

# ENLAZA

## CANTABRIA



- César Vidal
- Lwendo Kazoka
- Federico Cantero
- Miguel Ángel Carrillo

# Refuerzo del Rompeolas de Castro



GRACIAS  
por ayudarnos  
a hacer más  
Colegio

EL VALOR DE UNA PROFESIÓN



Colegio de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos  
Cantabria

# ENLAZA

## CANTABRIA

### Índice

Editorial .....	3
El Rompeolas de Castro .....	4
Ingenieros cántabros por los caminos del mundo: Zambia .....	10
Más allá de la profesión: La Libélula Española .....	14
Entrevista: César Vidal .....	18
Miguel Ángel Carrillo .....	22
Breves .....	24
Ingeniería vital .....	29
Escuela de Caminos UC .....	36
Elecciones CICCPC España .....	38

#### Edita:

Colegio de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos de Cantabria

#### Maquetación e Impresión:

Camus Impresores, S.L.



Avenida de Pontejos 29  
39005 Santander  
Teléfono +34 942 39 21 00  
[santander@ciccp.es](mailto:santander@ciccp.es)  
[www.caminoscantabria.com](http://www.caminoscantabria.com)

## Síguenos



## Camino a la normalidad

Decisivos para la recuperación  
NextGeneration EU

Ezequiel San Emeterio Huidobro  
Decano del CICCPC en Cantabria

En los cursos de la UIMP en la Magdalena 2020 el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de España organizó un seminario sobre la recuperación económica tras la Covid 19 con los estímulos fiscales del Fondo Europeo NextGeneration EU, por el que a España le corresponderán 140.000 millones de euros.

Como afirmó el ministro Ábalos, el impulso de las diferentes administraciones públicas, la colaboración público privada y el compromiso de los profesionales, entre ellos destacó a los ingenieros de caminos, van a ser determinante para el buen aprovechamiento de dichos fondos.

En este momento crucial es hora de sumar voluntades y esfuerzos. El Colegio y los ingenieros de caminos nos comprometemos profesionalmente a ello. Y deseamos que las autoridades y responsables políticos estén a la altura del reto. Siendo diligentes en la tramitación de proyectos para superar el pobre 40% de aprovechamiento real de las subvenciones europeas, modificando si es preciso las normas de contratación respetando siempre la limpieza y transparencia de la misma. Y previsores en el encargo de proyectos, que si bien no tengan financiación actual, puedan estar listos para las ocasiones que se presenten, como es ahora con los Fondos europeos post Covid. Las administradores que así vienen obrando tienen considerable ventaja sobre los demás.

Se presenta pues una ocasión, en medio de tanta adversidad por la crisis económica y social consiguiente a los efectos de la pandemia. Una oportunidad para la que nuestra profesión está suficientemente preparada. Hoy en el siglo XXI los ingenieros de caminos, canales y puertos somos profesionales muy cualificados, con un bagaje formativo y práctico versátil que nos hace muy aptos para los retos que debe afrontar la sociedad tras la nueva normalidad.

Para favorecer la digitalización y la economía verde, el paquete de inversiones público-privadas va a ser enorme tanto en obra pública sostenible, ya sean vías de comunicación terrestre, ferroviarias o portuarias, como en proyectos de energías renovables, almacenamiento de las mismas, por poner sólo algunos ejemplos donde la labor profesional de los ingenieros de caminos se prevé imprescindible.

El Colegio ha ayudado y acompañado paso a paso a nuestros ingenieros a su permanente actualización profesional. Con formación presencial y online, con la divulgación de proyectos, publicaciones, foros y encuentros. Hoy los ingenieros de caminos estamos mejor preparados que nunca para asumir el papel que nos corresponde en la ingente tarea de la recuperación económica y social tras la crisis provocada por la pandemia.

La salida de esta crisis, como de otras anteriores, siempre es con esfuerzo y trabajo. La Demarcación en Cantabria del Colegio, aún en los confinamientos ha mantenido la actividad online, el trabajo telemático, las retransmisiones en streaming... para seguir aportando nuestro apoyo a los ingenieros de caminos, canales y puertos en su puesta en valor de su profesión.



"Cuando lo que haces te  
provoca dar lo mejor de ti,  
has encontrado tu vocación."

 **hoolconsultores**  
[www.hoolconsultores.com](http://www.hoolconsultores.com)

# EL ROMPEOLAS

## Refuerzo del Dique Norte del Puerto de Castro



Los fuertes temporales de Cantábrico afectan y dañan el dique norte castreño

© Manuel Cavanillas

El Puerto de Castro Urdiales en su configuración actual tiene en el Dique Norte, que data de finales del siglo XIX y es conocido popularmente como Rompeolas, su principal abrigo. Arranca desde los acantilados de la Peña de Santa Ana y se prolonga en dirección Sur Este a lo largo de 547,5 m.

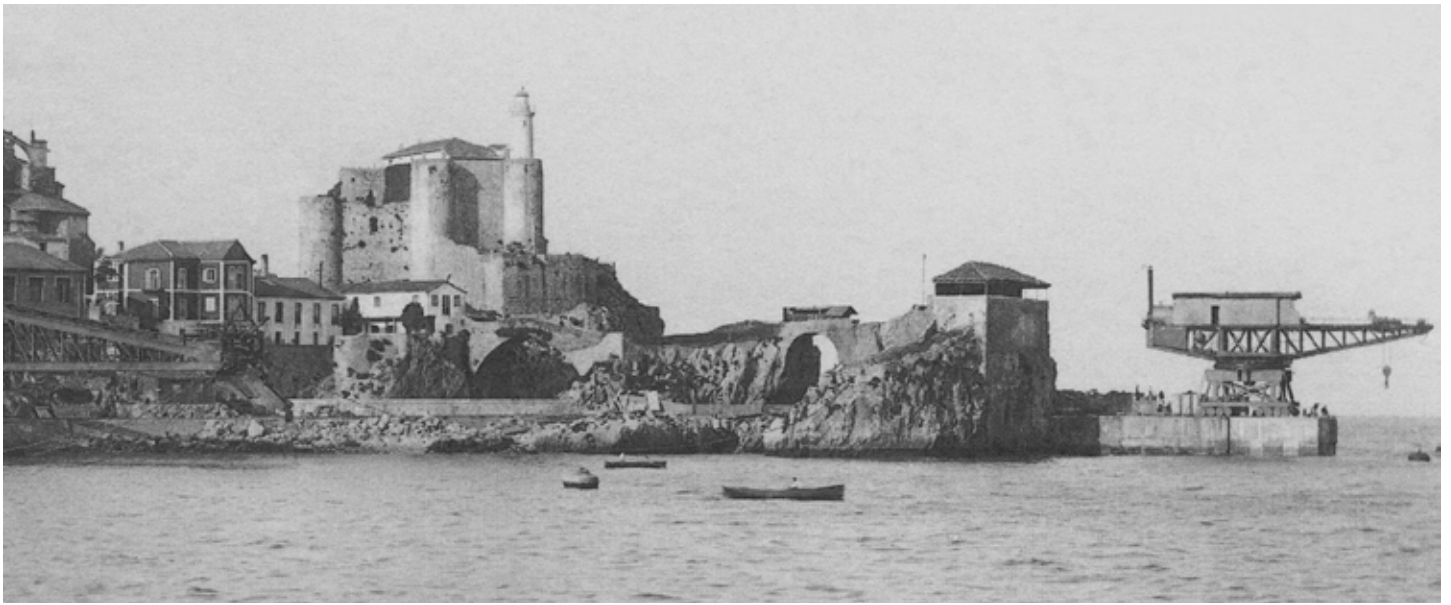
### Historia del Rompeolas

Se trata de un proyecto de 1896 de dique mixto compuesto por tres partes:

- 1.- La **banqueta de cimentación** está formada por una **berma de escollera** con una anchura total de 26 m., dejando una berma por barloamar de 12 m. y por el lado de sotamar de 3 m. de ancho.
- 2.- Una **estructura vertical**, no monolítica, de bloques de hormigón prefabricados, de 2,2 x 2,2 m. de sección y longitudes que van entre 3 y 4,5 m. que constituyen el cuerpo del dique. Los bloques colocados en 4 hiladas, desde la cota - 5,40 hasta la cota +3,40. Como superestructura se dispusieron dos hiladas más de bloques, que coronan en un solado también de hormigón y forman un paseo a la cota + 7,60. Sobre esta cota y en el lado de barloamar se construyó un parapeto y pretil de mampostería de 2,8 m. de anchura, coronado a la cota +10,90.

- 3.- El manto de protección en talud va sobre la escollera, que sirve de cimentación al dique, al pie de la estructura vertical y está compuesto de tres hiladas de **bloques de guarda**, la primera y segunda con dos filas de bloques y la última con una única fila de bloques que coronan la cota +1,20.





La Grúa Titán coloca con primeros bloques del futuro Dique Norte. 1897.

El conjunto de la estructura vertical con bloques, la banqueta de cimentación en escollera y los bloques de guarda confieren al rompeolas castreño las características de un **dique mixto**. Y es precisamente esta característica lo que lo hace más vulnerable a la acción de los temporales del Cantábrico.

Son el arrastre de la escollera de la berma de cimentación, con el consiguiente deslizamiento de los bloques de guarda apoyados en ella y el levantamiento de los bloques de la quinta y sexta hiladas a causa de los fuertes oleajes que socavan y erosionan los huecos de la mampostería de relleno entre bloques, las principales amenazas al rompeolas castreño. Quien sufrió importantes averías, sobre todo en las proximidades del arranque del dique.

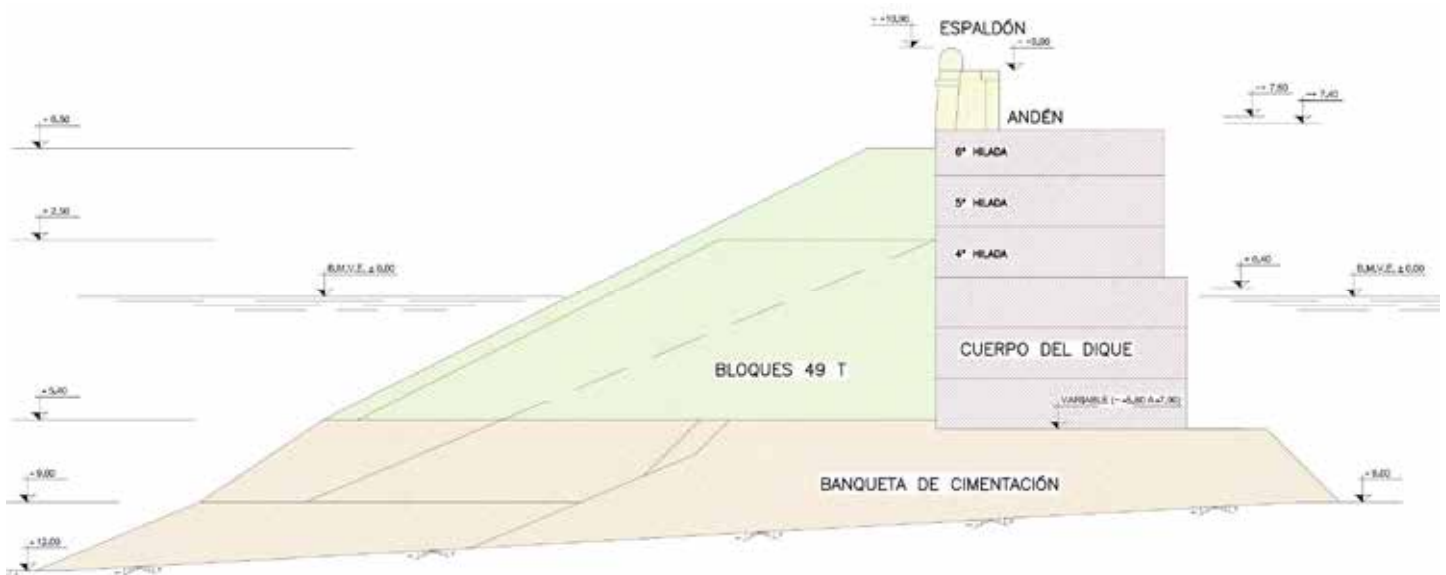
Los fuertes temporales periódicos han obligado a reparar el dique norte en varias ocasiones a lo largo de su centenaria historia.

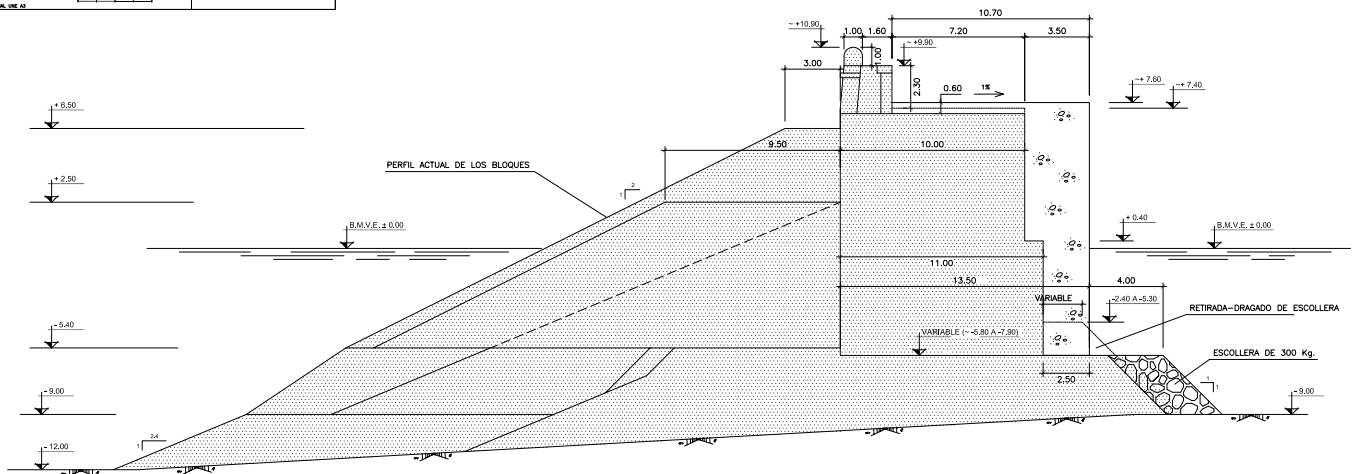
En 1958 ampliando en 9 m. la berma de pie con escollera de primera.

En 1964 y hasta 1975 se refuerzan los bloques de guarda con nuevos bloques de hormigón de 48,8 t. (1,90 x 2,90 x 3,85 m.) dispuestos aleatoriamente.

Entre 1978 y 1983 se refuerza nuevamente el talud de bloques utilizando nuevamente el tipo de bloque de 48,8 t., a la vez que se amplía la anchura de la berma inferior.

En 1980 se tiene que reforzar el arranque del dique norte a la altura de la Peña de Santa Ana. Siendo esta la última actuación importante hasta la fecha.





## Estudios de la situación actual

Para analizar el estado de seguridad del rompeolas castreño en las últimas décadas se han realizado tres estudios.

En 2006, el Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas (GIOC) elabora el "Análisis de la estabilidad del dique de abrigo de Castro Urdiales".

En 2007, EGENOR realiza el "Reconocimiento geotécnico del estado actual del dique norte del Puerto de Castro Urdiales".

En 2016, CMC Ingenieros redactó el "Estudio del Estado actual del dique de abrigo del Puerto de

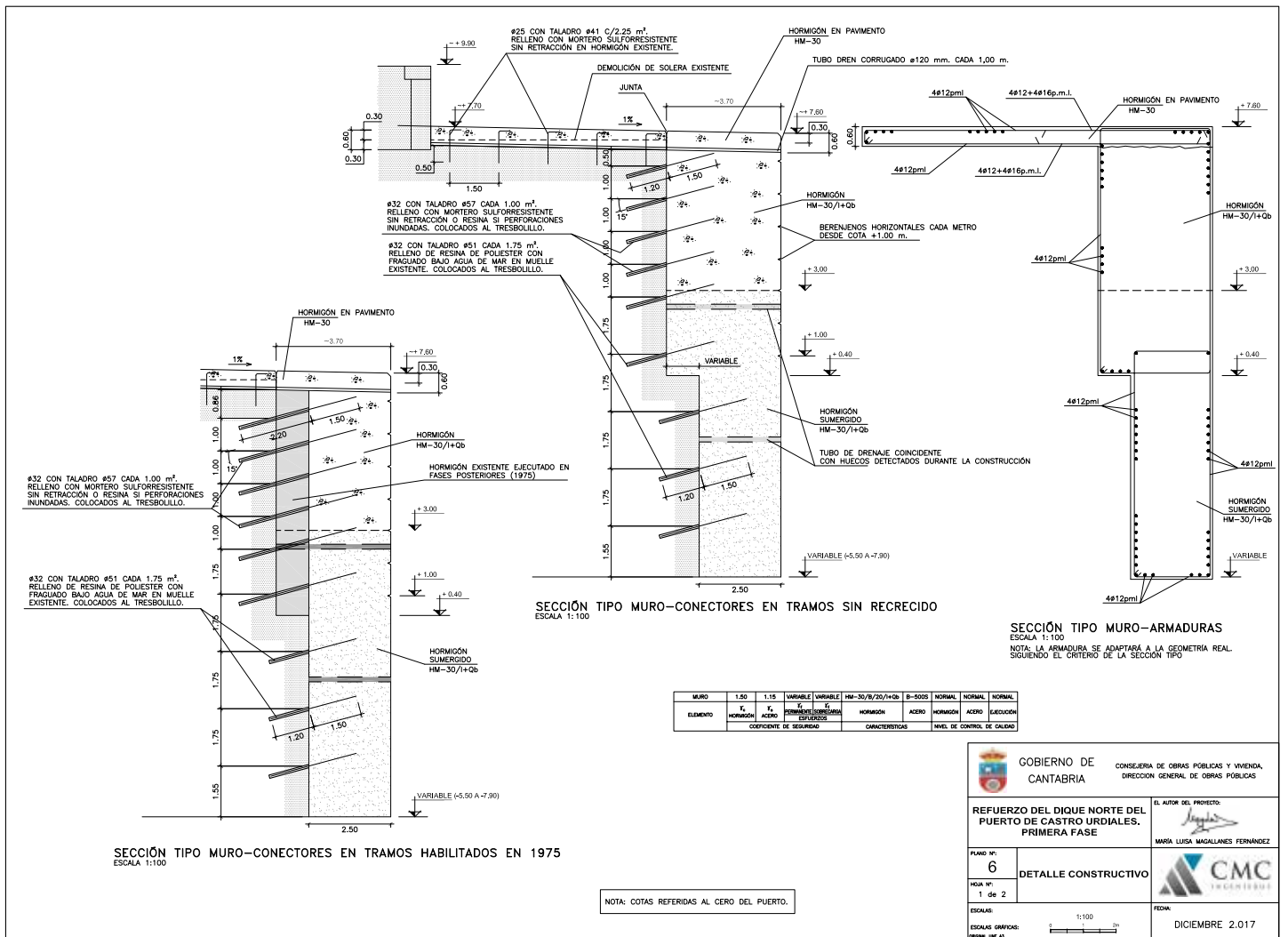
Castro Urdiales". En el informe se analizó el estado del hormigón y la relevancia de las cavidades detectadas y su repercusión en la estabilidad del dique.

La probabilidad de fallo de la estructura vertical es superior al 10% por lo que el dique no alcanza el estándar de seguridad especificado en la ROM 0-0 y en la ROM 0.5-05. El dique no es monolítico por su tipología constructiva al estar conformado por bloques unidos únicamente por mortero de hormigón in situ de recebo presentan en la actualidad numerosos huecos donde se transmiten las presiones hidrodinámicas.



El hormigonado de la baqueta de escollera se hace desde la superficie con brazo largo y desde el mar por buzos

© Wilfredo Osorio



## La solución adoptada

Analizados los tres estudios, la Consejería de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria optó por actuar sobre el sotomar del dique. Para lo que encargó el Proyecto de Construcción a CMC Ingenieros, siendo la redactora del mismo la ingeniera de caminos, canales y puertos colegiada de esta Demarcación, *María Luisa Magallanes Fernández*.

En la cara interior del dique se efectuarán las obras para mejorar la integridad de la estructura vertical en dos fases. Una primera sobre la mitad de la longitud del dique (250 m.) que arranca en la Peña Santa Ana, zona que presenta peor estado. Para posteriormente, en una segunda fase actuar sobre el resto longitudinal del dique.

Se trata de aumentar la estabilidad del dique a la vez que se mejora la falta de monolitismo del dique por su composición mixta de bloques adosados apenas unidos por mortero. Ello se hace mediante el ensanchamiento con hormigón ligeramente armado y conectado a los bloques existentes. Y con la reconstrucción de la superficie de andén con una losa de hormigón armado. Ambas

actuaciones darán un comportamiento más compacto al dique.

Se deja para fases posteriores la recarga del manto de bloques.



## Características de la Obra

La Consejería de Obras Públicas del Gobierno de Cantabria sacó la licitación de la obra con un **Presupuesto** Base Licitación de 2.639.403, 69 €, IVA excluido y fue adjudicada tras un concurso público a la constructora Vías y Construcciones, del grupo ACS, por un importe de 2.239.534,03 €, sin IVA. La obra es la más importante por cuantía y complejidad de las que está realizando a día de hoy la Consejería a través de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Puertos.

La **Dirección de Obra** por parte de la Consejería la lleva a cabo el ingeniero *Amador Gafo Álvarez*, Vocal de la Junta Rectora de la Demarcación en Cantabria del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, con la colaboración de Javier Blanco Gil, adscrito al Servicio encargado de la obra y con la asistencia técnica a la Dirección de Obra de CMC Ingenieros.

Tres tipos distintos de **hormigones** se están empleando según la zona en la que se vierte: sumergida, semi-sumergida (intermareal) y emergida. Siendo un 30% más costoso el sumergido que el de tipo emergido. Los 12.000 m<sup>3</sup>. de hormigón destinados

a la obra suponen casi un 80% del coste total de la misma.

El nuevo y continuo **cuerpo vertical** de hormigón armado que cose y ensancha a los bloques actuales por sotomar recrece en anchura el actual dique en 2,50 m. en la zona de cimientto sumergida y en 3,50 m. en coronación. La nueva losa armada de coronación de todo el dique eleva la altura del mismo en 0,30 m.

El enrase de la baqueta de escollera. Se hace con **retro-excavadora** de brazo largo (de más de 14 m.) dotado de GPS para verificar la cota de enrase de la escollera. Esta operación se realiza con ayuda de buzos.

El **encofrado** que sube hasta 13,70 m. se realiza en cuadrículas de 20 x 2,40 m. Ello en las tres zonas de sotomar: emergida, semi-sumergida y sumergida. Los bloques del dique se cosen al nuevo hormigonado con anclajes mediante barras de acero (conectores) para hacer al conjunto más monolítico. Se hacen juntas de hormigonado horizontales y verticales.

Las perforaciones para **los anclajes** se hacen con taladros operados por los buzos en la zona sumergida hasta la cota +1. Siendo las perforaciones en zona



emergida realizadas mecánicamente por una perforadora o manualmente por operarios especializados en trabajos verticales. En las zonas bajo el agua trabajan buzos. Las zonas perforadas se rellenan con resinas de poliéster especiales para permitir su colocación y fraguado bajo el agua. Todos estos trabajos en las zonas no emergidas se dilatan a veces porque para intervenir y hacer el encofrado en la zona intermareal no tiene que haber prácticamente oleaje.

Los trabajos de los buzos se llevan a cabo con estrictas medidas de seguridad, incluyendo nuevos protocolos anti-Covid. Con un máximo de 180 minutos diarios bajo el agua, equipos de dos buceadores se sumergen con la intervención monitorizada por señal de audio y video de otros tres buzos del equipo que operan al tiempo desde la superficie.

La buena climatología es necesaria para ejecutar la obra. Con los temporales marítimos, no se puede realizar ninguna actividad en la obra.

Los trabajos de refuerzo del dique norte del puerto castreño mejoran la seguridad y consistencia del mismo de manera suficiente para la posible **recrecida del mar** en los escenarios más previsibles de cambio climático.



© Wilfredo Osorio

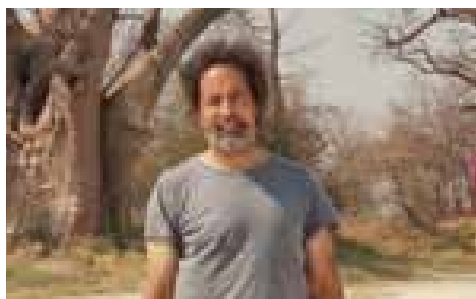
Al servicio  
de los  
Ayuntamientos  
y de todas las  
entidades locales  
de la Región



# INGENIEROS CÁNTABROS POR LOS CAMINOS DEL MUNDO



*Siguiendo nuestro viaje, buscando ingenieros por los caminos del mundo, llegamos a Zambia, un país en el interior del deslumbrante continente africano, donde nuestro querido amigo y compañero Lwendo Kazoka González, nacido allí, nos va a contar cosas interesantísimas, que, a más de uno, le van a poner los dientes largos*

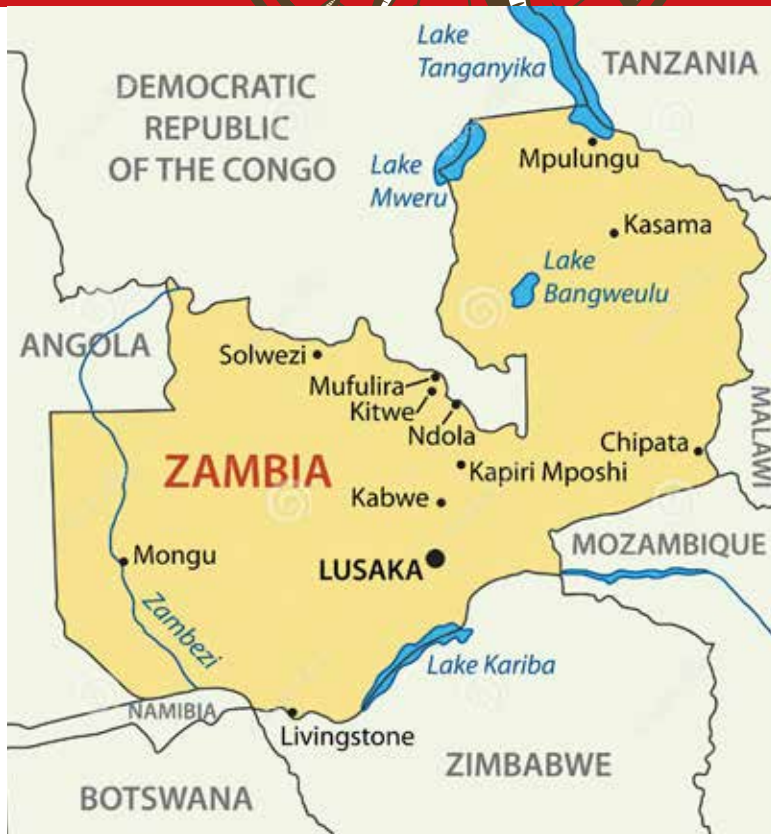


## Lwendo Kazoka

Mi relato podíamos decir que comienza en los años 60, en Londres, donde mi padre, estudiando la carrera de derecho que le convertiría en uno de los primeros abogados zambianos, conoce a una chica de Santander. Se casaron y se marcharon a vivir a Zambia donde yo nací. Cuando era niño, mis padres se divorciaron y mi madre, mi hermana y yo volvimos a vivir a Santander.

En esta ciudad me hice Ingeniero de Caminos, y en ella también, tras pasar por varias empresas constructoras, monté una pequeña ingeniería. Para entonces me había casado y tenido dos hijos.

Pasan los años y mi consultora de ingeniería aguantó bien los primeros años de la crisis económica del 2008, pero en 2011 ya no se hacía obra pública ni privada y en diciembre de ese mismo año decidí cerrarla. A principios de 2012 recibí varias ofertas de trabajo firmes en el extranjero (Arabia Saudí, Vietnam, Sudan del Sur...), pero pensé, ¿Por qué no intento buscar trabajo en Zambia, donde había nacido? En todos estos años había perdido casi todo contacto con el país en el que había nacido, pero ahora tenía la oportunidad de intentar volver allí.



Me puse a enviar mi CV a empresas constructoras que hay en Zambia. Rápidamente dos empresas mostraron interés, y acepté el puesto en una de ellas. La empresa se llamaba Fairface, y era la mayor constructora de allí, con dueño zambiano.

Me nombran el segundo en el organigrama y mi función, entre otras, era modernizar la empresa e implantar las metodologías de gestión que se utilizan en Europa. Tenían en marcha las obras de construcción de un edificio de oficinas situada en el centro de Lusaka, la capital de Zambia.

El primer día que fui a la obra me presentaron al jefe y al encargado de obra. Mi primera sorpresa, había unos 100 obreros (en España esa obra se hubiera realizado con 15 obreros como mucho).

Es muy común en los países del tercer mundo realizar obras con muchísimo mano de obra, ya que es muy barata, pero con lo que ello conlleva: Organizar camiones para traerles al tajo y llevarles a sus barrios al acabar la jornada, tener un cocinero y pinches para preparar las comidas de todos, reparto de equipos de seguridad personal (que siempre "pierden"



Construcción de bloque de oficinas en Lusaka

pero en realidad revenden para sacarse dinero extra), robos de material, absentismo ( todos los días faltaban entre el 10 y 15% de la plantilla).

Por otro lado, las leyes laborales allí son más flexibles, por lo que hay mucha facilidad para contratar, despedir, etc. De hecho, diariamente, en los accesos a las grandes obras siempre hay obreros esperando a ser contratados sobre la marcha.

La mano de obra barata te permitía realizar trabajos impensables en España. Por ejemplo, nos adjudicaron una obra en un pueblo remoto, cerca de la frontera con Mozambique, y allí era inviable llevar áridos ya que la única cantera estaba a 100 km. Tuvimos la idea de pedir a decenas de aldeanos del pueblo que recogieran rocas y las machacaran manualmente en sus granjas. Nosotros les recogeríamos la piedra machacada con nuestro camión. De esta manera conseguimos 120 toneladas de grava gruesa para hacer hormigón armado y los agricultores obtuvieron unos ingresos extras ya que era la época de sequía y sus campos estaban vacíos.

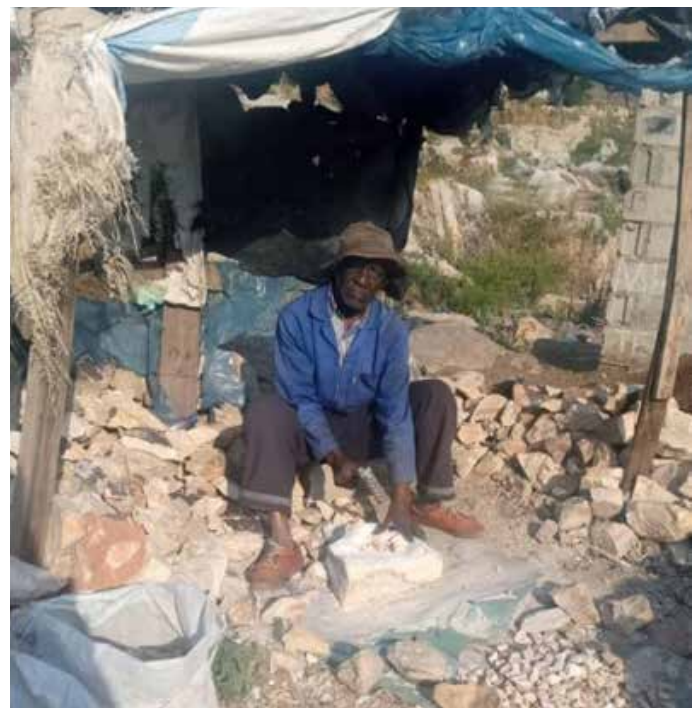
En la empresa constructora Fairface prácticamente no se realizaba ninguna gestión ni control de obras, simplemente llevaban una contabilidad de gastos e ingresos. Esto era posible debido a los grandes márgenes de beneficio con que se licitaban las obras (entre un 30 y 50% del presupuesto). Por ello podían asumir errores y sobrecostes de obra del 20% o más, y aun así obtener buenos beneficios. Esto era así hasta la llegada de las constructoras chinas que aplicaban márgenes de obra del 10-15% y hundieron a prácticamente todas las constructoras locales.

Al cabo de un año dejé la empresa Fairface, y monté mi pequeña constructora llamada KuBuild Construction and Engineering LTD. Nuestras primeras obras nos las adjudicaron una empresa minera asturiana asentada en Zambia y donde trabajaban dos compañeros (Chuchi y Antonio), también "camineros cántabros por el mundo". Nuestro primer trabajo fue la obra civil de una nueva planta de machaqueo de áridos en su cantera cerca de Lusaka.

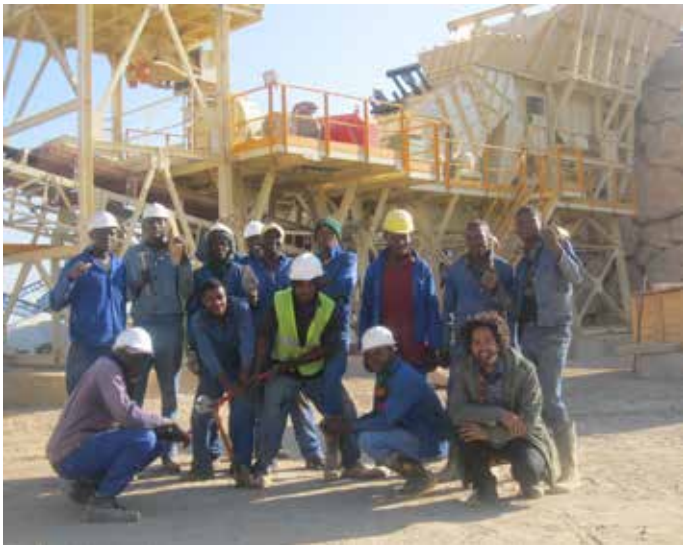
En Zambia no existe la opción de comprar a crédito, todas las compras de materiales se hacían en efectivo o en cheque. Si el pago se hacía en cheque, el suministrador no libraba el material hasta que los fondos estuvieran en su cuenta bancaria. Lo bueno de este sistema es que tus clientes también te pagan por adelantado por lo que con una buena gestión de empresa no es necesario tener líneas de crédito para llevar a cabo las obras.

En las obras en Zambia prácticamente no se subcontrata nada, por lo que las empresas constructoras tienen su propio personal para todos los oficios (encofradores, albañiles, electricistas, fontaneros, soldadores, ferrallistas, maquinistas, carpinteros, pintores, etc). Por ello es necesaria una buena gestión de compras de materiales, personal, herramientas, equipos y maquinaria. Un fallo en la cadena y tus obras se paralizan. Las primeras semanas me desesperaba con las constantes pérdidas de tiempo y paradas de obra. Con el tiempo y los años allí en Zambia aprendes que lo tienes que aceptar, y simplemente tenerlo en cuenta a la hora de preparar los presupuestos de obra. Por ejemplo, en la estación de lluvias debes considerar un 50% de paradas de obra.

Entonces, los salarios de los obreros se pagaban y entregaban en metálico, poca gente tiene cuenta bancaria allí. El día de pagos de salarios era el único día en el que no había absentismo. La moneda de Zambia es el "Kwacha", y el billete más grande era el equivalente a 5 euros, por lo que necesitabas literalmente un "saco" para llevar todo el dinero del mes, con el peligro de atracos que se producían de vez en cuando (por suerte nunca nos pasó nada). Actualmente, funciona muy bien en Zambia el pago a



Machaqueo de piedra manualmente para obtener grava gruesa



*La primera obra y primera plantilla de KuBuild Construction*

través de móvil, por lo que ya no pagamos salarios de los obreros en metálico.

Rápidamente empezamos a tener más obras y clientes. La empresa asturiana nos siguió adjudicando más obras civiles. La Embajada de Estados Unidos también nos adjudicó varias obras de edificación en su colegio internacional.

Después de varios intentos, también conseguí que nos adjudicasen nuestra primera obra pública para el Ministerio de Agricultura. Era la construcción de un tanque de inmersión para ganado en un pueblo rural a 200km de Lusaka. En el acta de replanteo nos dieron un plazo de dos meses para finalizar la obra. Empezamos las obras y fui solicitando visitas de la dirección facultativa, pero por la obra nunca se pasó nadie. A los dos meses llamo al Ministerio de Agricultura para informarles que ya habíamos acabado la obra, y me respondieron sorprendidos: "¡Pero si nadie empieza las obras a tiempo y menos los acaban en plazo!". Así que el ministerio organizó una visita exprés con la dirección facultativa. Estaban encantados, incluso querían que el ministro fuese a visitarla. De repente se apartaron y se pusieron a discutir entre ellos. Me llamó la representante del ministerio y me comentó que entre el ministerio y la

dirección facultativa habían cometido un "gran error y despiste". Antes de empezar las obras me tenían que haber dado unos nuevos planos de obra y lo que habíamos construido y terminado no era lo que habían planeado. En Zambia, normalmente las obras publicas se pagan con grandes retrasos (uno o dos años), pero yo creo que estaban tan avergonzados con su error que tramitaron muy rápido mis certificaciones de obra. Decidí no volver a hacer más obra pública en Zambia.

La economía en Zambia es bastante inestable, todo le afecta, por lo que hay muchos altibajos. En 2014 se murió el presidente del país y empezó una recesión que duró un par de años. La moneda se devaluó un 300%, y lógicamente la construcción también fue afectada.

En mi empresa ha entrado a trabajar uno de mis hijos y actualmente estamos construyendo viviendas de lujo dentro de una reserva de la naturaleza privada a las afueras de Lusaka. Es la primera urbanización de este tipo que se hace en Zambia. No está permitido el vallado de las parcelas individuales para permitir que los animales salvajes puedan circular libremente por toda la urbanización que se desarrolla alrededor de un lago artificial.

Además de construir, durante las obras en esta reserva natural nos ha pasado de todo. Descubrimos una serpiente pitón de más de 4m de longitud en una madriguera junto al campamento de obra. Un avestruz decidió vivir en nuestro campamento hasta que se volvió loca y empezó a atacar a todo el mundo. Presenciamos el momento en que una elefanta adopta a tres crías de elefante huérfanos. Recibimos avisos al departamento de seguridad de presencia de cazadores furtivos, localización de sus campamentos o directamente encontramos animales muertos. Hemos ayudado a los biólogos del parque a capturar crías de animales y animales heridos para protegerlos de las alimañas. También hemos colaborado en la extinción de fuegos espontáneos en los bosques, etc. Y hemos incorporado a la plantilla de obra a algunos chavales de un orfanato cercano, dándoles así una oportunidad de trabajo.

*Construcción de viviendas en Reserva Natural. Jirafas y avestruces frente a las obras*





Mi mujer con un elefante en la reserva

que mi país representa una buena oportunidad de trabajo, o de inversión, pues es un país con muchas cosas por hacer, y si alguno quiere intentarlo, puede contar con mi apoyo y asesoramiento.

Desde luego, el estrés no es ningún problema en Zambia, y en cuanto te adaptas a su ritmo más pausado y comprendes que los retrasos en los plazos están totalmente asumidos por todos los que intervienen en el proceso constructivo, se vive el trabajo de una manera más tranquila y relajada. Por otro lado, es un país con la mayoría de la población cristiana, hospitalaria, amable, alegre y solidaria, con los que la convivencia es generalmente muy agradable y cordial.

Es verdad que también hay mucha pobreza, por lo que hemos creado en España una asociación de ayuda humanitaria llamada "MIRA POR ZAMBIA". Realizamos campañas de recogida de gafas de sol sin graduar en España, y las llevamos a Zambia para entregárselas a gente necesitada. Así que animo a los ingenieros de todas las demarcaciones a que lleven todas esas gafas de sol usadas que dan vueltas por nuestros cajones, para que las entreguen en su Colegio y nos las hagan llegar a la demarcación de Cantabria desde donde nos encargaremos de entregárselas a zambianos necesitados y vulnerables de zonas rurales.

Con otro de mis hijos terminando el grado en Ingeniería Civil en Santander, nuestra familia está viviendo a caballo entre España y Zambia, pero cuando podemos hacemos maravillosos viajes por las reservas naturales de mi país y por los de alrededor (Malawi, Botswana, Namibia, Zimbabwe, Zanzibar).

La naturaleza por todos esos países es impresionante y todavía no está masificada de turistas. Nos ha pasado de todo: Hemos sido perseguidos por elefantes, leones, rodeados por manadas de búfalos, leopardos alrededor de nuestras tiendas de campaña, atascos en arena junto a animales salvajes, pinchazos, nos intentaron robar nuestros depósitos de gasolina, policía de frontera corrupto, etc. Daría para escribir otro artículo o... casi un libro.



Primera campaña de entrega de gafas de sol de MIRA POR ZAMBIA



Mi experiencia como "Caminero" en Zambia ha sido y sigue siendo muy diferente a lo vivido en España, con sus momentos muy buenos, buenos y regulares, pero "experiencias de la vida" al fin y al cabo. Creo

# LA LIBÉLULA ESPAÑOLA

de Federico Cantero Villamil

Fermín Madrazo



La Libélula Española



Portada del libro "Crónica de una voluntad. El hombre, el inventor"

**El libro Federico Cantero Villamil. Crónica de una voluntad. El hombre, el inventor (Madrid, 2006), del que es autor Federico Suárez Caballero, me ha permitido conocer y admirar la figura singular, extraordinaria y prácticamente desconocida de este genial ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Durante años, los trabajos de Cantero permanecieron en el olvido hasta la publicación del mencionado libro y de un excelente artículo**

**firmado por Isabel Díaz de Aguilar Cantero y Federico Suárez Caballero en la revista Ingeniería y Territorio (2007), que estaban basados en el extraordinario legado documental aportado por la hija del ingeniero, Concepción Cantero García-Arenal.**

Federico Cantero Seirullo siempre estuvo vinculado al mundo del ferrocarril, primero como delineante en la línea Madrid-Alicante, y más tarde, como ingeniero industrial. En 1866, al ser nombrado director de la línea Medina del Campo-Zamora, fijó su residencia en esta capital, donde contrajo matrimonio con Isabel Villamil Olivares.

Su hijo, **Federico Cantero Villamil**, nació en Madrid el 22 de junio de 1874. Estudió la carrera de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos en la Escuela de la capital de España, la única existente en el país. Fue el número uno de su promoción (1896) y realizó sus primeros trabajos profesionales en Zamora. En 1905 se casó con Tránsito Cid Ruiz-Zorrilla, perteneciente a una conocida familia de esta capital castellana, con la que tuvo dos hijos. Tras fallecer su esposa en 1909, se volvió a casar tres años más tarde con la nieta de la escritora Concepción Arenal, Concepción García-Arenal Winter, que fue la madre de sus otros seis hijos.

### Sus trabajos en obras públicas

La idea de aprovechar el enorme potencial hidroeléctrico de las aguas del río Duero y de sus afluentes era entonces una quimera, salvo para él. En 1897 proyectó el Salto de San Román, a poca distancia de Zamora, y constituyó una sociedad, "El Porvenir de Zamora" (1898), que duró hasta que, en 1951, una compañía hidroeléctrica adquirió el viejo Salto. Era una empresa adelantada a su tiempo por el tipo de energía que explotaba, por su novedosa tecnología y porque abarcaba el curso fronterizo hispano-portugués del río Duero. Todo esto ha de ser atribuido fundamentalmente a Federico Cantero Villamil, al menos en su diseño técnico.

Una de sus obras más destacadas fue la presa de contrafuertes de Burgomillodo (1929), en el río Duratón, provista de un aliviadero en sifón que podía cebarse a voluntad reduciendo así la longitud del vertedero a la cuarta parte, solución que por primera vez se utilizó en España.

En 1953, la compañía hidroeléctrica recreció en 15 metros la cota de coronación y convirtió la presa en una de gravedad, por lo que los elegantes contrafuertes quedaron embebidos en el hormigón y hoy no se pueden ver.

Como fruto de sus ideas, de sus trabajos y de numerosas horas de dedicación, obtuvo concesiones, proyectó presas de importante altura y diseño deta-

lladamente la que ha pasado a la historia de las más destacadas obras hidráulicas como "Solución española del Duero" o "Solución Ugarte", único proyecto capaz de implicar a los gobiernos de España y Portugal en la construcción conjunta de grandes centrales hidroeléctricas en el tramo internacional.

En 1904, fue nombrado ingeniero jefe del ferrocarril Medina del Campo-Zamora, cargo que ocupó hasta 1918 y que compaginó con el de Director de Carreteras de la Diputación Provincial de Zamora (1910-1912 y 1914-1918).

En 1913, Federico Cantero Villamil redactó y presentó al Ministerio de Fomento un proyecto de ferrocarril para unir Zamora con Orense y así completar el tramo que faltaba para conectar directamente Madrid con Galicia. El trazado atravesaba un terreno extraordinariamente accidentado y montañoso, por lo que era necesario perforar numerosos túneles (entre ellos el de Padornelo, de 6 km de longitud). Años más tarde, se construyó la línea del ferrocarril adoptando este trazado.

En 1922, Cantero Villamil había fijado su residencia en Madrid buscando un lugar más favorable a sus actividades profesionales, a la vez que mejores perspectivas educativas para sus hijos. El Real Sitio de La Granja, cerca de Segovia, se convirtió en el lugar, no sólo de las vacaciones familiares, sino también de algunos de sus trabajos más significativos.

En 1926, con el fin de solucionar el pésimo servicio eléctrico que se padecía en La Granja, emprendió la construcción de una central hidroeléctrica en el río Valsain, el "Salto El Olvido", que supuso además ase-



*Presa Burgomillado en construcción*

gurar el abastecimiento de agua a La Granja, Valsain y La Pradera.

No fue ésta la única obra hidráulica proyectada o construida por Federico Cantero en Segovia. Además del anteriormente mencionado embalse de Burgomillado, estudió también muchas otras posibilidades hidroeléctricas de la provincia, especialmente al pie de la Sierra, entre ellas la que estaba situada aguas abajo de la confluencia de los ríos Cambrones y Valsain, que se construyó más tarde con el nombre de "Embalse del Pontón Alto".

Gracias al extraordinario legado documental aportado por su hija Concepción Cantero García-Arenal, se ha podido saber que todo el visionario y minucioso trabajo ingenieril del aprovechamiento de los saltos del río Duero acabó escapando al control del propio

*Central hidroeléctrica en el río Valsain, el Salto El Olvido para abastecer de agua a La Granja Valsain y La Pradera*





Federico Cantero Villamil

Cantero Villamil, pasando a manos de un grupo empresarial sin que él percibiera a cambio ni siquiera la modesta compensación económica que solicitó.

También ocurrió algo parecido con la intensa dedicación del ingeniero durante la segunda década del siglo XX al proyecto del ferrocarril de Zamora a Orense. Cantero Villamil no obtuvo el reconocimiento técnico ni la retribución debida. Los honores y beneficios recayeron en otras manos.

En 1934, durante la Segunda República, el Ministro de Obras Públicas le nombró Director General de Obras Hidráulicas, cargo en el que únicamente permaneció seis meses.

## Su interés por la aeronáutica

Desde sus años en Zamora, se interesó por los temas aeronáuticos. El primer vuelo eficaz de un aeroplano se había conseguido en 1903 y ya en 1912, Cantero intentaba resolver el problema de sostener un aparato en el aire, propulsarlo mediante paletas giratorias y que, a diferencia del aeroplano, fuera capaz de despegar verticalmente.

Leonardo da Vinci (1452-1519) había esbozado una máquina voladora con rotor helicoidal que, salvando las distancias, podría considerarse como un antepasado lejano del helicóptero. Naturalmente, sin un motor adecuado todo aquello no eran sino ideas imposibles. En el siglo XX se desarrolló la tecnología adecuada y numerosos ingenieros e inventores comenzaron a trabajar sobre este concepto. La mayor parte de los intentos terminaron en fracasos.

A principios de 1922 el argentino Raúl Pateras Pescara realizó el primer vuelo controlado de una máquina volante similar a un helicóptero, aunque todavía quedaba mucho camino por recorrer para conseguir un aparato fiable.

Y no era el único, pues el español Juan de la Cierva, también ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, había patentado su autogiro en 1920.

Durante los años veinte, los trabajos de Cantero Villamil en aeronáutica son especialmente intensos y productivos. En 1923 publicó un libro titulado "Aviación y relatividad. Problemas del vuelo sin motor. Exposición elemental. La hélice que se atornilla en el viento", y mantenía correspondencia con otros investigadores europeos. A la vez, solicitó sucesivamente hasta 23 patentes en relación con su objetivo. A finales de 1935, fundó la Sociedad de Vuelos Planeados y a Vela de La Granja.

Para analizar las diferencias entre autogiro y helicóptero he recurrido a textos que se utilizan en las Escuelas de Ingenieros Aeronáuticos. Pido de antemano perdón por mi ignorancia en la materia y por los errores en que pudiera haber incurrido al realizar la síntesis del tema.

Autogiro	Helicóptero
La sustentación la proporciona el rotor.	La sustentación la proporciona el rotor.
Las palas del rotor no giran por acción de una fuente de potencia, sino por fuerzas aerodinámicas (autogiran)	Las palas del rotor giran por efecto de una fuente de potencia.
El desplazamiento horizontal no se consigue por medio del rotor, sino por otra fuente de potencia (motor)	El desplazamiento horizontal se logra por medio del rotor.
El despegue y el aterrizaje no son verticales.	El despegue y el aterrizaje son verticales.

Su última patente fue la del helicóptero que llamó la **Libélula española** o **Libélula Viblandi**, abreviatura de Villamil, Blanco y Díaz, apellidos de sus dos colaboradores. Usando el conocimiento que había adquirido durante treinta años de trabajo, Cantero comenzó a construir su helicóptero en 1935, pero al año siguiente estalló la Guerra Civil y el proyecto estaba en Madrid (zona republicana), mientras que Cantero permanecía en Zamora (zona nacional).

En 1941 el aparato estaba preparado para realizar pruebas de vuelo, pero finalmente quedó en el olvido después del éxito obtenido por Igor Sikorski en 1939, quien es generalmente considerado como inventor del helicóptero. Como en tantas ocasiones, el destino se empeñó en enterrar su recuerdo hasta épocas recientes.

Después de la guerra, Federico Cantero Villamil fue nombrado Inspector en 1941 y formó parte del Consejo de Obras Públicas, en el que se jubiló en 1944 siendo Presidente de la sección de Puertos.

### Sus últimos años

Una vez jubilado, se dedicó a escribir. En sus últimos escritos abundan las reflexiones de tipo filosófico, moral y religioso, a las que dedicó mucho tiempo e interés pues era un hombre de fe. Entre ellos destaca el titulado *"Noción precisa del destino del hombre en la Tierra"*, en el que ideó un original diálogo entre el Átomo y el Hombre.

Falleció en Madrid el 22 de diciembre de 1946. Fue un personaje de primera fila en la desconocida historia de la técnica en nuestro país. Un ingeniero genial, adelantado a su tiempo. Lo que ha sido el siglo XX en España, especialmente en lo referente a energía hidroeléctrica y aeronáutica, no puede entenderse sin la figura de Federico Cantero Villamil.

**Fermín Madrazo**

Este fin de año,  
mas que  
nunca

Feliz año nuevo.  
Próspero 2021



Colegio de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos  
Cantabria

# Con la fuerza del agua

ENTREVISTA

**CÉSAR VIDAL**

Uno de los estereotipos que circulan sobre los ingenieros de Caminos es que no es fácil entrevistarlos por su mentalidad cuadrículada y parquedad en el relato. Una vez más, con nuestro compañero César Vidal Pascual se viene abajo el argumentario y, en esta ocasión, de forma casi estrepitosa. El prestigio de este apreciado ingeniero cántabro acaba de ser reconocido por el Colegio de Ingenieros a nivel nacional con la concesión de la Medalla al Mérito Profesional.

Nos recibe de forma afectuosa, en su tajo, en IHCantabria. Yo había conocido a César a primeros de los años 70, en aquel segundo curso multitudinario, en aquella gran represa que se formaba en la carrera de Caminos, que me hizo coincidir con colegas de unas cuantas promociones. No voy a decir que está igual de aspecto que entonces, pero sí muy parecido. Es increíble lo bien que se conserva. Le explicamos que queremos conocer la trayectoria profesional que le ha llevado a ser merecedor de tan distinguido premio que tan pocos ingenieros de nuestra demarcación han conseguido.

Bueno, pues ese cartesianismo que nos atribuyen a los ingenieros (con bastante fundamento) resulta que nos facilita mucho la labor porque el relato fluye ordenado y preciso, además de ameno y muy interesante. Intentamos ahora transmitir, reproducir su narración y el tono de la charla, tal y como fue.

Siendo el mayor de nueve hermanos y residiendo en Santander, sus gustos por la Biología o por la Arqui-

tectura tuvieron que dejar paso a la Ingeniería ante la opción de hacer la carrera sin necesidad de salir de casa.

Mientras estudiaba el primer curso compatibilizaba estudios y trabajo, ayudando a su padre, pero, al pasar a segundo, tuvo que limitarse a hincar codos para poder sacar adelante las asignaturas más complicadas. No duró mucho esa situación de exclusividad en los estudios, porque, una vez superado aquel terrible segundo, a la alegría por tal heroicidad siguió otra todavía mayor, la de la paternidad. O sea, vuelta a estudiar y a trabajar, esta vez como cambiador de pañales y demás oficios varios que lleva inherentes la ampliación de la familia.

Hasta entonces, sin embargo, no todo habían sido codos. También había usado las piernas, dada su pasión por la montaña que, en una ocasión, le habían llevado de escalada a Pirineos, junto a otros compañeros, entre los que se encontraba a cargo del botiquín de primeros auxilios una chica muy guapa. Y, en medio de una gran tormenta, a más de 2.500 metros de altura, con ella al lado ahí arriba subidos, parece ser que se sintió, como diría Dylan, "knock, knock, knockin' on heaven's door".

Cuando se encontraba en tercero tuvo que dejar a medias un examen de Cálculo Numérico, para salir pitando al hospital (con permiso y felicitación de aquel inolvidable profesor, Pepin Revilla), justo para ver nacer a su primera hija, Susana.

De su paso por la Escuela, junto a los malos tragos que todos conocemos, también está el recuerdo de una serie de buenos profesores: Rafael López, Gómez Laá, Ricardo Quince, Enrique Castillo, Pepín Revilla, Miguel Losada, etc. Su gusto por el Cálculo de Estructuras y su facilidad para elaborar programas informáticos (¡como ayudaban en los exámenes, los programas que elaboraba en aquellas Hewlett Packard!), parecían marcar su futuro profesional, pero... no nos adelantemos.

Terminó la carrera en 1979, con otra hija más alegrando su vida, y, como tantos de nosotros, con su primer trabajo en aquellos proyectos de Diputación (saneamientos, abastecimientos de agua, pequeños tramos de carreteras, etc), que había puesto en marcha nuestro querido y admirado compañero Fermín Madrazo.

En octubre de ese mismo año le llamó Miguel Losada para ofrecerle una beca de Iberduero para trabajar en energía procedente del oleaje. Todavía eufórico por tener esa oportunidad tuvo su primer susto profesional: Había que ir a Göteborg en Suecia, a un congreso, el primero que se celebraba en Europa, sobre ese tema del oleaje. Solo había una pequeña pega, no tenía ni idea de sueco, ni tampoco de inglés. Pero el viaje le resultó muy provechoso, porque no fue necesario que nadie le dijera lo que tenía que hacer nada más volver: ponerse a estudiar inglés.

Un año con la beca de Iberduero dejó paso a otra del Ministerio de Educación y Ciencia, una beca F.P.I ( Formación de Personal Investigador) en el mismo campo de energía del oleaje.

Al tiempo que elaboraba su tesis (Análisis del recurso del oleaje en las costas españolas y estudio de un sistema de aprovechamiento), participaba en proyectos de investigación en puertos, en playas, cada vez más solicitados en toda España, dando solución a los problemas reales que tenían. También comenzaban a llegar los primeros estudios para otros países dada la solvencia y prestigio que el departamento empezaba a adquirir. La tesis la defendió en 1984 y en 1987 logró el puesto de profesor titular de Ingeniería Hidráulica en la Escuela.

Por esas fechas, en la Escuela, de la mano de una serie de profesores jóvenes (César Sagasetta, Enrique Castillo, Miguel Losada, Pepin Revilla, etc.) se estaba produ-

ciendo un importante cambio. Se quiso profesionalizar la docencia y favorecer la investigación en los distintos departamentos. Dentro de esa nueva orientación, Miguel Losada había conseguido poner en marcha la construcción del tanque y del canal de oleaje de la Escuela que, sin embargo, no funcionaba correctamente. A él le corresponde el honor de solucionarlo, desarrollando el software correspondiente y diseñando una nueva pala, con lo que se pudieron comenzar nuevas investigaciones. Aquello fue el origen del IHCantabria que hoy conocemos.

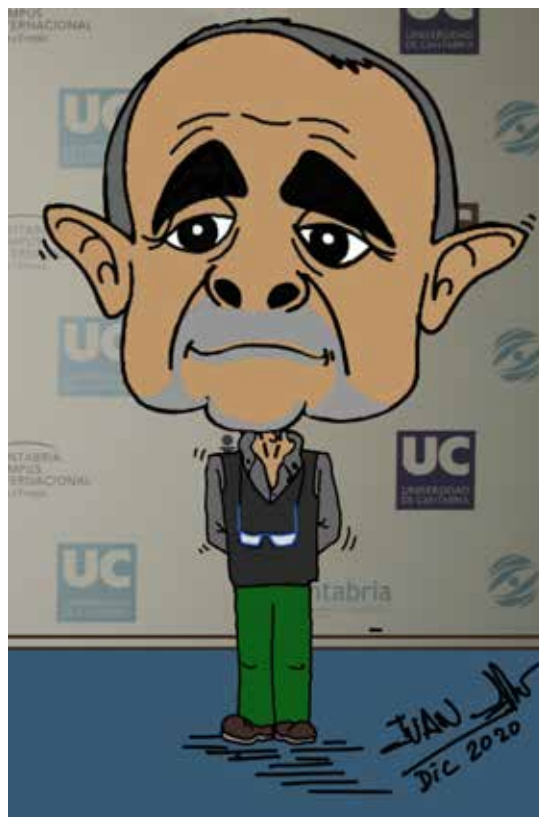
La investigación que se llevaba a cabo en su departamento era de dos tipos: básica, financiada por el propio Ministerio, y aplicada, dando servicio a todo tipo de empresas, lo que generaba una fuente de financiación externa muy importante para poder seguir avanzando: contratando nuevos ingenieros recién titulados, mejorando equipamiento, ampliando instalaciones, etc.

En 1991 Miguel Losada impulsó dentro del departamento las colaboraciones en el extranjero, lo que le llevará a viajar a Ottawa (con toda la familia), para trabajar en el laboratorio de hidráulica del National Research Council (NRC) en temas de estabilidad de diques en talud rebasables y sumergidos.

Experiencia apasionante en todos los sentidos de la que destaca la perfecta organización del sistema anglosajón de trabajo, que se traduce en una gran eficacia: horarios bien definidos, medios humanos,

técnicos y financieros adecuados," y ... aquellos cafés a media mañana cuando todos los investigadores se reunían y, de forma distendida, ponían en común todos sus trabajos, sus problemas, sus avances, sus logros".

Tras ese feliz año en Canadá vuelve a España en 1992 a un departamento que sigue creciendo en prestigio y carga de trabajo. Pasan un par de años y cuando Miguel Losada se va trabajar a EEUU, se quedan como responsables Raúl Medina, Iñigo Losada, y él mismo. Son la referencia absoluta en España en temas de oceanografía, pero si quieren subir otro peldaño, y pasar a competir a nivel internacional en grandes proyectos, la infraestructura con la que cuentan en la Escuela no es suficiente.





Entre 1996 y 2004, la insuficiencia de infraestructuras de investigación y espacio para despachos en la Escuela de Caminos se va haciendo cada vez más apremiante, con los canales y tanque de oleaje saturados de trabajo y los investigadores dispersos por diversos espacios de la Escuela. También se echa en falta una estructura organizativa más eficaz.

2006 es un año de altibajos emocionales para César. A primeros de año fallece su esposa María Jesús víctima de cáncer y a principios del otoño, su madre. Sin embargo, encuentra un alma gemela en Isabel con quien se casa a finales de ese mismo año.

En el año 2007 prepara y gana la oposición para la cátedra e inicia un cambio en sus investigaciones, centrándose en las energías renovables marinas (undimotriz y energía eólica marina), un campo con un futuro extraordinario.

A partir de 2005 el Grupo de Ingeniería Oceanográfica (GIOG), dirigido por Raúl Medina y el Grupo de Emisarios Submarinos e Hidráulica Ambiental (GESHA), dirigido por José Antonio Revilla, empiezan a trabajar en un nuevo marco institucional que permitiera el desarrollo de carreras profesionales, no solo vinculadas a la actividad docente. El impulso de la UC para poner en marcha institutos de investigación, la gestación de la Directiva Marco del Agua y el apoyo del Gobierno Regional condujeron a los profesores e investigadores de ambos grupos a proponer la creación de un instituto de investigación. De esta manera, en marzo de 2007 (el Día Internacional del Agua) se crea la Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad del Cantabria, todavía con sede en la Escuela de Caminos, siendo su primer director el profesor Íñigo J. Losada.

Paralelamente, en 2007 el Gobierno de Cantabria encomendó a IHCantabria la preparación de una

propuesta para la construcción de un tanque experimental oceánico dentro del nuevo mapa de Infraestructuras Científico-Técnicas Singulares (ICTS) propuesto por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN). Rápidamente se ponen a ello, y es el propio César quien elabora el anteproyecto de lo que será el nuevo tanque oceánico y costero de Cantabria (CCOB), su sueño para acometer esos proyectos a gran escala, a nivel mundial. La propuesta, que incluye el edificio de la nueva sede del Instituto y los nuevos laboratorios (además del oceanográfico, el ambiental) es aprobada por el MICINN y se inician las obras en 2009, financiadas en un 49% por el Ministerio, otro 29% por el Gobierno de Cantabria y un 22% con fondos FEDER de la Comunidad Europea.

Para la ceremonia de colocación de la primera piedra se preparó un dispositivo que mezcló las aguas recogidas en los océanos y mares de la Tierra. Ni que decir tiene, que fue César el encargado de subir a la cumbre del pico Tres Mares a recoger agua (en ese caso nieve) de las vertientes Cantábrica (río Nansa), Atlántica (Pisuerga) y Mediterránea (Hijar-Ebro) para mezclarlas con las aguas oceánicas del Pacífico y del Índico en la ceremonia.

Las obras comenzaron en el año 2009 y finalizaron en 2011, justo antes de la gran crisis que haría naufragar los proyectos de otras comunidades autónomas que se quedaron, en muchos casos, definitivamente sin poder realizarlas, por falta de financiación para llevarlas a cabo. Gracias a su planificación y su impulso, el CCOB fue la primera I.C.T.S (Infraestructura Científica y Técnica Singular) puesta en marcha en España.

Su trabajo actual, tan apasionante, no se limita a la investigación para la producción de energía eólica offshore y al apoyo logístico que requiere la construcción de los grandes parques eólicos marinos, sino también a su transformación en alta mar en com-





bustible (hidrógeno, amoníaco) para su almacenaje y posterior transporte. Aunque está cerca de la edad de jubilación, dice que no quiere desligarse totalmente de un trabajo tan interesante y tiene la idea de seguir colaborando con el Instituto, investigando y transmitiendo sus conocimientos a otros que sigan por esta senda. Una enorme oportunidad para los alumnos, que tras el Máster en Ingeniería de Caminos opten por ampliar sus conocimientos específicos con los Máster de Ingeniería de Puertos y Costas o por el de Gestión Integrada de Sistemas Hídricos, cuyos egresados son muy solicitados por empresas de todo el mundo.

Durante la entrevista en la que ha hecho un recorrido por su trayectoria profesional, descubriendo también algunos aspectos de la Escuela o del Instituto, también ha querido dar su opinión personal sobre los problemas que actualmente afectan a las playas en Santander.

Sobre las piedras que se han visto en la segunda playa del Sardinero, procedentes de la ampliación del paseo por las obras del nuevo saneamiento, comenta que allí se levantó un muro muy liso, sin los rompeolas que tenía anteriormente, sobre el que avanzan las olas con mucha rapidez, ocasionando que entren con mucha fuerza en la playa llevándose la arena.

Sobre los espigones de la playa de la Magdalena, se muestra en contra de retirar lo hecho hasta ahora y cree que sería más acertado completar lo que falta, "porque si no, el mar azotará la zona del balneario y también se llevará gran parte de las playas de la Magdalena y de Peligros". Piensa que sería bueno, que tras una consulta a la ciudadanía o concurso de ideas, se aportara una solución más estética, más útil y que mejore el impacto visual de los dos espigones. "Quizás con una superficie de acabado que se pudiera transitar y utilizar adecuadamente".

Preguntado por cuál es el proyecto que echa en falta en España y en el que le gustaría participar expresa su deseo de ver "campos eólicos" flotantes en el mar, ya que España cuenta con ubicaciones ideales para ello como Gerona, Galicia, Cabo de Gata, Estrecho de Gibraltar, etc. "Tienen la ventaja añadida, de que los aeogeneradores se pueden fabricar al borde del mar, lo que permite unos tamaños muy superiores a los de tierra, al no tener los límites que impone el transporte por carretera y que España se pueda convertir así en una potencia mundial de generación de energía renovable".

En relación al que se ha colocado en el Sardinero, explica que es un modelo de 30 kW de la empresa SAITEC, construido a escala 1/6 del prototipo (que será de 10 MW). "Se ha elegido dicha zona porque está protegida de los temporales del noroeste y porque los oleajes del nordeste tienen una escala que corresponde a 1/6 de los del noroeste. En este modelo se está ensayando el comportamiento dinámico: cargas en las líneas de fondeo, telemetría, movimientos de la plataforma, etc., para las que no siempre es necesario el giro de las palas, cuya inactividad sorprendería a muchos".

**Guillermo López  
Christián Martínez**





# Miguel Ángel Carrillo

## Nuevo presidente del Colegio

**La candidatura presidida por Miguel Ángel Carrillo, con Ricardo Martín de Bustamante como Vicepresidente, ha sido elegida por los colegiados para representar al Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos durante los próximos cuatro años.**

La nueva Junta de Gobierno, compuesta por Presidente y Vicepresidente junto con sus diez vocales, se han impuesto a las otras dos candidaturas encabezadas por Gil / Rojo y por Motellón / Esteban.

Los resultados han sido los siguientes:

**Candidatura Carrillo / Martín de Bustamante: 3748 votos**

**Candidatura Gil / Rojo: 1782 votos**

**Candidatura Motellón / Esteban: 1106 votos**

Miguel Ángel Carrillo ha tomado posesión de su cargo como presidente del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, así como los miembros de la nueva Junta de Gobierno –con la firma del acta– tras un atípico proceso electoral interrumpido por la COVID-19 y que, finalmente, culminó el pasado 15 de julio. El acto ha contado con la presencia de José Trigueros, presidente de la Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil y del Instituto de la Ingeniería de España, y de Juan A. Santamera, presidente saliente del Colegio de Ingenieros de Caminos.

Durante su intervención, Miguel Ángel Carrillo ha agradecido la confianza que le ha brindado el colectivo de ingenieros de Caminos. “Comienza un nuevo ciclo marcado por unas circunstancias que no

nos son favorables. Debemos superar importantes y nuevos desafíos”, ha explicado. En este “escenario complejo”, el nuevo presidente defiende “la inversión en construcción, desarrollo y mantenimiento de infraestructuras, y la fórmula de colaboración público-privada como motor para la recuperación económica y para la creación de empleo”.

Miguel Ángel Carrillo, que ha sido elegido por más del 50 % de los ingenieros que ejercieron su derecho a voto, ha subrayado que “el Colegio está al servicio de los colegiados, a quienes debemos ofrecer la atención, la ayuda y el servicio que se merecen y necesitan, sin importar en qué parte del mundo están”. Asimismo, ha afirmado que es un honor encabezar este equipo que va a trabajar para “impulsar la institución en pro de la profesión y de la sociedad”.

El nuevo presidente de los ingenieros de Caminos ha lanzado un mensaje integrador y conciliador: “El Colegio nos representa a todos. Los ingenieros de Caminos tenemos que estar unidos y seguir mostrando nuestro compromiso ejemplar de servicio público”, a la vez que destaca que “comienza un nuevo tiempo en el que trabajaremos para que nuestro Colegio sea más útil, influyente, participativo, transparente, sostenible, tecnológico y solidario. Un nuevo tiempo para avanzar juntos”.

El presidente saliente del Colegio, Juan A. Santamera, ha mostrado su agradecimiento a todos los órganos del Colegio y a todas las personas que han trabajado a su lado en estas dos legislaturas. Además, ha felicitado a la nueva Junta de Gobierno.

Por su parte, José Trigueros, presidente de la AIC-CP y del IIE, ha puesto en valor el liderazgo de los ingenieros de Caminos españoles en todo el mundo



y ha repasado los retos actuales a los que se enfrenta la profesión: cambio climático, economía circular, industria, movilidad, agua, energía... "La ingeniería actual no está al margen de la sostenibilidad, del cambio climático o de la digitalización... Por lo que el futuro pasa por conocer estas materias". Finalmente, ha señalado que la tarea que le espera a la nueva Junta de Gobierno "es difícil pero apasionante y estimulante", y ha querido mostrar el apoyo y la colaboración de la Asociación de Ingenieros de Caminos, ya que comparten objetivos: "Los ingenieros de Caminos somos integradores y trabajaremos para que nuestro papel sea relevante en la sociedad".

En las elecciones se eligieron los representantes para renovar la Junta de Gobierno y el Consejo General del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales.

## JUNTA DE GOBIERNO

**Presidente:** Miguel Ángel Carrillo

**Vicepresidente:** Ricardo Martín de Bustamante

**Vocales:**

Vicente Negro,  
Carmen de Andrés,  
Alejandro Castillo,  
Pino Álvarez,  
Almudena Leal,  
Federico Bonet,  
Ángela Martínez,  
Fernando Ruiz,  
José de Oña y  
Juan Manuel Medina

# camus

impresores

libros,  
catálogos  
folletos  
carteles  
flyer  
carpetas  
revistas  
digitalizaciones  
ploters  
vinilos  
rotulación, ...

info@camusimpresores.com  
www.camusimpresores.com

**942 565 406**

Parque Emp. de Morero  
Parcela 2-11 - Nave 17,18,19  
GUARNIZO

### Paseo Jane. Plan General de Santander



La Demarcación organizó en agosto unos de los paseos planteados por el Ayuntamiento llamados paseos de Jane para todos los colegiados interesados en participar en los trabajos previos para la revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Santander (PGS), instrumento básico y principal de ordenación integral de los usos y la edificación de Santander.

### Videos Monográficos



A lo largo del mes de Agosto se ha puesto en marcha un nuevo proyecto de difusión y prestigio de la profesión que constará de una serie de videos monográficos de diferentes colegiados representativos en su sector y transmisores de los valores fundamentales en ingeniería. Este proyecto tiene como objetivo prestigiar nuestra profesión desde el lado más humanístico dejando constancia de la cantidad de resultados socioeconómicos que conlleva nuestra actividad.

### Foro de la Ingeniería Global

En el mes de septiembre de nuevo, y en el marco de los cursos de la UIMP, tuvo lugar el Foro de Ingeniería Global. Este año, y debido a la pandemia, los ponentes intervinieron presencial y telemáticamente. Contando con las aportaciones de Miguel Ángel Carrillo, nuevo presidente del Colegio y de José Luis Ábalos, ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana; Ana Pastor, diputada, ex ministra de Obras Públicas, Teresa Rivera, Vicepresidenta y ministra para la Transición Ecológica y Cristina Narbona, vicepresidenta del senado y experta en medio ambiente.



### Reunión con la Junta de Gobierno del Colegio

La Junta Rectora de la Demarcación se reunió con la actual Junta de Gobierno del Colegio recientemente elegida, aprovechando el seminario que se celebró en los Cursos de la UIMP en el Palacio de La Magdalena, para tratar aspectos colegiales. Se desarrolló una reunión muy fructífera y se debatieron aspectos como el esfuerzo en la divulgación de la profesión, las actuaciones en valor de su prestigio y su defensa, la intensificación de los servicios colegiales y estructuras organizativas.



## Webinar sobre teletrabajo

Una de las actividades que más aceptación ha tenido por parte de los colegiados ha sido un webinar sobre las diferencias del teletrabajo, siendo el anticipo de un itinerario formativo incidiendo en las distintas aplicaciones posibles.



## Máster BIM de la UC

El pasado mes de octubre, el Decano y el Secretario de la Demarcación asistieron a la sesión inaugural del Máster BIM de la Universidad de Cantabria en su edición 20-21.



## Medidas Ayto. Santander para reactivar la economía

La Demarcación organizó un webinar para los colegiados explicando las medidas que Ayuntamiento de Santander ha tomado para la reactivación de la economía y las ayudas disponibles y susceptibles para el aprovechamiento de los colegiados.

## Presupuestos 2021 de la Demarcación

El 26 de Octubre se celebró la sesión ordinaria de la Junta Rectora donde se aprobaron los Presupuestos 2021 de la Demarcación.



## Reunión con la Consejería de Obras Públicas

El 28 de Octubre una representación de la Demarcación se reunió con el Consejero de Obras Públicas, Ordenación de Territorio y Urbanismo del Gobierno de Cantabria para tratar diversos asuntos de interés para la región. Continuaron con las propuestas y tramitaciones a fin de conseguir un futuro convenio de visado así como sentar las bases para trabajar conjuntamente en la nueva Ley del Suelo de Cantabria o aspectos fundamentales de la CROTU (Comisión Regional de Ordenación del Territorio y Urbanismo) o el PROT (Plan Regional de Ordenación Territorial).

## Máster en Ingeniería Ferroviaria

El Decano y Secretario de la Demarcación mantuvieron una reunión en septiembre por videoconferencia con el equipo directivo del nuevo Máster en Ingeniería ferroviaria.



### Donación a la Asociación Brumas contra el paro

El Colegio ha colaborado con la Asociación Cantabra de Lucha contra el Paro 'Brumas'. La donación aportada fue recaudada durante la fiesta infantil de Navidad del pasado año, a través de una fila cero de donación voluntaria para apoyar alguna causa social.

A pesar de las dificultades en estos tiempos de COVID, la donación ha permitido apoyar a dos personas para la obtención del carnet de conducir en el marco de los itinerarios individualizados de acompañamiento que realiza esta asociación.

La Asociación Bruma trabaja para la inserción socio-laboral de personas en riesgo y/o exclusión social a través de Itinerarios Individualizados de acompañamiento en la búsqueda activa de empleo, la formación y la atención social.

Una de las necesidades frecuentes entre la población joven es la carencia del carnet de conducir tipo B, necesario para esa inserción laboral ya que les mejora de su empleabilidad

Desde el año 2017 la asociación ha conseguido becar a 7 personas de las cuales 4 obtuvieron el carnet de conducir y gracias a él tres están actualmente trabajando.



### Plan de Recuperación y Resiliencia

Desde la Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente se está trabajando, junto con el resto de Consejerías del Gobierno de Cantabria, en la elaboración del Plan de Recuperación y Resiliencia que se va a trasladar al Gobierno Nacional para que, a su vez, se integre en el Plan de Estado que ha de aprobar la Unión Europea para poder recibir los fondos extraordinarios, aprobados por el Consejo Europeo el pasado mes de julio, para financiar las medidas de recuperación destinadas a hacer frente a los efectos de la crisis generada por la pandemia del COVID-19. Desde el colegio queremos trasladar una batería de aportaciones a los proyectos de la consejería para acceder a dichos fondos.

### Multiconferencia: Soluciones para emprendedores



En la situación actual generada por la crisis COVID-19, las Demarcaciones de Asturias, Cantabria, Castilla-León y Las Palmas hemos organizado una multiconferencia sobre el tema "SOLUCIONES PARA EMPRENDEDORES" con la colaboración de Banco Caminos, en la que se mostraron las soluciones financieras disponibles para emprender por estar colegiado.

Esta multiconferencia con Banco Caminos forma parte de un itinerario formativo e informativo de seis módulos con distinta temática creado para dar soluciones a los distintos perfiles colegiales y fórmulas donde Banco Caminos puede ayudarnos.



## Estrecha colaboración con le Consejería de Obras Públicas



El Colegio ha presentado, a través de su grupo de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Movilidad (GOTUM), ante la D. G. de Urbanismo y Ordenación del Territorio de Cantabria aportaciones al "Anteproyecto LOTUCA (Ley de Ordenación del Territorio y Urbanismo de Cantabria) para COTU Y CROTU".

El consejero de Obras Públicas, José Luis Gochicoa se reunió con el decano Ezequiel San Emeterio, el vicedecano Luis Ángel Fernández, el secretario, Christian Martínez y Marcos Jayo, vocal de la Junta de Gobierno del Colegio y experto en urbanismo.

## Curso de Derecho Administrativo

Ante las últimas consultas generadas y siendo un tema de gran interés para muchos de vosotros, hemos organizado dos jornadas sobre "CONCEPTOS BÁSICOS DE DERECHO ADMINISTRATIVO" que puedan ser útiles dentro de vuestras distintas funciones a desempeñar.

El curso ha estado impartido por Eduardo Lastra y Jaime Lastra, letrados de la Demarcación y se ha desarrollado los días 1 y 3 de diciembre, tanto de forma presencial en nuestra sede, como vía streaming.



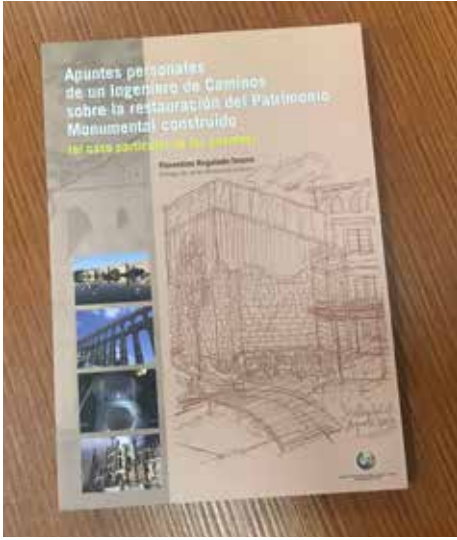
## Navidad 2020 Brindar en la distancia



Debido a la actual pandemia este año no habrá fiesta de Navidad del Colegio, aunque la Demarcación mantiene nuestras tradiciones con la convocatoria de los concursos de fotografía y de dibujo infantil, cuyo fallo daremos a conocer en los próximos días. A pesar de todo, el Colegio quiere estar presente en estas fiestas y brindar aunque sea en la distancia con todos vosotros con el deseo de un 2021 libre de Covid. Para ello se ha preparado un pequeño obsequio consistente en 2 botellas de vino que cada colegiado tiene a su disposición para recoger en la sede de la Demarcación en horarios de oficina.

## BREVES

### Nuevas publicaciones de colaboradores de la Demarcación



Tres nuevos libros de estrechos colaboradores de la demarcación han salido de las imprentas estos meses y ya están en nuestra biblioteca.

Florentino Regalado ha publicado el libro "Apuntes de un Ingeniero de Caminos sobre la restauración del Patrimonio Monumental construido. El caso particular de los puentes", con prólogo de Javier Manterola Armisen.

Luis Villegas Cabrero ha editado el libro "El puente de Meca en Uceda y su valor patrimonial". Un volumen que trata sobre la ejemplar restauración y acondicionamiento del entorno del citado monumento.

Carlos Nárdiz ha escrito el libro "El paisaje en la ingeniería". Con especial atención a la simbiosis de la obra pública con el entorno paisajístico.



Para poner en valor la Obra Pública ejecutada en Cantabria por Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, la Demarcacion del Colegio ha llegado a un acuerdo con El Diario Montañés para la publicación periódica de una serie de artículos en los que se destaca la obra civil de la región y el legado de los ingenieros de caminos en el patrimonio cántabro.

Artículos bajo el título 'Ingeniería Vital' y firmados por destacados miembros de nuestra institución.



Tanto en la edición impresa de El Diario Montañés como en la digital en cualquier dispositivo, se han podido leer la serie de artículos de Ingeniería Vital, que a continuación recuperamos y reproducimos.



EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN CANTABRIA INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS

## El largo camino del agua

### La ruta del agua

Los caminos que siguen el Bitrasvase del Ebro-Pas-Besaya y la Autovía del Agua



Fuente: Elaboración propia. GRÁFICO DAVID VÁZQUEZ MATA

### La concentración de la población y el desarrollo industrial provocan un consumo de agua cada vez mayor

En Cantabria el agua fluvial siempre ha sido abundante, fácilmente accesible y, hasta hace algunos años, de excelente calidad. Así lo expresaba A. Maestre en 1864: «...Por todas partes brotan fuentes, por todas partes corren arroyos en distintas direcciones; por todas partes se ven cascadas o saltos de agua...». Hoy, la situación ha cambiado radicalmente. La razón es el continuo incremento de la demanda por parte de la industria, de los servicios urbanos y de una población que, conforme a las nuevas formas de vida, requiere cantidades cada vez mayores de agua.

El hecho se agrava por la progresiva concentración espacial de la población en un reducido número de municipios del área litoral que, además, incrementa enormemente sus necesidades con la afluencia turística estival, precisamente en la época en la que las disponibilidades naturales son más escasas.

Actualmente, en las comarcas de Santander y Torrelavega

ya en varios municipios turísticos de la Costa Oriental (Noja, Laredo, Castro Urdiales) la demanda estival supera ampliamente los recursos disponibles de sus respectivas áreas. El requerimiento anual de agua potable en Cantabria es de unos 74 millones de metros cúbicos, de los cuales 40 corresponden a la época de octubre a mayo y los 34 restantes a la época de junio a septiembre, motivados por la afluencia turística. Para el año 2040 la demanda anual para abastecimiento de la población se estima a unos 90,5 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales 40,5 corresponden a la época estival y 50 al resto del año.

Existen cinco grupos de infraestructuras hidráulicas destinadas a suministrar agua potable a la población de Cantabria:

**Planes Hidráulicos:** Son sistemas de abastecimiento de titularidad autonómica previstos para una zona geográfica (uno o varios municipios) que por su población, actividad económica y disponibilidad de recursos hídricos constituya un foco óptimo de abastecimiento.

**Sistemas de Abastecimiento Supramunicipales:** Gestionan agua para más de un municipio, que puede disponer de



Plan Hidráulico Deva. ETAP Deva, inicio de la Autovía del agua.



Plan Hidráulico Castro. ETAP Guriezo, final de la Autovía del agua.

infraestructuras fuera de su término municipal, como sucede en Santander y Torrelavega. El agua para Santander y su en-

#### KALIN NIKOLOV

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Funcionario Jubilado



torno procede de diversas captaciones: manantiales y pozos en el término municipal de San Martín de Toranzo, captaciones superficiales en el río Pas (Sotoluz), y Pisueña (La Penilla). También es relevante el caudal (hasta siete millones de metros cúbicos anuales) procedente del embalse del Ebro a través del bitrasvase Ebro-Besaya-Pas.

La captación principal del sistema de abastecimiento de Torrelavega está situada en la presa de Los Corrales de Buelna (río Besaya), y cuenta con dos complementarias en los ríos Besaya (Somahoz) y Cieza. También aquí es posible la incorporación de agua procedente del embalse del Ebro.

**Sistemas de Abastecimientos Municipales:** Gestionan agua solo para un municipio, con infraestructuras de su competencia localizadas dentro de su término municipal.

**Bitrasvase Ebro-Besaya-Pas:** Es una infraestructura hidráulica declarada de interés general e incluida el Plan Hidrológico Nacional. Está preparada para transportar agua desde el embalse del Ebro hacia la zona del litoral mediante una conducción de unos 55 km de longitud. También puede transportar aguas desde la cuenca de Besaya hacia el embalse de

Ebro, cumpliendo con las exigencias de la Ley de Agua de devolver las captadas en otras cuencas hidrográficas.

Hasta 2018 la reglamentación vigente permitía captar hasta 26 millones de metros cúbicos, aunque en realidad nunca se detrajeron más de siete. Esa autorización fue suspendida en 2019 y en la actualidad se tramita una nueva.

Las obras que lo integran costaron 82 millones de euros, 75% de los cuales se pagaron con fondos europeos; para el resto el Gobierno de Cantabria contrajo un préstamo que estará pagando hasta el año 2054. Puesto que se trata de una necesidad de primer orden, como indica la Ley de Agua, y porque los perjuicios derivados de la construcción y explotación del embalse del Ebro nunca fueron justamente compensados, Cantabria continúa reivindicando la no devolución del agua al embalse.

**Autovía del agua:** Esta infraestructura, que es una conducción a presión de 155 kilómetros de longitud y diámetro variable entre 500 y 1.200 milímetros, recorre la franja costera entre Unquera y Castro Urdiales. Empezó a funcionar en 2015 y costó 200 millones de euros, íntegramente pagados con los presupuestos de Cantabria, pese a que en 2009 fue declarada de interés general del Estado.

Esta larga tubería y las instalaciones que la conectan con obras de los planes hidráulicos costeros, a los que recibe o entrega agua, permiten el trasvase entre zonas con abundancia y escasez. También se relaciona con los abastecimientos de Santander y Torrelavega, trasvando recursos hídricos, de manera reversible, de las fuentes que los abastecen o del embalse del Ebro, a través del mencionado bitrasvase.

Hoy en día, el abastecimiento de agua de Cantabria cumple en buena medida la exigencia del vigente Plan Hidrológico Nacional de «gestionar la oferta del agua y satisfacer las demandas de aguas presentes y futuras a través de un aprovechamiento racional, sostenible, equilibrado y equitativo del agua, que permita al mismo tiempo garantizar la suficiencia y calidad del recurso para cada uso y la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles».

SALTO DE AGUAYO SAN MIGUEL DE AGUAYO

## Aguayo, una gran idea en constante evolución

La central, de bombeo puro, es la más requerida de España por su flexibilidad y capacidad de regulación de energía

La antigua presa de Alsa se construyó entre los años 1917 y 1920, contaba con 42 metros de altura y suministraba agua a la central de Torina, próxima a Bárcena de Pie de Concha. Los 15 MW de la central suponían una gran potencia para la época, aportando un suministro eléctrico fundamental para el desarrollo industrial de toda la zona del Besaya y del resto de Cantabria.

Eran otros tiempos, pero no cabe duda de que las personas encargadas de construirla y ponerla en funcionamiento dieron origen a una instalación de referencia. Hoy su potencia multiplica por 25 la original, con un nivel tecnológico totalmente actualizado y automatizado de acuerdo a los tiempos modernos.

### Soporte a la nuclear

En los años 80 surgió la oportunidad de hacer en Cantabria una central de bombeo como soporte a las centrales nucleares, instalaciones que producen energía constante e ininterrumpidamente. Al no haber consumo suficiente en los horarios nocturnos, se hace imprescindible gestionar el excedente de energía.

En aquella época, dos ilustres ingenieros de caminos, Juan José Elorza González y Agustín Presmanes de la Vega-Haza, tuvieron la genial idea de diseñar Mediajo, un nuevo embalse superior conformado por un dique ejecutado con los productos de la excavación del propio depósito. La tubería forzada y la propia central no se harían en caverna, como otras existentes, sino que se aprovechaba la antigua presa de Alsa para dar suficiente nivel a las grandes bombas que, durante la noche, subirían el agua al depósito del Mediajo, consumiendo la energía sobrante de la red. Por el día, en las horas de mayor consumo, esas mismas máquinas se convertirían en turbinas que producirían energía al bajar el agua del depósito su-



Nexo. Imagen aérea de archivo de los embalses de Alsa y Mediajo y de la tubería que les une.

perior al inferior, consiguiendo dos efectos: aplanar la curva de demanda y abaratar la energía en horas punta.

Esta idea tan simple propició unos costes de construcción muy bajos, en comparación con el resto de las centrales de bombeo de su tiempo.

### Aguayo en la actualidad

Hoy en día, esa sencillez en el diseño nos hace la vida muy fácil a los que explotamos la central y las presas, haciendo que esta central de bombeo puro sea la más requerida de España por su flexibilidad y capacidad de dar servicio de regulación de energía.

La central es capaz de producir durante varias horas el consumo en puntas de una población dos veces superior a la de Santander. Es una central que siempre está disponible, siendo como una gran batería,

### EDUARDO ORTEGA GÓMEZ

Jefe de Centrales Hidráulicas de Repsol Electricidad y Gas. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



de tal forma que, aunque todo el sistema eléctrico español tenga un cero eléctrico, equivalente a un gran apagón, es capaz de arrancar por sí sola y restablecer el servicio. ¿Qué mejor ingeniería puede haber que la que desarrolla una idea simple, tiene un diseño sencillo, y cuyo resultado es una de las plantas más utilizadas de España?

Al día de hoy, las centrales de bombeo son, junto con las baterías, el mejor acompañamiento a las modernas instalaciones solares y eólicas, ya que consumen energía cuando sobra sol y viento y la suministran en su ausencia. Basándose en la misma idea de los

### EN DATOS

- **Emplazamiento:** San Miguel de Aguayo
- **Fecha de operación comercial:** año 1982
- **Potencia nominal:** 4 x 85 MW Turbina/ 4 x 83,6 MW Bomba
- **Salto (min./max.):** 288 m/ 341 m
- **Velocidad:** 500 rpm

### Depósito Superior Mediajo

- **Capacidad:** 10 Hm<sup>3</sup>
- **Superficie lámina máxima:** 44 Ha
- **Carrera de embalse:** 30 m
- **Altura de presa:** 36,5 m
- **Longitud de coronación:** 2782 m
- **Volumen de escollera:** 4,5 M Hm<sup>3</sup>
- **Superficie pantalla asfáltica:** 126.000 m<sup>2</sup>

### Depósito inferior:

- **Capacidad útil:** 20,3 Hm<sup>3</sup>
- **Superficie de lámina máxima:** 170 Ha
- **Carrera de embalse:** 23 m

### Presa de Alsa

- **Altura:** 49,32 m
- **Longitud de coronación:** 202 m

### Presa de Matahöz

- **Altura:** 14 m
- **Longitud de coronación:** 204 m

80 con las nucleares, estas centrales son ahora fundamentales para el desarrollo de las energías renovables.

### Una idea de futuro

La idea de Aguayo no es anticuada. De hecho, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima prevé para el 2030 que el 74% de la producción de energía sea renovable y que en el 2050 se alcance el 100%, para lo que es necesario ampliar la capacidad de almacenamiento actual hasta los 6 GW (bombeos + baterías), lo que conlleva un aumento del bombeo puro en 3,5 GW adicionales.

En este contexto, se plantea la posibilidad de utilizar los embalses actuales de Aguayo y hacer una nueva central en caverna, con el mínimo impacto ambiental, lo que aumentaría en 1.000 MW la potencia actual del salto. Este proyecto de ampliación ha dado un paso importante y ya dispone de la Declaración de Impacto Ambiental, si bien, ahora depende de las administraciones el establecer un marco regulatorio competente que haga viable la ejecución del proyecto.

PARQUE EÓLICO DE CAÑONERAS SOBA

## El primer parque eólico de Cantabria

Cuenta con un total de 38 aerogeneradores que pueden satisfacer las necesidades de unos 14.000 hogares

Una de las cosas que más llama la atención del parque eólico de Cañoneras, el único en funcionamiento en Cantabria desde hace más de 12 años, es que todavía muchos cántabros piensan que es un parque eólico de Burgos. Y esto tiene su significado en una comunidad en la que el desarrollo eólico ha sido un tema tan controvertido. Por un lado, puede entenderse que un parque eólico que no ha despertado interés es que no ha causado efectos adversos en el medio ambiente. Y esto es innegable porque, a tenor de los seguimientos ambientales realizados periódicamente en la instalación y cuyos informes se han entregado durante años a la autoridad competente, el parque se ha mostrado perfectamente compatible con el entorno y, por poner un ejemplo de aquellos aspectos que más preocuparon en su día a los que se oponían a la instalación de parques en Cantabria, apenas ha tenido incidencia en la mortalidad de la avifauna.

Por otro, el parque eólico de Cañoneras demuestra que Cantabria puede aprovechar un recurso natural y renovable, sin afectar otros recursos ganaderos, forestales o turísticos que dependen de estos últimos, entre otras cosas, de los elevados valores ambientales y paisajísticos de nuestra comunidad.

Según el Ayuntamiento de Soba, la aceptación de la instalación entre su población es superior al 90% y están abiertos a que nuevos parques se instalen en el municipio. Actualmente el parque eólico es la mayor fuente de ingresos para el ayuntamiento y juntas vecinales y esto es muy importante porque da idea de lo que puede suponer el aprovechamiento de esta energía en el entorno rural: ingresos recurrentes, creación de empleo, fijación de población, etcétera.

La elección del lugar de ubicación del parque eólico fue precedida de unos rigurosos estudios de potencial eólico. Dada la orografía del lugar, las ubicaciones más expuestas y por tanto



Soba. Aerogeneradores del parque de Cañoneras.

más energéticas, coincidían con las más visibles, por lo que los técnicos multidisciplinares que intervinieron en la elaboración del estudio de impacto ambiental propusieron distintas medidas para compatibilizar los impactos ambientales e integrar la instalación en el medio ambiente, lo que se ha conseguido.

Es importante señalar que la energía eléctrica producida por el parque eólico, cerca del puerto de Los Tornos, se entrega en la subestación de Ramales y de ahí se distribuye por la red pudiendo atender la demanda del

equivalente a unos 14.000 hogares cántabros.

El parque se construyó en dos fases; iniciándose la construc-

**AGUSTÍN VALCARSE POLANCO**  
Consejero de Eólica 2000 S.L.  
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



ción de la primera en 2006, en la que se implantaron 21 aerogeneradores de 850 kW de potencia nominal cada uno, junto con la subestación, el edificio de control y la necesaria línea de alta tensión que conectó la subestación del parque con la citada SET de Ramales, tras más de 12 kilómetros de recorrido. Para esta primera fase se construyeron los caminos de acceso y servicio, desde el puerto de Los Tornos, que se utilizaron también durante la construcción de la segunda fase del parque. Esta primera fase en-

### EN DATOS

- ▶ **Localización del Parque Eólico:** Soba
- ▶ **Localización de la Línea de Evacuación Eléctrica:** Soba y Ramales
- ▶ **Altitud máxima:** 1.270 m.s.n.m.
- ▶ **Potencia total:** 32,3 MW
- ▶ **Nº de aerogeneradores:** 38
- ▶ **Potencia unitaria del aerogenerador:** 850 kW
- ▶ **Altura de torre:** 44 m
- ▶ **Diámetro de rotor:** 52 m
- ▶ **Vientos dominantes:** S y WNW
- ▶ **Longitud de pala:** 25,3 m
- ▶ **Superficie de la zapata/volumen de hormigón:** 90 m<sup>2</sup>/100 m<sup>3</sup>
- ▶ **Producción anual media:** 66.000 MW.h

**Cañoneras demuestra que el aprovechamiento de esta energía puede llevarse a cabo con el máximo respeto a los valores ambientales**

tró en funcionamiento en diciembre de 2007.

La segunda fase, que entró en funcionamiento en 2010, fue más sencilla en lo que a la construcción se refiere, pero requirió de un notable trabajo de I+D en el campo eólico, ya que los 17 aerogeneradores que se instalaron, de igual potencia que los anteriores, se diseñaron expresamente para soportar los vientos extremos que aparecen periódicamente en las ubicaciones más expuestas del parque eólico.

Tras varios años de funcionamiento y con una tecnología eólica cada vez más avanzada, el parque eólico de Cañoneras ha demostrado que el aprovechamiento de esta energía puede llevarse a cabo en nuestra comunidad con el máximo respeto a los valores ambientales.

En cuanto a competencias profesionales, en el sector de la energía eólica participan activamente los ingenieros Industriales y los de Caminos. Los ingenieros de Caminos han estado tradicionalmente vinculados a las actividades relacionadas con el agua y la energía y deben jugar un papel fundamental en el campo de las energías renovables, especialmente en el de la energía eólica, que combina temáticas tan vinculadas a la profesión como la obra civil, energía, cálculo de estructuras, gestión, etcétera.

## ABASTECIMIENTO DE AGUA A SANTANDER PLAN INTEGRAL EN TRES FASES



Abastecimiento a Santander. Depósito de agua de 9.000 metros cúbicos en Peñacastillo.

### EN DATOS

- **FASE I (1964-1968):** Santa María de Cayón: estación de bombeo para incorporar caudal (Pisueña) a la conducción general.  
Cayón-Piélagos: Conducción, con 1.280 metros en túnel.  
Camargo: estación de El Tojo.  
Santander-Camargo: conducción hasta estación de tratamiento.  
Paseo de General Dávila: conducción hasta los depósitos de Pronillo y del Avellano.
- **FASE II (1977-1978):** Toranzo: estación de bombeo para incorporar caudal (Pas) a la conducción general. Conducción en túnel atravesando montes (Colsa, Pando y El Soto).  
Toranzo-Castañeda: conducción cruzando el río Pisueña y por el valle de Castañeda.  
Camargo: ampliación de la estación de El Tojo.  
Toranzo: Perforación de pozos profundos en Vejoris, San Martín y Villasevil.
- **FASE III:** Toranzo: Conducción en tubería bajo la plataforma del antiguo ferrocarril Astillero-Ontaneda. Incorporación de todos los caudales captados y azud de derivación.  
Camargo: ampliación de El Tojo.  
Toranzo: perforación de pozos profundos.

# ¿Cómo llega el agua hasta los grifos de Santander?

Los abastecimientos son obras vivas que requieren de cuidados y mejoras

**N**ecesitamos agua dulce para vivir y nos la proporciona la naturaleza. Pero esto no es suficiente para poder usarla, se necesitan infraestructuras para extraerla, recogerla, hacerla viajar a grandes distancias, almacenarla y distribuirla. Además, debe ser tratada mediante procesos que garanticen su desinfección.

A lo largo de la historia se han ideado diferentes sistemas para hacer posible que abrir el grifo, llenar un vaso de agua, beberlo y continuar con nuestra vida sea un gesto cotidiano. Y también un privilegio, porque hay millones de personas que no pueden hacerlo. Contamos con una auténtica autopista de canalizaciones de agua bajo

nuestros pies, pero sólo caemos en la cuenta de que existe cuando sucede un fallo.

En España, desde la mitad del siglo XIX, abastecer de agua limpia a las poblaciones ha sido una de las grandes ilusiones de la ingeniería civil y uno de los logros que más enorgullece a la profesión.

La moderna traída de aguas a la ciudad de Santander comenzó a fraguarse en la década de 1870. Hasta entonces los vecinos se surtían de las fuentes públicas y ellos mismos transportaban el agua a sus viviendas. Para esa fecha un grupo de vecinos y sus representantes municipales, con el alcalde López-Dóriga a la cabeza, se propusieron dotar a la ciudad de un moderno abastecimiento de agua. Iba a ser una gran obra de ingeniería civil, proyectada por el ingeniero Ángel Mayo.

Analizados los estudios preexistentes y estudiadas las distintas posibilidades de abastecimiento a Santander desde las

cuenas de los ríos más próximos (Miera, Pisueña, Pas y Besaya), el ingeniero decidió captar las aguas de los manantiales de La Molina, en el pueblo de San Martín de Toranzo a orillas del río Pas. Al finalizar 1876 ya se dispuso de un proyecto, que conducía las aguas captadas en un recorrido de 34,5 kilómetros combinando canal de piedra y tuberías de fundición. En Santander el agua se entregaba en el depósito de Pronillo, de 16.000 metros cúbicos de capacidad, desde donde era distribuida mediante tuberías enterradas por las calles de la ciudad. Las obras comenzaron en

1882 y terminaron al finalizar 1884.

Esta obra de ingeniería hidráulica convirtió a Santander en una ciudad moderna, cuyos vecinos pasaron de disponer seis litros de agua por habitante y día a 216 litros, agua que, además, llegaba hasta locales y viviendas.

El consumo creció tanto que al comenzar el siglo XX hubo que disponer contadores y ampliar la infraestructura para la distribución, con nuevas tuberías y depósitos, como los construidos a lo largo del paseo del Alta.

Desde entonces las obras públicas que captan, transportan y tratan el agua que bebe Santander han debido ampliarse y mejorarse, lo que se ha hecho en fases.

Desde el año 2010 está en uso la obra del bitrasvase Ebro-Besaya-Pas, que toma agua del embalse del Ebro para, en caso de necesidad, transportarla a

la cuenca del Pas en San Martín de Toranzo a través de su bombeo y la correspondiente conducción. Terminada en 2007, con ella se garantiza el abastecimiento no sólo a Santander y Torrelavega, sino a toda Cantabria.

Además de toda esta infraestructura de captación, transporte y tratamiento del agua para el abastecimiento de Santander, dentro del término municipal, Aqualia gestiona las redes de distribución (470 kilómetros de tuberías de diámetros entre 50 y 600 milímetros) y la red de alcantarillado, con 420 kilómetros de conducciones de diámetros entre 200 y 2.000 milímetros, con 20 estaciones de bombeo.

Los abastecimientos son obras vivas que requieren de cuidados y mejoras. Así sucede en Santander, donde en los últimos años se han construido nuevos depósitos (Peñacastillo, 9.000 metros cúbicos de capacidad), se han mejorado las conducciones y la presión (General Dávila), se ha modernizado el tratamiento (ETAP de El Tojo) y los sistemas de telecontrol, y se está incorporado la última tecnología de gestión inteligente (Smart Water). Y siempre sin perder el objetivo de proporcionar bienestar a las personas.

**CARLOS DÍAZ ERGUETA**  
Gerente del SEMAS hasta 2006.  
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



**LEOFREDO PELLÓN SANCHO**  
Jefe de Unidad Gestión Cantabria  
Aqualia



EMISARIO SUBMARINO DE BERRIA SANTOÑA

## Una tubería entre la tierra y el mar

Enfrentarse a las duras condiciones del Cantábrico fue todo un reto en este audaz proyecto

Las Marismas de Santoña constituyen uno de los ecosistemas costeros más importantes de la península ibérica y configuran un estuario variado en ambientes y usos. Cuando las personas que allí habitaban eran pocas y las actividades escasas, el mar era suficiente para depurar los vertidos. El incremento de la población y de actividades en el entorno devalúa progresivamente la calidad ambiental del lugar, y el deterioro habría continuado de no ser por la intervención de la ingeniería civil sanitaria con su plan de saneamiento y protección del medio ambiente, que busca un equilibrio entre el desarrollo de actividades industriales, recreativas, urbanas... y la preservación de los valores ecológicos.

El Plan de Saneamiento General de las Marismas de Santoña ha tenido como objetivo la recogida, tratamiento y posterior vertido al mar de las aguas residuales producidas en los municipios de Laredo, Colindres, Limpias, Ampuero, Voto, Bárcena de Cicero, Escalante, Argoños y Santoña, a los que posteriormente se incorporaron los de Noja, Meruelo y Arnuelo para evitar los vertidos a las marismas de Victoria y Joyel. Su ejecución se desarrolló en diferentes fases, siendo el emisario submarino una de las obras más singulares, con una relevancia significativa dada su complejidad técnica e importancia dentro de todo el proceso.

Un emisario submarino es una conducción cerrada –una tubería– en parte terrestre y en parte marítima que transporta aguas residuales una vez depuradas desde una estación de tratamiento hasta el mar; y lo vierte en una zona alejada de la costa y a profundidad elevada.

En el caso de Santoña, para la ejecución del tramo submarino fue necesario enfrentarse a las duras condiciones del mar Cantábrico, que exigió disponer de robustas protecciones de la tubería que aseguraran su durabilidad y funcionalidad.



Fondeo del Emisario Submarino de Berria.BM

Para ello se diseñaron protecciones con escollera y hormigón en zanja que la protegen de la acción del oleaje y las corrientes.

Entre las características más singulares que avalan el interés y la importancia tecnológica de esta audaz obra de ingeniería ejecutada entre junio de 2005 y noviembre de 2007, destacan su longitud (más de 3.000 m.) y diámetro (1.600 mm.), sin precedentes en obras de este tipo, llevadas a cabo con tubería fondeada en mares abiertos y expuestos. Al quedar oculto por las aguas del mar resulta difícil para la sociedad percibir su importancia como obra de ingeniería puntera.

El emisario sólo aflora a la superficie en la cámara de carga, estando bajo tierra y mar las demás partes de la infraestructura, manteniendo así la riqueza ambiental y biológica de la zona. Las conexiones marítimo-terrestres se realizaron mediante túneles hincados, en

lugar de excavaciones a cielo abierto, con una tuneladora provista de un sistema de detección de cavernas (BEAM) basado en la emisión de ondas georradar.

Para los trabajos marinos y submarinos se emplearon medios sofisticados y tecnología puntera como un buque de vertido lateral con posicionamiento dinámico (vertido en cortina) empleado en la protección de la tubería con gravas y escolleras, una retroexcavadora submarina de diseño único utilizada en la regularización del

fondo marino, tecnología GPS, visionado en 3D y planta de hormigón sobre pontona flotante. Estos elementos incidieron notablemente en la calidad y precisión de las operaciones submarinas llevadas a cabo, así como en la optimización de los recursos empleados. Gracias a ellos se consiguió minimizar la zona de afección del fondo marino en los trabajos de perforación y dragado de la zanja del emisario y también optimizar la cantidad y localización del hormigón, escolleras y gravas vertidas.

La tubería de polietileno se fabricó en Suecia en tramos continuos de 500 metros y fue remolcada hasta el puerto de Santander, facilitando así su transporte, unión e inmersión con la consiguiente reducción del plazo final de obra.

El proyecto del emisario submarino de Berria ha sido doblemente premiado. En el año 2009 fue reconocido con el Premio José de Azas que otorga la

### EN DATOS

- ▶ **Tipo:** Emisario submarino de Berria. Saneamiento General de las Marismas de Santoña
- ▶ **Localización:** Santoña (Cantabria)
- ▶ **Promotor:** Confederación Hidrográfica del Cantábrico. Ministerio de Medio Ambiente.
- ▶ **Empresa constructora:** OHL - SATO - SIEC (UTE BERRIA)
- ▶ **Presupuesto:** 24.605.343,56 euros
- ▶ **Plazo de ejecución:** 30 meses
- ▶ **Caudal máximo a transportar:** 5.123 m<sup>3</sup>/s
- ▶ **Longitud total de tuberías:** 4.152,40 m
- TRABAJOS MARÍTIMOS**
- ▶ **Dragado zanja en roca:** 30.127 m<sup>3</sup>
- ▶ **Grava regulación asiento:** 13.240 m<sup>2</sup>
- ▶ **Hormigón relleno en zanjas:** 11.393 m<sup>3</sup>
- ▶ **Gravas y escolleras de protección:** 166.504 m<sup>3</sup>
- ▶ **Tubería de polietileno Ø 1.600 mm:** 3.026 m
- ▶ **Hinca de tubería hormigón Ø 2.500 mm:** 1.008 m
- TRABAJOS TERRESTRES**
- ▶ **Excavación y rellenos:** 58.533 m<sup>3</sup>
- ▶ **Hormigones:** 2.115 m<sup>3</sup>
- ▶ **Acero:** 278.184 kg

El proyecto fue reconocido en los años 2009 y 2010 con dos premios, uno de ellos de carácter europeo

Demarcación de Cantabria del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Y en 2010 recibió el premio europeo de Medio Ambiente en la categoría de Proceso Sostenible, haciendo hincapié en la singularidad del desarrollo constructivo.

Ambos jurados destacaron para su decisión el uso de tecnología de producción innovadora, que han permitido la preservación de la zona intermarreal y costera y la disminución de la superficie del fondo marino afectado y del volumen de escolleras y áridos empleados; minimización del impacto socioeconómico local a través de la utilización de métodos no invasivos y una duración de las obras dos veces inferior a las convencionales, así como una notable reducción de los riesgos de vertidos y accidentes respecto a otros emisarios submarinos.

**LUIS ÁNGEL FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ**  
Vicedecano de la Demarcación de Cantabria. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



TELEFÉRICO FUENTE DÉ

# Un cable para tocar el cielo

Uno de los artífices de la obra relata los entresijos de un proyecto apasionante y repleto de desafíos

Con motivo de una estancia en Cantabria, en 2006, visité de nuevo Fuente Dé. ¡Cuántos recuerdos me evoca este lugar! Regreso al verano de 1966, cuando se inauguró el teleférico y, con él, se materializó la aspiración de incrementar el turismo en Liébana, la puerta de los Picos de Europa.

Yo participé en esa tarea, competencia de la entonces Diputación Provincial de Santander, que era consciente de los intrincados problemas estructurales que planteaba la infraestructura, y de la necesidad de que el proyecto fuera encabezado por un especialista en la materia. Así llegué a Santander. Junto al arquitecto Ángel Hernández Morales llevamos adelante el proyecto y la dirección de obra.

Recuerdo la fuerza de ese paisaje. Consideré cuidadosamente el emplazamiento, comprendiendo los valores paisajísticos del lugar y conjugándolos con los requerimientos de las estaciones y los aspectos funcionales impuestos por la maquinaria y el trazado de los cables.

El teleférico es de sistema bicable, sin apoyos intermedios. Entre una estación y otra hay una diferencia de cota de poco más de 750 metros que se salvan en un solo vano con 1.419 metros de cable. Por cada cabina hay tres cables: uno llamado carril, otro tractor para el movimiento y un tercero de socorro. Por este último podía circular una cabina especial de salvamento enviada desde la estación superior.

La estación motora es la inferior, y lo hacía con motores eléctricos y otro diésel de reserva; también alberga los contrapesos de los cables carril. La superior es la de reenvío y en ella están anclados los cables carril, que se enrollan en rodes de hormigón. Las instalaciones mecánicas fueron realizadas por una sociedad italiana especialista en teleféricos de viajeros con la colaboración de Nueva Montaña Quijano.

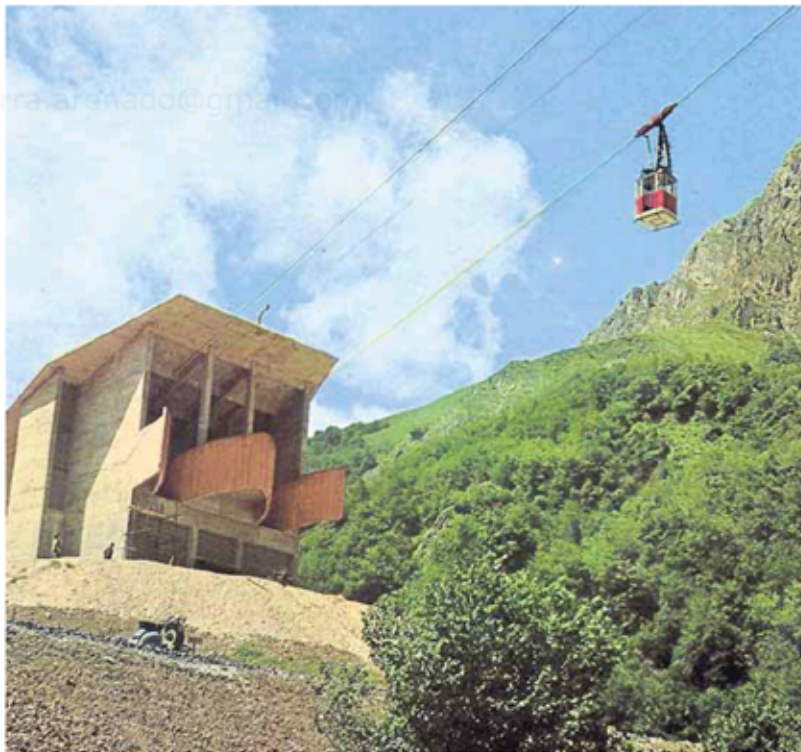


Imagen histórica del teleférico de Fuente Dé.

El proyecto y la construcción de los edificios de ambas estaciones fueron mi reto. Constituían un complejo caso de estructuras de hormigón armado, de los más peliagudos a que me he enfrentado, esencialmente por dos razones: los fuertes cambios térmicos a que estaban sometidas y las abundantes e importantes cargas puntuales producidas por las instalaciones mecánicas.

Las proyecté en 1964, con la teoría de los estados límites. Seguimos la 'norma Eduardo Torroja' (Instrucción h.a. 61), la primera norma especial para estructuras de hormigón armado en España redactada por profesionales del Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento.

Fue una de las primeras del mundo en adoptar el diagrama rectangular, los coeficientes de mayoración de las acciones y de minoración de las resistencias del hormigón y del acero. Para el cálculo de las vigas de apoyo de los cables carril se utilizaron trabajos del C.E.B. que comenzaban a estar disponibles entonces.

Se empleó un hormigón de resistencia 300kg/m<sup>2</sup>m cuando lo normal en la España de esa época era 150kg/m<sup>2</sup>. Y se le añadió un agente aireante para incrementar su resistencia al hielo. Puede decirse que fuimos unos pioneros. Docomomo Ibérico, organización comprometida con la arquitectura del siglo XX, ha destacado

en el registro de la estación inferior la limpieza de su planta y la delgada losa de hormigón de la cubierta.

Recuerdo los problemas que debí enfrentar. Como el control de la resistencia del hormigón, no había laboratorio a una distancia razonable ni energía eléctrica en la obra, que llegó cuando se montaron las cabinas. Así que lo hicimos con una prensa manual de émbolo de aceite manejada a mano. Para la excavación de los pozos de contrapesos se emplearon inicialmente bombas de gasolina para los agotamientos, pero el equipo de bombeo no fue suficiente y debimos construir un drenaje gigante alrededor de la estación, que funcionó bastante bien. O como no disponer de agua para el amasado y curado del hormigón en la estación superior, que se transportaba desde Espinama en vehículos especiales, y también la ferralla. Allí únicamente se pudo trabajar en verano, lo que retrasó la finalización de la obra.

Recuerdo que en España no

«El proyecto y la construcción de los edificios de ambas estaciones fueron mi reto», recuerda

**JOSÉ CALAVERA**  
Dr. Ingeniero de Caminos Canales y Puertos. Presidente de Honor de Intemac. Catedrático Emérito de la ETSYCCP de la UPM. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos



EN DATOS

- » **Localización:** Fuente Dé. Ayuntamiento de Camaleño
- » **Tipo de obra:** Transporte guiado por cable (bicable)
- » **Longitud total:** 1.202,50 metros
- » **Separación entre los cables:** 7,50 metros
- » **Cabinas en línea:** 2
- » **Cota de la estación inferior:** 1.078,50 metros
- » **Cota de la estación superior:** 1.823 metros
- » **Empresa constructora (O. C.):** AGOSA
- » **Empresa constructora (P. M.):** CERETTI TANFANI - Nueva Montaña Quijano

CRONOLOGÍA BÁSICA

- » **1964:** Aprobación del proyecto y subasta de las obras
- » **1966:** Inauguración
- » **1974:** Sustitución de los cables para la instalación de cabinas con mayor capacidad (15 viajeros)
- » **1987:** Sustitución del cable tractor
- » **1988:** Anteproyecto de ampliación, con el objetivo de incrementar la capacidad de las cabinas (29 viajeros) y reordenar el flujo de personas en las estaciones. Renovación de cable motor, poleas y contrapesos.
- » **1990:** Inauguración
- » **1999:** Proyecto de ampliación y reforma de la estación superior
- » **2003:** Inauguración
- » **2006:** Sustitución de cabinas (22 viajeros) en cumplimiento de normativa UE sobre seguridad. Instalación de un nuevo sistema de frenado de emergencia. Renovación de la cafetería de la estación inferior.
- » **2015:** Modernización de motores, reguladores y sistemas de mando para mejora de la eficiencia energética y de la seguridad. Renovación de poleas y rodamientos

había hábito de colaboración entre ingenieros y arquitectos. El arquitecto y yo tuvimos ciertas dificultades para visar los planos en ambos colegios profesionales, entonces en España eran raras las colaboraciones interprofesionales, creo que abrimos el camino a las venideras.

Para la inauguración se grabó una placa conmemorativa con nuestros nombres, los de los profesionales que intervenimos en ella y los políticos del momento. En mi visita de 2006 vi que ya no está, en alguna de las remodelaciones debió sustituirse por otra en la que figura primero el nombre del arquitecto y después el del ingeniero, y no debería ser así.

# Nuevos planes de estudio en la Escuela

## Adaptación a los retos globales de la sociedad



### La sostenibilidad como hilo conductor

La formación universitaria española en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos ha tenido y tiene gran calidad y prestigio, estando considerados sus egresados entre los mejores profesionales de la Ingeniería Civil a nivel mundial. Esta afirmación que es algo prácticamente axiomático para todos nosotros, requiere en estos momentos una seria y meditada reflexión, si deseamos que tal aseveración continúe siendo algo intrínseco y propio de nuestro ADN.

Los orígenes de nuestra profesión se remontan para algunos en el siglo XVIII, cuando se define el término de ingeniería civil para diferenciarla de la ingeniería militar y se crea la primera escuela en 1747, en la ciudad de París, con el nombre de *Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*. Otros en cambio identifican claramente a la civilización romana como nacimiento de la ingeniería civil a través de la construcción de calzadas, acueductos, puertos, puentes, presas y alcantarillados, que ayudaron a mejorar la calidad de vida de sus ciudades. Y otros se remontan más atrás en el tiempo, a la revolución agrícola del neolítico, cuando el ser humano se vuelve sedentario y se desarrolla la agricultura y la ganadería, surgiendo nuevos retos o desafíos, como la necesidad de construir una vivienda, de canalizar el agua para hacerla llegar a sus cultivos y de comunicarse entre ellos por medio de caminos. El ser humano para crecer y sobrevivir, sin ser consciente en ese momento, se convirtió en "ingeniero civil".

Independientemente de la determinación exacta del punto de partida es manifiestamente claro que desde tiempos remotos existe un fuerte vínculo de la ingeniería civil con el desarrollo humano. Y en este vínculo indisoluble el *leitmotiv* siempre ha sido re-

solver las necesidades de la sociedad teniendo en cuenta los recursos disponibles y racionalizando el uso de los mismos. Es decir, bajo el concepto fundamental de sostenibilidad.

Miles de años después nos encontramos con una sociedad que se enfrenta a muchos retos globales, como combatir con las crisis económicas, el cambio climático, la degradación ambiental, las desigualdades y erradicación de la pobreza. A esto hay que añadir el inesperado escenario de pandemia global.

Por lo tanto, ahora más que nunca, como sociedad, tenemos que centrar todos nuestros esfuerzos en evolucionar del concepto clásico de desarrollo centrado en el crecimiento económico e industrial de los países, hacia el concepto de desarrollo humano. Y es en este nuevo escenario global, donde el concepto de sostenibilidad se convierte en la principal vía a seguir para asegurar la calidad de vida, la equidad entre las generaciones actuales y futuras y la salud ambiental.

En este nuevo escenario, la Ingeniería de Caminos debe ser actor principal, por vocación, por conocimientos, por versatilidad, por capacidad de liderazgo y por capacidad de adaptación. En definitiva, jamás existió una época de la historia con tantos desafíos para la ingeniería civil, con retos de una envergadura global, pero también con cambios acelerados en la tecnología que impactan profundamente en el sector económico y social.

Todo esto es una oportunidad que no podemos dejar pasar, y en función de cómo la aprovechemos, descubriremos si lideraremos esos trascendentales proyectos en las próximas décadas.

Para lograr este objetivo, debemos apostar con fir-

meza por la educación, la innovación y el talento. Estos vectores definen el terreno de juego donde quiere situarse la Escuela de Caminos de Santander en todas sus áreas de actividad. La docencia es una de ellas, es la razón de creación de la propia Escuela hace más de 50 años y es la base para atraer ese talento tan necesario en estos momentos y que retroalimenta a otras áreas de actividad de la Escuela como la investigación, la innovación y la transferencia.

Es por ello que la irrupción de ésta transformación, nos obliga a redefinir y renovar nuestros planes de estudio, mas si cabe, después de un recorrido de más de una década bajo la estructura de los planes de estudio adaptados al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).



### Una revisión a la experiencia en el EEES

Ya han pasado mas de diez años desde la adaptación de los planes de estudio al EEES, mediante el RD 1393/2007 y la posterior normativa de desarrollo. Nuestra experiencia durante este tiempo nos ha permitido obtener algunas conclusiones, entre las que destacan una serie de significativas ineficiencias. Estas ya fueron identificadas y documentadas en una declaración firmada (en octubre de 2018) por los 16 representantes de las universidades públicas y privadas que impartimos el Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Las principales deficiencias detectadas fueron:

- Inadecuada secuenciación de la formación básica, desligada entre el Grado en Ingeniería Civil y el Máster de Caminos, Canales y Puertos

- Inversión de la lógica formativa, pues el grado especializa y el máster generaliza, contraviniendo tanto el espíritu como la letra de la reforma educativa.
- Formación dispar entre los estudiantes que acceden a los mismos estudios de máster en función de la especialidad del grado de origen, que difícilmente se puede resolver con complementos formativos.
- Solapes entre algunas competencias de grado y máster, imposibles de diferenciar con la simple clasificación de básicas y avanzadas, que generan las repeticiones que tan reiteradamente señalan los estudiantes y detectan los sistemas de calidad.
- Redacción de un TFG y un posterior TFM en documentos separados y distantes en el tiempo pues, a pesar de ser conceptualmente diferentes, pueden integrarse con facilidad en un único trabajo final de mayor alcance, mejor estructurado y formativamente más útil.
- Interrupción forzada de la secuencia formativa del estudiante que finaliza su grado a mitad de un curso y debe esperar al comienzo del siguiente para iniciar el máster.
- Pérdida de visibilidad para los estudiantes de grado de las profesiones cuyos títulos habilitantes tienen nivel de máster.

Con la reciente renovación de los nuevos planes de estudio 2020 (Grado en Ingeniería Civil y Máster de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos) de la Escuela de Caminos de Santander, tratamos de resolver la mayoría de estas ineficiencias, con una reforma en el ámbito docente, que afecta tanto a los contenidos como a las formas docentes.

Hay que destacar que esta renovación forma parte del Plan de Acciones Estratégicas que ha definido la Escuela en aras de fijar las líneas maestras de trabajo de los próximos 4 años. Este plan aborda todas las parcelas de actividad que se desarrollan en la Escuela en el marco de una universidad moderna, puntera y referente a nivel internacional: la docencia, la investigación y la transferencia.

### Planes de estudios acordes a la Ingeniería de Caminos del siglo XXI

Sin olvidar que nuestras titulaciones tienen como finalidad última habilitar para la profesión de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, entendemos que necesitamos abordar de manera perentoria un cambio de paradigma.



Necesitamos trabajar en la mejora de la imagen social de la Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil, tanto a nivel académico como profesional. Recuperar el atractivo de manera que los jóvenes con talento se incorporen a nuestra comunidad y apuesten por esta profesión. Y para ello debemos ser capaces de proyectar la imagen de modernidad, sostenibilidad e implicación social que nos es propia. Sin duda uno de esos pasos, es la actualización y adaptación de los planes de estudio.

La nueva estructura del plan de estudios consiste en un Grado en Ingeniería Civil con una secuencia única y común para todos los alumnos frente a la anterior versión donde los estudiantes tenían que seleccionar en su tercer curso una especialidad, que hipotecaba la formación en los otros ámbitos que no incluía la especialidad seleccionada. Con este enfoque hemos reforzado la formación básica de ámbito matemático, dejando la formación más especializada a nivel de máster.

A nivel de grado podemos destacar el esfuerzo realizado por la inclusión del Diseño BIM, tanto a nivel de herramientas como de nueva filosofía colaborativa que integra el diseño, construcción y ciclo de vida completo de la infraestructura. Se incluyen asignaturas como "Modelado Gráfico (BIM)" en 2º curso y "Organización de Obras (BIM)" en 4º curso.

También es importante destacar la recuperación de la asignatura de "Historia y Patrimonio de las Obras Públicas" en 2º curso, con el objetivo de no perder la implicación que debemos tener en el conocimiento de nuestro propio patrimonio y en la difusión de sus valores culturales. Asimismo, esta asignatura presenta una serie de aspectos positivos, a veces de carácter intangible, como es despertar la motivación y pasión de los jóvenes por la ingeniería civil (incluidos los propios estudiantes de la Escuela).

Más allá de asignaturas nuevas o con nuevos enfoques también se ha trabajado en la coordinación entre asignaturas de una misma rama o asignaturas con fuerte vinculación a lo largo de la carrera. El objetivo que se persigue es implementar nuevas estructuras de enseñanza-aprendizaje, basadas en experimentación y en el uso de las TIC, involucrando al propio alumno en su proceso de aprendizaje. Aquí cabe destacar una iniciativa a nivel piloto que afecta a las asignaturas de "Materiales de Construcción" (2º curso), "Resistencia de Materiales" (2º curso) y "Elasticidad y Plasticidad" (3er curso). En concreto, en esta iniciativa se aspira a pasar de un modelo de enseñanza-aprendizaje-evaluación construido sobre el binomio de la lección magistral de los contenidos teóricos con el apoyo de las prácticas de aula, a un modelo basado en la combinación de experiencias de laboratorio, contenidos teóricos y usos de herramientas de simulación con participación del alumno en su aprendizaje a través de la elaboración de un portafolio.

En definitiva, los nuevos planes tratan de renovar los ejes de conocimiento que entendemos debe tener un ingeniero civil del siglo XXI, como son los conocimientos relacionados con las ciencias ambientales, la economía, las nuevas tecnologías y aquellas otras que refuercen la visión transversal y multidisciplinar, el pensamiento creativo y el compromiso y sensibilidad social.

Estas líneas maestras de cambio tienen relación con algunos de los actuales retos globales recogidos en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible marcados por las Naciones Unidas. Cabe destacar tres de ellos donde la ingeniería civil debe ser actor principal y en los que además hay una intensa actividad investigadora en la Escuela de Caminos de la Universidad de Cantabria: ODS6 *Agua limpia y saneamiento*, ODS11 *Ciudades y comunidades sostenibles*, y ODS13 *Acción por el clima*.

Precisamente por lo anterior, a nivel de master se ofertan tres especialidades: "Estructuras, Materiales y Geotecnia", "Transporte, Urbanismo y Ordenación del Territorio", y "Agua, Energía y Medioambiente". Estas especialidades están compuestas por asignaturas tecnológicas de las propias menciones, y por un conjunto de asignaturas transversales a las 3 especialidades.

Este grupo de asignaturas transversales es, sin duda alguna, donde mas capacidad tenemos de ofertar nuevos contenidos y renovarlos curso a curso. La actual oferta esta compuesta por asignaturas como: "Cambio Climático", "Gestión de Riesgos de Desastres Naturales", "Puentes", "Ampliación de Organización y Control de Obras", "Evaluación de Proyectos de Servicios Públicos", "Avances en Tecnología de la Construcción", "Economía Ambiental y de la Sostenibilidad", "¿Qué es la Ciencia? Investigación en Ingeniería Civil" y "Logística".

Para diseñar esta oferta contamos con los grupos de investigación de la Escuela, además de con "nuestro" Instituto de Hidráulica Ambiental, siendo un lujo contar con la participación e implicación de estos investigadores. Pero esta investigación no sería del todo útil, si no fuéramos capaces de reflejar esta intensa actividad en las clases académicas para nuestros estudiantes. Es por ello que los nuevos planes de estudio incluyen esas nuevas asignaturas haciendo énfasis en sectores capitales de la ingeniería civil en el siglo XXI.



### Itinerario Bilingüe Internacional (Programa Cornell)

Cabe destacar el proceso de adaptación del actual Programa Cornell a los nuevos planes de estudio. El objetivo no solo es una adaptación a un conjunto de nuevas asignaturas, sino también estructurarlo de forma que adquiera la visibilidad que merece y ponerlo en valor. Este programa es un activo de suma importancia en la Escuela y una oportunidad única formativa para nuestros estudiantes.

Existiendo ya la estructura de funcionamiento, el objetivo es ofertarlo como un itinerario específico en el momento que los estudiantes acceden a toda la oferta formativa en la Universidad de Cantabria, de tal forma que además del Grado en Ingeniería Civil se distinga el "IBI - Itinerario Bilingüe Internacional (Programa Cornell)".

Se trata de formar profesionales de la ingeniería civil con una destacada experiencia previa internacional, que les capacite para desarrollar sus funciones en otros países y dentro de organizaciones internacionales. Esta experiencia internacional tiene tres niveles: la docencia en inglés, realizar una estancia en un centro internacional de excelencia y hacer prácticas profesionales internacionales. En estos momentos (con el Programa Cornell) ya se cubren los dos primeros niveles, con mas del 50% de la docencia recibida en inglés y con la estancia durante el 3º curso en Cornell University. En el desarrollo completo del IBI y se incluirán las practicas profesionales internacionales.

Sin duda la experiencia internacional añade a los estudiantes de este itinerario una visión adicional de formas de trabajo y organización distintas de las que pueden resultar más tradicionales, capacitándole mejor para el desempeño de su labor en situaciones de cambio y en otros ámbitos sociales distintos del nacional.

#### Enlace a oferta completa e la Escuela de Caminos

<https://web.unican.es/centros/caminos/titulaciones>

#### Estructura del Grado en Ingeniería Civil

<https://web.unican.es/estudios/Documents/CEG/ES-G-INGCIVIL.pdf>

#### Estructura del Master en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

<https://web.unican.es/estudios/Documents/CEG/ES-M3-CAMINOS.pdf>

#### Videos presentación de asignaturas transversales del MICCP

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLhR58E4w\\_\\_hCtt7HjYk7AF\\_c16WC2iMbX](https://www.youtube.com/playlist?list=PLhR58E4w__hCtt7HjYk7AF_c16WC2iMbX)

# El Aula Tecnalia UC promueve cinco proyectos fin de grado y de máster sobre puentes, taludes y carreteras

El Aula Tecnalia de la Universidad de Cantabria (UC) ha promovido en apenas un año dos trabajos fin de grado (TFG) y tres trabajos fin de máster (TFM) sobre diversas temáticas relacionadas con el diseño de puentes, la estabilización de taludes y la conservación de carreteras, entre otras.

Puesta en marcha en 2019 en el seno de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, esta iniciativa de fomento de la relación Universidad-empresa surgió por la intensa colaboración que algunos grupos de I+D+i como GITECO (Grupo de Ingeniería y Tecnología de la Construcción) mantenían con la empresa Tecnalia, sobre todo en el ámbito de los proyectos europeos.

El catedrático Daniel Castro, director de GITECO y miembro del Comité de Dirección del Aula Tecnalia, destaca que los objetivos de la misma son dos: "colaborar en la dirección y supervisión de TFG y TFM, y potenciar nuestra colaboración en el ámbito de investigación, sobre todo en convocatorias públicas competitivas". Además, el Aula está adquiriendo un carácter cada vez más multidisciplinar, ampliando su radio de acción a otras áreas de la Escuela de Caminos como la de Ingeniería Estructural y Mecánica,



Daniel Castro Fresno, Catedrático de Tecnología de la Construcción de la UC

y también a la ETS de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.

Los trabajos realizados en 2019 abordan proyectos de monitorización para evaluar el daño en puentes, diseño de pasarelas, desarrollo de una instrumentación mediante fibra óptica para membranas ancladas al terreno y digitalización para evaluar la conservación en carreteras. La supervisión conjunta de estos TFG y TFM "va a dar la oportunidad a los estudiantes de poder desarrollar su futuro profesional en una organización tan importante como es Tecnalia", apuntó Daniel Castro.



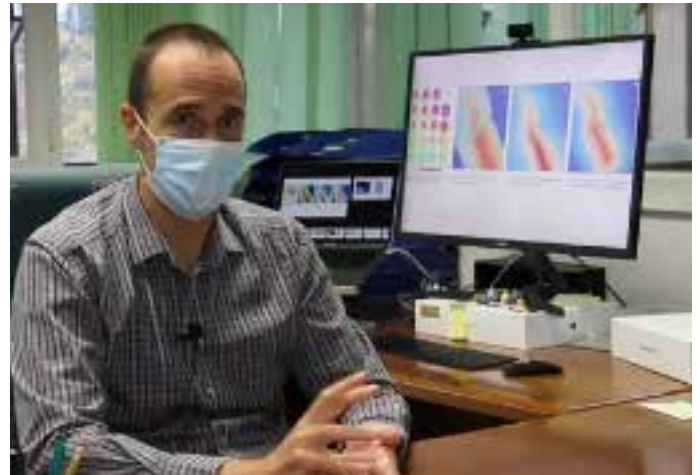
# La UC participa en el desarrollo de herramientas de mitigación de desastres naturales para Samoa y Tonga

El proyecto se enmarca en las acciones que financia el Banco Mundial para mejorar la resiliencia frente a inundaciones costeras en las islas del Pacífico.

El Grupo de Ingeniería Geomática y Oceanográfica (GeoOcean) de la Universidad de Cantabria está inmerso en el proyecto "Impact Forecasting Consultancy", financiado por el Banco Mundial y cuyo objetivo es desarrollar herramientas para mitigar los efectos de los desastres naturales causados por inundaciones costeras que se ofrecerán a los gobiernos de Samoa y Tonga. Estos países podrán mejorar así su capacidad tecnológica y sus sistemas de análisis de riesgos y alerta frente a fenómenos como fuertes oleajes, ciclones tropicales e incluso tsunamis.

Bajo la coordinación del director del grupo, Fernando Méndez, profesores, investigadores posdoctorales y doctorandos del Departamento de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente trabajarán durante 18 meses en el diseño de esas herramientas, en colaboración con el National Institute of Water and Atmospheric Research (NIWA) de Nueva Zelanda.

La iniciativa se enmarca en una serie de acciones que el Banco Mundial promueve desde hace años en las islas del Pacífico para mejorar su resiliencia frente a esas catástrofes, tanto en las condiciones actuales como en escenarios futuros de cambio climático. La UC ha accedido a través de una convocatoria competitiva y se ha regulado con un convenio de investigación firmado entre la Fundación Leonardo Torres Quevedo (FLTQ) y The Pacific Community (SPC).



Fernando Méndez, Director del Grupo GEO-OCEAN de la UC

El proyecto tiene una triple vertiente: "desarrollar estas herramientas híbridas (combinación de modelos hidrodinámicos y de herramientas matemáticas) y proporcionarlas a los gobiernos de Samoa y Tonga; mejorar los sistemas de observación del oleaje en esos países; y mejorar las capacidades técnicas los centros meteorológicos de ambos países para ser capaces de aplicar estas metodologías sin ayudas externas", explica Fernando Méndez. Para ello se impartirán workshops y otras acciones formativas dirigidas a los agentes locales.

## Sistemas rápidos y fiables

Desde hace años, el equipo de la UC ha trabajado en proyectos en diversas islas del Océano Pacífico, por ejemplo en las islas Marshall o en Hawaii, con temáticas similares. "Tenemos experiencia en desarrollar sistemas rápidos y fiables de alerta y de análisis de riesgos", comenta Méndez. "Los modelos numéricos existentes para predecir este tipo de desastres provocados por inundaciones costeras son muy costosos computacionalmente, haciendo muy difícil su implementación en países con escasos recursos computacionales, por lo que este estudio ofrecerá herramientas simplificadas para evitar el uso de supercomputadores", asegura. También se ofrece a estos países programas sencillos para leer datos, consultar resultados a nivel global y aplicarlos al lugar concreto que necesitan, construyendo bases de datos con parámetros como las mareas, variaciones del nivel del mar, alturas de olas, topografía y batimetría...

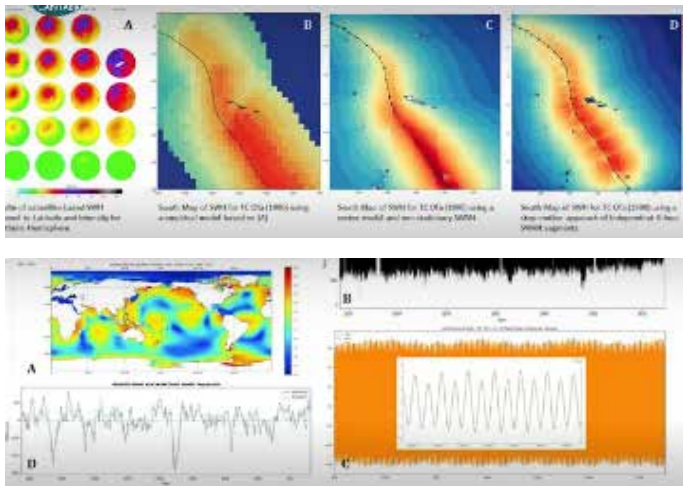


Gráfico de las herramientas de predicción de desastres

# Centenares de puertos podrían perder su operatividad por efecto del cambio climático, según estudio de IHCantabria



Íñigo Losada, Director científico del IH Cantabria

En un escenario de emisiones como el actual, el 90% de las 2.013 infraestructuras de 172 países analizadas se verían afectadas

Sin mitigación y adaptación, multitud de puertos distribuidos por todo el mundo perderán su operatividad por efectos del cambio climático de aquí a final de siglo, según un estudio realizado por investigadores de IHCantabria en colaboración con el Centro Nacional para la Investigación Atmosférica de Estados Unidos (NCAR) y la Corporación Financiera Internacional (IFC) del Banco Mundial. Publicado en la revista científica de alto impacto "Nature Climate Change", el trabajo analiza, en un escenario de emisiones como el actual, cómo los cambios de temperatura, precipitación, viento, oleaje, nivel del mar, frecuencia e intensidad de los huracanes, puede afectar a las operaciones portuarias en 2.013 infraestructuras de 172 países.

"El 90% de ellos van a incrementar su nivel de riesgo, a no ser que emprendan medidas en los próximos años y dependiendo de cómo sean las emisiones de aquí al futuro", señala Íñigo Losada, catedrático de la UC y director científico de IHCantabria. En España se han analizado 42 puertos, de los que tres sufrirán los mayores niveles de riesgo en ausencia de adaptación: del Cantábrico Bermeo y Bilbao, y también Ceuta, seguidos por los situados en el Mediterráneo. Un total de 34 están en riesgo medio.

A nivel mundial, los puertos más afectados serían seis situados en las islas del Pacífico, el Mar Caribe y el Océano Índico, donde "el efecto de los ciclo-

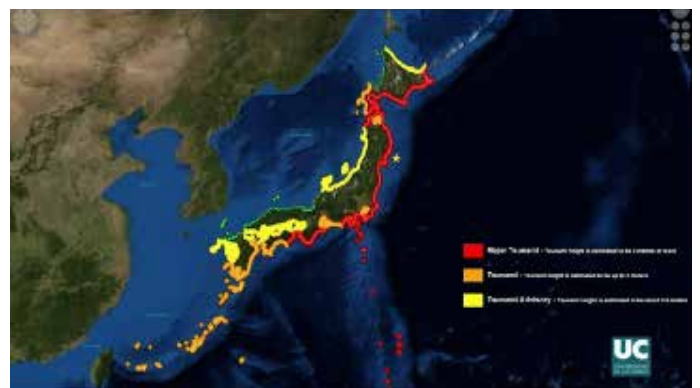
nes tropicales y tifones va a ser cada vez mayor en intensidad y frecuencia", apunta Losada, lo que les llevaría a correr un riesgo extremadamente alto de perder su operatividad para el año 2100. Los puertos del Mediterráneo africano y de la Península Arábiga (Golfo Pérsico y Mar Rojo) experimentarán un riesgo muy alto. Los países con mayor número de infraestructuras en estos niveles de riesgo son Indonesia (25), Filipinas (24), Estados Unidos (21), Egipto (18) y Japón (15).

## Vulnerabilidad e impactos

El estudio integra los cambios en el clima con las características de cada uno de los puertos y su vulnerabilidad, para evaluar los impactos y el riesgo de que sus horas de operatividad se reduzcan para finales de este siglo con respecto a las que tienen en el presente, con las consiguientes pérdidas económicas. "En gran parte de los países en desarrollo, la falta de capacidad técnica y financiera para llevar a cabo actuaciones regulares de mantenimiento y la reparación tras impactos de eventos extremos, hacen a los puertos sumamente vulnerables", explica Íñigo Losada.

Esta reducción de la operatividad se explicaría fundamentalmente por dos factores: el aumento de las inundaciones de muelles, zonas de carga-descarga y almacenamiento y el rebase de las obras de protección debidos a la subida del nivel del mar, por un lado; y el aumento de la temperatura por encima de los 40oC, por el otro.

El estudio, titulado "Climate change risk to global port operations", proporciona información valiosa sobre fiabilidad de los puertos, economía y otras



consideraciones ambientales y sociales, de utilidad tanto para inversores como para empresas logísticas, operadores y planificadores portuarios. A menudo, los equipos portuarios están diseñados para periodos de 20 a 50 años, “lo que los compromete a hacer frente a varios decenios de cambio climático”, explica Íñigo Losada. Además, la información generada es útil para evaluar los riesgos a escala regional (América Latina y el Caribe o Asia sudoriental y el Pacífico, por ejemplo) o en países con largas costas y muchos puertos.

### Resiliencia y adaptación

El trabajo publicado ahora “surge en un marco de colaboración mucho más amplio de IHCantabria con IFC, que tiene por objeto evaluar la resiliencia al cambio climático de sus inversiones en infraestructuras por todo el mundo”, comenta Losada. Esta capacidad de adaptación al clima, invirtiendo en mantenimiento y en establecer planes de adaptación, “es esencial para la economía global y regional,

especialmente en los puertos, a través de los cuales se mueve el 80% de la mercancía mundial y son fundamentales para el sector pesquero y el turismo náutico”, añade el investigador.

Es por ello que en España las comunidades autónomas están elaborando planes de adaptación para puertos pesqueros y deportivos, dando cumplimiento a la obligación fijada por la Ley de Costas y contribuyendo a la Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de la Costa Española.

#### Referencia:

<https://www.nature.com/articles/s41558-020-00937-z>

#### DOI number:

10.1038/s41558-020-00937-z



BRINDA  
POR  
UN

FELIZ  
AÑO  
NUEVO

2020

2021



A pesar de la pandemia, la Demarcación quiere estar presente con los colegiados estas fiestas y brindar, aunque sea en la distancia, deseando a todos un próspero 2021.

Para ello se ha preparado un pequeño obsequio consistente en 2 cajas de vino que cada colegiado tiene a su disposición para recoger en la sede de la Demarcación en horarios de oficina.

¡¡Salud!!

