

# CENTRO INTEGRADO DE OPERACIONES EL TENIENTE: MINERÍA DEL FUTURO

*La innovación es un concepto clave en minería y uno de los principales pilares al desarrollar y construir grandes proyectos; agrega valor y sustentabilidad al negocio, y permite avanzar hacia la minería del futuro. Ejemplo de esto es la vinculación Universidad – Empresa, alianza que genera sinergias entre ambos actores.*



*De izquierda a derecha: Silvio Belledonne, Rodolfo Urrutia, Rafael Epstein, Osvaldo Olivares, Francisco Vega, Óscar Jara y Nicolás Rivera.*

*En 2015, Codelco División Teniente (DET) puso en marcha el Centro Integrado de Operaciones (CIO), que permite administrar -a distancia y en línea- la faena, incrementando su eficiencia y productividad de manera integrada. Un equipo de Ingenieros Civiles Industriales del Centro de Investigación de Operaciones para la Industria Minera (CIOMIN), liderado por los profesores Rafael Epstein y Andrés Weintraub, desarrolló un sistema para apoyar la operación del CIO en Teniente. Junto con Codelco están innovando en tecnología de punta y a la medida de este proyecto.*

En plena cordillera de los Andes, a 120 kilómetros al sur de Santiago, se encuentra la División El Teniente; la mina de cobre subterránea más grande del mundo. Si bien la faena comenzó a ser explotada en 1905, hoy ejecuta uno de los principales proyectos estructurales de Codelco “El Nuevo Nivel Mina”, que permitirá extender su vida útil en más de 50 años, todo ello a

mayor profundidad y, por tanto, en un ambiente mucho más complejo de explotación. La División extrae y procesa 160 mil toneladas mineral día y cuenta con un transporte principal hacia el exterior, mediante el uso de un sistema ferroviario, que utiliza ocho trenes a la vez para trasladar el mineral hacia las plantas de chancado, molienda y concentradora para, finalmente, procesar el material en la fundición Caletones.

## Operación Remota

El Centro Integrado de Operaciones (CIO), inaugurado en 2015 y ubicado en Rancagua a más de 50 km del yacimiento subterráneo, es una sala que permite controlar de manera remota lo que sucede en plena cordillera. Este facilita la coordinación entre las distintas áreas productivas de la faena y permite tomar decisiones de manera integrada.

Asimismo, procesa y entrega información en línea, contribuye a la continuidad operacional y seguridad de los procesos, y disminuye la exposición de personas al riesgo, como parte de la tendencia mundial en minería.

Rafael Epstein, Prorrector U. de Chile y profesor del MBA Industria Minera, destaca:

*“Los centros CIO son el lugar donde se desarrollarán y operarán muchas de las tecnologías de gestión, optimización, robótica e inteligencia artificial, proyectando la actividad minera a la vanguardia en el conocimiento, para así generar grandes beneficios para la industria y la sociedad en su conjunto”.*

El Gerente General de Codelco División El Teniente e Ingeniero Civil Industrial UChile, Nicolás Rivera, afirma:

*“El CIO es un proyecto emblemático de El Teniente para mejorar su productividad y competitividad global y, con ello, generar más excedentes para el Estado. Nuestro objetivo es avanzar hacia una minería del futuro, estar a la vanguardia en innovación y optimizar la excelencia de nuestros procesos”.*

En 2015, DET firmó un convenio de cooperación con el CIOMIN, el cual fue liderado y apoyado -en su etapa de diseño- por los profesores Rafael Epstein y Andrés Weintraub, Director del Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI). Una vez en operación, en 2016, se sumó un equipo de Ingenieros Industriales del CIOMIN, a cargo de Rodolfo Urrutia.

En una primera etapa desarrollaron un sistema para apoyar la gestión estratégica de la sala CIO DET, un modelamiento conceptual y operacional, y hoy realizan la definición y elaboración de indicadores (KPI) para el diseño de alertas tempranas.

Un ejemplo del trabajo conjunto entre el CIOMIN y el CIO DET se focalizó, en un inicio, en las operaciones mina donde destaca un sistema para optimizar el transporte del Ferrocarril Teniente 8, conocido como “transporte principal”. Este acarrea el mineral desde una veintena de piques principales desde el interior de la mina, hasta el exterior donde el mineral es procesado.

Lo anterior es relevante, dado que en un ciclo el tren recorre aproximadamente 20 km y tarda una hora y media.

En un turno de ocho horas, operan ocho trenes en simultáneo; seis para mineral grueso y dos para mineral chancado en el interior mina. En conjunto pueden llegar a realizar 40 vueltas por turno, transportando casi 50.000 ton/día.

Una de las complejidades de este proceso en la operación es un segmento de vía férrea -túnel de siete km de vía única-, tramo que los trenes demoran unos 10 minutos en atravesar y donde sólo pueden circular en un único sentido. Eso significa que, si dos trenes quieren atravesar simultáneamente el túnel en dirección contraria, uno de ellos debe esperar al menos 10 minutos antes de utilizarlo, lo que genera congestión.

Asimismo, existen desafíos adicionales a la operación, como espera en la zona de descarga, congestión al interior de la mina y -en ciertas horas- detención de trenes debido a cambios de turno. Rodolfo Urrutia, Gerente Operaciones CIOMIN, comenta:

*“La industria minera está llena de desafíos y oportunidades a gran escala e impacto para la economía nacional, donde Ingeniería Industrial puede ser un gran aporte en la optimización de sus procesos operacionales y reducción de costos”.*

En este escenario, el objetivo del CIOMIN es continuar fortaleciendo las líneas de investigación y docencia que aporten al desarrollo minero, potenciando áreas relevantes para la Universidad. Esto genera una propuesta de valor y desarrollo de sinergias, entregando la mejor respuesta de manera anticipada a cada necesidad en particular mediante innovación y optimización. **E+G**

María Pía Tejos

## 24/7

La División El Teniente (DET) tiene una dotación propia de 4.400 personas aproximadamente.

La faena posee 4.000 kilómetros de túneles subterráneos.

DET tiene 19 sectores productivos que deben coordinar sus operaciones de extracción en las que operan unas 60 palas simultáneamente, las 24 horas.



De izquierda a derecha aparecen: Omar Larré, Pedro Pineda, Andrés Marinkovic y Agustín Feuerhake.

## FINTUAL, PRIMERA STARTUP CHILENA EN SER SELECCIONADA POR Y COMBINATOR

Pedro Pineda, Omar Larré, Andrés Marinkovic y Agustín Feuerhake, los tres primeros beauchefianos y el cuarto Ingeniero Civil Industrial PUC, nunca pensaron que su emprendimiento Fintual sería elegido entre el mar de proyectos que postulan por una oportunidad a Y Combinator, la aceleradora de negocios estadounidense que desde 2005 ha financiado, entre otras, a hoy gigantes como Airbnb, Dropbox y Wepay.

La historia la cuenta Pedro Pineda, Ingeniero Civil industrial U. Chile, también astrónomo y geofísico de nuestra universidad.

*“Y Combinator acepta al 0,9% de quienes postulan y le ganamos a 15.000 startups del mundo entero”, relataba orgulloso desde Silicon Valley, nodo del emprendimiento y la innovación en California donde vivió durante tres meses junto a sus socios.*

No fue fácil. Para ser seleccionados postularon dos veces e invirtieron tiempo, energía y ahorros. En el último ítem, cerca de medio millón de dólares para sacar la licencia y pararse a competir de igual a igual frente a las administradoras de los bancos y captar la atención de Y Combinator.

### ¿En qué consiste el negocio?

Es simple, barato y bueno. Fintual está pensado para personas que no saben de finanzas, pero quieren invertir bien a largo plazo. En un análisis de El Mercurio Inversiones quedamos en primer lugar en el ranking de comisiones más bajas para pequeños capitalistas (menos de \$100.000.000). La plataforma es muy amigable y utilizamos instrumentos muy sencillos (ETFs, Exchange Traded Funds), explica Pedro, quien también es profesor del electivo “Emprendimiento en Negocios Digitales” del Departamento.

No cobramos las comisiones de hasta 7% que exigen otros. ¡Se comen toda la rentabilidad! Estamos regulados para que la gente invirtiera tranquila y confiada. Tenemos licencia de AGF (Administradora General de Fondos).

### “Tenemos que dejar de pensar que en Silicon Valley son más inteligentes”

¿Por qué creen que son los primeros chilenos seleccionados en Y Combinator?

El equipo es atómico y el negocio, sólido. No hicimos nada muy original, ya que existe en otros lugares del mundo, pero está muy bien implementado.

La idea es que el ecosistema emprendedor chileno nos vea y piense que esto es posible. Tenemos que dejar de pensar que en Silicon Valley son más inteligentes. En Chile somos igual de inteligentes, el problema es que no pensamos en grande.

### ¿En qué están ahora?

Esta es la primera vez que una startup tecnológica se atreve con la regulación financiera y gracias a este apoyo creamos nuestros propios fondos mutuos. El más arriesgado se llama Risky Norris, por Chuck Norris, y luego tenemos el Conservative Clooney y Moderate Pitt. No veo por qué tienen que llamarse “Equity USA” o “Asia Emergente”.

### ¿Cómo se proyectan a futuro?

Hoy administramos más de US\$ 5 millones de más de 1.000 clientes y estamos creciendo muy rápido, un 10% a la semana. Creemos que en 10 años más, las empresas financieras serán compañías tecnológicas y nosotros, como tal, queremos ser la mejor institución financiera de Latinoamérica.

Detalles de la historia de la postulación de Fintual a Y Combinator en [www.blog.fintual.cl](http://www.blog.fintual.cl)



## Vittorio Corbo en ciclo de conferencias de Ingeniería Industrial

El 23 de agosto, Vittorio Corbo, economista y ex Presidente del Banco Central, participó en la tercera versión de este ciclo de conferencias organizado por el Departamento. Corbo dictó la Clase Magistral “Implicancias para el mercado laboral de la Inteligencia Artificial y la robótica” en el Auditorio Gorbea de la Facultad.

En su presentación, Corbo destacó los tres factores que nos permitirán dar un nuevo salto en nuestro desarrollo: productividad, crecimiento y bienestar, asegurando que los países exitosos se han preocupado de tener un capital humano de calidad.



## MBA UChile primero en América Latina en Economía, Finanzas, Operaciones y Marketing

De acuerdo al Ranking MBA Latinoamérica 2018 de Revista América Economía, nuestro MBA UChile -dictado en conjunto con la Facultad de Economía y Negocios (FEN)- mantiene los tres primeros lugares por área o subespecialidad. Es así como nuevamente somos primeros en Finanzas, Operaciones y Marketing, disciplinas a las cuales este año se suma Economía.

Cabe destacar que la calidad de la Universidad de Chile en gestión y economía también ha sido reconocida por el ranking mundial Academic Ranking of World Universities (ARWU), el cual en su versión 2018 le otorgó el primer lugar en el país y en América Latina.



## Alumnos de Ingeniería Industrial comprometidos con la Reinserción Social

El 4 y 5 de octubre, los alumnos de la especialidad industrial organizaron la 4ta Feria por la Reinserción Social, evento estrella del Proyecto Reinserción que busca que las personas con antecedentes penales no cumplan una doble condena (en la cárcel y luego en la sociedad). En este proyecto trabajan hoy más de 40 estudiantes de ocho carreras distintas.

Este año, la Feria, evento que desde 2016 es el que más público reúne en Chile, fue posible gracias a la alianza público-privada-estudiantil más grande del país, marco en el cual contó con auspicios de Coca-Cola, Komatsu, Corporación Cimientos, Gendarmería de Chile y varias municipalidades de la Región Metropolitana.

Más información en [www.proreinsercion.cl](http://www.proreinsercion.cl)