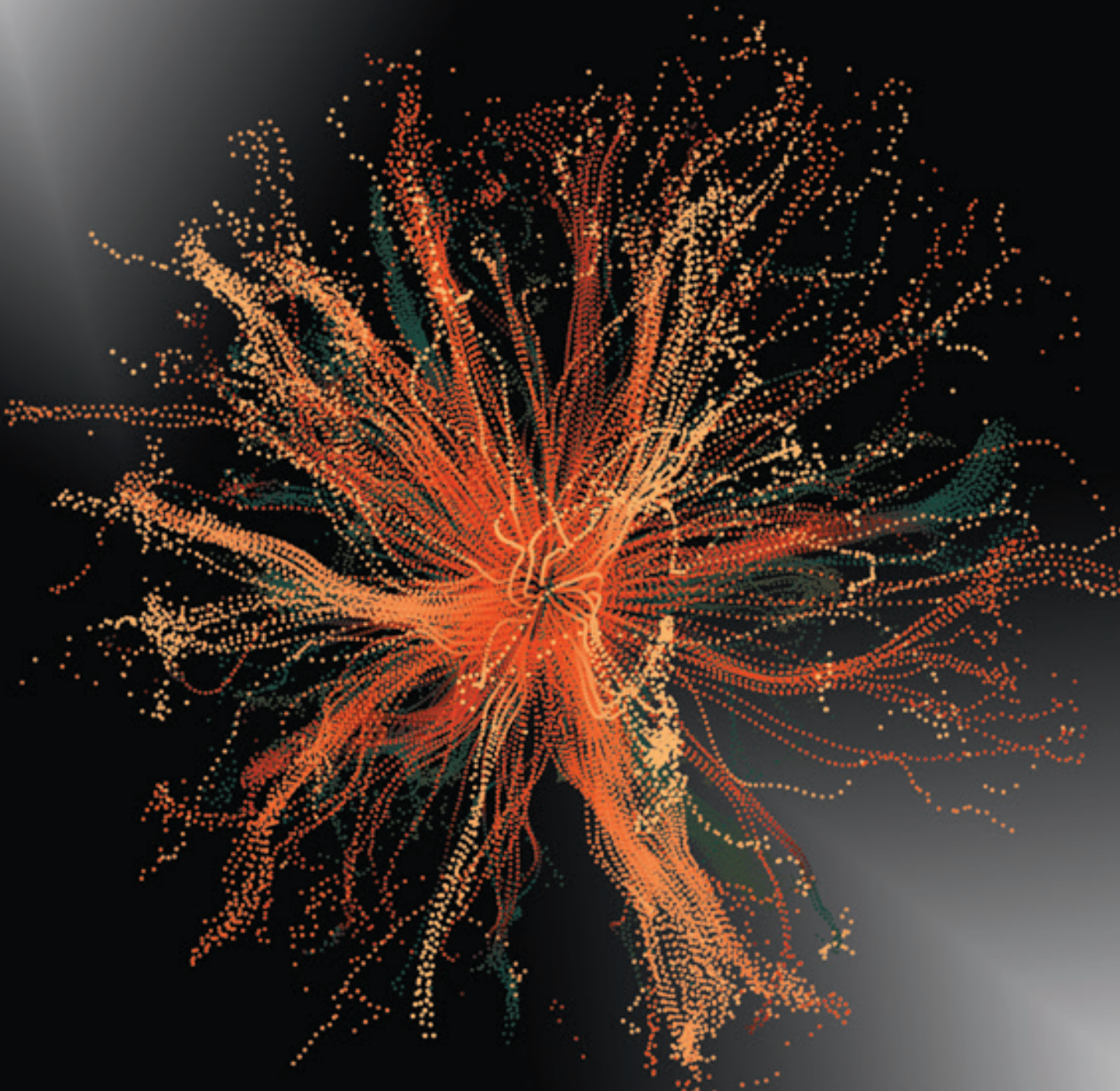


AMPHOS²¹

SCIENTIFIC AND STRATEGIC ENVIRONMENTAL CONSULTING



BREAKING THROUGH

AMPHOS²¹

SCIENTIFIC AND STRATEGIC ENVIRONMENTAL CONSULTING



BREAKING THROUGH

Hitos de una travesía Milestones along a journey

Informe de actividades Activity Report
2017-2018

Índice Index

6

Amphos 21 cumple 25 años. Balance del Consejero Delegado
Amphos 21 reaches 25 years. CEO's letter

A photograph showing three hikers with backpacks walking along a narrow stone path on a mountain ridge. The path is flanked by large, grey rock formations on the left and a vast, hazy mountain valley on the right. The sky is overcast.

8

Hitos de una travesía Milestones along a journey

A close-up photograph of several pine cones. The focus is sharp on the pine cone in the foreground, showing its intricate, overlapping scales. The background is blurred, showing more pine cones and a soft, teal-colored light.

31

Informe de actividades Activity Report 2017-2018

Informe de actividades Activity Report 2017-2018

- 32** Balance de la Directora General
Balance of the Managing Director
- 33** Balance del Consejero Delegado. Chile
Balance of the CEO. Chile
- 33** Balance del Gerente General. Perú
Balance of the Managing Director. Peru
- 34** Resultados
Results
- 36** Proyectos
Projects
- 38** Servicios Nuclear. Ejemplos de proyectos
Nuclear Services. Project examples
- 41** Servicios Minería. Ejemplos de proyectos
Mining Services. Project examples
- 43** Servicios Hidrológicos. Ejemplos de proyectos
Hydrological Services. Project examples
- 46** Servicios Sostenibilidad. Ejemplos de proyectos
Sustainability Services. Project examples
- 48** Servicios Petróleo y Gas. Ejemplos de proyectos
Oil&Gas Services. Project examples
- 50** Nuestro equipo
Our team
- 52** Ferias y congresos
Symposiums and Conferences
- 56** Publicaciones científicas
Scientific Papers

AMPHOS



Amphos 21 cumple 25 años

Jordi Bruno, Consejero Delegado

El número de empresas que alcanzan los 25 años de existencia es bastante limitado. Así pues, es con orgullo contenido que escribimos esta nota mientras nos aproximamos a nuestra entrada en este selecto club.

En 1994, éramos básicamente una empresa que arrancaba con tres personas que creíamos que una excelente consultoría ambiental se podía realizar más allá de los muros de instituciones académicas. Y lo que fue más importante, algunos clientes también lo creyeron. Algunos de ellos han estado con nosotros desde el nacimiento de lo que es ahora el Grupo Amphos 21.

Actualmente somos un grupo de empresas dedicadas a la consultoría estratégica y medioambiental que operan en Europa, América, Asia y África, con más de 150 consultores de gran talento.

Una empresa como la nuestra no puede crecer durante 25 años sin evolucionar constantemente. Empezamos como una consultoría científica para el mercado europeo de residuos radioactivos, pero rápidamente expandimos nuestra consultoría a los recursos hídricos y la estrategia medioambiental. La diversificación de nuestros servicios nos llevó a los servicios medioambientales para la industria minera y al nacimiento y desarrollo de nuestras actuales empresas en Chile y Perú, claves en nuestro crecimiento.

Cerramos el bienio 2017-2018 consolidando nuestro récord en ventas, y EBITDA, que nos prepara el camino para nuestra expansión futura.



Amphos 21 reaches 25 years

Jordi Bruno, CEO

The number of companies that reach the 25 years' milestone of existence is rather limited. So, it is with a measured sense of pride that we write this note as we are approaching our inception in this selected club.

In 1994, we were basically a start-up of three people who believed that excellent environmental consultancy could be done beyond the walls of academic institutions. Most importantly a few key clients also believed in that, some of them have been with us since the birth of what now is Amphos 21 Group.

Our present reality is a group of four environmental and strategic consultancy companies that operate in Europe, America, Asia and Africa with more of 150 talented consultants.

A company like ours cannot endure 25 years of growth without a constant thrive for evolution. We started as an scientific consultancy for the European nuclear waste market, but very soon in the development we expanded our consultancy into the fields of water resources and environmental strategy. The diversification of our services brought us into the environmental services for the mining industry and to the birth and development of our present companies in Chile and Peru, key drivers of our growth at the moment.

We close the biennium 2017-18 consolidating our record in sales and EBITDA, which paves the way for our future expansion.

Hitos de una travesía

Milestones along a journey

En 2019, nuestra compañía cumple 25 años. Recordamos, en estas páginas, los hechos que han marcado nuestra trayectoria a lo largo de este periodo.

Our company turns 25 in 2019. In the following pages we highlight some of the milestones we have accomplished along this 25 years journey.

En la foto Jordi Bruno, Lara Duro y Esther Cera, componentes iniciales del equipo.
 En la actualidad Jordi Bruno y Lara Duro son respectivamente el Presidente y la Directora General del grupo.
 In the photo, Jordi Bruno, Lara Duro and Esther Cera, initial members of the team. Jordi Bruno and Lara Duro are CEO and General Manager respectively.

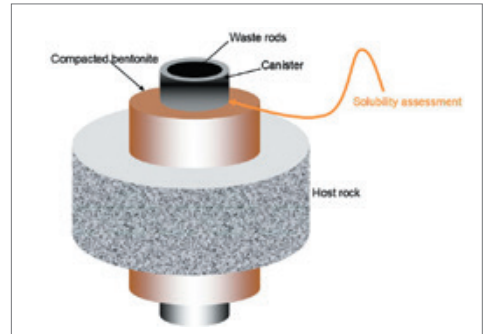
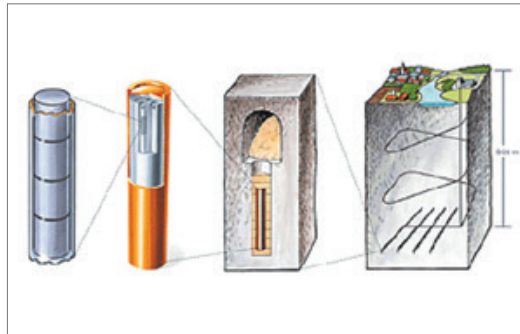


1994

Los inicios. Our birth

Iniciamos nuestras actividades como **Intera Information Technologies Spain** en septiembre de 1994. Nuestra sede estaba en el área metropolitana de Barcelona y nuestro objetivo era el de ofrecer asesoría científica de alto nivel en gestión de residuos radioactivos.

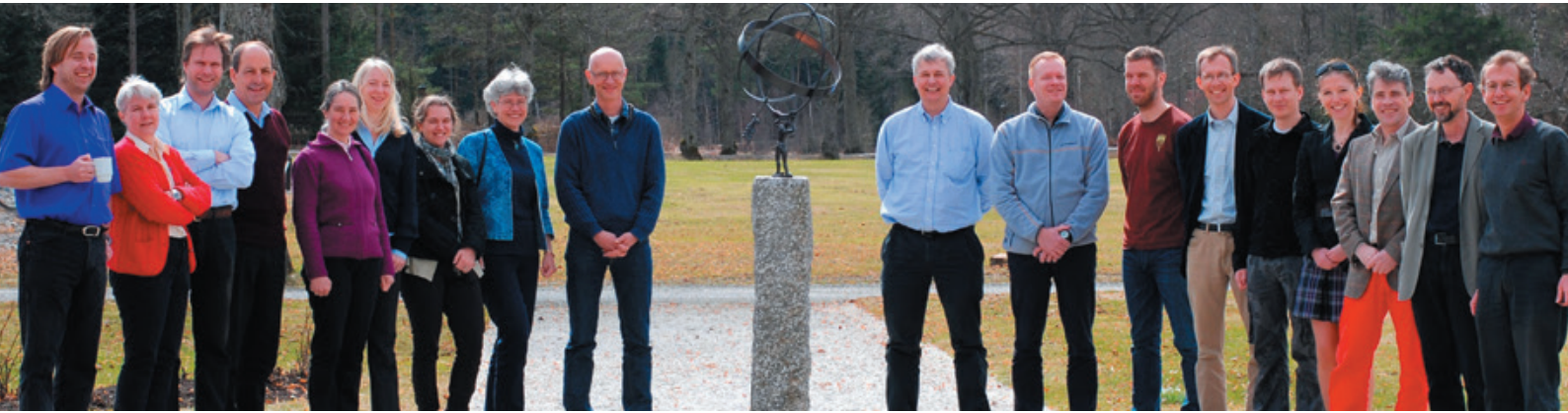
We initiated our activity as **Intera Information Technologies Spain** in September 1994, based in Barcelona area and with the objective to deliver high level scientific consultancy in radioactive waste management worldwide.



Lara Duro y Salvador Jordana, el primer hidrogeólogo en unirse al equipo.
 Lara Duro and Salvador Jordana, he was the first hydrogeologist to join the team.



Jordi Bruno y Joan de Pablo de la UPC, un gran compañero de viaje desde nuestros inicios.
 Jordi Bruno and Joan de Pablo (UPC), a fellow traveller from the beginning.



1995

*El equipo de SR-Site de SKB, con el que hemos cooperado durante muchos años en la preparación de la solicitud de licencia de construcción del repositorio subterráneo de combustible nuclear gastado en Suecia.
The SR-Site team of SKB, whom we have co-operated with for many years in preparing the license application for the deep geological repository for Spent Nuclear Fuel in Sweden organizations.*



SKB, un gran cliente, de la investigación a la implementación

SKB, a long term client, from research to implementation

SKB es la Agencia encargada de la Gestión del Combustible Gastado producido por las centrales nucleares de Suecia. Se trata de una empresa pionera a nivel mundial en lo referente a investigación y desarrollo de un Almacenamiento Geológico Profundo, cuyos diseños y conceptos son utilizados por otros países. El caso de SKB representa el nacimiento y desarrollo de nuestros servicios en el Mercado de los residuos radioactivos. Empezamos a colaborar en 1983, en el momento del desarrollo del concepto KBS3, antes del nacimiento de Amphos 21 e incluso antes de que SKB se creara como empresa para la gestión de residuos nucleares. Este era un trabajo puramente de investigación que realizamos desde KTH, relacionado con química de radionúclidos y la estabilidad de la matriz del combustible gastado. Pronto empezamos a trabajar en muchos frentes relacionados, incluyendo el desarrollo de modelización geoquímica para SKB.

SKB fue vital para el nacimiento de lo que es ahora Amphos 21 en 1994. Trabajamos mucho en disolución de combustible gastado, comportamiento de elementos radioactivos y tóxicos, y modelización de aguas subterráneas relacionadas con un número de proyectos I+D.

Ya desde 1995 nos involucramos en trabajos de apoyo a la evaluación de comportamiento del repositorio de combustible nuclear gastado y más tarde parte del equipo de asesores científicos de SIERG, el cual supervisó la investigación del emplazamiento y la selección de actividades de SKB en el mismo, tanto en Forsmark como en Oskarshamn. Asimismo, proporcionamos un amplio soporte i+D a la extensión del depósito de residuos radioactivos de baja y media actividad, SFR, en Forsmark. Este trabajo rápidamente se convirtió en apoyo de modelización para el asesoramiento de seguridad de la extensión SFR de PSU y la evaluación de Seguridad de SFL. SKB mostró una creciente necesidad de servicios relacionados con modelización avanzada durante las últimas décadas, lo cual llevó a varios desarrollos tecnológicos en Amphos 21, con el fin de satisfacer los requerimientos de SKB. Es importante remarcar la generación de la plataforma iMaGe, una iniciativa conjunta de Amphos 21, SKB, Posiva, KIT y JFZ, para desarrollar sofisticadas herramientas de modelización no disponibles en el mercado. Finalmente, no podemos olvidar mencionar que también somos parte de SARG, el grupo consejero científico para la extensión SFR.

TSKB is the Company in charge of the Management of the Spent Fuel produced by the Swedish nuclear power plants. It is a pioneer organization in the world in relation to the research and development for a Deep Geological Repository, and SKB's designs and concepts are used by other countries. The case of SKB epitomizes the birth and development of our services in the radwaste market. We started to collaborate by 1983, at the time of the development of the KBS3 concept before the birth of Amphos 21 and even before SKB was created as a Nuclear Waste Management company. This was pure research work that we performed from KTH related to radionuclide chemistry and the stability of the spent fuel matrix. Soon, we started to work in many related fronts including the development of geochemical modelling for SKB.

SKB was vital for the birth of what is now Amphos 21 in 1994. We did a lot of work on spent fuel dissolution and groundwater modelling related to a number of R&D projects.

Already from 1995 we became involved in PA support work for SR-Can and later we were part of the scientific advisory team of SIERG, which firstly oversaw the Site Investigation and Site selection activities of SKB



Como resultado de una larga y fructífera relación profesional, SKB y Amphos 21 firmaron un Convenio Marco de Colaboración en el año 2015, que incorpora beneficios mutuos para ambas organizaciones.

As a result of a long term fruitful professional relationship, SKB and Amphos 21 signed a Cooperation Framework Agreement in 2015 that incorporates mutual benefits for both organizations.

En la foto, Jordi Bruno (izquierda) y Jorge Molinero (derecha) Director de Servicios Nucleares, posan con Emma Johansson, Jan-Olof Selroos, Tobias Lindborg y Sten Berglund del equipo de SKB. In the photo, Jordi Bruno (left), and Jorge Molinero (right) Director of Nuclear Services, pose with Emma Johansson, Jan-Olof Selroos, Tobias Lindborg and Sten Berglund of the SKB team.

in both Forsmark and Oskarshamn, later that group advised also the development of the SR-Site safety assessment which is the basis for the construction of the Spent Fuel repository at Forsmark. In the meantime, we gave ample R&D support to the extension of the SFR intermediate and low level radwaste repository at Forsmark. This work rapidly shifted into modelling support for the PSU safety assessment of the SFR extension and the SFL safety evaluation. SKB showed an increasing need of services related to advanced modelling

during the last decades, which lead to several technological developments at Amphos 21, in order to satisfy SKB demands. In this framework, it is worth noting the relevance of the iMaGe platform, a joint initiative of Amphos 21, SKB, Posiva, KIT and JFZ, to develop sophisticated modelling tools not available in the market. Finally, we cannot forget to mention that we are also part of SARG, the scientific advisory group for the SFR extension.

1997

Aguas subterráneas y suelos contaminados

Groundwater and contaminated sites

Ampliamos el campo de actuación a nuevas áreas de consultoría técnica: aguas subterráneas y suelos contaminados.

En estas fechas, la actual Agència de Residus de Catalunya (ARC) se hizo cargo de un emplazamiento contaminado por disolventes clorados con múltiples focos en Sant Llorenç d'Hortons (Barcelona). Ese proyecto supuso un año más tarde el inicio de una serie de colaboraciones ininterrumpidas con la administración catalana y española así como con promotores privados con la finalidad de caracterizar emplazamientos y acuíferos contaminados.

We expanded our services to the technical consultancy in groundwater and contaminated sites.

In 1997, the Catalan Waste management agency took over a contaminated site by halogenated solvents in St. Llorenç d'Hortons. This project led to a series of collaborations between Amphos 21 and the Catalan and Spanish administration on characterisation and remediation of contaminated sites and groundwaters. Our services raised awareness and interest in private clients requiring site management and remediation.



Hitos de una travesía Milestones along a journey

1998

Trabajo en terreno Field Services



Jordi Guimerà, Director de Servicios Hidrológicos, en una misión en el Gabón en 1998.
Jordi Guimerà, Director of Hydrological Services in a mission in Gabon in 1998.

Los servicios de terreno incluyen todo tipo de servicios relacionados con el control y monitoreo de suelos, aguas, supervisión de perforaciones, control de ejecución de obra, etc.

En la foto, medida de parámetros in situ del agua subterránea en el entorno de una mina de uranio en Gabón.

Field services include all types of services related to the control and monitoring of soil, water, supervision of drilling, work execution control, etc.

In the photo, measurement of in situ groundwater parameters in the vicinity of a uranium mine in Gabon.

Residuos urbanos e industriales

Urban and industrial waste

Incorporamos nuevas áreas de consultoría técnica, como son la gestión de residuos urbanos e industriales.

We offer technical and strategic consulting in urban and industrial waste.



1999

Búsqueda de posibles análogos naturales de combustible nuclear en la Mina Eureka (Pirineos) con especialistas de la UB en junio de 1999

Looking for natural analogues of nuclear spent fuel in the Eureka Mine (Pyrenees) with the UB specialists on June 1999



POSIVA

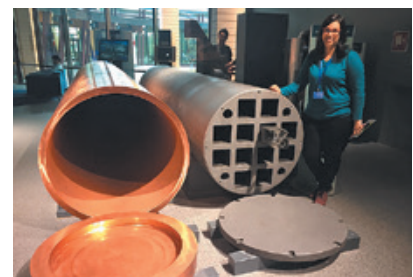
POSIVA Oy

POSIVA Oy (<http://www.posiva.fi/en>) es la organización encargada de la gestión y el almacenamiento definitivo de los residuos nucleares de alta actividad en Finlandia. POSIVA Oy comenzó su actividad en 1995 y desde entonces trabaja activamente con numerosas instituciones y empresas, tanto nacionales como internacionales. Amphos 21 ha colaborado con POSIVA Oy desde 1999, desarrollando actividades de I+D y dando soporte técnico en distintas áreas. Hemos participado muy activamente en estudios vinculados a la evaluación de

distintos escenarios propuestos para la instalación de un repositorio subterráneo definitivo de residuos nucleares. Estamos muy orgullosos de haber contribuido a que POSIVA Oy haya obtenido en 2015 la licencia legal necesaria para la construcción del repositorio subterráneo de ONKALO.

POSIVA Oy (<http://www.posiva.fi/en>) is an expert organization responsible for the management and final disposal of high-level nuclear waste in Finland. POSIVA Oy started its activity in 1995 and since then has been actively working with numerous institutions and companies both nationally and internationally. Amphos 21 has collaborated with POSIVA Oy since 1999, developing R&D activities and providing technical support in different areas. We have been

actively involved in a good number of projects related to the evaluation of the different proposed scenarios for the installation of a definitive underground nuclear waste repository. We are very proud to have contributed to POSIVA Oy having obtained in 2015 the legal license for constructing the ONKALO underground repository.



1999**Andra & ThermoChimie**

En el año 1999 empezamos a desarrollar ThermoChimie, la mejor base de datos termodinámicas para realizar cálculos de soporte a la evaluación de comportamiento de almacenamiento de residuos radioactivos.

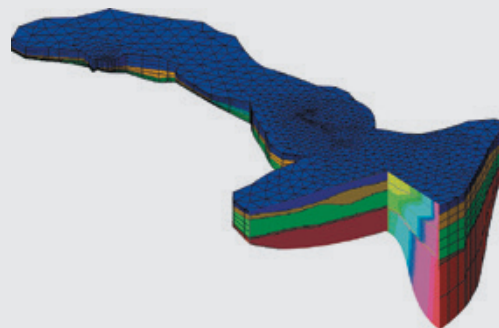
La Agencia de gestión de residuos radioactivos francesa, Andra, nos adjudicó el primer proyecto de desarrollo de ThermoChimie. Este proyecto, incipiente entonces, se ha convertido, tras 18 años, en un gran desarrollo en el que participan también la agencia de gestión de residuos radioactivos inglesa (RWM) y la belga (Niras/Ondraf). Amphos 21 ha gestionado y desarrollado ThermoChimie desde sus inicios y gracias a este proyecto hemos podido colaborar con grandes institutos de investigación europeos y mantener nuestra excelencia científica a un nivel puntero reconocido internacionalmente. Para más detalles, se puede consultar www.thermochimie-tdb.com.

Nuestra colaboración con ANDRA dio lugar en 2014 a la firma de un contrato marco, gracias al cual hemos desarrollado líneas de investigación punteras en soporte a la gestión de residuos radioactivos junto con distintas universidades y organismos de investigación.

In the year 1999, we started the development of ThermoChimie, the best thermodynamic database supporting the calculations of performance assessment of radioactive waste repositories.

The French nuclear waste management organisation, Andra, gave us the opportunity to develop ThermoChimie. After 18 years, the project also receives the support of the british and the belgian nuclear waste management organisations (RWM and Niras/Ondraf). Amphos 21 has managed and developed ThermoChimie from its initial steps and, thanks to this project, we have collaborated with large european research institutes and have kept our scientific excellence to an international recognition. For more details go to www.thermochimie-tdb.com.

Our collaboration with ANDRA led to our framework agreement in 2014. Thanks to this agreement, we have developed groundbreaking research in support to the management of radioactive waste together with universities and research entities.

2001**Gestión y modelamiento de acuíferos costeros***Coastal aquifers management and modelling*

Inicio del proyecto de Soporte a la Gestión de Aguas en el acuífero costero de La Tordera (Barcelona), elaborado para la Agencia Catalana del Agua (ACA), el cual incluyó como una de las actividades principales el desarrollo de una herramienta numérica de gestión de aguas subterráneas. Dicho modelo se constituyó como uno de los primeros modelos numéricos de flujo y transporte tridimensional con densidad variable a nivel nacional, para modelar casos reales de intrusión salina y fue presentado en foros científicos. Del mismo modo significó que la ACA se convirtiera en uno de los clientes históricos para Amhos 21.

El equipo no ha dejado de desarrollar sus capacidades cuantitativas de numerosos procesos, a diferentes escalas y con diversas herramientas, convirtiéndose hoy en día en una de las señas de identidad.

Start of the Water Management Support project in the coastal aquifer of La Tordera (Barcelona), prepared for the Catalan Water Agency (ACA), which was included as one of the main activities the development of a numerical tool for groundwater management. This model was one of the first numerical models of three-dimensional flow and transport with density dependent flow at the national level, applied to model actual saline intrusion sites and was presented in scientific forums. It also meant that the ACA became one of the historical clients for Amhos 21.

The team has not stopped developing its quantitative capabilities of numerous processes, at different scales and with different tools, becoming today one of the hallmarks of identity.

**Contrato marco con ENRESA***Framework agreement with ENRESA*

Firmamos el primero de nuestros acuerdos marco con ENRESA, la empresa de gestión de residuos radioactivos española. Nuestra colaboración con ENRESA es de largo recorrido.

We sign our first framework agreement with ENRESA, the Spanish radioactive waste management agency. This has been a long-term collaboration.

Hitos de una travesía Milestones along a journey



2003

Minería. Mining

Comenzamos a trabajar para el sector minero. El primer proyecto en este ámbito se desarrolló con la empresa francesa Goro-Nickel Mines, en colaboración con INERIS, el instituto francés para la evaluación de riesgos industriales. Nuestro proyecto consistió en la modelación del manganeso contenido en los efluentes de la mina situada en Nueva Caledonia.

We incorporate mining to our service portfolio. Our first project in this sector was on the Goro-Nickel mine, in collaboration with INERIS, the Frech Institute of industrial risks. We developed a model for predicting the behaviour of manganese from the effluents of the mine sited in New Caledony.



2004

10 Aniversario 10th Anniversary

En 2004, la empresa alcanza los 1,5M€ en consultoría, consolidándose en el mercado de asesoría científica de gestión de residuos radioactivos, mientras iniciaba la apertura de nuevas áreas de consultoría técnica en el agua subterránea, el mercado de suelos contaminados y la consultoría estratégica en sostenibilidad.

In 2004, the company reached €1.5M in consultancy, consolidating its position in the market for scientific consultancy for the radioactive waste management market while opening new areas of technical consultancy in the groundwater, the contaminated soil market and sustainability strategic consultancy market.



*En el año 2004, en nuestra sede de Valldoreix, celebramos el 10 aniversario. Ya éramos 23 componentes en el equipo.
In 2004, in our office in Valldoreix, we celebrate our 10th anniversary and we were already 23 members in our team.*

2004



Libro Blanco. White Book

Redacción y edición del Libro Blanco de la Gestión de Residuos Industriales de Catalunya. Este informe incluye una evaluación del efecto de las diferentes estrategias de gestión de residuos en la emisión de gases de efecto invernadero.

Redaction and edition of the White Book of the industrial waste management in Catalonia. The book included an assessment of the different strategies for waste management and their impact on greenhouse gas emissions.

2005

Eficiencia energética Energy efficiency



Seguimos desarrollando la cartera de servicios. Ésta se amplía con la incorporación de la consultoría para la eficiencia energética en la industria y la arquitectura sostenible en proyectos emblemáticos.

Our services portfolio diversifies to the consulting in energy efficiency in industrial processes and the sustainable architecture in emblematic projects.



Juan Castaño, actual Consejero de Amphos 21 Chile, se incorpora al equipo en 2005 y empezamos a trabajar en eficiencia energética y arquitectura sostenible. Juan Castaño, current CEO in Amphos 21 Chile, joins to the team in 2005 and we started working on energy efficiency and sustainable architecture.

Proyecto FUNMIG FUNMIG Project



El año 2005 dio comienzo el proyecto FUNMIG, auspiciado por el 6º programa marco EURATOM de la Unión Europea. FUNMIG duró cuatro años y fue el mayor proyecto integrado hasta la fecha, con 51 participantes de 15 países europeos y 29 grupos asociados, incluyendo países externos a la EU (Canadá, Corea y Rusia). La UE financió el proyecto con 8 millones de euros. FUNMIG versó sobre la migración de radionucleidos en la roca encajante considerada en Europa para los repositorios de residuos radioactivos de alta actividad. El proyecto investigó sobre uno de los principales retos asociados a la consecución de un mix energético sostenible en Europa: la credibilidad científica y social del almacenamiento geológico de residuos radioactivos de alta actividad. En Amphos 21, además de participar científicamente en el proyecto, nos hicimos

cargo de la secretaría científica, y estuvimos al frente del componente de comunicación, diseminación y gestión del conocimiento. Fue un hito muy importante en nuestra historia, el cual nos consolidó como partner empresarial estratégico en proyectos multidisciplinares y multinacionales en gestión de residuos radioactivos.

The EURATOM 6th EC Framework Program Integrated Project FUNMIG (FUNdamental processes of radionuclide MIGration) started in 2005 and lasted for four years. The project was implemented by 51 Contractors from 15 European countries and 29 Associated Groups, including organizations from three non-EU countries (Canada, Korea and Russia). The project received 8 million euros from the EC. FUNMIG dealt with the migration of radionuclides in the far-field of nuclear waste repositories in the three different hostrock types presently under investigation in Europe. The project tackled one of the main challenges for a sustainable European energy mix, scientific and social credibility of geologic HLRW disposal. Besides our scientific participation in the project, Amphos 21 held the scientific secretariat and was in charge of the communication, dissemination and knowledge management of the project. This was a cornerstone in our history, which consolidated Amphos 21 as strategical partner in multidisciplinary and multinational projects on radioactive waste management.



Lara Duro, con Gunnar Buckau, Coordinador del proyecto, y Pedro Hernán, de ENRESA. Ambos grandes colaboradores de Amphos 21 durante muchos años. Lara Duro, with Gunnar Buckau (standing) Project coordinator, and Pedro Hernán, from ENRESA. Both of them Good collaborators of Amphos 21.

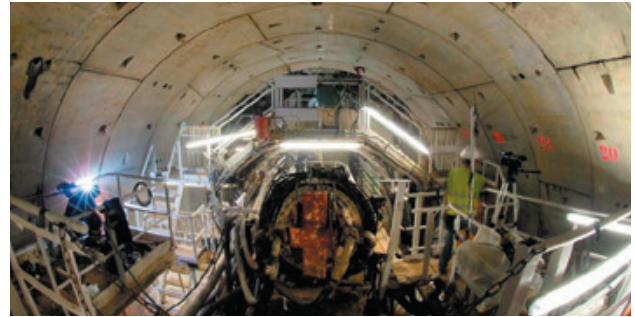
Hitos de una travesía Milestones along a journey

2006

Hidrogeología e ingeniería civil *Hydrogeology and civil engineering*

Inicio de los trabajos en hidrogeología como soporte a la construcción de la Línea 9 del Metro de Barcelona. A partir de ese momento, el equipo adquirió una alta especialización en desaguado de infraestructuras subterráneas y soporte a grandes proyectos de ingeniería, iniciándose una exitosa línea de trabajos futuros.

Starts of hydrogeology works to support the construction of Line 9 of the Barcelona Metro. From the early experience, the team acquired a high degree of specialization in draining underground infrastructures and in providing support for large engineering projects forming a solid foundation for a successful line of future business.



2007

La marca **AMPHOS**²¹ **ha nacido** *The brand is born* SCIENTIFIC AND STRATEGIC ENVIRONMENTAL CONSULTING



En la foto, los socios fundadores, Lara Duro, Jordi Guimerà, Juan Castaño y Jordi Bruno.

In the photo, founding partners; Lara Duro, Jordi Guimerà, Juan Castaño & Jordi Bruno.

En 2007, implementamos el proceso de Management By Out. En este año se ejecutan 104 proyectos, dato que demuestra la gran evolución experimentada desde los inicios en 1994.

En diciembre de 2007 nació Amphos 21 Consulting, S.L. (Amphos 21). Elegimos este nombre tan particular como un homenaje a $\alpha\mu\phi\theta\varsigma$ (Amphos), un observador de la Naturaleza en la antigua cultura griega que creía en las leyes naturales y no en las andanzas de dioses caprichosos. Amphos se unió a Pitágoras en la búsqueda de la lógica y la matemática de explicaciones de fenómenos naturales.

In 2007, we implemented the Management By Out. That year we developed 104 projects, an absolute proof of the growth achieved since 1994.

In December of 2007 the trademark Amphos 21 Consulting S.L. was born (Amphos 21) We choose that particular name as a tribute to $\alpha\mu\phi\theta\varsigma$ (Amphos), an observer of Nature in the ancient Greece, who believe in natural laws and not on The volatility of Gods. Amphos joined the Pitagoric School looking for the logics and mathematical explanations of natural phenomena.

PROGRIC

Elaboramos el PROGRIC (Programa de Gestión de Residuos Industriales de Cataluña), proyecto emblemático asociado a la planificación de la gestión de residuos. Este proyecto y sus sucesivas revisiones nos permitieron posicionarnos en la consultoría estratégica en la gestión de residuos, que, posteriormente, se vio complementada con la elaboración de numerosos planes y programas asociados a la gestión de residuos tanto en España como en Sudamérica.

We developed the Industrial Waste Management Program of Catalonia (PROGRIC), a groundbreaking project waste management planning. This project and its successive improvements allowed us to position as leaders in strategic waste management consultancy, later complemented with the development of numerous waste management plans and programs, both in Spain and South America.

2007**Captura y almacenamiento CO₂.** *CO₂ capture and storage*

Como consecuencia de la permanente innovación y diversificación, exploramos otros mercados y desarrollamos el primer proyecto asociado a la captura de CO₂. Es el proyecto PSE-AnálogosCO₂, cuyos principales objetivos fueron detectar y cuantificar las tasas de fuga de CO₂ en diferentes formaciones geológicas en España, previamente seleccionadas entre diversos sistemas naturales considerados análogos a almacenes industriales de CO₂.

As a result of continuous innovation and market diversification, we developed our first CO₂ capture project. The PSE-AnalogsCO₂ project, whose main objectives were to detect and quantify CO₂ leakage rates in various geological formations in Spain, selected as natural analogous to industrial CO₂ storage sites.

**2008****Año de mayor crecimiento del equipo***Year of the greatest growth of the team*

El año 2008 tuvimos un gran crecimiento en Amphos 21, con 19 nuevas incorporaciones, lo que supone el 50% de crecimiento. A partir de entonces, comenzamos a crecer en otras geografías, dando como resultado lo que somos hoy en día, el grupo Amphos 21.

Our growth in 2008 was very important, 19 newcomers to the team, which represented an increase close to the 50%. Since then, we expanded to grow in other geographies, leading to our today's identity, Amphos 21 group.

**Recarga artificial en los acuíferos del delta del río Llobregat***Managed Aquifer Recharge in the Llobregat river delta aquifers*

En este año, se contrata el seguimiento hidroquímico del impacto de la barrera de inyección de agua regenerada en el acuífero profundo del delta del río Llobregat con la Agencia Catalana de l'Aigua. La recarga artificial de acuíferos será un servicio clave en el futuro de los servicios hidrológicos de la empresa.

This year, the hydrochemical monitoring of the impact of the regenerated water injection barrier in the deep aquifer of the Llobregat river delta is contracted with the Catalan Water Authority. The Managed Aquifer Recharge will be a key service in the future of the hydrological services of the Company.

Hitos de una travesía Milestones along a journey



2009

Inauguramos oficina en Chile

We inaugurate office in Chile

Tras diversos proyectos realizados para el sector minero desde Barcelona, Amphos 21 decidió apostar por su implantación en Chile mediante una presencia permanente en el país: **Nace Amphos 21 Consulting Chile Ltda.**

After completing several projects for the mining sector, Amphos 21 decided to launch direct operations in Chile by setting up a permanent presence in the country: **Amphos 21 Consulting Chile Ltd was born.**





Amphos 21 Consulting Chile

El sector minero requería servicios de alta calidad técnica para una gestión sustentable del agua y para minimizar los impactos de su actividad en el entorno.

De esta manera, se inició una exitosa aventura empresarial enfocada inicialmente en el sector minero -hidrogeología, hidrología y geoquímica- que, progresivamente, fue incorporando otros servicios complementarios como permisos ambientales, gestión de residuos y recursos hídricos para empresas de diversos sectores (piscicultura, suministro de agua potable, etc.).

Amphos 21 Consulting Chile ha tenido un crecimiento estrechamente vinculado con la evolución económica del país. Los efectos imprevistos de la crisis económica de 2013-2014 exigieron una profunda reestructuración y reposicionamiento en el mercado, que han permitido recuperar un fuerte crecimiento de la empresa. Actualmente, el equipo cuenta con unos 50 profesionales y ofrece servicios de consultoría ambiental estratégica en los mercados minero, del agua y la sustentabilidad. En 2017, la facturación superó los tres millones de euros, con un crecimiento de más del 60% respecto del año anterior, confirmando la recuperación iniciada en 2015. La previsión para los próximos años es mantener el crecimiento, aprovechando, principalmente, el aumento de la demanda desde el sector minero.

The mining industry requires top-notch technical support for sustainable water management and to minimize its environmental impact.

We initiated a successful business venture, initially focusing on the mining industry -hydrogeology, hydrology and geochemistry- the progressively incorporating complementary services: management of environmental permits, waste management, identification of water sources for companies from a variety of industries (fish farming, potable water supply, etc.) and others.

Amphos 21 Consulting Chile's growth has been closely tied to the evolution of the Chilean economy. The unforeseen effects of the economical crisis of 2013-2014 led to a profound restructuring and repositioning in the market, which led to a strong rebound and renewed company growth. Currently, our team is comprised of approximately 50 consultants and offers strategical environmental consulting services for the mining, water and sustainability markets. In 2017, annual turnover exceeded three million euros, growing over 60% as compared to the previous year, solidifying the recovery initiated in 2015. The forecast for the coming years is to remain on this path of growth, mainly by taking advantage of the increase in demand from the mining industry.



Hitos de una travesía Milestones along a journey

2010

Inicio de colaboración con CODELCO en Chile
Start of collaboration with CODELCO in Chile



CODELCO es un cliente estratégico para Amphos 21 Group a través de nuestra filial chilena. El inicio de una larga relación basada en la confianza empezó con un pequeño contrato con la División El Teniente para un estudio hidrogeológico de un acuífero costero en el puerto de San Antonio, como parte de un estudio ambiental de ampliación de sus instalaciones de acopio y transporte.

CODELCO is a strategic client for Amphos 21 Group through our Chilean subsidiary. The beginning of a long, trusting relationship began with a small contract with the Division El Teniente for a hydrogeological study of a coastal aquifer in the port of San Antonio, as part of an environmental study to expand its storage and transport facilities.

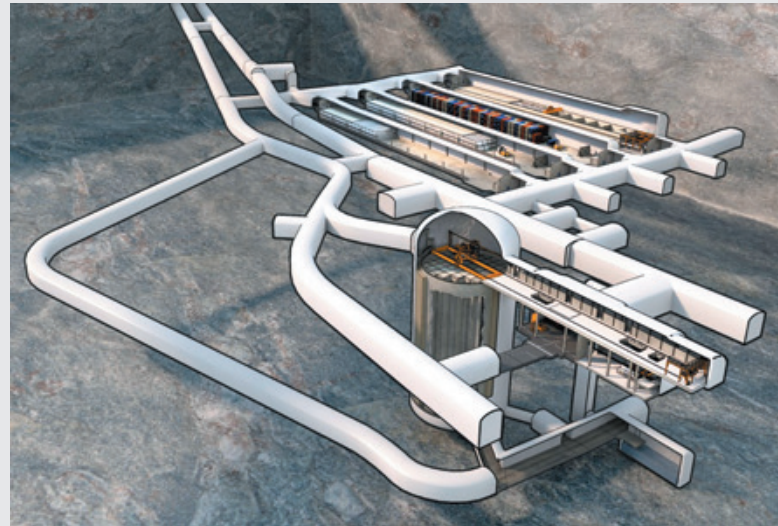
2011

Proyecto SFR (Suecia)
SFR project (Sweden)



El almacenamiento final para residuos radiactivos de vida corta en Suecia se encuentra situado en Forsmark, dentro del municipio de Östhammar. La infraestructura comenzó su operación en el año 1988 y fue la primera de este tipo en el mundo. Los residuos radiactivos almacenados en SFR son de baja y media actividad, lo que significa que, al contrario de lo que sucede con el combustible gastado, no requieren un periodo de enfriamiento y, además, su actividad es relativamente corta (en el tiempo). El almacenamiento SFR se localiza a una profundidad de 50 metros bajo el fondo del mar Báltico y consta de 4 galerías de 160 metros de largo, y una cámara en forma de silo, reforzada con hormigón, para los residuos de mayor actividad. La infraestructura subterránea se comunica con la superficie mediante dos túneles paralelos de acceso de 2 Km de longitud. En la actualidad, se está diseñando una extensión del repositorio. Amphos 21 ha trabajado en esta singular infraestructura durante las últimas décadas, aportando soluciones de consultorías relacionadas tanto con el análisis de la seguridad, como con simulaciones numéricas orientadas al soporte y optimización de la ingeniería.

Swedish Final Repository for Short-Lived Radioactive Waste is located at Forsmark in the municipality of Östhammar. The facility started operating in 1988 and was then the first of its kind in the world. The radioactive waste deposited in the SFR is low and medium level



waste. This means that unlike spent nuclear fuel it does not have to be cooled and is relatively short-lived. The SFR is situated 50 metres below the bottom of the Baltic and comprises four 160-metre long rock vaults and a chamber in the bedrock with a 50-metre high concrete silo for the most radioactive waste. Two parallel kilometre-long access tunnels link the facility to the surface. An extension of the repository is now under planning and design. Along the last decades, Amphos 21 has provided several consulting services to SKB related with both: the safety assessment of the facilities, and engineering oriented numerical model for design optimization.



2011

Proyectos de cooperación en África *Cooperation projects in Africa*

Amphos 21 acredita una dilatada experiencia en proyectos de cooperación y ayuda humanitaria ejecutados en países en vías de desarrollo (como en Mozambique, Angola, Mali, Níger, Tanzania, Marruecos, República Dominicana...). En este marco, Amphos 21 ha aplicado sus conocimientos de consultoría científica, técnica y estratégica a programas de cooperación internacional al desarrollo y programas de emergencias, tanto para administraciones y organismos, como para ONGs, generalmente en relación con programas de abastecimiento de agua y saneamiento. En este sentido, cabe destacar el proyecto PATCO Ara Norte, financiado por la Comisión Europea, en el que se fortaleció el desarrollo de la Agencia del Agua de Cabo Delgado, en Mozambique (ARA-Norte), ofreciendo nuevas herramientas de gestión del agua.

Amphos 21 counts with a sound and long experience implementing international cooperation and humanitarian aid projects in different countries, such as Mozambique, Angola, Mali, Níger, Tanzania, Maroc, República Dominicana, and others. In this context, Amphos 21 use to apply their scientific, technical and strategical knowledge into human development programs both, for national administrations and governments, as well as for NGOs, mainly in the framework of water and sanitation development projects. It is worth mentioning the PATCO ARA-Norte project, financed by the European Commission, where Amphos 21 was in charge of supporting the technical improvement of Cabo Delgado (Mozambique) Water Agency (ARA-Norte), offering technological tools and training support for water resources management.



Hitos de una travesía Milestones along a journey

2011

Proyectos internacionales de sostenibilidad International sustainability projects

Amphos 21 surgió con una clara orientación hacia el desarrollo de proyectos internacionales asociados a la gestión de residuos nucleares.

Sin embargo, no fue hasta 2011 cuando se produjo la eclosión en la internacionalización de los proyectos de sostenibilidad. Inicialmente, los primeros proyectos internacionales de relevancia se desarrollaron en Chile y, posteriormente, se han desarrollado proyectos en Panamá, Honduras, Perú, entre otros países.

Diversas de estas iniciativas se han desarrollado en colaboración con organismos internacionales y con los gobiernos nacionales de dichos países.

Destacan por su relevancia las colaboraciones realizadas con PNUMA, APEC, UNEP, ONUDI, Ministerio de Medio Ambiente de Chile, entre otros, que han permitido la elaboración de interesantes estudios.

Entre los estudios más relevantes realizados a partir del año 2011, cabe destacar por su relevancia la "Elaboración de 60 guías de Mejores Tecnologías Disponibles aplicables a diversos sectores productivos en Chile (2011-2012)", el "Estudio de mercado y análisis de viabilidad para un sistema de ecoetiquetado en los países del Cono Sur (2011)", la "Elaboración del borrador del Sistema de Ecoetiquetado de Panamá (2012)", el "Análisis de los mejores casos e iniciativas de economía verde en la Región UNECE (2012)" y "El informe de situación de las compras públicas verdes en las economías APEC (presentado en Jakarta en 2013)".

Esta línea de trabajo se sigue manteniendo hasta la actualidad, destacando entre los proyectos más recientes realizados "El nuevo inventario de sustancias COPs y el Plan Nacional de Implementación de Perú" (2017-2018) desarrollado en colaboración con ONUDI y el Ministerio para el Ambiente de Perú".

Amphos 21 emerged with a clear orientation towards the development of international projects associated with nuclear waste management.

However, it was not until 2011 that the internationalization of sustainability projects took place. Initially, the first relevant projects were developed in Chile and, subsequently, projects have been developed in Panama, Honduras, Peru, among other countries.

Several of these initiatives have been developed in collaboration with international organizations and with the national governments of these countries.

The most important collaborations have been carried out with PNUMA, APEC, UNEP, ONUDI, Ministry of the Environment of Chile, among others, which have allowed the development of interesting studies.

Among the most relevant studies carried out since 2011, the following ones stand out: "Elaboration of 60 guides of Best Available Technologies applicable to diverse productive sectors in Chile (2011-2012)"; "Market study and feasibility analysis for an eco-labeling system in the countries of the Cono Sur (2011)"; "Elaboration of the draft of the Eco-labeling System of Panama (2012)"; "Analysis of the best cases and initiatives of green economy in the UNECE Region (2012)"; "The report of the situation on green public procurement in the APEC economies (presented in Jakarta in 2013)".

This line of work is still maintained today, standing out among the most recent projects carried out "The new inventory of COPs substances and the National Implementation Plan of Peru (2017-2018) developed in collaboration with ONUDI and the Ministry for the Environment of Peru".



2012



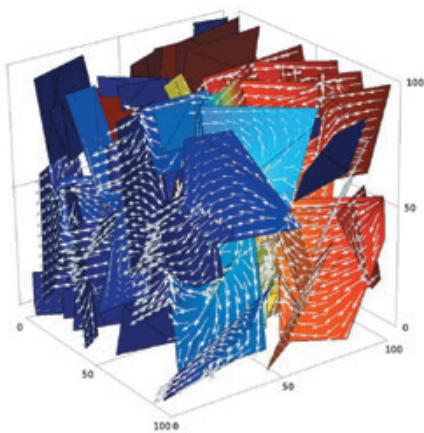
Amphos 21 se certifica, en España y Sudamérica, como consultor de **Comsol Multiphysics®**, significándose como la consultoría pionera y líder mundial en la aplicación de esta tecnología de simulación de última generación en el ámbito de los medios subterráneos porosos y fracturados, con aplicaciones en los mercados nuclear, minero y de hidrocarburos.

Amphos 21 is certified in Spain and South America as the consulting firm for **Comsol Multiphysics®**, garnering it a deserved reputation as a pioneering consultancy and the world leader in the application of the latest simulation technology in the field of porous and fractured underground environs, with applications in the nuclear, mining and hydrocarbon industry markets.

2012



Modelling Solutions



Amphos 21 consideró el gran interés de desarrollar interfaces que comunicaran diferentes herramientas de cálculo numérico para poder simular procesos acoplados. Así **nace el proyecto iMaGe**, que contó con el soporte de SKB, Posiva, Andra, KIT, Julich Forschungszentrum, clientes y colaboradores desde los inicios de la compañía.

Este proyecto se transformó internamente en el grupo de **Modelling Solutions de Amphos 21**, que ofrece servicios de Modelización Avanzada para clientes de todo el mundo.

Amphos 21 detected the opportunity created by strong market interest in APIs that would allow data to be shared across a variety of numerical calculation tools in order to simulate coupled processes. **The iMaGe project was born**, which was supported by SKB, Posiva, Andra,

KIT, Julich Forschungszentrum, clients and collaborators since the company's inception.

This project was internally transformed into **Modeling Solutions at Amphos 21**, which offers Advanced Modeling services to clients around the world.



Parte del equipo actual de modelamiento.
Part of the modelling team.

Amphos 21 Consulting France

En el año 2012 constituimos nuestra filial francesa, Amphos 21 Consulting France SARL con el objetivo de ampliar nuestra presencia en el mercado de la consultoría ambiental estratégica en el país galo, más allá de los clientes y servicios que ya servíamos desde nuestra sede en Barcelona. En el año 2015, trasladamos nuestra sede a Nancy fruto de un proyecto estratégico con Georesources para la región de la Lorena. En el 2017 hemos reubicado nuestra sede en París con el objetivo de crear un grupo de consultoría estable para servir al extenso mercado nuclear francés. Desde el año 2012 acompañamos al BRGM en su Comité Científico.

In 2012, we set up our French subsidiary, Amphos 21 Consulting France SARL, to expand our presence in the strategic environmental consulting market in the French country beyond the customers and services that we already served from our headquarters in Barcelona. In 2015, we moved our headquarters to Nancy, the result of a strategic project with Georesources for the Lorraine region. In 2017, we relocated our headquarters in Paris with the aim of creating an stable consulting group to serve the extensive French nuclear market. From 2012 we have been helping BRGM in its Scientific Committee.



En el año 2012, el ministerio francés de investigación y educación nos acreditó como empresa de investigación (CIR), lo cual represento una distinción para Amphos 21 y una ventaja para nuestros clientes franceses al contratarnos Desarrollos de I+D.

We were accredited as research Enterprise by the French Ministry of Research and Education in 2012 (CIR). This was an important milestone for Amphos 21, which also implies advantages for our french clients when endorsing R+D projects to Amphos 21.

Hitos de una travesía Milestones along a journey



2012

Inauguramos oficina en Perú. *We inaugurate office in Peru*

Este mismo año se inauguró la oficina de Amphos 21 en Perú, con una clara orientación hacia el mercado del ciclo del agua en la minería, y con el objetivo estratégico de aprovechar el enorme potencial del país en este mercado. A pesar del contexto de crisis de precios de metales que nos acompañó desde el nacimiento, la trayectoria y la convicción del equipo logró posicionar a la empresa como una de las principales y más representativas del sector en el Perú.

Desde el inicio de las operaciones, se adoptó una alianza estratégica con la firma de ingeniería Anddes Asociados, con quienes, hasta día de hoy, se fomentan colaboraciones conjuntas para ofrecer soluciones integradas.

In the same year, the Amphos 21 office in Peru was inaugurated, with a clear orientation towards the water cycle in the mining industry, in addition to meeting the strategical objective of taking advantage of the country's enormous potential in this market. Despite a market context of crisis in commodity metals prices that has prevailed since the company's founding, its solid trajectory and the team's steadfast conviction have managed to position the company as a market leader and one of the most notable in the industry in Peru.

Since the beginning of operations, a strategic alliance was adopted with the engineering firm Anddes Asociados, with whom, until today, joint collaborations are fostered to offer integrated solutions.





Amphos 21 Consulting Perú

La aceptación de los servicios especializados de Amphos 21 en el mercado minero peruano fue inmediata, facilitando la implantación y un crecimiento en ventas sostenido, a unas tasas notables. En la actualidad, el equipo se encuentra constituido por más de 65 profesionales, con marcado carácter multidisciplinar, con los cuales se da respuesta a un amplio abanico de servicios de consultoría e ingeniería.

A fines de 2018, colaboramos con las principales compañías mineras operando en el país, lo cual ha permitido alcanzar una facturación en ventas por encima de los 5 MUSD.

The acceptance of the specialized services of Amphos 21 in the Peruvian mining market was immediate, facilitating the implementation and a sustainable sales growth at a remarkable rate. At present, the team is made up of more than 65 professionals, with



a marked multidisciplinary character, with which a wide range of consulting and engineering services is responded to.

At the end of 2018, we collaborated with the main mining companies operating in the country, which has allowed us to achieve a turnover in sales above 5 MUSD.



Hitos de una travesía Milestones along a journey



2013

Inicio de proyectos de largo recorrido en las unidades mineras San Rafael y La Zanja

Start of long-term projects in the San Rafael and La Zanja mining units

Se inician los primeros proyectos para los clientes Minsur y Compañía de Minas Buenaventura, dos de los principales y más representativos clientes en el ámbito minero en Perú.

The initial projects for our clients, Minsur and Compañía de Minas Buenaventura, two of the largest and most renowned firms operating in the Peruvian mining industry, kick into gear.



Proyecto Pedernales

Pedernales Project

Consolidación de los servicios de terreno con logística propia (campamento en gran altura geográfica). Servicios de supervisión de perforaciones, logueo de sondeos, ensayos hidráulicos, prospección geofísica, mapeo geológico, para la realización de los modelos hidrogeológicos conceptual y numérico.

Consolidation of field services with complete logistics (camp site in high geographic altitude). Services of drilling supervision, borehole logging, hydraulic tests, geophysical prospecting, geological mapping, for the development of conceptual and numerical hydrogeological models.



Perumin 2013

Por segunda vez, Amphos 21 y Anddes compartimos presencia en Perumin 2013, el evento más importante en minería en Perú. Poco a poco, también convertimos nuestro coctel conjunto, en uno de los momentos imperdibles del evento.

For the second time, Amphos 21 and Anddes share a presence at Perumin 2013, the most important mining event in Peru, where little by little we also turned our joint, in one of the unforgettable moments of the event.



Comité de Dirección de Amphos 21 en 2014 celebrando el 20 aniversario. De izquierda a derecha: Amphos 21 Board of Directors, 2014, celebrating our 20th anniversary. From left to right: Salvador Jordana, Jordi Bruno, Jordi Guimerà, Mireia Grivè, David Arcos, Lara Duro, Eduardo Ruiz, Juan Castaño, Christian Afonso, Jorge Molinero.

2014



20 Aniversario. *20th Anniversary*

Celebramos los 20 años de la compañía en un acto al que asistieron destacados representantes de la administración pública y colaboradores que nos habían acompañado en nuestras dos primeras décadas de actividad.

We celebrate our 20th anniversary with an act and count with the attendance of representatives from the public administration and close collaborators who have become excellent travel mates along our 20 years of activity.



Doctorados
PhD's

Amphos 21 emplea un elevado porcentaje de doctores en diversas especialidades y se incentiva la formación permanente y el desarrollo de tesis doctorales y másteres. En Barcelona se celebra la primera jornada de estudiantes de Doctorado de Amphos 21.

Amphos 21 hires high percentage of PhD's in several fields, and encourages continuous learning and the development of doctoral thesis and masters. The first internal workshop of doctoral students from Amphos 21 in Barcelona is held.

Hitos de una travesía Milestones along a journey



2015

Proyectos europeos European projects

Los proyectos de reutilización de agua y de recarga artificial de acuíferos adquieren un desarrollo notable con la participación en diversos proyectos europeos, con socios españoles e internacionales (DEMEAU, DESSIN, DEMOWARE, WATERClimaLAC). Las actividades de R+D de estos proyectos permiten tener un portafolio de servicios que se aplican a zonas de escasez crónica de recursos hídricos, así como para mitigar los efectos del cambio climático sobre el ciclo del agua.

Water reuse and aquifer recharge projects became a major issue thanks to the participation in several European projects with Spanish and international partners (DEMEAU, DESSIN, DEMOWARE, WATERClimaLAC). The R+D activities of such projects return a portfolio of services applied to the management of water resources and mitigation the effects of Climate Change on the water cycle.



ONDRAF

En 2015 comenzamos un proyecto de investigación para la agencia de residuos radioactivos belga (ONDRAF), sobre los aditivos del hormigón que se utilizan como superplastificantes. El proyecto, que dio lugar a su presentación como tesis doctoral de un miembro del equipo de Amphos 21, fue el comienzo de una excelente colaboración con ONDRAF en diversos proyectos.



In 2015, we started a research Project for the belgian radioactive waste agency (ONDRAF). The project investigated the effect of concrete additives used as superplasticizers. The results were presented as a doctoral thesis of one of the members of our team and was the start of an excellent collaboration with ONDRAF in several projects.



Proyectos de Investigación en Cierre de Mina

Mine Closure Projects

Durante los años 2015 y 2016, Amphos 21 Perú continuó su posicionamiento en el mercado minero e iniciando diversificaciones hacia los sectores de infraestructuras, así como hacia líneas novedosas de trabajo, desde proyectos de investigación orientados a identificar y apoyar en el cierre sostenible de las actividades mineras próximas a cesar, integrando en el ciclo del agua, el concepto de suelos para su potencial uso como cobertura y restitución integral del medio.

During the years 2015 and 2016, Amphos 21 Peru continued its positioning in the mining market and initiated diversifications towards the infrastructure sectors, as well as towards innovative lines of work from research projects aimed at identifying and supporting the sustainable closure of mining activities next to cease, integrating in the water cycle, the concept of soils for their potential use as coverage and integral restitution of the environment.

Aplicabilidad de nuevas técnicas de caracterización y monitoreo de suelos y acuíferos contaminados

2016

Applicability of new techniques for characterization and monitoring of contaminated sites and aquifers

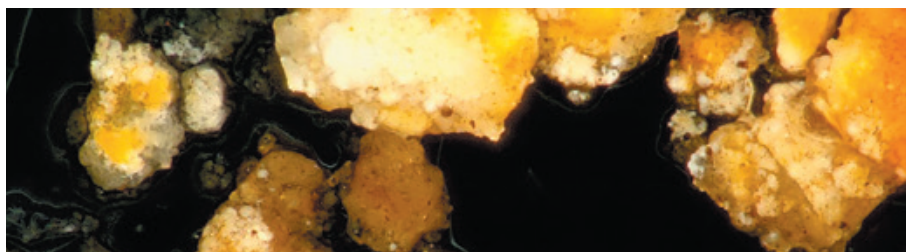


En el 2016 empezamos a trabajar para el centro de I+D de la compañía petrolera TOTAL en Pau (PERL-Lacq).

Uno de los campos de investigación es para la caracterización, monitoreo y remediación en condiciones difíciles de acuíferos contaminados por hidrocarburos. Amphos 21 participa en la puesta a punto y testeo de técnicas a escala de laboratorio y de planta piloto mediante asesoría experta y modelización numérica especializada. Desde entonces la colaboración ha sido continua y esperamos que lo siga siendo durante mucho tiempo.

In 2016, we started working for the R&D centre, that the oil company TOTAL has in Pau (PERL-Lacq). One of the fields of research is for the characterization, monitoring and remediation in difficult conditions of contaminated aquifers by hydrocarbons. Amphos 21 participates in the development and testing of laboratory scale and pilot plant techniques through expert advice and specialized numerical modelling.

Since then, the collaboration has been continuous and we hope it will continue for a long time.



I+D+i en Amphos 21. *R+D+i in Amphos 21*

Amphos 21 nació en el mundo de la investigación como un spin off del Royal Institute of Technology (KTH). Es muy natural, por lo tanto, que nuestras actividades de I+D, en muchos casos para nuestros clientes, pero también para nuestro propio desarrollo, se hayan anclado en varias Universidades e instituciones de investigación durante los últimos 25 años. Iniciándolas en lo que fue nuestra cuna, el Royal Institute of Technology (KTH) así como en las principales universidades de Barcelona: UPC, UB y UAB, de donde muchos de los integrantes de nuestro equipo obtuvieron sus títulos de licenciatura y/o posgrado. Contamos además con una larga colaboración con CTM-Eurecat en Manresa, el Instituto de Tecnología de Karlsruhe (KIT) y el Instituto de Investigación Jülich, en Alemania, así como el CEA y el BRGM en Francia. En la actualidad Jordi Bruno es miembro del Comité Científico de BRGM.

De 1999 a 2015, Amphos 21 patrocinó conjuntamente con Enresa la Cátedra de Sostenibilidad y Gestión de Residuos en la UPC. Dicha Cátedra fue un excelente vehículo para nuestras actividades de I+D relaciona-

das con la sostenibilidad de la gestión de residuos radiactivos.

Como resultado de todos estos esfuerzos, se han generado unas 12 tesis doctorales y nuestro registro colectivo de publicaciones es de más de 200 artículos revisados por pares y unas diez contribuciones en libros. Presentamos de forma constante nuestro trabajo en las principales conferencias científicas, principalmente en nuestros dominios de trabajo donde tenemos una presencia firme y de alta reputación.

En 2017 organizamos la conferencia Migration 2017 en Barcelona, que es una de las principales conferencias sobre las bases científicas para la gestión de residuos radiactivos.

Amphos 21 was born in the research world as a spin off from the Royal Institute of Technology (KTH). It is therefore very natural that our R&D activities, many times for our clients but also for our own development. They have been anchored in a number of Universities and research institutions over these last 25 years. Starting with our cradle, KTH and the main universities of Barcelona: UPC, UB and UAB

from where many of our people got their undergraduate and/or graduate degrees. In addition, we have had a long-standing collaboration with CTM-Eurecat in Manresa, the Karlsruhe Institute of Technology (KIT) and the Jülich Research Institute, in Germany and the CEA and the BRGM in France. At present Jordi Bruno is member of the Scientific Committee of BRGM.

From 1999 to 2015 Amphos 21 sponsored and coordinated the Chair of Sustainability and Waste Management together with Enresa at the UPC. This was an excellent vehicle for our R&D activities related to the sustainability of radioactive waste management.

As a result of these endeavours, some 12 PhD thesis have been generated and our collective publication record is over 200 peer reviewed articles and some ten book contributions.

We are constantly presenting our work in top scientific conferences mostly in our work domains where we have a firm and well-reputed presence. In 2017 we organized the Migration 2017 conference in Barcelona, one of the top conferences concerning the scientific basis for radioactive waste management.

The background of the entire page is a solid, vibrant orange. In the upper right quadrant, there is a large, detailed microscopic image of a cell, possibly a plant cell, showing a complex network of fibers and a dark, textured center. To the left and slightly above this cell, there is a smaller, more diffuse cluster of similar structures, and several individual small, dark, circular particles are scattered in the upper left area.

Informe de actividades
Activity Report
2017-2018

Amphos 21. El grupo *The group*

Lara Duro, Directora General / Managing Director



Nuestro proceso de expansión, iniciado ahora hace 10 años con la apertura de Chile y continuado por la de Perú y la de Francia en 2012, se ha consolidado en estos dos últimos años. El bienio 2016-2018 ha resultado el más satisfactorio de nuestra historia. Con un crecimiento promedio del 15% anual, y un EBITDA del 10%, confirmamos nuestra adaptación a los vaivenes de la economía, y la consolidación en nuestros principales sectores de mercado.

El cambio climático, así como sus efectos colaterales, dotan a nuestras actividades de un importante valor añadido. Contribuimos a diseñar prácticas industriales que permiten un desarrollo económico alineado con las necesidades sociales y medioambientales. El mercado de las aguas, la sostenibilidad y los servicios nucleares que ofrecemos desde nuestra operación española, y servimos a multitud de países, prevén en los próximos años una importante expansión. Las nuevas políticas energéticas, incluyendo el desmantelamiento de centrales nucleares, impulsan el crecimiento de dichas actividades.

Por otra parte, la economía chilena, muy asociada al precio del cobre, prevé tasas de crecimiento promedio del 3.5% anual, por debajo de la del 2018 pero muy por encima del 1.5% del bienio 2015-2016. Son buenas perspectivas para el país y para nuestra operación chilena, que este año se ha afianzado en el mercado.

Nuestro mercado peruano continúa su expansión, especialmente en las actividades relacionadas con la minería, y ha alcanzado cifras de crecimiento sostenibles del 25% anual.

Las perspectivas son muy halagüeñas, y el año 2019, fecha de nuestro 25 aniversario, comienza con la incorporación de nuevos clientes, colaboradores y servicios a nuestro portafolio.

El presente es digital, el futuro es incierto y conlleva cambios exponenciales y retos emocionantes. Gracias a todos por estos fantásticos 25 años de existencia. Esperamos continuar nuestro camino disfrutando y acompañando a la sociedad hacia un mundo más habitable.

Our expansion process started 10 years ago with the opening of the Chilean and later the Peruvian and French companies. The period 2016-2018 has been the most productive in the history of our company. With an average 15% annual growth and a 10% EBITDA, we can confirm that we have adapted our pace to the shaking economy and that our main market sectors are firmly set.

Climate change and collateral effects provide us a prominent added value in ensuring that industrial practices and economic development is aligned with societal and environmental needs. Our water, sustainability and nuclear services, served prominently from our Spanish operation to many countries are deemed to grow in the next years. The new energy policy, including dismantling of nuclear power plants paves the way to growth in this type of activities.

The Chilean economy is intimately linked to the price of copper and the country growth forecast is a 3.5% rate in the next two years. This is some half a point below the growth in 2018, but much higher than the one in the 2015-2016 period. These are good perspectives for Chile and for our operation, already consolidated in the Chilean market.

Our Peruvian operation goes on growing at a spectacular pace, especially those activities related to the mining operations. At a sustainable growth rate of 25% annually, our business in Peru has very good perspectives.

At the onset of the year that marks our 25th anniversary as a company, the data show new clients and services incorporated to our portfolio.

We face a digital present, the future is uncertain, exponential changes and challenges await. Thanks to everyone for these amazing 25 years. We aim at accompanying society towards a more sustainable world in the many years to come.



Amphos 21. Chile

Juan Castaño, Consejero Delegado / CEO

El proceso de consolidación de Amphos 21 Chile se ha afianzado durante 2017 y 2018. En este periodo se ha producido un crecimiento promedio anual cercano al 20% en ventas. Nuestra cartera de clientes se ha ampliado, incorporando a compañías como AngloAmerican, BHP Billiton y Goldfields. Estas empresas se unen a los clientes más tradicionales como CODELCO, Minera Lumina Copper, Kinross, etc. con los que Amphos 21 sigue colaborando activamente en Chile.

La previsión para los próximos años es aumentar la presencia en el mercado minero mediante la diversificación de servicios, a la vez que se siguen desarrollando los mercados de sustentabilidad y aguas.

The consolidation process of Amphos 21 Chile has been strengthened during 2017 and 2018, with an average annual growth close to 20%. Our client portfolio has been expanded, incorporating companies such as AngloAmerican, BHP Billiton and Goldfields. These companies join to the traditional clients such as CODELCO, Lumina Copper Minera, Kinross, etc. with which Amphos 21 continues to actively collaborate in Chile.

The forecast for the coming years is to increase our presence in the mining activity through an important process of service diversification, while continuing to develop our activities in the sustainability and water sectors.



Amphos 21. Perú

Eduardo Ruiz, Gerente General / Managing Director

Durante el periodo 2017 a 2018, Amphos 21 Perú se ha consolidado como una de las principales empresas especializadas de servicios del ciclo del agua para el sector minero en el país. Los crecimientos para ambos años han sido superiores al 30%, confirmando a nuestra operación peruana como un motor fundamental del grupo. En clave de futuro, exploramos nuevas vías de crecimiento y desarrollo para la operación peruana bajo el supuesto de que el contexto minero en Perú continuará ofreciendo buenas oportunidades para los años venideros. Con ello, al mismo tiempo en que planificamos la diversificación hacia nuevos nichos de mercado, pensamos en el posicionamiento hacia otros sectores en los que tradicionalmente Amphos 21 ha demostrado fuerte presencia.

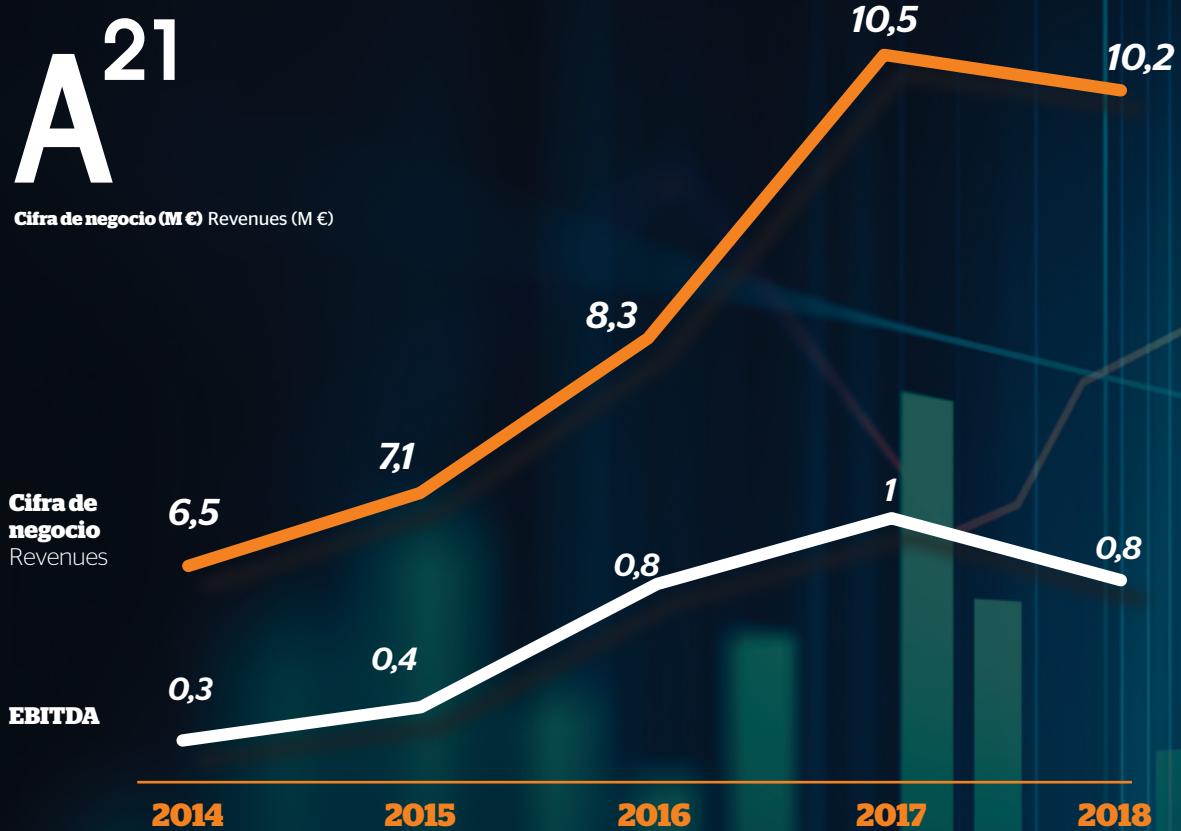
During the period 2017 to 2018, Amphos 21 Peru has established itself as one of the main specialized services companies in the water cycle for the mining sector. The growth for both years was above 30%, which has confirmed the subsidiary as one of the group's key drivers.

In terms of the future, we explore new growth routes and development for the Peruvian operation under the assumption that the mining context in Peru will continue to offer good opportunities for years to come. With this, while we plan the diversification towards new market niches, we think about the positioning towards other sectors in which traditionally Amphos 21 has demonstrated a strong presence.

Resultados Results

Evolución de la cifra de negocio de Amphos 21 en los últimos 5 años

Amphos 21 revenue evolution in the last 5 years



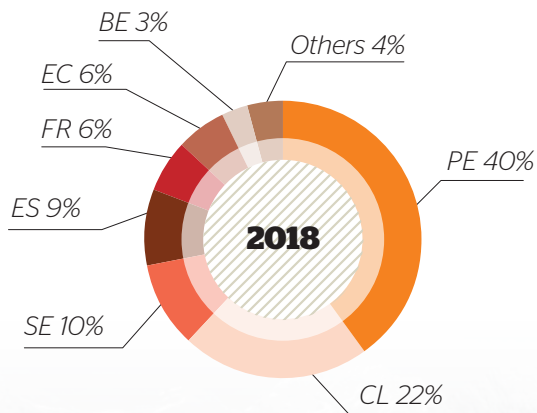
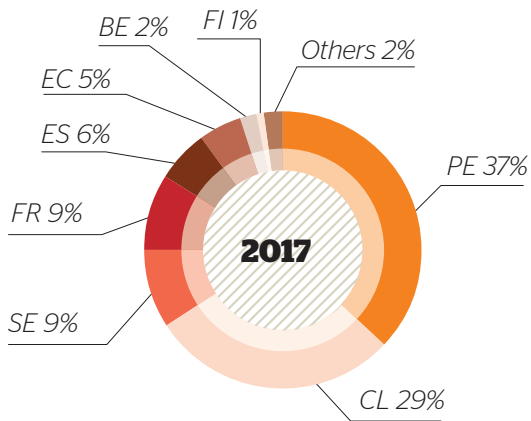
+26%

Cerramos el bienio 2017-2018 consolidando nuestro récord en ventas y EBITDA

We close the biennium 2017-2018 consolidating our record in sales and EBITDA

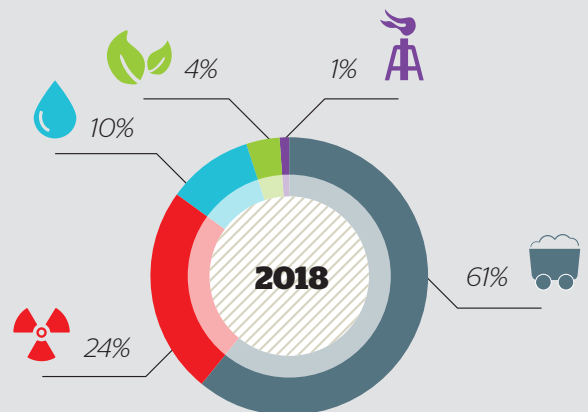
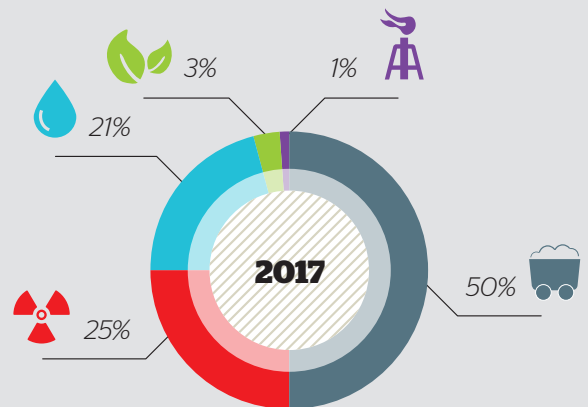
Cifra de negocio por países

Revenue by country



Cifra de negocio por mercados

Revenue by market sector



Desde nuestras cuatro sedes en Europa y Latinoamérica desarrollamos proyectos para clientes en más de 20 países.

From our 4 offices in Europe and LatinoAmerica, we develop projects in more than 20 countries.

 **Nuclear**
Nuclear

 **Minería**
Mining

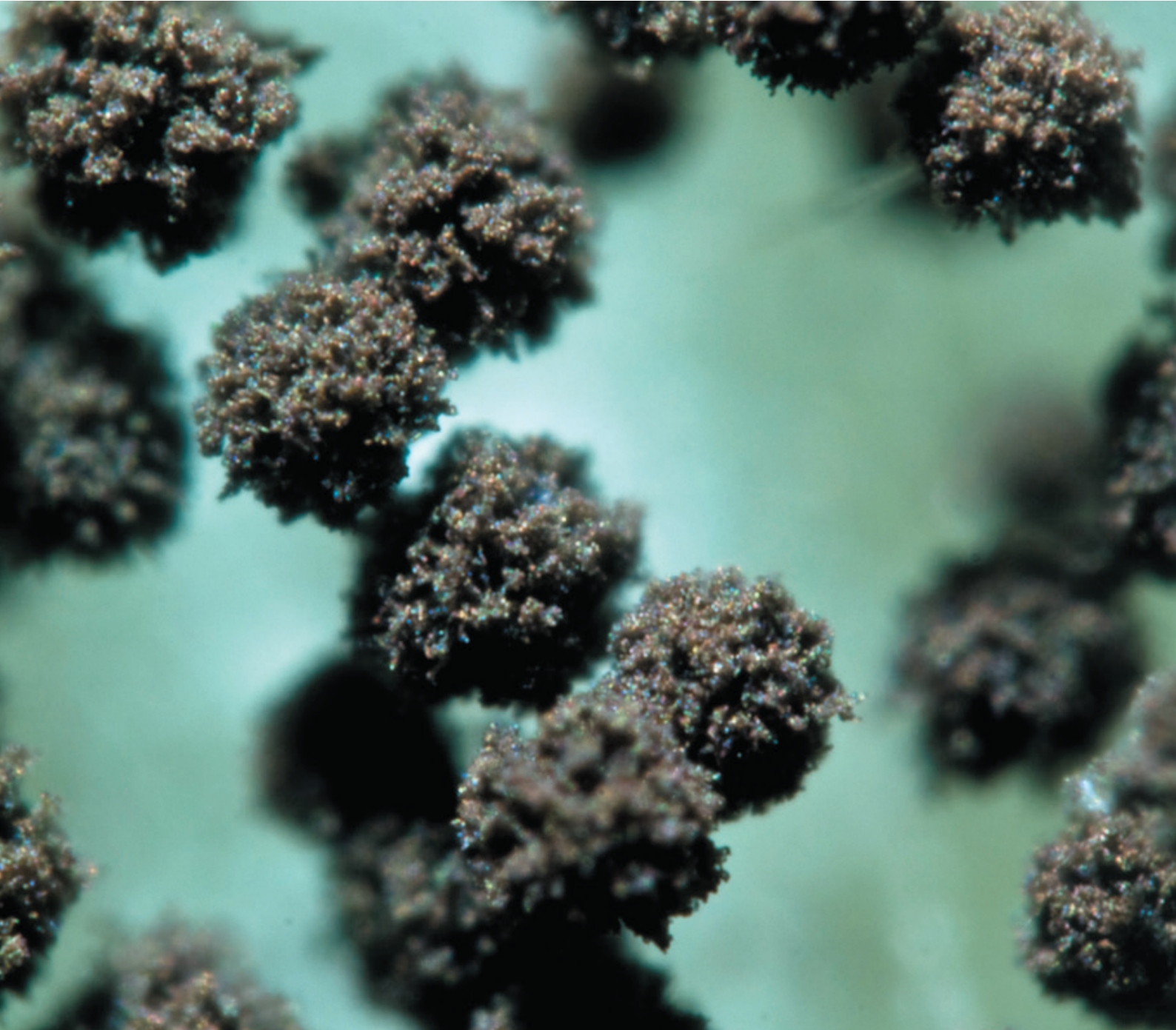
 **Agua**
Water

 **Sostenibilidad**
Sustainability

 **Petróleo y Gas**
Oil&Gas

Proyectos

Projects



Mitigamos y reducimos los impactos ambientales de actividades industriales y económicas necesarias para el avance de la sociedad.

Our driving force is reducing the environmental impact, associated with industrial and economical activities needed for the development of our society.

Soluciones eficientes, innovadoras, integradas y transversales con un enfoque cuantitativo.

Geólogos, Químicos, Hidrogeólogos, Geoquímicos, Ingenieros, Matemáticos, Físicos, Biólogos, Ambientólogos y Economistas aportamos nuestros conocimientos a sectores como:

Nuclear

Minería

Recursos Hídricos

Sostenibilidad

Petróleo y Gas

Soluciones integrales de modelado multifísico y químico acoplado

Desarrollo y aplicación de I+D+i

Efficient, innovative, integrated and transversal solutions with a quantitative approach to any solution.

Hydrogeologists, Chemists, Geologists, Geochemists, Engineers, Biologists, Physicists, Mathematicians, Economists, to the service of sectors such as:

Nuclear

Mining

Water Resources

Sustainability

Oil&Gas

Modelling solutions

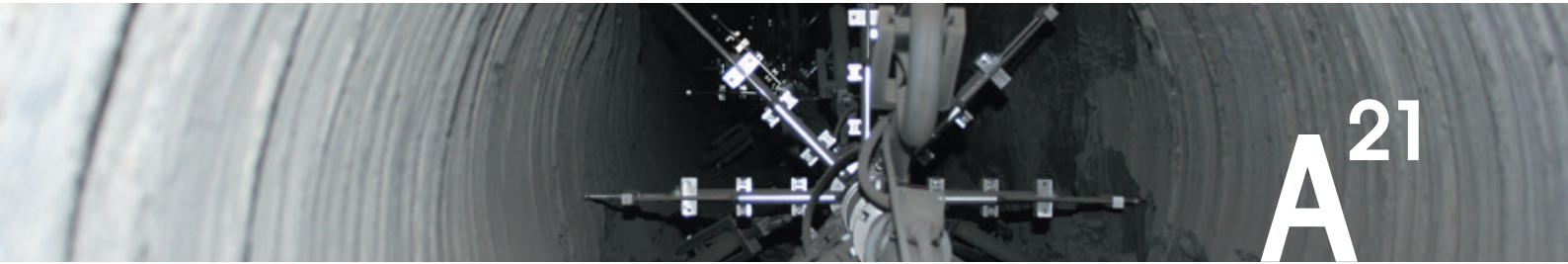
Development and R+D+i





Servicios Nuclear. Ejemplos de proyectos

Nuclear Services. Project examples

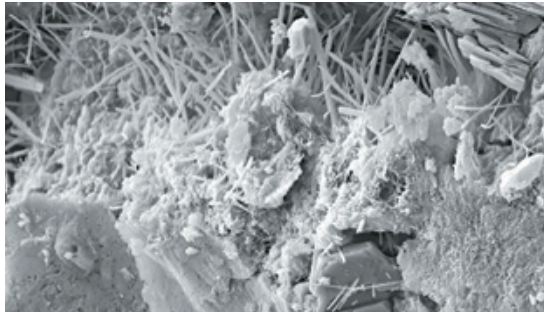


Estudios de investigación en el marco del programa Belga de Gestión de Residuos Radioactivos

Durante los últimos años, Amphos 21 ha colaborado en varias tesis doctorales con la agencia de gestión de residuos belga (Ondraf-Niras) en el contexto del almacenamiento geológico profundo de residuos radioactivos. Fruto de ello, en 2018, David García presentó su tesis doctoral sobre el rol de los superplastificantes (SPs) en la movilidad de los radionúclidos. Este trabajo presenta una revisión bibliográfica de procesos de degradación de los SPs y un estudio termodinámico del efecto de posibles productos de degradación de SPs sobre la química de diversos radionúclidos. Adicionalmente, el efecto de un SPs de tipo policarboxílico sobre la solubilidad del Ni fue investigado. En el mismo contexto se está llevando a cabo otra tesis doctoral sobre el aislamiento del querógeno en arcillas naturales, que se defenderá en 2022.

Research studies in the frame of the Belgian radioactive waste program

During the last years, Amphos 21 has been collaborating in different Ph.D. studies with the Belgian radioactive waste management agency (Ondraf-Niras) in the context of deep disposal facilities. As a result, in 2018, David García defended his Ph.D dealing with the role of superplasticizers (SPs) on radionuclide mobility. This work presents a state-of-the-art of the degradation process of SPs and a thermodynamic study on the effect that proxy SPs degradation products have on the chemistry of several radionuclides. Additionally, the effect of a PCE SPs, Glenium®27, on nickel hydroxide solubility has been experimentally evaluated. In the same context, a Ph.D. project focused on the isolation of kerogen from natural clay rocks is on-going and expected to be defended by 2022.



Modelización de la liberación de nitratos en el campo cercano y lejano del repositorio TRU

Se aplicaron modelos de transporte reactivo para evaluar el concepto de almacenamiento de desechos radiactivos TRU de la Agencia Japonesa de Almacenamiento de Residuos Nucleares (NUMO). El alto contenido de sales solubles en el residuo puede conducir a la liberación de especies acuosas de nitrato, debido a la corrosión del acero de los contenedores. Esto puede producir un agua de poro con una fuerza iónica extremadamente elevada y una densidad de alrededor de 1300 kg/m³. Se implementó en iCP un modelo 2D de flujo con densidad

variable y transporte reactivo. Los resultados muestran que los nitratos se disuelven rápidamente en el agua de poro. Su concentración cae por debajo de 1.0 mol/kgw después de 10-200 años. El sistema alcanza un estado cuasi-estacionario a lo sumo después de 400 años.

Modeling of nitrate release through the near and far-field of TRU waste disposal facility

A reactive transport modeling methodology was applied to evaluate the concept of TRU radioactive waste storage of the Japanese Nuclear Waste Management Agency (NUMO). The



Servicios Nuclear. Ejemplos de proyectos

Nuclear Services. Project examples

Comportamiento químico y transporte en sistemas complejos

Amphos 21 está trabajando intensamente en el programa GL-CTEC de ANDRA, cuyos objetivos son caracterizar y describir las condiciones químicas y térmicas capaces de controlar el comportamiento fisicoquímico de los radionúclidos en condiciones de repositorio.

El programa incluye tres grandes ejes temáticos:

- 1) Efectos de la temperatura. Amphos 21 realiza una combinación de estudios experimentales y de modelado para evaluar el efecto de la temperatura en la solubilidad de los radionúclidos y la absorción de radionúclidos y metales tóxicos en las arcillas.
- 2) Estudio de los desechos salinos. En este eje se estudia el modelo de reacciones biogeoquímicas en presencia de nitratos y se desarrolla la Specific ion Interaction Theory (SIT)
- 3) Degradación de los compuestos orgánicos. Trabajamos con compuestos orgánicos presentes en el repositorio cuya degradación conduce a la liberación de especies químicas potencialmente complejantes. Nuestro objetivo es estudiar la estabilidad biogeoquímica de los residuos orgánicos y, de forma experimental, investigar cómo estas moléculas orgánicas afectan la absorción de radionúclidos en materiales cementantes.

Cada objetivo se definió de forma conjunta y transversal entre varios laboratorios: Amphos 21, BRGM, CEA, GéoRessources, SUBATECH y Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions de Toulouse.

Chemical behaviour and transport phenomena in complex systems

Amphos 21 is very intensively working in the GL-CTEC program of ANDRA, whose objectives are to characterize and describe the chemical and thermal conditions able to control the physicochemical behaviour of radionuclides under repository conditions.



The program contains three major thematic axes:

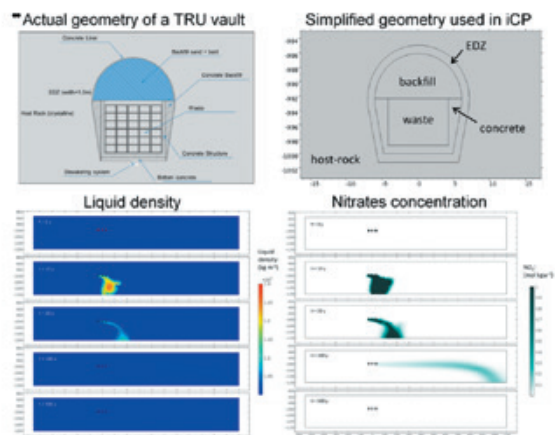
- 1) Temperature effects. Amphos 21 perform a combination of experimental and modelling studies of how temperature increases effect radionuclide solubility and sorption of radionuclides and toxic metals onto clays.
- 2) Study of saline wastes. We focus on the model of biogeochemical reactions in the presence of nitrates and develop the Specific Ion interaction Theory (SIT)
- 3) Degradation of organic compounds. We work with organic compounds present in the repository whose degradation leads to the release of potentially complexing chemical species. Our aim is to study the biogeochemical stability of the organic waste, and experimentally address how these organic molecules effect the uptake of radionuclides onto cementitious materials

Each target was defined jointly and crosswise among several laboratories: Amphos 21, BRGM, CEA, GéoRessources, SUBATECH and Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions de Toulouse.

high content of soluble salts in the waste can lead to the release of aqueous nitrate species, due to the steel corrosion of



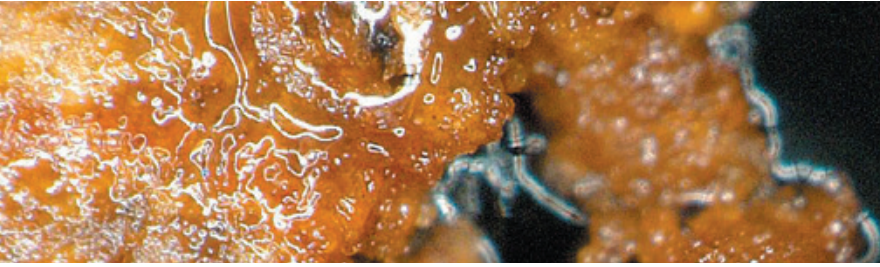
the waste containers. This may cause an extremely high ionic strength pore water and a density of about 1300 kg/m³. A 2D model with variable density flow and reactive transport was implemented in iCP. The results show that nitrates are rapidly dissolved in the pore water. Nitrate concentrations fall below 1.0 mol/kgw after 10-200 years and the system reaches a quasi-steady state relatively early, at most after 400 years.





Servicios Nuclear. Ejemplos de proyectos

Nuclear Services. Project examples



A²¹



SKB Task Force

Amphos 21 está participando en el Grupo de Trabajo de SKB sobre "Modelling of Groundwater Flow and Transport of Solutes" (GWFTS; TF9). El objetivo de la TF9 es entender pautas anómalas de transporte observadas en dos experimentos in situ: el Long Term Sorption Diffusion Experiment (LTDE-SD - Äspö Hard Rock Laboratory, Suecia) y el Water Phase Diffusion Experiment (WPDE - ONKALO, Finlandia). Se espera que la experiencia de Amphos 21 en computación de alto rendimiento, junto con la disponibilidad de estudios de caracterización muy detallados de la matriz de la roca, basados en técnicas de C-14-PMMA y microtomografía de rayos X, aporten información valiosa sobre la influencia que tiene la heterogeneidad física y mineralógica a escala de grano sobre las pautas de difusión y retención en la matriz.

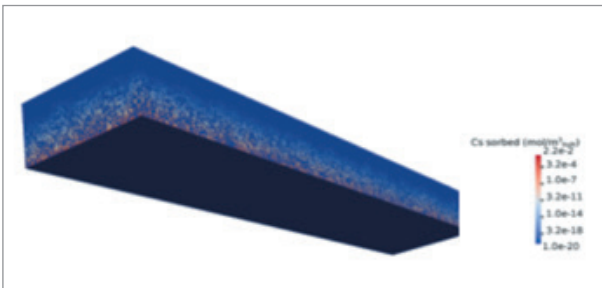


Figura: cesio adsorbido en un sistema fractura-matriz heterogéneo (figura tomada de Trinchero y otros, 2016)

Figure: cesium sorption in a heterogeneous synthetically generated fracture-matrix system (taken from Trinchero et al., 2016)



Äspö Hard Rock Laboratory in Sweden (picture courtesy of SKB).

Amphos 21 is participating to the SKB Task Force on "Modelling of Groundwater Flow and Transport of Solutes" (GWFTS; TF9). The objective of TF9 is to shed light on the "anomalous" transport behaviours observed in two in situ experiments: the Long Term Sorption Diffusion Experiment (LTDE-SD - Äspö Hard Rock Laboratory, Sweden) and the Water Phase Diffusion Experiment (WPDE - ONKALO tunnel, Finland). The expertise of Amphos 21 in High Performance Computing along with the availability of very detailed characterisation studies of the rock matrix, based on C-14-PMMA techniques and X-ray microtomography, are expected to give insight into the influence that grain-scale physical and mineralogical heterogeneity have on solute diffusion patterns and retention.





Servicios Minería. Ejemplos de proyectos

Mining Services. Project examples



En los años 2017 y 2018, desde ambas operaciones se han desarrollado más de 200 proyectos. Todos ellos relacionados con mejoras en el ciclo del agua de algunas de las principales operaciones mineras, abarcando desde la elaboración de estudios básicos hidrológicos, hidrogeológicos, geoquímicos, particularmente orientados a manejo integral de aguas y tratamiento de efluentes, aprobación de instrumentos de gestión ambiental o insumos para ingenierías de componentes del proyecto (tajos, labores subterráneas, depósitos de desmonte y relaves, pilas de lixiviación). Del mismo modo, se han desarrollado estudios de soporte para la toma de decisiones en futuras iniciativas y proyectos de expansión y cierre de mina.

Entre los principales clientes de Amphos 21 se encuentran las principales compañías mineras operando en Chile y Perú.

In the years 2017 and 2018, from both operations more than 200 projects have been developed, all of them related to improvements in the water cycle of some of the main mining operations, ranging from the development of hydrological, hydrogeological and geochemical studies, particularly oriented to integral management of water and treatment of effluents, approval of environmental management instruments or supplies for engineering project components (pits, underground mines, deposits of waste and tailings, heap leach pads). In the same way, support studies have been developed for decision making in future initiatives and expansion and mine closure projects.

Among the main clients of Amphos 21 are the main mining companies operating in Chile and Peru.



En los últimos años hemos realizado diferentes proyectos para Atalaya Riotinto Minera, empresa que opera la histórica mina de Riotinto en España. En ese contexto cabe destacar el proyecto para evaluar la viabilidad de las soluciones basadas en coberteras para los pasivos ambientales históricos presentes en la mina, con el objetivo de asegurar una correcta gestión de los materiales.

In recent years, we have carried out different projects for Atalaya Riotinto Minera, the company that operates the historic Riotinto mine in Spain. In this context, it is worth highlighting the project

to assess the feasibility of cover-based solutions for historical mining environmental liabilities existing in the mine, with the aim of ensuring the proper management of these materials.





Servicios Minería. Ejemplos de proyectos

Mining Services. Project examples



Minera Lumina Copper Chile, **proyecto Caserones**. Evaluación de la estabilidad química de diversas instalaciones mineras de la faena de Caserones: instalación y seguimiento de plantas piloto "in situ" en cumplimiento de compromisos ambientales definidos en la RCA.

Minera Lumina Copper Chile. **Caserones Project**. Chemical stability evaluation developed in several areas of the Caserones site: implementation and monitoring of geochemical pilot plants in compliance with the environmental requirements established in the Resolution of Environmental Qualification (RCA).

Proyecto Rajo Inca (CODELCO). Elaboración de estudios hidrogeológicos y geoquímicos en las etapas de prefactibilidad, factibilidad y elaboración de la EIA del proyecto. Entre las actividades realizadas se incluyen trabajos en terreno de hidrogeología, elaboración de modelos conceptuales y modelos numéricos.

Rajo Inca Project (CODELCO). Hydrogeological and geochemical studies developed in the prefeasibility, feasibility and EIA stages of the project. Several activities have been developed as hydrogeological field works, conceptual and numerical models, etc.



ITERAMS

ITERAMS es un proyecto financiado por la Unión Europea (acuerdo de financiación no. 730480) que tiene como objetivo desarrollar y obtener un nuevo paradigma de "proof of concept" en minería para reciclar el agua y valorizar los relaves para un mejor resultado ambiental y económico, y de esta manera, permitir el futuro suministro de minerales de forma sostenible en Europa.

El consorcio, que está formado por socios de investigación y tecnología, grandes empresas internacionales de minería y tecnología y pymes, tiene como objetivo alcanzar el objetivo principal al aislar la planta de procesamiento de minerales de una mina y su uso del agua completamente de los sistemas de agua adyacentes, optimizando la calidad del agua para cada paso del proceso. Esto incluye la transferencia de grandes áreas de relaves húmedos a relaves apilados secos. El consorcio incluye socios que operan minas con diferentes tipos de mineral de sulfuro.

El procesamiento de ITERAMS comienza con diferentes minerales de sulfuro, pero los conceptos desarrollados serán genéricos, de modo que también serán aplicables a otros tipos de mineral, como el oro, tierras raras y minerales de fosfato. Para el manejo de los relaves, ITERAMS desarrollará el uso de geopolímeros a partir de los relaves para crear cubiertas impermeables al agua y al oxígeno en los depósitos superficiales de los relaves y para el uso del relleno de la mina. Los relaves pueden usarse como un sistema de aglutinante de geopolímero para el relleno de cavidades abiertas de actividades mineras subterráneas. Se pueden aplicar como relleno de pasta independiente o en combinación con residuos de roca.

ITERAMS is a European Union funded project (grant agreement no. 730480) that aims to develop and obtain a new paradigm proof of concept at mine sites to recycle water and valorise tailings for an improved environmental and economical result, to enable future sustainable mineral supply in Europe.

The consortium, that it is formed by research and technology partners, large international mining and technology companies and SMEs, targets to reach the main goal by isolating the mineral processing plant of a mine and its water use completely from the adjacent water systems, by optimising the water quality for each process step. This includes the transfer from large wet tailings areas to dry stacked tailings. The consortium includes partners operating mines with different sulphide ore types. ITERAMS processing starts with different sulphide ores, but the developed concepts will be generic, so that they will be applicable also to other ore types, such as gold, rare earth and phosphate ores. For the tailings management, ITERAMS will develop the use of geopolymers from tailings to create water and oxygen tight covers on surface deposits of tailings and for mine back-fill use. Tailings can be used as a geopolymer binder system for backfill of open cavities from underground mining activities. They can be applied as a standalone paste backfill or in combination with waste rock.



Servicios Hidrológicos. Ejemplos de proyectos Hidrological Services. Project examples



En este periodo cristalizan los planes directores de aguas regeneradas y no potables para el Consorcio del Besòs Tordera (Barcelona) y para Barcelona Regional, así como la caracterización del acuífero del Llano de Palma de Mallorca, como parte de la recarga de acuíferos con agua regenerada de depuradora.

Inicio de los trabajos de bioremediación in situ de acuíferos afectados por clorobenceno para clientes privados y de suelos y acuíferos contaminados por metales pesados y mercurio, depósitos de residuos enterrados, etc.

Se inicia el estudio para la intrusión salina y plan de gestión de las aguas subterráneas para la ciudad de Nacala, Mozambique, con contrato de FIPAG, en el marco de un proyecto multilateral financiado por el Banco Mundial.

In this period, the master plans for reclaimed and non-potable water for the Consortium of the Besòs Tordera (Barcelona) and for Barcelona Regional are launched, as well as the characterization of the Llano de Palma de Mallorca aquifer, as part of the recharge of aquifers with regenerated water from sewage treatment plant.

Start of in situ bioremediation works of aquifers affected by chlorobenzene for private clients and of soils and aquifers contaminated by heavy metals and mercury, as well as old and buried landfills, etc.

The master plan for STUDY FOR SALINE INTRUSION AND GROUND WATER MANAGEMENT PLAN for the city of Nacala, Mozambique, starts in the frame of a multilateral project funded by the World Bank.



En este año, se inició uno de los proyectos más estratégicos y complejos en hidrogeología urbana, como lo es la construcción de la Línea 2 y Ramal Línea 4 de la red básica del metro de Lima y Callao. Dicho proyecto supuso la diversificación de nuestros servicios al sector de las grandes infraestructuras civiles, en el que el registro de experiencia del equipo de trabajo es amplio y contrastado.

This year, one of the most strategical and complex projects in urban hydrogeology began, such as the construction of Line 2 and Branch Line 4 of the basic network of the Lima and Callao metro. This project involved the diversification of our services to the sector of large civil infrastructures, in which the record of experience of the work team is extensive and contrasted.





Servicios Hidrológicos. Ejemplos de proyectos

Hidrological Services. Project examples



A²¹

Recarga artificial de acuíferos en los planes directores de agua regenerada

Amphos 21 desarrolló un proyecto para el Plan Director de Agua Regenerada de las cuencas de los ríos Besòs-Tordera para el Consorcio Besòs Tordera, así como el uso no potable para la ciudad de Barcelona, para AMB. Las primeras son dos pequeñas cuencas de captación cerca de Barcelona, que están muy pobladas, concentran la demanda industrial intensiva y requieren agua, tanto para la agricultura, como para los campos de golf, y necesitan cumplir con los estándares de calidad y cantidad de las aguas superficiales en condiciones climáticas semiáridas. Como se indicó anteriormente, la metodología combina múltiples indicadores de diferente naturaleza (distancia a las fuentes de agua, infraestructura, régimen hidrológico y capacidad de almacenamiento de los acuíferos) que resulta en una herramienta muy relevante para la toma de decisiones.

Managed Aquifer Recharge in the Recycled Water Master Plans

Amphos 21 developed a project for the Recycled Water Master Plan of the Besòs-Tordera river basins for the Consorci Besòs Tordera, as well as the non-potable use for Barcelona city, for AMB. The former are two small catchment areas near Barce-

lona, that are highly populated, concentrate intensive industrial demand, require water for both agriculture and golf courses and need to comply with the quality and quantity standards of surface water under semi-arid climate conditions. As indicated above, the methodology combines multiple ratios of different nature -distance to water sources, infrastructure, hydrological regime and storage capacity of the aquifers- that results in a scoring tool that it is a relevant tool for decision making.



Imagen de un ensayo para determinar la capacidad de infiltración de un suelo.

Image of an assay to determine the infiltration capacity of a soil.

Evaluación del suelo para promotor público

Dirección de proyecto y contratista para la evaluación de una parcela para su reconversión en espacio urbanizable para un promotor público. El terreno se hallaba en una zona de antiguos depósitos de residuos urbanos y se realizó tomografía eléctrica para delimitar los residuos, medición del flujo de gases, investigación del subsuelo, caracterización geotécnica del suelo para edificaciones y viaductos, estudio hidrogeológico y análisis de riesgo.

Soil evaluation for a public client

Project management and contractor for the evaluation of an area for its reconversion into a urban space for a public promoter. The land was in an area of old urban waste landfill and

electrical tomography was performed to delimit the waste presence, measurement of gas flow, investigation of the subsoil, geotechnical characterization of the soil for buildings and viaducts, hydrogeological study and risk analysis.





Servicios Hidrológicos. Ejemplos de proyectos

Hidrological Services. Project examples



A 21

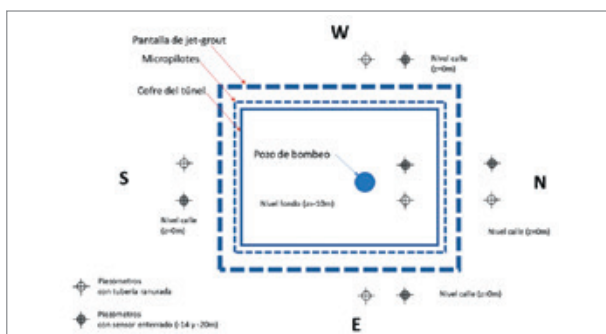
Abatimiento del nivel freático en una obra singular

El procedimiento llevado a cabo por Amphos 21 para la caracterización hidrogeológica en el entorno inmediato de la obra ha permitido evaluar la permeabilidad de la pantalla de jet grouting y cuantificar una posible solución de rebajamiento del nivel freático para la finalización de la obra.

La construcción de la obra del Túnel del viento requería la profundización de unos 2 m. por debajo del nivel freático de un acuífero altamente permeable. En este contexto, el cliente realizó impermeabilizaciones mediante la inyección de jet-grouting alrededor de la obra, que no dieron los resultados esperados. De esta manera, el cliente solicitó a Amphos 21 la realización del estudio hidrogeológico de la obra, cuyo objetivo fue demostrar si la pantalla de jet grouting se realizó correctamente y aportar una solución para acabar con la obra de forma eficiente y segura.

Las tareas realizadas por Amphos 21 consistieron en la caracterización detallada del subsuelo de la obra, mediante la construcción de sondeos equipados con tubería ranurada y sensor de presión para medir la presión del agua, piezómetros de cuerda vibrante a dos profundidades y un pozo de bombeo. También, se han realizado ensayos de dilución con trazador para conocer el flujo natural del agua subterránea en los piezómetros y poder compararlo después con los resultados inducidos por el bombeo.

Una vez realizado y tratado lo anterior, se realizó un modelo numérico en Feflow para cuantificar una posible solución de rebajamiento para la finalización de la obra.



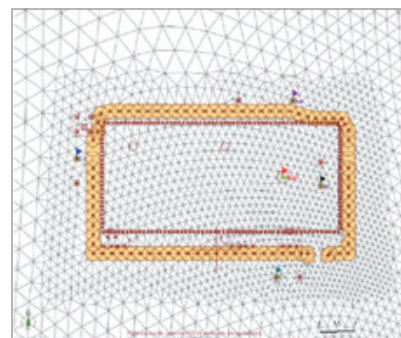
Dewatering in a singular civil construction

The procedure carried out by Amphos 21 for the hydrogeological characterization in the immediate surroundings of the work has allowed to evaluate the permeability of the jet grouting wall and to quantify a possible solution for lowering the water table for the work completion.

The construction of the "Wind Tunnel" required the lowering of about 2 m below the water table of a highly permeable aquifer. In this context, the client made waterproofing by jet-grouting around the underground construction, which did not give the expected results. In this way, the client asked Amphos 21 to carry out the hydrogeological study of the work, with the purpose of demonstrating whether the jet grouting screen was correctly executed and to provide a solution to finish the work efficiently and safely.

The tasks carried out by Amphos 21 consisted in the detailed characterization of the aquifer of the construction through the drilling of piezometers equipped with slotted pipe and pressure sensor to measure water pressure, vibrating rope piezometers at two depths and a pumping well. Tracer dilution tests have also been carried out to characterise the natural flow of groundwater in the piezometers and then be able to compare it with the results induced by the pumping.

With all data in and results in hand, a numerical model was set up in Feflow to explore and propose solutions to accomplish the construction.



Servicios Sostenibilidad. Ejemplos de proyectos Sustainability Services. Project examples



E.THROUGH. Thinking rough towards sustainability

Contribuir a una mayor competitividad de la industria de Materias Primas Críticas (en inglés, CRM) de la Unión Europea. E.THROUGH propone un enfoque metodológico innovador holístico e interdisciplinario, basado en prácticas sostenibles de minería primaria, mapeo de CRM primarios y secundarios, y procesos de recuperación y reciclaje de elementos como el tungsteno (W), indio (In), galio (Ga), cromo (Cr), litio (Li), utilizando métodos innovadores para llegar a los mercados y comunidades de los países involucrados. Amphos 21 realiza análisis de ciclo de vida de los procesos de recuperación secundaria de CRM.

Contribute to greater competitiveness of the Critical Raw Materials industry of the European Union. E.THROUGH proposes a holistic and interdisciplinary innovative methodological approach, based on sustainable practices of primary mining, mapping of primary and secondary CRM, and processes of recovery and recycling of elements such as tungsten (W), indium (In), gallium (Ga), chromium (Cr), lithium (Li), using innovative methods to reach the markets and the communities of the countries involved. Amphos 21 performs life cycle analysis studies of the CRM' secondary recovery processes.



Análisis Multicriterio de alternativas de remediación ambiental de los sectores Aupal y Depósito de las instalaciones de Ercros en Flix

Implementación de una herramienta de decisión ambiental interdisciplinaria y participativa, el Análisis Multicriterio, para la determinación de la mejor alternativa de recuperación ambiental de los sectores Depósito y Aupal del complejo químico industrial de Ercros en Flix (Tarragona).

Multicriteria analysis of scenarios of environmental remediation of the Aupal and Deposit sectors of Ercros facilities in Flix

Implementation of an interdisciplinary and participatory environmental decision tool, the Multicriteria Analysis, for the determination of the best strategy for the environmental remediation of the *Dipòsit and Aupal* sectors in the facilities of Ercros's chemical plant in Flix (Tarragona).

Servicios Sostenibilidad. Ejemplos de proyectos Sustainability Services. Project examples

Estudio de Impacto Ambiental y Programa de Investigación Minera

Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental Simplificado y del Programa de Restauración Minera, de acuerdo con la legislación vigente, de un proyecto de investigación minera en un espacio natural protegido.

Environmental Impact Study and Mining Research Program

Preparation of the Simplified Environmental Impact Assessment and the Mining Restoration Program of a mining research project in a protected natural area, in accordance with the legislation in force.

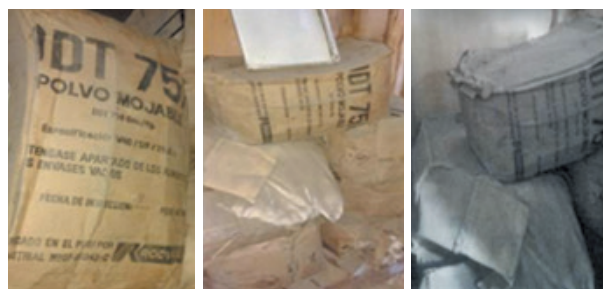


Plan Nacional de Implementación del Convenio de Estocolmo de Compuestos Orgánicos Persistentes de Perú

Proyecto financiado por ONUDI y desarrollado en colaboración con el Ministerio del Ambiente de Perú. El objetivo fundamental era el levantamiento previo de la información en el país para desarrollar el inventario de COPs y, posteriormente, revisar y actualizar el PNI COPs de Perú.

National Implementation Plan (NIP) of the Stockholm Convention on Persistent Organic Compounds of Peru

Project financed by UNIDO and developed in collaboration with the Ministry of the Environment of Peru. The main objective was the preliminary survey of the information within the country to develop the inventory of POPs and, later, to review and update the NIP of Peru.



Inventario de almacenamiento de DDT declarado como no utilizable por DIRESA. DDT storage inventory declared as not usable by DIRESA.

Estrategia de Gestión de Residuos de la Región de Araucanía, Chile

Proyecto desarrollado para el Gobierno Regional de la Araucanía, basado en la elaboración del documento que define la estrategia para los próximos 10 años sobre la gestión de los residuos a implementar en la Región de Araucanía.

Waste Management Strategy of the Araucanía Region, Chile

Project developed for the Regional Government of Araucanía, based on the preparation of the document that defines the strategy on waste management to be implemented in the Araucanía Region for the next 10 years.





Servicios Petróleo y Gas. Ejemplos de proyectos

Oil&Gas Services. Project examples



CarbFix Project

CarbFix es un proyecto financiado por la Unión Europea. Es un proyecto de investigación y desarrollo industrial de captura y almacenamiento geológico de gases de efecto invernadero, a partir de emisiones puntuales. CarbFix consiste en capturar CO_2 y H_2S procedente de la central geotérmica de Hellisheidi, a 40 km de Reikiavik (Islandia) e inyectarlo en medio geológico. A diferencia del almacenamiento convencional en reservorios sedimentarios, donde el CO_2 almacenado queda en fase supercrítica (alta presión), en CarbFix los gases se inyectan una vez disueltos en agua para facilitar su rápida reacción con rocas basálticas. El producto de dicha reacción son carbonatos minerales de calcio, magnesio y hierro estables, lo que facilita la mineralización permanente y segura de los gases. Los resultados obtenidos hasta ahora demuestran una gran eficacia de este método de almacenamiento geológico permanente.

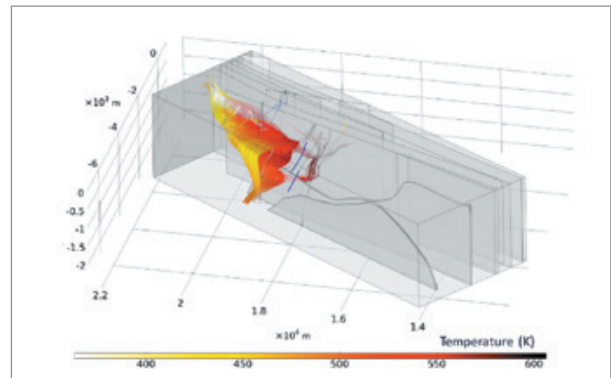
Amphos 21 contribuye en el desarrollo de modelos numéricos complejos que permitirán una optimización del proceso de reacción y fijación de los gases inyectados. Actualmente el Proyecto CarbFix recibe financiación de la Comisión Europea mediante el Programa H2020 hasta 2021.



Vista de la central geotérmica Hellisheidi en Islandia.
View of the Hellisheidi geothermal power plant in Iceland.

CarbFix is a European Union funded project. It is intended to develop and optimize the practical and cost-effective technology for the geological storage of CO_2 streams collected from point sources, including power plants and other CO_2 intensive industries. CarbFix consists of the capture of CO_2 and H_2S from the geothermal power plant at Hellisheidi, 40 km west from Reykjavik (Iceland), and to inject them underground. CarbFix is different from many current carbon storage projects injecting supercritical CO_2 into sedimentary rocks, since gases are injected already dissolved in water to make reaction with rocks much faster. The product of the reaction are stable carbonates of calcium, magnesium and iron, making the storage process more efficient and safer. The results obtained so far in Iceland show a very fast and permanent gas mineralization underground.

Amphos 21 contributes in the development of complex numerical models that allow the optimization of the reaction process and permanent storage of the injected gases. Currently, the CarbFix project is being funded by the EC through the H2020 program until 2021.



Modelo de predicción de la temperatura del fluido inyectado en el sitio CarbFix2.

Model prediction of the injected fluid temperature in the CarbFix2 site.



Servicios Petróleo y Gas. Ejemplos de proyectos

Oil&Gas Services. Project examples

A²¹

Simulación multifísica de un experimento de inyección poco profunda de CO₂

En abril de 2018, TOTAL se integró en el consorcio público-privado CO2CRC de Australia, que reúne a socios internacionales académicos e industriales en torno a las instalaciones de almacenamiento y captura de CO₂ de Otway para el desarrollo de herramientas, métodos y tecnologías innovadoras para mejorar el despliegue del almacenamiento subterránea de CO₂ en los próximos años en todo el mundo.

TOTAL R&D participará en el Proyecto Otway, que consiste en un experimento de inyección de CO₂ y liberación controlada en un sitio piloto con la falla de Brumbys que cruza la formación caliza poco profunda Port Campbell. Por encargo de TOTAL, Amphos 21 realizó la simulación mediante Comsol Multiphysics y la interfaz Comsol Phreeqc (ICP).

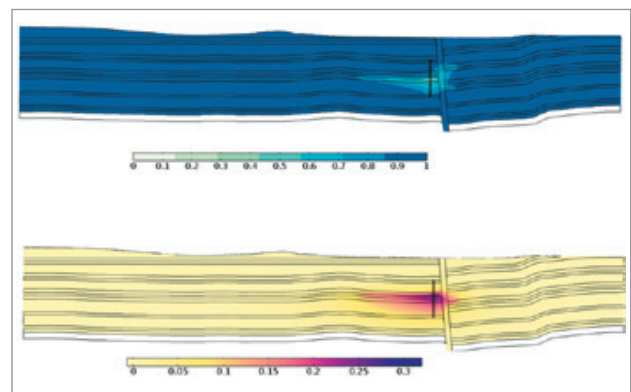
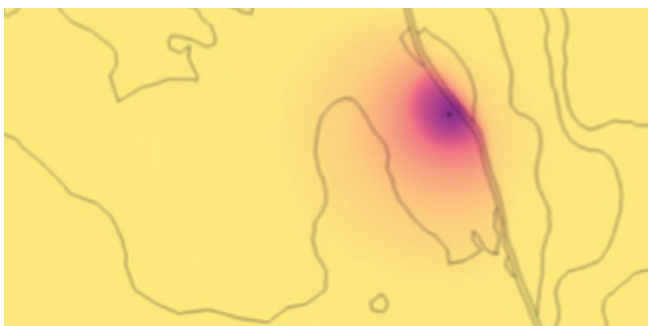
Este estudio de modelación incluye dos pasos: i) la dinámica y geoquímica multifásica del yacimiento, junto con las condiciones de inyección de CO₂ para predecir la evolución de la distribución de CO₂ (gas, disuelto, precipitado) a lo largo del tiempo y el espacio después de 200 días y ii) el modelado geomecánico vinculado a los resultados del paso precedente (presión del fluido de los poros) para predecir el estrés y la tensión y el riesgo de falla de la roca.

Multiphysics modelling of a shallow pilot CO₂ injection

In April 2018, TOTAL has become a member of the CO2CRC, Australian public-private consortium, which gathers international industrial and academic partners around the Otway CO₂ capture and storage facilities towards the development of innovative tools, methods and technologies to improve CCUS deployment in the next years worldwide.

TOTAL R&D will participate to the Otway Project which consists of CO₂ injection and controlled release experiment in a pilot site through the Brumbys Fault, crossing a shallow carbonaceous layer of the Port Campbell formation. Commissioned by TOTAL, Amphos 21 has performed a set of simulations of the experiment using Comsol Multiphysics and the interface Comsol Phreeqc (ICP).

This modelling study includes two steps: i) the assessment of multiphase flow dynamics coupled with geochemical processes along with the CO₂ injection conditions to predict the evolution of CO₂ distribution (gas, dissolved, precipitated) over time and space after 200 days and ii) the geomecanical modelling linked to the results of the precedent step (pore pressure evolution being the main disturbance of the system) to predict the stress and strain fields in the injection zone and the risk of fault reactivation.



Nuestro equipo Our team

Amphos 21 es un equipo, es una marca, es un modo de entender la consultoría ambiental. Nos basamos en el conocimiento, las habilidades y el compromiso de nuestro equipo. Nuestra marca es nuestro equipo.

Enero 2019 January 2019



Amphos 21 is a team, it is a brand, it is a way of understanding environmental consulting.
We rely on the knowledge, skills and commitment of our team. Our brand is our team.

Somos un **equipo multidisciplinario** de profesionales altamente cualificados en diversas disciplinas, como **química, geología, ingeniería, ciencias ambientales, hidrogeología, física, biología, comunicación ambiental, economía, información tecnológica y comunicación** de los cuales un **23% son Doctores**.

We are a **multidisciplinary team** of highly qualified professionals in various disciplines, such as **chemistry, geology, engineering, environmental science, hydrogeology, physics, biology, environmental communication, economics, technology information and communication** of which **23% are Doctors**.

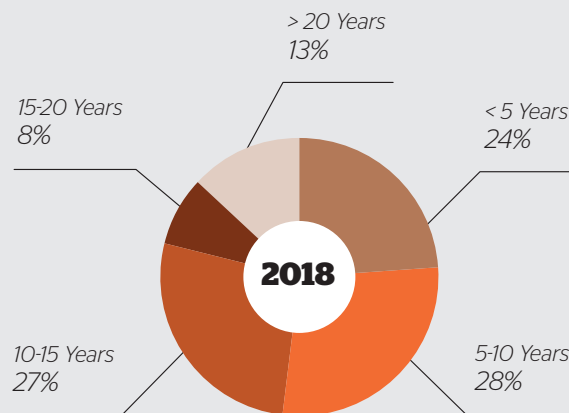


Dado el compromiso de Amphos 21 en incorporar talento a su capital humano, estos últimos años hemos reforzado nuestro equipo incrementándolo un 20%.

Due to the commitment of Amphos 21 to incorporate talent into our workforce, these last years we have increased our team by 20%.

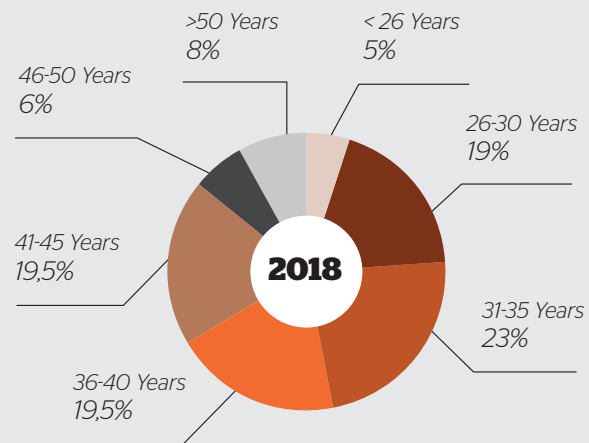
Distribución por años de experiencia profesional

Years of professional expertise



Distribución de edades

Age distribution



Ferias y congresos

Symposiums and Conferences





Migration 2017

Del 10 al 15 de septiembre de 2017 Amphos 21 tuvo el placer de acoger en Barcelona la **16ª Conferencia Internacional sobre Química y el Comportamiento de migración de los actínidos y productos de fisión (MIGRATION 2017)**.

El evento fue coorganizado por el Karlsruhe Institute of Technology (KIT, Germany) y Amphos 21 Group (España). Contó con el patrocinio de las siguientes organizaciones: Ondraf (Belgica), Fundació La Caixa (España), BRGM (Francia), SKB (Suecia), ANAV (España) y UPC (España)

Las conferencias MIGRATION proporcionan un foro internacional para el intercambio de información científica sobre los procesos químicos, que controlan el comportamiento de la migración de actínidos y productos de fisión en sistemas de acuíferos naturales. Investigaciones experimentales y modelos de predicción de estos procesos son los principales temas de las conferencias que concentran una gran participación de personas involucradas en el mundo científico.

El número total de participantes fue de 258 provenientes de 21 países de Europa, Asia, Norteamérica y Australia.

Se efectuaron un total de 296 presentaciones, de las cuales 61 fueron conferencias orales y 235 se presentaron como posters.

16th International Conference on the Chemistry and Migration Behaviour of Actinides and Fission Products in the Geosphere will be held on September 10 - 15, 2017, in Barcelona, Spain.

The event was co-organized by the Karlsruhe Institute of Technology (KIT, Germany) and Amphos 21 Group (Spain), with the sponsorship of the following organizations: Ondraf (Belgium), Fundació La Caixa (Spain), BRGM (France), SKB (Sweden), ANAV (Spain), UPC (Spain)

The MIGRATION conferences provide an international forum for the timely exchange of scientific information on chemical processes controlling the migration behaviour of actinides and fission products in natural aquifer systems. Experimental investigations and predictive modelling of these processes are the main topics of the conferences.

The total number of participants was 258 from 21 countries in Europe, Asia, North America and Australia.

A total of 296 presentations were made. 61 of them were oral presentations and 235 were presented as posters.



Emili Coene, Ferran Bagaria y Diego Sampietro, jóvenes promesas del equipo.

Emili Coene, Ferrán Bagaria y Diego Sampietro, young promises of the team.



Ferias y congresos Symposiums and Conferences

MMH 2017, Metallic Mining Hall

Amphos 21 participó en la principal feria española de minería, el Metallic Mining Hall, que se celebró en Sevilla en octubre de 2018. En la feria se dieron cita las principales empresas mineras operando en España, así como muchas de las que tiene proyectos de exploración y viabilidad de operaciones.

Amphos 21 participated in the main Spanish mining fair, the Metallic Mining Hall that was held in Seville in October 2018. The fair brought together the main mining companies operating in Spain, as well as many of that it has projects of exploration and viability of operations.



Salvador Jordana, David Arcos and Jordi Bruno en nuestro stand en el MMH 2017.
Salvador Jordana, David Arcos and Jordi Bruno at our stand in MMH 2017.

Perumin 2017

Perumin es una convención Minera creada con la finalidad de fortalecer el desarrollo profesional especializado de los convencionalistas, así como divulgar nuevos conocimientos que son el resultado de la investigación, innovación y la aplicación de la tecnología en las operaciones mineras. Amphos 21 participó por cuarta vez en este importante evento.

Perumin is a Mining convention created with the purpose of strengthening the specialized professional development of the conventionists, as well as divulging new knowledge that is the result of research, innovation and the application of technology in mining operations. Amphos 21 participated by Fourth time in this important event.



Jorge Bueno, Kertin Molinero, Eduardo Ruiz y Jairo Paucar en nuestro stand en Perumin 2017.

Jorge Bueno, Kertin Molinero, Eduardo Ruiz and Jairo Paucar, at our stand in Perumin 2017.

Water congress 2018

Water congress es el evento de referencia de gestión del agua en Chile, donde se reúnen los expertos en todos los campos para debatir las novedades y tendencias futuras. Amphos 21 participó en un stand compartido con socios del CWP y con tres ponencias.

Water congress is the reference event for water management in Chile, where experts meet in all fields to discuss new developments and future trends. Amphos 21 participated in a stand shared with CWP partners and with three presentations.



Luciano Achurra, Jordi Guimerà y Pilar Anguita en el Water Congress 2018.

Luciano Achurra, Jordi Guimerà and Pilar Anguita at the Water Congress 2018.

iWater 2018

iWater es el Salón Internacional del Agua que se da cita en Barcelona de forma bianual. Amphos 21 participó de forma conjunta con los socios del Clúster Català de l'Aigua a efectos de promocionar sus servicios en el mercado del agua, tanto a nivel comercial como de I+D+i.

iWater is the International Water Meeting that is held in Barcelona every two years. Amphos 21 participated jointly with the partners of the Catalan Water Partnership in order to promote their services in the water market, both at the commercial and R+D+i level.



Julia Tudela en nuestro stand en el iWater 2018.

Julia Tudela at our stand in the iWater 2018.

VI Congreso Colombiano de Hidrogeología

Ponencia invitada, conferencia y curso sobre recarga artificial de acuíferos.

Invited speaker, conference and course on Managed Aquifer Recharge.

24-28 julio 2018 / July 24-28 2018



XI Expominas Ecuador 2018

Expominas Ecuador es un evento realizado anualmente, para integrar a diversos actores de la industria, teniendo como principal objetivo, incrementar la inversión y promover el nivel de modernización, investigación y desarrollo tecnológico en la industria minera.

Expominas Ecuador is an event held annually, to integrate various industry players, with the main objective of increasing investment and promoting the level of modernization, research and technological development in the mining industry.



Eduardo Ruiz durante un workshop en el XI Expominas Ecuador 2018.
Eduardo Ruiz during a workshop at the XI Expominas Ecuador 2018.

Argentina Mining 2018

Argentina Mining es el encuentro internacional premium del sector minero argentino. Es una excelente oportunidad para establecer contactos de negocios, ofrecer productos y servicios, informarse de las políticas y leyes mineras, así como estar al tanto de la evolución en proyectos y planes de exploración. Amphos 21 asistió, junto con su colaborador estratégico, Anddes Asociados.

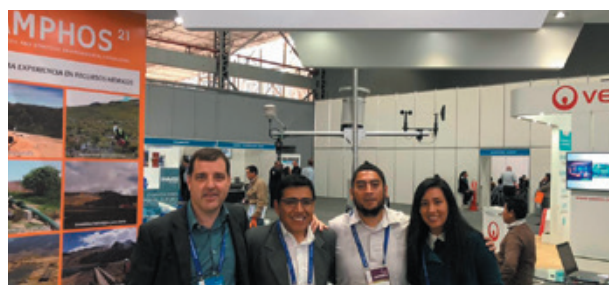
Argentina Mining is the premium international meeting of the Argentine mining sector. It is an excellent opportunity to establish business contacts, Offer products and services, learn about mining policies and laws and about developments in exploration projects and plans. Amphos 21 attended with its strategic partner Anddes Asociados.



Expo Agua Perú 2018

Expo Agua Perú es la primera feria tecnológica del agua del Perú, donde empresas líderes presentan soluciones integrales para el sector agua y saneamiento, agricultura, industria, minería y producción energética. Amphos 21 participó por primera vez en este evento.

Expo Agua Perú is the first water technology fair in Peru, where leading companies present integral solutions for the water and sanitation sector, agriculture, industry, mining and energy production. Amphos 21 participated for the first time in this event.



Eduardo Ruiz, Miguel Mendoza, Víctor Oyola y Karim Espinoza en nuestro stand de Expo Agua Perú 2018.
Eduardo Ruiz, Miguel Mendoza, Víctor Oyola and Karim Espinoza at our stand Expo Agua Perú 2018.

Publicaciones científicas

Scientific Papers



2017 Publicaciones Científicas. Scientific Papers

- Sainz-Garcia, A., Abarca, E., Nardi, A., Grandia, F., Oelkers, E.H.
Convective mixing fingers and chemistry interaction in carbon storage.
 (2017) *International Journal of Greenhouse Gas Control* 58, 52-61.
- Sprenger, C., Hartog, N., Hernández, M., Vilanova, E., Grützmacher, G., Scheibler, F., Hannappel, S.
Inventory of managed aquifer recharge sites in Europe: historical development, current situation and perspectives.
 (2017) *Hydrogeology Journal* DOI: 10.1007/s10040-017-1554-8. This article is published with open access at Springerlink.com: <http://rdcu.be/p8gG>.
- Olmeda, J., Henocq, P., Giffaut, E., Grivé, M.
Modelling of Chemical Degradation of Blended Cement-based Materials by Leaching Cycles with Callovo-Oxfordian Porewater.
 (2017) *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*. Available online 4 May 2017. DOI: 10.1016/j.pce.2017.05.008.
- Missana, T., Colàs, E., Grandia, F., Olmeda, J., Mingarro, M., García-Gutiérrez, M., Munier, I., Robinet, J., Grivé, M.
Sorption of radium onto Early Cretaceous clays (Gault and Plicatules Fm). Implications for repository of low-level, long-lived radioactive waste.
 (2017) *Applied Geochemistry* 86. 36-48.
- Sainz-Garcia, A., Abarca, E., Rubi, V., Grandia, F.
Assessment of feasible strategies for seasonal underground hydrogen storage in a saline aquifer.
 (2017) *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 42, Issue 26, 29 June 2017, Pages 16657-16666, ISSN 0360-3199, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.05.076>.
- Loschetter, A., De Lary De Latour, L., Grandia, F., Powaga, E., Collignan, B., Marcoux, M., Davarzani, H., Bouc, O., Le Guenan, T.
Assessment of CO₂ health risk in indoor air following a leakage from a geological storage: results from the first representative scale experiment.
 (2017) *Energy Procedia* 114. 4287 - 4302. Available online at www.sciencedirect.com
- Gasparini, A., Grandia, F., Tarchini, T.
Atmospheric dispersion modelling of CO₂ emission in the Colli Albani volcanic district (central Italy).
 (2017) *ANNALS OF GEOPHYSICS*, 60, 5, 2017; S0550; doi: 10.4401/ag-7286.
- Kienzler, B., Duro, L., Lemmens, K., Metz, V., De Pablo, J., Valls, A., Wegen, D.H., Johnson, L., Spahiu, K.
Summary of the euratom collaborative project FIRST-nuclides and conclusions for the safety case.
 (2017) *Nuclear Technology*, 198 (3), pp. 260-276.
- Iraola, A., Trinchero, P., Voutilainen, M., Gylling, B., Selroos, J. O., Molinero, J., Bosbach, D. & Deissmann, G.
Microtomography-based Inter-Granular Network for the simulation of radionuclide diffusion and sorption in a granitic rock.
 (2017) *Journal of contaminant hydrology*, 207, 8-16.

Publicaciones científicas Scientific Papers

- Demir, M. T., Coptý, N. K., Trincheró, P., & Sanchez-Vila, X.
Bayesian estimation of the transmissivity spatial structure from pumping test data.
(2017) *Advances in water resources*, 104, 174-182.
- Trincheró, P., Puigdomenech, I., Molinero, J., Ebrahimi, H., Gylling, B., Svensson, U., Dirk Bosbach & Deissmann, G.
Continuum-based DFN-consistent numerical framework for the simulation of oxygen infiltration into fractured crystalline rocks.
(2017). *Journal of contaminant hydrology*, 200, 60-69.

2018 Publicaciones Científicas. Scientific Papers

- Markelova, E., Couture, R.M., Parsons, C.T., Markelov, I., Madé, B., Van Cappellen, P., Charlet, L.
Speciation dynamics of oxyanion contaminants (As, Sb, Cr) in argillaceous suspensions during oxic-anoxic cycles
(2018) *Applied Geochemistry* 91, 75-88.
- Markelova, E., Parsons, C.T., M.Couture, R., Smeaton, C.M., Madé, B., Charlet, L., Van Cappellen, P.
Deconstructing the redox cascade: what role do microbial exudates (flavins) play?
(2018) *Environmental Chemistry*. <https://doi.org/10.1071/EN17158>.
- Coene, E., Silva, O., Molinero, J.
A numerical model for the performance assessment of hydrophobic meshes used for oil spill recovery
(2018) *International Journal of Multiphase Flow* 99, 246 - 256.
- García, D., Grivé, M., Duro, L., de Pablo, J., Brassinnes, S.
Effect of superplasticizers on Ni behaviour in cementitious environments.
(2018) *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* (<https://doi.org/10.1007/s10967-018-5837-x>)
- Muuri, E., Sorokina, T., García, D., Grivé, M., Bruno, J., Koskinen, L., Martin, A., Siitari-Kauppi, M.
The in-diffusion of ¹³³Ba in granitic rock cubes from the Olkiluoto and Grimsel in-situ test sites
(2018) *Applied Geochemistry* 92, 188-195.
- García, D., Grivé, M., Duro, L., de Pablo, J., Brassinnes, S.
The potential role of superplasticizers and their degradation products on radionuclides mobilization.
(2018) *Applied Geochemistry* (submitted)
- Tasi, A., Gaona, X., Fellhauer, D., Böttle, M., Rothe, J., Dardenne, K., Schild, D., Grivé, M., Colàs, E., Bruno, J., Källström, K., Altmaier, M., Geckeis, H.
Redox behavior and solubility of plutonium under alkaline, reducing conditions.
(2018) *Radiochimica Acta* 106 (4), 259-279.
- González-Siso, MR., Gaona, X., Duro, L., Altmaier, M., Bruno, J.
Thermodynamic model of Ni (II) solubility, hydrolysis and complex formation with ISA.
(2018) *Radiochimica Acta* 106 (1), 31-45.
- Anzaldúa, G., Gerner N.V., Lago, M., Abhold, K., Hinzmann, M., Beyer, S., Winking, C., Riegels, N., Krogsgaard, J. Jensen, Termes, M., Amorós, J., Wencki, K., Strehl, C., Ugarelli, R., Hasenheit, M., Nafo, I., Hernandez, M., Vilanova, E., Damman, S., Brouwer, S., Rouillard, J., Schwesig, D., Birk, S.
Getting into the water with the Ecosystem Services Approach: The DESSIN ESS evaluation framework. Ecosystem services.
(2018) ISSN 2212-0416, <https://doi.org/10.1016/j.jecoser.2017.12.004>. Open acces.

- Agnelli, M., Grandia, F., Soler, D., Sáinz-García, A., Brusi, D., Zamorano, M., Menció, A.
Metal release in shallow aquifers impacted by deep CO₂ fluxes.
(2018) *Energy Procedia* 146, 38-46. *International Carbon Conference 2018, ICC 2018, 10-14 September 2018, Reykjavik, Iceland.*
- Bayer, M., Cedoz A., Guimerà J., Jordana S., Sampietro D., Font J., Nief N. and Grossemy M.
Estimates of Horizontal Groundwater Flow Velocities in Boreholes .
(2018) *August 2018 Ground Water* DOI: 10.1111/gwat.12820.
- Ma B., Fernandez-Martinez A., Madé B., Findling N., Markelova E., Salas-Colera E., G.G. Maffei T., Lewis A., Tisserand D., Bureau S., Charlet L.
XANES-Based Determination of Redox Potentials Imposed by Steel Corrosion Products in Cement-Based Media.
(2018) *Environ. Sci. Technol.*, 52 (20), pp 11931-11940. DOI: 10.1021/acs.est.8b03236.
- Trincheró, P., Sidborn, M., & Puigdomenech, I.
Comment on “Application of analytical diffusion models to outcrop observations: Implications for mass transport by fluid flow through fractures” by Antonellini et al. (2017).
(2018) *Water Resources Research*, 54 (11), 9702-9705.
- Svensson, U., Löfgren, M., Trincheró, P., & Selroos, J. O.
Modelling the diffusion-available pore space of an unaltered granitic rock matrix using a micro-DFN approach.
(2018). *Journal of Hydrology*, 559, 182-191.



2019

AMPHOS²¹

SCIENTIFIC AND STRATEGIC ENVIRONMENTAL CONSULTING

25 Aniversario

25th Anniversary

1994-2019

Contentos y orgullosos de celebrar nuestro 25 aniversario.

Happy and proud to celebrate our 25th anniversary.





YEARS |

1994
2019

BREAKING THROUGH

Amphos 21 es miembro de:

Amphos 21 is member of:

Foro Nuclear | CWP Catalan Water Partnership (Asociación Catalana para la Innovación y la Internacionalización del sector del Agua) | IGDTP - Implementing Geological Disposal of Radioactive Waste Technology Platform | Asociación Internacional de Hidrogeólogos - Grupo Español (empresa de referencia) | ACECMA (Asociación Catalana de Ingenierías y Consultorías Medioambientales) | Geochemical Society | European Geochemical Society | Fundació Empresa i Energia | IESE Alumni | IMWA: International Mine Water Association



El Sistema Integrado de Gestión de la Calidad y Medio Ambiente de Amphos 21 está basado en las normas internacionales ISO 9001 e ISO 14001 y el Reglamento (CE) 1221/2009 sobre el sistema comunitario de gestión y auditoría ambientales (EMAS)

The Amphos 21 Integrated Quality and Environmental Management System is based on international standards ISO 9001 and ISO 14001 and Regulation (EC) 1221/2009 on the Community Environmental Management and Audit Scheme (EMAS)



AMPHOS²¹

SCIENTIFIC AND STRATEGIC ENVIRONMENTAL CONSULTING

www.amphos21.com | amphos21@amphos21.com

ESPAÑA

C/ Venezuela, 103, 2ª planta. 08019 BARCELONA. Tel.: +34 93 583 05 00
Paseo de la Castellana, 40, 8ª planta. 28046 MADRID. Tel.: +34 620 634 729

CHILE

Av. Nueva Tajamar 481 of. 1005 (Torre Sur). Las Condes 7550099, SANTIAGO. Tel.: +562 27991630

PERÚ

Jr. Pietro Torrigiano 396. LIMA 41. Tel.: +511 592-1275

FRANCIA

14, Avenue de l'Opéra. 75001 Paris. Tel.: +33 6 45 76 63 22