

## 5.10.1. INFRAESTRUCTURAS

La gestión de la investigación, el desarrollo y la innovación en la actividad de infraestructuras está coordinada por los departamentos de Dragados y por las compañías de Hochtief.

Siguiendo los objetivos establecidos por las compañías de cabecera, al finalizar el año 2020

las compañías de infraestructuras del Grupo ACS contaban con 159 proyectos en curso. Para el desarrollo de esta actividad de I+D+i en 2020, se ha realizado una inversión de 37,7 millones de euros.

### NEXPLORE

HOCHTIEF está trabajando con ACS y las empresas operativas del Grupo para impulsar activamente la digitalización en sus actividades principales a través de la empresa Nexplore, creada en 2018. Nexplore es una incubadora y aceleradora de transformación digital, que aprovecha la capacidad de innovación digital existente dentro Grupo ACS.

Nexplore combina una investigación puntera con instituciones de primera línea y una capacidad técnica de primer orden a nivel interno para potenciar la colaboración y los avances del sector a escala mundial, incluidos los centros de innovación y desarrollo digital. El objetivo es explotar las oportunidades que ofrece la digitalización para el negocio, como por ejemplo a través de la inteligencia artificial, la realidad virtual, el Internet de las cosas y la Industria 4.0.

En Hong Kong, la colaboración se canaliza a través del nuevo Centro de Desarrollo de la Innovación de Nexplore, con sede en la capital. En el Centro, Leighton Asia (una de las empresas el Grupo CIMIC) colabora con otras empresas del Grupo, empresas tecnológicas de nueva creación, clientes y partes interesadas, como el Consejo de la Industria de la Construcción de Hong Kong, e institutos de investigación como el Parque Científico y Tecnológico de Hong Kong (HKSTP) y el Instituto de Investigación de Ciencia y Tecnología Avanzada (ASTRI).

Como ejemplo del tipo de innovación que se está desarrollando se encuentra la aplicación práctica de inteligencia artificial (IA) dentro del Grupo CIMIC. La IA tiene el potencial de transformar determinados procesos y prácticas para aumentar la eficiencia, mejorar la seguridad y la calidad y reducir los costes. En ese sentido, Leighton Asia ha desarrollado hojas de ruta para el uso de esta tecnología, sobre todo con el ASTRI, con el que se está trabajando en el Centro Nexplore. Leighton Asia y el ASTRI están desarrollando una cámara que utiliza la IA y la visión por ordenador para proteger a los trabajadores del impacto de una planta móvil.

Nexplore continuó creciendo en 2020 expandiendo su presencia global con nuevas ubicaciones en Nueva York, Denver, Austin y Munich, Alemania. Los proyectos más actuales incluyen, entre otros, software que digitaliza la cadena de suministro de la industria de la construcción, plataformas digitales para mejorar la coordinación de proyectos de infraestructura y la generación de modelos terrestres digitales. Asimismo, también está a la orden del día, el desarrollo de productos que implementen inteligencia artificial en áreas como el proceso de licitación, aseguramiento de la calidad y contrato y proyecto gestión. Aplicaciones que emplean el Internet de las cosas (IoT) están actualmente en fase de prueba, con fines como el seguimiento en tiempo real de los datos de consumo. La implementación de drones y robots para la recopilación de datos automatizada también forma parte de la cartera de proyectos actuales.

## PROYECTO S2C (DRAGADOS Y DRACE)

El proyecto de I+D “S2C: Desarrollo de un nuevo concepto de torre de hormigón in situ de gran altura para aerogeneradores de gran potencia”, fue aprobado en la convocatoria RETOS-COLABORACIÓN 2017 dentro de la prioridad científico-técnica II: Energía Eólica, línea (i) desarrollo de componentes y turbinas y ha sido cofinanciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica. El proyecto se está ejecutando entre los años 2018 y 2021 coordinado por DRAGADOS, con la participación de DRACE INFRAESTRUCTURAS, Ingecid y Giteco (Universidad de Cantabria).

El objetivo general del proyecto es el desarrollo de un concepto de torre de hormigón de fabricación in situ, de gran altura, para albergar grandes aerogeneradores, lo que permitirá el desarrollo de la industria eólica mediante una tecnología que permita alcanzar mayor altura y, por tanto, la instalación de aerogeneradores con mayor diámetro de rotor que aprovechen mejor el recurso eólico ya sea en la repotenciación de parques eólicos existentes o en la construcción de nuevos.

Se está desarrollando un diseño que presente mejor comportamiento y capacidad estructural siendo menos sensible al fenómeno de fatiga, ya que es uno de los procesos de deterioro estructural más importantes en las torres metálicas.

El empleo del hormigón reduce las exigencias logísticas y costes de estas estructuras, empleando un material más económico que el acero y aumentando la durabilidad. En el proyecto se está diseñando la estructura del conjunto de torre de hormigón “in situ” y cimentación, junto con el desarrollo y diseño de todo el proceso constructivo y logístico necesario para poder construir este sistema estructural optimizado que permitirá la reducción de costes alcanzando el objetivo de los 140 m de altura. Se están diseñando dos soluciones ejecutadas mediante un sistema de trepa, una torre de hormigón armado y una torre de hormigón reforzado con fibras que al eliminar la armadura reduce las tareas del proceso constructivo.

La geometría diseñada permite mantener la curvatura constante del encofrado lo que confiere una serie de ventajas a la torre. Entre ellas que no sean necesarios grandes medios auxiliares, evitando el uso de grandes grúas y los costes asociados a las mismas. Se reducen los tiempos de construcción, pudiendo llegar a una trepa diaria con plazos muy reducidos. La reutilización del sistema constructivo en numerosas torres reduce el coste de instalación. Se reducen los problemas de deterioro por fatiga ya que no existen juntas.

En resumen, las principales ventajas que aporta el proyecto son:

- Desarrollo de tecnología para licitar en nuevos mercados.
- Mayores alturas con un menor coste de material.
- No existen costes asociados al transporte de grandes secciones de torre prefabricadas.
- Menor coste de grúas y sistemas de elevación.
- Se eliminan centros de prefabricación cercanos al emplazamiento (excepto planta de hormigón).
- Mínimos costes de operación y mantenimiento.
- La vida útil de las torres actuales es de 20 años, empleando hormigón como material constructivo se aumentará hasta los 40 años.

## PROYECTO SOGUN (DRAGADOS)

El proyecto de I+D SOGUN (Sistema De Control Geométrico Del Robot Gunitador) consiste en el desarrollo de un sistema de control geométrico del espesor de proyección de hormigón en túneles. El proyecto SOGUN ha sido desarrollado por DRAGADOS en colaboración con el centro tecnológico CARTIF y con financiación propia por parte de DRAGADOS y DRAGADOS Canadá. El sistema se ha utilizado en Toronto en la Joint Venture Crosslinx Transit Solutions, de la que DRAGADOS forma parte, y se utilizará una versión mejorada en la obra de REM (Réseau Express Métropolitain) en Montreal.

El sistema SOGUN incorpora en un único equipo una serie de dispositivos que permiten escanear (medir) la superficie real del túnel de forma tridimensional, capturando cientos de miles de puntos de la superficie del túnel por segundo, detectar las desviaciones respecto de los planos teóricos del túnel y mostrar o proyectar los resultados de dicha comparación directamente sobre la superficie del túnel con la precisión necesaria para facilitar el trabajo de gunitado. Todas estas tareas se realizan en un tiempo inferior a un minuto, reemplazando el uso de cerchas o pines cuando se utilizan como elementos de referencia para conocer el espesor gunitado.

SOGUN permite evitar el uso de estos elementos de referencia cuando su misión no es estructural, permitiendo al operador del robot gunitador conocer de forma cuasi-instantánea los espesores necesarios para alcanzar una sección geométrica teórica en cada punto del túnel e introduciendo las siguientes ventajas:

- Aumento de la seguridad del personal de la obra al no tener que colocar los elementos de referencia en zonas con material en consolidación o sin sostenimiento.
- Ahorro del material de las cerchas o pines y optimización de la cantidad de hormigón proyectada.
- Eliminación del tiempo necesario para colocar las cerchas o pines, permitiendo agilizar el ciclo de trabajo de forma significativa.
- Además, el sistema permite controlar cualquier posible sobre-excavación lo que hace que no se utilice más gunita de la necesaria.

El sistema es muy versátil y se puede utilizar bien colocado sobre el robot gunitador o desde cualquier lugar que permita operarlo de forma ventajosa (modo stand alone). SOGUN tiene grandes posibilidades de configuración del software y de la información mostrada al operador sobre la superficie del túnel, incluyendo la representación de espesor de hormigón faltante en distintos colores además de la información numérica de dicho espesor. El sistema ha sido diseñado para una utilización sencilla y se ha desarrollado una botonera específica que el operador del robot gunitador puede manejar desde el control remoto del mismo.

La validación del sistema SOGUN se ha realizado en diferentes entornos de obra y actualmente está prevista su incorporación a la obra de REM en Montreal durante el año 2021.



## AMPLIACIÓN DE CAPACIDADES DE BIM EN HOCHTIEF

El modelado de información de construcción (BIM, por sus siglas en inglés) es la herramienta digital del futuro para la ejecución de proyectos. El diseño y construcción de proyectos utilizando BIM es lo que demandan en la actualidad clientes de muchos países. La metodología se basa en conectar activamente a todas las personas que participan en un proyecto utilizando modelos informáticos en 3D que pueden detallarse con información adicional. Basado en este modelo, los participantes del proyecto también pueden calcular la huella de carbono y posibles ahorros.

HOCHTIEF reconoció este potencial desde el principio y fundó la empresa HOCHTIEF ViCon GmbH, que se especializa en estos métodos. El objetivo es HOCHTIEF ViCon sea el experto de BIM en todo HOCHTIEF, ofreciendo cursos en esta área tanto para empleados propios como proveedor de cursos para otras empresas, así como consultor y asesor especializado en BIM para proyectos emprendidos por la administración pública o empresas privadas. Adicionalmente BIM ya se utiliza en muchas de las empresas de HOCHTIEF.

El desarrollo de aplicaciones innovadoras para el modelado de información de construcción (BIM) siguió siendo un área focal común a largo plazo para todas las unidades corporativas en 2020. Durante el año de análisis, el número total de empleados formados en la última iteración de esta tecnología se sitúa en 5.937, frente a los 3.375 de 2019. Para formar profesionales BIM, HOCHTIEF ViCon colabora con las universidades Ruhr University Bochum y la Universidad Técnica de Munich, entre otras. La formación y empleo de estas nuevas tecnologías es necesario, a la hora de satisfacer las necesidades de los clientes, ofrecer productos y servicios sostenibles y, por tanto, mejorar su posición en el mercado.

### NÚMERO DE EMPLEADOS QUE HAN RECIBIDO FORMACIÓN BIM EN 2020

	TOTAL HOCHTIEF	HOCHTIEF AMERICAS	HOCHTIEF ASIA PACIFIC	HOCHTIEF EUROPE
EMPLEADOS	5.973	454	1.344	4.175

## AVANCE EN LA MODELIZACIÓN 3D PARA UN DISEÑO MEJOR, MÁS RÁPIDO Y SEGURO (CIMIC)

Hasta ahora, poder ver en 3D toda una estructura subterránea y las capas de suelo que la rodean requería un intenso trabajo de diseño manual, conocimientos de software especializados y una importante inversión de tiempo y dinero. Con una gran innovación, EIC Activities, una de las principales empresas a través de las cuales opera el grupo CIMIC en Asia Pacífico, ha automatizado partes del proceso de modelado para completar eficazmente los modelos 3D de múltiples estaciones para el proyecto Cross River Rail.

Trabajar en 3D significa que se puede simular la construcción de toda la estructura, incluidas las obras temporales y permanentes, de una forma que la simulación en 2D no permite. Esta nueva herramienta elimina gran parte de la dificultad y el tiempo de la modelización en 3D. En uno de los escenarios se preveía que se tardaría tres semanas en crear el modelo con los métodos tradicionales y se ha reducido a una semana con este nuevo modelo.

Gracias al éxito de la modelización de las estaciones de Cross River Rail, el equipo de geotecnia de EIC Activities está estudiando la posibilidad de aplicar el proceso de modelización 3D más rápido en más proyectos, incluso en la fase de licitación. Esta tecnología resultará muy ventajosa a la hora de poder mostrar a un cliente, en la fase de licitación, el modelo de cómo será el proceso de construcción, incluyendo todas las capas del suelo y cómo afectarán a la estructura. Además, poder simular la realidad con mayor precisión permite identificar posibles problemas y riesgos durante el proceso de diseño.





## PROYECTO E TESTING (GEOCISA)

Desde el 10 de noviembre de 2017, GEOCISA trabaja, con la colaboración del Centro Internacional del Métodos Numéricos para ingeniería (CIMNE) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en el proyecto E-TESTING que es una herramienta numérica-experimental para la determinación del estado de integridad de las estructuras, especialmente orientado a puentes de ferrocarril.

La metodología que sigue en la herramienta para establecer el estudio de la salud estructural consiste en:

- Estudio detallado de la estructura. Incluye la recogida de la información existente, esto es, todo tipo de planos, medidas e inspección principal en campo para verificar su estado de conservación y el ajuste de los planos con la realidad. Elaboración de un modelo preliminar de la estructura.
- Ajuste del modelo. El modelo preliminar se refina con información real, proveniente de ensayos in-situ, en los que se instrumenta la estructura de manera exhaustiva para adquirir el máximo de información de la misma. Estos consisten, entre otros, en una prueba de carga tanto estática como dinámica. La parte estática consiste en situar unas sobrecargas conocidas (locomotoras, dresinas, etc.) durante un tiempo determinado para verificar su comportamiento elástico y comparar la deformación real producida, con la teórica, procedente del modelo.

La parte dinámica consiste en realizar varias pasadas sobre la estructura a distintas velocidades para conseguir parámetros como frecuencias de los principales modos de vibrar, coeficiente de impacto o amplificación dinámica y el amortiguamiento.

El ajuste del modelo continúa en una fase posterior, nutriéndose de la instrumentación permanente de la estructura. Lo que se pretende en última instancia, es conocer la respuesta real de la estructura frente a los efectos ambientales y operacionales (temperatura, humedad, velocidad del viento, cargas, etc.) de este modo cualquier anomalía detectada, entendiéndose como anomalía cualquier evento que no se pueda correlacionar con los efectos antes mencionados, sería candidato a considerarse como un deterioro.

- Los sensores que se disponen en las estructuras, de manera permanente, son esencialmente, acelerómetros y sensores de temperatura y humedad. Estos sensores son inalámbricos y autosuficientes en cuanto a la alimentación, ya que cuentan con placas solares. La señal de todos ellos la recibe un router con acceso a internet, que igualmente se alimenta con una placa solar, y este, envía los datos a gabinete para su tratamiento y análisis. Este sistema es totalmente escalable para una mejor adaptabilidad.