

ESTUDIO DE DEMANDA DE PERFILES 4.0

Abril 2024

IMPULSA 4.0

HABILIDADES DEL FUTURO DESDE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA



El “*Estudio de Demanda de Perfiles 4.0 para la Industria Minera en la Región de Antofagasta*” fue elaborado por Fundación Chile para la fase 1 del proyecto IMPULSA 4.0 y contó con el apoyo de la Alianza CCM-Eleva y la Corporación Clúster Minero de la Región de Antofagasta.



IMPULSA 4.0

HABILIDADES DEL FUTURO DESDE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Iniciativa basada en una estrategia colaborativa de la región de Antofagasta

Iniciativa que nace de un propósito sectorial, movilizador social y compromiso colaborativo de 4 compañías mineras:



BHP



Ejecutada por:



Con la participación de 33 organizaciones públicas y privadas de la región (Consejo Consultivo).

General

Identificar y cuantificar la demanda de perfiles 4.0 a requerir por parte de la industria minera en la región de Antofagasta en los próximos diez años.

Específicos

- Reconocer las tecnologías e innovaciones que se prevén a 10 años y en qué procesos.
- Identificar los perfiles actuales que se verán impactados.
- Identificar los perfiles futuros a requerir de acuerdo a las nuevas tecnologías e innovaciones.
- Proyectar la demanda de capital humano minero a diez años por clusters de perfiles.
- Priorizar los perfiles 4.0 críticos para la región.
- Identificar la oferta formativa regional, nacional e internacional asociada a los perfiles 4.0 críticos.

Técnicas 4.0

Las competencias técnicas 4.0 se refieren a las habilidades y conocimientos específicos necesarios en la era de la Industria 4.0, que incluye tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT), la robótica avanzada y la analítica de datos. Estas competencias abarcan la capacidad para trabajar con tecnologías emergentes y adaptarse a entornos digitales, promoviendo la eficiencia y la innovación en diversos campos industriales.

La industria minera está invirtiendo en la capacitación de su fuerza laboral para desarrollar estas competencias técnicas 4.0. Esto es esencial para garantizar que la industria pueda seguir siendo competitiva y segura en el futuro.

Además de estas competencias técnicas específicas, los trabajadores mineros también deben tener un conjunto de competencias transversales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación. Estas competencias son esenciales para poder adaptarse a los cambios constantes de la industria minera.

Competencias técnicas 4.0 en la industria minera:

- Habilidades en robótica y automatización
- Habilidades en programación y análisis de datos
- Habilidades en ciberseguridad
- Habilidades en realidad aumentada y virtual

Transversales 4.0

Se entiende como aquellas competencias que no aplican ni a un proceso en particular, ni a un perfil determinado, sino que impactan a un conjunto amplio de ellos, que están inmersos en condiciones que les son comunes (industria 4.0), y que habiéndolas desarrollado favorecerán a las y los trabajadoras en su desempeño en diferentes perfiles.

Esta definición operativa es soportada por la que Greiff (et. al., 2015) conceptualiza respecto de las competencias necesarias para el siglo XXI, ya que las define como un “*set de habilidades cognitivas y no cognitivas que son particularmente importantes para el éxito en ambientes académicos y laborales*”.

Modelo de Competencias Transversales para la Industria 4.0





IMPULSA4.0

METODOLOGÍA Y ALCANCE

Etapa 1: Recopilación de datos

- Revisión y validación del alcance del estudio junto al equipo coordinador de Antofagasta Minerals, BHP, Codelco y SQM.
- Elaboración de instrumentos de levantamiento de información.
- Recopilación de datos cuantitativos para todas las compañías mineras de la región.
- Coordinación de entrevistas y talleres con informantes claves.
- Reconocimiento de tecnologías e innovaciones que se prevén en la industria minera a 10 años y en qué procesos a partir de fuentes primarias y secundarias.
- Realización de 8 talleres y 12 entrevistas con la participación de 100 representantes de Antofagasta Minerals, BHP, Codelco y SQM.
- Realización de un taller de taxonomía con la participación de 12 expertos de las cuatro compañías mineras.
- Búsqueda de fuentes secundarias para identificar la oferta formativa regional, nacional e internacional asociada a los perfiles 4.0.

Etapa 2: Procesamiento y análisis

- Consolidación de la información para generar propuesta de homologación de perfiles y *cluster* funcionales.
- Estimación la demanda de los perfiles más críticos identificados en el taller de taxonomía.
- Elaboración de fichas descriptivas de demanda y oferta por perfil.
- Análisis de datos regionales: total de trabajadores, propios y contratistas; participación de mujeres; empleo local.

Etapa 3: Presentación de resultados

- Validación de resultados con las cuatro compañías.
- Taller discusión resultados y conclusiones.
- Redacción de informe de resultados.
- Seminario Difusión.
- Resultados individuales por compañía.

Fuentes primarias

- Reportes de dotación interna y contratistas de empresas mineras.
- Reportes de dotación de empresas mineras y proveedoras.
- Cartera de proyectos de empresas mineras.
- Registro de empresas mineras y proveedoras en torno al uso de nuevas tecnologías (ej: CIO y camiones autónomos).
- Entrevistas y talleres con 4 empresas mineras de la región de Antofagasta: Antofagasta Minerals, BHP, Codelco y SQM.

Fuentes secundarias

- Bases de datos del Centro de Estudios del MINEDUC.
- Informe *Development of Autonomous trucks in the Global Mining Sector 2023*, de GlobalData's Mining Intelligence Center.
- Informes y bases de datos de Cochilco.

Para el estudio se rescató información de 7 compañías mineras y sus 18 faenas. Además, se usó información de las principales empresas proveedoras que participan en la región (Finning, Komatsu, Ferrovial, Metso, ENAEX, entre otros). Con esta información se caracterizó la fuerza laboral regional y la demanda de talentos tradicional (2.0) para los próximos 10 años.

Además, las 4 principales compañías mineras de la región de Antofagasta (Antofagasta Minerals, BHP, Codelco y SQM) participaron de un estudio de demanda de talentos 4.0, con la totalidad de los trabajadores internos de sus faenas, entregando una representatividad del 17% de la fuerza laboral de la gran minería de la región.

Fuerza Laboral
4 Compañías Mineras Participantes **21.899**

Total Fuerza Laboral Minera
Región Antofagasta **126.383**

Región de Antofagasta



1. Antucoya - Antofagasta Minerals | **4.0**
2. EL Abra - Freeport McMoRan
3. Radomiro Tomic - Codelco | **4.0**
4. Chuquicamata - Codelco | **4.0**
5. Ministro Hales - Codelco | **4.0**
6. Spence - BHP | **4.0**
7. Sierra Gorda - Sierra Gorda SCM
8. Centinela - Antofagasta Minerals | **4.0**
9. Gabriela Mistral - Codelco | **4.0**
10. Lomas Bayas - Glencore
11. Zaldívar - Antofagasta Minerals | **4.0**
12. Escondida - BHP | **4.0**
13. Alto Norte - Glencore
14. Salar de Atacama - SQM | **4.0**
15. Salar del Carmen - SQM | **4.0**
16. Pedro de Valdivia - SQM | **4.0**
17. Coya Sur - SQM | **4.0**
18. María Elena - SQM | **4.0**

Leyenda

4.0: Participó del levantamiento de demanda 4.0

Talleres Levantamiento de perfiles

Entre marzo y julio de 2023 se realizaron 8 talleres y 12 entrevistas con la participación de 100 representantes de Antofagasta Minerals, BHP, Codelco y SQM.

La realización de los talleres tuvo como objetivo principal levantar información primaria con los equipos operativos de cada una de las compañías participantes del estudio y representantes de cada proceso de la cadena de valor: Extracción, Procesamiento, Mantenimiento y Servicios de Apoyo para luego realizar procesos iterativos de validación, calibración e integración con equipos directivos, buscando generar una convergencia entre el conocimiento específico que tienen los equipos operativos y la mirada más holística y de futuro que pueden tener los equipos directivos.

Los talleres permitieron validar e identificar por una parte las tecnologías e innovaciones que se prevén en la industria minera a diez años y los perfiles 4.0 que serán requeridos para su adecuada adopción por cada una de las compañías, además de conocer las habilidades técnicas requerirán estos nuevos perfiles.

También se efectuaron talleres de cuantificación con los equipos operativos de cada proceso de cada compañía para determinar la cantidad de perfiles requeridos y su temporalidad (asociada a variables de crecimiento de la industria: ampliación de mercados, tecnología, eficiencia, entre otros).



Mesas de trabajo “Levantamiento de perfiles” con Antofagasta Minerals, BHP, Codelco y SQM, marzo-julio 2023.

Taller de taxonomía

Con todos los antecedentes procesados y validados, se trabajó en la consolidación de lo levantado en cada una de las compañías, para luego reunir a representantes de cada una de ellas en un taller que permitiera identificar y desarrollar una taxonomía común para los perfiles 4.0.

El taller de taxonomía permitió que cada compañía contrastara sus propios perfiles con los de las otras compañías y acordaran una nomenclatura en común para cada perfil, para luego priorizar en aquellos diez perfiles con mayor interés para las cuatro compañías.



RESULTADOS GENERALES



IMPULSA4.0

CARACTERIZACIÓN FUERZA LABORAL
REGIÓN DE ANTOFAGASTA

La región de Antofagasta concentra la mitad de la fuerza laboral minera del país (+126.000 personas)

Para la región de Antofagasta...

Se estima un total de 126.383 trabajadores en la industria, lo cual corresponde a un 53% del total nacional.

Del total regional, un 20% corresponde a trabajadores internos de empresas mineras, en tanto un 80% son de empresas proveedoras.

Distribución de trabajadores/as según tipo de empresa 2022



Empresas Mineras

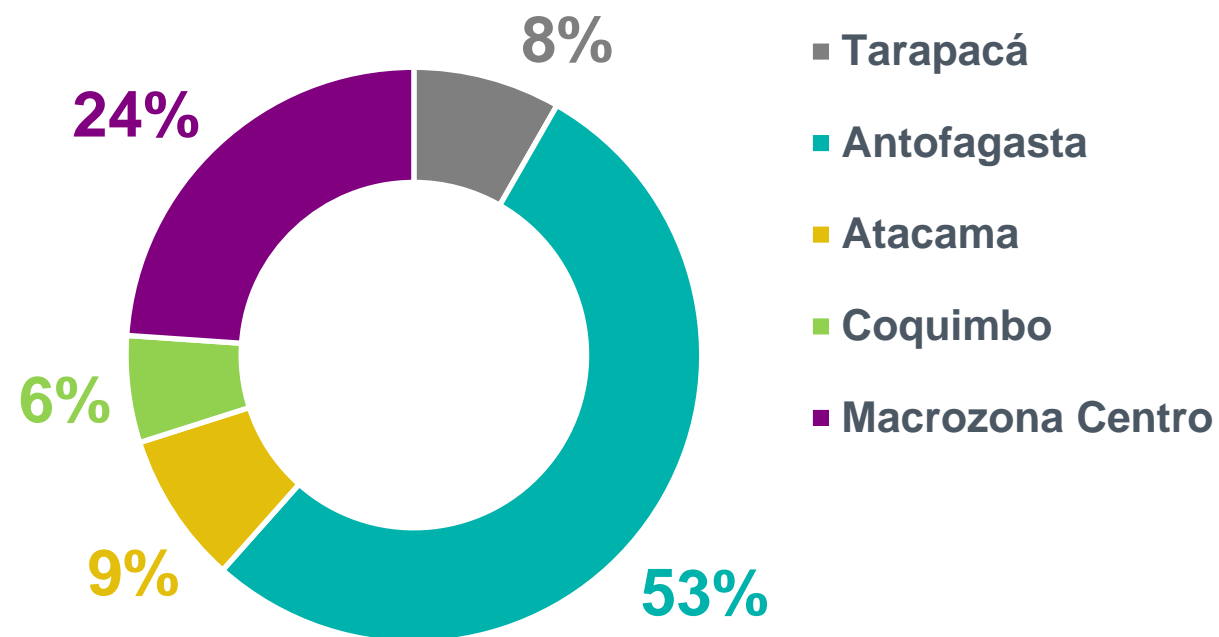
20%



Empresas Proveedoras

80%

Distribución de trabajadores/as por región minera 2022



Los perfiles más masivos son los mantenedores/as (23.800) y operadores/as (16.200)

Para la región de Antofagasta...

Se estima que un total de 54.644 trabajadores componen la fuerza laboral de la Cadena de Valor Principal, la cual considera las áreas de extracción, procesamiento y mantenimiento.

En el caso de las empresas mineras, el 50% de los trabajadores de la Cadena de Valor Principal son Operadores/as. En tanto para empresas proveedoras, el 58% de sus trabajadores en la CVP son Mantenedores/as.

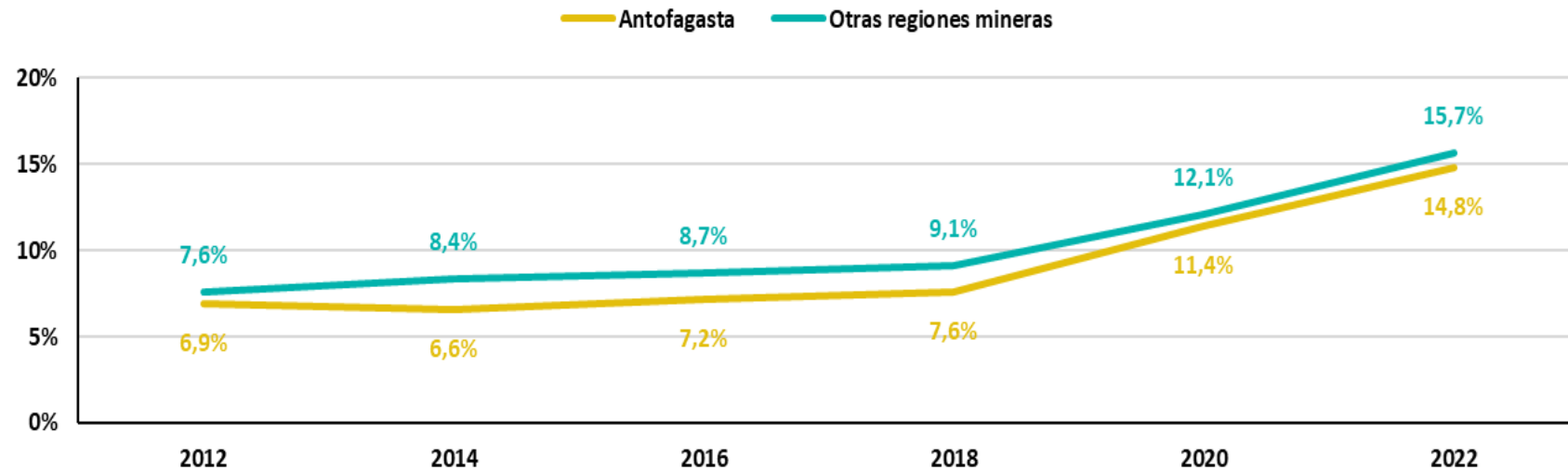
Del total regional, casi el 75% de los trabajadores de la CVP corresponden a Mantenedores/as y Operadores/as.

Trabajadores/as en roles de la Cadena de Valor Principal y fuera de la Cadena de Valor Principal en la región de Antofagasta 2022

Rol Cadena de valor Principal (CVP)	Empresas Mineras	Empresas Proveedoras	Total	Porcentaje
Mantenedores/as	4.966	18.862	23.828	44%
Supervisores/as y Profesionales de Mantenimiento	2.296	4.893	7.189	13%
Operadores/as	11.010	5.264	16.274	30%
Supervisores/as y Profesionales de Extracción y Procesamiento	2.850	3.185	6.035	11%
Otros Cadena Valor Principal	1.062	257	1.319	2%
Total Cadena de Valor Principal	22.184	32.460	54.644	100%

Participación laboral de mujeres crece desde 2018 llegando al 14,8% en 2022

Evolución de la participación de mujeres en la industria en la región de Antofagasta y otras regiones mineras 2012-2022



Se ha presentado un crecimiento en la participación de mujeres en la industria, llegando a un 15% en 2022. Antofagasta pasó de tener un 7,6% de participación de mujeres en 2018 a un 14,8% en 2022, lo cual significa un aumento de un 95% en 4 años, mientras que el crecimiento en otras regiones mineras fue de un 73% en el mismo periodo.

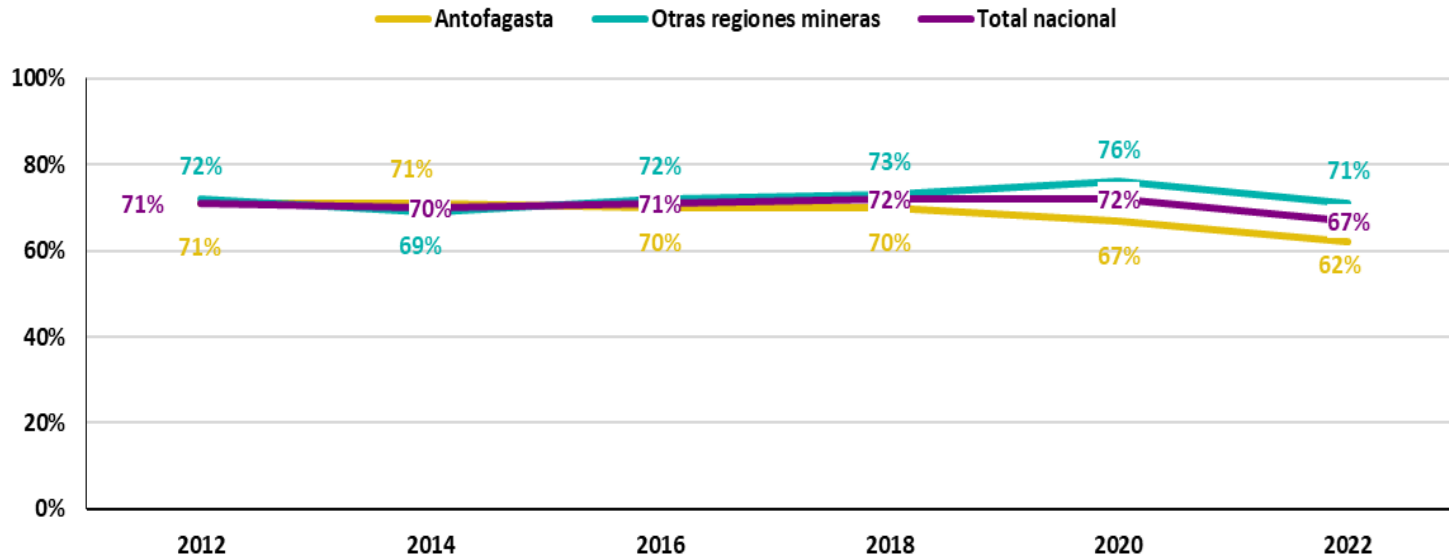
Participación Laboral Mujeres por grupo ocupacional, región de Antofagasta 2022

Directoras / Gerentas	16,5%
Subgerentas / Superintendentas	18,8%
Jefaturas	16,1%
Supervisoras	10,4%
Operadoras	14,3%
Mantenedoras	5,5%

Las empresas de la región también han aumentado la participación de mujeres en cargos directivos o de gerencia, de superintendentas, jefaturas y supervisoras.

Empleo local regional disminuye por debajo del empleo local a nivel nacional

Evolución empleo local minero en la región de Antofagasta, otras regiones mineras y total nacional 2012-2022



Toda la industria ha experimentado una baja en la participación de trabajadores que viven en la misma región en que trabajan, llegando a un 67% en 2022. Para la región de Antofagasta esta cifra llega a un 62%.

Empleo local por grupo ocupacional en la región de Antofagasta 2022

	Mineras	Proveedoras
Operadores/as	60,7%	57,8%
Mantenedores/as	66,4%	66,4%
Profesionales	56,6%	72,0%
Supervisores/as	57,1%	57,3%

El empleo local en empresas mineras se concentra en el grupo de los mantenedores/as, en tanto en empresas proveedoras se concentra en el grupo de profesionales.



IMPULSA^{4.0}
CARACTERIZACIÓN OFERTA
FORMATIVA STEM VINCULADA
A MINERÍA 4.0

La oferta formativa STEM es la que tiene mayor potencial para atender demanda por talento 4.0

La oferta formativa STEM se entiende como aquella vinculada a programas relacionados con Ciencias, Tecnologías, Ingeniería y Matemáticas y que son conducentes a trayectorias formativo-laborales vinculadas a minería 4.0. Se pueden categorizar de acuerdo a los niveles EMTP, IES y OTECs:

Educación Media Técnico-Profesional (EMTP)

De las 35 especialidades EMTP, las siguientes 14 especialidades las entendemos como STEM vinculadas a minería 4.0:

- Explotación Minera
- Metalurgia extractiva
- Asistencia en geología
- Mecánica Industrial
- Mecánica Automotriz
- Electricidad
- Electrónica
- Construcción
- Construcciones Metálicas
- Química Industrial
- Programación
- Telecomunicaciones
- Conectividad y redes
- Refrigeración y climatización

Organismos Técnicos de Capacitación (OTEC)

Se consideran capacitaciones en 3 tipos de competencias:

- Competencias Técnicas vinculadas a perfiles mineros
- Competencias Transversales para la minería 4.0
- Competencias Conductuales para la minería

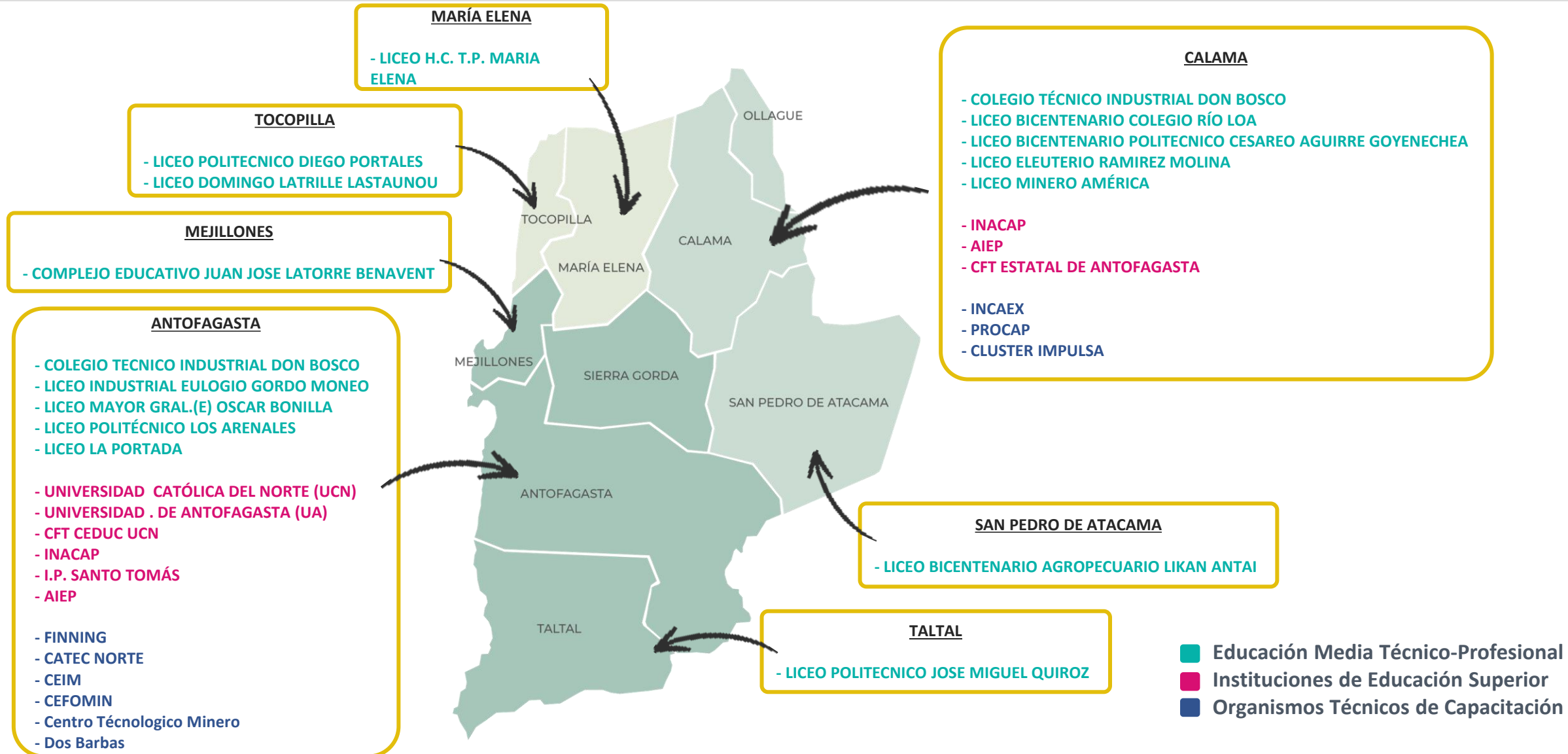
Instituciones de Educación Superior (IES)

En el caso de las IES, la oferta se puede agrupar en 3 categorías según tipos de egresos:

- Técnicos de Nivel Superior (TNS) egresados de Centros de Formación Técnica (CFT): 1.600 horas lectivas mínimo.
- Profesionales sin Licenciatura (PsL) egresados de Institutos Profesionales (IP): duración usual 8 semestres.
- Profesionales con licenciatura (PcL) y otros programas de postítulo egresados de Universidades: sobre 8 semestres.

Entenderemos que un programa formativo es STEM vinculado a minería 4.0 si es conducente a un perfil ocupacional que forma parte de la cadena de valor principal minera (extracción, procesamiento y mantenimiento) o de otros procesos especializados de la industria tales como: exploración y sondaje, tronadura, operación equipos de levante, riggers, centros integrados de operaciones, desalinización e instructores para la minería, tecnología y telecomunicaciones, entre otros.

La oferta formativa regional vinculada a STEM se concentra en las comunas de Antofagasta y Calama



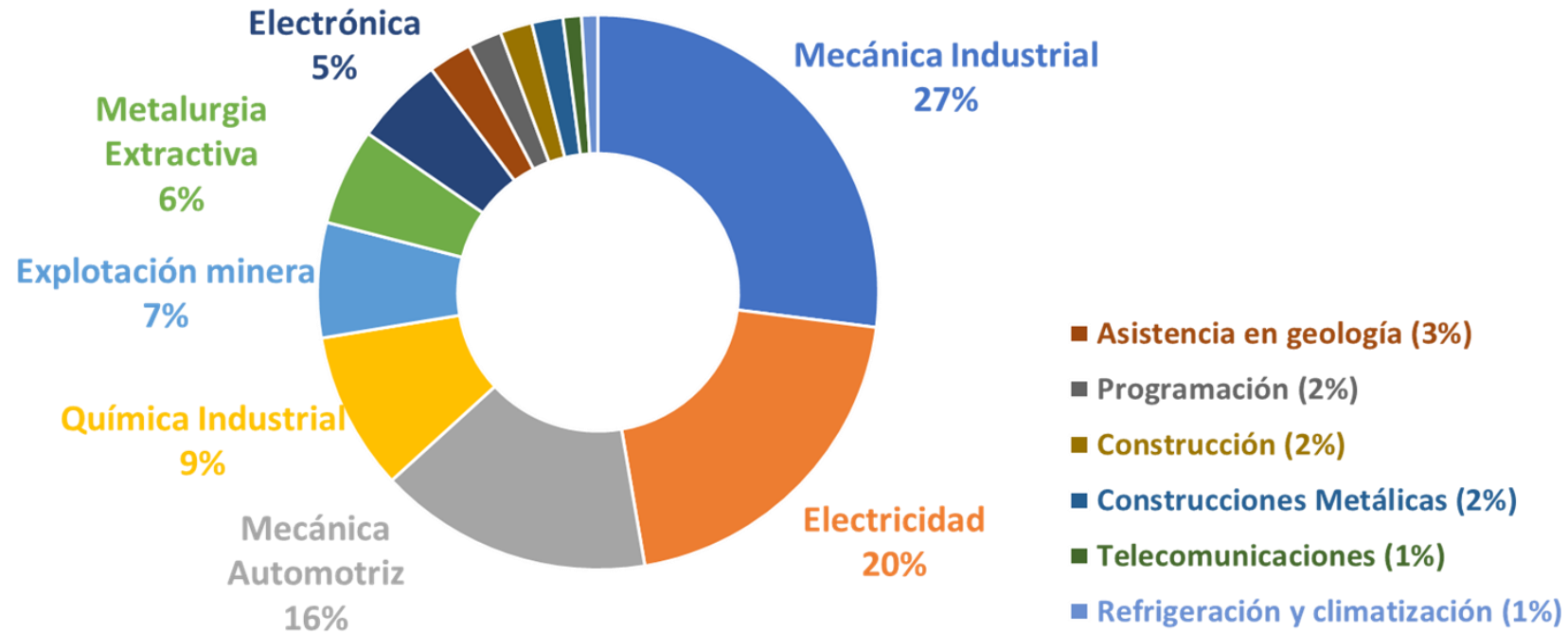
Mecánica Industrial, Electricidad y Mecánica Automotriz concentran +60% de la matrícula EMTP STEM

Matrículas EMTP en especialidades STEM vinculadas a minería:
4.027

Las especialidades de Mecánica Industrial y Electricidad agrupan casi el 50% de las especialidades STEM afines a la minería en la región de Antofagasta.

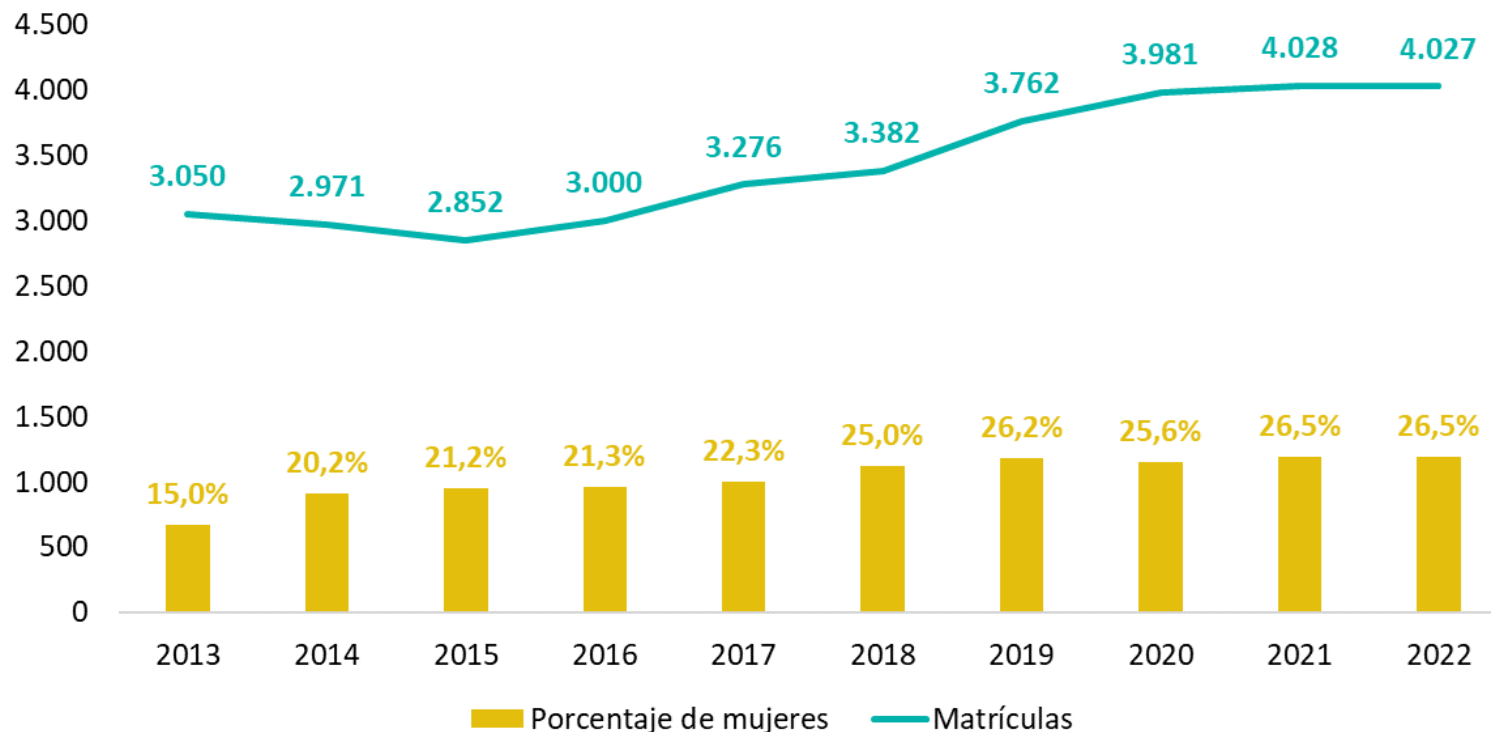
Estas, junto a Mecánica Automotriz, Química Industrial, Explotación Minera, Metalurgia Extractiva y Electrónica, corresponden a un 90% de las matrículas EMTP en especialidades STEM afines a la minería en la región.

Especialidades EMTP afines a STEM y porcentaje de matrículas en la región de Antofagasta 2022



Matrícula EMTP STEM crece desde 2015, mientras la matrícula femenina se mantiene en 26% desde 2019

Evolución matrículas EMTP STEM y participación de mujeres la matrícula en la región de Antofagasta 2013-2022



En 2022, hubo 4.027 matrículas en EMTP en las especialidades STEM afines a la minería. De estas, un 26,5% corresponden a matrículas de mujeres.

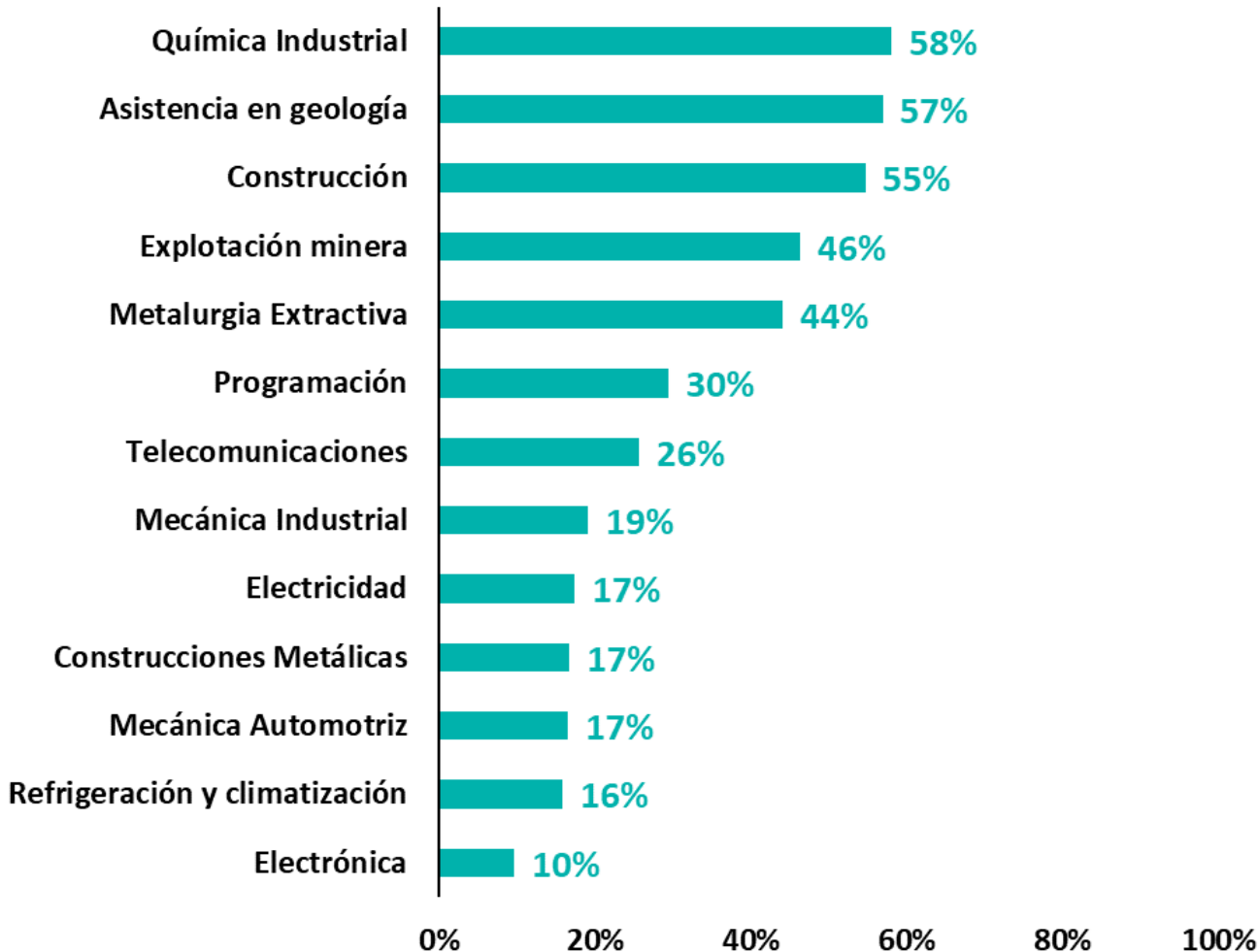
La evolución en la cantidad de matrículas en estas especialidades ha ido en aumento desde 2015. A nivel nacional, la tendencia ha sido la disminución en la matrícula técnico profesional.

La participación de mujeres en la matrícula ha aumentado desde 2013, pero se ha mantenido estancada desde 2019 en torno al 26%.

La evidencia nacional muestra que existen una alta correlación entre la especialidad estudiada a nivel medio y la que se estudia a nivel superior en los casos que existe continuidad (MINEDUC, Evidencias N°46).

Especialidades vinculadas a Mecánica y Electricidad presentan baja matrícula femenina

Participación de mujeres en la matrícula de especialidades EMTP 2022

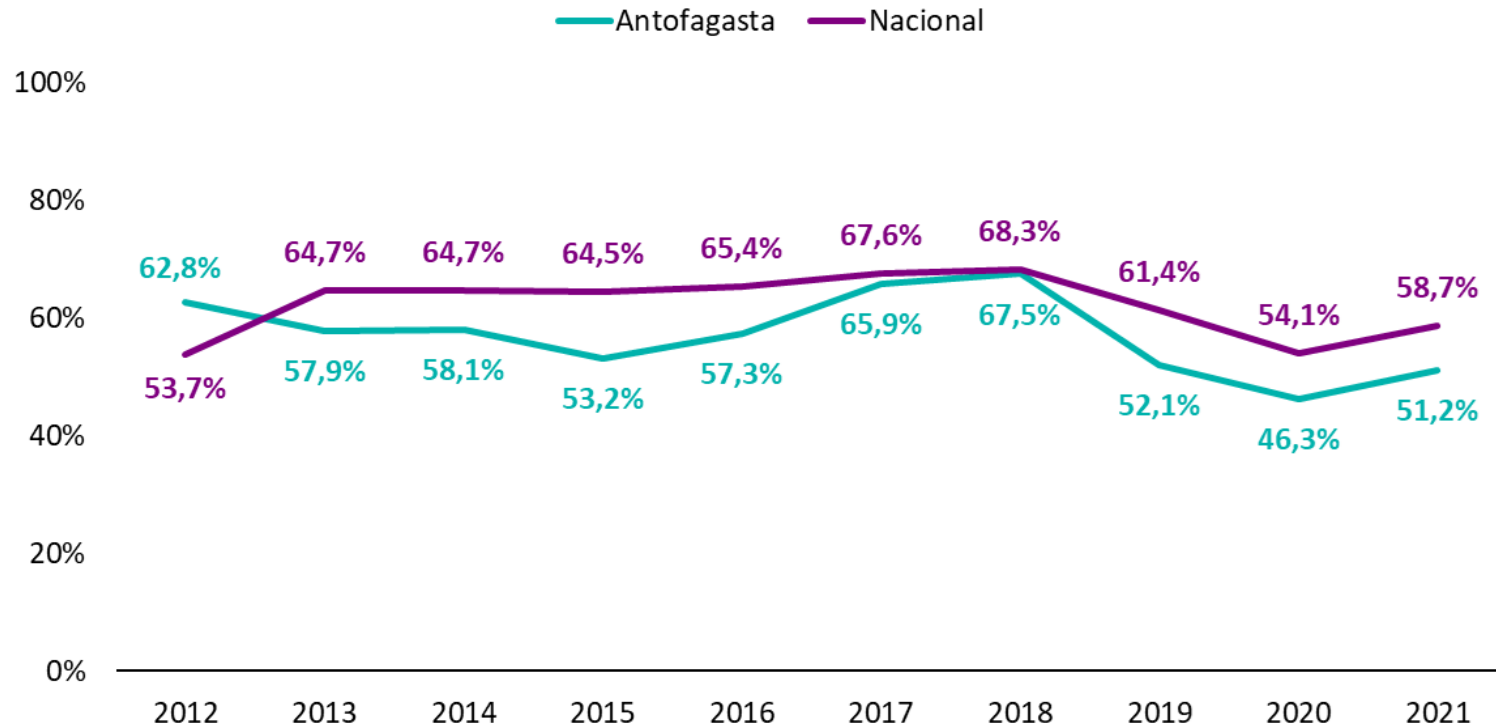


5 de las 13 especialidades muestran indicadores de equidad de género en la matrícula 2022: Química Industrial, Asistencia en geología, Construcción, Explotación Minera y Metalurgia Extractiva. Todas estas con sobre un 40% de participación de mujeres en su matrícula EMTP.

La prioridad para los programas de atracción de talento femenino son las especialidades de Mecánica Automotriz, Mecánica Industrial y Electricidad por ser las especialidades más masivas y con baja matrícula femenina.

Titulación oportuna EMTP STEM regional se encuentra por debajo de la titulación oportuna a nivel nacional

Evolución titulación oportuna EMTP en especialidades STEM afines a la minería en la región de Antofagasta 2012-2021



En la región de Antofagasta en 2022, se titularon 51,2% de los estudiantes egresados de las especialidades STEM de EMTP, tasa menor al 58,7% que se evidenció a nivel nacional.

Desde 2018, la titulación oportuna tanto en la región como en el país disminuyó hacia 2020, experimentando un aumento en ambos casos en 2021.



IMPULSA4.0

DRIVERS DEMANDA

¿Cuáles son los drivers que impactarán el capital humano 4.0 en región de Antofagasta en los próximos 10 años?

A large, white, sans-serif capital letter 'P' centered on a teal square background.

Político-Legales

A large, white, sans-serif capital letter 'E' centered on a teal square background.

Económicos

A large, white, sans-serif capital letter 'S' centered on a teal square background.

Socio-ecológicos

A large, white, sans-serif capital letter 'T' centered on a magenta square background.

Tecnológicos

Principales iniciativas políticas que impulsarán demanda por talento 4.0

La región de Antofagasta tendrá 3 iniciativas políticas desplegadas en su territorio de manera simultánea con alto impacto en los requerimientos de capital humano:

- La **EMRA2050**, impulsada por el Gobierno Regional, considera en su objetivo estratégico 5 el “Fortalecer las habilidades y competencias del capital humano regional y reforzar el ecosistema del conocimiento en nuestra región”.
- La adjudicación del **ITL** al consorcio ASDIT conformado por Alta Ley y 11 universidades, concentrará la inversión de \$US 125 millones en los próximos 10 años en la región para implementar y empujar el escalamiento industrial de nuevas tecnologías para la minería sostenible, el hidrógeno verde, el almacenamiento energético y la Economía circular.
- Por su parte, la **Estrategia Nacional del Litio** dispone la creación del Instituto Tecnológico y de Investigación Público de Litio y Salares (ITIPLS), basado en la región de Antofagasta, y tendrá como objetivo central la generación de conocimiento y tecnologías que permitan mejorar los procesos de extracción, producción agregación de valor, aplicaciones y reciclaje, además de mejorar la comprensión de salares, desarrollando capacidades de investigación en ecología, geología, y ciencias sociales sobre los salares y sus comunidades.

Estas 3 iniciativas, pondrán especial presión en los requerimientos de capital humano avanzado.



EMRA2050



ITL-ASDIT



ENLI

Drivers económicos: +US\$15.000 MM en inversión vinculada a minería impulsará la demanda de talento

La región de Antofagasta concentra un importante portafolio de inversiones planificada para los próximos 5 años, con un total de **56 proyectos por un total \$US 23.867 millones**, de los cuales la mitad se concentra en el sector minería.

La entrada en operación de nuevos proyectos mineros demandarán del orden de **1.800 nuevos trabajadores/as para su operación** en régimen al 2032.

A pesar de la enorme cantidad de inversiones, la **producción de cobre aumentará sólo un 4% en 10 años**, lo que se explica por factores geológicos, y la disminución de las leyes de mineral a medida que envejecen las minas, obligando a movilizar mayor cantidad de tierra para obtener la misma cantidad de mineral.

En el caso del **Litio, se proyecta un importante crecimiento** de la producción asociada a la alta demanda e implementación nuevos proyectos

Producción de Cobre y Litio Región Antofagasta 2023-2033

	2023	2033	Var (%)
Producción de Cobre (mT)	3.134	3.257	4%
Producción de Litio (mT)	875	2.465	280%

Cartera de proyectos mineros 2023 – 2032 Región de Antofagasta

Operador	Proyecto
Antofagasta Minerals	Desarrollo Minera Centinela
	Py.Polo Sur y Optimización Centinela
BHP	Extensión Botadero de Ripios Minera Escondida
	Actualización Requerimientos SPENCE
	Actualización manejo de ripios de lixiviación SPENCE
Codelco	RT Sulfuros
	Planta Desaladora Distrito Norte
Sierra Gorda	Adecuación Operacional SGSMC
	Actualización Depósito de Relaves
Glencore	Lomas Bayas- Continuidad Operacional 2034
SQM	Proyecto Salar Futuro
	Aumento y Optimización Producción Planta Litio Carmen
	Plan de Expansión Litio

Drivers sociales-ecológicos: alta presión por incorporación de talento femenino y verde

Proyección indicadores sociales y ecológicos en la región de Antofagasta 2023-2032

Indicadores Sociales y Ecológicos Clave	2023	2033
Trabajadores/as en la Gran Minería	81.604	83.458
Participación de mujeres en la industria*	14,8%	20%
Porcentaje Fuerza Laboral mayor a 50 años	21%	N/A
Consumo eléctrico sector minero (TWh)	14,02	16,42
Consumo energía proveniente de fuentes renovables	50%	90%
Demanda de agua sector minero (litros/segundo)	9.383	10.273
Consumo agua de mar (% sobre total demanda nacional)	59%	90%

Principales drivers sociales y ecológicos

La región de Antofagasta enfrentará importantes cambios en la dimensión social y ecológica en los próximos 10 años:

Edad Fuerza Laboral: La cantidad de trabajadores por sobre los 50 años, permite estimar el retiro de estos y la demanda de nuevo talento para su reemplazo. Cerca de 12.900 trabajadores se requerirán para reemplazar a la fuerza laboral que se retira en los próximos 10 años.

Talento Femenino: Se espera que la participación de mujeres en la fuerza laboral pase de un 14,8% en 2022 a superar el 20% el 2030 (PNM2050). Esto pondrá especial presión en la incorporación de más mujeres en la fuerza laboral, pasando de las 12.077 actuales a 16.692 el 2033, un aumento del 38%. Este aumento tenderá a concentrarse en los roles de operadores/as y mantenedores/as.

Talento Verde: Si bien la demanda por recursos como la electricidad y el agua aumentará vegetativamente, su obtención será cada vez de manera más ecológica, llegando a un 90% en ambos casos. Esto, así como la incorporación de tecnologías verdes, aumentará la demanda por talento verde.

Drivers tecnológicos: CAEX autónomos y CIOs principales tecnologías que impactan demanda 4.0

En los talleres realizados con las 4 grandes compañías mineras, se identificaron 18 tecnologías que impactarán con fuerza el capital humano de sus operaciones en la región de Antofagasta. Las 2 tecnologías con mayor impacto son la autonomía y los centros integrados de operaciones. Las distintas tecnologías se agrupan en 4 categorías:

Productividad física - fuerza



Autonomía



Teleoperación



In Pit Crush & Convey (IPCC)



Robotización



Interoperabilidad

Habilitadores



Sensorización



Impresión 3D



Drones



Realidad Aumentada

Productividad Ambiental



E-Trolley



Electromovilidad



ERNC



Desalinización

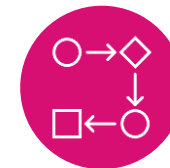


Tecnologías Evaporación Avanzada Litio

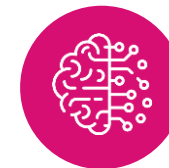
Productividad decisiones - Inteligencia



Centro Integrado Operaciones (CIO)



Digital Twins



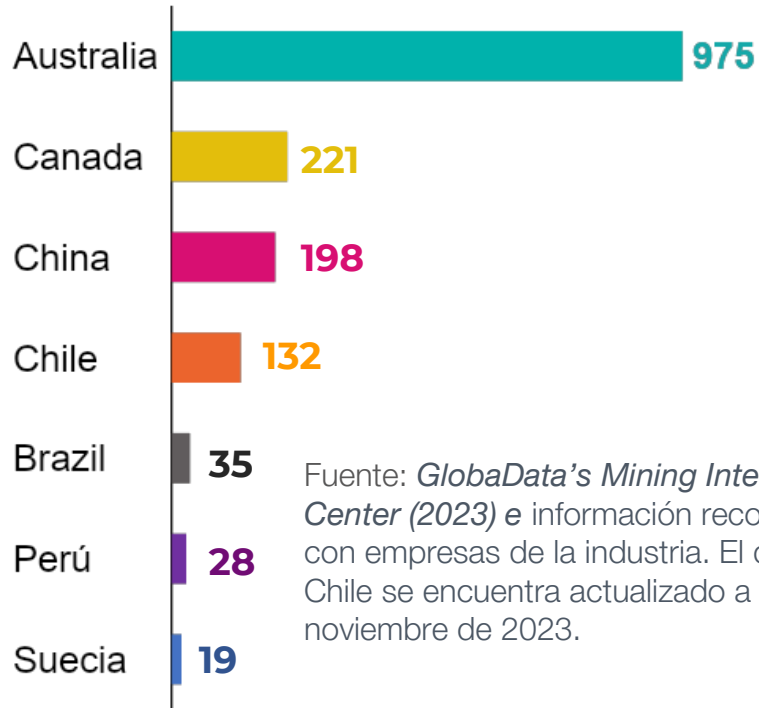
Inteligencia Artificial (IA)



Ciberseguridad

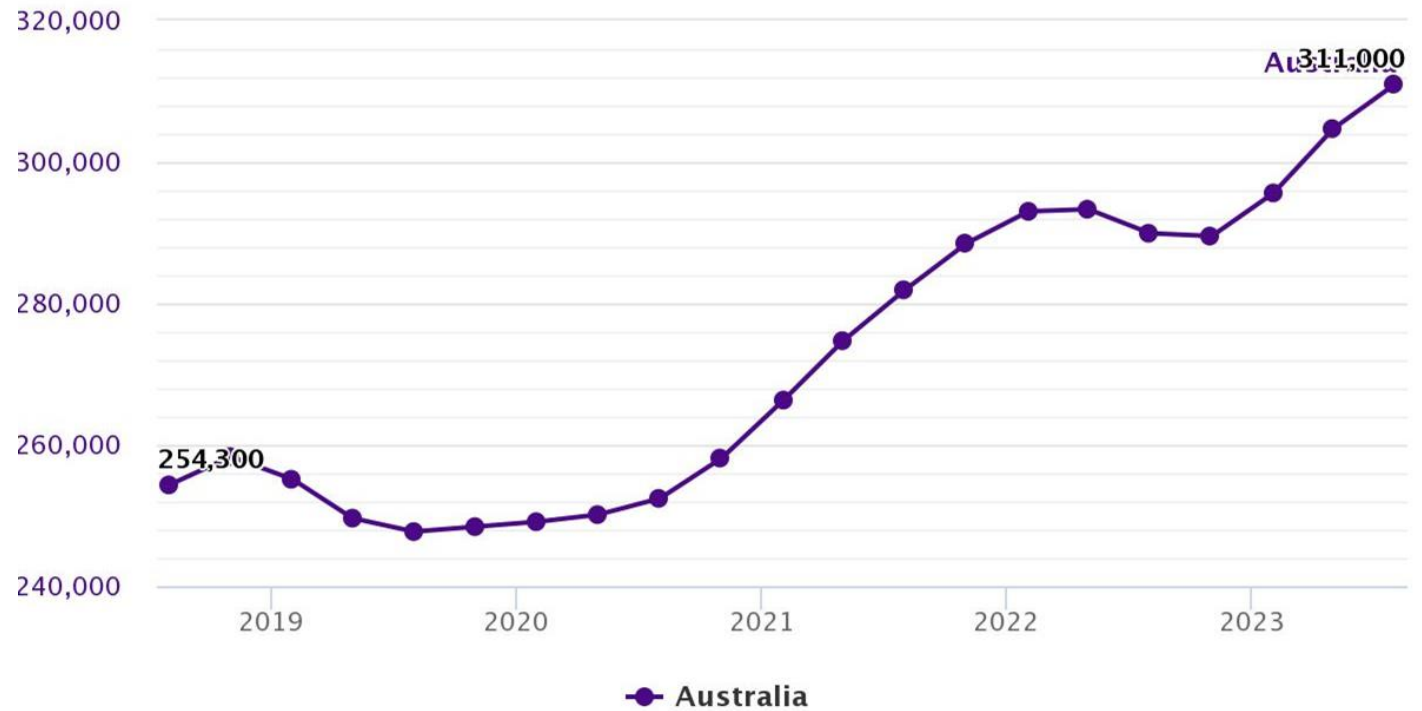
Camiones autónomos es la tecnología que más crece a nivel mundial, liderado por Australia

Camiones autónomos por país año 2023



Fuente: *GlobaData's Mining Intelligence Center (2023)* e información recopilada con empresas de la industria. El dato de Chile se encuentra actualizado a noviembre de 2023.

Evolución Empleo Minero en Australia (2019-2023)

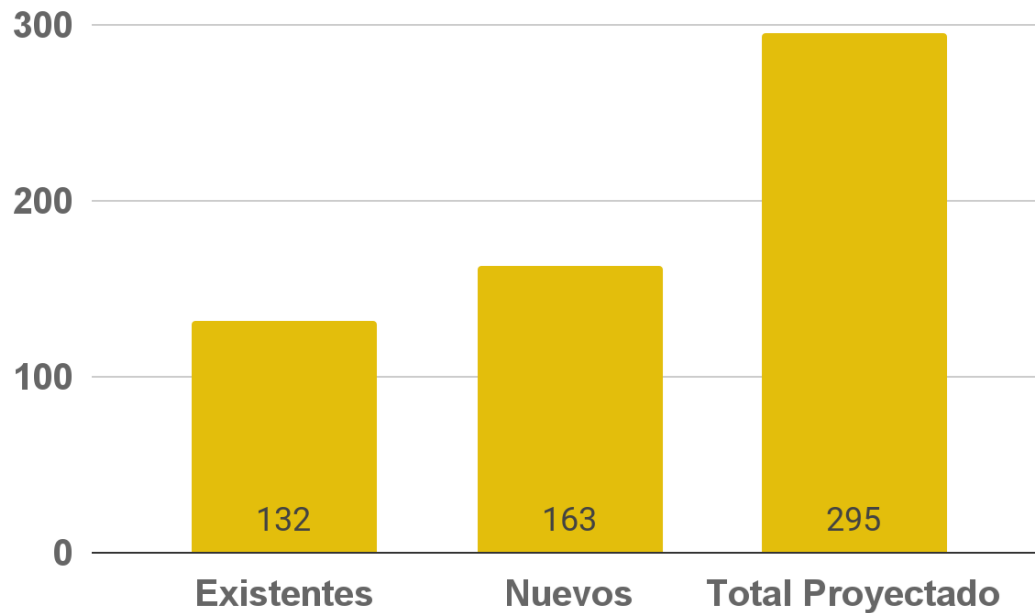


Fuente: ABS, Detailed Labour Force Survey August 2023, Data trended by Jobs and Skills Australia

Se estima que al 2023 existen +1.600 camiones autónomos en el mundo y se estima que para el 2026, la población mundial de camiones autónomos crezca un 44% superando los 2.300. El 2023, Australia presenta 975 camiones autónomos y el empleo minero ha crecido a sobre 300.000 trabajadores. Entre septiembre del 2019 y septiembre del 2023, las vacantes para conductores de camiones aumentaron de 1.600 a 3.000. Australia se posiciona como un caso de ejemplo en que la incorporación de tecnologías para la autonomía no necesariamente se traduce en una disminución del empleo.

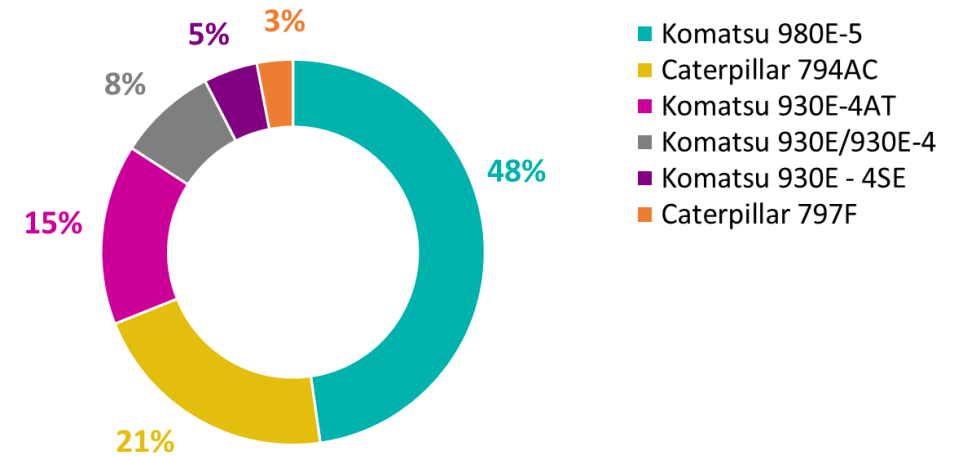
Chile duplicará su flota de camiones autónomos mientras que la región de Antofagasta la triplicará

Camiones autónomos en la Gran Minería Chilena



De los 132 camiones autónomos de la Gran Minería en Chile, un 48% se encuentran en faenas de la región de Antofagasta.

Modelos de camiones autónomos a nivel nacional



Contabilizando las unidades existentes y proyectadas por las empresas del sector, se espera que la flota autónoma alcance los 295 camiones. De estos, un 63% operarían en faenas ubicadas en la región de Antofagasta.

Centros Integrados de Operaciones se concentran en la región Metropolitana y de Antofagasta

Centros Integrados de Operaciones

Los Centros Integrados de Operaciones (CIO), tienen como propósito la operación remota, automatización y monitoreo de tecnologías avanzadas, además de la gestión y planificación de sus operaciones.

En la región de Antofagasta existen cinco faenas que cuentan con operaciones a través de CIO. De estas, tres realizan operaciones dentro de la misma región y dos desde Santiago.



IMPULSA4.0



ESTIMACIÓN DEMANDA

Demanda 2.0 considera la demanda para todas las compañías y proveedores de la región:

- **Demanda por proyecto:** cálculo de demanda través de la cartera de proyectos que considera la cantidad de trabajadores internos y contratistas que se requerirán para la operación de los nuevos proyectos al 2032. No considerar la demanda a la construcción de los proyectos.
- **Demanda por retiro:** cálculo de demanda a través de los reportes de dotación interna de las empresas, donde se estima la cantidad de trabajadores que será necesario sustituir dado que llegarán a la edad de retiro.

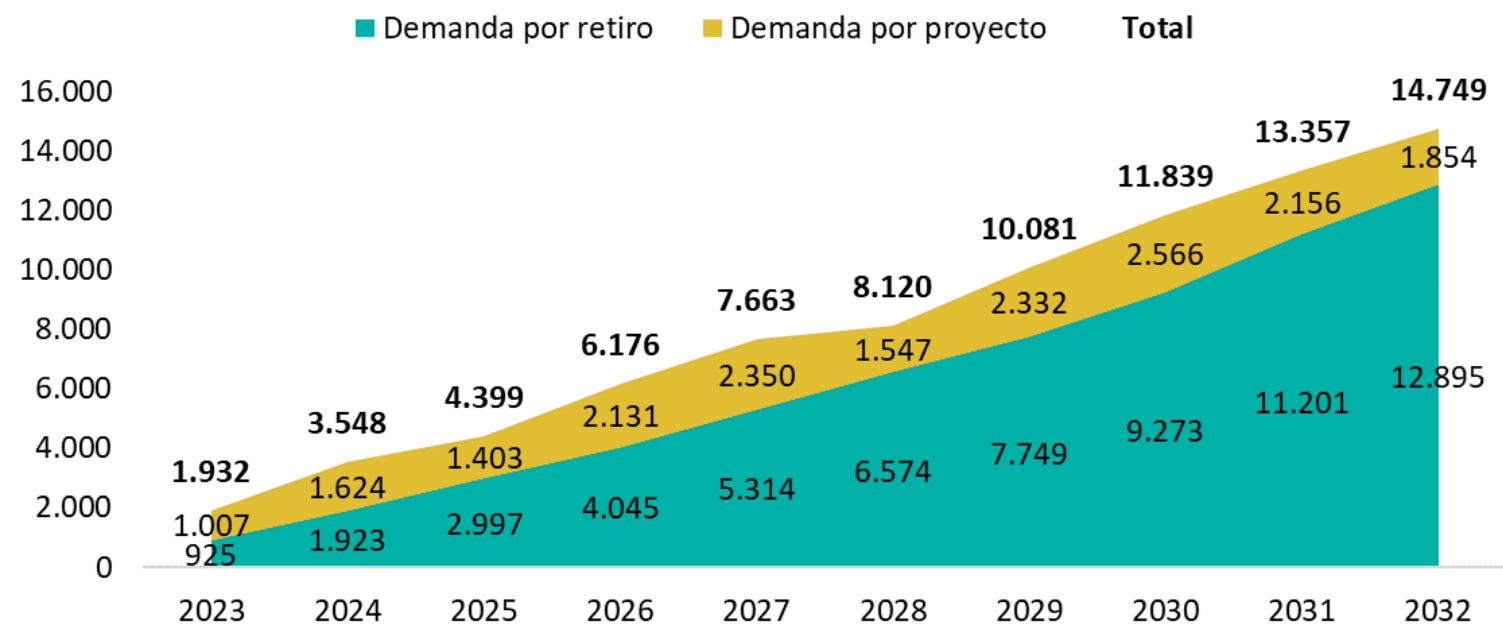
Demanda 4.0 considera la demanda para las 4 compañías participantes de la región y sus proveedores:

- **Perfiles impactados:** identificación de perfiles actuales que serán impactados por la adopción de tecnologías 4.0.
- **Nuevos Perfiles:** identificación de nuevos perfiles, que serán demandados ante la adopción de tecnologías 4.0. Sobre la base de estos perfiles, se estimaron cuántos trabajadores se necesitan para las 4 compañías y sus proveedores.



Demanda 2.0: +14.700 nuevos talentos se necesitarán al 2032. +80% por retiro de trabajadores por edad

Demanda de talento por retiro y por proyectos para la región de Antofagasta 2023-2032



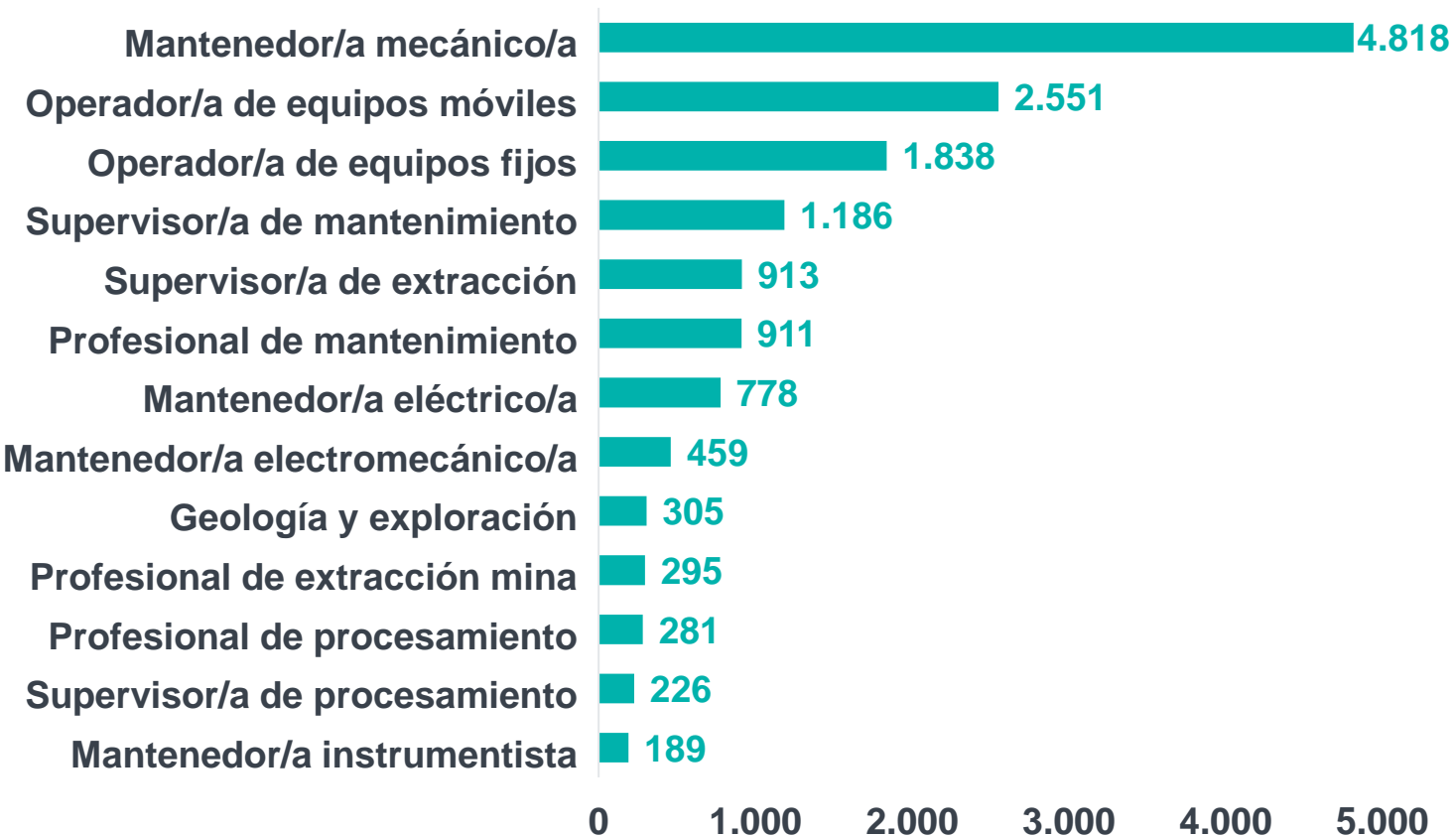
Demanda por retiro y proyectos

Se estima que la demanda para la región de Antofagasta llegará a 14.749 nuevos trabajadores para el 2032. De esta demanda, un 87% será por retiro, es decir, por trabajadores actuales que deberán ser reemplazados, en tanto un 13% serán trabajadores nuevos para cubrir la cartera de proyectos.

Como año a año se van acumulando los trabajadores que alcanzan la edad de retiro, hacia el 2032 la demanda por retiro aumenta de forma considerable, llegando a 12.895 trabajadores.

Demanda 2.0: +6.200 mantenedores/as y +4.300 operadores/as se necesitarán al 2032.

Demanda de talento acumulada al 2032 para la región de Antofagasta por perfil



Demanda por perfiles

La demanda de perfiles 2.0 para la región de Antofagasta se estima en 14.749 nuevos trabajadores para el 2032, siendo el perfil más demandado el del mantenedor/a mecánico/a, llegando a 4.818 en 10 años.

Los operadores/as, tanto de equipos fijos como móviles, son otro perfil crítico en la demanda de capital humano del sector. En total se requerirán 4.389 nuevos operadores/as al 2032.

Minería del Cobre

13 tecnologías

82 perfiles nuevos

148 perfiles modificados

Minería Litio, Nitratos y Yodo

11 tecnologías

20 perfiles nuevos

17 perfiles modificados

El principal factor que impulsa la demanda por nuevo talento 4.0 es la implementación de nuevas tecnologías, en particular los camiones autónomos, y los centros integrados de operaciones. Factores político-legales tienen especial impacto en Minería del Litio. Factores socio-ecológicos ponen especial demanda por tecnologías más amigables con el medioambiente.

Resultados categorías de perfiles

1

Mantenimiento mecánica, eléctrica e instrumentista de equipos

- > Mantenedor/a eléctrico/instrumentista
- > Mantenedor/a de equipos autónomos
- > mantenedor/a eléctrico/electrónico/a
- > Mantenedor/a sistema autónomo (AHS)
- > Mantenedor/a mecánico/a
- > Mantenedor/a especialista
- > Técnico/a eléctrico/a (especialista)
- > Mantenedor/a desaladoras
- > Mantenedor/a robótica

2

Planificación y supervisión del mantenimiento de equipos autónomos

- > Analista MONCON
- > Ingeniero/a de servicios
- > Ingeniero/a en mantenimiento
- > Ingeniero/a MONCON
- > Inspector/a técnico/a de terreno
- > Administrador/a de contrato
- > Ingeniero/a autonomía

3

Operación y supervisión de equipos autónomos

- > Despachador/a CAEX
- > Ingeniero/a despacho
- > Jefe/a control de procesos
- > Planificador/a
- > Planificador/a mina
- > Operador/a cabina
- > Operador/a equipo autónomo

4

Operación remota de equipos

- > Operador/a
- > Operador/a de terreno
- > Operador/a mina telecomando
- > Especialista robótico
- > Operador/a desaladoras
- > Operador/a equipo robótico
- > Operador/a telecomando

5

Operación de equipos en interacción con entornos autónomos

- > Ingeniero/a producción
- > Operador/a
- > Jefe/a de turno
- > Operador/a perforadora
- > Operador/a chancado
- > Ingeniero/a procesos
- > Supervisor/a
- > Supervisor/a procesos
- > Técnico/a de procesos

6

Diseño, implementación y monitoreo de redes de comunicación

- > Arquitecto/a Nube (Cloud Architect)
- > Especialista en ciberseguridad
- > Especialista en mantenimiento de redes
- > Especialista redes y mecatrónica
- > Técnico/a informático/a (sistemas)

Perfiles nuevos

Perfiles impactados

Resultados categorías de perfiles

7

Planificación, diseño y ejecución de instancias de formación y entrenamiento para la autonomía

- > Instructor/a mina
- > Instructor/a operador perforadoras autónomas

8

Arquitectura y análisis de grandes volúmenes de datos

- > Analista 2.0 (big data)
- > Analista sala control
- > Ingeniero/a sala control
- > Cientista de datos
- > Control documental
- > Programador/a
- > Analista big data

9

Análisis e interpretación de data meteorológica y patrones atmosféricos

- > Meteorólogo/a solar

10

Análisis e interpretación de data para el cuidado e impacto en ecosistema

- > Ingeniero/a en producción
- > Ingeniero/a procesos hidros
- > Operador/a procesos hidros
- > Analista sala
- > Ingeniero/a especialista data science
- > Jefe/a control de procesos

11

Desarrollo, implementación y monitoreo de inteligencia artificial

- > Analista inteligencia artificial (IA) 4.0
- > Diseñador/a 3D
- > Diseñador/a de ambientes virtuales (entrenam-seg)
- > Especialista en inteligencia artificial
- > Especialista en realidad aumentada
- > Ingeniero/a en IA, machine learning
- > Mantenedor/a impresora 3D
- > Operador/a impresora 3D
- > Técnico/a en gestión de inteligencia artificial
- > Técnico/a en robótica, electrónicos, mecatrónicos
- > Especialista machine learning

12

Desarrollo e implementación de energías renovables

- > Abastecedor/a mina
- > Ingeniero/a especialista en nuevas energías
- > Mantenedor/a de energías renovables
- > Técnico/a especialista en nuevas energías

13

Aprovechamiento de recursos donde prima la reducción de los elementos

- > Especialista economía circular
- > Especialista recursos hídricos

Perfiles nuevos

Perfiles impactados

Perfiles 4.0: Perfiles de mayor interés

A partir del análisis conjunto, se obtienen los siguientes cluster y perfiles de mayor interés para las compañías de la región:

1 Mantenedores +1001

- > Mantenedor/a mecánico/a
- > Mantenedor/a eléctrico/instrumentista equipos autónomos

2 Supervisores y Profesionales Mantenimiento 101-500

- > Ingeniero/a monitoreo condiciones

3 Operadores 101-500

- > Operador/a de equipos móviles
- > Operador/a Robot

4 Supervisores y Profesionales Operación 101-500

- > Especialista autonomía
- > Planificador/a operación de equipos autónomos

5 Redes y Conectividad 101-500

- > Ingeniero/a Redes y Conectividad (LTE, 5G, WTS)
- > Mantenedor/a Redes y Conectividad (LTE, 5G, WTS)
- > Ingeniero/Arquitecto redes OT

6 Instructores 1-100

- > Instructor/a en Nuevas Tecnologías y equipos

7 Talentos Digitales 1-100

- > Ingeniero/a Confiabilidad de Datos
- > Analista big data
- > Cientista de datos
- > Especialista inteligencia artificial
- > Especialista en ciberseguridad

8 Talentos Verdes 1-100

- > Especialista inteligencia artificial
- > Especialista en ciberseguridad
- > Analista Químico
- > Hidrogeólogo/a
- > Especialista Economía Circular
- > Especialista Recursos Hídricos
- > Meteorólogo/a solar

Demanda Mantenedores al 2032, Región de Antofagasta

Demanda 2.0

- Mantenedor/a mecánico/a
- Mantenedor/a eléctrico/a
- Mantenedor/a electromecánico/a
- Mantenedor/a instrumentista

6.244

+1.000

Demanda 4.0

- Mantenedor/a mecatrónico/a
- Mantenedor/a de equipos autónomos y/o de operación remota
- Mantenedor/a de sistemas de soporte de equipos autónomos y/o de operación remota
- Mantenedor/a Trolley/Catenaria

Demanda Supervisores/as y Profesionales Mantenimiento al 2032, Región de Antofagasta

Demanda 2.0

- Profesional de mantenimiento
- Supervisor/a de mantenimiento

2.096

100-
500

Demanda 4.0

- Ingeniero/a de Planificación de Mantenimiento
- Ingeniero/a Monitoreo Condiciones
- Analista MONCON
- Supervisor/a de Monitoreo de Condiciones

Demanda Operadores al 2032, Región de Antofagasta

Demanda 2.0

- Operador/a de equipos móviles
- Operador/a de equipos fijos

4.389

100-
500

Demanda 4.0

- Operador/a de equipos móviles de forma remota
- Operador/a de equipos fijos de forma remota
- Operador/a de robot
- Operador/a de dron

Demanda Supervisores y Profesionales Operación al 2032, Región de Antofagasta

Demanda 2.0

- Profesional de extracción mina
- Profesional de procesamiento
- Supervisor/a de extracción
- Supervisor/a de procesamiento

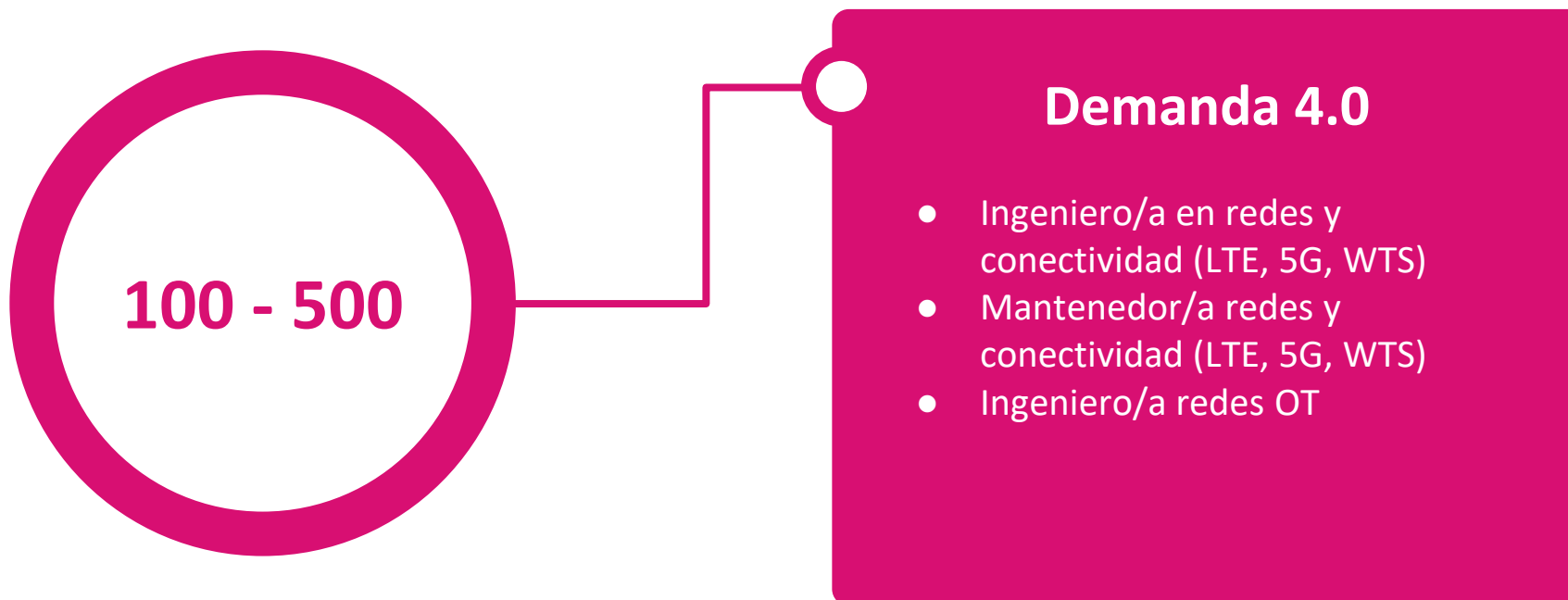
1.715

100-
500

Demanda 4.0

- Ingeniero/a de gestión de sala CIO/GIO
- Especialista en autonomía
- Ingeniero/a en operación de equipos autónomos

Demanda Perfiles Redes y Conectividad al 2032, Región de Antofagasta



Demanda Talentos Digitales al 2032, Región de Antofagasta

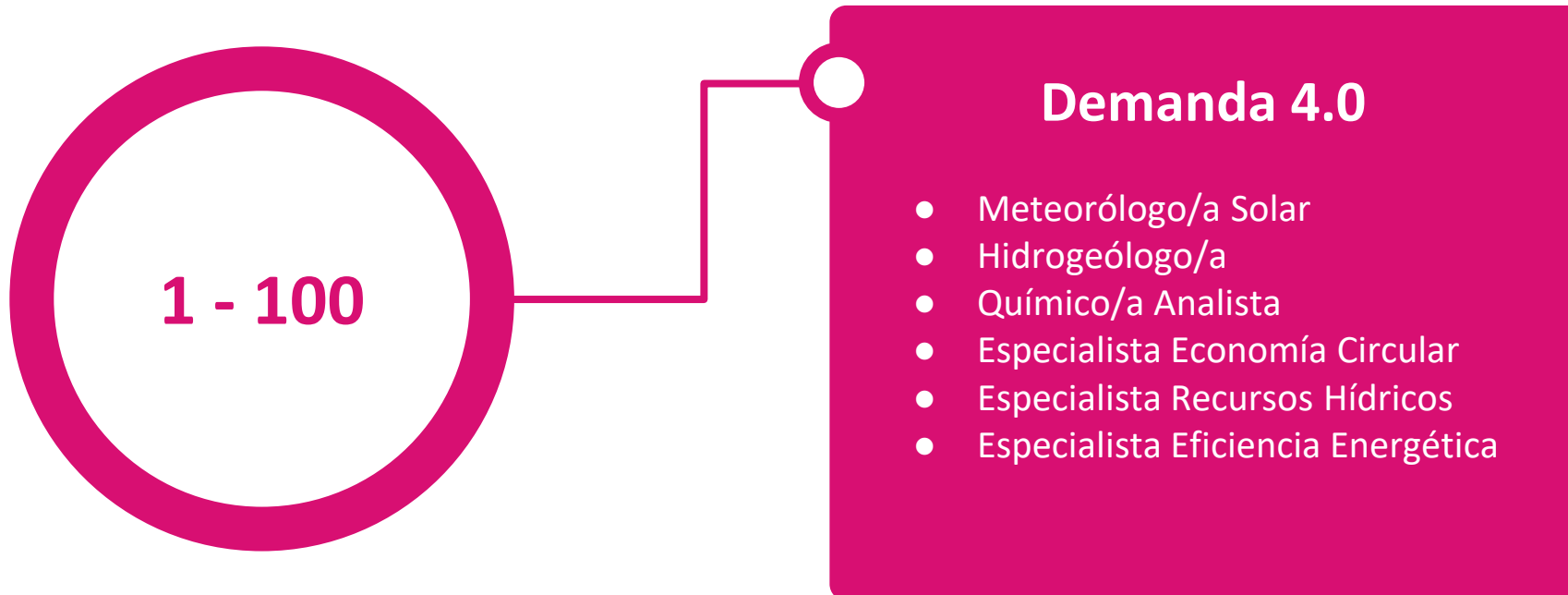
1 - 100

El 0,6% de los empleos digitales del país se concentran en la Región de Antofagasta. El 53,5% se concentra en la región Metropolitana y el 32,9% teletrabaja. (Pulso de Demanda Empleos Digitales 2021, Observatorio Laboral SENCE).

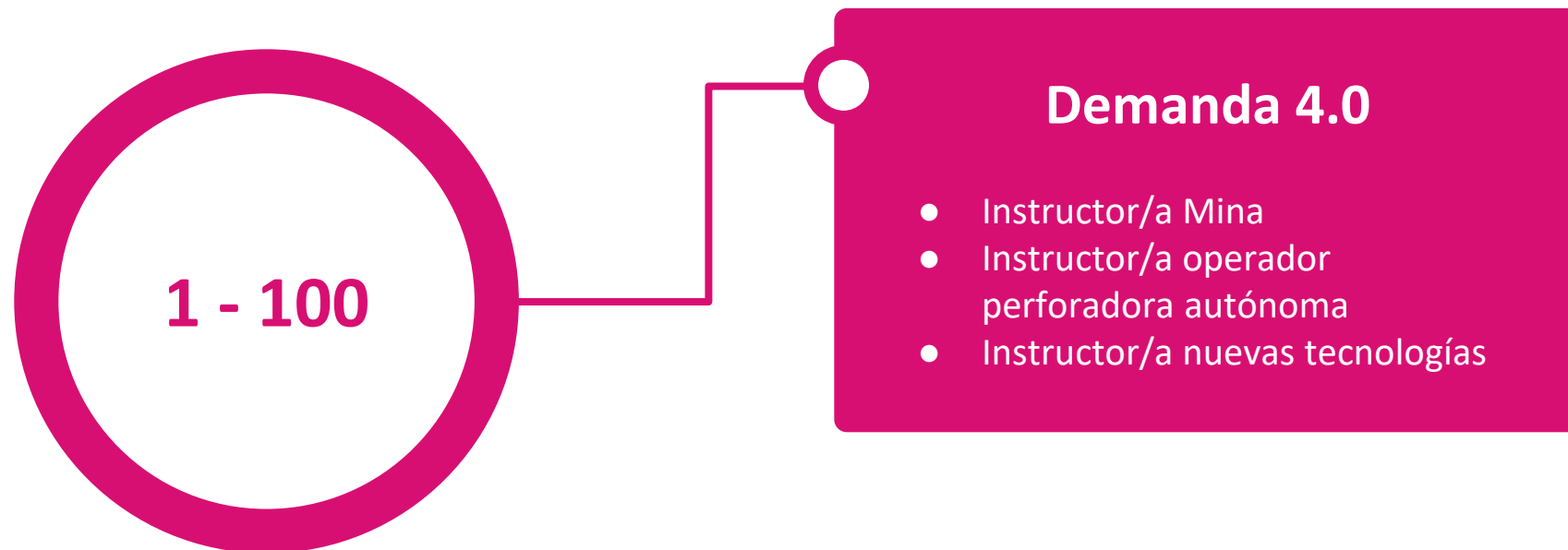
Demanda 4.0

- Especialista Inteligencia Artificial
- Especialista Big Data
- Cientista de Datos
- Ingeniero/a en confiabilidad de datos
- Ingeniero/a Machine Learning
- Especialista Realidad Aumentada
- Diseñador/a 3D y ambientes virtuales

Demanda Talento Verde al 2032, Región de Antofagasta



Demanda Instructores Nuevas Tecnologías al 2032, Región de Antofagasta



PERFILES PRIORIZADOS

A partir del levantamiento realizado con las 4 empresas participantes de los talleres, se establecieron los clusters previamente expuestos y su demanda asociada.

Además, se establecieron los presentes 12 perfiles como prioritarios, al considerarse como críticos para responder a las necesidades de los procesos tecnológicos 4.0 y la adaptación de la industria a estos nuevos requerimientos.

A estos perfiles se les construyó una ficha identificando su descripción, competencias, demanda y la oferta formativa existente.

1. Mantenedor/a Mecatrónico/a
2. Ingeniero/a de Gestión Sala
3. Operador/a de equipos móviles
4. Ingeniero/a de redes y conectividad
5. Mantenedor/a de redes y conectividad
6. Instructor/a de nuevas tecnologías
7. Ingeniero/a Monitoreo Condiciones
8. Ingeniero/a de Confiabilidad de Datos
9. Especialista Inteligencia Artificial
10. Hidrogeólogo/a
11. Químico/a Analista
12. Mantenedor Trolley/Catenaria

COMPETENCIA TÉCNICA

Mantener equipos autónomos de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

RESPONSABILIDADES

Mantener los kits de autonomía de los equipos autónomos, para mantener la continuidad de la operación de éstos y con ello la continuidad operacional.

- Ejecutar actividades de mantenimiento de kits de autonomía.
- Realizar diagnósticos de síntomas del equipo.

- Reportar peligros de forma adecuada y oportuna, deteniendo las tareas cuando sea necesario.
- Participar en las actividades de entrenamiento.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Análisis de datos

Características de la Demanda

- ▶ Clúster funcional: **Mantenimiento mecánica, eléctrica instrumentista**
- ▶ Demanda regional a 10 años: **500 - 1001**

Drivers:



Autonomía



Teleoperación



Robótica

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **4** Título Técnico de Nivel Superior
- ▶ Estándar MCM*: **No**
- ▶ Catálogo ChileValora: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Técnico en mantención
ESPECIALIZACIÓN	Mecatrónico, eléctrico, instrumentista
EXPERIENCIA	Superior a 3 años de experiencia laboral en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> EMTP* Mecánica Industrial (Liceo DB, DB-Calama, JJLB, EGM, PCAG, GOB, DP, JMQ)	327
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Mantenimiento Industrial y Mecatrónica (CEDUC UCN)	27
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Electromecánica (EDUC UCN, CFTA)	24
<input checked="" type="checkbox"/> OTEC Mantenimiento Electromecánico (CEIM)	s/i

COMPETENCIA TÉCNICA

Controlar la operación desde CIO/GIO de acuerdo con procedimientos de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Monitorear constantemente los procesos de extracción, procesamiento y transporte de minerales desde un CIO/GIO, asegurando la continuidad del proceso operativo y la maximización de los recursos.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Gestión Integrada de Operaciones



Pensamiento crítico



Análisis de datos

- Monitorear las variables del proceso, producción y KPI's involucrados.
- Analizar los datos arrojados por el sistema, logrando una toma de decisiones enfocada en resultados y la maximización de los recursos.

RESPONSABILIDADES

- Garantizar la seguridad en la operación, gestionando las alertas arrojadas por sistema y tomando decisiones que promuevan la mejora continua.
- Mantener comunicación constante con terreno para lograr una operación sincronizada.

Características de la Demanda

- ▶ Clúster funcional: **Operación y supervisión de equipos autónomos (salas GIO/ CIO)**
- ▶ **Demanda regional a 10 años: 101 - 500**
- ▶ Drivers:



Autonomía



Teleoperación



CIO

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **5** Título Profesional
- ▶ Estándar MCM*: **Si**
- ▶ Catálogo ChileValora: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Ingeniería Civil Mina o afín
ESPECIALIZACIÓN	Operaciones/Mantenimiento/Análisis de datos
EXPERIENCIA	Superior a 5 años de experiencia laboral en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Explotación de Minas (U. Antofagasta)	13
<input checked="" type="checkbox"/> PsL* Ingeniería en Minas (INACAP)	115
<input checked="" type="checkbox"/> PsL* Ingeniería en Automatización (INACAP, IP Santo Tomás)	104
<input checked="" type="checkbox"/> PCL* Ingeniería Civil en Minas (U. Antofagasta, U. Católica del Norte)	25

COMPETENCIA TÉCNICA

Operar equipos móviles en entornos autónomos de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Operar equipos móviles, monitoreando el pleno funcionamiento de los equipos durante toda la jornada laboral, previendo y diagnosticando posibles fallas. También debe conocer y aplicar las especificaciones técnicas de las máquinas y los procedimientos de seguridad, orden e higiene.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Juicio y toma de decisiones

RESPONSABILIDADES

- Ejecutar actividades de producción
- Monitorear el funcionamiento del equipo
- Reportar peligros de forma adecuada y oportuna, deteniendo las tareas cuando sea necesario
- Participar en las actividades de entrenamiento

Características de la Demanda

▶ Clúster funcional:
Operación remota de equipos

▶ Demanda regional a 10 años: **101 - 500**

▶ Drivers:



Autonomía



Teleoperación



CIO

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **3** Título Técnico de Nivel Medio
- ▶ Estándar MCM*: **Si**
- ▶ Catálogo ChileValora*: **Si**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Enseñanza Media Completa
ESPECIALIZACIÓN	Técnico industrial
EXPERIENCIA	Superior a 3 años de experiencia laboral en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> EMTP* Explotación Minera (Liceo DB-Calama, EGM, MA)	76
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Técnico en Explotación Minera (U. de Antofagasta)	13
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Maquinaria pesada (CEDUC UCN)	42
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Operación de plantas mineras (CEDUC UCN)	19

COMPETENCIA TÉCNICA

Controlar la operatividad de redes y conectividad de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Diseñar, implementar y optimizar redes de comunicación inalámbrica para mejorar la conectividad y el control de los equipos mineros autónomos, a través de radiofrecuencia (RF) y sistemas de transmisión inalámbrica (WTS)

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Juicio y toma de decisiones



Razonamiento lógico-matemático

- Planificar, diseñar y mantener la infraestructura de redes de comunicación.
- Implementar medidas de seguridad de redes para proteger la infraestructura y los datos críticos de la compañía contra amenazas cibernéticas, intrusiones y accesos no autorizados.

RESPONSABILIDADES

- Supervisar y gestionar la asignación y el uso del ancho de banda de red para garantizar un rendimiento óptimo de las aplicaciones y sistemas críticos.
- Colaborar en la integración de sistemas de control y monitoreo de maquinaria, sistemas de seguridad, sistemas de gestión de flotas y otros sistemas relacionados.

Características de la Demanda

- Clúster funcional: **Diseño, implementación y monitoreo de redes de comunicación**
- Demanda regional a 10 años: 101 - 500**
- Drivers



Autonomía



Interoperabilidad



Sensorización

Estándar Laboral

- Nivel MCTP*: **5** Título Profesional
- Estándar MCM*: **No**
- Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Ingeniería Civil Informático, Ingeniería Informática, o afín
ESPECIALIZACIÓN	Conectividad, redes, ciberseguridad
EXPERIENCIA	Superior a 5 años de experiencia laboral. 2 años de experiencia en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> EMPT Telecomunicaciones (Liceo La Portada)	17
<input checked="" type="checkbox"/> PsL Ingeniería en Telecomunicaciones, Conectividad y Redes (INACAP)	4
<input checked="" type="checkbox"/> TNS Técnico en Telecomunicaciones, Conectividad y Redes (INACAP)	8

COMPETENCIA TÉCNICA

Mantener redes y conectividad de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Entregar asistencia técnica especializada en tecnología LTE (Long Term Evolution) y sistemas de posicionamiento global (GPS-GNSS) para equipos y sistemas autónomos, con el objetivo de asegurar una conectividad confiable y un seguimiento preciso de los activos mineros.



Conciencia Situacional



Juicio y toma de decisiones



Razonamiento lógico-matemático

RESPONSABILIDADES

- Realizar inspecciones y mantenimiento regular de los equipos de red para prevenir problemas y asegurar el funcionamiento continuo.
- Identificar y diagnosticar problemas en la red y la conectividad y tomar las medidas necesarias para solucionarlos de forma oportuna.
- Mantener actualizado el firmware y el software de los dispositivos de red para corregir vulnerabilidades de seguridad, mejorar el rendimiento y garantizar la compatibilidad con los sistemas y aplicaciones.
- Participar en las actividades de entrenamiento.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL

Características de la Demanda

- Clúster funcional: **Diseño, implementación y monitoreo de redes de comunicación**
- Demanda regional a 10 años: 101 - 500**
- Drivers:



Autonomía



Interoperabilidad



Sensorización

Estándar Laboral

- Nivel MCTP*: **4** Título Técnico de Nivel Superior
- Estándar MCM*: **Si**
- Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Técnico en telecomunicaciones, redes, electrónica o afín
ESPECIALIZACIÓN	Mantenimiento electrónico/ Redes y comunicaciones/Seguridad de la información
EXPERIENCIA	Superior a 3 años de experiencia laboral. 1 año de experiencia en minería.

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
Oferta Formativa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA			
Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022		
<input checked="" type="checkbox"/> EMTP Telecomunicaciones (Liceo LP)	17		
<input checked="" type="checkbox"/> TNS Telecomunicaciones, conectividad y redes (INACAP)	8		

COMPETENCIA TÉCNICA

Mantener redes y conectividad de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Diseñar y entregar entrenamiento funcional y técnico a los roles considerados en la operación autónoma y nuevas tecnologías (especialistas, mantenedores, operadores), considerando en sus nuevas capacidades limitaciones y conductas requeridas para la operación.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Creatividad e innovación

RESPONSABILIDADES

- Diseñar y desarrollar programas de capacitación para operadores de equipos autónomos y nuevas tecnologías.
- Impartir formación teórica y práctica a los operadores y mantenedores de equipos autónomos y nuevas tecnologías.
- Realizar seguimiento de las capacitaciones, supervisando y evaluando el desempeño durante las sesiones y posterior.
- Actualizar los materiales de capacitación para adecuarlo a las nuevas demandas del mercado y la compañía.

Características de la Demanda

▶ Clúster funcional: **Planificación, diseño y ejecución de instancias de formación y entrenamiento para la autonomía**

▶ Demanda regional a 10 años: **101 - 500**

▶ Drivers:



Autonomía



E-Trolley



IPCC

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **4** Título Técnico de Nivel Superior
- ▶ Estándar MCM*: **No**
- ▶ Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Técnico con especialidad afín al proceso a instruir
ESPECIALIZACIÓN	Operaciones/Mantenimiento/Equipos Autónomos/Nuevas Tecnologías
EXPERIENCIA	Superior a 10 años de experiencia laboral en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> OTEC Curso de formación de instructor de equipos mineros (Doble R Capacitaciones)	X
<input checked="" type="checkbox"/> OTEC Formación De Instructores Internos (360 GMS)	XX

COMPETENCIA TÉCNICA

Realizar monitoreo de condiciones de equipos autónomos de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente.

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Garantizar la seguridad, el rendimiento y la eficiencia de los equipos autónomos y las operaciones mineras, evaluando constantemente el estado de los equipos, sensores y sistemas, identificando cualquier desviación o deterioro en las condiciones de funcionamiento y desarrollando parámetros para el análisis de signos vitales de estos equipos.

RESPONSABILIDADES

- Ejecutar el monitoreo de condiciones de los distintos equipos autónomos y componentes del proceso.
- Realizar diagnósticos de síntomas de equipos autónomos en base al monitoreo de condiciones.
- Reportar peligros de forma adecuada y oportuna, deteniendo las tareas cuando sea necesario.
- Participar en las actividades de entrenamiento.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Gestión Integrada de Operaciones



Análisis de Datos



Razonamiento lógico-matemático

Características de la Demanda

▶ Clúster funcional: **Planificación y supervisión del mto. de equipos autónomos**

▶ Demanda regional a 10 años: **101 - 500**

▶ Drivers:



Autonomía



Digital twins



Sensorización

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **5** Título Profesional
- ▶ Estándar MCM*: **No**
- ▶ Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Técnico en mantención
ESPECIALIZACIÓN	Monitoreo de condiciones
EXPERIENCIA	Superior a 3 años de experiencia laboral en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Mantenimiento Industrial (INACAP, U. Antofagasta, CEDUC UCN, Santo Tomás)	200
<input checked="" type="checkbox"/> PsL* Ingeniería en Mantenimiento Industrial (IP Santo Tomás)	23
<input checked="" type="checkbox"/> PsL* Ingeniería Mecánica en Mantenimiento Industrial (INACAP)	136

* MCTP: Marco de Cualificaciones Técnico Profesional; MCM: Marco de Cualificaciones Minero; TNS: Técnico Nivel Superior; PsL: Programa sin Licenciatura

COMPETENCIA TÉCNICA

Gestionar confiabilidad de datos de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Diseñar, implementar y optimizar los procesos mineros en base a los datos obtenidos de los distintos procesos, logrando potenciar los procesos y buscando la mejora continua, creando flujos de trabajo automatizado a través de la integración de datos confiables.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Análisis de datos



Razonamiento lógico-matemático

RESPONSABILIDADES

- Recopilar datos de diversas fuentes, procesándolos y transformándolos para que sean utilizables en análisis posteriores.
- Implementar medidas de seguridad para proteger los datos contra accesos no autorizados, realizando copias de seguridad regulares y siguiendo las mejores prácticas en términos de privacidad de datos.
- Crear flujos de trabajo y procesos automatizados para agilizar la recopilación, procesamiento y análisis de datos, tales como, la programación de scripts, el desarrollo de pipelines de datos y la implementación de herramientas de automatización.
- Diseñar y desarrollar bases de datos que almacenen grandes volúmenes, para lograr la eficiencia, escalabilidad y ser capaces de manejar múltiples tipos de datos

Características de la Demanda

- Clúster funcional: **Arquitectura y análisis de grandes volúmenes de datos**

- Demanda regional a 10 años: **1 - 100**

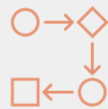
- Drivers:



Interoperabilidad



Sensorización



Digital twins

Estándar Laboral

- Nivel MCTP*: **5** Título Profesional
- Estándar MCM*: **No**
- Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Ingeniería Informático, o afín
ESPECIALIZACIÓN	Conectividad, redes, ciberseguridad
EXPERIENCIA	Superior a 5 años de experiencia laboral. 2 años de experiencia en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Computación e Informática (CEDUC UCN)	27
<input checked="" type="checkbox"/> Pcl* Ingeniería en Computación e Informática (INACAP, UCN)	41
<input checked="" type="checkbox"/> Diplomado Data Engineer (USACH)	s/i
<input checked="" type="checkbox"/> Diplomado Ciencia e Ingeniería de Datos (U. Chile)	s/i

COMPETENCIA TÉCNICA

Desarrollar y aplicar modelos de inteligencia artificial de acuerdo de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Recopilar y analizar grandes volúmenes de datos relacionados con la operación minera, utilizando técnicas avanzadas de IA y aprendizaje automático para identificar patrones, tendencias y relaciones ocultas en los datos, contribuyendo a mejorar la eficiencia de los procesos y la toma de decisiones.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Creatividad e innovación



Análisis de datos

RESPONSABILIDADES

- Optimizar los procesos mineros mediante la aplicación de algoritmos y modelos de IA, a través de técnicas de optimización para mejorar la planificación y programación.
- Diseñar y desarrollar sistemas inteligentes que pueden controlar y supervisar de forma autónoma maquinarias pesadas, equipos de perforación y otros aspectos de la operación minera.
- Desarrollar modelos y sistemas de IA que pueden analizar datos en tiempo real para detectar situaciones peligrosas, como el colapso de túneles o la presencia de gases tóxicos, por medio de algoritmos de IA para analizar y evaluar riesgos asociados a la operación minera.
- Analizar datos obtenidos de diferentes procesos para aportar a la toma de decisiones y la mejora continua.

Características de la Demanda

▶ Clúster funcional: **Desarrollo, implementación y monitoreo de inteligencia artificial**

▶ Demanda regional a 10 años: **1 - 100**

▶ Drivers:



Autonomía



Interoperabilidad



IA

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **5** Título Profesional
- ▶ Estándar MCM*: **No**
- ▶ Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Ingeniería informático, Ciencias de la computación o afín
ESPECIALIZACIÓN	Programación, Inteligencia Artificial, Machine Learning, etc.
EXPERIENCIA	Superior a 5 años de experiencia laboral. 2 años de experiencia en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS PAÍS			
Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022		
<input checked="" type="checkbox"/> Diplomado Inteligencia artificial aplicada al control industrial (INACAP)	S/I		
<input checked="" type="checkbox"/> Curso Inteligencia artificial aplicada a minería (MineClass)	S/I		

* MCTP: Marco de Cualificaciones Técnico Profesional; MCM: Marco de Cualificaciones Minero; EMTP: Educación Media Técnico Profesional; TNS: Técnico Nivel Superior; PSL: Programa sin Licenciatura

COMPETENCIA TÉCNICA

Realizar evaluación hidrogeológica e implementar planes de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Solucionar y proponer estrategias para abordar problemas vinculados a la exploración, explotación y manejo sustentable de recursos hídricos subterráneos implicados, promoviendo el cumplimiento de los estándares y regulaciones ambientales relacionadas con el agua en la explotación de litio.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Juicio y toma de decisiones

RESPONSABILIDADES

- Evaluar los recursos hídricos disponibles en la zona de extracción de litio, considerando mapeo y evaluación de las fuentes de agua subterráneas.
- Desarrollar e implementar prácticas sostenibles para la gestión de agua, incluyendo estrategias para la conservación de la misma y mitigación de posibles impactos ambientales.
- Realizar estudios de impacto ambiental para evaluar como la extracción de litio puede afectar ecosistemas acuáticos locales. Identificando posibles riesgos ambientales para desarrollar estrategias de mitigación.
- Elaborar planes de infraestructura hídrica necesaria para la extracción de litio, incluyendo el manejo de aguas residuales y la implementación de sistemas de reciclaje y reutilización de agua.

Características de la Demanda

- ▶ Clúster funcional: **Talento Verde**
- ▶ Demanda regional a 10 años: **1 - 100**
- ▶ Drivers:



Estrategia Nacional del Litio



Instituto Chileno de Tecnologías Limpias

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **5** Título Profesional
- ▶ Estándar MCM*: **No**
- ▶ Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Geología o Ingeniería Civil.
ESPECIALIZACIÓN	Hidrogeología
EXPERIENCIA	Superior a 8 años de experiencia laboral en modelaje y pruebas hidrogeológicas.

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS PAÍS Y EXTRANJERO			
Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022		
<input checked="" type="checkbox"/> Diplomado Hidrogeología Aplicada a la Minería y Medio Ambiente (U. Chile)	S/I		
<input checked="" type="checkbox"/> Magíster Magíster en Geotecnia y Medioambiente aplicados a Minería (U. Talca)	S/I		
<input checked="" type="checkbox"/> Magíster Recursos Hídricos y Medio Ambiente (U. Málaga)	S/I		
<input checked="" type="checkbox"/> Magíster Hidrogeología y Modelación (U. Barcelona)	S/I		

COMPETENCIA TÉCNICA

Realizar toma de muestra y análisis de laboratorio de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Garantizar la calidad y la pureza del litio producido, a través de la recepción, preparación, análisis y pruebas además de la detección óptima de errores en el proceso y la corrección de los mismos, para asegurar que se cumplan los estándares y especificaciones de la planta de producción de litio.

COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Cambio climático



Economía circular

RESPONSABILIDADES

- Recepcionar, preparar y analizar muestras líquidas y sólidas.
- Realizar análisis químico y físico de las muestras de litio, verificando composición y pureza, usando tanto métodos convencionales (volumetría, gravimetrías) como métodos de espectrometría ICP-OES y EAA.
- Preparar soluciones reactivas y realizar mantenencias preventivas de los equipos cuando corresponda.
- Mantener registros detallados de los análisis y pruebas realizados, generando informes y documentación técnica con los resultados y conclusiones obtenidas.

Características de la Demanda

▶ Clúster funcional:
Talento Verde

▶ Demanda regional a 10 años: **1 - 100**

▶ Drivers:



Estrategia Nacional del Litio



Instituto Chileno de Tecnologías Limpias

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **3** Título Técnico de Nivel Medio
- ▶ Estándar MCM*: **Si**
- ▶ Catálogo ChileValora*: **Si**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Técnico en Análisis Químico, Químico Analista, Químico Laboratorista, Ing. Ejecución Química, o afín.
ESPECIALIZACIÓN	Química analítica, Litio, etc.
EXPERIENCIA	Superior a 1 años de experiencia laboral

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> EMTP Química Industrial (Liceo DLL, ME, MA, EGM, GOB)	58

COMPETENCIA TÉCNICA

Mantener trolley/catenaria de acuerdo con procedimiento de trabajo y normativa vigente

OBJETIVO DEL CARGO - ROL

Mantener los trolley/catenaria, para mantener la continuidad de la operación de éstos y con ello la continuidad operacional.

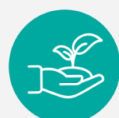
COMPETENCIA TRANSVERSAL/CONDUCTUAL



Conciencia Situacional



Análisis de datos



Cambio climático

RESPONSABILIDADES

- Ejecutar actividades de mantenimiento de trolley/catenaria.
- Realizar diagnósticos de síntomas del equipo.
- Reportar peligros de forma adecuada y oportuna, deteniendo las tareas cuando sea necesario
- Participar en las actividades de entrenamiento

Características de la Demanda

▶ Clúster funcional: **Mantenimiento mecánica, eléctrica e instrumentista de equipos autónomos**

▶ Demanda regional a 10 años: **101 - 500**

▶ Drivers:



Autonomía



E-Trolley



ERNC

Estándar Laboral

- ▶ Nivel MCTP*: **4** Título Técnico de Nivel Superior
- ▶ Estándar MCM*: **No**
- ▶ Catálogo ChileValora*: **No**

REQUISITOS DE ENTRADA

FORMACIÓN	Técnico en mantenimiento
ESPECIALIZACIÓN	Mecánico, eléctrico, instrumentista
EXPERIENCIA	Superior a 3 años de experiencia laboral en minería

Claves de la Oferta Formativa

	R. Antofagasta	Nacional	Internacional
▶ Oferta Formativa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

PRINCIPALES PROGRAMAS FORMATIVOS REGIÓN ANTOFAGASTA

Nivel educativo Nombre especialidad/programa (Nombre instituciones que lo imparten)	Titulados Oportunamente 2022
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Mecánico Automotriz en Maquinaria Pesada (AIEP, INACAP)	168
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Mantenimiento Industrial y Mecatrónica (CEDUC UCN)	27
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Electricidad y Electrónica Industrial (INACAP, Santo Tomás, CEDUC UCN, U. Aconcagua)	94
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Mantenimiento Eléctrico Industrial (AIEP)	1
<input checked="" type="checkbox"/> TNS* Electromecánica (EDUC UCN)	24

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Mantenimiento 4.0 y Mecatrónica
2. Operadores/as 4.0 y Centros Integrados de Operaciones
3. Sistemas Autónomos y Conciencia Situacional
4. Relacionamiento con OEMs CAEX autónomos
5. Instructores/as Nuevas Tecnologías
6. Perfiles Litio
7. Talento Digital
8. Atracción Talento Femenino
9. Empleo Local e Incorporación Tecnologías 4.0

Conclusiones

- La principal demanda de nuevo talento para la industria minera regional serán los mantenedores/as. Al 2032 se requerirán más de 6.000 nuevos mantenedores/as y +1.000 de estos responden a perfiles 4.0. Dentro de estos perfiles, el/la mantenedor/a mecatrónico/a, encargado/a del mantenimiento de los kits de autonomía, fue considerado el más crítico por las 4 compañías participantes del estudio.
- Existe acotada oferta regional de calidad asociada a mantenimiento: Existen 8 liceos TP con la especialidad de mecánica industrial, de los que se titularon oportunamente 327 estudiantes el año 2022, y al menos 2 programas de técnico nivel superior relacionados (CEDUC UCN, CFT Estatal Calama) con cerca de 50 titulados al año. También existen OTECs con distintos programas de mantenimiento con Sello de Calidad CCM. Sin embargo, se identifica solo 1 programa especializados en mecatrónica (CEDUC UCN).
- Si bien existe oferta regional vinculada, que solo el 66,4% de los mantenedores/as de la región sean locales, sugiere la existencia de espacio para aumentar la oferta de calidad en estos perfiles.

Recomendaciones

- Estandarizar la ruta formativa laboral del mantenedor/a mecatrónico/a, con especial foco en el mantenimiento de equipos autónomos, para incorporar al Marco de Cualificaciones de la Minería.
- Propiciar la entrega de acompañamiento técnico pedagógico, equipamiento didáctico y perfeccionamiento a docentes y directivos de los 14 liceos TP de la región que tienen especialidades de mecánica industrial, mecánica automotriz, electricidad, electrónica, programación y telecomunicaciones para que puedan contextualizar sus mallas curriculares y articularlas con la trayectoria del mantenedor mecatrónico.
- Asegurar la existencia de suficientes cupos de prácticas para habilitar la titulación oportuna de los estudiantes que cursan especialidades vinculadas a mecatrónica.
- Estudiar la instalación de un gran centro de referencia sobre mantenimiento 4.0 y mecatrónica en la región.

2. Operadores/as 4.0 y Centros Integrados de Operaciones (CIOs)

Conclusiones

- Más de 4.000 nuevos operadores/as (de equipos fijos y móviles) requerirá la región al 2032. De estos, entre 100 y 500 serán operadores/as 4.0 (operador de equipos remotos y autónomos, operadores de drones y operadores de robot)
- Existe acotada oferta regional para operadores de equipos fijos y móviles: Existen 4 Liceos que dictan la especialidad de explotación minera (Don Bosco Calama, Minero América, Eulogio Gordo Moneo, Diego Portales) de los que egresaron 134 estudiantes el 2022, ninguno de ellos con Sello de Calidad CCM. Existen 3 Liceos que dictan la especialidad de metalurgia extractiva (Minero América, Diego Portales, Eulogio Gordo Moneo) con Sello de Calidad de los que egresaron 121 estudiantes el año 2022. Existen al menos 2 programas IES vinculados. Además, existen al menos 4 OTECs que entregan formación tradicional para operadores/as y 2 OTECs que tienen programas de competencias 4.0 vinculadas a Centros Integrados de Operaciones (CEIM y Dos Barbas)
- Que el empleo local de los operadores/as sea del orden del 60% sugiere la existencia de espacio para aumentar la oferta de calidad con especial foco en los perfiles 4.0

Recomendaciones

- Los Centros Integrados de Operaciones (CIO) son la segunda tecnología con mayor impacto en el capital humano y alojarán a gran parte de los nuevos operadores/as 4.0. Las 3 compañías dedicadas a minería del cobre en la región tienen de este tipo de centros operativos en la región o en Santiago.
- Actualizar el estándar laboral de los Centros Integrados de Operaciones del Marco de Cualificaciones Minero, con especial foco en los perfiles de operadores/as de equipos fijos y móviles autónomos y remotos.
- Propiciar la entrega de acompañamiento técnico pedagógico, equipamiento y perfeccionamiento a docentes y directivos de los liceos TP de la región que tienen especialidades de explotación minera, metalurgia extractiva, programación y telecomunicaciones para que puedan contextualizar sus mallas curriculares y articularlas con trayectorias formativo-laborales vinculadas a minería 4.0.
- Asegurar la existencia de suficientes cupos de prácticas para las y los egresados de especialidades vinculadas.

Conclusiones

- En Chile actualmente existen 132 camiones autónomos de alto tonelaje de los cuales el 48% se encuentra en la región de Antofagasta. Con los proyectos vigentes, se espera que esta cifra suba al menos a 295 camiones. Esto implica una duplicación a nivel nacional y triplicación a nivel de la región de Antofagasta. La incorporación de vehículos autónomos a las operaciones mineras, genera impactos que van más allá de los procesos específicos en que se incorporan estas tecnologías. Se requiere desarrollar competencias transversales para los trabajadores que se desenvuelven en entornos tecnologizados. En particular, se requiere desarrollar la competencia de conciencia situacional de todos los trabajadores que interactúan con la burbuja de autonomía.
- Si bien existen al menos 2 OTECs regionales que tienen oferta formativa de competencias transversales con Sello de Calidad CCM, ninguna dispone de la competencia de conciencia situacional en su oferta.

Recomendaciones

- Actualizar el modelo de competencias transversales para la minería 4.0, incorporando la competencia de conciencia situacional a su modelo.
- Desarrollar y disponibilizar a los organismos técnicos de capacitación de la región, los planes formativos y paquetes instruccionales para el desarrollo de la competencia transversal conciencia situacional.
- Incorporar en los planes de capacitación de las faenas que operan con tecnologías autónomas y sus proveedores, el desarrollo de la competencia laboral conciencia situacional.

Conclusiones

- Las Compañías Mineras de la región, y de todo el mundo en general, tienen una relación de alta dependencia a través de contratos MARC (Maintenance and Repair) con los 2 principales OEM proveedores de CAEX autónomos del mundo (Caterpillar y Komatsu).
- Caterpillar con su solución MineStar, domina el 50% del mercado mundial y el 24% del mercado chileno. Komatsu con su solución FrontRunner AHS domina el 33% del mercado global y el 76% del mercado nacional.
- La escasez de especialistas en la operación y mantenimiento de las soluciones de autonomía, y la falta de interoperabilidad entre ellas, se convierte en un factor clave de la estructura de costos que deben asumir las compañías mineras.

Recomendaciones

- Desarrollar un ejercicio colaborativo junto a los 2 principales proveedores de CAEX autónomos que operan en el país (Finning y Komatsu) con el fin de proyectar la adopción de soluciones de autonomía a nivel país, y consensuar estrategias de desarrollo del capital humano especializado que habilite modelos que disminuyan la dependencia de los OEM.

Conclusiones

- La rápida adopción de nuevas tecnologías llevó a que las 4 compañías participantes del estudio priorizaran el desarrollo del perfil de instructor/a de nuevas tecnologías como una estrategia para disminuir la dependencia de los vendedores.
- En la actualidad, en la región de Antofagasta existen al menos 3 OTECs que ofrecen programas de formación de instructores/as con programas de 360 horas (CEIM, Doble R Capacitaciones y 360 GMS). De estas, solo CEIM tiene Sello de Calidad CCM vigente hasta el 2025.
- Si bien el Marco de Cualificaciones Minero tiene desarrollado la ruta formativo - laboral de “instructores para la industria”, esta data del año 2014 y perdió su vigencia en diciembre del 2022.

Recomendaciones

- Actualizar la ruta formativa laboral de “instructores para la industria” del Marco de Cualificaciones Minero con especial foco en la incorporación de un perfil de instructor de nuevas tecnologías.
- Propiciar que las OTEC regionales certifiquen sus programas de instructores/as de nuevas tecnologías a través de la obtención de un Sello de Calidad CCM.

Conclusiones

- La industria del Litio aumentará significativamente su fuerza laboral, producto de sus altos precios de mercado y las distintas definiciones políticas destinadas a desarrollar la industria a nivel nacional. La creación del Instituto Tecnológico Público de Litio y Salares, y del Instituto de Tecnologías Limpias aumentará significativamente la demanda por capital humano avanzado.
- Dentro de los perfiles laborales que se requieren para el desarrollo actual y futuro de la industria, destacan 2 en particular.
 - Analista Químico: Encargado/a de la recepción, preparación, análisis y reporte de muestras. Existen 3 liceos TP en la región con la especialidad de química industrial.
 - Hidrogeólogo/a: Propone estrategias para abordar problemas vinculados a la exploración, explotación y manejo sustentable de recursos hídricos subterráneos. En la región no existe oferta formativa para este perfil. Solo en Santiago, Talca y España.

Recomendaciones

- Estandarizar las rutas formativo-laborales de los principales procesos de la cadena de valor principal del litio, con especial foco en los perfiles de analista químico/a e hidrogeólogo/a, para incorporarla al Marco de Cualificaciones Minero.
- Propiciar la entrega de acompañamiento técnico pedagógico a los 3 liceos de la región que dictan la especialidad de química industrial (Liceo HCTP María Elena, Liceo Industrial Eulogio Gordo Moneo, Liceo Domingo Latrille) para que contextualicen sus mallas curriculares en base al perfil del analista químico.
- Evaluar la incorporación de un programa de estudio a nivel de pregrado o postgrado sobre hidrogeología en alguna de las universidades regionales. En particular, destaca la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCN que actualmente alberga el centro Lithium I+D+I.

Conclusiones

- El estudio identificó la demanda emergente de una serie de perfiles vinculados a las nuevas tecnologías de la información, tales como: i) especialista inteligencia artificial, ii) especialista big data, iii) cientista de datos, iv) ingeniero/a machine learning, v) especialista realidad aumentada, vi) diseñador/a 3D, vii) diseñador/a de ambientes virtuales, entre otros. Sin embargo, su demanda no parece tener una masa crítica que justifique una intervención en el sector formativo de nivel medio en la región.
- Solo el 0,6% de los empleos TI del país se encuentran en la Región de Antofagasta.
- La experiencia internacional también muestra que intervenciones para mejorar la calidad y pertinencia de los talentos digitales que egresan de la educación superior formal es lenta y de bajo impacto.

Recomendaciones

- Propiciar la instalación en la región de un bootcamp de programación de alto estándar en alianza con una universidad regional. Actualmente el bootcamp Desafío Latam opera en la región el programa Código Futuro de Minera Escondida.
- La experiencia internacional muestra que para asegurar la vigencia y calidad de los programas formativos de talentos digitales, la estrategia formativa conocida como “bootcamps” de programación es la que muestra los mejores resultados.

Conclusiones

- El 14,8% de la fuerza laboral regional minera es mujer, por debajo del 15,2% promedio a nivel nacional y todavía lejos del 20% que se plantea la Política Nacional Minera 2050. La participación laboral femenina es particularmente baja en el perfil de mantenedoras (5,5%).
- A nivel de oferta formativa, la participación de mujeres en la matrícula de liceos TP con especialidades STEM se mantiene estancada en 26% desde hace 5 años.
- La matrícula femenina es particularmente baja en aquellas especialidades TP conducentes al perfil de mantenedoras que concentra la mayor demanda regional. Específicamente, la matrícula femenina en las especialidades clave son: mecánica industrial (19%), mecánica automotriz (17%) y electricidad (17%).
- La matrícula femenina en programas STEM de educación superior se mantiene estancada hace una década cerca del 13%.

Recomendaciones

- Implementar de manera colaborativa a nivel regional y sectorial, programas de atracción de talento femenino a programas o especialidades STEM de la región.
- Articular los distintos programas e iniciativas que desarrollan las compañías mineras y sus proveedores a nivel regional para que colaboren con el objetivo de atraer talento femenino hacia programas STEM.
- Un primer grupo objetivo, debería ser las estudiantes de séptimo básico a segundo medio de la región, y orientar sus trayectorias formativas para que opten a las especialidades de mecánica automotriz, mecánica industrial, electricidad y electrónica.
- La especialidad de mecánica industrial (72,9%) es la que muestra la más alta tasa de empleabilidad a los 10 años, seguida de la especialidad de electricidad (72,3%), electrónica (69,8%) especialidades mineras (69,1%), mecánica automotriz (68,8%). Todas por sobre el promedio de las especialidades (64%). (MINEDUC 2020)

Conclusiones

- El 62% de la fuerza laboral minera de la región es local, mientras que en las otras regiones mineras es el 71%. Esta cifra varía entre un 57% y un 72% para distintos perfiles.
- La experiencia internacional muestra que la adopción de nuevas tecnologías puede disminuir el empleo local si la fuerza laboral local no tiene las competencias requeridas para el uso y adopción de estas nuevas tecnologías. Las comunidades pequeñas podrían ser las principales perjudicadas. (CESCO, 2021)
- Los determinantes del empleo local en minería son múltiples. Para la región de Antofagasta se identificaron al menos 7 barreras para el ingreso a la industria. Los mayores requerimientos de calificaciones profesionales y habilidades tecnológicas, así como la falta de articulación entre oferta y demanda pueden ser abordados de manera colaborativa. (IDEAR-UCN, 2023).

Recomendaciones

- Desarrollar estrategias colaborativas a nivel sectorial para abordar algunas de las causas del empleo local.
- Para abordar la dificultad del talento local para postular a las vacantes, se recomienda desarrollar una guía paso a paso para orientar a estudiantes y trabajadores interesados en ingresar a la industria minera.
- Para abordar los desafíos de empleo local en los proveedores, se recomienda desarrollar una guía que permita a las áreas de abastecimiento de las compañías mineras definir metodologías de medición, monitoreo e incentivo al empleo local.
- Para abordar la escasez de talento local, se recomienda desarrollar programas de acompañamiento técnico pedagógico a los liceos con especialidades vinculadas a minería.
- Para abordar la falta de habilidades tecnológicas en la fuerza laboral regional, se recomienda desarrollar paquetes de entrenamiento de habilidades transversales.

* IDEAR (2023): Estudio Cualitativo del Fenómeno del Empleo Local en la Industria Minera para la Región de Antofagasta”

* CESCO (2021): “Revolución Tecnológica en la Gran Minería de la Región Andina”

Conclusiones

- Los desafíos identificados no pueden ser abordados exclusivamente desde el sector privado, por lo que requieren de especial involucramiento y coordinación con el sector público. Se identifican los siguientes vínculos prioritarios.
- Gobierno Regional Antofagasta: Presentó recientemente su Estrategia Regional Minera (EMRA) que tiene como uno de sus pilares el desarrollo de las capacidades de las personas.
- Servicios Locales de Educación Pública (SLEP): SLEP Licancabur (Calama, Tocopilla, Ollague, San Pedro de Atacama y María Elena) ya se encuentra creado como servicio y se le traspasarán los establecimientos el 1 de enero del 2025. SLEP Antofagasta (Antofagasta, Mejillones, Sierra Gorda, Taltal) se crea el 1 de marzo del 2024 y se le traspasarán los establecimientos el 1 de enero del 2025.
- SEREMI Educación y Red Futuro TP: Son los articuladores naturales del ecosistema formativo TP.
- Ministerio del Trabajo: Tienen especial interés en apoyar iniciativas con foco en transformaciones socio-tecnológicas.

Recomendaciones

- Se recomienda desarrollar una estrategia de vinculación e involucramiento con sector público con los siguientes focos:
- Gobierno Regional: Conectar los objetivos de IMPULSA 4.0 que tributan a la EMRA e identificar líneas de financiamiento para apalancar los esfuerzos privados.
- Servicios Locales de Educación Pública: Colaborar con el desarrollo e implementación de los Planes Estratégicos Locales (PEL) que deben desarrollar y conectarlos con los diagnósticos y proyectos de IMPULSA 4.0.
- SEREMI Educación y Red Futuro TP: Colaborar con la implementación del nodo minero de la red Futuro TP poniendo a disposición contenidos y recursos de aprendizaje para sus participantes.
- Ministerio del Trabajo: Apalancar instrumentos financieros como el 5% u otros para el desarrollo de los programas de prácticas y aprendices 4.0.

ANEXOS

Empresas mineras y proveedoras que suministraron su reporte de dotación interna para la caracterización de la industria en la región de Antofagasta

Mineras	Proveedoras
Antofagasta Minerals	ENAEX
BHP	ESM
Codelco	Ferrovial - Berliam Steel
ENAMI	Finning
Freeport	FLSmidth
Glencore	Komatsu
Sierra Gorda	Metso
SQM	Orica
	Technosteel - polimet SFD TST
	TTM
	WeirMinerals-Vulco

Anexos: Establecimientos EMTP con especialidades STEM afines a la minería en Antofagasta

	Establecimiento	Comuna	Especialidad
1	COLEGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DON BOSCO ANTOFAGASTA	ANTOFAGASTA	Electricidad/Electrónica/Mecánica Automotriz/ Mecánica Industrial (con mención)
2	COLEGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DON BOSCO - CALAMA	CALAMA	Electricidad/Explotación minera/Mecánica Industria (con mención)
3	COMPLEJO EDUCATIVO JUAN JOSÉ LATORRE BENAVENTE	MEJILLONES	Electricidad/Mecánica Industrial (con mención)
4	LICEO BICENTENARIO AGROPECUARIO LIKAN ANTAI	SAN PEDRO DE ATACAMA	Electricidad
5	LICEO BICENTENARIO COLEGIO RÍO LOA	CALAMA	Electricidad/Mecánica Automotriz)
6	LICEO BICENTENARIO POLITÉCNICO CESAREO AGUIRRE GOYENCHEA	CALAMA	Construcciones Metálicas/ Electricidad/Mecánica Automotriz/ Mecánica Industria (con mención)
7	LICEO ELEUTERIO RAMÍREZ MOLINA	CALAMA	Asistencia en geología
8	LICEO H.C. T.P. MARÍA ELENA	MARÍA ELENA	Mecánica Automotriz/Química Industrial
9	LICEO INDUSTRIAL EULOGIO GORDO MONEO	ANTOFAGASTA	Electricidad, Electrónica, Explotación minera, Mecánica Automotriz, Mecánica Industrial (con mención), Metalurgia extractiva, Montaje Industrial, Química Industrial
10	LICEO MAYOR GRAL.(E) ÓSCAR BONILLA	ANTOFAGASTA	Mecánica Industrial (con mención)
11	LICEO MINERO AMÉRICA	CALAMA	Asistencia en geología/ Electricidad/Explotación minera/ Metalurgia extractiva
12	LICEO POLITÉCNICO DIEGO PORTALES P.	TOCOPILLA	Electricidad/Explotación minera/Metalurgia extractiva)
13	LICEO POLITÉCNICO JOSÉ MIGUEL QUIROZ	TALTAL	Mecánica Industrial (con mención)
14	LICEO POLITÉCNICO LOS ARENALES	ANTOFAGASTA	Mecánica Automotriz
15	LICEO DOMINGO LATRILLE LASTAUNOU	TOCOPILLA	Química Industrial
16	LICEO JORGE ALESSANDRI RODRÍGUEZ	CALAMA	Programación
17	LICEO LA PORTADA	ANTOFAGASTA	Telecomunicaciones

Anexos: Demanda acumulada para la región de Antofagasta

Demanda acumulada 2023-2032 para la región de Antofagasta por perfil

Perfil	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Geología y exploración	31	61	85	115	153	166	201	243	273	305
Profesional de extracción mina	43	75	86	121	142	147	196	242	266	295
Profesional de procesamiento	30	55	71	99	122	139	165	204	251	281
Profesional de mantenimiento	126	218	258	369	448	458	615	763	818	911
Supervisor/a de extracción	124	207	263	365	458	478	591	713	821	913
Supervisor/a de procesamiento	23	55	63	85	104	116	141	173	196	226
Supervisor/a de mantenimiento	157	263	345	479	599	653	792	945	1.066	1.186
Operador/a de equipos móviles	279	551	720	1.019	1.285	1.413	1.695	1.990	2.227	2.551
Operador/a de equipos fijos	214	434	588	827	1.007	1.126	1.371	1.554	1.708	1.838
Mantenedor/a mecánico	678	1.210	1.420	1.988	2.491	2.559	3.239	3.772	4.419	4.818
Mantenedor/a eléctrico	118	215	257	366	445	467	561	658	698	778
Mantenedor/a electromecánico	81	158	187	254	296	285	369	422	441	459
Mantenedor/a instrumentista	27	47	56	88	116	117	145	161	173	189
Total	1.932	3.548	4.399	6.176	7.663	8.120	10.081	11.839	13.357	14.749

ESTUDIO DE DEMANDA DE PERFILES 4.0

Abril 2024

IMPULSA4.0

HABILIDADES DEL FUTURO DESDE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

