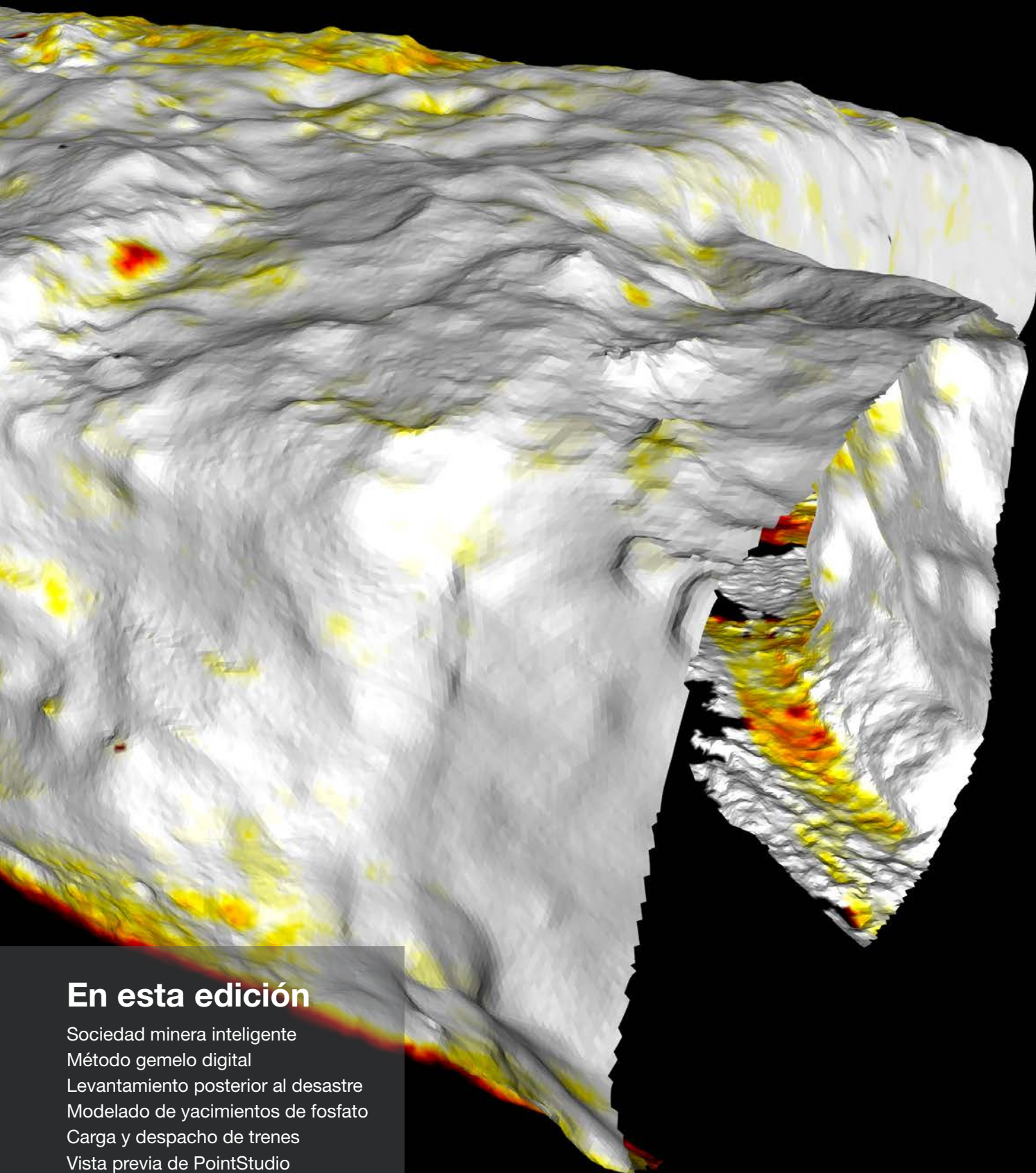




## En esta edición

Sociedad minera inteligente  
Método gemelo digital  
Levantamiento posterior al desastre  
Modelado de yacimientos de fosfato  
Carga y despacho de trenes  
Vista previa de PointStudio  
Maestría en geoestadística  
Enseñanza de planificación minera



## Actividades globales



# Camino rápido al éxito

Hay una buena razón por la cual Maptek es la opción popular para los mineros - nuestros productos fáciles de usar atraen a nuevos clientes y las relaciones sólidas garantizan que sigamos cumpliendo las necesidades de la industria minera.

No hay duda de que las tareas cotidianas están cambiando para las operaciones. Nuestras herramientas ayudan a los profesionales de la minería a trabajar de la manera más eficiente y efectiva posible. Ampliamos los niveles de productividad colaborando en torno a las soluciones.

Optimizamos las operaciones elevando las habilidades y promoviendo el cambio cultural de una manera sostenible en todos los procesos y tecnologías. ***Entender las limitaciones y las posibilidades creadas por la tecnología nos convierte en el candidato ideal para su negocio de minería.***

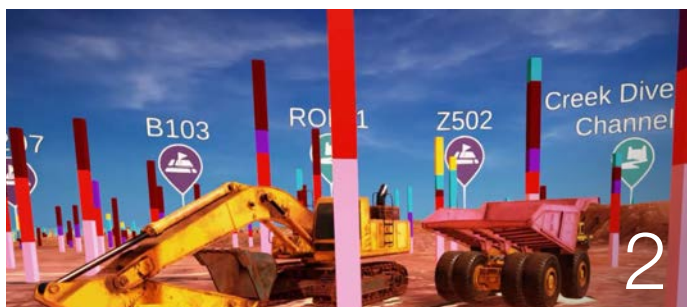
Aprovechar nuestra experiencia y soluciones probadas acelera sus proyectos en el camino hacia el éxito. Buscamos resultados prácticos y sostenibles y hacer coincidir las técnicas con las aplicaciones.

Avanzamos para que la tecnología sea accesible, permitiendo a los clientes utilizar sus habilidades y liberarlos de tareas que requieran mucho tiempo para que trabajen de manera más inteligente y productiva.

Esperamos que disfrute leer las historias sobre estos temas en esta edición y le agradeceremos su opinión en [forge@maptek.com](mailto:forge@maptek.com)

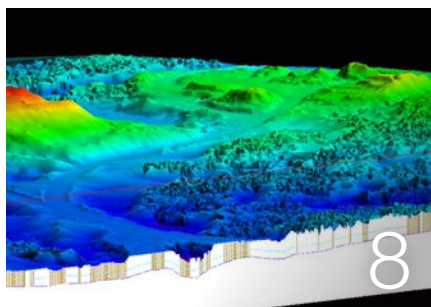
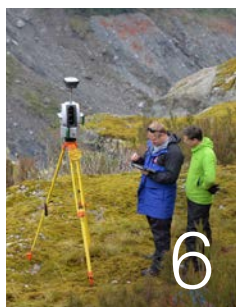
Peter Johnson  
Director General



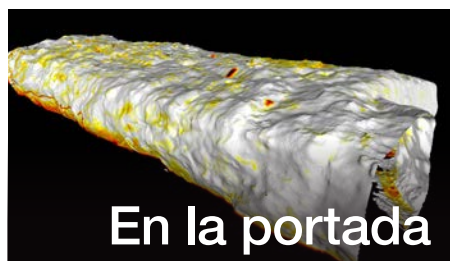


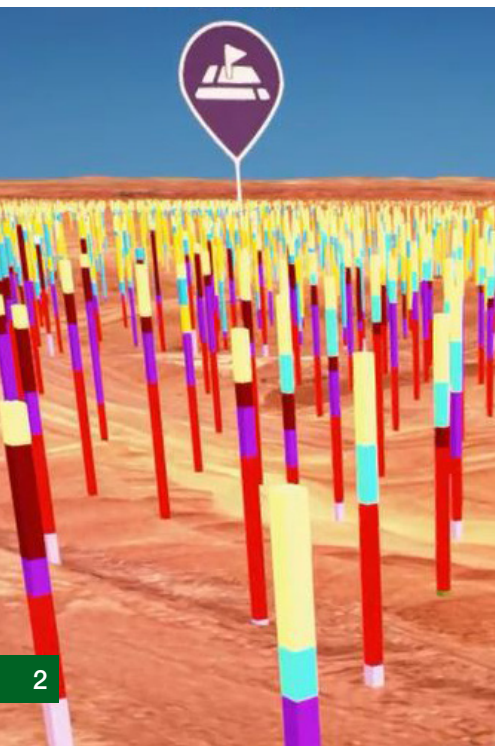
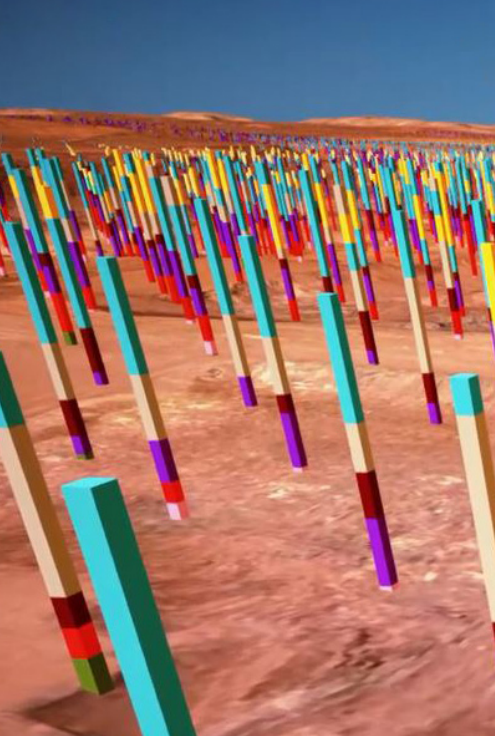
## Contenido

- 2 **Iniciativa minera inteligente de Roy Hill**  
Proyecto colaborativo que cosecha beneficios reales
- 5 **Hermanamiento digital y complejidad de la realidad**  
Concepto revolucionario que agrega valor a las operaciones
- 6 **Iniciativa de la Universidad de Washington**  
Datos precisos que mejoran la resolución posterior al desastre
- 8 **Nauru Phosphate Corporation**  
El modelado de los yacimientos remanentes amplía la explotación
- 10 **Los mineros de mineral de hierro maximizan la capacidad ferroviaria**  
Mejora de los resultados de los procesos
- 11 **Vista previa del lanzamiento del software PointStudio**  
Herramientas nuevas y mejoradas en la interfaz de cinta
- 12 **Maestría en Modelado Geoestadístico**  
El curso de Sudamérica es una guía para el éxito
- 13 **Enseñanza de planificación minera en Grecia**  
Vulcan proporciona la base para los estudios de TI de minería
- 13 **Calendario de eventos**



PointStudio ofrece nuevas funciones y aún más potencia para procesar y modelar datos espaciales





# Sociedad minera inteligente Roy Hill Maptek

Maptek™ y el productor australiano de mineral de hierro de Roy Hill están colaborando para aprovechar el profundo aprendizaje, la inteligencia artificial (IA) y tecnologías de inmersión para acelerar el conocimiento en los yacimientos e informar la planificación en la etapa inicial.

El mundo enfrenta cambios rápidos provocados por la tecnología, globalización y valores sociales. Nuestra vida personal y laboral se están viendo afectadas cada vez más, y la velocidad del cambio se está acelerando.

La sociedad ya está adoptando la automatización, con planes para camiones y automóviles sin conductor. La industria minera no es la excepción, y las disciplinas de las geociencias han estado probando activamente y aplicando tecnologías en evolución durante muchos años para mejorar la comprensión y la aplicación del conocimiento de los yacimientos.

**El aprendizaje automático ha sido de interés para el Superintendente de Modelado de Roy Hill, James Batchelor, durante casi una década y está entusiasmado con el proyecto actual de coinversión con Maptek.**

“ Soy un gran creyente de estar en el lugar adecuado en el momento adecuado. Los proyectos de tecnología se vieron un tanto obstaculizados por la GFC, pero muchas compañías ahora están adoptando una perspectiva diferente de innovación y tecnología.

Si bien el conocimiento del yacimiento y el aprendizaje automático están fuertemente alineados, Roy Hill ha dado este paso con un enfoque de aprendizaje profundo de todo lo que se puede clasificar y etiquetar. El conocimiento del yacimiento es un componente clave del programa Smart Mining (Minería Inteligente) de Roy Hill, que hoy busca crear la *mina del mañana*.

Por “inteligente” nos referimos a aplicar nuestra inteligencia al pensamiento crítico, creatividad y el razonamiento, y posteriormente combinar esta inteligencia con habilidades sociales como la influencia, el coaching y la empatía para crear y dar forma a nuestro trabajo futuro. Los resultados nos permitirán mejorar la

seguridad, aumentar la productividad y ofrecer un rendimiento predecible para una operación sostenible.

## **Enfoque colaborativo y ágil.**

En junio de 2017, Roy Hill Technical Services realizaron un Taller de Conocimiento de Yacimientos al que asistieron partes interesadas clave, proveedores y liderazgo ejecutivo. El objetivo era reconocer el gran trabajo realizado por Roy Hill y sus socios hasta la fecha, y aprovechar la riqueza de los conocimientos y la experiencia para elaborar una hoja de ruta de conocimiento de los yacimientos.

El Orebody Modelling (Modelado de Yacimientos) tiene muchos puntos de contacto en todo el negocio, desde la definición del yacimiento hasta el marketing técnico, lo que formó un componente central del concepto Digital Twin (gemelo Digital) de Roy Hill. Como proveedor a largo plazo del software Vulcan para Roy Hill, Maptek fue invitado a presentar y ayudar a generar nuevas ideas para crear una visión para el futuro del Orebody Modelling.

En última instancia, esto condujo a la definición de un proyecto de coinversión destinado a explorar y construir herramientas y tecnologías innovadoras de modelado. Con la ayuda de los equipos de Tecnología, Comercial y Jurídico de Roy Hill, este proyecto de dos fases se puso en marcha a finales de 2017. La Fase 1 abarcó proyectos de mejora y la fase 2 se centró en proyectos de R&D e innovación.

Roy Hill y Maptek se reunían semanalmente para rastrear el avance y los costos, con el fin de garantizar un enfoque estándar. Sin embargo, a nivel técnico y de pensamiento, el equipo fue altamente colaborativo y ágil. La captura de las mejores ideas, enfoques y perspectivas garantizó que el producto final mejorara la forma en que las unidades de negocios funcionan mejor, agregan valor real y proporcionan una base sólida para la innovación futura, resistiendo el paso del tiempo.



La participación con Maptek y el nivel de apoyo y entusiasmo por el proyecto han sido insuperables. Al igual que todas las colaboraciones innovadoras, las discusiones son enérgicas, fluidas y siempre perspicaces.

### **Desafiando la forma en que pensamos y nos comunicamos.**

El proyecto introduce nuevas tecnologías y reemplaza o mejora los enfoques anteriores. Las siguientes áreas son los cinco habilitadores clave para el éxito:

- > Programación de Python con bibliotecas altamente funcionales y eficientes para facilitar el modelado de inteligencia artificial entre otros desarrollos.
- > Las herramientas de flujo de trabajo permiten la elaboración de scripts desarrollados a lo largo del tiempo en un proceso automatizado más amplio.
- > Estimación de recursos probabilísticos potentes en forma de Multi-Gaussian Kriging.
- > Capacidades de visualización inmersiva a través del desarrollo colaborativo con compañías como LlamaZOO.
- > Gestión avanzada de datos a nivel empresarial y democratización.

El cerebro humano es una máquina fenomenal para manejar grandes cantidades de datos. Al mismo tiempo, los humanos luchan con la correlación de conjuntos de datos masivos y se han vuelto dependientes de las computadoras para hacer los cálculos.

Los algoritmos de aprendizaje automático han reemplazado eficazmente la capacidad de pensamiento humano a la vez que la amplían, ya que no sufren las mismas limitaciones que experimentamos.

Estas nuevas tecnologías y enfoques tienen la capacidad de empoderarnos al liberarnos de tareas manuales, mecánicas y repetitivas. La IA hará el trabajo físico, mientras que los humanos pasarán tiempo desarrollando nuevos conocimientos y perspectivas en un entorno donde hay tiempo para pensar, desarrollar y colaborar como geocientíficos.

### **Tecnología democratizada y reconocimiento de un sesgo inherente.**

El aprendizaje profundo es una tecnología democratizada, cualquiera puede usarlo. Un alto nivel de entusiasmo se extiende a través de proyectos de mejora continua a través de R&D y más allá de los posibles impactos positivos en las personas, la cultura y filosofía.

La innovación y el modelado van de la mano. Diez años de uso de Vulcan han despertado un gran interés en utilizar la programación para manipular rápidamente los conjuntos de datos y reemplazar tareas aburridas y repetitivas. Ser capaz de entretejer imaginaciones y aprendizajes en una gama de soluciones tecnológicas, y adaptarlas para obtener algo de valor tanto para Maptek como para Roy Hill ha sido muy emocionante.

El proyecto ha presentado algunos desafíos profundos. El viaje de la innovación implica reconocer y gestionar el sesgo cognitivo y la disonancia. El equipo se enfrentó a un cambio de paradigma en torno a lo qué es el modelado, cómo se debe hacer y qué se necesita lograr para garantizar que estemos bien posicionados para el futuro.

La máquina puede dar una respuesta, puede dar muchas respuestas, pero no puede darles sentido. Pasará mucho tiempo antes de que las computadoras tengan el mismo nivel de funcionalidad cognitiva que el cerebro humano.

El principal resultado que hemos logrado es el desarrollo de relaciones de datos. Al tratar de hacer una predicción a partir de muy poca información, ahora podemos generar algo parecido a una respuesta, así como el nivel de incertidumbre. Anteriormente, las conjeturas o las correlaciones espurias no inspiraban confianza alguna.

### **Aprendiendo a experimentar y fallar.**

La implementación del Machine Learning (Aprendizaje automático) en diversas áreas del proceso de modelado ha variado desde la clasificación geológica y la cuantificación de riesgos hasta la predicción de fenómenos previamente impredecibles. Las herramientas nuevas para experimentar nos permiten fallar rápido.

El aprendizaje automático puede generar resultados más confiables que los métodos convencionales con menos esfuerzo, menos datos (aunque prefiera más) y con cierta incertidumbre. Atrás quedaron los días de las fallas de las regresiones, la lógica basada en reglas y los interpoladores convencionales para poblar las variables.

Los resultados iniciales del proyecto Deep Learning for Estimation (Aprendizaje Profundo para la Estimación) se ven fantásticos. A nivel estadístico, los datos se comparan bien con los enfoques convencionales. Uno de los grandes desafíos será cambiar la forma en que pensamos sobre el modelado y la

## **Maptek y Roy Hill**

Roy Hill Iron Ore es una operación minera, ferroviaria y portuaria integrada de mineral de hierro de clase mundial en la región de Pilbara al oeste de Australia.

La asociación entre Maptek y Roy Hill comenzó en 2011. Roy Hill utiliza Vulcan para el modelado geológico y minero, así como para el control de la ley. Un escáner láser de largo alcance Maptek I-Site 8820 maneja aplicaciones de topografía.

estimación. El sesgo natural nacido de nuestras experiencias tiende a generar una expectativa de un cierto resultado.

La introducción de la IA significa que el equipo necesitaba “repensar” para sacarle el mayor provecho a la tecnología, sin ningún tipo de sesgo cognitivo. Las barreras más grandes a la innovación son el miedo al fracaso y tener demasiada experiencia. Con tanta experiencia, existe el riesgo de convencerse de que todas las respuestas están disponibles. Cuando se presentan diferentes pruebas, pueden descartarse de inmediato.

Para evitar esto, el equipo comenzó a implementar un enfoque de “flujo de trabajo”, introduciendo técnicas nuevas y avanzadas y eliminando los procesos antiguos.

El resultado del trabajo de realidad virtual realizado hasta la fecha por Maptek en colaboración con LlamaZOO es sorprendente. El equipo no tiene conocimiento de ningún otro paquete de realidad virtual (VR) que reúna los diversos componentes de un proyecto minero y de exploración en una solución de alto rendimiento de forma tan perfecta y holística.

Un aspecto clave de la realidad virtual es que ayuda con la forma en que el equipo hace algo y cómo se comunica. El medio visual es la mejor forma de aprovechar la comunicación, lo que supone una gran diferencia para el espectador. Lograr ambas cosas en el proyecto es el mejor resultado posible.

**Continúa en la página siguiente >**

## “Impulsando el cambio cultural.

Desde el principio, los impulsores clave del negocio fueron la eficiencia y eficacia mejoradas, por ejemplo, la reducción del tiempo necesario para generar una respuesta, una estimación o una idea, y un cambio cultural positivo.

Los principales valores culturales de Roy Hill son Lead, Care, Think and Perform (Dirigir, Cuidar, Pensar y Realizar). El proyecto con Maptek contribuirá al valor en cada una de ellas al:

- > Aumentar la frecuencia de las reflexiones profundas y generar mejor información y conocimiento, mejorando así la capacidad de tomar decisiones efectivas, inspirar a nuestra gente y ser líderes efectivos.
- > Ayudar a identificar, cuantificar y mitigar los riesgos, reduciendo así la probabilidad de daños a personas, instalaciones y reputación.
- > Liberar a las personas de tareas y procesos manuales, mecánicos y repetitivos, abriendo un espacio enriquecido de conocimiento y reflexión para pensar, desarrollar y colaborar.
- > En última instancia, mejorar la forma en que el personal dirige, cuida y piensa tendrá resultados positivos en la forma en que los empleados se desempeñan.

Todavía hay mucho trabajo por hacer. Medir el éxito y el valor comenzará una vez que haya una plataforma estable y una línea de referencia desde donde trabajar.

### Alcanzando nuestra visión para el futuro.

Maptek reconoce la importancia del proyecto en términos de aplicar un esfuerzo específico en el modelado de yacimientos. ¡Las posibilidades son ilimitadas y en muchos casos transformadoras!

Una vez que los resultados del proyecto de coinversión de Maptek estén disponibles para la comunidad minera en general, es probable que se desate un gran debate y nuevas ideas. En última instancia, estas tecnologías tienen el potencial de cambiar el *qué*, el *cómo* y el *porqué* de la minería de formas bastante profundas.

Varios proyectos de modelado están en proceso, así como el cierre de esta fase del proyecto de Maptek. El nuevo enfoque se está generalizando para Roy Hill mediante la participación con otros proveedores de software que aplican la IA y varios equipos de análisis de datos.

Juntos hemos logrado algunos resultados fenomenales con un presupuesto muy pequeño. Trabajar con un socio tecnológico que entiende nuestro negocio lo ha hecho más rápido y mucho más efectivo. La participación, el esfuerzo colaborativo y los aprendizajes han contribuido a una experiencia totalmente positiva.

El impulso de Maptek para crear herramientas alrededor de esto como una función central en su hoja de ruta los distingue.

Por supuesto, todavía hay muchas preguntas sin respuesta. Se aplica la máxima “si va a fallar, falla rápido”. No gaste demasiados recursos o dolor financiero.

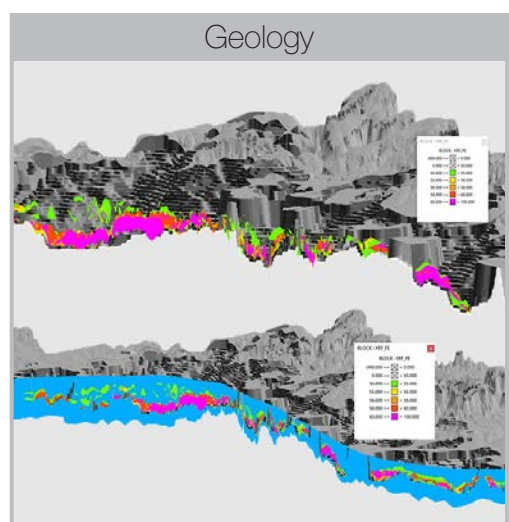
Roy Hill ya ha utilizado la IA a través de la nueva interfaz Vulcan Python para facilitar la generación de al menos seis flujos de información para tomar mejores decisiones. Habrá un costo beneficio inevitable, así como una reducción en el tiempo que lleva llegar a un resultado aceptable.

El equipo ha tenido una visión muy clara desde el principio, y adoptar un enfoque ágil para lograr esta visión ha sido un componente vital del éxito. Un aprendizaje clave para referencia futura en colaboraciones como esta es incorporar un componente de capacitación y desarrollo al programa.

La colaboración de Maptek con Roy Hill en este proyecto ha visto a todos los participantes obtener una mayor apreciación de la creatividad entre ellos mismos. Lo que ha logrado esta colaboración es un tributo a la pasión, las habilidades y el enfoque singular en los resultados de todos los miembros del equipo.

La agilidad y capacidad de Maptek para pivotar a medida que el proyecto ha evolucionado resalta su fortaleza real: la capacidad del equipo para pensar de una manera diferente, en lugar de simplemente buscar cambiar un solo proceso o sistema.”

*Agradecimientos a  
James Batchelor  
Superintendente de Modelado  
Roy Hill Iron Ore*



# Hermanamiento digital y la complejidad de la realidad

El rápido desarrollo del enfoque de gemelo digital ofrece a las operaciones mineras la promesa de optimizar procesos y automatizar la toma de decisiones - si son lo suficientemente valientes.

**El hermanamiento digital se basa en la idea de que se puede crear una construcción de información digital de un sistema físico como una entidad separada. La información digital es un “gemelo” de la información integrada en el sistema físico en sí, y está vinculada a ella a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema.**

El concepto básico del modelo Digital Twin (Gemelo Digital) se ha mantenido bastante estable desde su inicio en 2002, cuando fue presentado por el entonces nuevo Centro de Gestión del Ciclo de Vida de los Productos de la Universidad de Michigan.

La premisa que impulsa el modelo es que cada sistema consta de dos subsistemas: el sistema físico que siempre ha existido y un nuevo sistema virtual que contiene toda la información sobre el sistema físico. Esto significa que hay un reflejo o hermanamiento de sistemas entre lo que existe en realidad y lo que existe en el espacio virtual y viceversa. En la mayoría de los casos, el sistema virtual contendrá muchos sistemas sub-virtuales.

**Transformando datos.** Los sistemas digitales gemelos son acerca de la transformación tradicional de Big Data en información, conocimiento y sabiduría minera. La realidad en el competitivo mundo de la minería de hoy es que un equipo de operaciones debe considerar factores globales incluso a nivel local.

El gemelo digital debe trabajar bajo tales presiones y debe explotar este entorno dinámico de big data. Los datos recopilados por sí mismos, sin analizar, son esencialmente un ejercicio costoso e infructuoso, incluso si el gemelo es una entidad pequeña con pocos parámetros. Los datos DEBEN transformarse para tener una idea y significado.

Una diferencia importante entre el concepto de gemelo digital y el concepto de simulación tradicional es que el gemelo digital está siempre trabajando y siempre activo. Por el contrario, mientras que los simuladores de estilo antiguo se alimentan con datos antiguos o generan datos de perturbación, con los resultados observados y una conclusión creada. El flujo de trabajo del gemelo digital es dinámico y fundamentalmente diferente.

El operador normalmente ve datos filtrados a través del gemelo digital, que podría estar desempeñando muchas funciones que pueden no necesitar la intervención o aclaración del operador. El gemelo digital interactúa con herramientas de big data o IA que ayudan a dar forma al gemelo digital, y podría optimizar (y perturbar) el comportamiento del gemelo digital. Los operadores tienen la opción de eludir el análisis del gemelo digital y acceder a los datos directos, acceder a la información de análisis de big data o acceder a la información de IA.

---

La intuición juega un papel importante en la toma de decisiones del operador. Si bien esto puede ser reemplazado por técnicas de aprendizaje profundo, todavía hay un abismo entre la autonomía y la intuición, especialmente frente a la complejidad.

---

Una de las preocupaciones en las propuestas de gemelo digital es la interoperabilidad. En el mundo en el futuro, los sistemas, equipos, procesos de modelado, analíticos y de automatización no viven aislados. Los sistemas ciberfísicos (máquinas y equipos) se comunican entre sí y con el personal de minería que los rodea (operadores, planificadores, gerentes), por lo que debe asegurarse la interoperabilidad y darse sin interrupciones.

**Un gemelo digital agrega valor a una operación.** Necesita operar en un entorno de ‘plug and play’. Decir que este es un concepto revolucionario es una subestimación. El gemelo digital promete optimizar los procesos, tomar decisiones rápidas y potencialmente hacer mucho más.

En el futuro, podríamos ver un ciclo corto, donde un proceso de toma de decisiones autónomo conduce a cambios en el gemelo digital en un sentido estratégico con amplias implicaciones, así como también un efecto en tiempo real dentro de una operación minera. Si bien estamos en una etapa temprana, estamos viendo un rápido desarrollo en esta tecnología, sugiriendo posibilidades que ni siquiera podemos imaginar.

**La complejidad de la realidad.** El gemelo digital es un reflejo de una realidad percibida, tanto en las características físicas como en la planificación y gestión. Sin embargo, recolectar datos no es suficiente. Varios niveles de análisis, representaciones visuales, aprendizaje automático y técnicas de IA ahora nos permiten ver y reflexionar sobre la realidad de manera novedosa y potencialmente potente.

¿Qué tan capaces somos de manejar estas nuevas fronteras? Al crear un gemelo digital, ¿procedemos con el análisis tradicional, extenso y puramente funcional de todo el entorno operativo, o nos embarcamos en un enfoque más epistemológico? Esto último es más difícil, pero lo que es más importante, promete una mejor comprensión de la compleja realidad de una operación minera.

La historia reciente muestra que, en masa, somos incapaces de pensar más allá del simple análisis de los sistemas de causa y efecto. Tal pensamiento lineal está bien arraigado en la sociedad, la política y las filosofías de gestión.

**¿De dónde sale esto de la filosofía del gemelo digital?** La respuesta obvia es sugerir vagamente que el concepto del gemelo digital es un campo en evolución. Las compañías mineras deben dar pequeños pasos hacia una visión de la minería en el futuro, sabiendo que necesitan ampliar su comprensión de la realidad compleja, los sistemas no lineales, los conceptos avanzados de la teoría de decisión y el poder del aprendizaje profundo y las tecnologías bayesianas. El éxito está ahí para los pioneros aventureros, de mente abierta y colaboradores.

Hable con Maptek sobre cómo podemos asociarnos con usted para explotar las tecnologías nuevas y en evolución. Contacte a [chris.green@maptek.com.au](mailto:chris.green@maptek.com.au)



# Captura de las condiciones posteriores al desastre

La captura rápida y precisa de los datos posteriores al desastre es clave para una reconstrucción sólida. Una nueva instalación en la Universidad de Washington ha tomado la delantera para garantizar que los datos geoespaciales de referencia puedan recopilarse, procesarse y analizarse inmediatamente después de eventos de peligro natural.

Después de un terremoto, un huracán u otro desastre, los detalles de cómo los ambientes construidos y naturales reaccionaron ante las fuerzas desatadas están frescos en la devastación. Se pueden encontrar indicios de por qué se derrumbó una casa bajo fuertes vientos debajo de sus escombros, y una explicación de cómo una ladera se convirtió en un deslizamiento de tierra cuando la tierra tembló y que se puede esparcir en una carretera de cuatro carriles.

Esta información vital rara vez es capturada antes de que haya sido alterada o eliminada. Los gerentes de emergencias encargados de los esfuerzos de recuperación están capacitados para moverse rápidamente para restaurar los servicios básicos y volver a poner en pie la economía local. Se limpian las carreteras, se reparan los puentes dañados y se derriban los edificios dañados. Irónicamente, la información que podría ser la más valiosa en la reconstrucción de la comunidad se pierde con las prisas.

“Esa información es perecedera; “Si no hay nadie que pueda entrar y capturar la información, se va para siempre”, dijo Joe Wartman, H.R. Berg, profesor de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Washington (UW). “Cuando ocurre uno de estos eventos, es un laboratorio vivo a gran escala de las consecuencias y los efectos de la velocidad del viento, la sacudida del suelo y la destrucción”.

La UW ha tomado la delantera para garantizar que los datos geoespaciales de referencia puedan recopilarse, procesarse y analizarse inmediatamente después de eventos de peligros naturales para informar sobre la recuperación y guiar la reconstrucción. Con US\$4.1 millones en fondos y cooperación de la National Science Foundation

(Fundación Nacional de Ciencias) de la Universidad Estatal de Oregón, el Tecnológico de Virginia y la Universidad de Florida, la UW ha establecido la Instalación de Reconocimiento de Peligros Naturales (Instalación RAPID) en su campus de Seattle.

“Los datos recopilados por la Instalación RAPID apoyarán directamente al desarrollo y la validación de la simulación para desastres naturales”, dijo Wartman, el director de la instalación.

---

“Estos modelos pueden ayudar a las comunidades a anticipar lo que ocurrirá en un desastre y tomar medidas para mitigar el riesgo”.

---

RAPID ha pasado gran parte del año pasado adquiriendo una variedad de tecnologías geoespaciales y capacitando al personal en su aplicación en condiciones difíciles. La instalación ha identificado la tecnología LiDAR en forma de escáneres láser de larga distancia, junto con capacidades de análisis de datos 3D, como una de las soluciones más importantes que se implementarán.

## Velocidad, precisión, seguridad

El alcance de la Instalación RAPID es estudiar los desastres naturales relacionados con terremotos, tsunamis, huracanes, tornados e inundaciones. Si bien sus causas son claramente diferentes, los resultados suelen ser los mismos: a menudo causan cambios masivos en los entornos naturales y construidos. Los vientos, marejadas, inundaciones y temblores de tierra pueden derribar

un edificio desde sus cimientos y transformar dramáticamente el paisaje circundante en el proceso.

“Los escáneres láser son únicos en su capacidad para capturar los detalles de los cambios en tres dimensiones y con precisión a niveles de centímetros”, explica Jake Dafni, Doctorado, PE y Gerente de Operaciones en Sitio de RAPID.

Debido a las condiciones desafiantes en las que los equipos de RAPID realizarán levantamientos, mapeos y recopilaciones de datos, la instalación es rigurosa en su elección de tecnologías. El hardware debe ser resistente, y los paquetes de software deben ser fáciles de aprender, dado que los equipos de respuesta están compuestos por investigadores de diversos antecedentes técnicos.

RAPID finalmente seleccionó a Maptrek™ como su proveedor de escáneres láser de largo alcance y software de análisis espacial. Los modelos Maptrek™ XR3 y LR3 se diseñaron principalmente para su uso en sitios de minas de tajo abierto. Resistente y equipado con óptica integrada y GPS, los escáneres láser son livianos, a prueba de polvo y se pueden usar en condiciones de lluvia, nieve y temperaturas extremas.

El principal impulsor fue la capacidad de capturar escaneos de alta precisión desde una gran distancia. El Maptrek XR3 tiene un alcance de 2.4 km, mientras que el LR3 opera a 1.2 km. Los escáneres láser capturan enormes volúmenes de datos en sus campos de visión, lo que permite a los equipos de RAPID recopilar datos rápidamente mientras se encuentran a una distancia segura de un sitio de desastre aún inestable.

“Hay escenas de daños a las que de otra manera no podríamos acercarnos por razones físicas”, dijo Dafni, haciendo notar que





El Director Técnico de la Instalación RAPID, Mike Olsen (L) y el Director, Joe Wartman (R) durante un despliegue en campo del Maptek XR3 en Fox Glacier en la Isla Sur de Nueva Zelanda. La portabilidad del sistema permitió que el equipo se desplegara en el sitio de pruebas en helicóptero para escanear el valle en busca de un proyecto colaborativo de evaluación de riesgos de deslizamientos de tierra de la Fundación Nacional de Ciencias.

la velocidad y seguridad son primordiales para sus misiones. Además, los procedimientos operativos de RAPID requieren que no se interfiera con los esfuerzos continuos de rescate del sitio.

“Durante un ejercicio previo a RAPID, nos desplegamos en el sitio de un gran terremoto en Nueva Zelanda y estábamos interesados en estudiar algunos deslizamientos grandes de tierra a través de un valle. No podíamos cruzar un río para realizar un escaneo en el sitio, y había una gran actividad de helicópteros de emergencia que impedía el uso de drones”, dijo Wartman.

Este incidente llevó a RAPID a agregar escáneres de largo alcance a su lista de adquisición de equipos, que incluye cámaras digitales, estaciones totales, LiDAR móvil, sensores sísmicos, medidores de nivel de agua y drones aéreos y marinos.

## Informar para tener una mejor construcción

Los escáneres láser son cruciales para la misión principal de la Instalación RAPID porque capturan en tres dimensiones los detalles de cómo el entorno natural e infraestructura construida interactuaron durante el desastre. En un tsunami o un terremoto, por ejemplo, podría ser una ola de sedimentos o rocas que caen y destruye un puente, y no

el movimiento de la tierra. Tal información es crítica para determinar cómo diseñar estructuras para soportar eventos futuros.

“Estamos apoyando a los geólogos que quieren saber por qué ocurrió un deslizamiento de tierra, pero también nos enfocamos en la comunidad de ingeniería, que es responsable de la infraestructura construida”, dijo Wartman.

El análisis de la nube de puntos en 3D es fundamental para el análisis. El Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la UW tiene una larga relación con Maptek como usuario de su software de análisis geotécnico I-Site™ Studio.

El software fácil de aprender difiere de la mayoría de los paquetes de procesamiento LiDAR ya que realiza el registro de los escaneos láser, el procesamiento de la nube de puntos y luego numerosos análisis geotécnicos complejos.

Para los propósitos de RAPID, su función de modelado más importante es la capacidad de comparar digitalmente y contrastar dos nubes de puntos adquiridas en la misma área en diferentes fechas para detectar cambios, específicamente el movimiento del suelo, las caras rocosas e incluso las estructuras de los edificios.

Con la detección de cambios en mente, RAPID tiene acuerdos con organizaciones internacionales que

mantienen grandes archivos de datos históricos de LiDAR y de imágenes de trama detectadas remotamente. Estos archivos servirán como datos antes del desastre en el modelado de cambios.

El análisis de las nubes de puntos previas y posteriores al evento con el software I-Site Studio puede detectar diferencias sutiles en la infraestructura y el paisaje que ayudan a explicar lo que sucedió durante el desastre.

“Esta información se usará para desarrollar modelos para predecir ubicaciones de deslizamientos de tierra en eventos futuros, por ejemplo, para que las comunidades puedan tomar medidas para mitigar los deslizamientos de tierra que afectarán la infraestructura crítica”, dijo Wartman.

RAPID y Maptek están trabajando juntos para encontrar formas de promover la misión de la instalación RAPID. Ahora están involucrados en el uso del software de Maptek para crear un entorno envolvente llamado The Cave en el campus de la universidad UW donde los investigadores entrarán en una escena 3D de desastre, generada a partir de datos LiDAR y fotos a color, para interactuar con los datos desde una perspectiva personal.

*Agradecimientos a  
Joe Wartman  
H.R. Berg Profesor de Ingeniería Civil y  
Ambiental  
Universidad de Washington*



# Modelado de yacimientos de fosfato

Las soluciones de software y hardware de Maptek™ están ayudando a Phosphate Corporation de la República de Nauru a medir y modelar los yacimientos de fosfato en la Isla del Pacífico.



Las soluciones de Maptek™ están ayudando a Phosphate Corporation de la República de Nauru (RONPHOS) a modelar, mapear y medir los yacimientos de fosfato en la isla del Pacífico de la nación de Nauru, situada a unos 3000 km al noreste de Australia.

El fosfato, la forma natural de fósforo, se exporta principalmente para su uso en la agricultura. La demanda abrumadora de roca de alta calidad de Nauru es impulsada por el crecimiento en la producción y el desarrollo de alimentos, particularmente en Australia y el sudeste de Asia.

La extracción de fosfato fue fundamental para la economía de la isla de 21 km<sup>2</sup> hasta el agotamiento de sus minas principales en los años ochenta.

Se estableció RONPHOS en 2005 para mantener y operar la industria del fosfato en Nauru de una manera segura, eficiente y rentable a medida que se reanudaba la minería y las exportaciones.

El primer paso de la minería fue la extracción selectiva de fosfato, dejando pináculos de dolomita como desecho. RONPHOS ahora enfrenta

el desafío de acceder a estos yacimientos remanentes, que no se pueden explotar utilizando métodos tradicionales.

## Modelado

Se usó el software Maptek™ Vulcan™ para modelar los pináculos de dolomita remanentes a partir de datos lidar aéreos de la topografía tal como fue explotada.

El modelado mostró la existencia de fosfato adicional por debajo de la superficie explotada actual, que ocurre como pináculos remanentes de dolomita, y que algunos llegan a alcanzar una altura de hasta 12 m.

Debido al espaciado de los datos aéreos, existe incertidumbre en cuanto a la ubicación exacta de los pilares. Por lo tanto, se utilizó el escaneo láser en 3D para proporcionar información del posicionamiento preciso sobre los pináculos de dolomita en un área destinada para probar la nueva metodología minera.

Al extrapolar los pináculos de dolomita a cierta profundidad, se realizó una estimación del fosfato remanente usando el modelado de bloques de Vulcan.

La nueva fase de las operaciones mineras involucra un programa de relleno y luego perforación y voladura complejas para eliminar las partes superiores expuestas de los pináculos al nivel del fosfato restante. Esto permitirá la extracción secundaria del fosfato.

## Escaneo láser

Durante una prueba de una semana, se utilizó un escáner láser Maptek LR3 fijado a una pluma de grúa de 45 metros para realizar un mapeo topográfico preciso.

---

El escáner láser 3D proporciona una mayor penetración de la vegetación y datos más precisos y detallados que el lidar aéreo y la fotogrametría.

---

El LR3 rápido y liviano tiene un alcance de hasta 1200 m, tiene una precisión de 4 mm y se puede controlar de forma inalámbrica a través de una tableta para el escaneo remoto. También se puede usar el escáner láser para tareas como reconciliación de pilas de almacenamiento y levantamientos de ingeniería.



Los datos recopilados por el escáner láser se procesan utilizando el software Maptek™ I-Site™ Studio. Los escaneos tomados en un trípode se pueden integrar fácilmente con el GPS RTK para geo-referenciar y se pueden usar como referencia para que los escaneos de grúas no coordinados se registren en las coordenadas de la cuadrícula minera.

“La extracción del recurso remanente de fosfato permitirá que las regalías sigan fluyendo hacia el Gobierno, los propietarios de tierras y la comunidad en general. También proporcionará capital para el trabajo de rehabilitación”.

La compañía espera que el éxito de este proyecto ayude a asegurar las finanzas para continuar la minería y mantener fuerte este elemento vital de la economía de Nauru en las próximas décadas.

*Agradecimientos a  
Paul Haynes, Gerente de Minería  
Republic of Nauru Phosphate Corporation*

## Prueba de minería

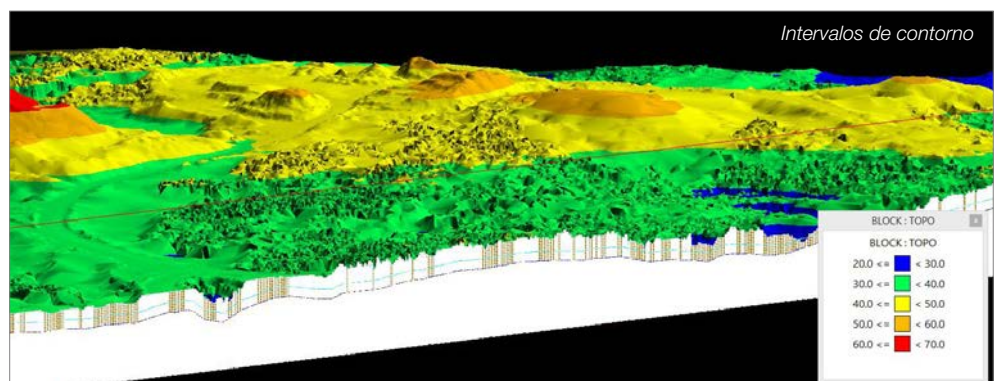
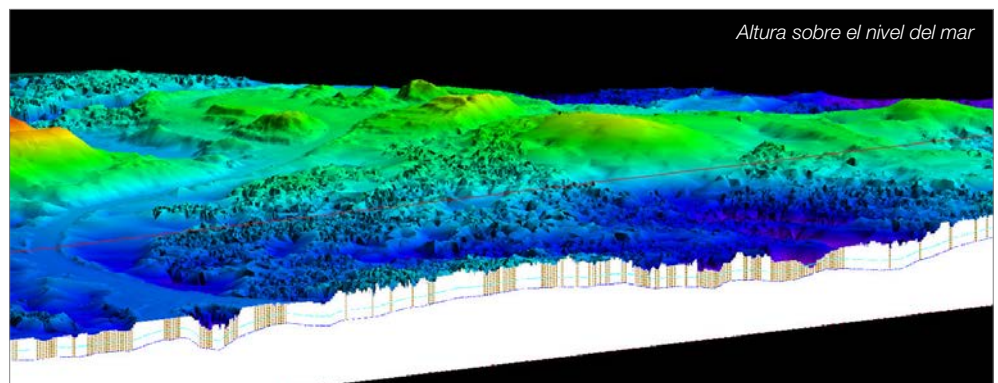
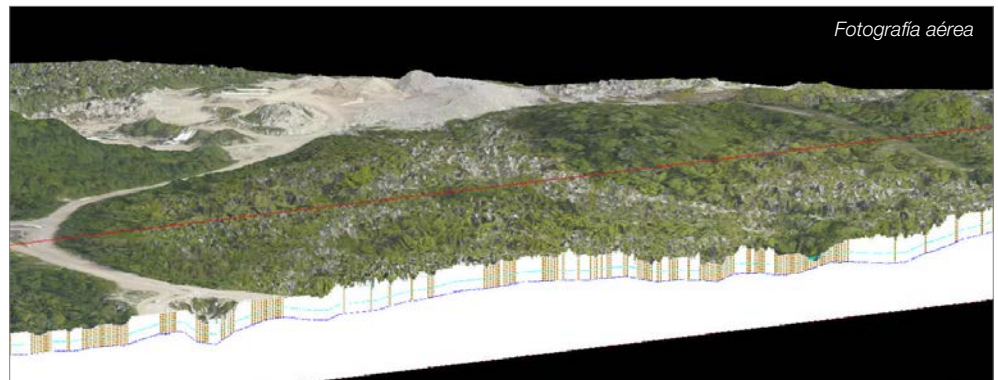
Después de realizar el relleno, el hecho de conocer la posición exacta y el tamaño de los pináculos permitió a RONPHOS determinar dónde perforar y a qué profundidad. La prueba proporcionó información suficiente para que RONPHOS explotara los yacimientos secundarios durante tres meses.

El gerente de minería, Paul Haynes, dijo que la prueba había tenido un gran éxito y las cual conllevó a la compra de un escáner láser, accesorios y software de Maptek.

“La recuperación de fosfato de este tajo de prueba estaba en línea con las recuperaciones estimadas por nuestro modelo de bloques de Vulcan”, dijo Haynes. “Ser capaces de mapear de manera rápida y precisa los campos de pináculos respalda toda nuestra metodología”.

“Sin el LR3 no hubiéramos podido avanzar en la extracción a una velocidad suficiente para que la operación fuera viable. La capacidad de obtener nuestros sondeos en la ubicación correcta la primera vez es fundamental para despejar los pináculos de manera eficiente y minimizar la base y el re-trabajo asociado”.

Haynes dijo que la extracción de fosfato había apuntalado la economía de Nauru por más de un siglo.



Topografía con una sección transversal que muestra los pináculos de piedra caliza

# Carga y despacho eficientes de trenes

Un proveedor de mineral de hierro en Sudáfrica está utilizando MineSuite para maximizar la capacidad disponible de su proveedor de servicios de transporte ferroviario.

Un proveedor reconocido de mineral de hierro en la Región del Cabo al Norte de Sudáfrica está utilizando MineSuite para cumplir los objetivos tanto de su proveedor de servicios de transporte ferroviario como de operación minera.

Para aprovechar mejor la capacidad ofrecida por el proveedor de servicios de transporte ferroviario, es esencial que la mina libere el producto en el momento adecuado. La mina debe garantizar que los trenes se llenen en el menor tiempo posible para lograr el tiempo de respuesta acordado. Se deben gestionar numerosas variables para lograr la carga deseada del producto y el tiempo de respuesta del tren.

Con MineSuite operando en la planta de beneficio, así como en el apilamiento y recuperación de productos, MinLog fue el socio ideal para desarrollar una solución de Train Loadout and Dispatch (Carga y Despacho de Trenes) (TLD). El objetivo era administrar el proceso de carga y despacho de trenes para minimizar las pérdidas financieras asociadas con los itinerarios de distribución perdidos.

MinLog completó el requisito del negocio y la declaración del problema con las partes interesadas clave antes del desarrollo de una solución basada en la web, estableciendo:

- > Programa de Import of the Next Week's Business (Importación de negocios de la próxima semana, NWB)
- > Captura de marcas de tiempo cuando ocurre la actividad pre-configurada del tren, es decir, en cada punto del proceso de carga
- > Captura de retrasos que afectan el tiempo de respuesta
- > Gestión de trenes, rastrillos y envíos de forma independiente
- > Visualización y validación de la distribución del peso del vagón y la gestión del vagón, es decir, desacoplamiento y reasignación



- > Proceso impulsado por el flujo de trabajo desde el comienzo hasta la partida

## Proceso de flujo de trabajo

El programa de NWB detalla los trenes que se espera que lleguen en la semana siguiente, junto con los envíos, productos, tonelajes objetivo y atributos de ETA y ETD, lo que permite una planificación anticipada.

Se permite la intervención manual para el programa y se mantiene un registro de auditoría.

Con el programa importado, el sistema notificará automáticamente al operador sobre el próximo tren que llegue. La configuración específica de cada sitio guía a los operadores durante todo el proceso de carga del tren y les permite capturar secuencialmente los tiempos de actividad.

Se contabilizan las demoras que surgen de la mina o que son causadas por influencias externas dentro del sistema. Se utilizan informes personalizados y cubos multidimensionales para analizar y minimizar estos retrasos.

El tren se divide en unidades manejables llamadas rastrillos, con un rastrillo que contiene un número predefinido de vagones. Los vagones deben cumplir con las especificaciones relacionadas con el producto, las tolerancias de distribución del peso y los tonelajes (atributos) que la mina debe cumplir. Los parámetros relacionados con estos se importan mediante una interfaz directa con soluciones de terceros, y se visualizan y gestionan a través del TLD.

El sistema guía al usuario paso a paso a lo largo del proceso desde la llegada previa hasta la llegada, desacoplamiento, colocación, carga, rectificación, re-pesaje y compilación, hasta la salida y entrega al transportista.

## Solución eficiente

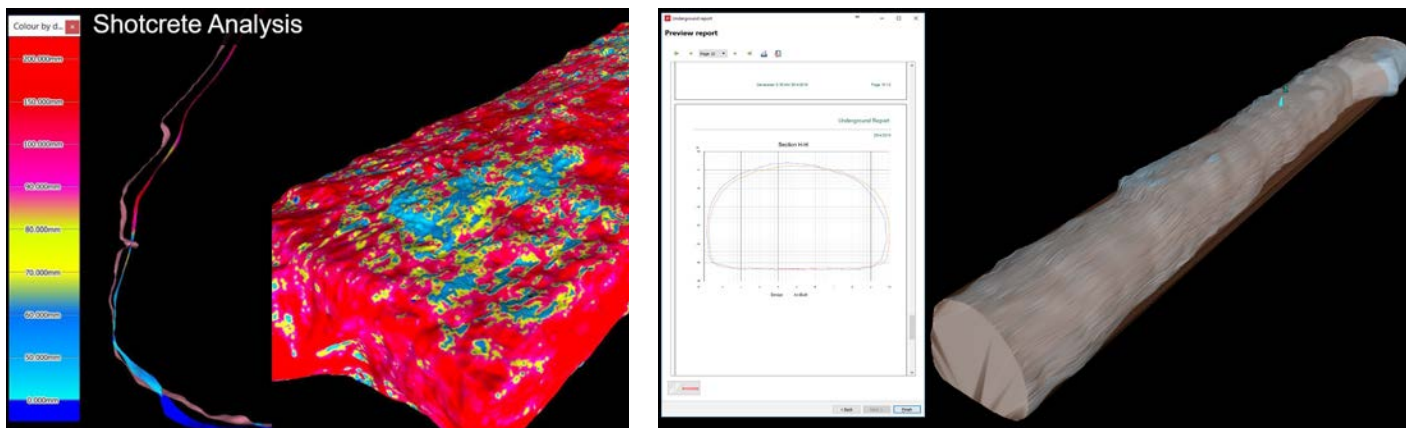
El sistema TLD ha simplificado los procesos y minimizado las pérdidas financieras para la mina. La integración con sistemas de terceros ha mejorado la precisión y visibilidad de los datos. Esta solución eficiente MineSuite ha permitido una gestión óptima de la estación de carga.

*Póngase en contacto con Maptek o MinLog para obtener más información sobre nuestros sistemas de información de minas.*



# Vista previa de PointStudio

Los clientes de Maptek™ verán un nuevo nombre y una nueva interfaz de cinta junto con la nueva funcionalidad en la actualización de 2018 de nuestro software intuitivo de procesamiento de nubes de puntos.



El software Maptek™ I-Site™ Studio fue creado hace 20 años como un conjunto de herramientas de escritorio para procesar grandes datos de nubes de puntos de los primeros escáneres láser. Maptek™ PointStudio™ continúa la progresión lógica hacia una plataforma 3D de nueva generación para modelado, análisis y reportes.

PointStudio 8 presenta la última funcionalidad de software en una interfaz de cinta. Al mismo tiempo, los clientes instalarán Maptek Workbench, lo que mejora la interacción con los datos y mejora el acceso a otras aplicaciones de Maptek. Los usuarios pueden crear sus propias barras de herramientas, menús y teclas de acceso rápido para adaptarse a los patrones preferidos de trabajo. La información animada de herramientas muestra videos tutoriales al pasarle por encima el ratón.

Uno de los beneficios de cambiarse a Workbench es acceder al Workflow Editor para crear secuencias de comandos interactivos. Los usuarios de PointStudio pueden vincular componentes a datos para ejecutar automatizaciones fácilmente en contexto. Se pueden guardar los componentes personalizados para ser reutilizados en otros flujos de trabajo.

Un buen ejemplo es el flujo de trabajo de registro con un solo clic. Esto se puede adaptar para incorporar importación y filtrado de escaneo, y múltiples pasos de registro para proporcionar una

nube de puntos registrada lista para su procesamiento. Se incluirán los flujos de trabajo estándar en PointStudio 8 para una mayor personalización del sitio.

Se pueden ejecutar diferentes aplicaciones de Maptek simultáneamente en Workbench. Los usuarios de PointStudio pueden liberar ventanas y mostrar vistas desde el mismo proyecto o desde varias aplicaciones de Maptek en múltiples monitores.

## Nuevas características

Un nuevo módulo de Underground Reporting (Informes Subterráneos) permitirá a los usuarios comparar fácilmente un sólido diseñado con un sólido examinado o escaneado real para identificar la sobreexcavación y subexcavación en tiros en desarrollo, rebajes o cortes transversales. Los beneficios incluyen la reducción de la dilución de ley, resaltar las áreas inestables y reducir los costos mediante la identificación de problemas innecesarios de desarrollo y previos a la voladura.

Una nueva herramienta Offset Line to Surface (Línea de Desplazamiento a la Superficie) permite una proyección más fácil de la base/cresta y otras líneas CAD en ángulo sobre una superficie donde no es posible adquirir datos de escaneo debido a las operaciones mineras en curso.

Se administrará la extensión de los planos de discontinuidad para analizar los sólidos del bloque de voladura y los sólidos de avance del tajo con un solo clic. Se

exportarán más fácilmente las superficies texturizadas. Los usuarios notarán mejoras importantes de velocidad en las herramientas Despike y Simplify Surface.

Los usuarios podrán aprovechar el menú de Labs en PointStudio para probar y proporcionar comentarios sobre la herramienta Fragmentation Analysis (análisis de fragmentación) en desarrollo. Esta herramienta toma datos escaneados y los segmenta identificando automáticamente piezas de roca individuales. Al ver la distribución del tamaño de partícula se abren posibilidades para el análisis posterior a la voladura y futuras mejoras a la misma. Se puede aumentar la eficiencia de la planta informando a los operadores del tamaño del material entrante.

Maptek ha estado desarrollando software de generación de informes y modelado de nubes de puntos desde el año 2000, y continuará desarrollando sistemas de medición minera que se enfoquen en los desafíos mineros.

Los usuarios de I-Site Studio 7 con mantenimiento al día pasarán a PointStudio 8 cuando se lance en octubre de 2018. Se pueden encontrar los detalles, incluida una cronología de nuestro historial de modelado de nubes de puntos, en [www.maptek.com/pointstudio](http://www.maptek.com/pointstudio)

# Realizando Maestría en modelado geoestadístico

Maptek™ y la Universidad Adolfo Ibáñez han colaborado para iniciar un nuevo curso de Maestría, elaborado para profesionales mineros en Sudamérica para dirigir su industria.

La primera Maestría en Modelado Geoestadístico de Yacimientos Minerales comenzó el 24 de mayo de este año.

Impartido por Maptek™ y la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez, el innovador programa de dos años tiene como objetivo preparar a los profesionales de la industria para implementar herramientas de vanguardia para la estimación, evaluación y simulación de recursos mineros.

En los últimos 15 años, el modelado geoestadístico y la estimación de yacimientos ha pasado de ser una disciplina dominada por unos pocos expertos a convertirse en una habilidad ampliamente difundida entre diferentes profesionales de todo el mundo.

La participación de académicos con experiencia garantiza que el curso esté bien fundamentado. El Profesor con Doctorado Clayton V. Deutsch es Director del Centro de Geoestadística Computacional y Profesor de la Facultad de Minas y Petróleo de la Universidad de Alberta, Canadá, y Cristian Cáceres es Profesor de la Facultad de Ingeniería y Ciencias y Director de Ingeniería de Minería Civil en la Universidad Adolfo Ibáñez.

Las clases se llevan a cabo en las oficinas de Maptek y en el campus de la Universidad de Viña del Mar, y proporcionarán a los graduados un conjunto único de competencias.

Los estudiantes dominarán los procesos de estimación, evaluación y simulación de recursos minerales y modelarán el comportamiento espacial de los yacimientos.

El objetivo es profundizar su comprensión de las principales metodologías geoestadísticas y actualizarlas en las herramientas mejoradas disponibles. Posteriormente pueden aplicar las nuevas técnicas en sus compañías.

El programa, en el que participan 26 estudiantes profesionales de minería, comenzó con una Introducción a la Geoestadística, que brinda un contexto sobre temas tales como la Geología de Yacimientos Minerales, Procesos de Muestreo y Construcción de Nomogramas de Muestreo.

Los temas adicionales incluyeron Continuidad Espacial y Desarrollo Futuro de la Minería. La determinación de la continuidad espacial requiere conocer la forma en que cualquier variable continúa en el espacio. El objetivo del módulo era determinar el cálculo, la interpretación y el modelado del variograma para llegar a un modelo de continuidad espacial para todas las variables regionalizadas.

No se nos olvidó la importancia de crear relaciones amistosas, y se llevó a cabo una fiesta de cóctel en la primera semana. Esta fue una buena oportunidad para conocerse y crear vínculos en un programa que durará casi dos años.

Los graduados se distinguirán de otros profesionales de la industria como pioneros en Chile y América Latina en el uso de herramientas geoestadísticas de vanguardia. Su implementación de métodos modernos para modelar el comportamiento espacial de los yacimientos tendrá un impacto sustancial en el negocio de la minería.





# Enseñanza de planificación minera

Maptek™ Vulcan™ ayuda a los estudiantes del Instituto Tecnológico Educativo de Macedonia Occidental, Grecia.

La minería ha estado a la vanguardia de la nueva tecnología durante décadas. La necesidad constante de mejorar la eficiencia, seguridad y rentabilidad siempre ha sido la fuerza impulsora para el desarrollo y la implementación de los últimos avances tecnológicos. El área de planificación minera tradicionalmente ha atraído nuevos algoritmos y métodos para abordar problemas antiguos y nuevos.

Maptek™ Vulcan™ es uno de los paquetes de software de planificación minera más avanzados disponibles, liderando constantemente el mercado del software minero con mayor eficiencia, integración y facilidad de uso. La importancia de contar con profesionales capacitados que puedan usar herramientas sofisticadas como Vulcan es ampliamente reconocida por la industria minera.

Vulcan ha estado instalado durante casi 20 años en el Departamento de Geotecnología e Ingeniería Ambiental, y ha sido instalado para enseñar planificación minera computarizada a nuestros estudiantes universitarios.

Se imparte un curso dedicado a la tecnología de la información minera a estudiantes de tercer año, que abarca todos los aspectos de la planificación minera con software informático. La interfaz amigable, las capacidades de visualización avanzadas, el flujo de trabajo claro y la gran cantidad de algoritmos integrados hacen de Vulcan el entorno ideal para enseñar la planificación minera a futuros ingenieros.



Obtener experiencia práctica con el software utilizado por miles de profesionales mineros en todo el mundo es invaluable para los estudiantes.

Se han desarrollado las notas del curso a lo largo de los años, manteniéndose al día con los desarrollos de software y proporcionando un estudio completo de planificación minera a través de un conjunto de ejercicios secuenciados.

El año pasado, se publicaron estas notas (escritas en griego) como un libro de referencia integral titulado *Introducción a la Tecnología de la Información Minera con Maptek Vulcan*, basado en la versión 10 del software. Con más de 500 páginas impresas a color, presenta a los estudiantes los fundamentos de las bases de datos de muestras, modelado geológico, estimación de recursos y modelado de bloques, diseño, optimización y programación de minas.

Además del curso dedicado a la planificación minera, se emplea Vulcan para apoyar otros cursos como Geoestadística, Minería Superficial y Subterránea. También se han basado varios proyectos del último año en Vulcan, proporcionando a los estudiantes una mayor comprensión de los problemas específicos de planificación minera.

Tanto los estudiantes como el personal académico han reconocido los beneficios de aprender la planificación minera a través de Vulcan. Se han reportado muchos casos donde nuestros graduados fueron aceptados para estudios de posgrado o para contratarlos para un empleo, en gran parte debido a la experiencia y el conocimiento del software adquirido durante sus estudios.

*Agradecimientos a  
Dr Ioannis Kapageridis  
Profesor asociado  
Instituto Tecnológico Educativo de Macedonia Occidental*

## Calendario de Maptek 2018

### Septiembre 17-19

GeoAfrica 2018  
Johannesburgo, Sudáfrica

### Octubre 14-18

Convención del Consejo de Geociencias Aust.  
Adelaida, Australia del Sur

### Octubre 16-19

CIDEMICH 2018  
Talca, Chile

### Octubre 17-18

AEMQ Xplor  
Montreal, Quebec, Canadá

### Octubre 23-26

13.º Congreso de Minería de Sonora  
Hermosillo, México – Stand 252

### Octubre 23-26

Ingeniería Geotécnica para Tajos Abiertos  
Perth, Australia Occidental

### Octubre 31- Noviembre 3

14.º IMME  
Kolkata, India

### Noviembre 18-23

XV Congreso Geológico Chileno  
Concepción, Chile

### Noviembre 19-21

3.º Simposio Sasore 2018  
Santiago, Chile

### Noviembre 28-30

Control Terrestre en Minería AusRock  
Sydney, NSW, Australia

### Diciembre 2-3

Conferencia Anual SME Arizona  
Tucson, Arizona, EE. UU.

## 2019

### Enero 27-30

45.ª Conferencia ISEE  
Nashville, Tennessee, EE. UU.

### Enero 28-31

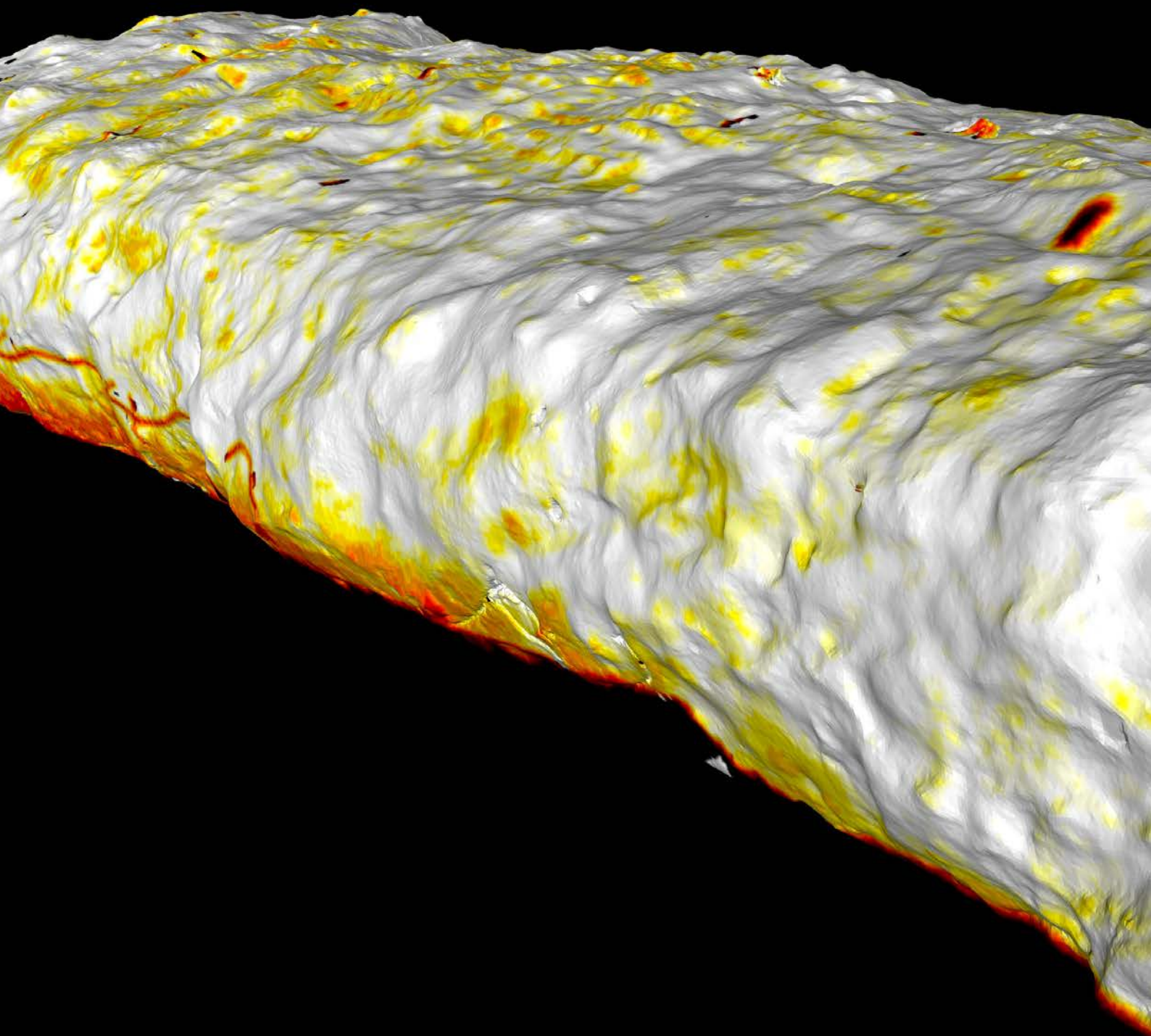
Resumen AME  
Vancouver, BC, Canadá

### Febrero 24-27

SME  
Denver, Colorado, EE. UU.

### Marzo 3-6

PDAC  
Toronto, Ontario, Canadá



[www.maptek.com](http://www.maptek.com)

El boletín de Maptek Forge es publicado cada trimestre. Puede recibirlo por correo postal o por email vinculado al sitio web de Maptek. Envíe un correo electrónico a [forge@maptek.com](mailto:forge@maptek.com) para suscribirse o avisar sobre cambios a los detalles de contacto. Se pueden reproducir los artículos con reconocimiento. ©2018 Maptek