiencia, enumera cuáles son las herramientas más utilizadas para la gestión del agua y da sendos ejemplos.

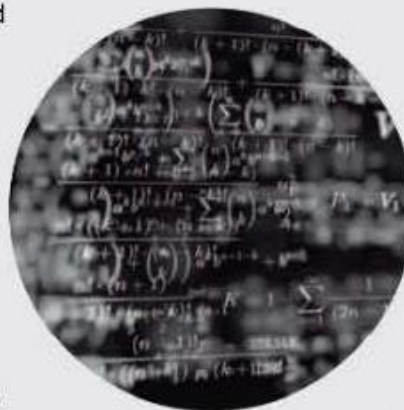
Lo primero que hay es **modelización matemática**: el agua es un fluido que se está moviendo y que vive una serie de procesos fisicoquímicos que también se pueden modelar matemáticamente; por ejemplo, si hay una inyección de oxígeno o agua contaminada.

Para estos modelos, lo clásico y lo básico es usar **ecuaciones diferenciales o ecuaciones en derivadas parciales**, que son las que pueden representar los fenómenos como reacciones químicas o degradación de la materia orgánica dentro del agua. Todo eso obedece a ciertas ecuaciones donde se tiene en cuenta la cinética de los procesos.

Este tipo de modelos se denominan genéricamente modelos mecánicos. También existen otros basados en datos. Con ellos, creas una especie de cajas negras, donde metes unos parámetros de entrada y la caja negra te da un resultado. Es el caso de los modelos de aprendizaje automático (*machine learning*).

Ejemplos de estos parámetros serían la pluviosidad de los últimos días o la carga de contaminación que tiene un agua al entrar en una estación de depuración. Con esa serie de datos, la herramienta te da una simulación del proceso y unos resultados prácticos: si vas a verter el agua a un río, ¿cuándo se puede parar su limpieza porque no necesitas que el agua sea potable, sino que tenga poca contaminante? Te interesa optimizar para más y ser energéticamente sostenible.

Aquí aparecen los **problemas de optimización**, que consisten en encontrar la mejor solución a partir de todas las soluciones factibles. En este caso, tengo un problema de optimización donde quiero reducir el coste energético sometido a la restricción de calidad a la salida. Es un problema típico de optimización con restricciones".





//

Reutilizar métodos numéricos que habíamos desarrollado para el agua en otros temas, como el gas, confiere a las matemáticas una dimensión de sostenibilidad.

Elena Vázquez,
profesora titular del departamento de Matemática Aplicada
de la Universidad de Santiago de Compostela.

52

RETEMA

ENERO/FEBRERO 2022



//

El sector del agua tenía que ponerse las pilas, estaba perdiendo mucha información valiosa. Tenía datos y modelos, pero no se estaban implementando.

Gema Martín,
directora de I+D+i de
Aganova,
matemática y
doctora en
Informática.



//

No planificamos ninguna obra de abastecimiento si no tenemos en cuenta el modelo matemático.

Antonio Lastra,
coordinador de
innovación en red
de la Subdirección de
I+D+i de
Canal de Isabel II.

ENERO/FEBRERO 2022

RETEMA

53



//

Los modelos matemáticos y la inteligencia artificial permiten predecir situaciones de crisis y actuar de forma preventiva para evitarlas.

Frank Zamora,
CIO - director de
tecnología de la división
Agua del Acciona.

Érase unha vez...





O contacto:

A COTOP (Consellería de Ordenación do Territorio e Obras Públicas) da Xunta de Galicia. 1986

Alfredo Bermúdez de Castro (Depto. Matemática Aplicada-USC)



O problema:

A localización de emisarios submarinos na costa galega



O punto de vista matemático do problema:

- Obter os campos de velocidades e os calados da auga
- Aplicar un modelo matemático para calcular a dispersión de contaminantes
- Formular e resolver problemas de control óptimo

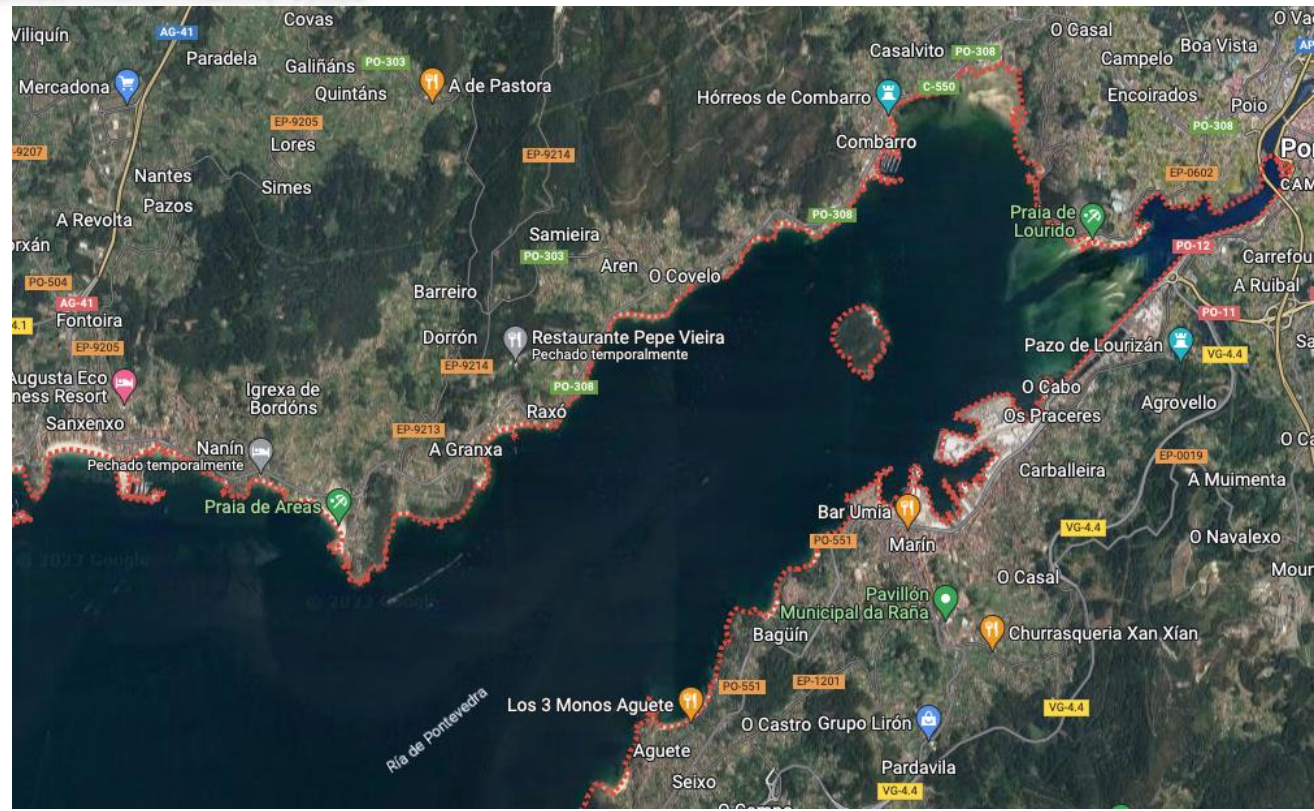


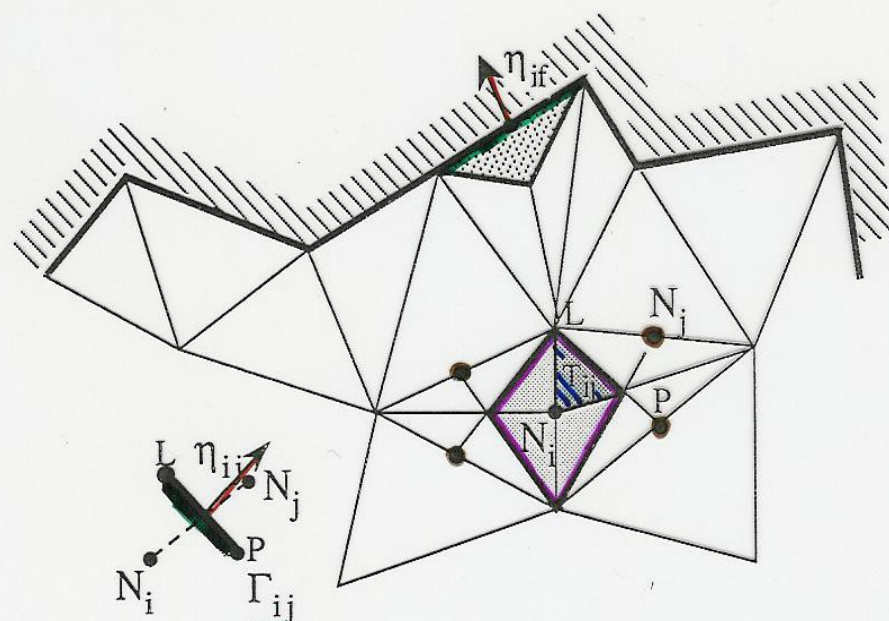
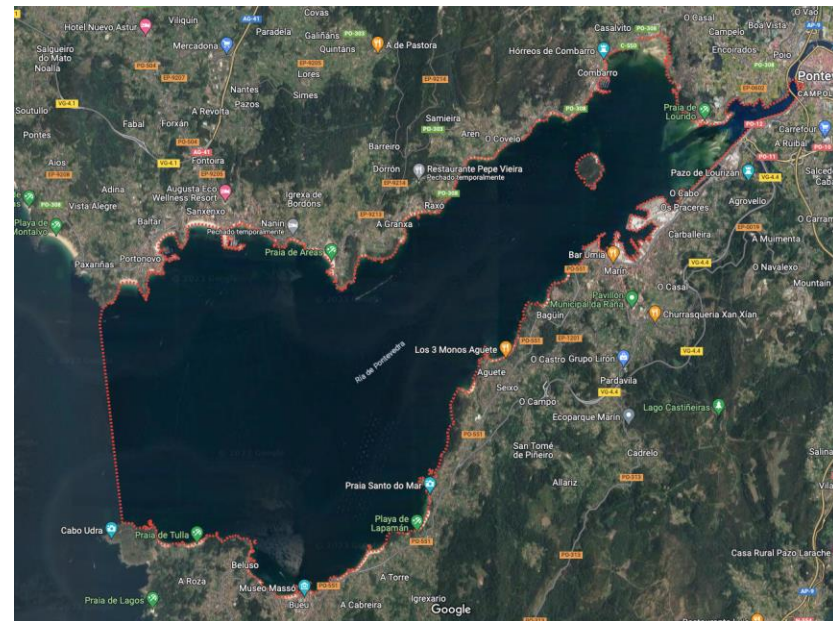
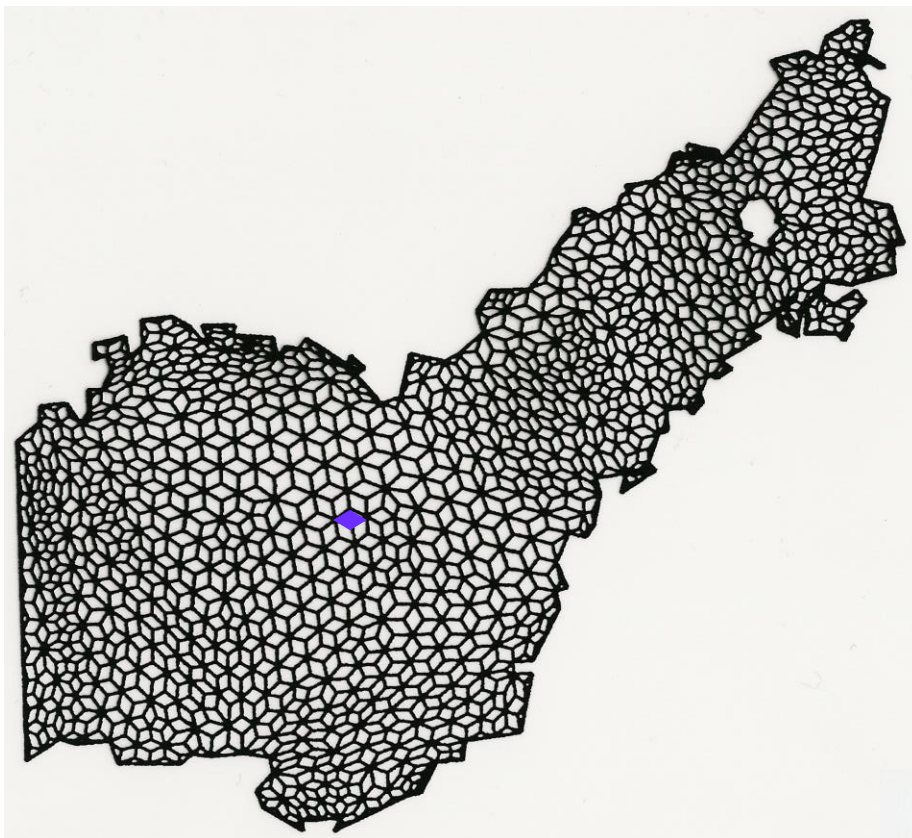
A estratexia para desenvolver o produto e acadar a transferencia:

A non existencia no ano 1986 de paquetes comerciais acreditados para resolver este tipo de problemas foi a motivación para desenvolver códigos propios:

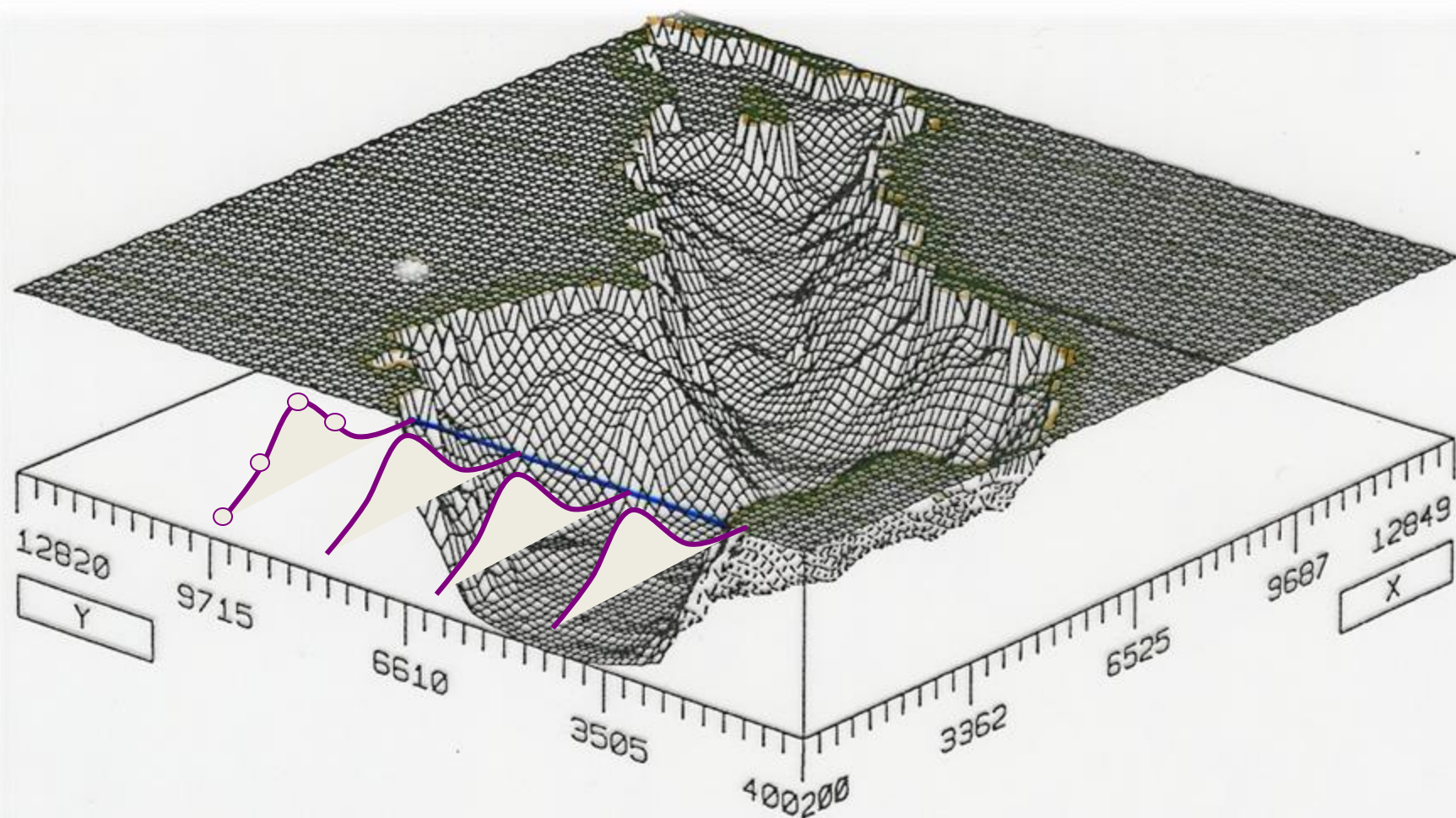
- Código **TURBILLON UDC-USC**
- Aula **IBER** <http://www.iberaula.es>



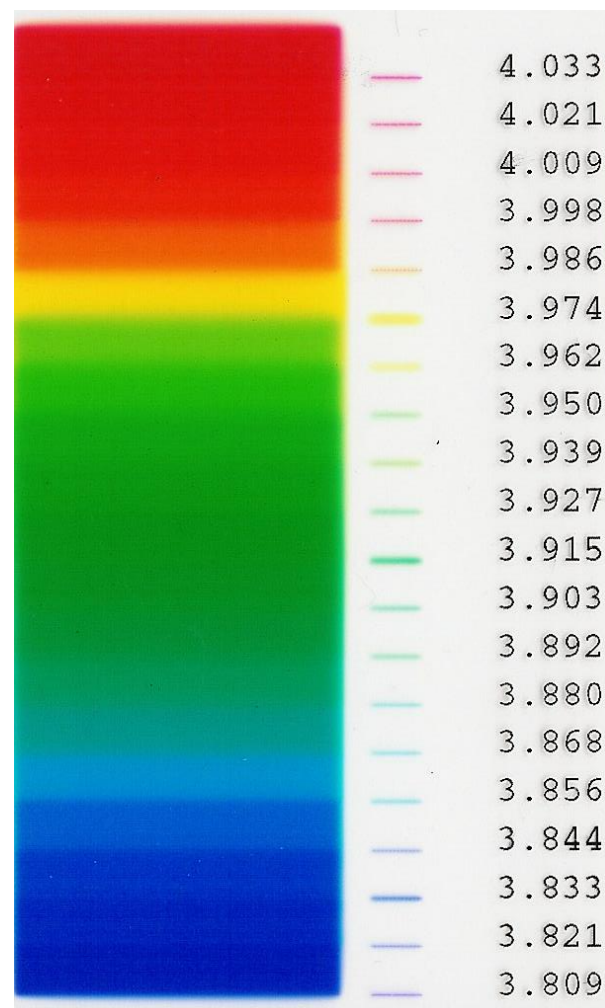
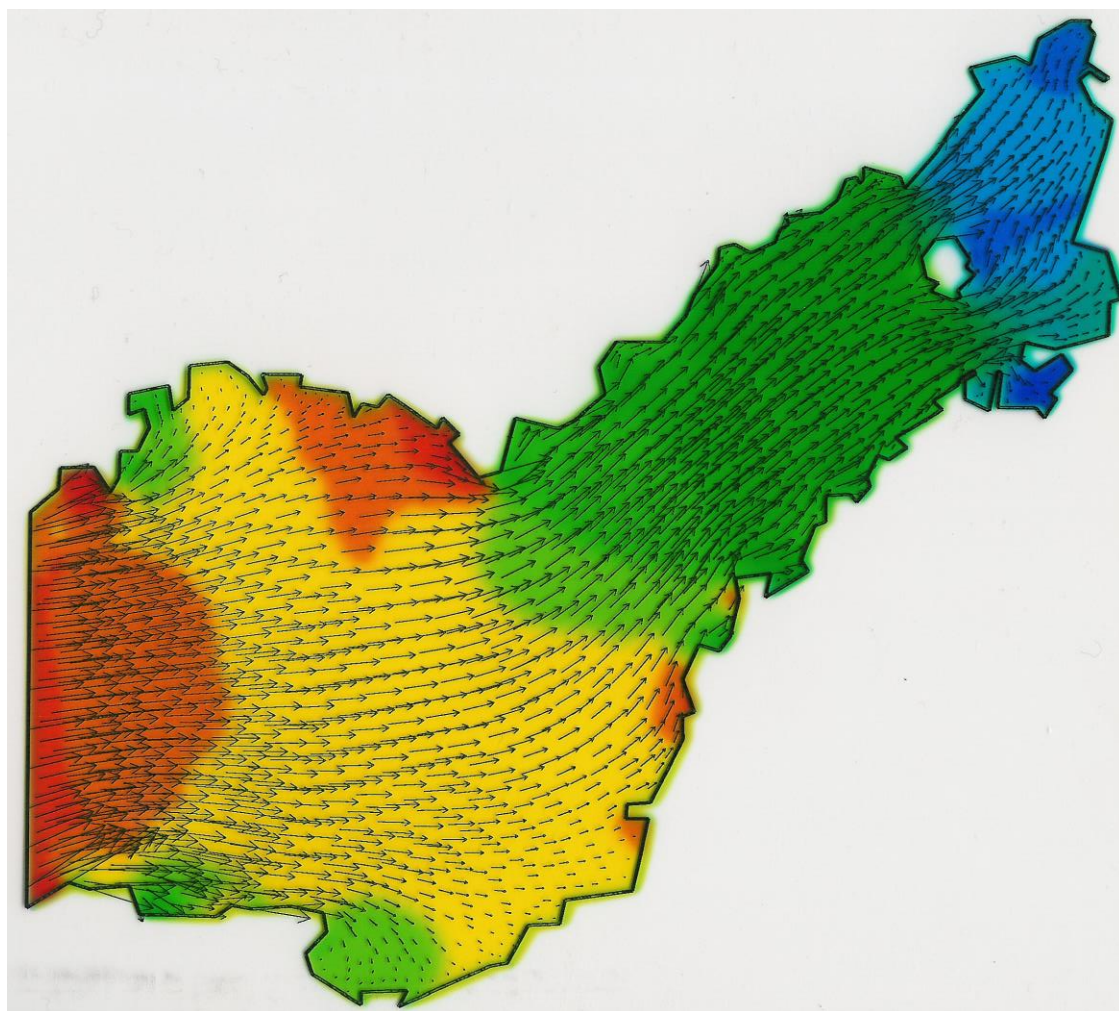




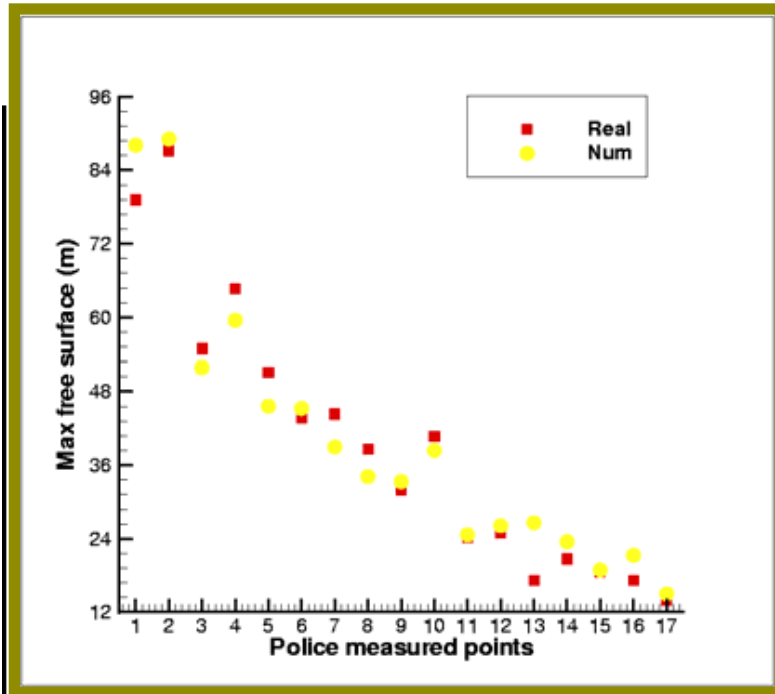
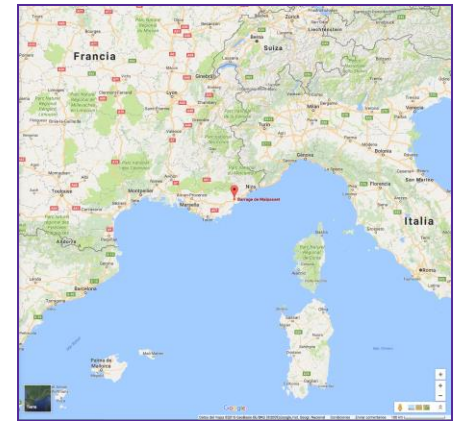
Ría de Pontevedra



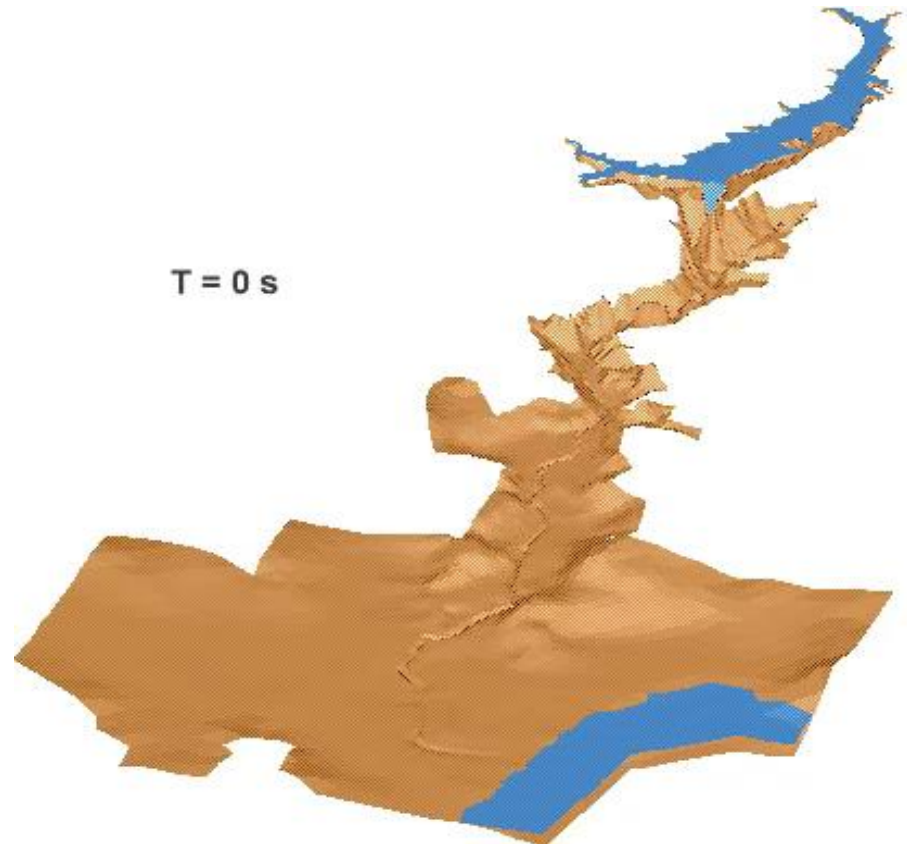
Media marea entrante ría de Pontevedra



Simulación da rotura de la presa en Malpasset



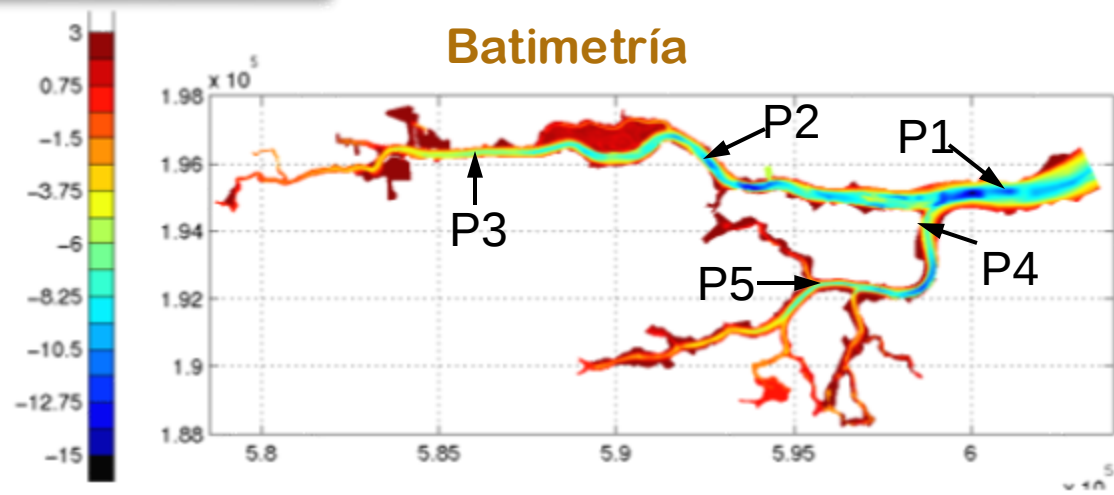
$T = 0 \text{ s}$



Crouch-Roach estuarine system (ESSES, U.K.)



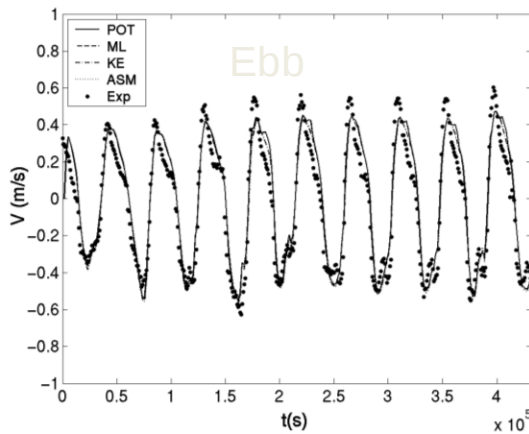
Crouch-Roach estuary



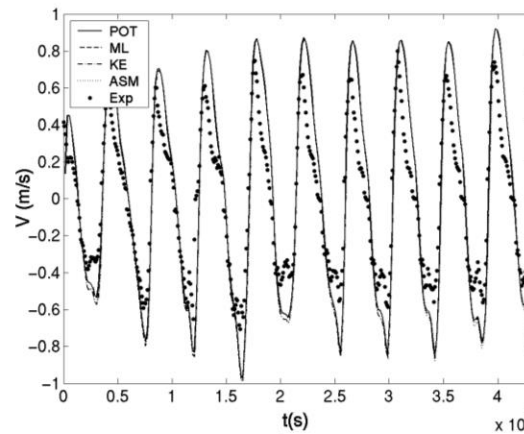
Resultados Numéricos

Velocidade numérica-experimental

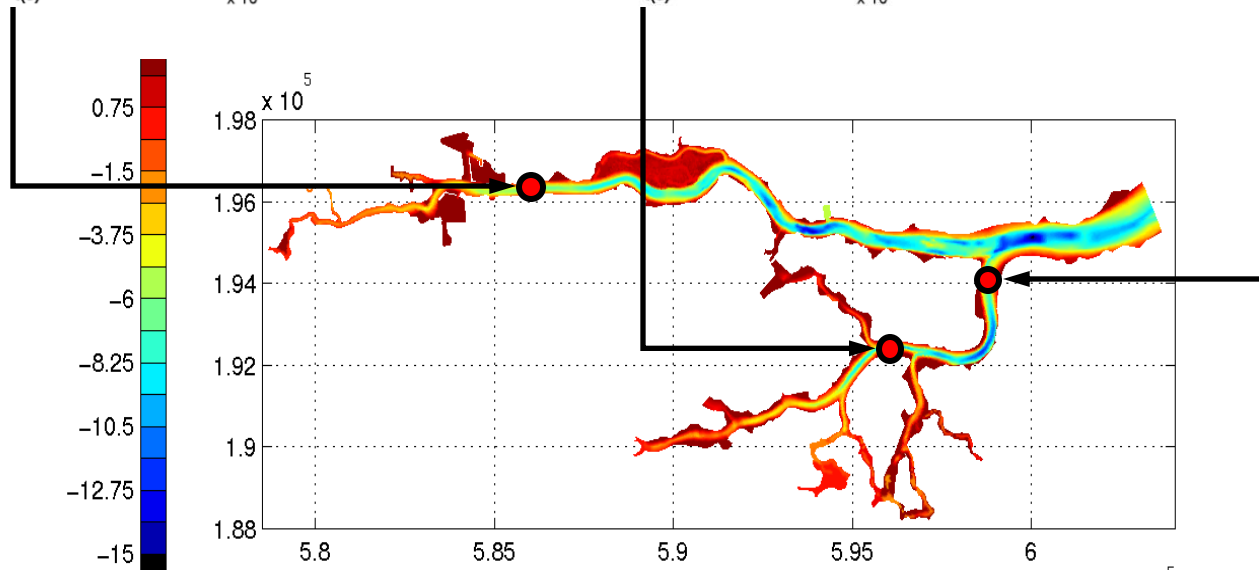
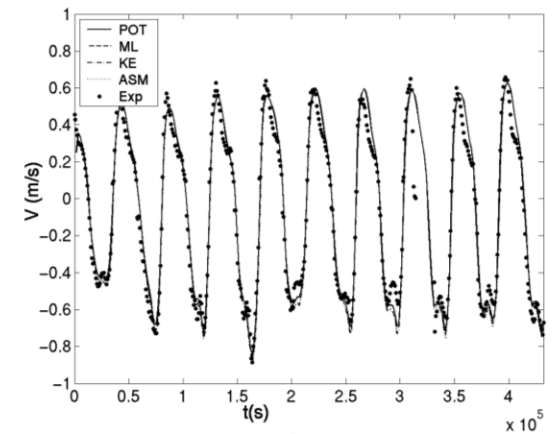
Fambridge



Paglesham



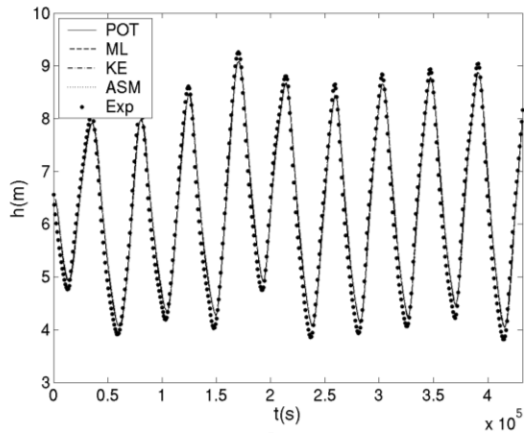
Wallasea



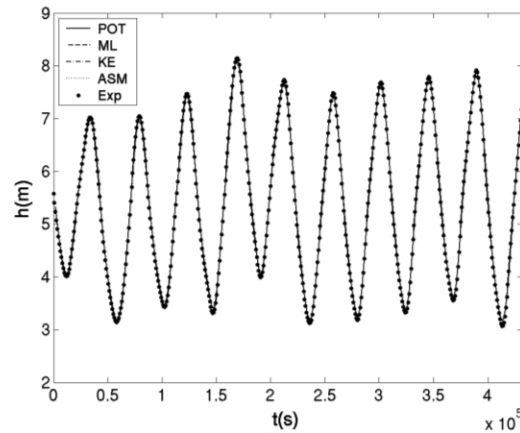
Resultados Numéricos

Altura da auga numérica-experimental

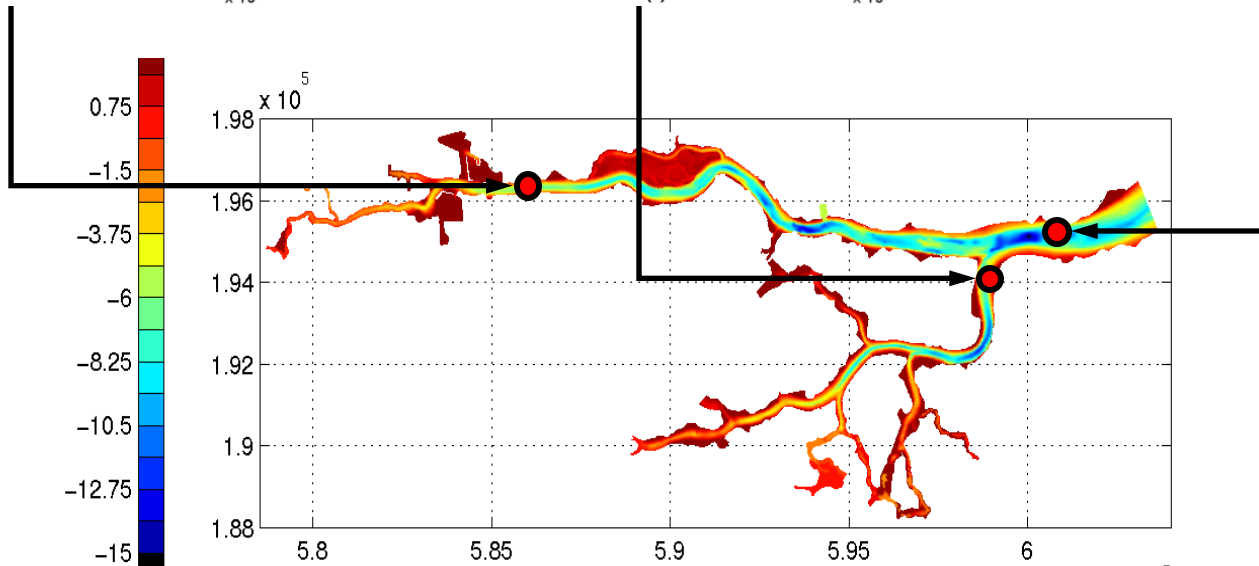
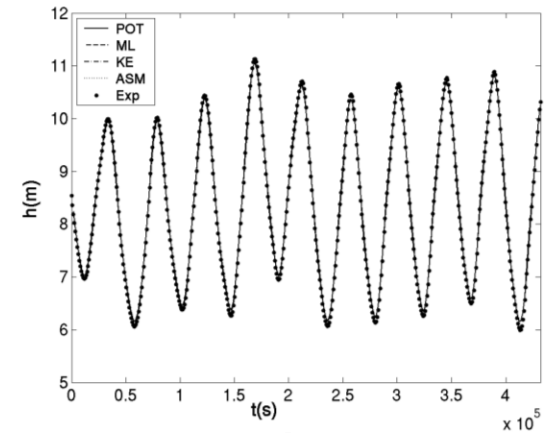
Fambridge



Wallasea



Holliwell



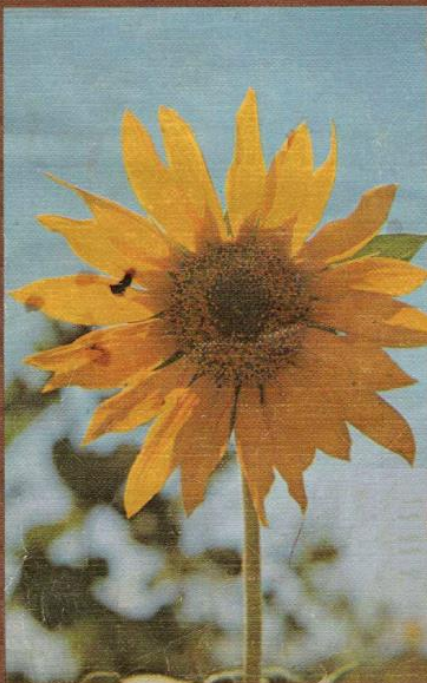
As matemáticas da auga: transferencia



- Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente, GEAMA (Jerónimo Puertas, Luis Cea) (Universidade da Coruña, UDC)
- Grupo de Ingeniería Matemática (Elena Vázquez Cendón) (Universidade de Santiago de Compostela, USC)
- Instituto FLUMEN (Universitat Politècnica de Catalunya, UPC)
- Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, CIMNE
- Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX

Senda Libro de lectura

1



an_b
aw
w
a
k
w
a
k
w

EGB Santillana

Los peces van a la escuela

Hay un colegio
en el fondo del mar,
y allí los «bonitos»
bajan a estudiar.

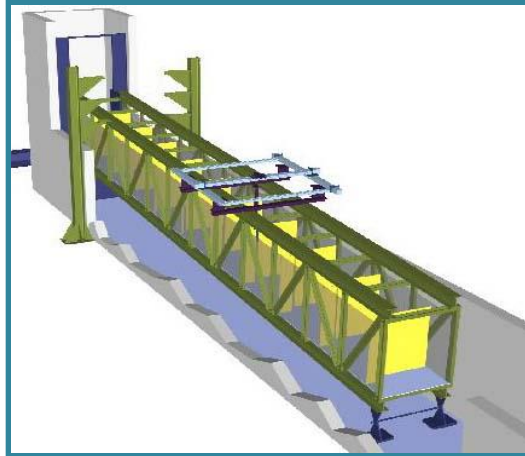
Y el que más escribe
es el calamar,
y el que menos sabe,
no sabe la «a».

GLORIA FUERTES

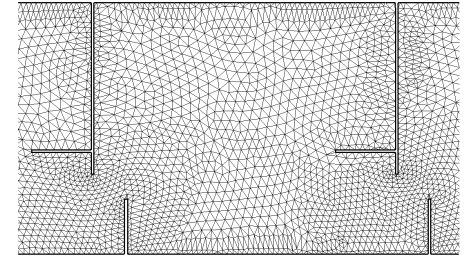
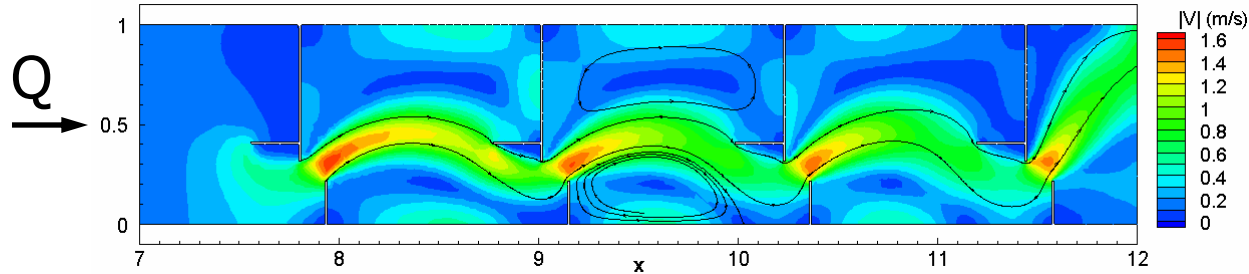




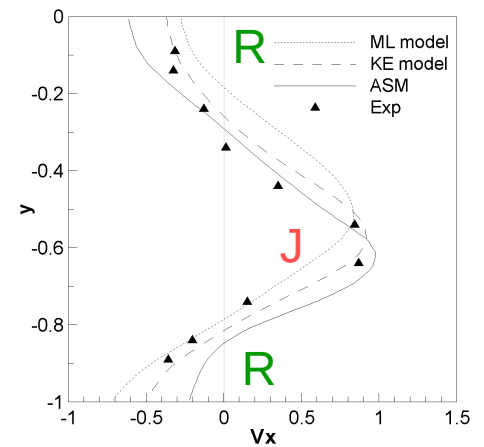
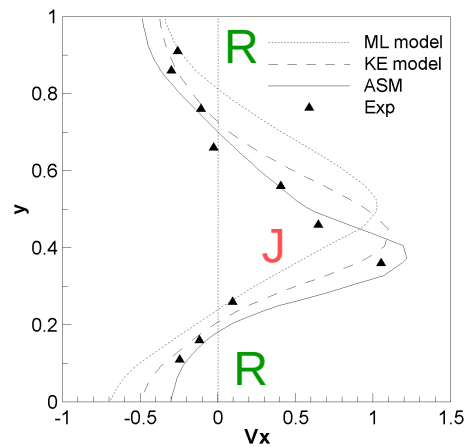
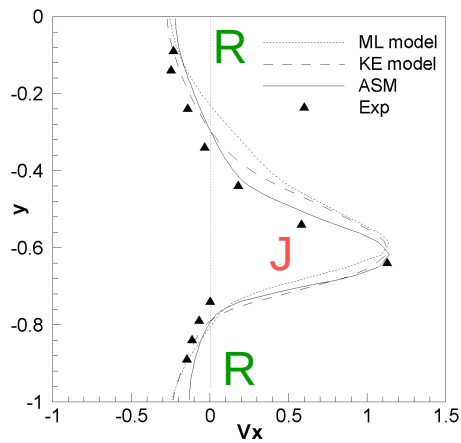
Escalas de peces



Diseño T1. 15943 volúmenes finitos



Velocidade longitudinal promediada en profundidade

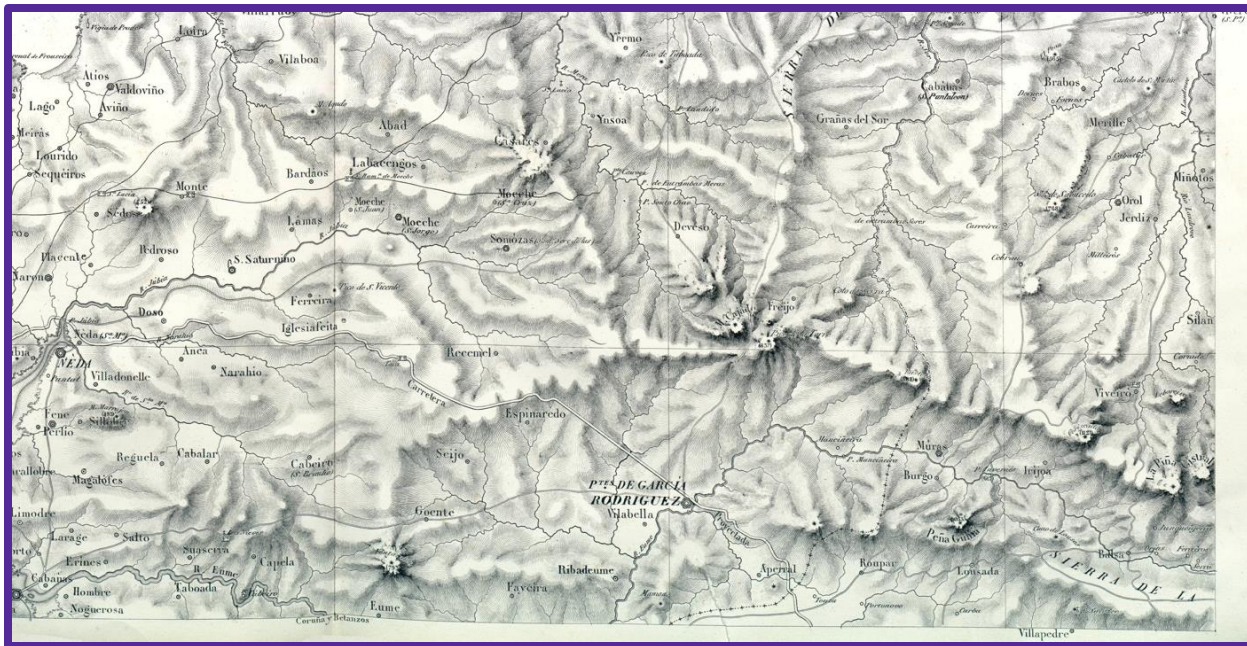


Noviembre 2006



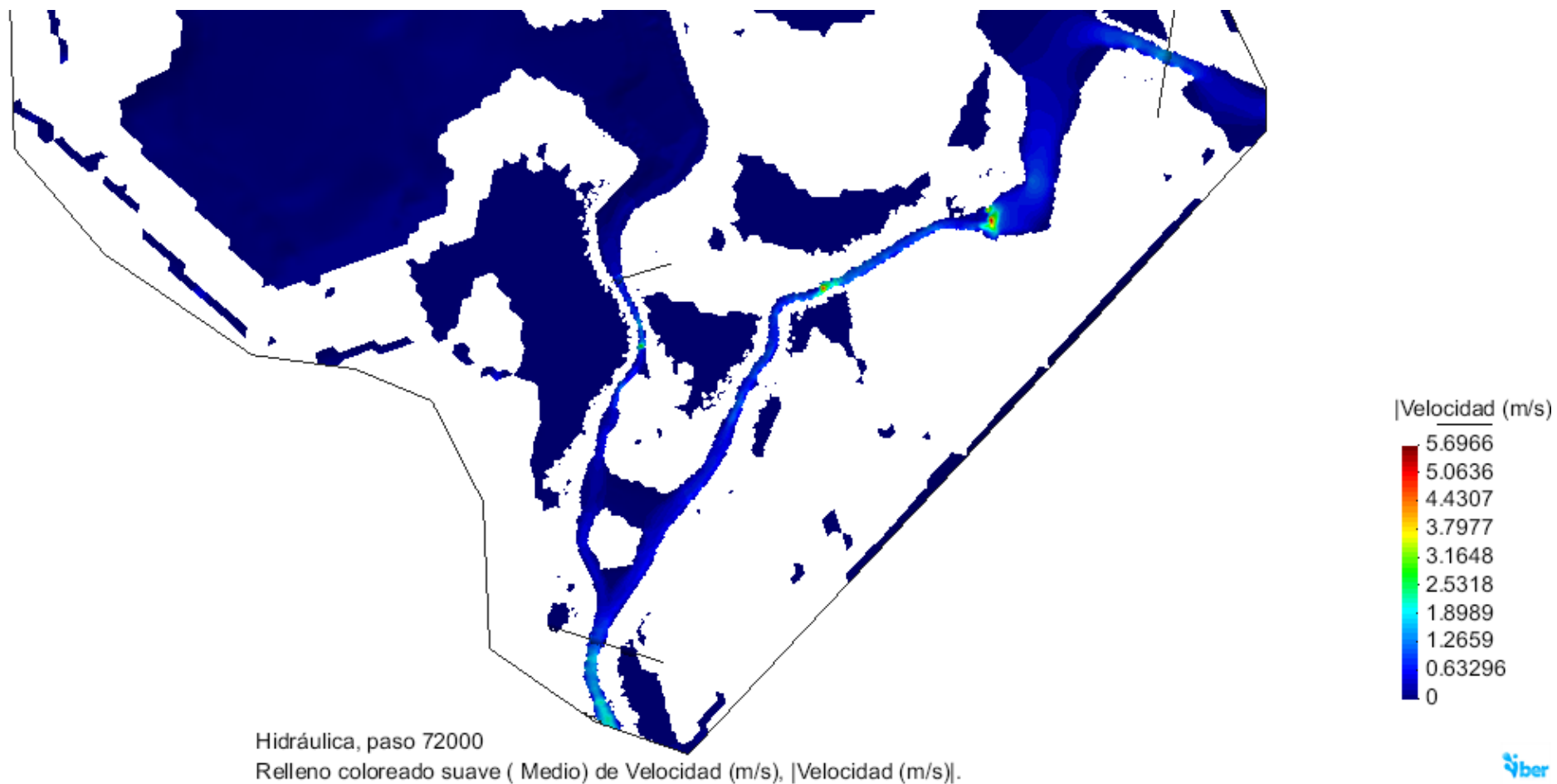
Lago minero de As Pontes.
Terminó de llenarse en 2012.
Superficie del lago (13.40km²)

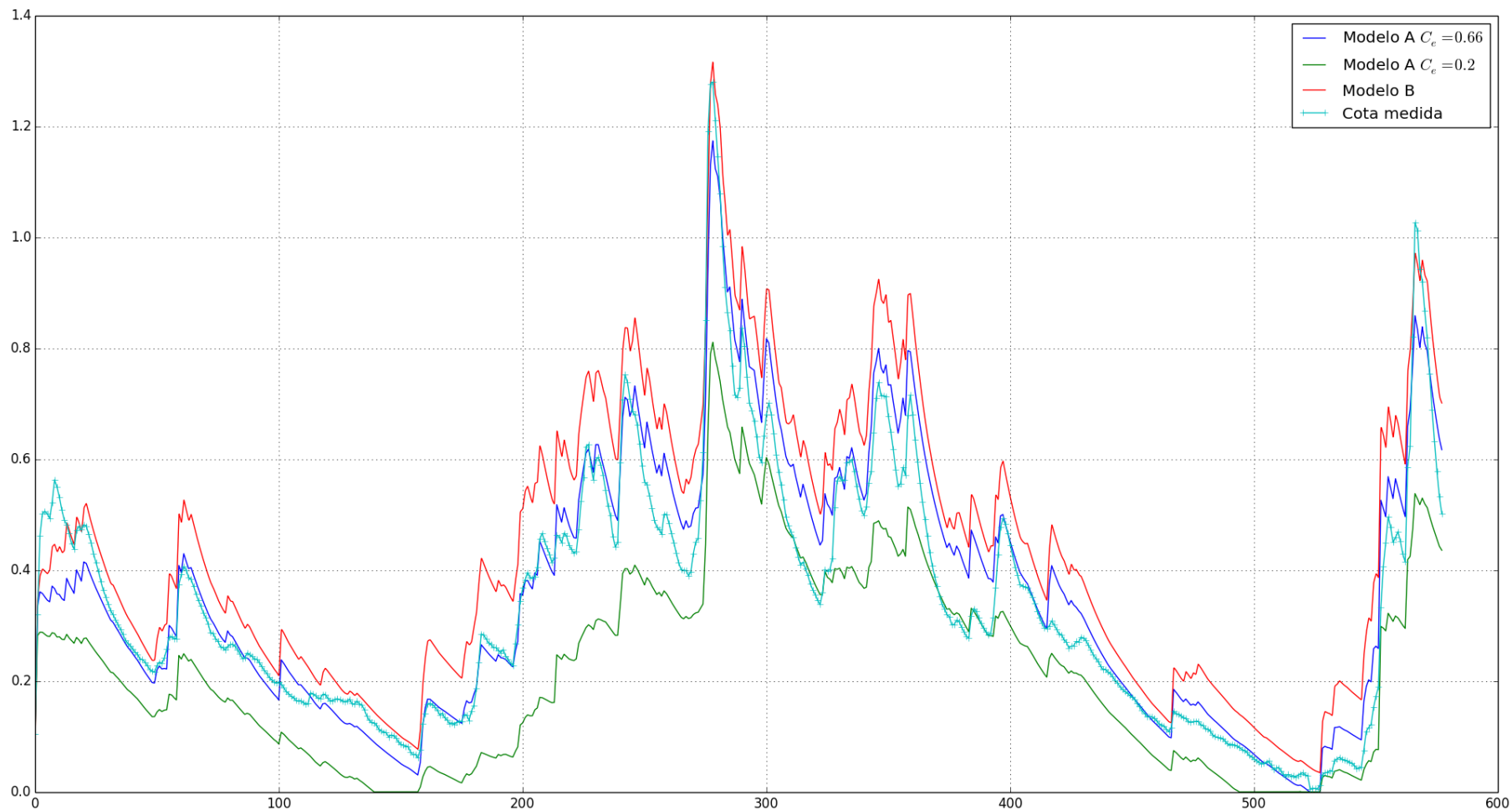






Velocidad teniendo en cuenta la lluvia t=20h





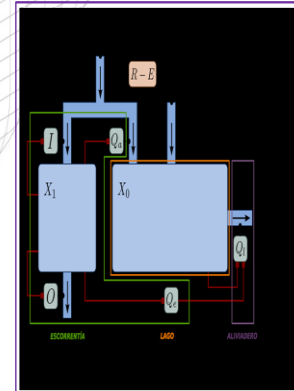
Comparison calibration Global Models A and B

Casos de éxito

Energía y Administraciones

- Simulación numérica del sistema hidrológico del río Eume en las inmediaciones del lago Minero para determinar el deslinde del lago y el dominio hidráulico público.

Simulación del sistema hidrológico del río Eume en las inmediaciones del lago Minero para determinar la cota de agua máxima que alcanza el lago en el periodo de estudio.



Esquema de un modelo de funcionamiento donde se detallan los intercambios de masa e información entre los submodelos



Investigadora Principal:
Elena Vázquez Cendón



ENDESA

Pedro Follán



Dic. 2014 – Sep. 2015

Matemáticas que mueven o gas

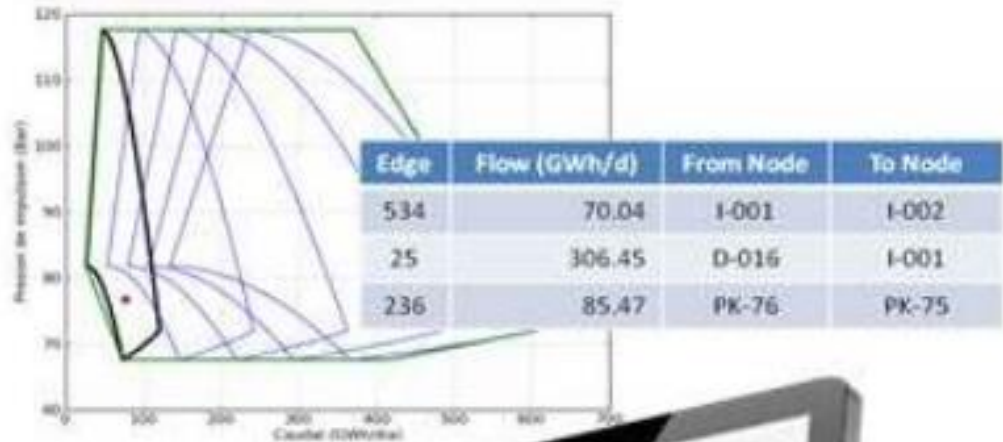
GANESO: Simulación y Optimización de Redes de Gas



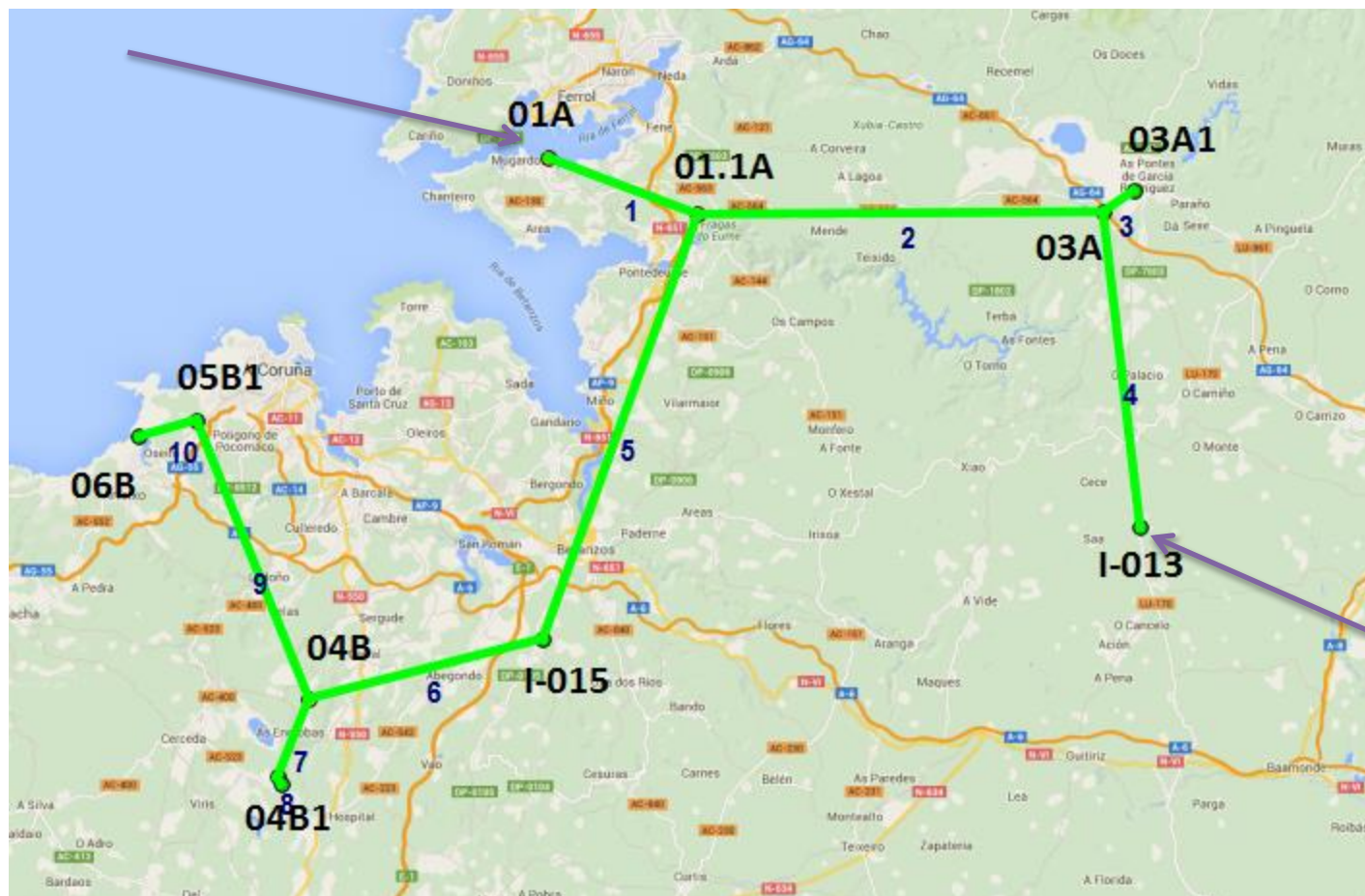
Instituto
Tecnológico
en Matemática
Industrial

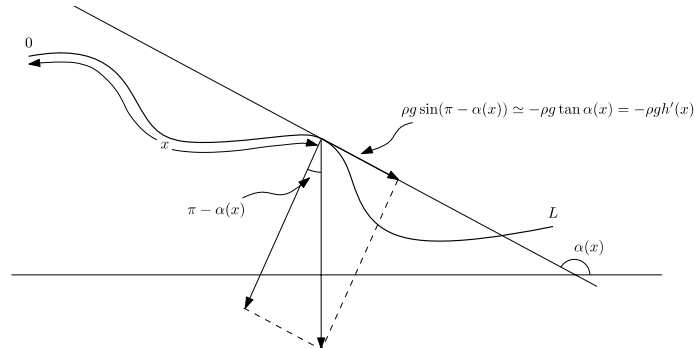
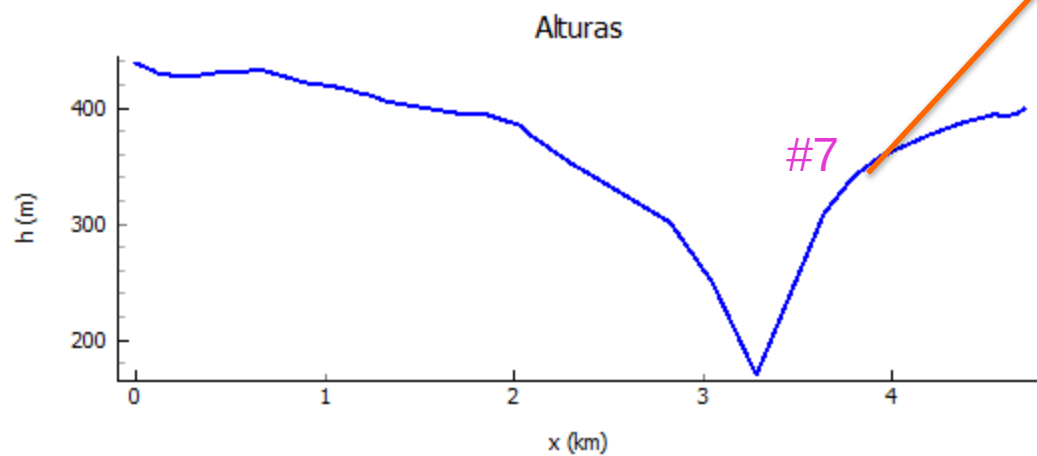
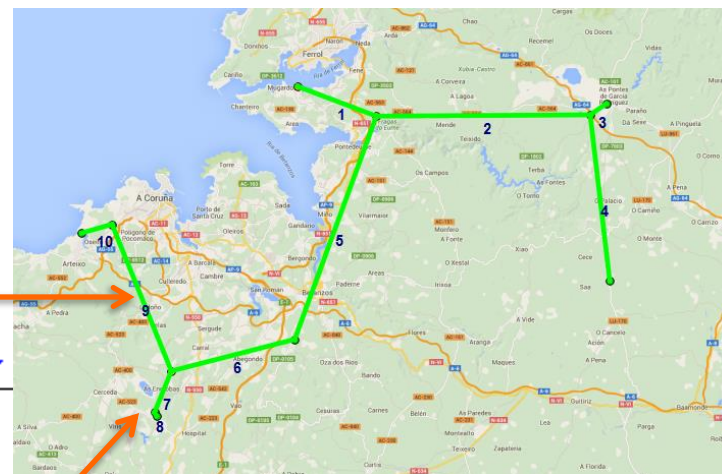
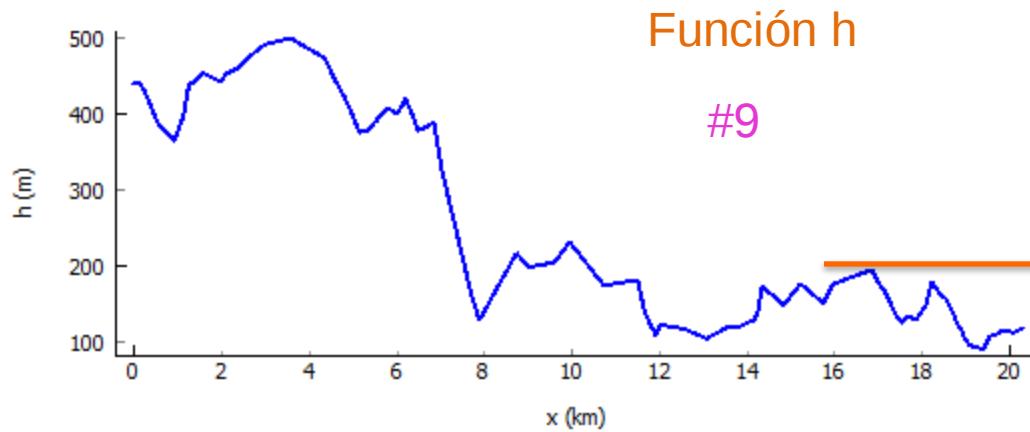
CIT
MAGA

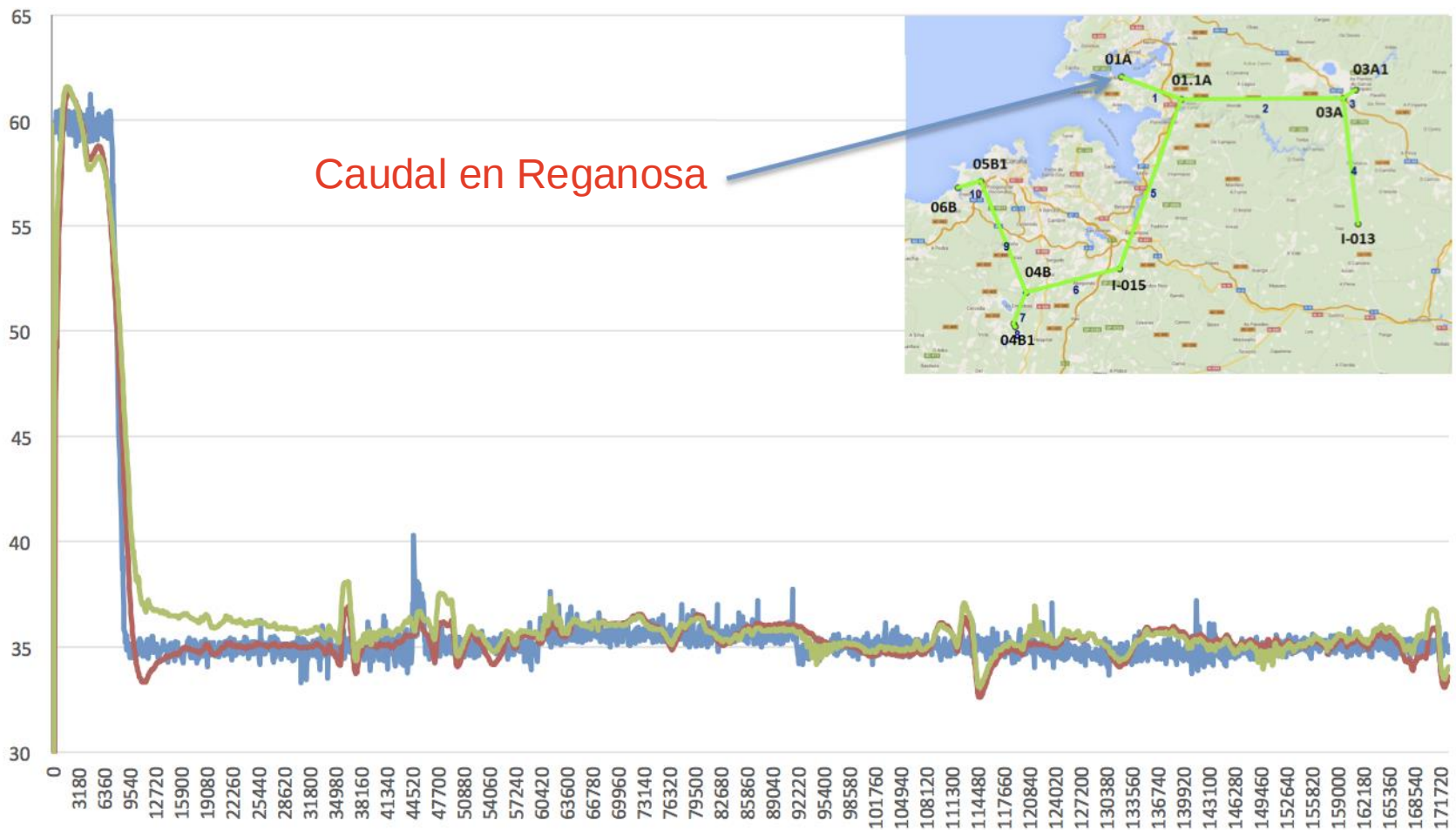
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
E TECNOLOGÍA MATEMÁTICA
DE GALICIA



Colaboración con Reganosa

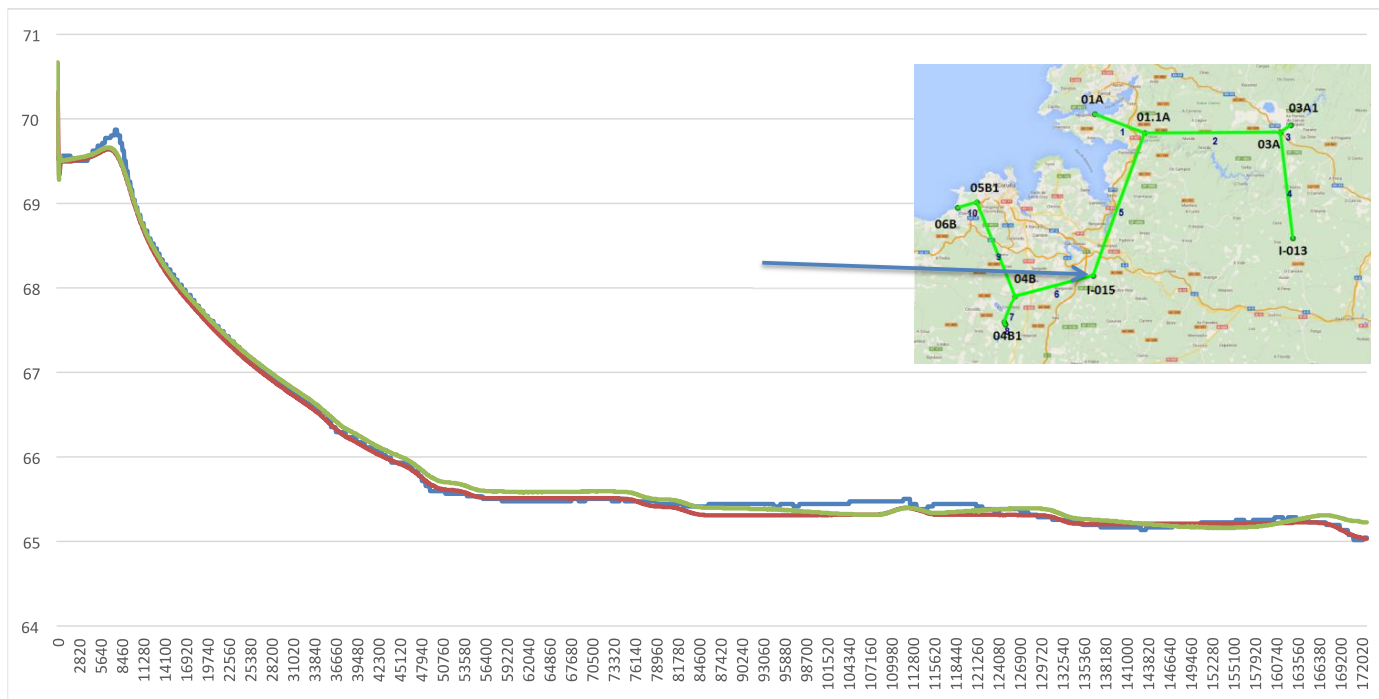






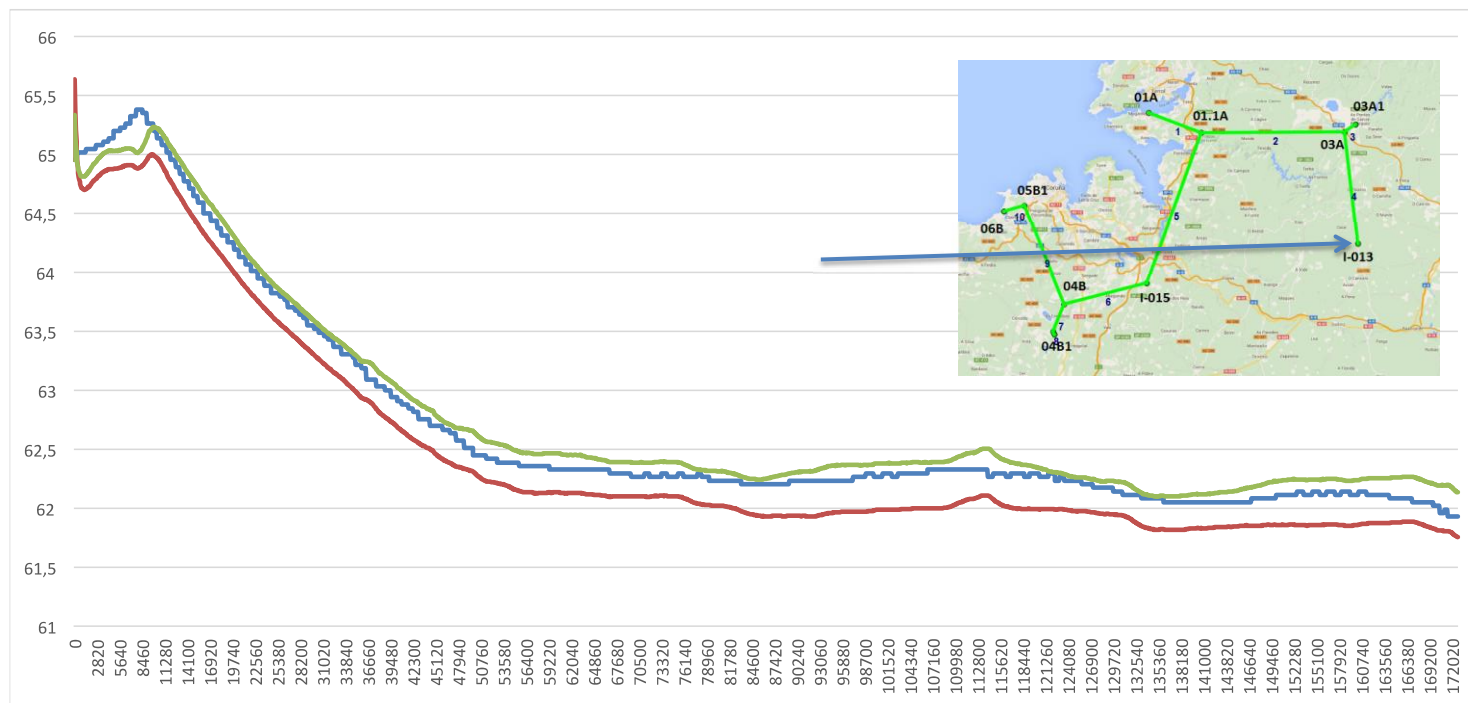
- Valor medido
- Calculado con una composición homogénea del gas
- Calculado con una composición variable del gas

Presión en Abegondo I-015

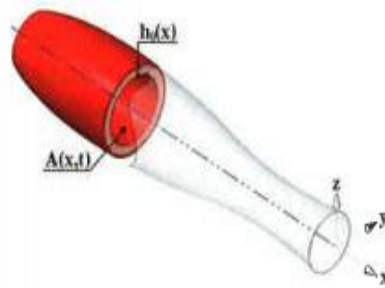
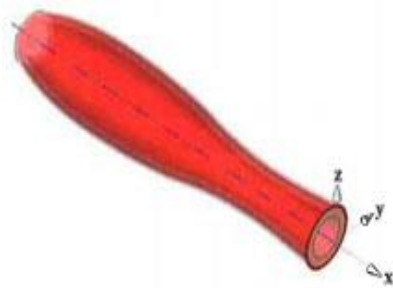
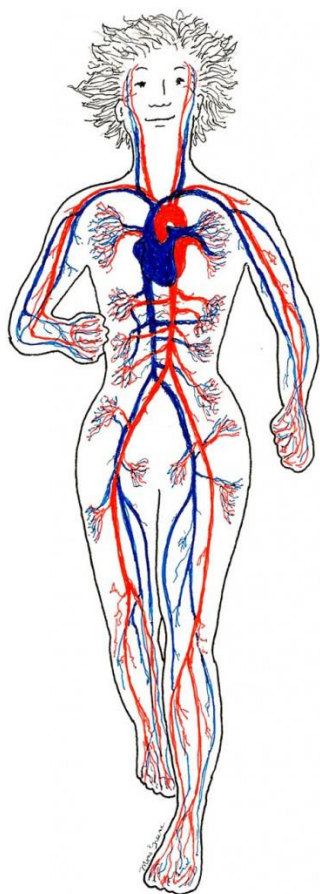


- Valor medido
- Calculado con una composición homogénea del gas
- Calculado con una composición variable del gas

Presión en Guitiríz I-013



Matemáticas que mueven la sangre



L. Euler

Padre de la Hemodinámica

Euler, L. *Principia pro motu sanguinis per arterias determinando (On the flow of blood in the arteries)*. Opera posthuma mathematica et physica anno 1844 detecta, 2 (1775) 814-823. Ediderunt PH Fuss et N Fuss Petropoli; Apud Eggers et Socios.

Marcos Loureiro García (TFG)

Pedro Rodríguez Barbeito (TFG)

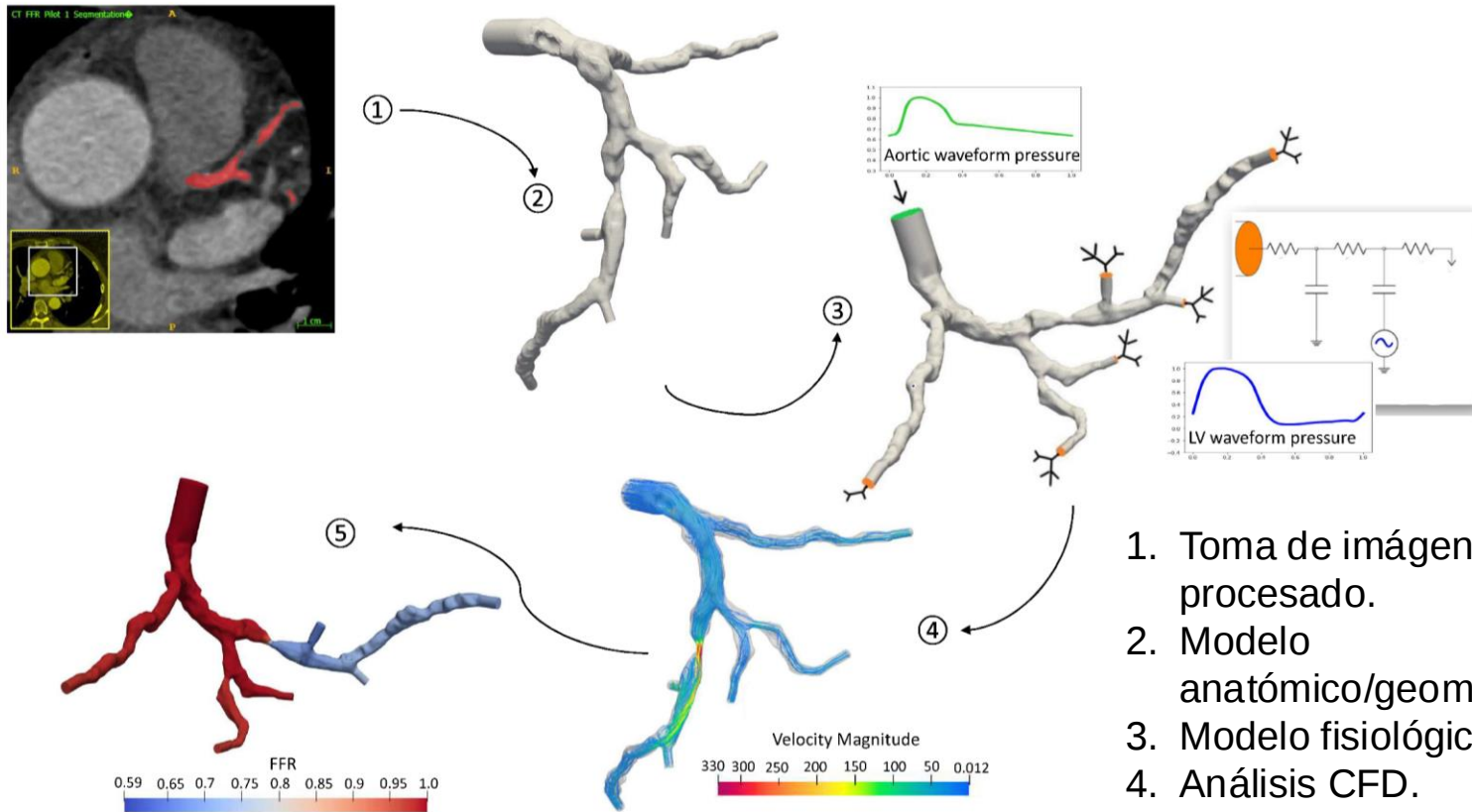
Chiara Spiller (TFG, Erasmus Prácticas)

Eleuterio Toro (Prof Emérito Universidad de Trento)

Alessia Lucca (Universidad de Trento)

Saray Busto (USC)

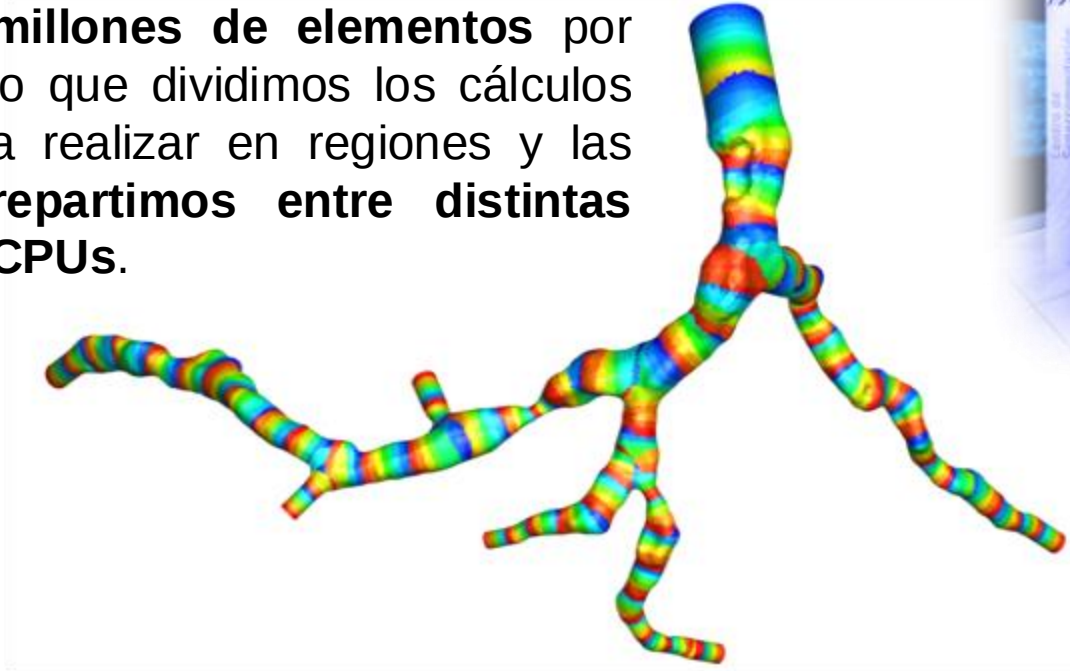
Proceso de modelado y simulación numérica



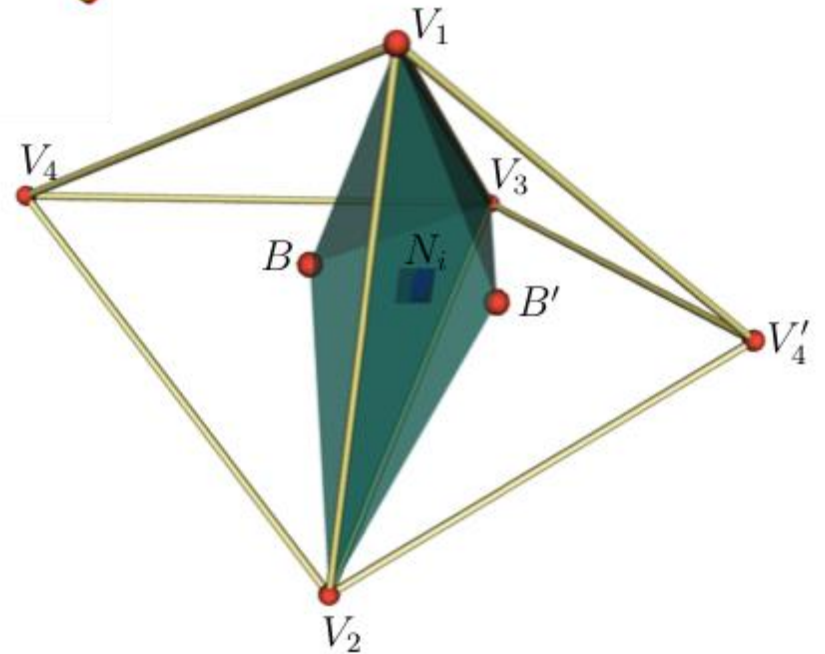
1. Toma de imágenes e procesado.
2. Modelo anatómico/geométrico.
3. Modelo fisiológico.
4. Análisis CFD.
5. Extracción de datos y elaboración de informes.

Simulación

La malla puede tener **millones de elementos** por lo que dividimos los cálculos a realizar en regiones y las **repartimos entre distintas CPUs**.



Usando **supercomputadores**, como el FINISTERRAE III (CESGA), podemos realizar **miles de billones de operaciones matemáticas** cada segundo.

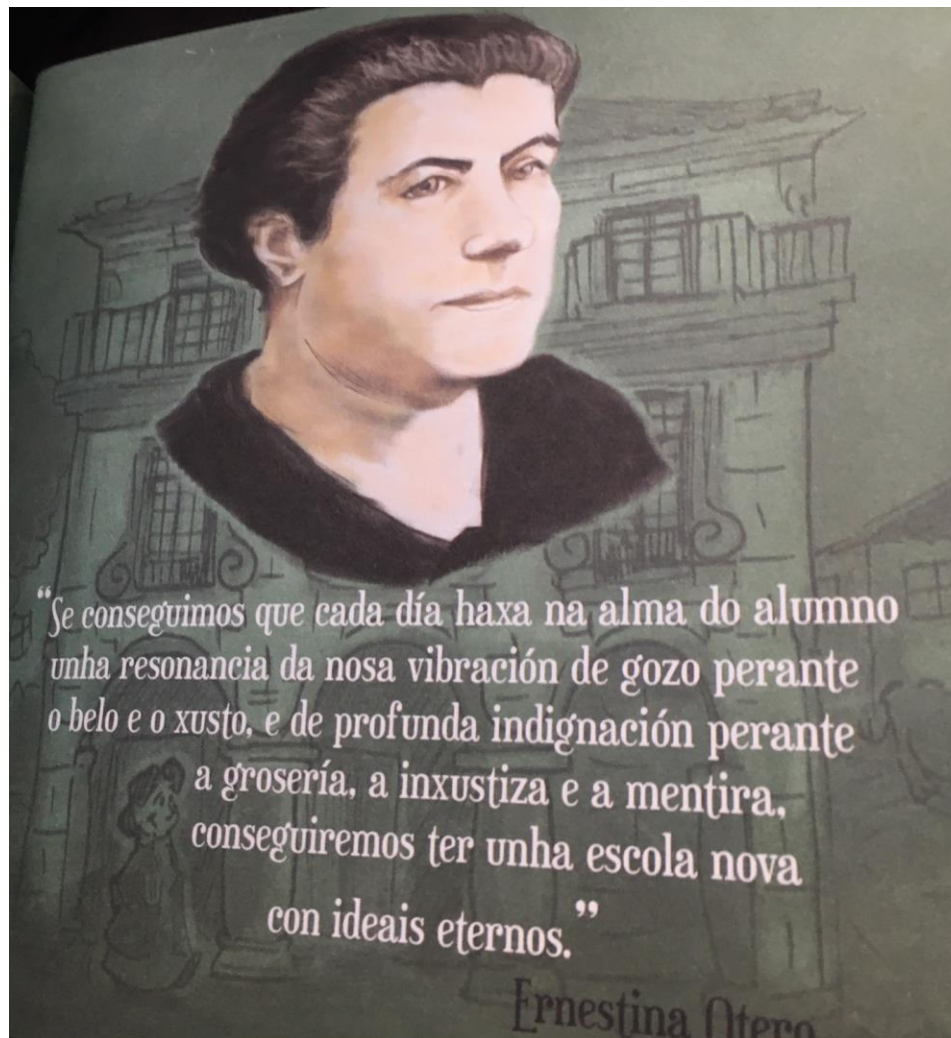




Herman Hankel (1839-1873)

“En la mayoría de las Ciencias una generación destruye lo que tiene edificado la otra, y lo que una estableció lo desafió la otra. Solo en Matemáticas cada generación añade un nuevo piso a la estructura anterior”



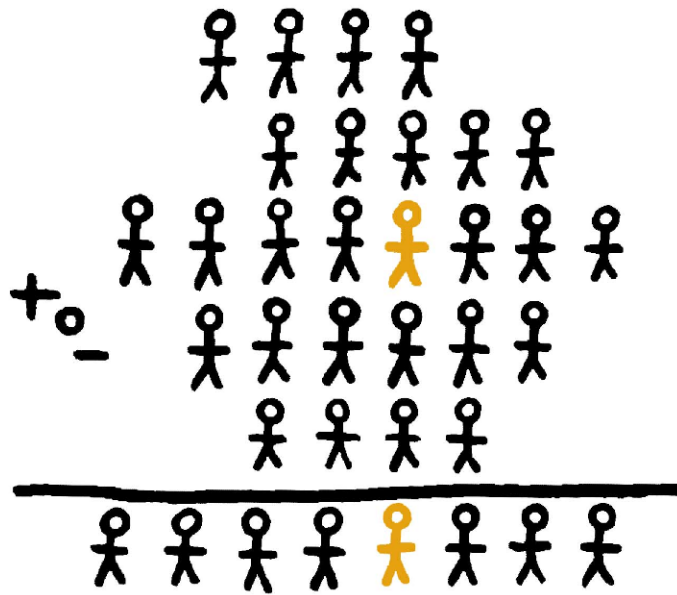


Ernestina Otero (Redondela 1890-1956)
Colección mulleres galegas. Lela Edicións.
Polo Correo do Vento

Quen está aberto a un novo saber presta atención ás
diferentes persoas.
Disponse a escoitalas e a transformar as diferenzas
en aprendizaxe.

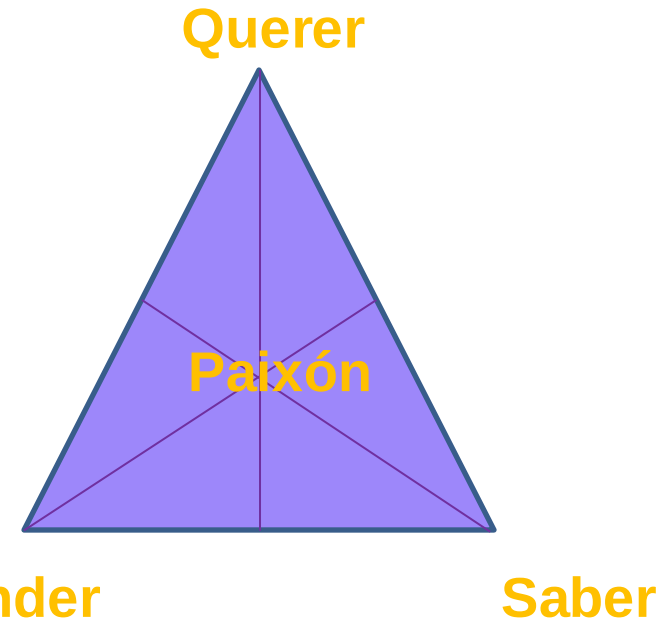
Icami Tiba (Enseñar aprendiendo, Sao Paulo, Brasil
2010)

Facultade de Matemáticas



“Unha persoa diferente,
faí diferente o mundo.”

2024-2025





Moitas grazas!

Elena Vázquez Cendón
elena.vazquez.cendon@usc.es