

**MARCO  
DE CUALIFICACIONES  
PARA LA MINERÍA  
2017**

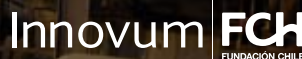


# PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:



## Equipo Consejo Minero:

Joaquín Villarino H.  
*Presidente Ejecutivo*

Carlos Urenda A.  
*Gerente General*

Christian Schnettler R.  
*Gerente del Consejo  
de Competencias Mineras*

José Tomás Morel L.  
*Gerente de Estudios*

María Cecilia Valdés V.  
*Gerente de Comunicaciones*

Sofía Moreno C.  
*Gerente de Comisiones  
y Asuntos Internacionales*

Christel Lindhorst F.  
*Jefe de Proyectos*

## Equipo Innovum Fundación Chile:

Hernán Araneda D.  
*Gerente*

Diego Richard M.  
*Director del Programa Fuerza  
Laboral Minera*

Rafael Pizarro G.  
*Director de Proyectos*

Eduardo Soto S.  
*Consultor Senior*

Ignacio Riffo C.  
*Consultor Senior*

Álvaro Aguilar H.  
*Consultor de Proyectos*

Consuelo Montalva R.  
*Product Manager Comunicaciones*

El presente documento es un producto del Consejo de Competencias Mineras, una iniciativa del Consejo Minero que cuenta con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile.

### Consejo Minero

Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago. Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.

Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.



# **PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA**

# PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

En el caso del cobre, una vez que el mineral sale de la fase de extracción, inicia su procesamiento para ser transformado desde la roca a cobre de alta pureza. Existen principalmente dos tipos de minerales, sulfurados y oxidados, que definen la forma en cómo esto se llevará a cabo. La primera etapa del proceso, de uno u otro mineral, involucra que estos pasen por un chancado primario que reduce las rocas con contenido de cobre hasta una granulometría que permite que continúe su procesamiento. Posteriormente los primeros, irán a un procesamiento de concentración de sulfuro y de subproductos asociados (como el molibdeno). Los minerales oxidados, en tanto, irán a un proceso de hidrometalurgia.

El procesamiento de oro y plata es muy similar a los de hidrometalurgia y concentrado de cobre, pero se incorporan agentes lixiviantes, como el cianuro de sodio, y algunos otros procesos, como la desairación de la solución e incorporación de zinc a la misma. Una vez extraídos el oro y la plata, el concentrado resultante es llevado a un proceso de fusión/refinación, donde mediante el uso de hornos de retorteo y hornos reverberos, se obtiene el doré (lingotes).

## TENDENCIAS OCUPACIONALES

Al consultar a especialistas del proceso (operadores, controladores -sala de control-, supervisores, superintendentes, entre otros) respecto a las tendencias identificadas a 5 años, sus principales respuestas y acuerdos son:

- ▶ **Automatización de tareas, aumentando la productividad y minimizando los riesgos.**
- ▶ **Incorporación de nuevas tecnologías tendientes a incrementar los porcentajes de recuperación y optimizar los procesos productivos.**
- ▶ **Acoplamiento a centros integrados de operaciones, donde se centralice la información operacional desde la mina hasta el tranque de relaves y la toma de decisiones se efectúe viendo toda la cadena de valor del negocio.**
- ▶ **Incorporación de tecnologías tendientes a reducir la emisión de gases y material particulado (normativas medioambientales).**



# **PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA**

## ► ÍNDICE



### 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)

Página 7



### 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO

Página 17



### 3. PROCESO DE FUNDICIÓN

Página 27



### 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA

Página 37



### 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA

Página 47

### ÁREAS TRANSVERSALES

### 6. ENTRADA A LA MINERÍA

Página 57

### 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

Página 61

### 8. RIGGERS

Página 65



## 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



## 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



## 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



## 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



## 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA



## ÁREAS TRANSVERSALES

## 6. ENTRADA A LA MINERÍA

## 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

## 8. RIGGERS





# 1.

## PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)

En el caso de los minerales oxidados, el proceso que se lleva a cabo es hidrometalúrgico. Por medio de distintas reacciones físicas y químicas, se extrae el cobre del resto del mineral chancado, y se disuelve en una solución ácida, llamada etapa de lixiviación. Luego continúa con una etapa de extracción por solventes y posteriormente de electroobtención, produciendo cátodos de cobre de alta pureza.

### ► Algunos indicadores principales del desempeño del Proceso (KPIs)\*

#### 📍 Conminución del mineral:

- Toneladas de mineral chancado
- Granulometría del mineral

#### 📍 Aglomeración y carguío de pila:

- Toneladas de mineral aglomerado, bajo condiciones de humedad y dosificación de ácido sulfúrico adecuadas
- Calidad de glómero
- Consumo de ácido sulfúrico

#### 📍 Extracción por Solventes - Electroobtención:

- Recuperación de cobre desde la solución
- Consumo de orgánico y diluyente
- Consumo específico de energía eléctrica
- Toneladas de cátodos producidos
- Calidad catódica

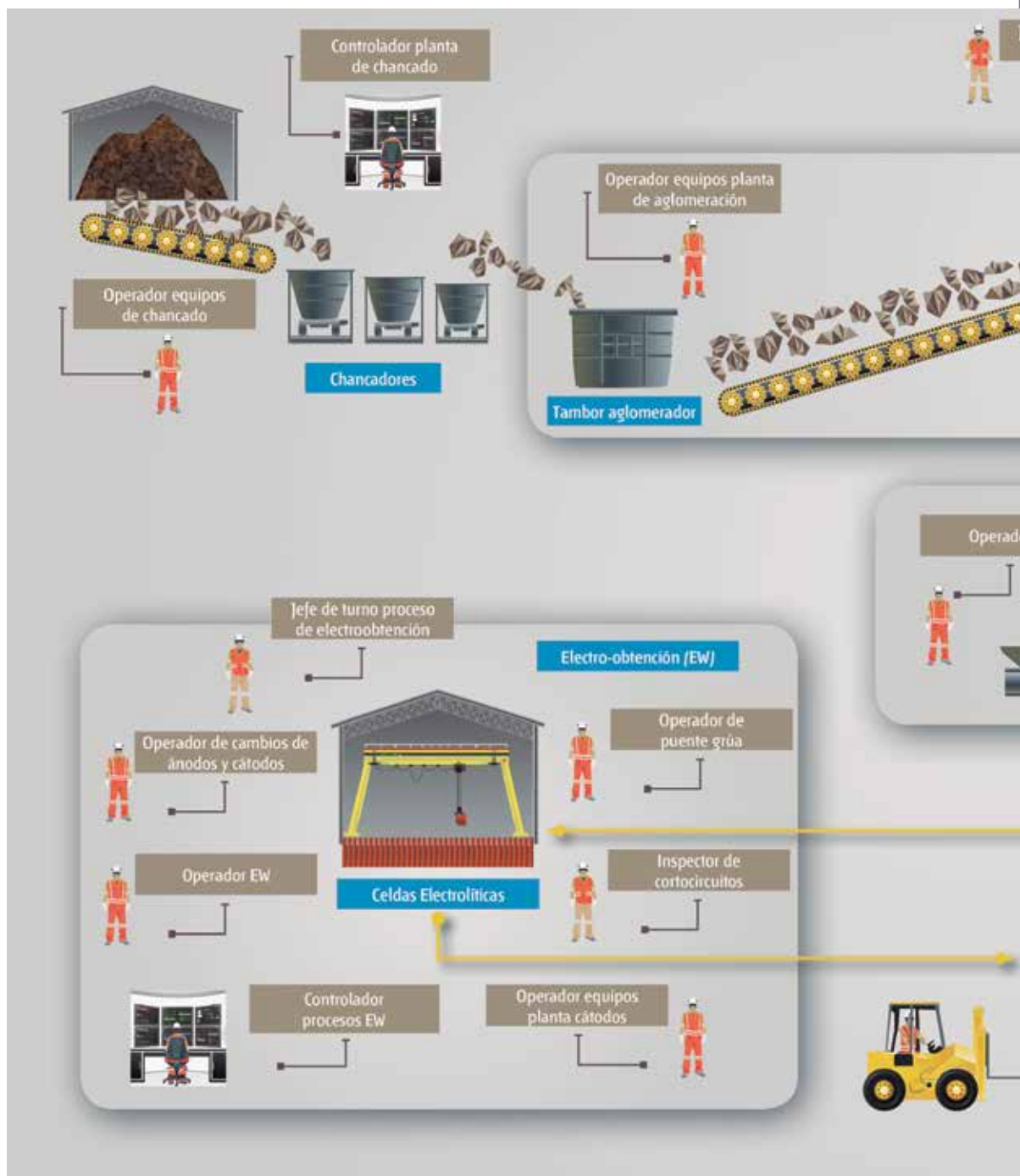
### ► Indicadores de desempeño transversales a los procesos

- Disponibilidad y utilización de equipos
- Rendimiento de equipos
- Costos operativos
- Frecuencia y gravedad de accidentabilidad
- Cumplimiento de normativas medioambientales

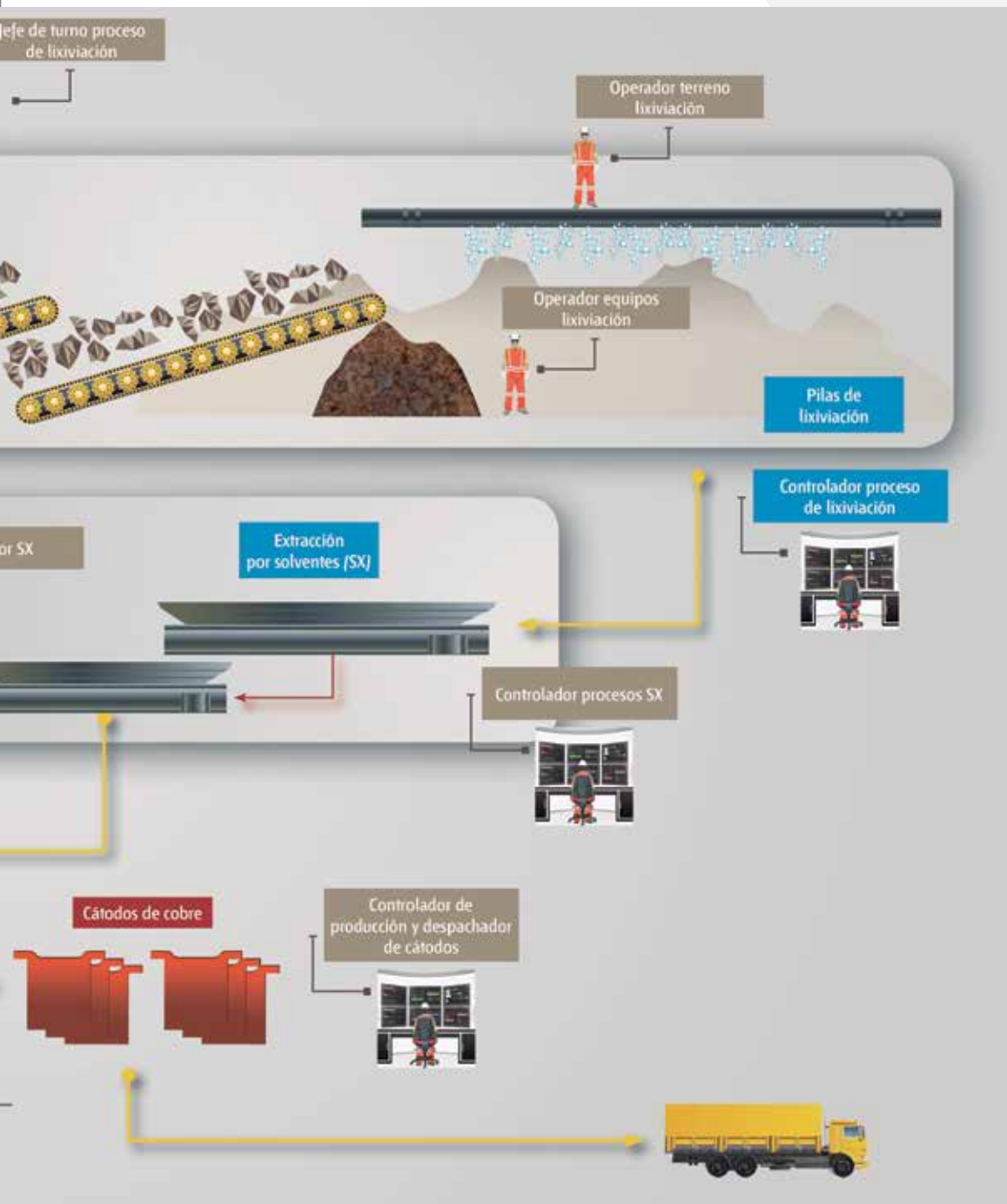
\* KPI = Key Performance Indicator

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW) | MAPA DE PROCESO



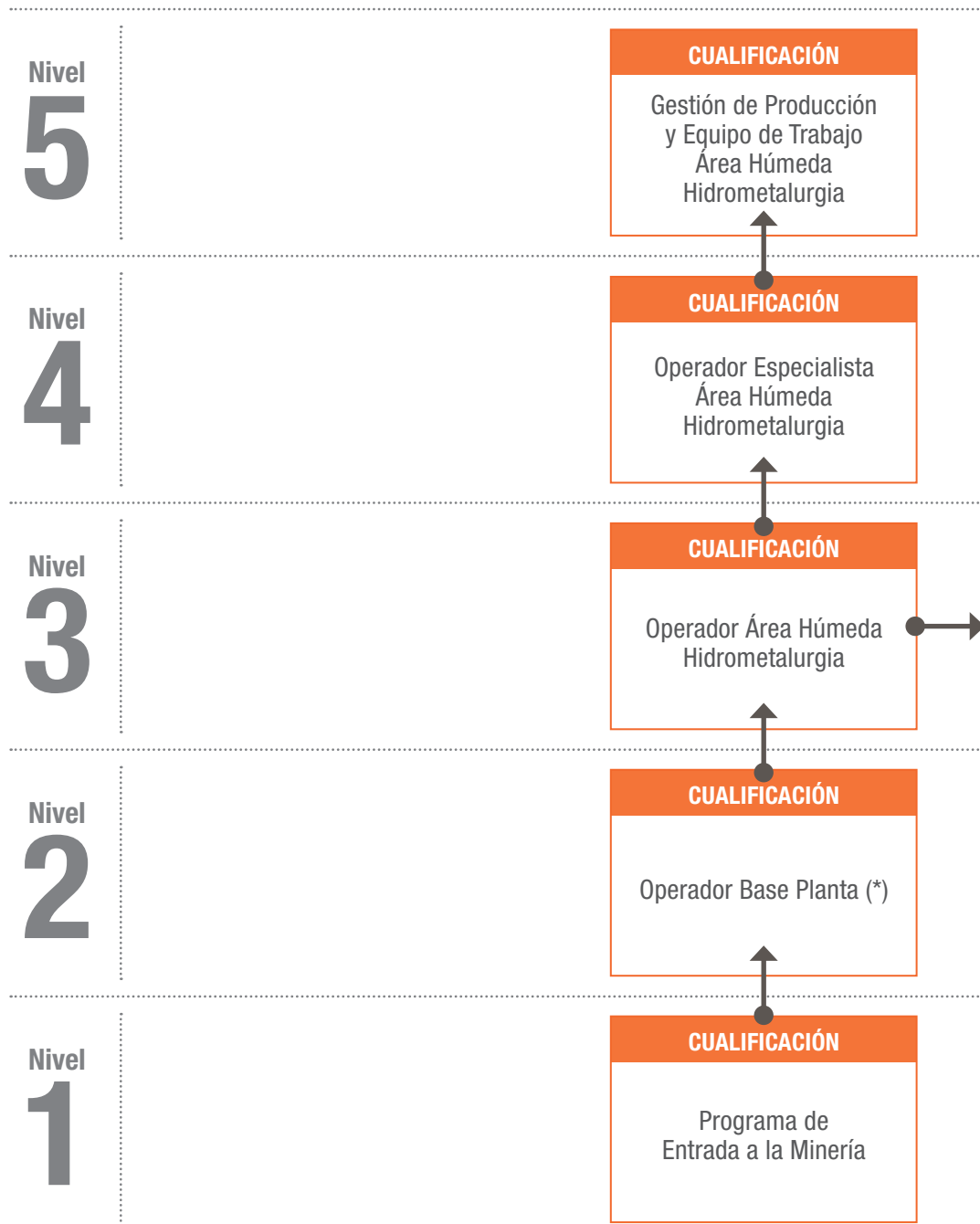
Este diagrama busca ilustrar las principales etapas, equipos y perfiles ocupacionales presentes en el proceso, a fin de facilitar su comprensión por parte de personas que ingresan a la industria minera.



## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

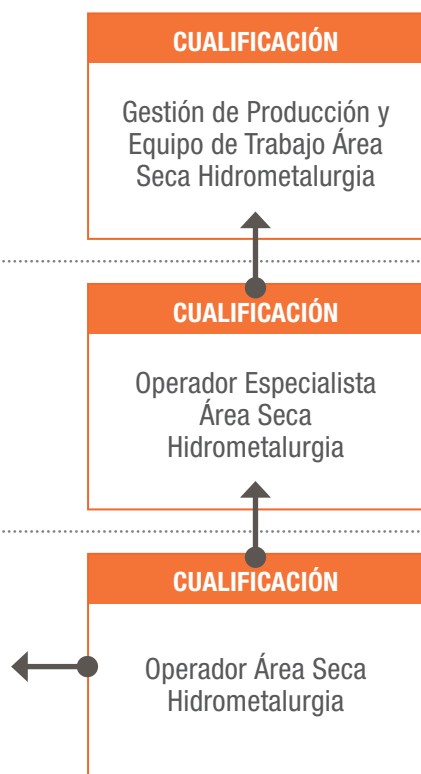
### 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE:

#### HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW) | RUTA DE APRENDIZAJE



► Para mayor detalle sobre el concepto de cualificación consultar el glosario general del cuadernillo introductorio.

► Para más información sobre las cualificaciones de esta ruta de aprendizaje: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)



Esta Ruta de Aprendizaje permite, desde nivel 3, acceso a las Rutas de Procesamiento de Concentrado, Proceso de Refinación Electrolítica y Procesamiento de Oro y Plata.

(\*) Cualificación presente tanto en las Rutas de Aprendizaje de Procesamiento de Concentrado, Proceso Hidrometalurgia (LX-SX-EW), Proceso de Refinación Electrolítica y Procesamiento de Oro-Plata.

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE:

#### HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW) | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 2 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
OPERADOR BASE PLANTA PFPCO-2-01/V.2	Operador Base Equipos Flotación P-0400-3133-002-V02	U-0400-3133-005-V03	Recepcionar y manipular reactivos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Equipos Molienda P-0400-8112-013-V02	U-0400-8112-011-V03	Agregar cuerpo molidor
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Puente Grúa (EW) P-0400-8343-001-V02	U-0400-8343-001-V02	Operar puente grúa (ew)
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador EW P-0400-8121-002-V02	U-0400-8121-002-V02	Operar celdas de electroobtención
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base de Terreno Lixiviación P-0400-8112-023-V02	U-0400-8112-032-V03	Operar en terreno proceso de lixiviación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Fundición Oro-Plata P-0729-8112-001-V01	U-0729-8112-001-V01	Operar equipos de cosecha de concentrado en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0729-8112-002-V01	Operar equipos de moldeo en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad.
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

### NIVEL 3 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Área Húmeda Hidrometalurgia PFPHI-3-01/V.1	Operador SX P-0400-3133-005-V02	U-0400-3133-012-V02	Operar equipos planta extracción por solventes
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Inspector de Cortocircuitos P-0400-7412-001-V02	U-0400-7412-001-V02	Inspeccionar celdas de electroobtención
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Cambios de Ánodos y Cátodos P-0400-8111-001-V02	U-0400-8111-001-V02	Realizar cambio de ánodos y cátodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador - Despachador de Cátodos P-0400-8112-001-V02	U-0400-8112-001-V02	Controlar despacho de cátodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Equipos Planta Cátodos P-0400-8112-002-V02	U-0400-8112-002-V02	Despegar cátodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Circulador P-0400-8131-001-V02	U-0400-8131-001-V02	Monitorear condiciones del electrolito
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Área Seca Hidrometalurgia PFPHI-3-02/V.1	Operador Equipos Lixiviación P-0400-3133-004-V03	U-0400-3133-009-V03	Apilar material para lixiviación
		U-0400-3133-010-V03	Operar esparcidor
		U-0400-3133-011-V03	Operar rotopala
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Equipos de Chancado (Óxido) P-0400-8112-020-V02	U-0400-8112-031-V02	Operar equipos planta de chancado
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Equipos Planta de Aglomeración P-0400-8112-021-V02	U-0400-8112-028-V02	Operar equipos planta de aglomeración
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Terreno Lixiviación P-0400-8112-022-V03	U-0400-8112-029-V03	Instalar sistema de irrigación de pilas
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW) | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 4 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Especialista Área Húmeda Hidrometalurgia PFPPI-4-01/V.1	Coordinador de Renovación P-0400-3135-001-V02	U-0400-3135-001-V02	Coordinar renovación de electrodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Procesos EW P-0400-8121-001-V02	U-0400-8121-001-V02	Controlar procesos de EW desde sala de control
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso de Lixiviación P-0400-8121-010-V03	U-0400-8121-018-V03	Controlar proceso de lixiviación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Procesos SX P-0400-8121-011-V02	U-0400-8121-019-V02	Controlar planta de sx desde sala de control
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Especialista Área Seca Hidrometalurgia PFPPI-4-02/V.1	Controlador Planta de Chancado (Óxido) P-0400-8112-019-V02	U-0400-8112-030-V02	Controlar planta de chancado desde sala de control
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso de Aglomeración P-0400-8112-051-V01	U-0400-8121-017-V02	Controlar planta de aglomeración de mineral
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad



## NIVEL 5 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Área Húmeda Hidrometalurgia PFPHI-5-01/V.1	Jefe de Turno Proceso de Electroobtención P-0400-3121-001-V03	U-0400-3121-001-V02	Supervisar el proceso de electroobtención
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
	Jefe de Turno Procesos Hidrometalurgia (Lixiviación y Extracción por Solventes) P-0400-3121-027-V02	U-0400-3121-020-V01	Supervisar el proceso de lixiviación y extracción por solventes
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Área Seca Hidrometalurgia PFPHI-5-02/V.1	Jefe de Turno Área Seca Hidrometalurgia P-0400-3121-011-V03	U-0400-3121-019-V02	Supervisar el proceso área seca hidrometalurgia
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente



## 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



## 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



## 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



## 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



## 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA



## ÁREAS TRANSVERSALES

## 6. ENTRADA A LA MINERÍA

## 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

## 8. RIGGERS



## 2.

### PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO

En el caso de los minerales sulfurados, su procesamiento tiene por objetivo liberar y concentrar las partículas de cobre que se encuentran en forma de sulfuros en las rocas. Para lo anterior se consideran etapas de molienda, flotación, espesamiento y filtrado. Una de las más importantes es la flotación, en la que a través de reacciones físico-químicas se separan los minerales sulfurados de cobre y otros elementos como el molibdeno, de las especies llamadas gangas, que no tienen valor comercial. El concentrado resultante es secado mediante filtros y llevado al proceso de fundición.

#### ► Algunos indicadores principales del desempeño del Proceso (KPIs)\*



##### **Conminución del mineral:**

- Toneladas de mineral molido
- Granulometría del mineral (+/- malla)



##### **Flotación:**

- Toneladas de mineral tratadas
- Recuperación: ley de elementos de valor en concentrado



##### **Espesamiento y filtrado:**

- Recuperación de agua
- % humedad final en concentrado

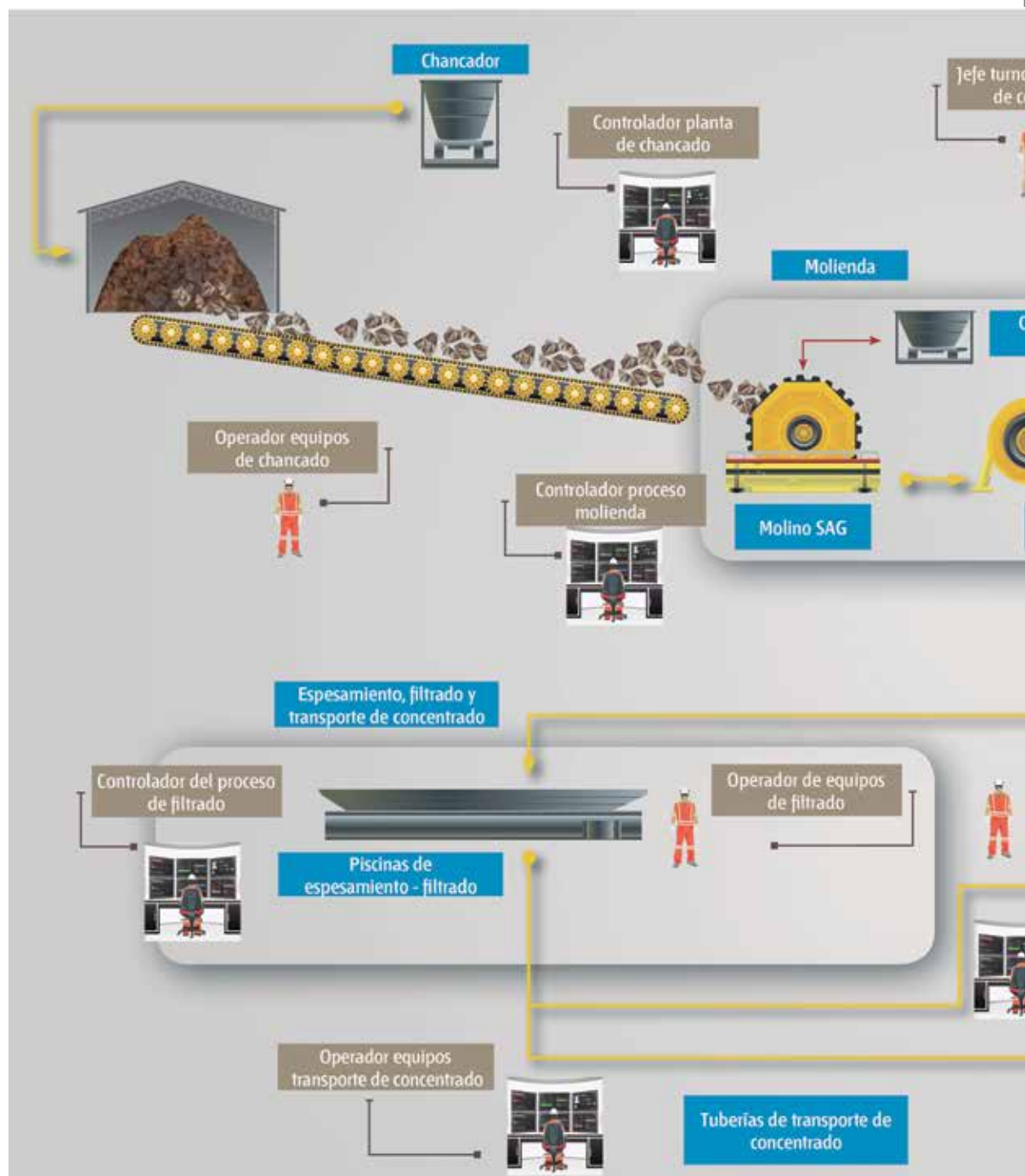
#### ► Indicadores de desempeño transversales a los procesos

- Disponibilidad y utilización de equipos
- Rendimiento de equipos
- Costos operativos
- Frecuencia y gravedad de accidentabilidad
- Cumplimiento de normativas medioambientales

\* KPI = Key Performance Indicator

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO | MAPA DE PROCESO



Este diagrama busca ilustrar las principales etapas, equipos y perfiles ocupacionales presentes en el proceso, a fin de facilitar su comprensión por parte de personas que ingresan a la industria minera.

o procesamiento  
nconcentrado

chancador  
pebbles

Molino  
bolas – columnas

Operador equipos  
molienda

Controlador proceso  
flotación en columnas y  
celdas

Flotación

Operador equipos  
flotación

Celdas de  
flotación

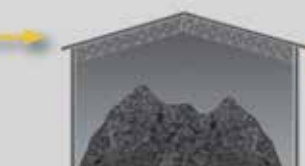
Molienda  
vertical

Columnas de  
flotación

Operador de equipos de conduc-  
ción de relaves, depositación y  
recuperación de agua

Piscina de relave

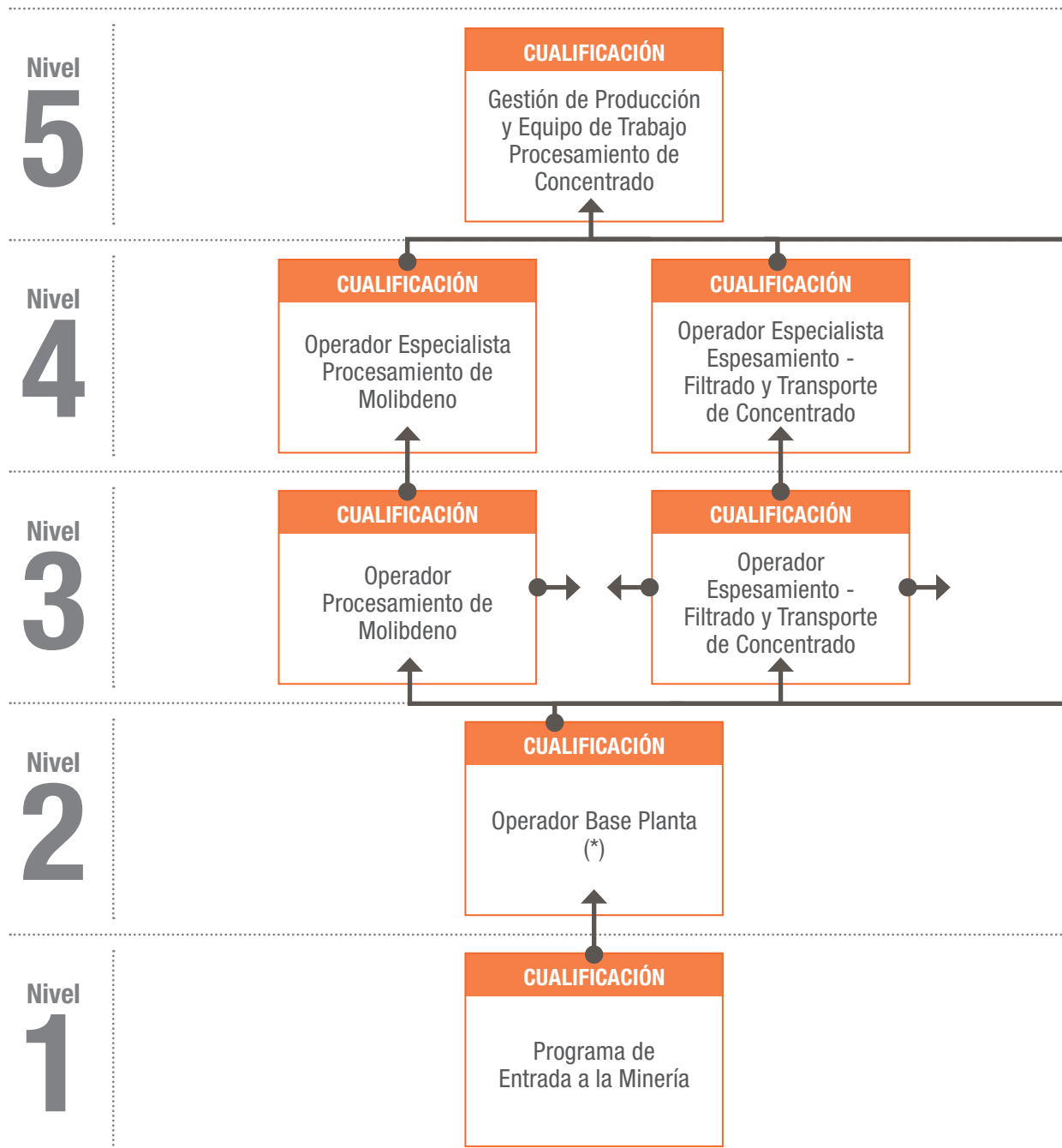
Controlador proceso de conducción  
de relaves y recuperación de agua



► **PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA**

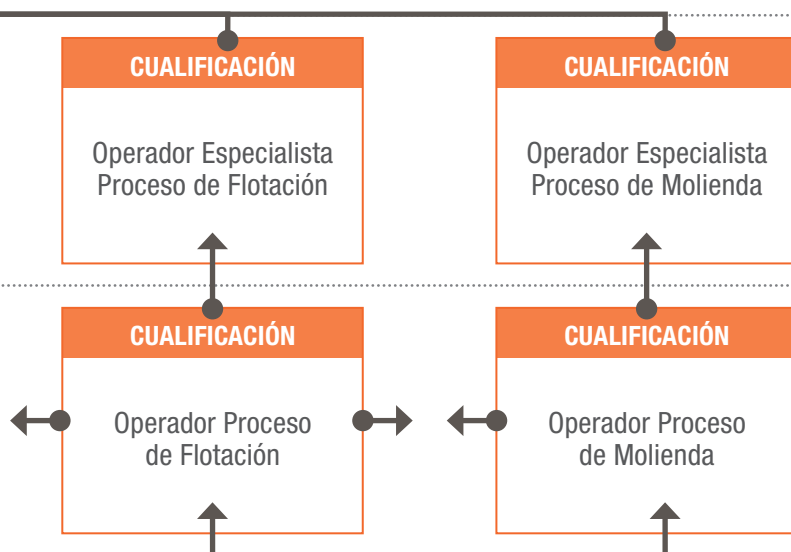
**2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE:**

**PROCESO DE CONCENTRADO** | RUTA DE APRENDIZAJE



► Para mayor detalle sobre el concepto de cualificación consultar el glosario general del cuadernillo introductorio.

► Para más información sobre las cualificaciones de esta ruta de aprendizaje: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)



Esta Ruta de Aprendizaje permite, desde nivel 3, acceso a las Rutas de Proceso Hidrometalurgia (LX-SX-EW), Proceso de Refinación Electrolítica y Procesamiento de Oro y Plata.

(\*) Cualificación presente tanto en las Rutas de Aprendizaje de Procesamiento de Concentrado, Proceso Hidrometalurgia (LX-SX-EW), Proceso de Refinación Electrolítica y Procesamiento de Oro-Plata.

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE:

#### PROCESO DE CONCENTRADO | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 2 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
OPERADOR BASE PLANTA PFPCO-2-01/V.2	Operador Base Equipos Flotación P-0400-3133-002-V02	U-0400-3133-005-V03	Recepcionar y manipular reactivos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Equipos Molienda P-0400-8112-013-V02	U-0400-8112-011-V03	Agregar cuerpo molidor
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Puente Grúa (EW) P-0400-8343-001-V02	U-0400-8343-001-V02	Operar puente grúa (ew)
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador EW P-0400-8121-002-V02	U-0400-8121-002-V02	Operar celdas de electroobtención
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base de Terreno Lixiviación P-0400-8112-023-V02	U-0400-8112-032-V03	Operar en terreno proceso de lixiviación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Fundición Oro-Plata P-0729-8112-001-V01	U-0729-8112-001-V01	Operar equipos de cosecha de concentrado en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0729-8112-002-V01	Operar equipos de moldeo en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad.
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad



### NIVEL 3 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Proceso de Molienda PFPCO-3-01/V.1	Operador Equipos Molienda P-0400-8112-010-V03	U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
		U-0400-8112-009-V03	Operar equipos planta molienda sag
		U-0400-8112-010-V03	Operar equipos planta molienda convencional
	Operador Equipos de Chancado P-0400-8112-012-V03	U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Espesamiento - Filtrado y Transporte de Concentrado PFPCO-3-02/V.1	Operador de Equipos de Conducción de Relaves, Depositación y Recuperación de Agua P-0400-3132-001-V03	U-0400-3132-001-V03	Operar equipos de conducción de relaves, depositación y recuperación de agua
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Espesadores P-0400-8112-014-V02	U-0400-3133-003-V03	Operar espesadores
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Equipos de Transporte de Concentrado P-0400-8112-040-V01	U-0400-3133-004-V02	Operar equipos de transporte de pulpas a largas distancias
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Equipos de Filtrado P-0400-8189-001-V02	U-0400-8189-001-V02	Operar unidades de filtrado a presión
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Proceso de Flotación PFPCO-3-03/V.1	Operador Equipos Flotación P-0400-3133-001-V02	U-0400-3133-001-V02	Operar celdas de flotación
		U-0400-3133-002-V02	Operar columnas de flotación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Remolienda y Clasificación P-0400-8112-015-V02	U-0400-7233-039-V03	Operar equipos de remolienda y clasificación
Operador Procesamiento de Molibdeno PFPMO-3-01/V.1	Operador (Terreno) Proceso de Envasado, Carguio y Despacho de Molibdeno P-0400-8112-053-V01	U-0400-8112-033-V01	Operar (en terreno) proceso de envasado, carguio y despacho de concentrado de molibdeno
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador (Terreno) Proceso de Flotación Molibdeno P-0400-8112-054-V01	U-0400-8112-034-V01	Operar (en terreno) proceso de flotación molibdeno
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador (Terreno) Proceso Espesamiento de Concentrados (Molibdeno) P-0400-8112-055-V01	U-0400-8112-035-V01	Operar en terreno proceso de espesamiento de concentrados (cobre y molibdeno)
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador (Terreno) Proceso Filtrado de Concentrados (Molibdeno) P-0400-8112-056-V01	U-0400-8112-036-V01	Operar (en terreno) proceso de filtrado molibdeno
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE:

#### PROCESO DE CONCENTRADO | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 4 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Especialista Proceso de Molienda PFPCO-4-01/V.1	Controlador Proceso Molienda Convencional P-0400-8112-008-V03	U-0400-8112-008-V03	Controlar proceso de molienda convencional
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso Molienda SAG P-0400-8112-009-V03	U-0400-8112-007-V03	Controlar proceso de molienda SAG
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Planta de Chancado P-0400-8112-011-V03	U-0400-8112-014-V03	Controlar planta de chancado desde sala de control
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Especialista Espesamiento - Filtrado y Transporte de Concentrado PFPCO-4-02/V.1	Controlador Proceso de Filtrado P-0400-8112-007-V02	U-0400-8112-013-V02	Operar y controlar proceso de filtrado de humedad
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso de Conducción de Relaves y Recuperación de Agua P-0400-8121-004-V03	U-0400-8121-006-V03	Controlar proceso de conducción de relaves y recuperación de H <sub>2</sub> O
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Especialista Proceso de Flotación PFPCO-4-03/V.1	Controlador Proceso Flotación en Columnas y Celdas P-0400-8121-005-V02	U-0400-8121-004-V02	Controlar proceso de flotación en celdas
		U-0400-8121-005-V02	Controlar proceso de flotación en columnas
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Especialista Procesamiento de Molibdeno PFPMO-4-01/V.1	Controlador Espesamiento de Concentrado (Molibdeno) P-0400-8112-057-V01	U-0400-8112-037-V01	Controla proceso de espesamiento de concentrados (cobre y molibdeno)
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso Filtrado de Concentrado Molibdeno P-0400-8112-058-V01	U-0400-8112-038-V01	Controlar proceso de filtrado de concentrado molibdeno
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso de Envasado, Carguío, y Despacho de Molibdeno P-0400-8112-059-V01	U-0400-8112-039-V01	Controlar proceso de envasado, carguío y despacho de concentrado de molibdeno
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso Flotación de Molibdeno P-0400-8112-060-V01	U-0400-8112-040-V01	Controlar proceso de flotación de molibdeno
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

## NIVEL 5 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Procesamiento de Concentrado PFPCO-5-01/V.1	Jefe de Turno Procesamiento de Concentrado P-0400-3121-006-V03	U-0400-3121-010-V02	Supervisar el procesamiento de concentrado
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente



## 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



## 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



## 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



## 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



## 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA



## ÁREAS TRANSVERSALES

## 6. ENTRADA A LA MINERÍA

## 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

## 8. RIGGERS



# 3.

## PROCESO DE FUNDICIÓN

El proceso de fundición consiste en llevar el concentrado de cobre a un estado de alta pureza. Esto se realiza mediante distintas reacciones pirometalúrgicas, que parten por la fusión del cobre que, por medio de altas temperaturas permite que el concentrado se licúe y que el mayor contenido de cobre se concentre, convirtiéndose en metal blanco. Posteriormente, a través de conversión, se eleva la pureza del cobre líquido, el que finalmente termina su proceso en la etapa de refinación.

### ► Algunos indicadores principales del desempeño del Proceso (KPIs)\*

- Toneladas de concentrado fundido
- Toneladas de ánodos producidas
- Toneladas de ácido sulfúrico producidas
- Recuperación y rendimiento de cobre
- Disponibilidad y utilización de equipos
- Costos operativos
- Indicadores operativos: productividad (hh/tmf\*), energía eléctrica ee - (mwh/tms\*\*), combustibles (gj/tms)
- Frecuencia y gravedad de accidentabilidad
- Cumplimiento de normativas medioambientales
- Porcentaje de captura de CO<sub>2</sub> y arsénico

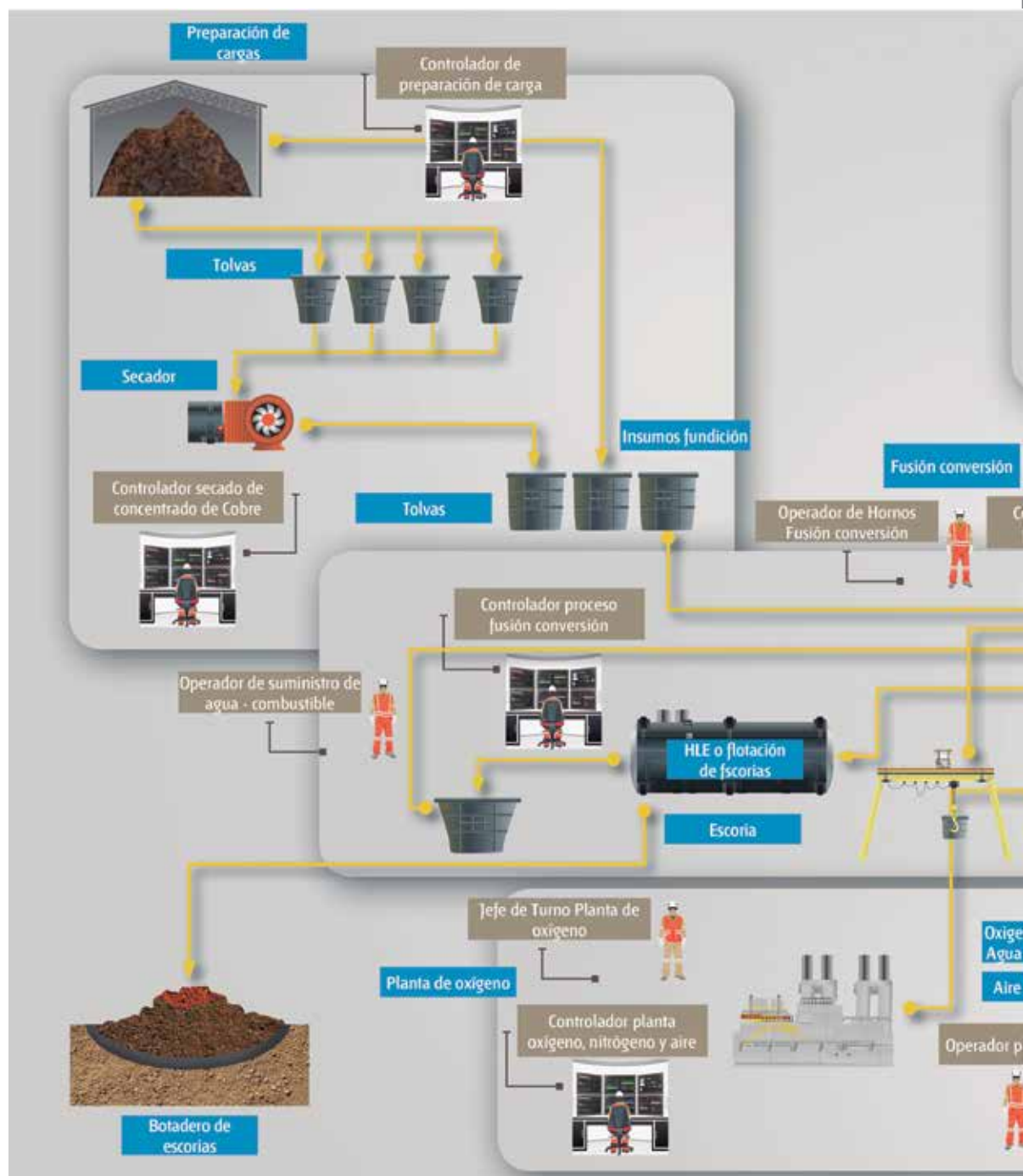
\* Cobre fino

\*\*Concentrado fundido

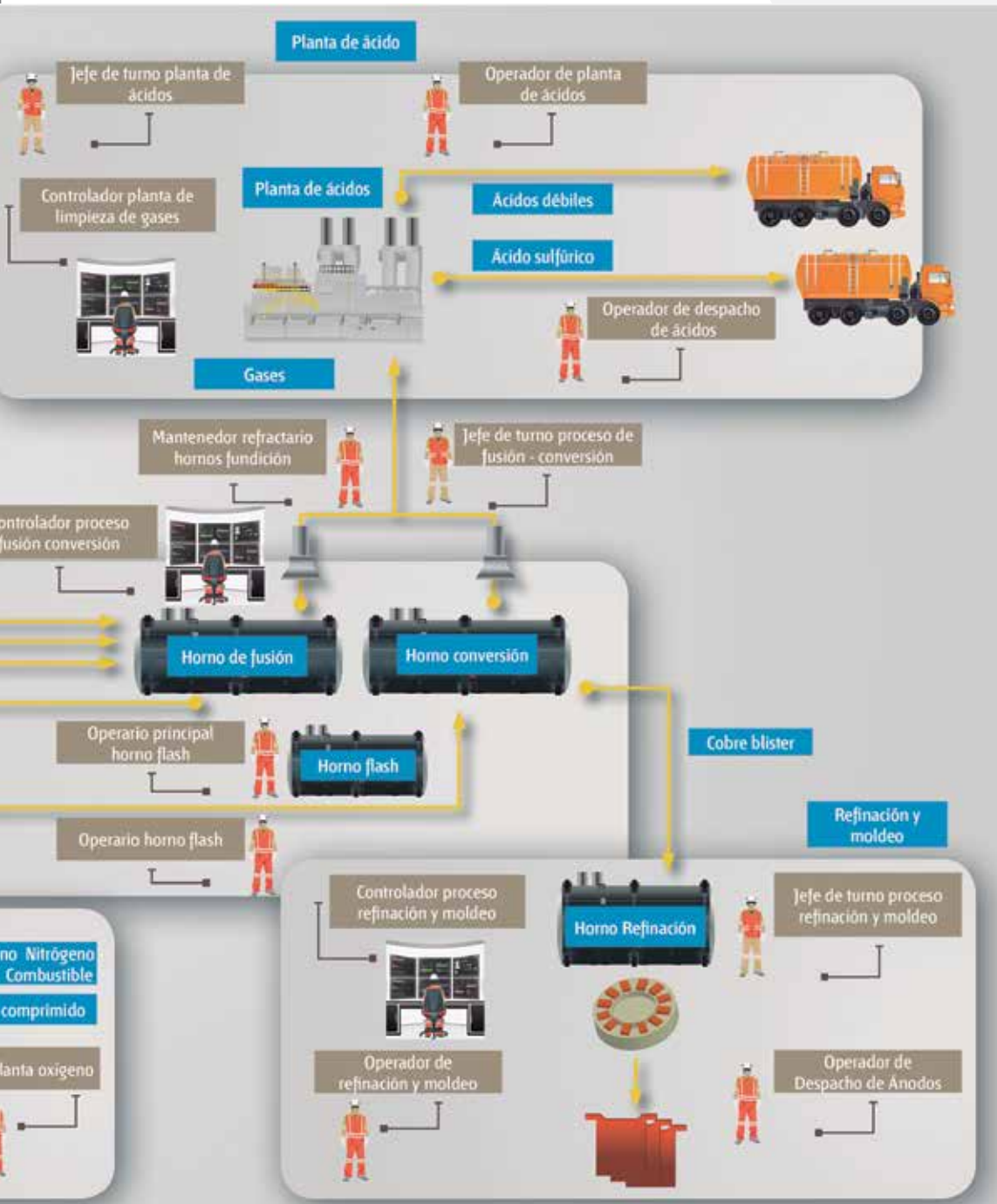
\* KPI = Key Performance Indicator

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

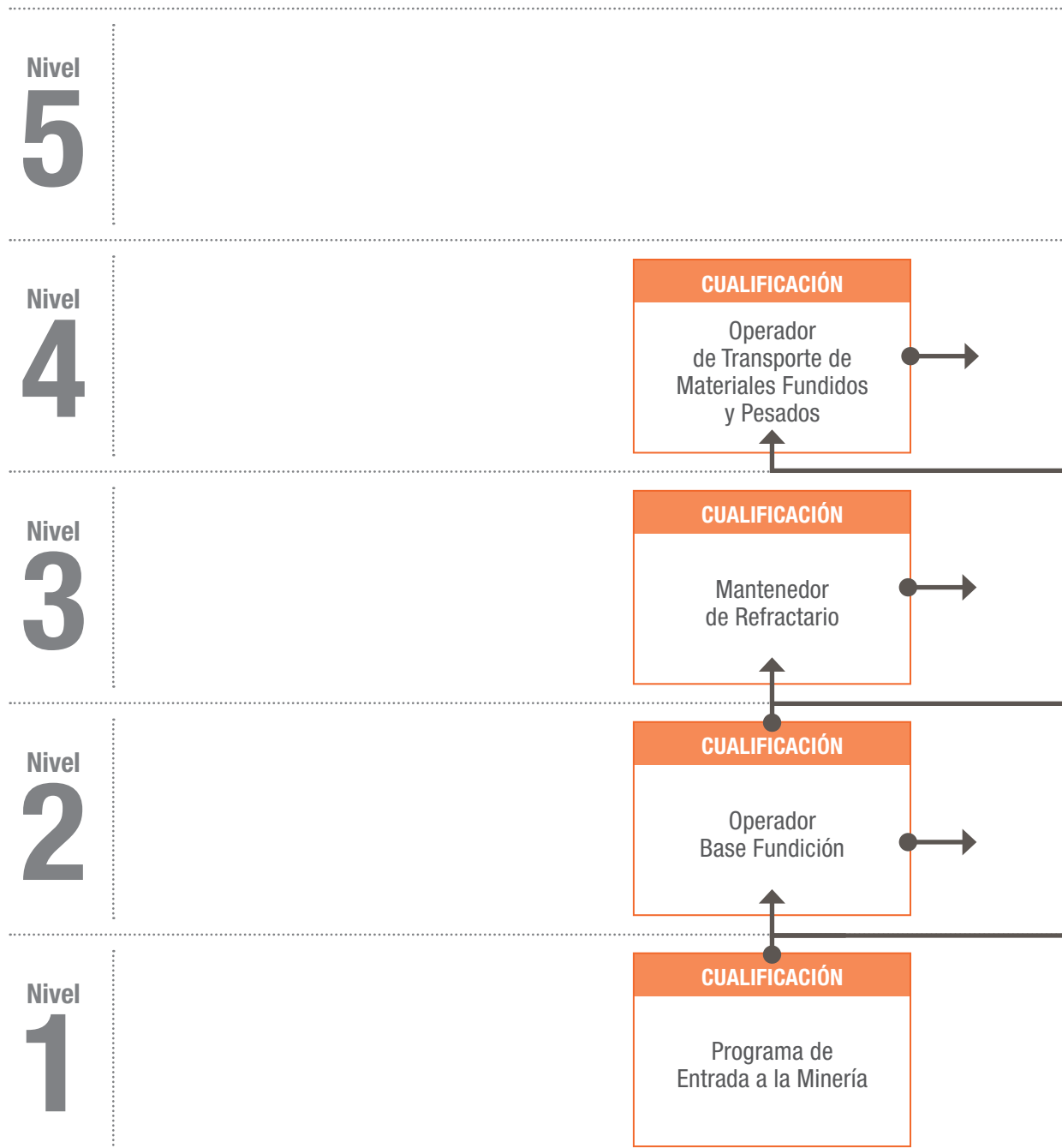
### 3. PROCESO DE FUNDICIÓN | MAPA DE PROCESO



Este diagrama busca ilustrar las principales etapas, equipos y perfiles ocupacionales presentes en el proceso, a fin de facilitar su comprensión por parte de personas que ingresan a la industria minera.

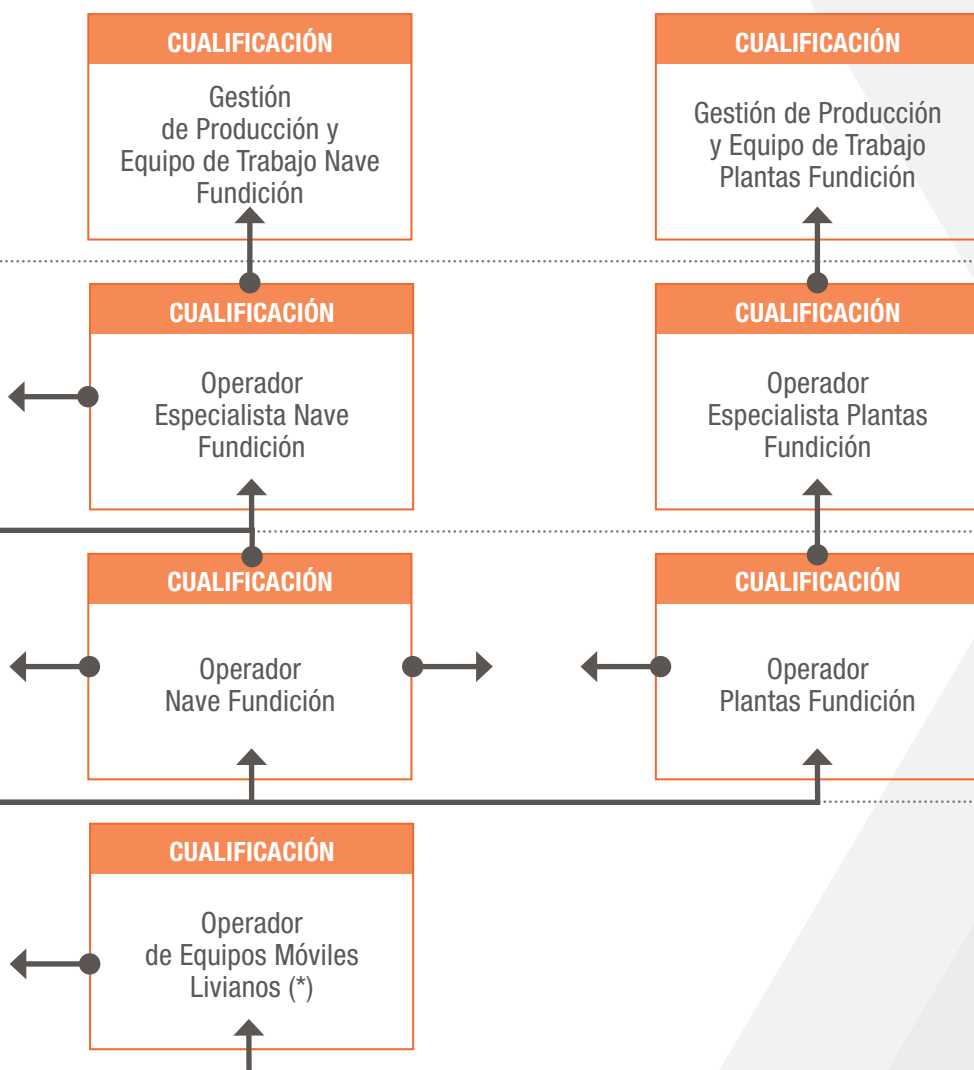


► **PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA**  
**3. PROCESO DE FUNDICIÓN** | RUTA DE APRENDIZAJE



- Para mayor detalle sobre el concepto de cualificación consultar el glosario general del cuadernillo introductorio.
- Para más información sobre las cualificaciones de esta ruta de aprendizaje: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)





(\*) Cualificación presente tanto en las Rutas de Aprendizaje de “Procesamiento de Fundición”, como en “Procesamiento de Oro-Plata”

► **PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA**  
**3. PROCESO DE FUNDICIÓN** | DETALLE DE CUALIFICACIONES

**NIVEL 2** | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Base Fundición PFPFU-2-01/V.1	Operador Base Horno Flash P-0400-3132-011-V01	U-0400-3132-007-V02	Ejecutar sangrado de líquidos fundidos horno flash
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Refinación y Moldeo P-0400-8112-016-V02	U-0400-8112-018-V02	Operar equipo de moldeo
		U-0400-8112-020-V02	Preparar cuchara de moldeo
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador de Equipos Móviles Livianos PFPFU-2-02/V.1	Operador de Equipos Móviles P-0400-8112-018-V02	U-0400-8112-021-V02	Operar mini cargador
		U-0400-8112-022-V02	Operar martillo rompedor móvil
		U-0400-8112-023-V02	Operar grúa horquilla
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

### NIVEL 3 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Mantenedor de Refractario PFPFU-3-01/V.1	Mantenedor Refractario Hornos Fundición P-0400-3132-002-V02	U-0400-3132-005-V02	Calentar hornos
		U-0400-3132-006-V02	Mantener refractarios horno fundición
		U-0400-8112-019-V02	Fabricar moldes y piezas de cobre
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Nave Fundición PFPFU-3-02/V.1	Operador de Horno Flash P-0400-3132-003-V02	U-0400-3132-008-V02	Operar sistema de refrigeración horno flash
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Hornos Fusión Conversión y Refinación P-0400-3132-004-V02	U-0400-3132-002-V02	Operar hornos basculantes de fusión-conversión
		U-0400-3132-003-V02	Operar hornos basculantes de refinación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Principal Horno Flash P-0400-3132-005-V02	U-0400-3132-004-V02	Operar horno flash
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador de Preparación de Carga P-0400-8111-004-V02	U-0400-8111-026-V02	Abastecer carga a fundición
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Despacho de Ánodos P-0400-8112-044-V01	U-0400-8112-024-V01	Operar despacho de ánodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Plantas Fundición PFPFU-3-03/V.1	Operador de Planta Ácido P-0400-3133-003-V02	U-0400-3133-006-V02	Operar planta de ácido
		U-0400-3133-007-V02	Operar planta de tratamiento de ácidos débiles
		U-0400-3133-008-V02	Operar planta de manejo de gases
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Planta Oxígeno P-0400-8112-017-V02	U-0400-8112-016-V02	Operar planta oxígeno
		U-0400-8112-017-V02	Operar planta de aire
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Despacho de Ácido P-0400-8112-045-V01	U-0400-8112-025-V01	Operar despacho de ácido por vía terrestre (en terreno)
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Suministros de Agua y Combustibles P-0400-8112-046-V01	U-0400-8112-026-V01	Operar suministro de combustibles
		U-0400-8112-027-V01	Operar suministros de agua
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

► **PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA**

**3. PROCESO DE FUNDICIÓN** | DETALLE DE CUALIFICACIONES

**NIVEL 4** | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador de Transporte de Materiales Fundidos y Pesados PFPFU-4-01/V.1	Operador Puente Grúa Fundición P-0400-8342-005-V02	U-0400-8342-009-V02	Transportar materiales fundidos y pesados en puente grúa
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Especialista Nave Fundición PFPFU-4-02/V.2	Controlador Proceso Fusión Conversión P-0400-8121-007-V02	U-0400-8121-008-V02	Manejar horno basculante fundición
		U-0400-8121-009-V02	Controlar fusión conversión en hornos
		U-0400-8121-010-V02	Controlar limpieza escorias horno basculante
		U-0400-8121-011-V02	Controlar conversión de metal blanco a cobre blister en hornos CPS
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso Refinación y Moldeo P-0400-8121-008-V02	U-0400-8121-008-V02	Manejar horno basculante fundición
		U-0400-8121-015-V02	Controlar moldeo de barras de ánodo
		U-0400-8121-016-V02	Controlar producción de cobre anódico
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Coordinador de Servicios y Movimientos en Nave Fundición P-0400-3135-002-V02	U-0400-3135-002-V02	Coordinar servicios de fusión-conversión
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Especialista Plantas Fundición PFPFU-4-03/V.1	Controlador Planta Oxígeno P-0400-8111-005-V02	U-0400-8111-028-V02	Controlar producción de oxígeno-nitrógeno
		U-0400-8111-029-V02	Controlar producción de aire comprimido
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Planta Ácidos P-0400-8121-006-V02	U-0400-8121-012-V02	Controlar manejo de gases
		U-0400-8121-013-V02	Controlar tratamiento de ácidos débiles
		U-0400-8121-014-V02	Controlar producción de ácido sulfúrico
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

## NIVEL 5 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Nave Fundición PFPFU-5-01/V.2	Jefe de Turno Proceso de Fusión - Conversión P-0400-3121-008-V03	U-0400-3121-013-V02	Supervisar hornos fusión conversión
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
	Jefe de Turno Proceso Refinación y Moldeo P-0400-3121-010-V03	U-0400-3121-017-V02	Supervisar moldeo de ánodo
		U-0400-3121-018-V02	Supervisar producción de cobre anódico
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Plantas Fundición PFPFU-5-02/V.1	Jefe de Turno Planta de Oxígeno P-0400-3121-007-V03	U-0400-3121-011-V02	Supervisar producción de aire comprimido
		U-0400-3121-012-V02	Supervisar producción de oxígeno
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
	Jefe de Turno Plantas de Ácido P-0400-3121-009-V03	U-0400-3121-014-V02	Supervisar operación manejo de gases
		U-0400-3121-015-V02	Supervisar producción de ácido sulfúrico
		U-0400-3121-016-V02	Supervisar tratamiento de ácidos débiles
		U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente



## 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



## 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



## 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



## 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



## 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA



## ÁREAS TRANSVERSALES

## 6. ENTRADA A LA MINERÍA

## 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

## 8. RIGGERS



# 4.

## PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA

Consiste en la disolución electroquímica de ánodos de cobre provenientes del proceso de Fundición, posibilitando que el cobre de máxima pureza se deposite, en forma selectiva, sobre cátodos de cobre. Este proceso se asienta en las características de la electrólisis, que mediante la aplicación de corriente eléctrica permite refinar el cobre anódico y obtener cátodos de cobre de alta pureza (99,99%).

La electrorrefinación se realiza en celdas electrolíticas donde, de forma alternada, se ubican ánodos (provenientes de Fundición) y cátodos (que son planchas muy delgadas de cobre puro previamente elaboradas para el proceso) sobre una solución de sulfato de cobre denominada electrolito. El proceso que permite liberar el cobre anódico hacia cátodos de alta pureza también genera elementos que no se disuelven y que se depositan en el fondo de las celdas, formando lo que se conoce como barro anódico. Éste es tratado en una planta especial para extraer el contenido metálico (generalmente oro, plata, selenio, platino y paladio).

Las actividades de este proceso van desde la fabricación de cátodos iniciales, pasando por la electrorrefinación en celdas y el tratamiento del barro anódico. Tanto los cátodos finales (también llamados “comerciales”), como el barro anódico procesado, son productos despachados directamente desde las refinerías para su comercio.

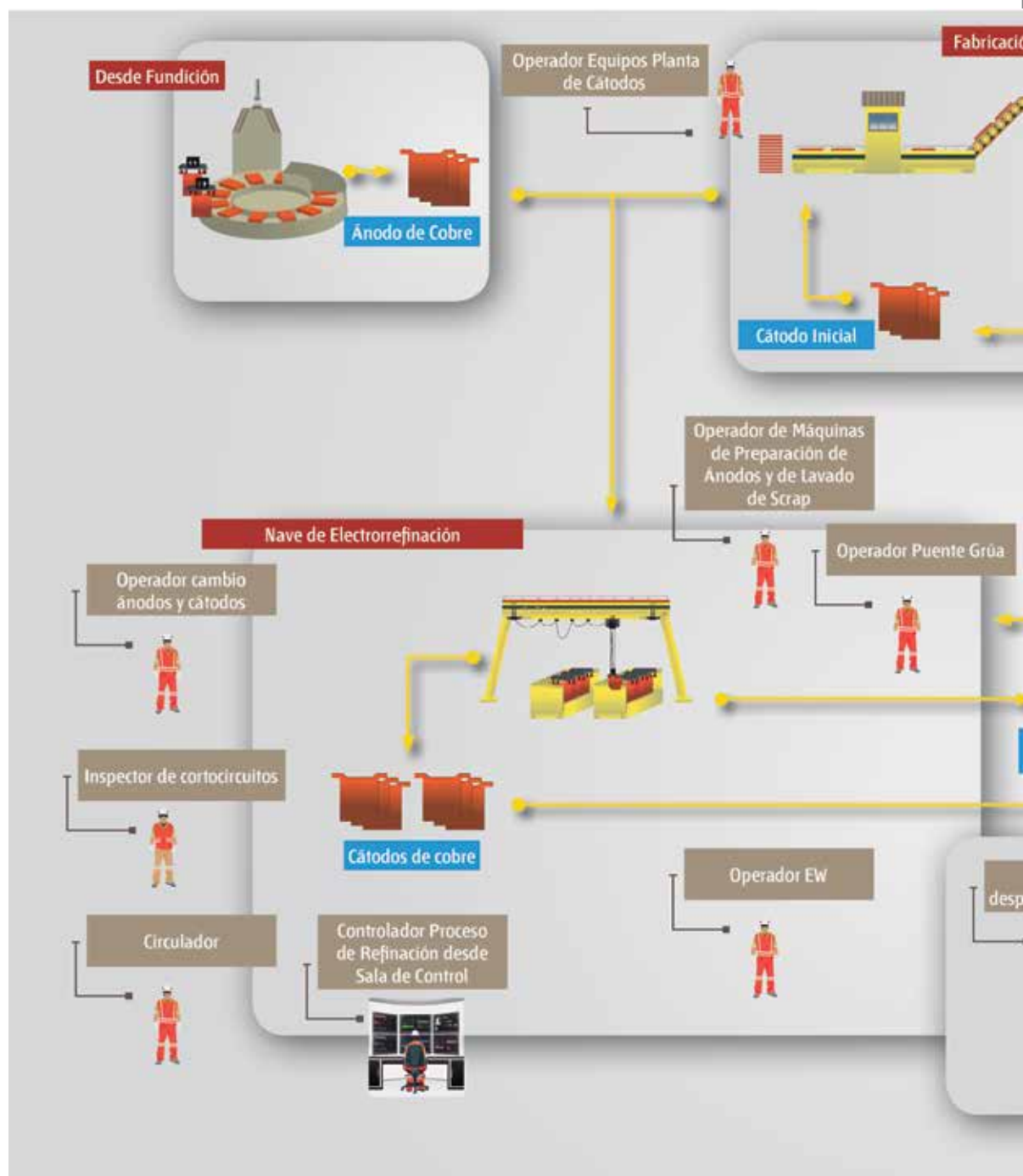
### ► Algunos indicadores principales del desempeño del Proceso (KPIs)\*

- Toneladas de cátodos producidos
- Calidad catódica
- Consumo específico de energía eléctrica
- % de eficiencia de tiempo de renovación
- Disponibilidad y utilización de equipos
- Rendimiento de equipos
- Costos operativos
- Frecuencia y gravedad de accidentabilidad
- Cumplimiento de normativas medioambientales

\* KPI = Key Performance Indicator

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA | MAPA DE PROCESO



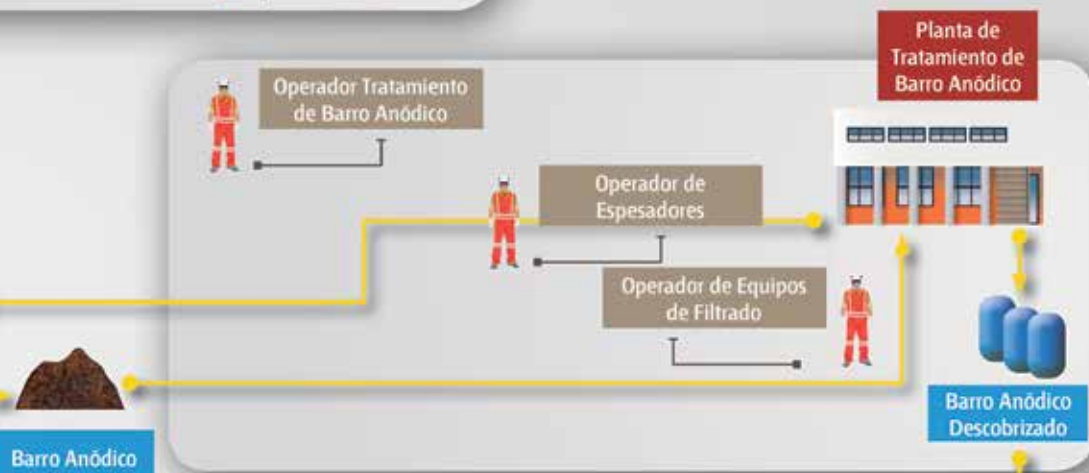
Este diagrama busca ilustrar las principales etapas, equipos y perfiles ocupacionales presentes en el proceso, a fin de facilitar su comprensión por parte de personas que ingresan a la industria minera.



## Producción de cátodos iniciales



Encargado de Operaciones de Refinación Electrolytica

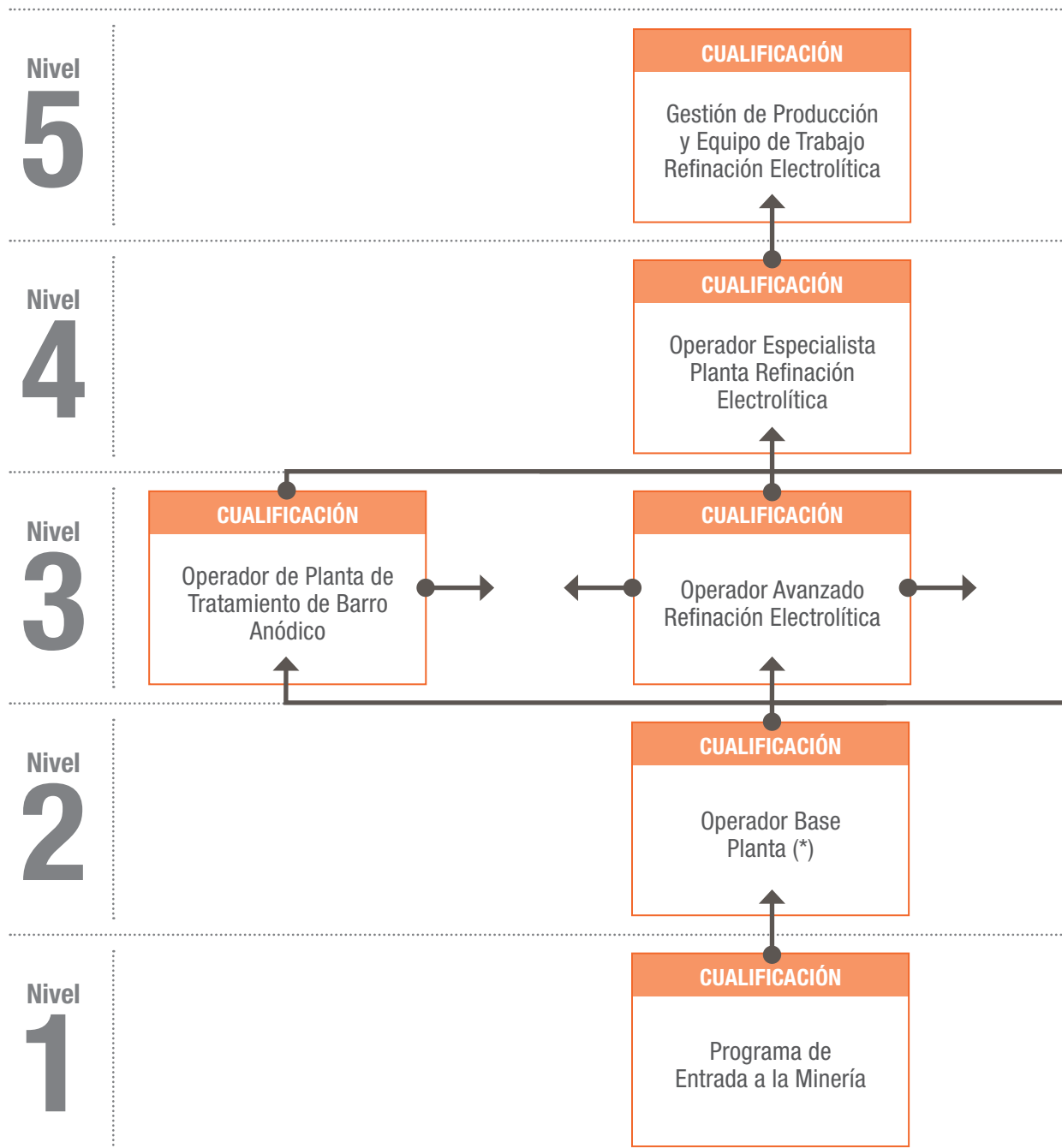


Controlador –  
Pachador de cátodos



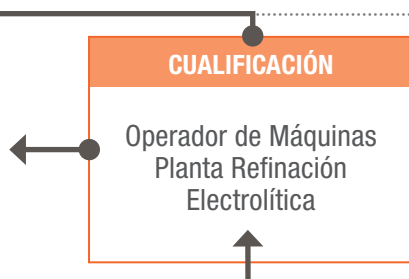
## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA | RUTA DE APRENDIZAJE



► Para mayor detalle sobre el concepto de cualificación consultar el glosario general del cuadernillo introductorio.

► Para más información sobre las cualificaciones de esta ruta de aprendizaje: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)



Esta Ruta de Aprendizaje permite, desde nivel 3, acceso a las Rutas de Proceso Hidrometalurgia (LX-SX-EW), Procesamiento de Concentrado y Procesamiento de Oro y Plata.

(\*) Cualificación presente tanto en las Rutas de Aprendizaje de Procesamiento de Concentrado, Proceso Hidrometalurgia (LX-SX-EW), Proceso de Refinación Electrolítica y Procesamiento de Oro-Plata.

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 2 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
OPERADOR BASE PLANTA PFPCO-2-01/V.2	Operador Base Equipos Flotación P-0400-3133-002-V02	U-0400-3133-005-V03	Recepcionar y manipular reactivos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Equipos Molienda P-0400-8112-013-V02	U-0400-8112-011-V03	Agregar cuerpo molidor
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Puente Grúa (EW) P-0400-8343-001-V02	U-0400-8343-001-V02	Operar puente grúa (ew)
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador EW P-0400-8121-002-V02	U-0400-8121-002-V02	Operar celdas de electroobtención
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base de Terreno Lixiviación P-0400-8112-023-V02	U-0400-8112-032-V03	Operar en terreno proceso de lixiviación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Fundición Oro-Plata P-0729-8112-001-V01	U-0729-8112-001-V01	Operar equipos de cosecha de concentrado en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0729-8112-002-V01	Operar equipos de moldeo en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad.
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

### NIVEL 3 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador de Planta de Tratamiento de Barro Anódico PFREF-3-01/V.1	Operador de Espesadores P-0400-8112-014-V02	U-0400-3133-003-V03	Operar espesadores
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Equipos de Filtrado P-0400-8189-001-V02	U-0400-8189-001-V02	Operar unidades de filtrado a presión
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Tratamiento de Barro Anódico P-0400-8112-061-V01	U-0400-8112-041-V01	Operar proceso de lixiviación de barro anódico de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8112-042-V01	Operar secado, disgregado y despacho de barro anódico de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador de Máquinas Planta Refinación Electrolítica PFREF-3-02/V.1	Operador Equipos Planta Cátodos P-0400-8112-002-V02	U-0400-8112-002-V02	Despegar cátodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Máquinas de Preparación de Ánodos, Lavado de Scrap y Lavado de Cátodos P-0400-8112-062-V01	U-0400-8112-043-V01	Operar máquina preparadora de ánodos de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8112-044-V01	Operar máquina lavadora de scrap de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8112-045-V01	Operar máquina lavadora de cátodos de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Fabricación de Cátodos Iniciales P-0400-8112-063-V01	U-0400-8112-046-V01	Operar máquina cortadora de asas de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8112-047-V01	Operar máquina preparadora de cátodos iniciales de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Avanzado Refinación Electrolítica PFREF-3-03/V.1	Inspector de Cortocircuitos P-0400-7412-001-V02	U-0400-7412-001-V02	Inspeccionar celdas de electroobtención
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Cambios de Ánodos y Cátodos P-0400-8111-001-V02	U-0400-8111-001-V02	Realizar cambio de ánodos y cátodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador - Despachador de Cátodos P-0400-8112-001-V02	U-0400-8112-001-V02	Controlar despacho de cátodos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Circulador P-0400-8131-001-V02	U-0400-8131-001-V02	Monitorear condiciones del electrolito
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 4 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Especialista Planta Refinación Electrolítica PFREF-4-01/V.1	Controlador Proceso de Refinación Electrolítica desde Sala de Control P-0400-3135-003-V01	U-0400-3135-003-V01	Controlar proceso de refinación desde sala de control de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-3135-004-V01	Controlar planta de tratamiento de barro anódico desde sala de control de acuerdo a normativa legal vigente
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

## NIVEL 5 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Refinación Electrolítica PFREF-5-01/V.1	Encargado de Operaciones de Refinación Electrolítica P-0400-3121-033-V01	U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-038-V01	Supervisar proceso de refinación electrolítica de acuerdo a normativa legal vigente



## 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



## 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



## 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



## 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



## 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA



## ÁREAS TRANSVERSALES

## 6. ENTRADA A LA MINERÍA

## 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

## 8. RIGGERS





# 5.

## PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA

El Procesamiento de oro y plata guarda grandes similitudes con los procesos de hidrometalurgia y procesamiento de concentrado de cobre. Sin embargo, su objetivo es extraer el oro y la plata desde la roca, por medio de agentes lixiviantes como el cianuro de sodio y algunos nuevos procesos como la desairación de la solución e incorporación del zinc. Una vez extraídos el oro y la plata de la roca, el concentrado resultante es llevado al proceso de fusión/refinación, donde mediante el uso de hornos de retorte y hornos reverberos, se obtiene el doré (lingotes).

### ► Algunos indicadores principales del desempeño del Proceso (KPIs)\*



#### Conminución del mineral:

- Toneladas de mineral molido
- Granulometría del mineral



#### Lixiviación (agitación) y procesamiento:

- Toneladas de mineral tratadas
- % de recuperación de oro y plata
- Consumo de reactivos



#### Fundición de oro y plata:

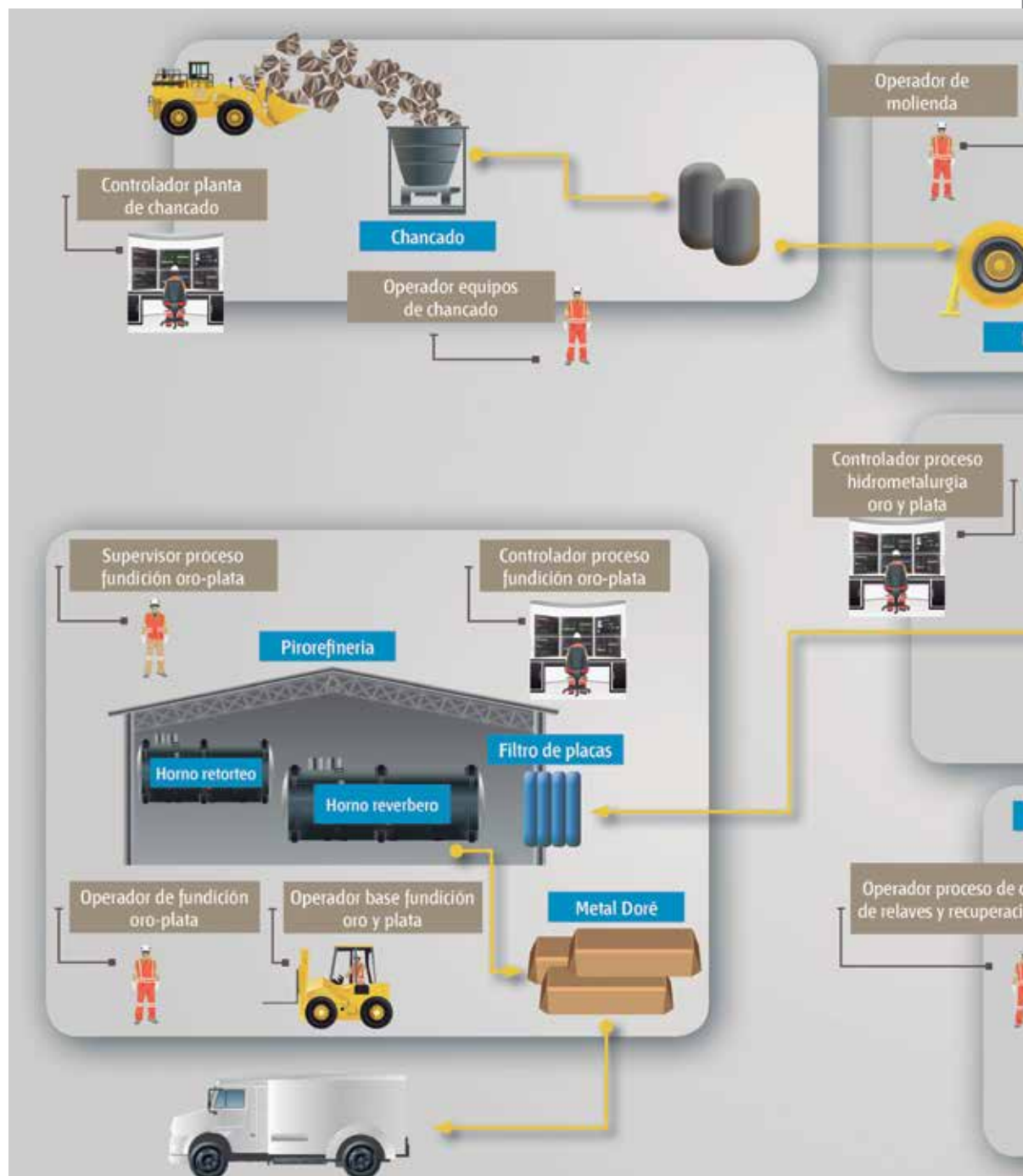
- Kilogramos de producción de metal doré
- Calidad del metal doré

### ► Indicadores de desempeño transversales a los procesos

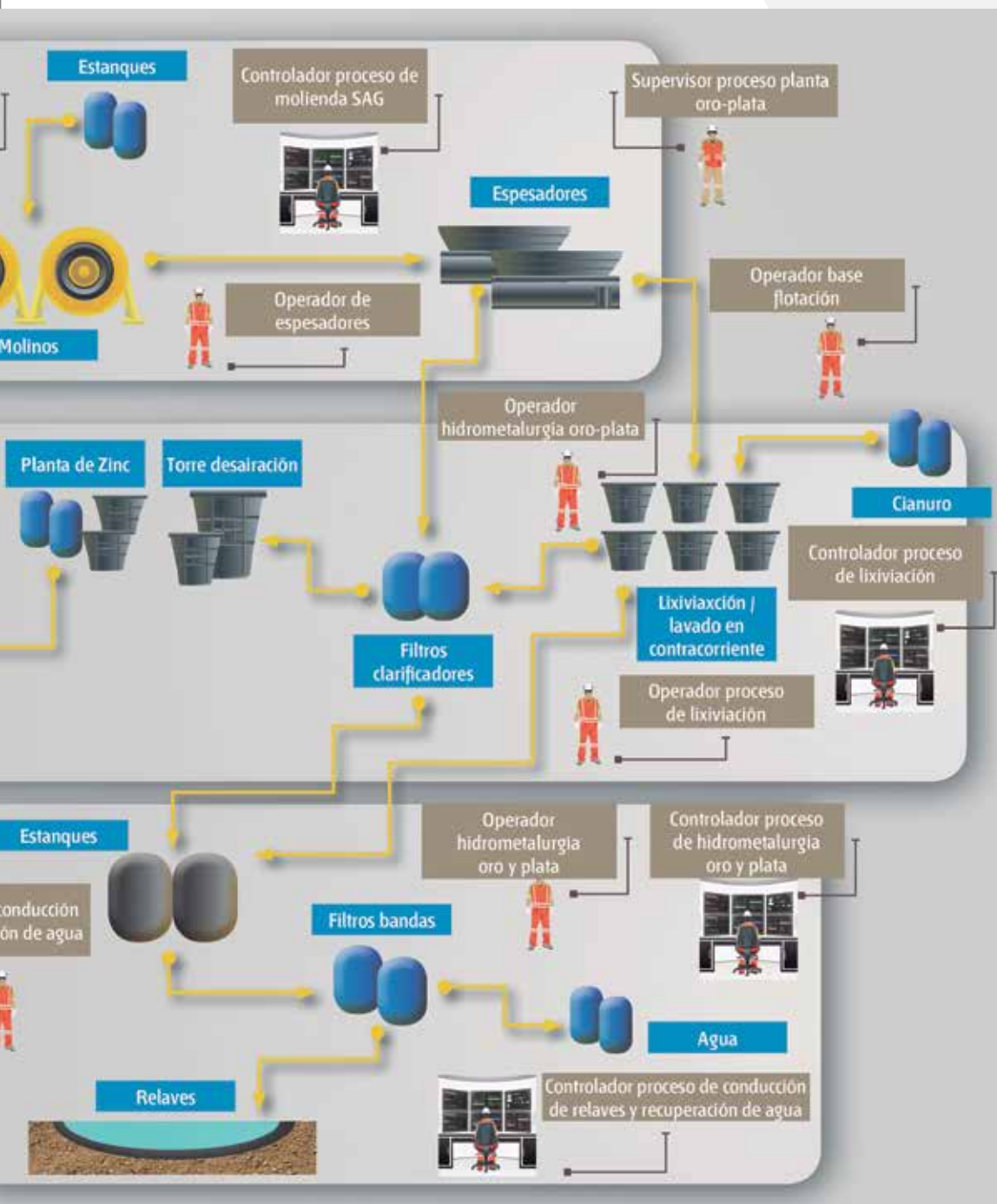
- Disponibilidad y utilización de equipos
- Rendimiento de equipos
- Costos operativos
- Frecuencia y gravedad de accidentabilidad
- Cumplimiento de normativas medioambientales

\* KPI = Key Performance Indicator

► **PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA**  
**5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA** | MAPA DE PROCESO

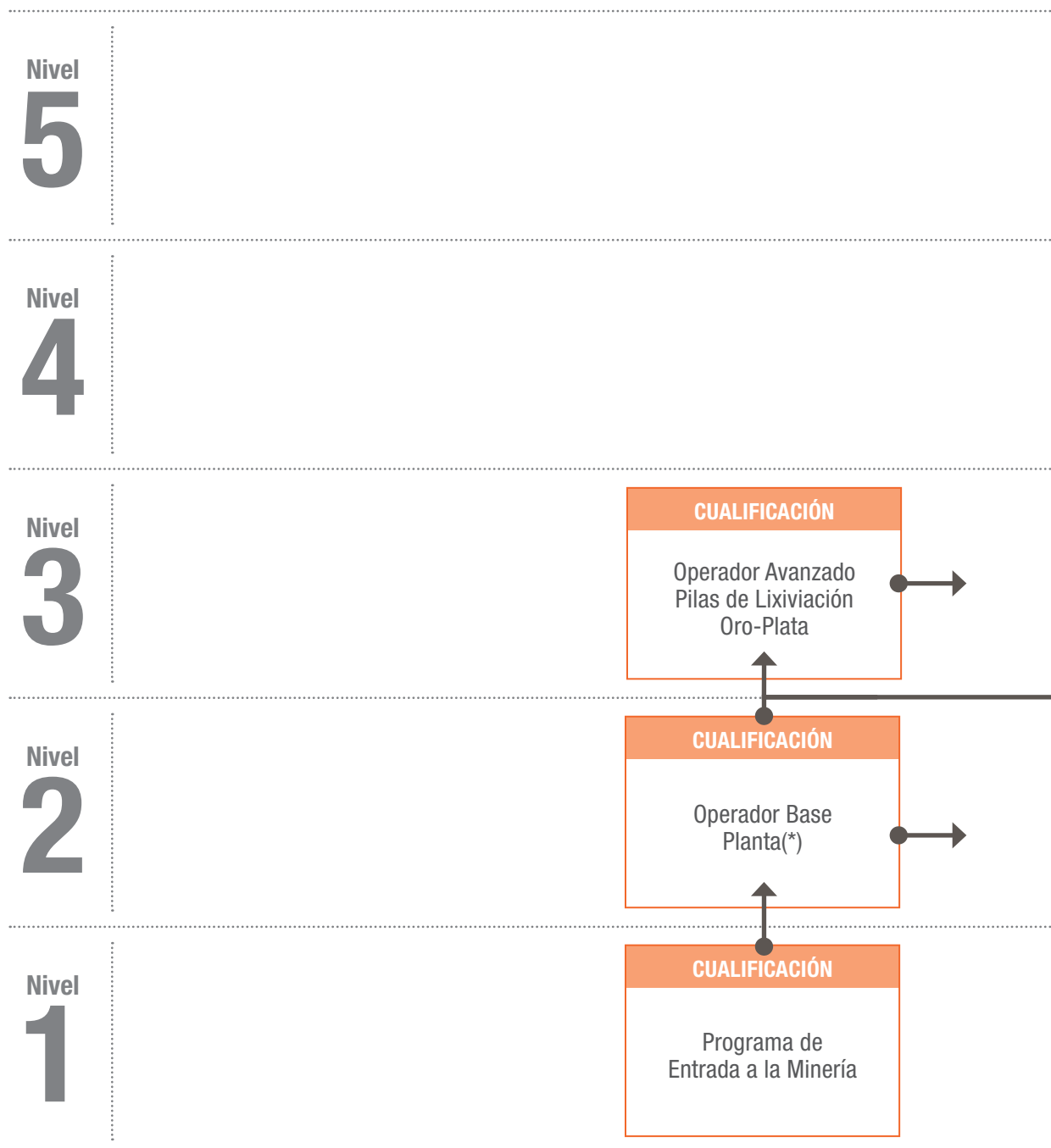


Este diagrama busca ilustrar las principales etapas, equipos y perfiles ocupacionales presentes en el proceso, a fin de facilitar su comprensión por parte de personas que ingresan a la industria minera.



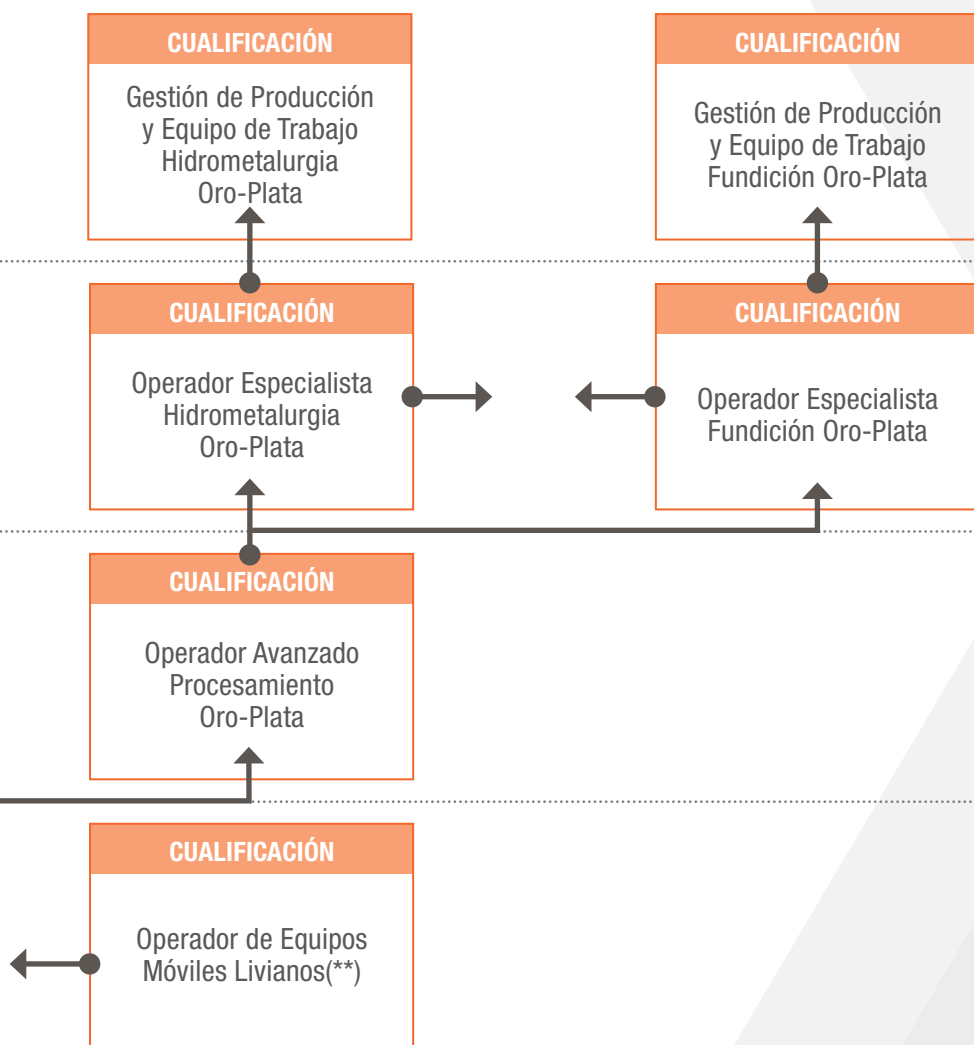
## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA | RUTA DE APRENDIZAJE



► Para mayor detalle sobre el concepto de cualificación consultar el glosario general del cuadernillo introductorio.

► Para más información sobre las cualificaciones de esta ruta de aprendizaje: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)



Esta Ruta de Aprendizaje permite, desde nivel 3, acceso a las Rutas de Proceso Hidrometalurgia (LX-SX-EW), Procesamiento de Concentrado y Proceso de Refinación Electrolítica.

(\*) Cualificación presente tanto en las Rutas de Aprendizaje de Procesamiento de Concentrado, Proceso Hidrometalurgia (LX-SX-EW), Proceso de Refinación Electrolítica y Procesamiento de Oro-Plata.

(\*\*) Cualificación presente tanto en las Rutas de Aprendizaje de Procesamiento de Fundición, como en Procesamiento de Oro-Plata.

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 2 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
OPERADOR BASE PLANTA PFPCO-2-01/V.2	Operador Base Equipos Flotación P-0400-3133-002-V02	U-0400-3133-005-V03	Recepcionar y manipular reactivos
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Equipos Molienda P-0400-8112-013-V02	U-0400-8112-011-V03	Agregar cuerpo molidor
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Puente Grúa (EW) P-0400-8343-001-V02	U-0400-8343-001-V02	Operar puente grúa (ew)
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador EW P-0400-8121-002-V02	U-0400-8121-002-V02	Operar celdas de electroobtención
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base de Terreno Lixiviación P-0400-8112-023-V02	U-0400-8112-032-V03	Operar en terreno proceso de lixiviación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Base Fundición Oro-Plata P-0729-8112-001-V01	U-0729-8112-001-V01	Operar equipos de cosecha de concentrado en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0729-8112-002-V01	Operar equipos de moldeo en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad.
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

### NIVEL 3 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Avanzado Procesamiento Oro-Plata PFPOP-3-01/V.1	Operador de Equipos de Conducción de Relaves, Depositación y Recuperación de Agua P-0400-3132-001-V03	U-0400-3132-001-V03	Operar equipos de conducción de relaves, depositación y recuperación de agua
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Equipos Molienda P-0400-8112-010-V03	U-0400-8112-009-V03	Operar equipos planta molienda SAG
		U-0400-8112-010-V03	Operar equipos planta molienda convencional
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Equipos de Chancado P-0400-8112-012-V03	U-0400-8112-015-V03	Operar equipos planta de chancado
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Espesadores P-0400-8112-014-V02	U-0400-3133-003-V03	Operar espesadores
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador de Remolienda y Clasificación P-0400-8112-015-V02	U-0400-7233-039-V03	Operar equipos de remolienda y clasificación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
		U-0729-8112-003-V01	Operar en terreno unidades de filtrado del procesamiento de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
	Operador Avanzado Hidrometalurgia Oro y Plata P-0729-8112-002-V01	U-0729-8112-004-V01	Operar en terreno equipos de precipitación del procesamiento de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Avanzado Pilas de Lixiviación Oro-Plata PFPOP-3-02/V.1	Operador Equipos Lixiviación P-0400-3133-004-V03	U-0400-3133-009-V03	Apilar material para lixiviación
		U-0400-3133-010-V03	Operar esparcidor
		U-0400-3133-011-V03	Operar rotopala
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Equipos de Chancado P-0400-8112-012-V03	U-0400-8112-015-V03	Operar equipos planta de chancado
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Operador Terreno Lixiviación P-0400-8112-022-V03	U-0400-8112-029-V03	Instalar sistema de irrigación de pilas
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 4 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Operador Especialista Hidrometalurgia Oro-Plata PFPOP-4-01/V.1	Controlador Proceso Molienda Convencional P-0400-8112-008-V03	U-0400-8112-008-V03	Controlar proceso de molienda convencional
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso Molienda SAG P-0400-8112-009-V03	U-0400-8112-007-V03	Controlar proceso de molienda SAG
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Planta de Chancado P-0400-8112-011-V03	U-0400-8112-014-V03	Controlar planta de chancado desde sala de control
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso de Conducción de Relaves y Recuperación de Agua P-0400-8121-004-V03	U-0400-8121-006-V03	Controlar proceso de conducción de relaves y recuperación de H <sub>2</sub> O
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso de Lixiviación P-0400-8121-010-V03	U-0400-8121-018-V03	Controlar proceso de lixiviación
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
Operador Especialista Fundición Oro-Plata PFPOP-4-02/V.1	Controlador Proceso de Hidrometalurgia Oro y Plata P-0729-8112-004-V01	U-0729-8112-007-V01	Controlar unidades de filtrado desde sala de control en procesamiento de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0729-8112-008-V01	Controlar equipos de precipitación desde sala de control en procesamiento de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad
	Controlador Proceso de Fundición Oro y Plata P-0729-8112-005-V01	U-0729-8112-009-V01	Controlar cosecha y secado de precipitado en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas de seguridad
		U-0729-8112-010-V01	Controlar proceso de fundición de metal doré de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad



## NIVEL 5 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Hidrometalurgia Oro-Plata PFPOP-5-01/V.1	Supervisor Proceso de Planta Oro y Plata P-0729-3135-001-V02	U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0729-3135-001-V01	Supervisar operación de planta de procesamiento de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad
Gestión de Producción y Equipo de Trabajo Fundición Oro-Plata PFPOP-5-02/V.1	Supervisor Proceso de Fundición Oro y Plata P-0729-3135-002-V02	U-0400-3121-033-V01	Gestionar a las personas del equipo de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-034-V01	Gestionar los riesgos del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0400-3121-035-V01	Gestionar los resultados operacionales del área de trabajo de acuerdo a la normativa legal vigente
		U-0729-3135-002-V01	Supervisar producción de metal doré en fundición de oro-plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad



## 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



## 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



## 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



## 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



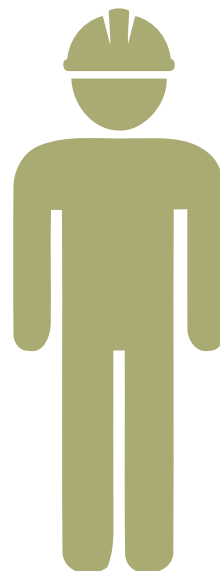
## 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA

## ÁREAS TRANSVERSALES

## 6. ENTRADA A LA MINERÍA

## 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

## 8. RIGGERS



# 6.

## ENTRADA A LA MINERÍA

El MCM considera un nivel 1 de entrada a la minería, que es común a todos los procesos y rutas definidas. Este nivel no busca desarrollar oficios requeridos en la industria, sino preparar las bases necesarias para la incorporación de nuevos trabajadores al sector. Las competencias definidas aquí tienen su origen en el catálogo de la industria minera australiana para el nivel 1 y pueden ser consultadas en la cualificación de este nivel, denominada “Certificate I in Resources and Infrastructure Operations” (Código RII01109, disponible en [www.training.gov.au](http://www.training.gov.au)).

Complementariamente fueron consideradas las competencias de empleabilidad del Programa Preparado, de Innovum Fundación Chile, que agrupa a aquellas necesarias para insertarse, mantenerse y desarrollarse en el ámbito laboral.

El CCM ha desarrollado un Paquete para Entrenamiento que considera módulos de formación para cada una de las 9 competencias definidas para este nivel del MCM, el que puede ser consultado y descargado desde nuestra web: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)

## Competencias definidas:



### **1. Trabajar con seguridad**

Identificar condiciones  
de seguridad



Resguardar condiciones  
de seguridad



### **2. Medir y calcular con exactitud**

Planificar y preparar el trabajo  
de medición



Realizar diferentes tipos de  
mediciones para determinar  
la magnitud de un objeto



### **3. Identificar el uso adecuado de herramientas y equipos**

Identificar las herramientas y  
equipos que se requieren para  
llevar a cabo el trabajo



Utilizar las herramientas y  
equipos de manera segura, según  
se indica en los procedimientos  
de seguridad establecidos



### **4. Aplicar buenas prácticas medioambientales**

Distinguir las operaciones  
mineras y sus efectos  
ambientales



Reconocer el marco  
medioambiental legal vigente  
de la actividad minera



### **5. Identificar procedimientos de emergencias y primeros auxilios**

Identificar procedimientos básicos de toda emergencia

- Identificar procedimientos de primeros auxilios básicos



### **6. Organizar el trabajo diario**

Preparar el trabajo para la realización de una tarea

- Realizar las tareas encomendadas, considerando la contingencia



### **7. Actuar con compromiso y responsabilidad**

Identificar características personales para el trabajo

- Enfrentar desafíos en el mundo del trabajo



### **8. Comunicarse efectivamente en el lugar de trabajo**

Comunicar adecuadamente en forma oral y escrita

- Ejecutar tareas utilizando medios de comunicación establecidos por la industria de la minería



### **9. Trabajar colaborativamente con los miembros del equipo**

Contribuir al logro de las actividades del equipo de trabajo

- Tratar en forma efectiva los problemas y conflictos del equipo de trabajo



# 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



# 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



# 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



# 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



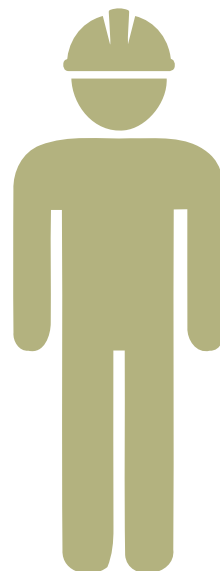
# 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA

## ÁREAS TRANSVERSALES

# 6. ENTRADA A LA MINERÍA

# 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

# 8. RIGGERS



# 7.

## INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

Los instructores tienen un rol relevante en cualquier proceso de entrenamiento, y por tanto, en toda estrategia que busque asegurar altos estándares de calidad en el capital humano de la industria. Su rol guarda relación con el diseño, la implementación y la evaluación de programas formativos.

Los instructores deben facilitar el aprendizaje activo de los participantes, aprovechando sus experiencias y generando las condiciones necesarias para el desarrollo de nuevas competencias alineadas a los resultados de aprendizaje de cada programa de formación.

En este contexto, presentamos a continuación los Perfiles Ocupacionales, Rutas de Aprendizaje y Programas de Formación, correspondientes a Tutor, Instructor e Instructor Senior.

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA | RUTA DE APRENDIZAJE



A partir de cualificaciones de nivel 2 logradas en otras rutas de aprendizaje y/o el desarrollo demostrable de competencias asociadas a estas cualificaciones del MCM, el operador y/o mantenedor puede optar a la especialización en programas de la ruta de aprendizaje de instructores.

► Para más información sobre las cualificaciones de esta ruta de aprendizaje: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)



## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 3 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Tutores PFINST-3-01/V.1	Tutor P-8549-2359-003-V01	U-8549-2359-011-V01	Evaluar proceso de formación del participante
		U-8549-2359-012-V01	Realizar actividades de formación en el lugar de trabajo
		U-8549-2359-013-V01	Registrar información sobre la formación del participante

#### NIVEL 4 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Instructores PFINST-4-01/V.1	Instructor P-8549-2359-004-V01	U-8549-2359-014-V01	Planificar, organizar y facilitar el aprendizaje grupal
		U-8549-2359-015-V01	Evaluar competencias adquiridas en el proceso de formación
		U-8549-2359-016-V01	Registrar y mantener información sobre el proceso de formación

#### NIVEL 5 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Instructores Senior PFINST-5-01/V.1	Instructor Senior P-8549-2359-005-V01	U-8549-2359-017-V01	Analizar requerimientos de formación
		U-8549-2359-018-V01	Elaborar y desarrollar estrategias y recursos de aprendizaje
		U-8549-2359-019-V01	Elaborar y desarrollar herramientas de evaluación



## 1. PROCESAMIENTO DE ÓXIDOS DE COBRE: HIDROMETALURGIA (LX-SX-EW)



## 2. PROCESAMIENTO DE SULFUROS DE COBRE: PROCESO DE CONCENTRADO



## 3. PROCESO DE FUNDICIÓN



## 4. PROCESO DE REFINACIÓN ELECTROLÍTICA



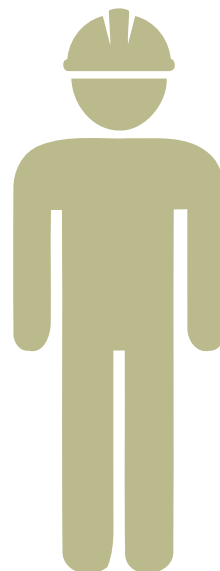
## 5. PROCESAMIENTO DE ORO Y PLATA

## ÁREAS TRANSVERSALES

## 6. ENTRADA A LA MINERÍA

## 7. INSTRUCTORES PARA LA INDUSTRIA

## 8. RIGGERS



## 8. RIGGERS

En el sector minero, así como en otras industrias del país, se identifican roles de alta relevancia y transversalidad. Uno de estos roles corresponde al Rigger, cuyas funciones están relacionadas con la preparación, guía y/o supervisión en actividades de traslado, posicionamiento, montaje y desmontaje de cargas y/o componentes de equipos, maquinarias o instalaciones.

Entre las labores del Rigger están planificar la maniobra, preparar la carga, guiar al operador del equipo de levante, coordinar al equipo de trabajo involucrado en la actividad y supervisar el área de la maniobra.

Estas actividades involucran en general alto riesgo y requieren de gran precisión; pueden implicar el trabajo con uno o más operadores de equipos de levante, trabajo con cargas simétricas y/o asimétricas de distintas dimensiones, la ejecución de maniobras con dominio visual total o parcial, o bajo distintas condiciones climáticas, entre otros.

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 8. RIGGERS | RUTA DE APRENDIZAJE



► Para más información sobre las cualificaciones de esta ruta de aprendizaje: [www.ccm.cl](http://www.ccm.cl)

## ► PROCESAMIENTO DE COBRE, ORO Y PLATA

### 8. RIGGERS | DETALLE DE CUALIFICACIONES

#### NIVEL 3 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Rigger Baja PFRIG-3-01/V.1	Rigger en Baja	—	Preparar maniobras de traslado y posicionamiento de cargas, de acuerdo a permiso de levante, especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.
		—	Guiar maniobras de traslado y posicionamiento de cargas, de acuerdo a permiso de levante, especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

#### NIVEL 4 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Rigger Media PFRIG-4-01/V.1	Rigger en Media	—	Controlar la preparación de maniobras de desplazamiento, posicionamiento, montaje y/o desmontaje de cargas, de acuerdo a permiso de levante, planes rigging, especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.
		—	Conducir maniobras de traslado, posicionamiento, montaje y/o desmontaje de cargas, de acuerdo a permiso de levante, planes rigging, normas específicas del proyecto y normativa legal vigente.
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

#### NIVEL 5 | MARCO DE CUALIFICACIONES PARA LA MINERÍA

Cualificación	Perfil Ocupacional	Código UCL	Unidad de Competencia Laboral
Rigger Alta PFRIG-5-01/V.1	Rigger en Alta	—	Dirigir la preparación de maniobras de traslado, posicionamiento, volteo, montaje y/o desmontaje en altura, de piezas simétricas o asimétricas, de acuerdo a planes rigging o planes especiales de levante, especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.
		—	Dirigir maniobras de traslado, posicionamiento, volteo, montaje y/o desmontaje en altura, de piezas simétricas o asimétricas, de acuerdo a planes rigging o planes especiales de levante, especificaciones técnicas del proyecto y normativa vigente.
		U-0400-8111-032-V02	Trabajar con seguridad

Los códigos de los perfiles ocupacionales y unidades de competencias laborales de Riggers, se encuentran en etapa de definición por parte de la Comisión Sistema Nacional de Certificación de Competencias Laborales – ChileValora.

