

EVALUACIÓN ECONÓMICA PRELIMINAR NI 43-101 DE PROYECTOS MINEROS EN CHILE

Eduardo Andres Yung Moraga, Ingeniero Civil Industrial en Minas y en Mecánica

Diciembre 2025

Introducción y motivación

- Contexto de los proyectos mineros en Chile (2024-2025)
 - Gran minería envejecida, necesidad de nuevos proyectos
 - Minería chilena: 20% del PIB, 60% exportaciones (50% en cobre), 30-40% inversión extranjera
 - Inversión en exploración: 795 MUS\$ en exploración (4° mundial) 637 MMUS\$ en cobre (Codelco 78%)
 - Existen 76 compañías exploradoras/desarrolladoras (50% sin movimiento presupuestario)
 - Migración de capitales mineros a Argentina y proteccionismo de USA, Canadá y Australia
- Contexto internacional (minerales críticos)
 - Alta demanda por las nuevas tecnologías y conflictos geo-políticos
- Experiencia del autor
 - **Un Estudio Económico Preliminar (*PEA*) adecuadamente realizado permite reducir riesgos técnicos, atraer financiamiento, generar confianza al mercado para dar continuidad a las etapas siguientes de *PFS/FS/Construcción/Operación***

Objetivos

General:

- Metodología para desarrollar la **evaluación económica preliminar (PEA)** de proyectos mineros bajo **normas internacionales**

Específicos:

- Considerar las condiciones del mercado minero chileno
- Identificar riesgos en forma oportuna
- Optimización del tiempo

Alcance

- Proyectos mineros de cobre en etapas tempranas en manos compañías desarrolladoras (*juniors*) en Chile

Ciclo de vida de un proyecto minero



Marco teórico (definiciones principales)

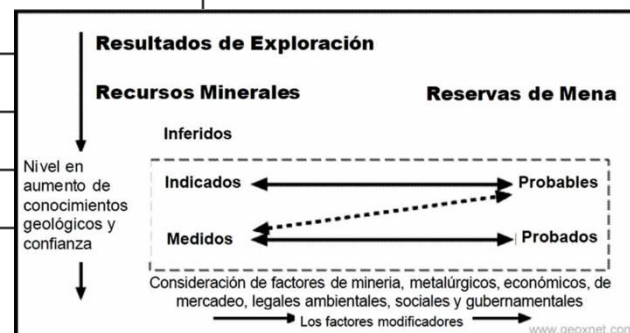


- Evaluación económica preliminar (*PEA*)

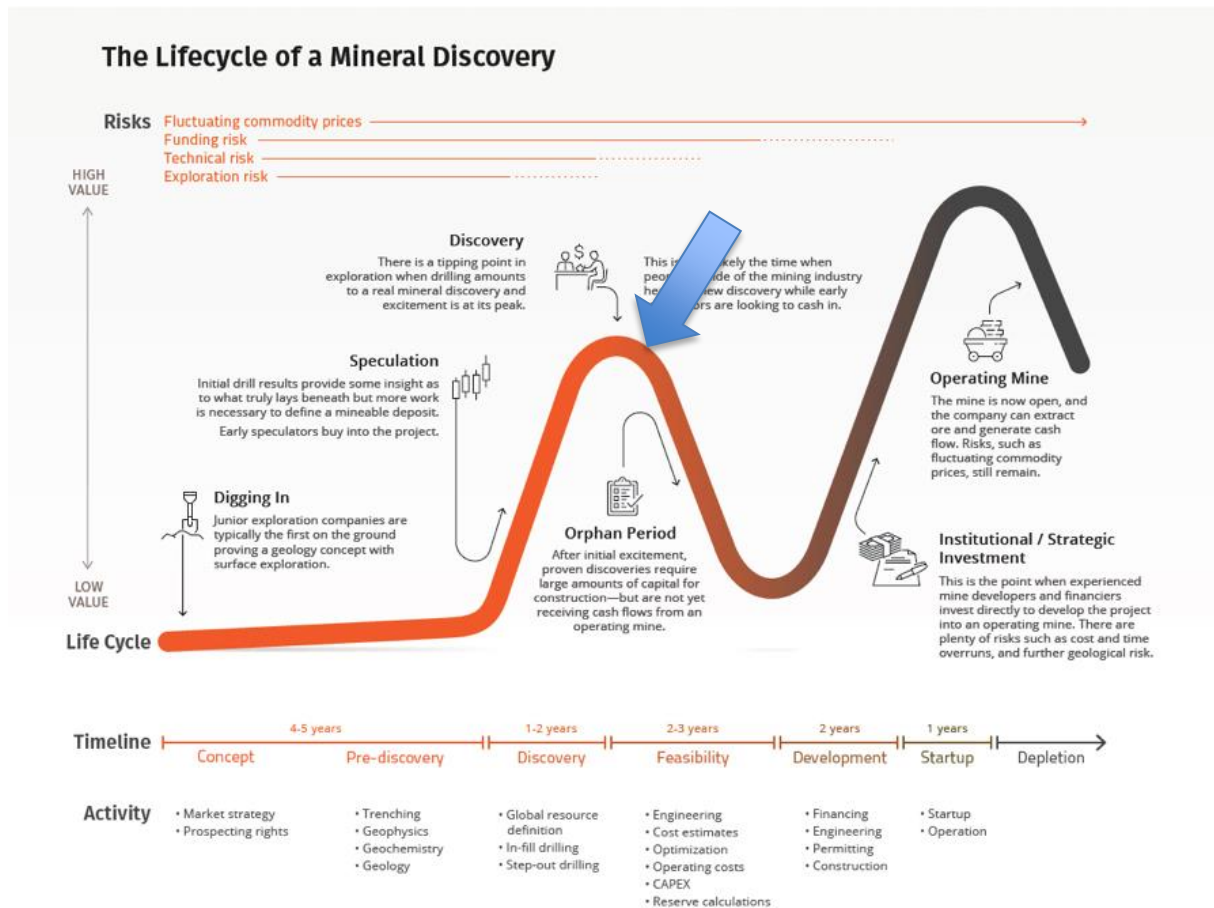
- Marco normativo: NI 43-101

Estudios técnico-económicos

Criterio	PEA	PFS	FS
Concepto	"lo que podría ser"	"lo que debiese ser"	"lo que será"
Costos (Precisión)	+/-50%	+/-25%	+/-15%
Nivel de Ingeniería	<1%	1-5%	5-25%
Estimación mineral (input)	M+I+I	M+I	M+I
Estimación mineral (output)	M+I+I	P	P+P
HH's	2.000-20.000	40.000-80.000	120.000-300.000
Geología	30%		
Ing Minas+Procesos	35%		
Metalurgia	10%		
Geotécnia	5%		
Inversión [us\$MM]	0,5 - 2,0	5,0-15,0	15,0-35,0+
Geología	30-35%		
Ing Minas+Procesos	15%		
Metalurgia	15%		
Geotécnia	10%		



PEA en la curva de *Lassonde*



Proyección de la curva de *Lassonde* en la evolución del valor de mercado de una compañía



PEA's emitidos en el mundo desde el 2023

Compañía / Proyecto	País / Región	Año / Fecha	Tipo de Estudio	Status
ESGold – Montauban	Canadá	2023	PEA NI 43-101	PEA
Integra Resources – Wildcat & Mountain View	EE.UU.	2023	Maiden PEA + TR NI 43-101	PFS
Minera Alamos – Cerro de Oro	México	2023	PEA NI 43-101	Const
New Age Metals – River Valley	Canadá	2023	PEA	PEA
Northern Dynasty – Pebble	EE.UU.	2023	Independent PEA	PEA
Freeman Gold – Lemhi	EE.UU.	2023	Maiden PEA + TR NI 43-101	Detenido
Patriot Battery Metals – Shaakichuwaan	Canadá	2024	PEA litio	PFS
Thesis Gold – Lawyers-Ranch	Canadá	2024	Updated PEA	PFS
Cerrado Gold – Minera Don Nicolás	Argentina	2024	PEA + MRE NI 43-101	Oper
Bravo Mining – Luanga	Brasil	2025	PEA PGM–Au–Ni	PEA
NOA Lithium – Río Grande	Argentina	2025	PEA litio salmuera	PFS

Marco teórico

- PEA (evaluación técnico-económica inicial)

- Norma internacional: NI 43-101 (divulgación de información técnica sobre proyectos mineros)

Normas Internacionales

Norma / Código	País / Región	Clasificación Estándar	Obligatorio / Voluntario	Competent Person / QP	Notas Relevantes
NI 43-101	Canadá	Recursos Inferred, Indicated; Reservas Probable, Proven	Obligatorio para compañías listadas en Canadá	Qualified Person (QP)	Requiere documento técnico (Technical Report) según CIM; uno de los estándares más estrictos.
JORC Code	Australia / Nueva Zelanda	Inferred, Indicated, Measured; Probable, Proved	Obligatorio para compañías listadas en ASX	Competent Person (CP)	Base del sistema CRIRSCO; muy usado globalmente.
PERC Reporting Code	Europa (UE + Reino Unido)	Igual a CRIRSCO	Voluntario pero requerido por varias bolsas europeas	Competent Person	Alineado 100% a CRIRSCO.
SAMREC Code	Sudáfrica	Igual a CRIRSCO	Obligatorio para compañías listadas en JSE	Competent Person	Relevante para oro, platino y diamantes.
SEC S-K 1300	Estados Unidos	Recursos: Inferred, Indicated, Measured; Reservas: Probable, Proven	Obligatorio para compañías listadas en NYSE/Nasdaq (desde 2021)	Qualified Person (QP)	Muy similar a CRIRSCO; reemplaza Industry Guide 7.
CIM Definition Standards	Canadá	Base técnica para NI 43-101	Obligatorio para empresas en Canadá	QP	Estándar de definiciones más usado en el mundo.
CRIRSCO Template	Global	Marco común de clasificación	Voluntario (marco de referencia)	CP / QP	Plantilla que armoniza JORC, NI 43-101, PERC, SAMREC, etc.
GKZ / Russian System	Rusia	A, B, C1, C2 (recursos); BAL/Probables (reservas)	Obligatorio en Rusia	Comisión estatal	Sistema más geológico-detallista; no CRIRSCO.
Chinese Standard for Mineral Resources (GB/T)	China	332, 333, 334 (resources) / 111, 121, 122 (reserves)	Obligatorio en China	Persona Calificada (varía)	No alineado directamente a CRIRSCO, pero en convergencia.

Propiedad legal

Criterios diseño proceso

N/A (reservas)

Plan minero (*mineables*)
y diseño mina

Diseño del proceso

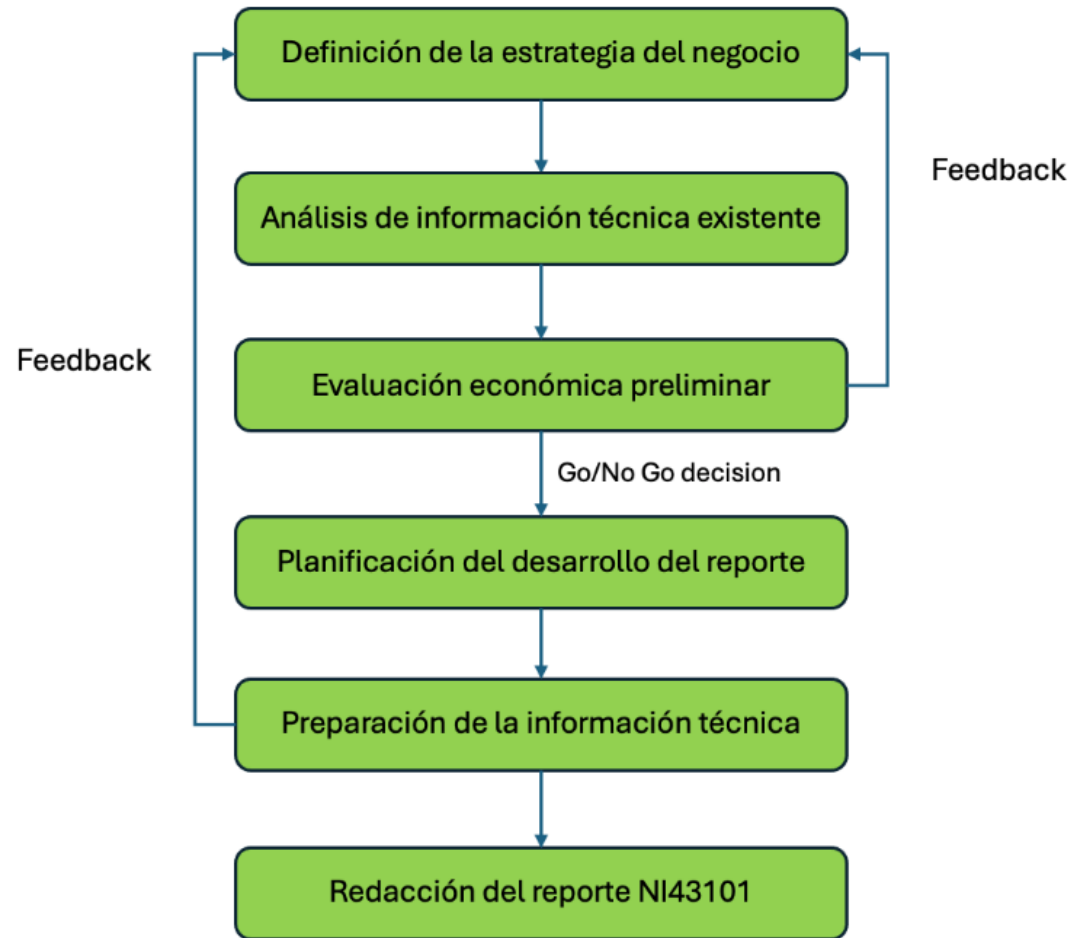
NI 43-101 Table of Contents	
1	Summary
2	Introduction
3	Reliance on Other Experts
4	Property Description and Location
5	Accessibility, Climate, Local Resources, Infrastructure and Physiography
6	History
7	Geological Setting and Mineralization
8	Deposit Types
9	Exploration
10	Drilling
11	Sample Preparation, Analyses and Security
12	Data Verification
13	Mineral Processing and Metallurgical Testing
14	Mineral Resource Estimates
15	Mineral Reserve Estimates
16	Mining Methods
17	Recovery Methods
18	Project Infrastructure
19	Market Studies and Contracts
20	Environmental Studies, Permitting and Social or Community Impact
21	Capital and Operating Costs
22	Economic Analysis
23	Adjacent Properties
24	Other Relevant Data and Information
25	Interpretation and Conclusions
26	Recommendations
27	References

Capítulos
geología

Capítulos
transversales

Metodología

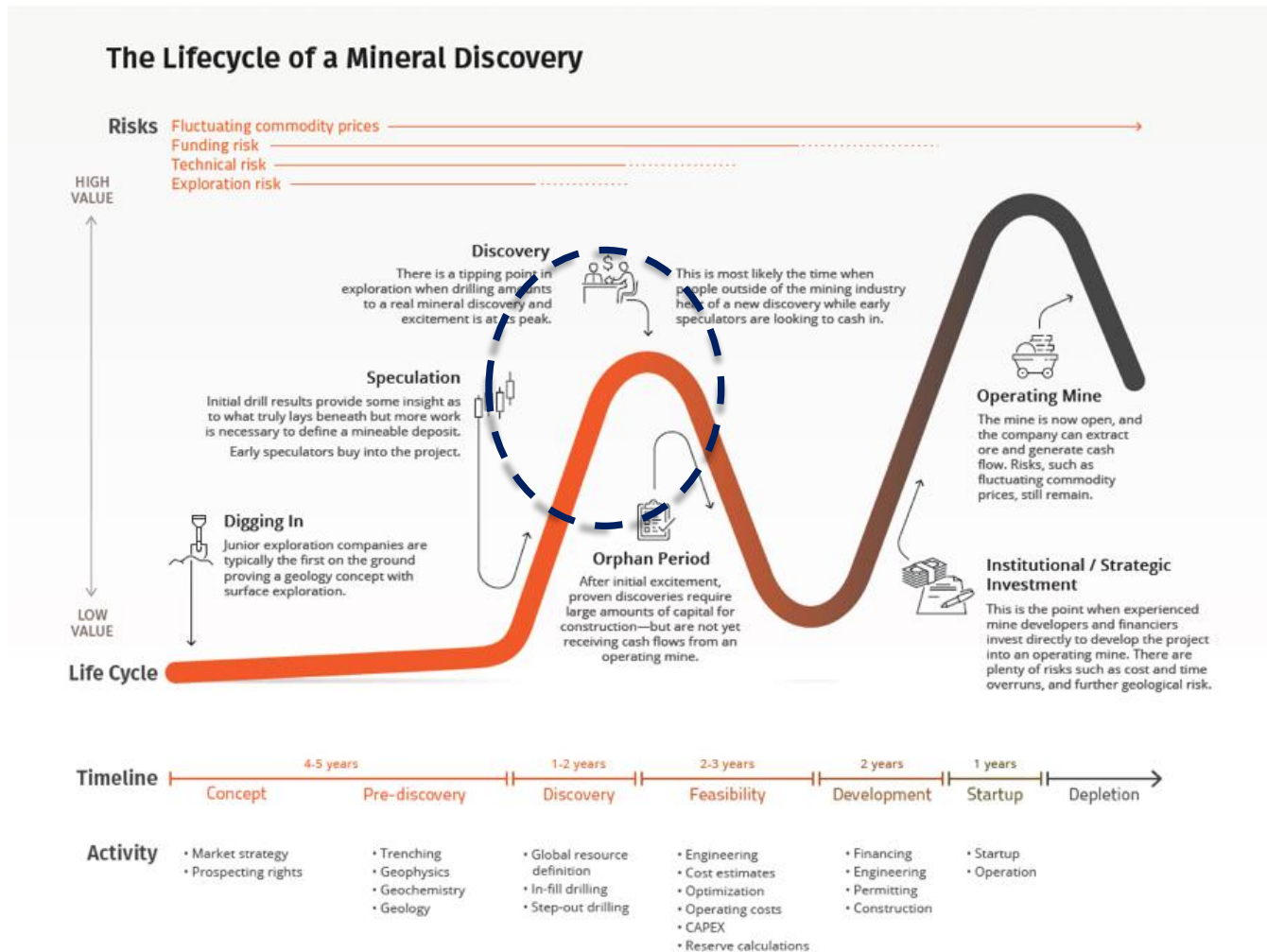
- Retroalimenta la estrategia del negocio
- Identifica riesgos preliminarmente
- Identifica la información requerida
- Planifica y programa con el objetivo de optimizar el tiempo



Análisis por etapa y sus resultados



Etapa 1 – Determinación de la estrategia del negocio



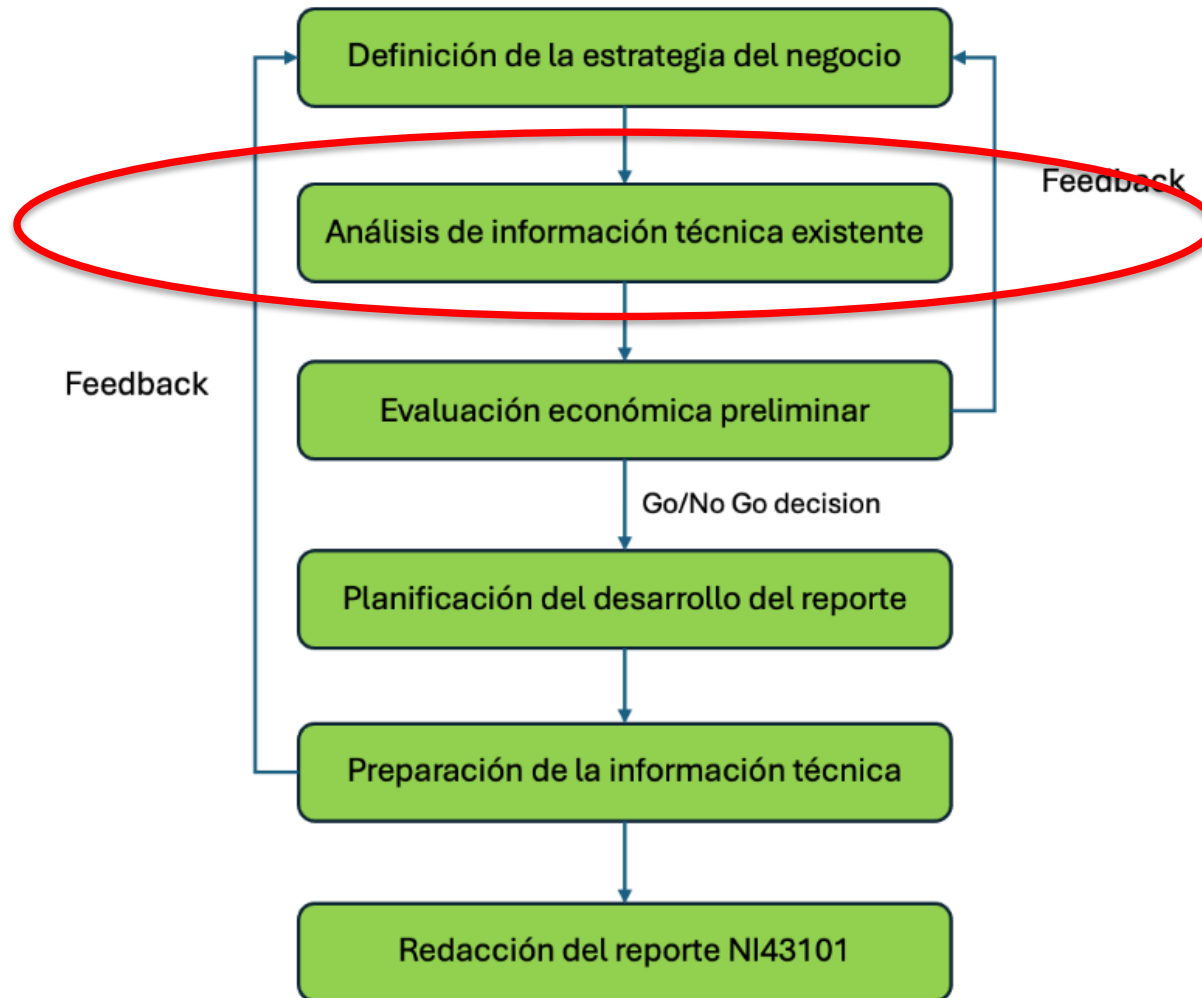
Etapa 1 – Estrategia del negocio

Estrategias operacionales empresas Juniors (benchmark internacional)						
Chile	Canadá	Australia	Perú	Mexico	EEUU	Sudáfrica
Consolidación de propiedades	PEA rápido	IPO temprana en ASX	Licencia social clave	Reapertura minas históricas	Brownfields para reactivar operaciones	JV's con majors
Línea base temprana	NI 43101	Bootstrapping con pequeña minería	Vínculo comunitario temprano	Plata+Oro	Minerales críticos (Cobalto, tungsteno, REE)	Estudios geológicos avanzados
Cobre-oro	Exploración remota	Exploración agresiva	Oro epitermal en alta montaña			
		Litio, REE y otros				

Decisiones y supuestos claves

Aspecto	Decisiones/Supuestos
Estrategia del negocio	vender vs operar
Propiedad	compra directa vs opción
Nivel de recursos	% Inferidos vs % Medidos+Indicados
Caso base del proyecto	óxidos vs sulfuros de cobre
Momento del PEA	precio, impuestos, normativas, acceso a financiamiento
Otros	legal-ambiental y comunidades
Normativa internacional	Utilizar? NI 43 101 vs Jorc
Profesionales para el equipo	Internalizar vs externalizar

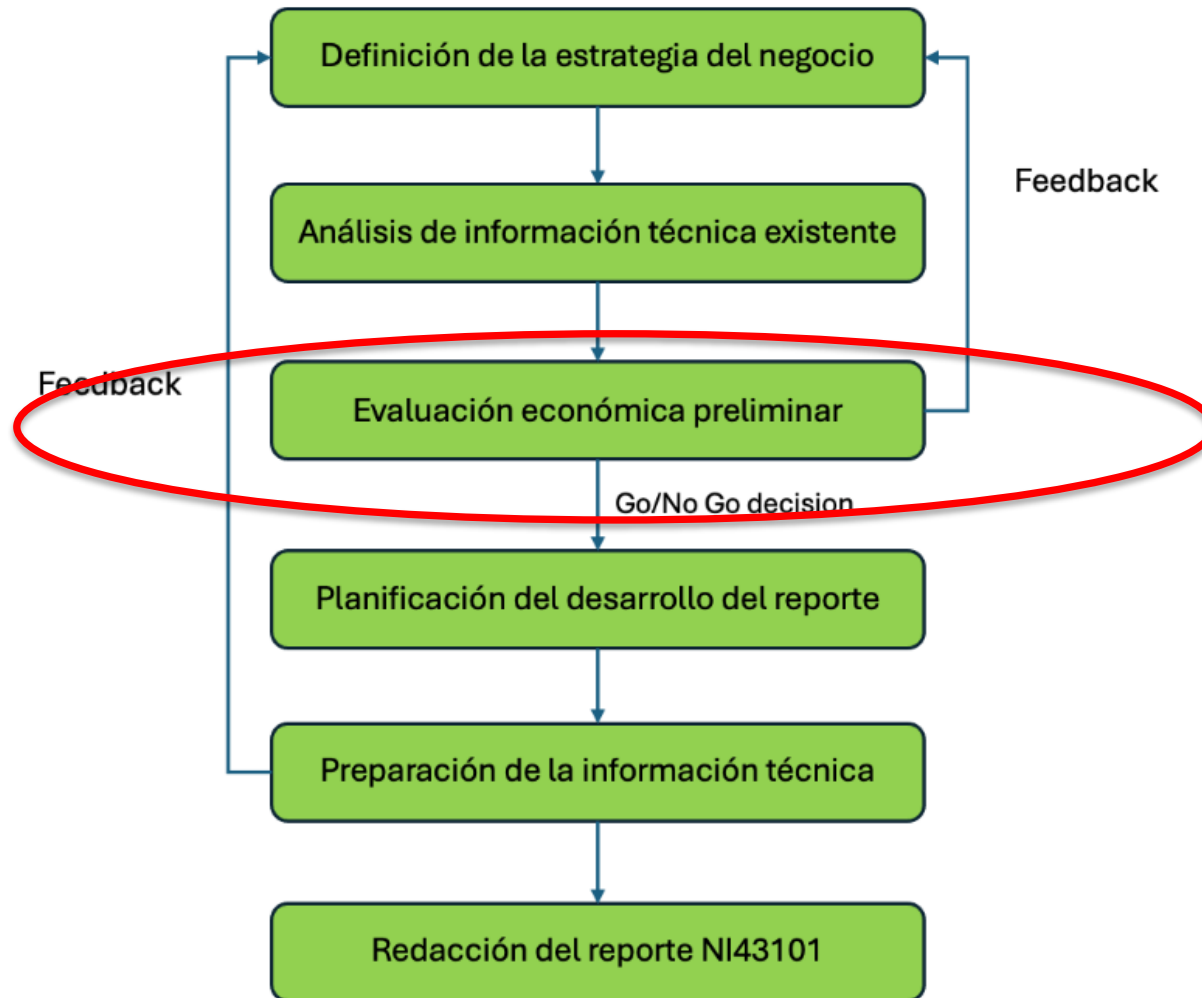
Metodología



Etapa 2 – Análisis de información existente

Aspecto	Detalle	Decisiones/Supuestos
Geología	Modelo de bloques y recursos, campaña de condenación	Alcances de los estudios, análisis de riesgos preliminares, benchmarking
Geotecnia	Estabilidades físicas	
Metalurgia/Geo-metalurgia	Modelos	
Medioambiente	Línea base mina-planta	
Legal	Propiedad, opciones	

Metodología

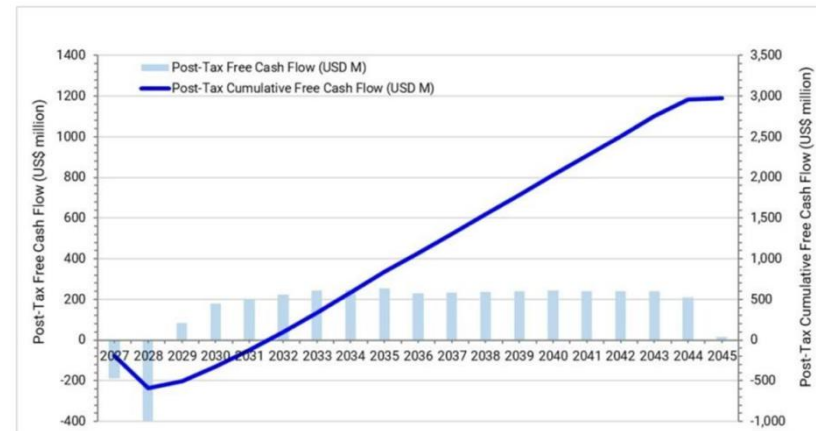


Etapa 3 – Análisis preliminar interno

AÑOS	COG	Mineral Atac		Mineral Cris		Mineral Sulf		Mineral MIX		Mineral other Ox	
		Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT
1	0,5	38.905.418	1,84	56.927.826	1,44	18.231.957	0,603	-	2,89	6.620	0,961
2	0,7	58.953.197	1,87	34.229.885	1,36	12.557.471	0,802	14.616	2,52	-	-
3	0,7	67.207.266	1,84	16.214.158	1,46	8.053.540	0,856	266.150	2,36	-	-
4	0,7	61.022.562	1,81	5.162.507	1,49	5.290.627	0,855	1.258.941	2,87	-	-
TOTAL		226.088.444	1,84	112.534.376	1,42	44.133.594	0,74	1.539.707	2,777	6.620	0,961



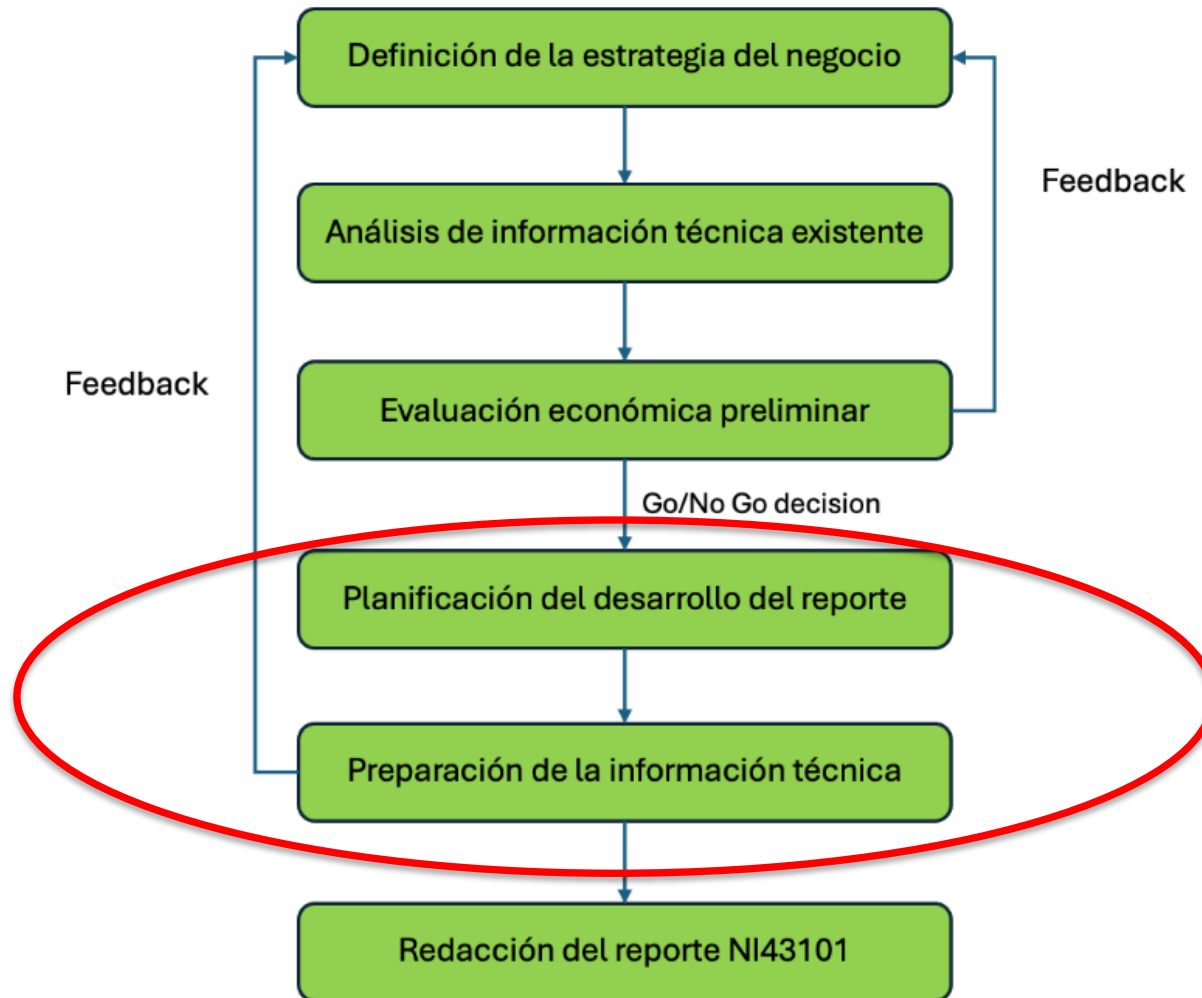
AÑOS	COG	Mineral LEACH		STOCK		ROM		LASTRE	Total Material	REM s/ROM	FINOS
		Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT	Ton			TON
1	0,5	114.071.821	1,45	69.962	0,56	109.225	0,20	691.638	114.942.647	0,01	2.453
2	0,7	105.755.169	1,58	19.376	0,59	688	0,23	126.249	105.901.481	0,00	1.091
3	0,7	91.741.114	1,69	-	-	-	-	-	91.741.114	-	-
4	0,7	72.734.637	1,74	-	-	-	-	-	72.734.637	-	-
TOTAL		384.302.741	1,60	89.337	0,57	109.913	0,20	817.888	385.319.879	0,00	3.544



Decisiones y supuestos claves a enfrentar

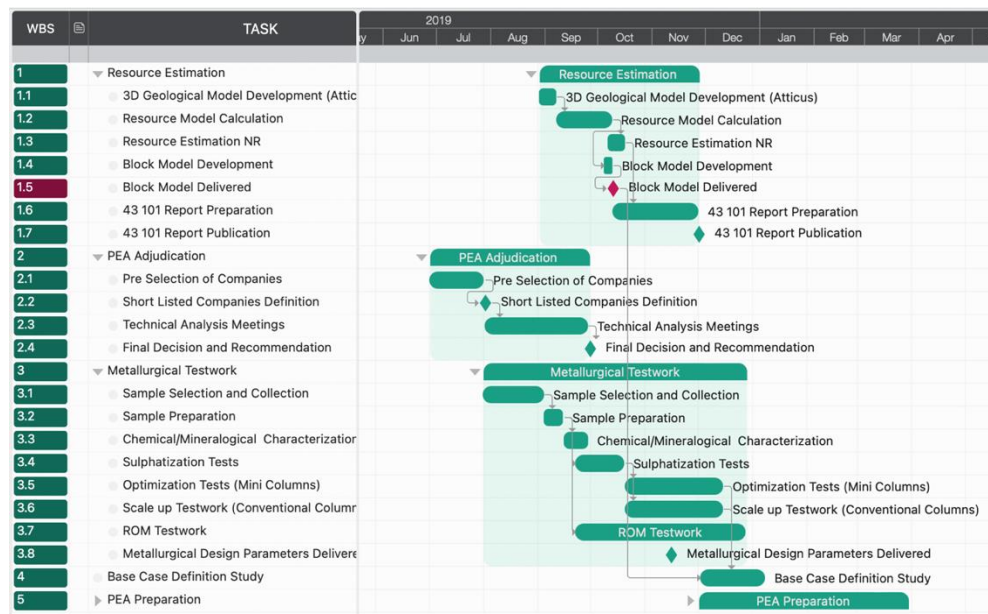
Aspecto	Decisiones/Supuestos
Workshops interdisciplinarios	Precio Cu, Opex, Capex preliminar, Optimizaciones, Decisión de avanzar (go/no-go)
Diagrama de proceso preliminar	
Plan minero	
Evaluación económica interna	

Metodología



Etapa 4 – Planificación definitiva

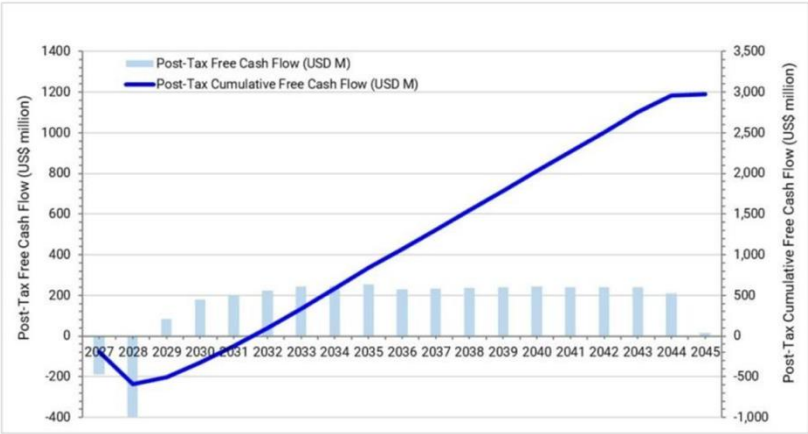
- Master Plan definitivo
- Consultores externos y QP's
- Información técnica faltante
 - Geotecnia: Diseño de pruebas faltantes
 - Metalurgia/Geo-Metalurgia: Diseño de pruebas faltantes
- Criterios de diseño (mina-planta)
- Capex/Opex definitivo
- Modelo financiero definitivo



		PEA - Alcance y responsabilidades del equipo interno y externo																					
Cap	43101 Chapter	Revisión interna	Reporte técnico	Estimación recursos	Sondajes condensación	Sondajes geotécnicos	Loggeo sondajes geotécnicos	Ensayos geotécnicos	Reporte geotécnico	Diseño de mina y botaderos	Diseño infraestructura a mina	Capex y Opex mina	Sondajes geometalúrgicos	Loggeo sondajes geometalúrgicos	Ensayos geometalúrgicos	Pruebas metalúrgicas	Reporte de pruebas metalúrgicas	Criterios de diseño de procesos	Diseño de planta e infraestructura	Diseño infraestructura general	Información medioambiental	Capex y Opex planta	Análisis económico y financiero
1	Summary	Interno	Externo																				
2	Introduction	Interno	Externo																				
3	Reliance on Other Experts	Interno	Externo																				
4	Property Description and Location	Interno	Externo																				
5	Accessibility, Climate, Local Resources, Infrastructure and Physiography History	Interno	Externo																				
6	History	Interno	Externo																				
7	Geological Setting and Mineralization	Interno	Externo																				
8	Deposit Types	Interno	Externo																				
9	Exploration	Interno	Externo																				
10	Drilling	Interno	Externo																				
11	Security	Interno	Externo																				
12	Data Verification	Interno	Externo																				
13	Mineral Processing and Met Testing	Interno	Externo										Interno	Interno	Externo	Externo	Externo	Externo					
14	Mineral Resource Estimates	Interno	Externo	Externo																			
15	Mineral Reserve Estimates	Interno	Externo	Externo																			
16	Mining Methods	Interno	Externo		Interno	Interno	Interno	Externo	Externo	Externo	Externo	Externo											
17	Recovery Methods	Interno	Externo																				
18	Project Infrastructure	Interno	Externo								Externo										Externo		
19	Market Studies and Contracts	Interno	Externo																				
20	Environmental Studies, Permitting and Social or Community Impact	Interno	Externo																		Interno		
21	Capital and Operating Costs	Interno	Externo									Externo										Externo	
22	Economic Analysis	Interno	Externo																				Externo
23	Adjacent Properties	Interno	Externo																				
24	Other Relevant Data and Information	Interno	Externo																				
25	Interpretation and Conclusions	Interno	Externo	Externo					Interno	Externo	Externo	Externo					Interno		Externo	Externo	Interno	Externo	Externo
26	Recommendations	Interno	Externo	Externo					Interno	Externo	Externo	Externo					Interno		Externo	Externo	Interno	Externo	Externo
27	References	Interno	Externo	Externo					Interno	Externo	Externo	Externo					Interno		Externo	Externo	Interno	Externo	Externo

AÑOS	COG	Mineral Atac		Mineral Cris		Mineral Sulf		Mineral MIX		Mineral other Ox	
		Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT
1	0,5	38.905.418	1,84	56.927.826	1,44	18.231.957	0,603	-	2,89	6.620	0,961
2	0,7	58.953.197	1,87	34.229.885	1,36	12.557.471	0,802	14.616	2,52	-	-
3	0,7	67.207.266	1,84	16.214.158	1,46	8.053.540	0,856	266.150	2,36	-	-
4	0,7	61.022.562	1,81	5.162.507	1,49	5.290.627	0,855	1.258.941	2,87	-	-
TOTAL		226.088.444	1,84	112.534.376	1,42	44.133.594	0,74	1.539.707	2,777	6.620	0,961

AÑOS	COG	Mineral LEACH		STOCK		ROM		LASTRE	Total Material	REM s/ROM	FINOS
		Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	CuT	Ton	Ton		TON
1	0,5	114.071.821	1,45	69.962	0,56	109.225	0,20	691.638	114.942.647	0,01	2.453
2	0,7	105.755.169	1,58	19.376	0,59	688	0,23	126.249	105.901.481	0,00	1.091
3	0,7	91.741.114	1,69	-	-	-	-	-	91.741.114	-	-
4	0,7	72.734.637	1,74	-	-	-	-	-	72.734.637	-	-
TOTAL		384.302.741	1,60	89.337	0,57	109.913	0,20	817.888	385.319.879	0,00	3.544



Decisiones y supuestos claves a enfrentar

1.-Team:

- Equipo interno
- Consultores especialistas
- Determinación de empresas de ingeniería
- Determinación de QP's

2.-Determinación de información:

- Criterios de diseño mina y planta - consultores
- Determinación de capex y opex
- Insumos claves: agua, energía, ácido
- Determinación del precio del cobre, tasa descuento
- Determinación equipos principales mina y planta, diluciones
- Logística
- Cotizaciones principales
- Diseño mina
- Diseño procesamiento de minerales
- Diseño infraestructura

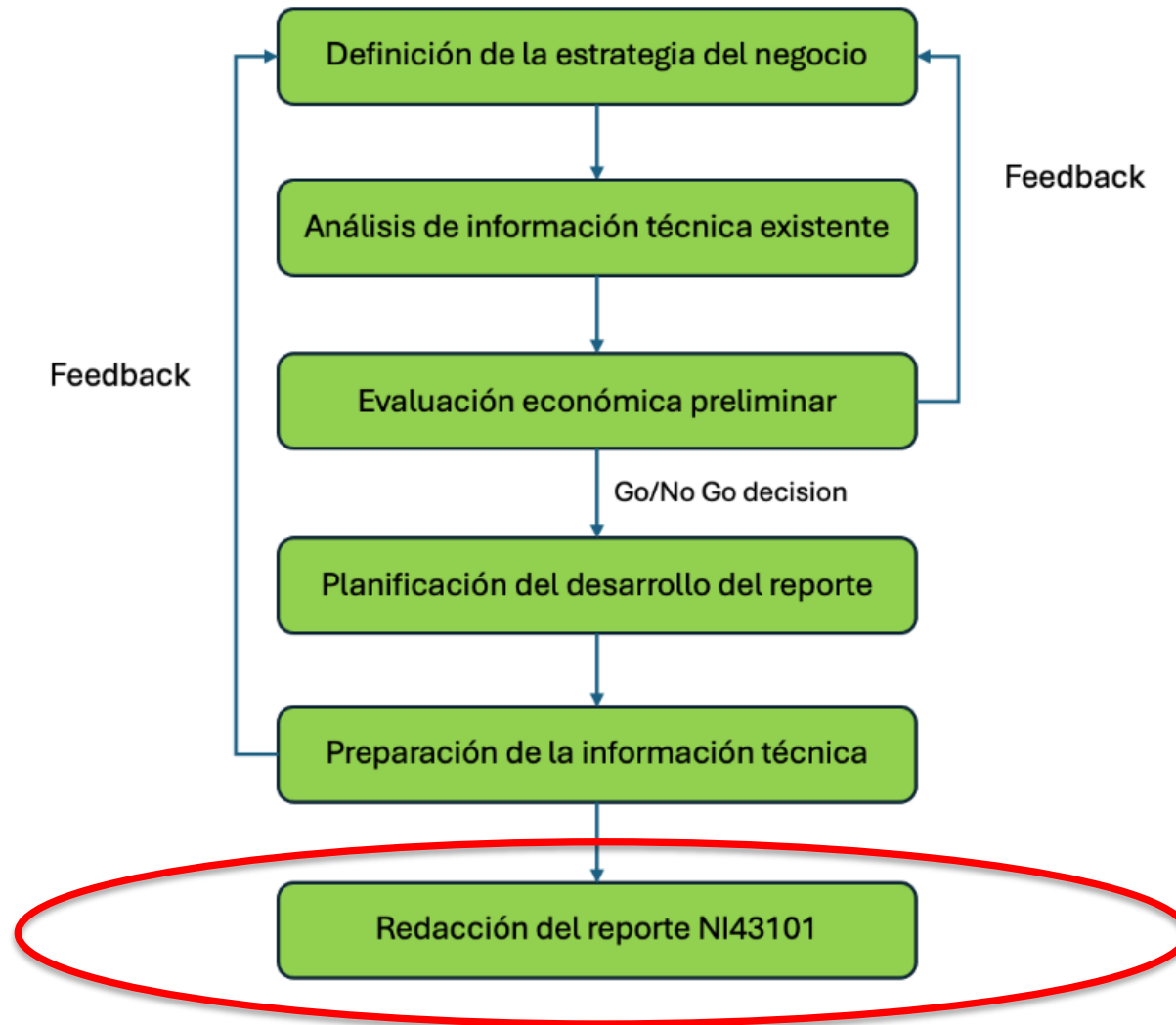
3.-Calidad del trabajo

- QA/QC validable
- Modelo geológico vs propiedad
- Condenación
- Consolidación de propiedad/opción
- Línea base ambiental
- Arriendo/compra/leasing equipos
- Financiamiento
- Estudios de riesgos geológicos/geomorfológicos

4.-Tiempos entrega de análisis laboratorios

- Geotécnia
- Metalúrgia
- Procesos
- Geomecánica

Metodología



Etapa 6 – Redacción del reporte NI 43-101

Aspecto	Decisiones
Coordinación multidisciplinaria	Gestión del tiempo revisiones multidisciplinarias entre equipo interno, consultores y QP's
Consolidación técnico-económica	Información definitiva, relato y tablas de presentación
Redacción de los 27 capítulos	Gestión de la traducción del reporte y el relato continuo y consecuente, desarrollo capítulos transversales: conclusiones y recomendaciones
Traducción, publicación (Sedar), press release inicial	Determinación del contenido adecuado y suficiente, presentación estratégica de información, divulgación

Conclusiones

- Metodología replicable, robusta y adaptable mediante el uso de herramientas de planificación no complejas
- Identifica brechas críticas tempranas en riesgos técnicos mediante las retroalimentaciones a la estrategia
- Fortalece transparencia y credibilidad técnica mediante el uso de la norma NI 43-101