



# Valorización de Activos Mineros

## La mirada desde Exploraciones

Roberto Fréaut C. Geólogo, M.Sc



Gerente de Exploraciones  
Codelco

20 octubre 2016

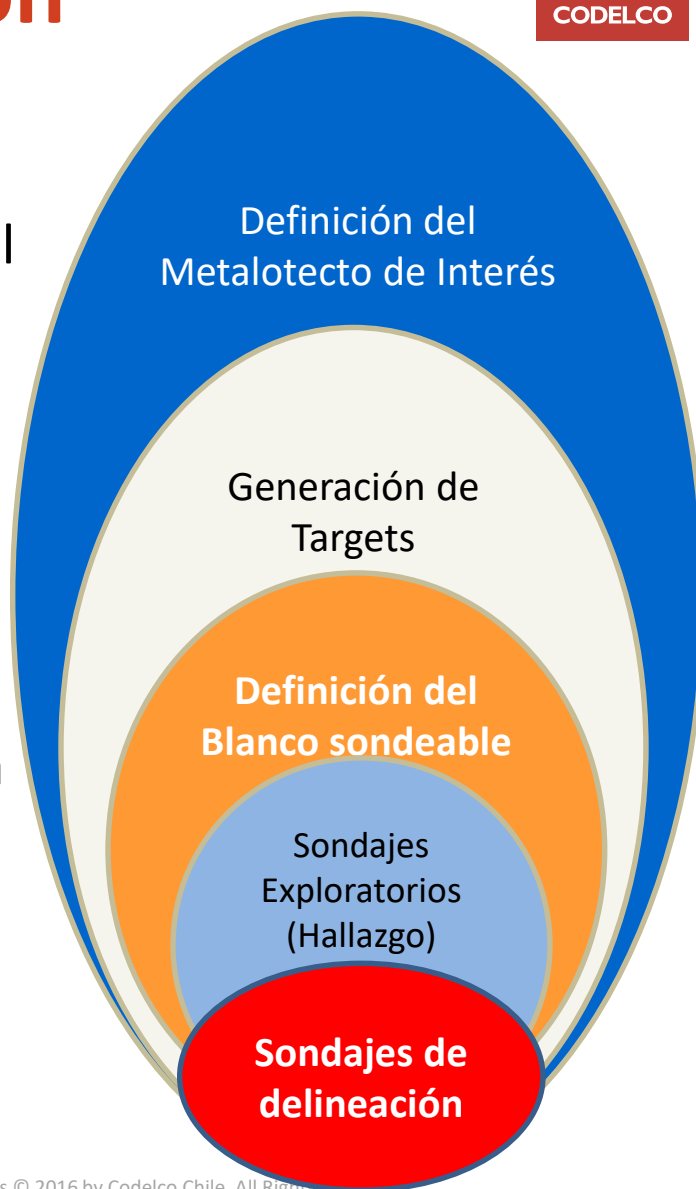
# La Actividad de Exploración

- Qué es la Exploración
  - Porqué exploramos
  - Propósitos
  - Características
  - Estrategias
- 
- Proceso de Exploración

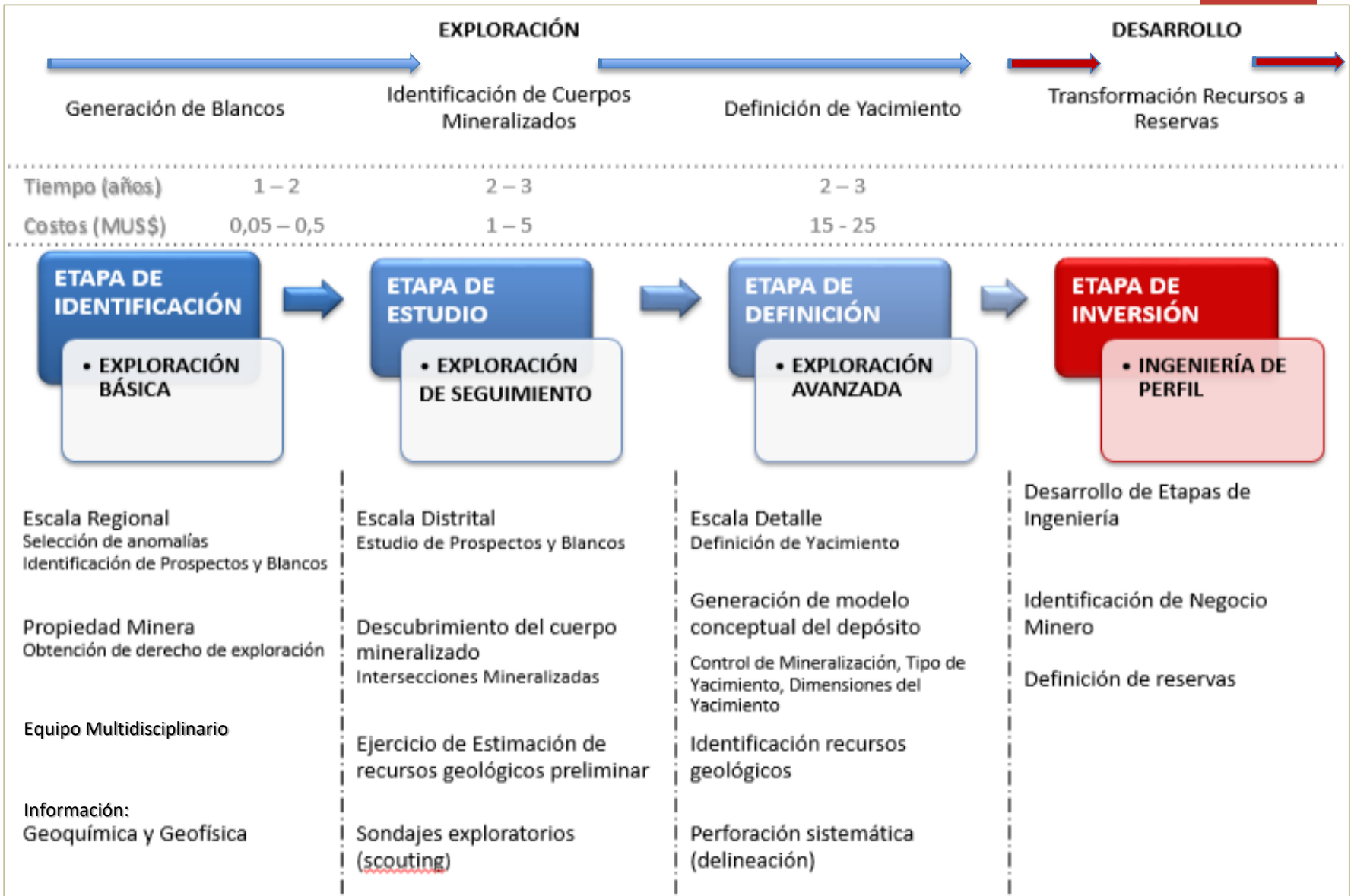


# El Proceso de Exploración

- Proceso científico de reducción secuencial de incertidumbres basadas en la observación y medición de características geológicas comprobables.
- Se requiere de inferencia e interpretación, Se debe definir un Modelo de Exploración el que es refinado a medida que se cuenta con mayor información y disminuye la INCERTIDUMBRE.



# El Proceso de Exploración



Copyrights © 2016 Codelco Chile. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2016 by Codelco Chile. All Rights Reserved.

# Activo minero y su evaluación

El desarrollo de negocios de propiedades mineras requiere dar un valor a la propiedad.

Elección del Tipo de transacción		
<p><b>Compra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoriza el proyecto en su 100% en el presente</li> <li>• Poco usado debido a su pobre manejo del riesgo</li> <li>• Utilizado en oportunidades de comprar barato</li> </ul>	<p><b>Opción Minera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pagos incrementales en el tiempo al Propietario que permiten llegar generalmente a un 100% de la propiedad</li> <li>• En caso de éxito permite llevarse todo el upside</li> <li>• En caso de fracaso se debe incurrir a pagos parciales de la opción además de los costos de exploración</li> </ul>	<p><b>Earn In</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asociación con Propietario donde él aporta propiedad y Comprador aporta capital en pagos incrementales que le permiten llegar un % de la sociedad</li> <li>• En caso de éxito se comparte el upside</li> <li>• En caso de fracaso hay ahorro en no haber incurrido en pagos parciales de opción</li> </ul>

La necesidad de conocer el valor de una propiedad o activo minero hace necesario disponer de metodologías de valoración de las mismas, que deben considerar las particularidades de cierta propiedad como también el estado de desarrollo y evolución del proyecto.

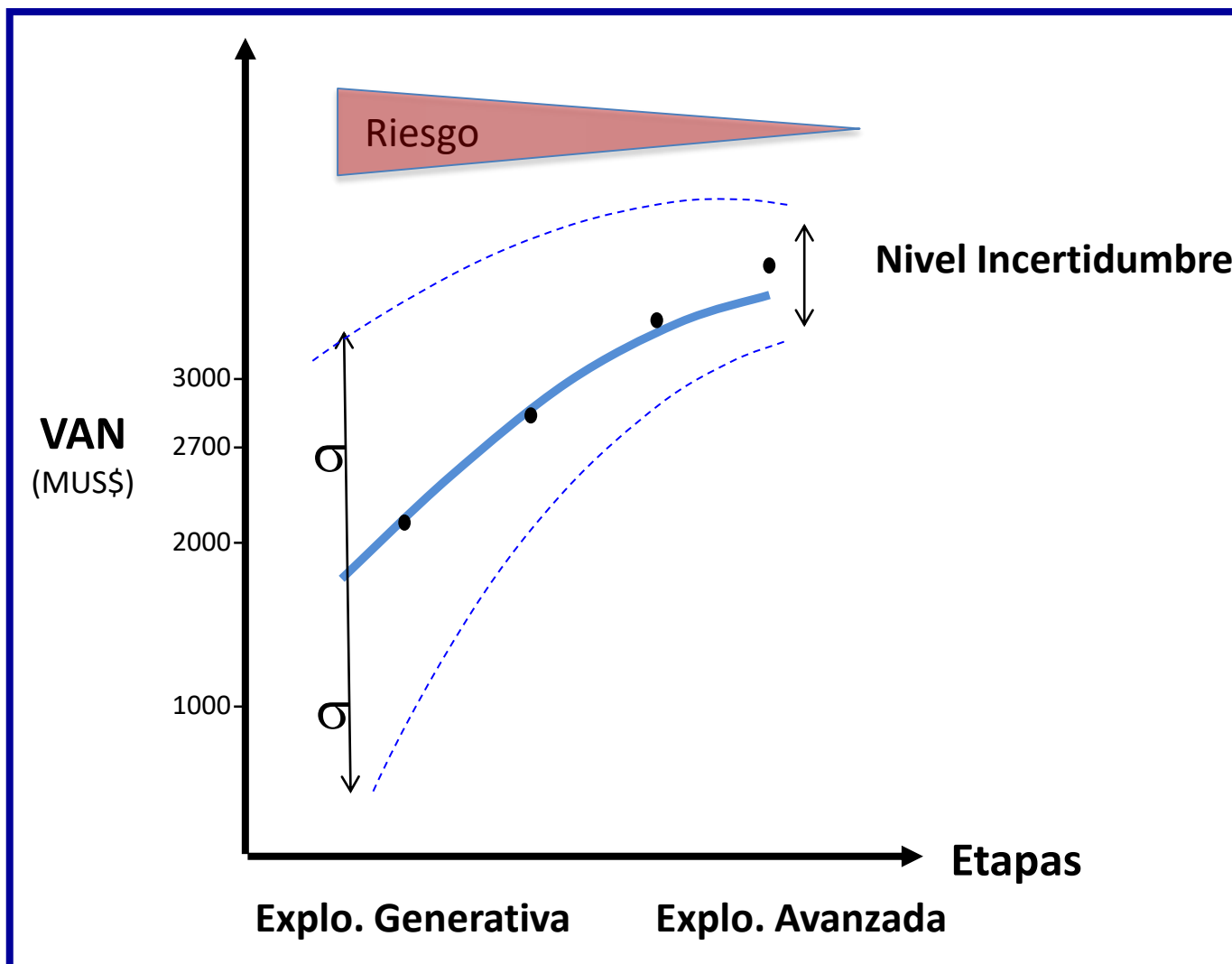
# Valorización de activos en etapas de exploración.



## Factores relevantes

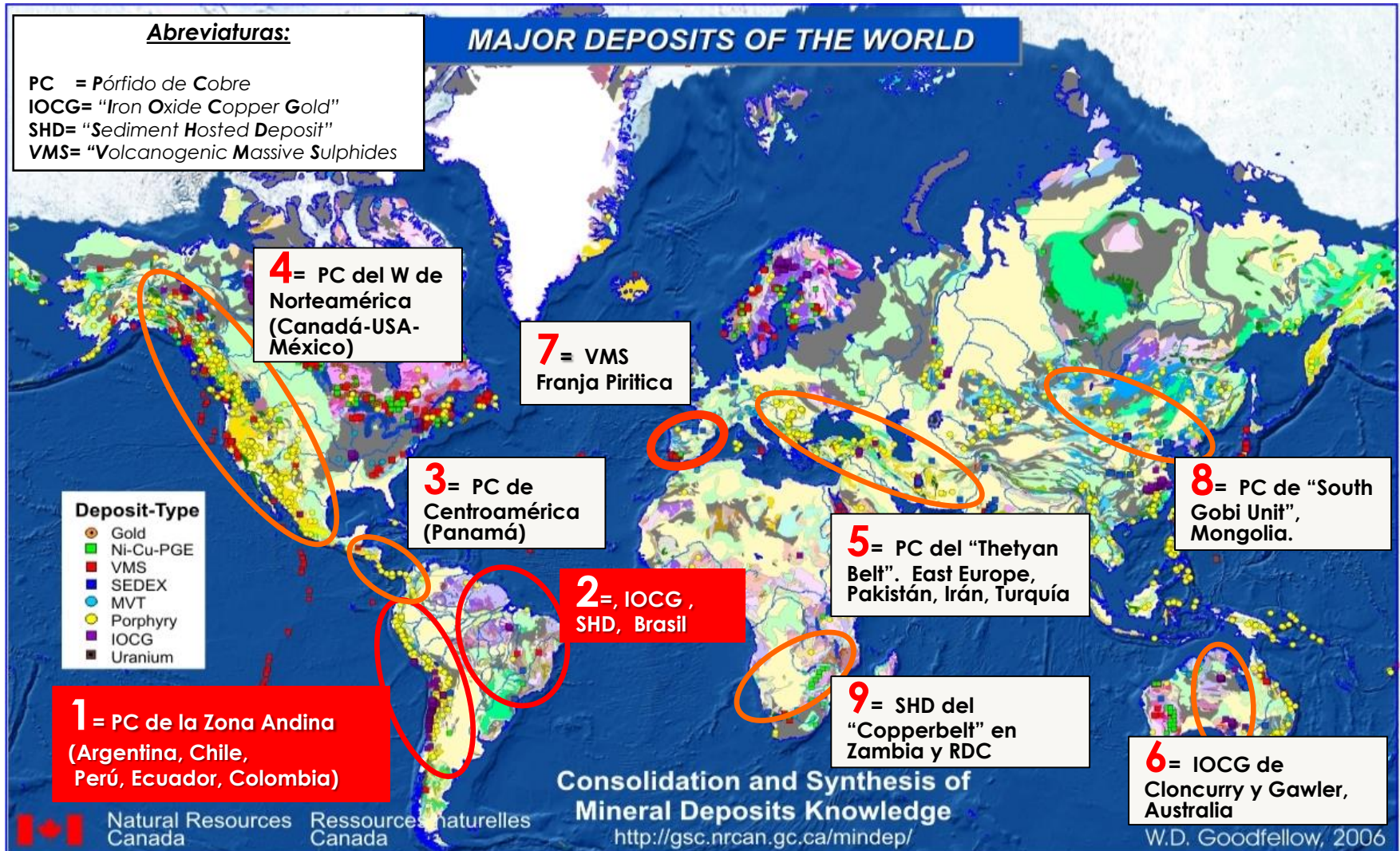
- Consideración de Incertidumbre/Riesgo
- Entorno Metalotectónico
- Cantidad y Calidad de Información
- Expertos
- El Mercado

# Consideración de Incertidumbre



Copyrights © 2016 Codelco Chile. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2016 by Codelco Chile All Rights Reserved.

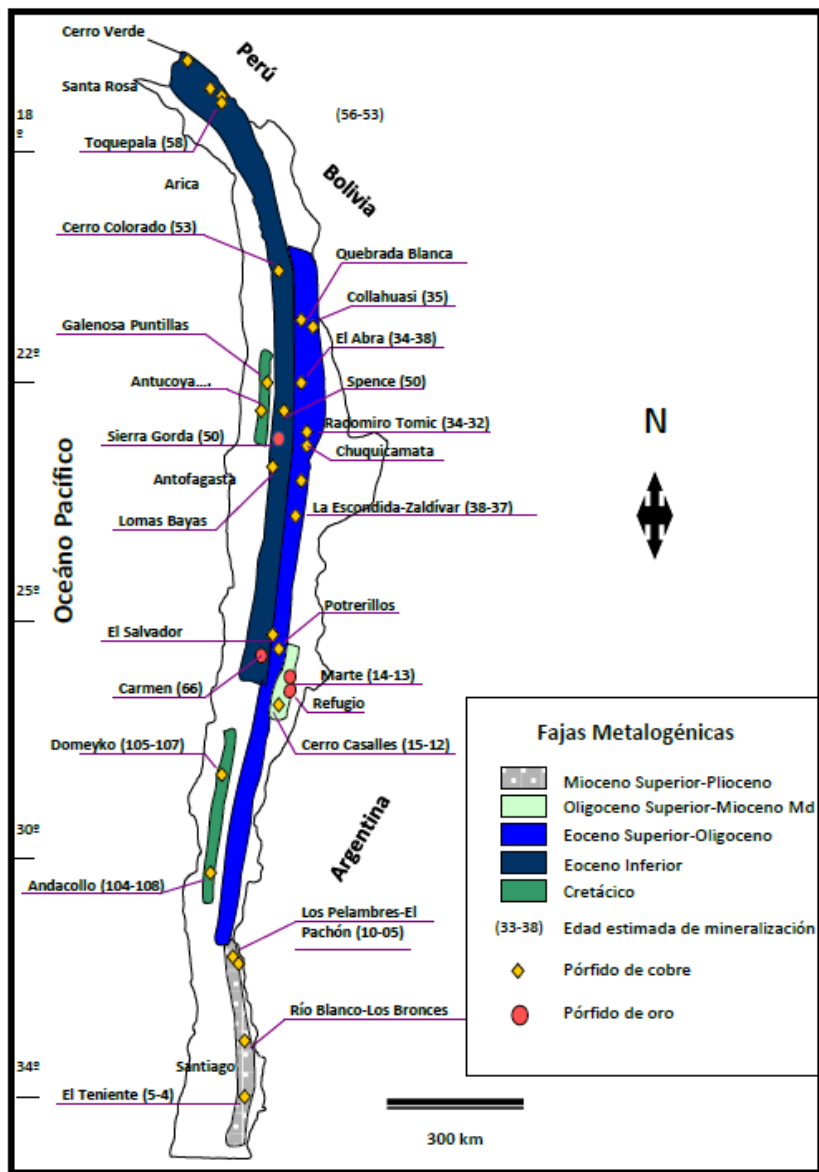
# Entorno metalotectónico



Copyrights © 2016 Codelco Chile. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2016 by Codelco Chile All Rights Reserved.



# Entorno metalotectónico Chile

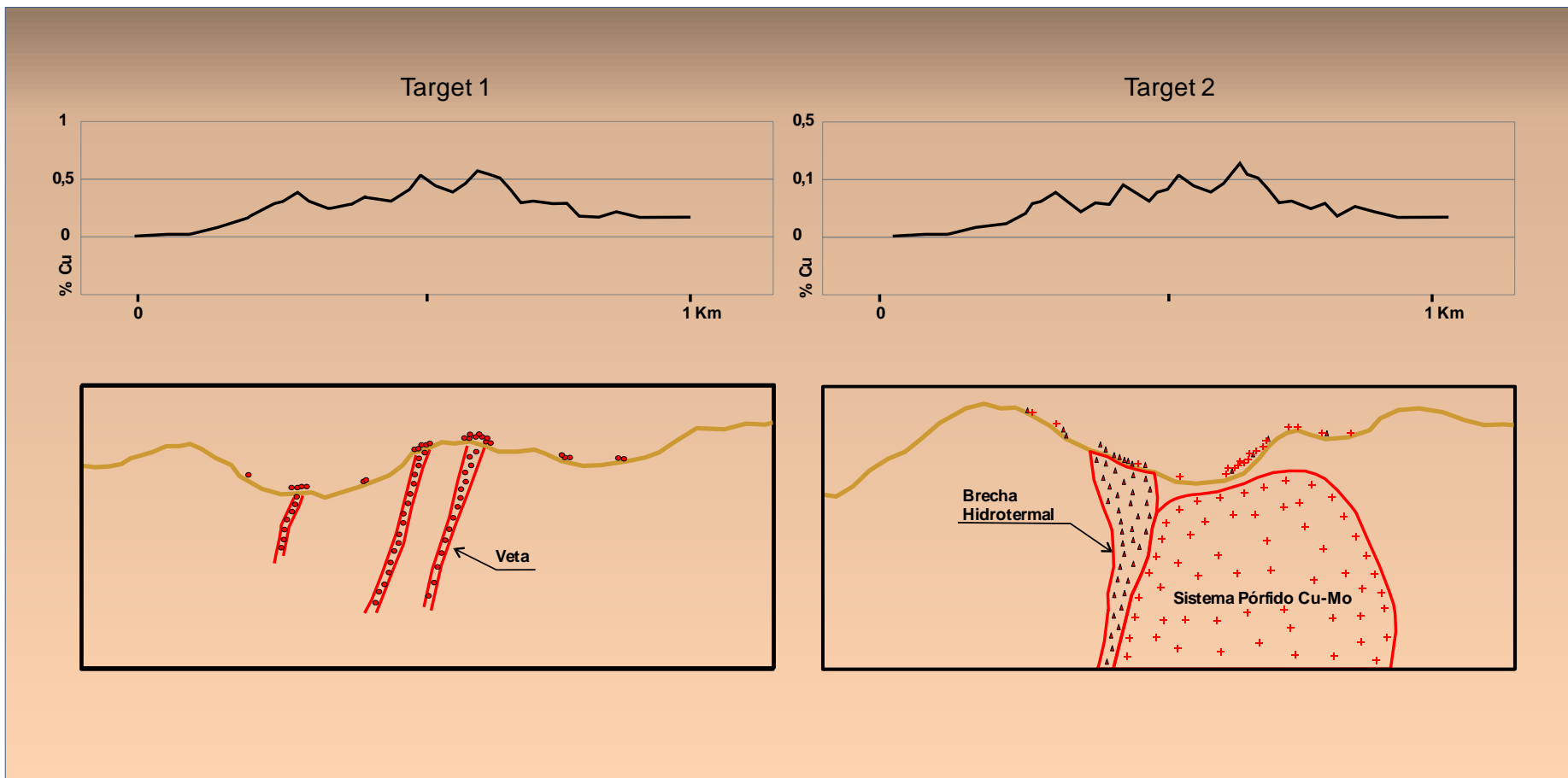


La Migración del Arco Magmático en Chile ha controlado la metalogénesis y distribución de los grandes yacimientos de pórfidos cupríferos del país.

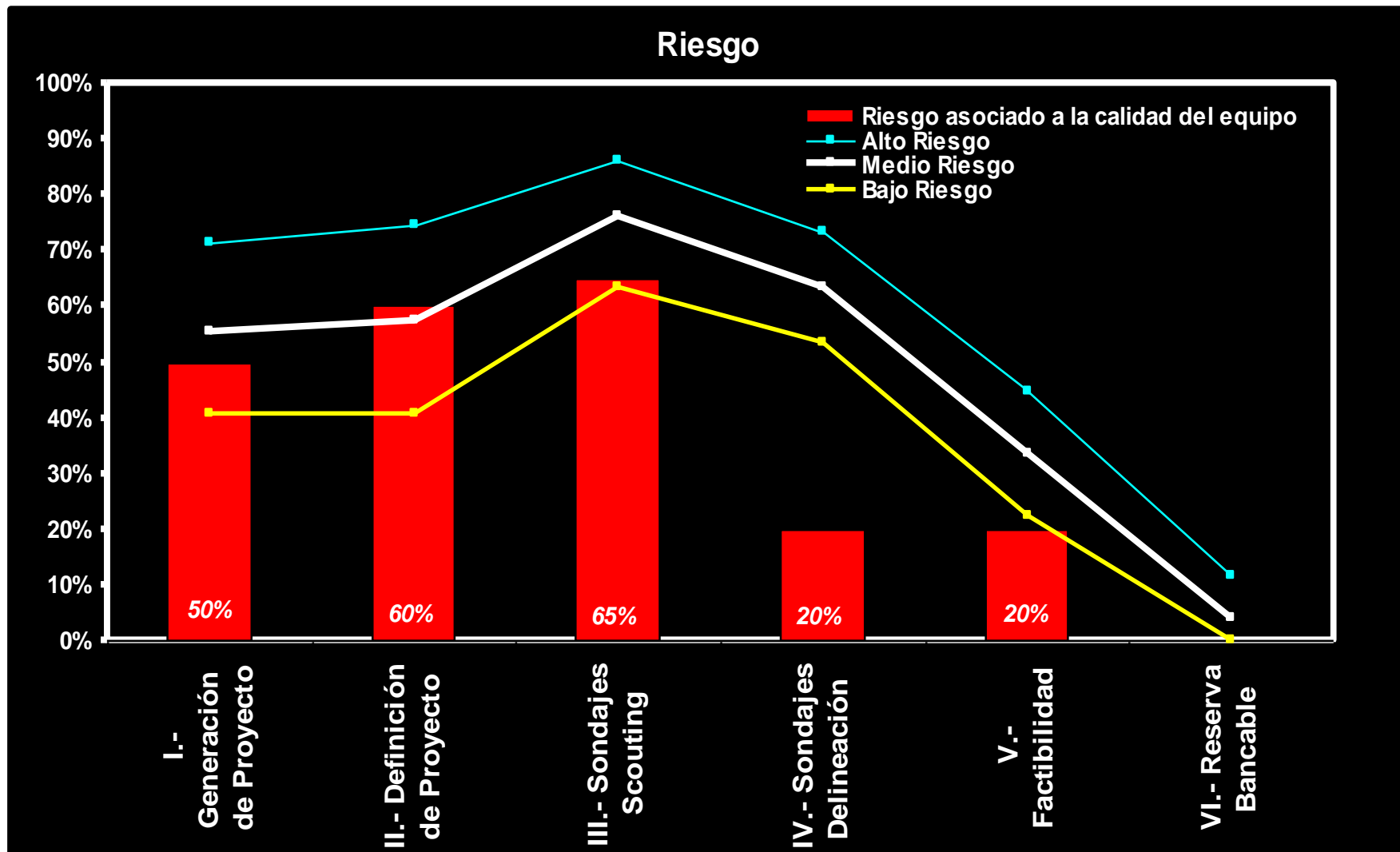
Estos se distribuyen en bandas de igual edad decreciente que están desplazadas de Oeste a Este.

# Cantidad y Calidad de Información

## La figura del Profesional Competente



# El Impacto de los Expertos de Exploración



Copyrights © 2016 Codelco Chile. Todos los Derechos Reservados. | Copyrights © 2016 by Codelco Chile All Rights Reserved.

# Métodos de evaluación y valoración de “activos de exploración”



Valorización considerando un potencial exploratorio, áreas en las cuales no se han identificado aun recursos y en los que existe solo indicios geológicos.

A partir de la etapa de Exploración Avanzada se tiene información de un depósito mineral para el cual existen métodos robustos de evaluación.

# Metodologías utilizadas y aceptadas en la industria para activos en etapa de exploración:



## **Enfoque de Costos: Appraised Value**

Basado en la premisa de que el valor real de una propiedad en exploración o una propiedad de desarrollo marginal yace en su potencial para la existencia y descubrimiento de un depósito mineral económico.

El principio básico del método de *appraised value* es que una propiedad en exploración vale al menos los gastos de exploración pasados significativos más los costos futuros garantizados.

## **Enfoque de Mercado: Transacciones comparables. Método Kilburn.**

Los activos mineros se valorizan en función de las transacciones ocurridas en propiedades adyacentes dentro de un distrito general o en propiedades similares en otras ubicaciones.

Kilburn asigna un cierto valor por hectárea de propiedad minera basado en costo de mantención modificado por factores: off property, on property, anomaly factor, geological factor y market factor.

## **Métrica de Exploraciones**

Considera las probabilidades de hallazgo de un yacimiento y de sus probabilidades de éxito económico que dan cuenta de la incertidumbre de la etapa exploratoria en la evaluación del activo.

## **Enfoque de Ingresos: Valor Actual Neto**

El valor del activo exploratorio es valorizado en función de un Valor Actual Neto (VAN) Esperado y el cual considera el riesgo intrínseco durante cada etapa de la exploración.

© 2016 by Codelco Chile All Rights Reserved.

# Métrica Codelco en etapas tempranas para Decisiones Estratégicas



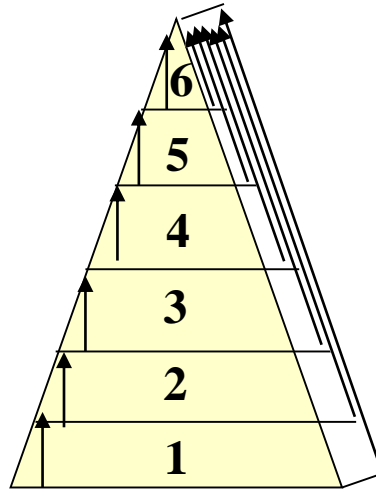
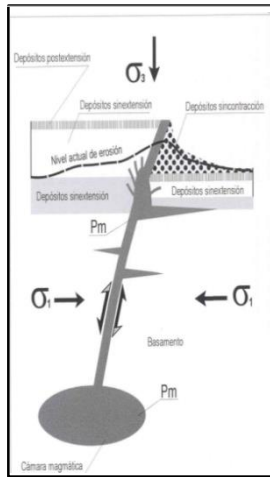
$$(E) \text{ VAN} = \text{PH} \times \text{PEE} \times \text{VAN (PM)} - \text{C}$$

**Que exista**  
 (en el rango de cantidad y calidad )  
**Factores Críticos F1 => F5**

**Exploremos Exitosamente**  
**Avanzar Etapas**

**Tenga valor \$**

**Costos :**



- Costos de Exploración
- Costos del Dueño
- Costo Propiedad Minera
- Costos de Ingenierías

[E] VAN = Esperanza de VAN del *Negocio*  
 PH = Probabilidad de Hallazgo  
 PEE= Probabilidad Éxito Económico

VAN (PM) = VAN del Proyecto Minero  
 C= Capital de Riesgo [Costo de Entrada + Gastos]

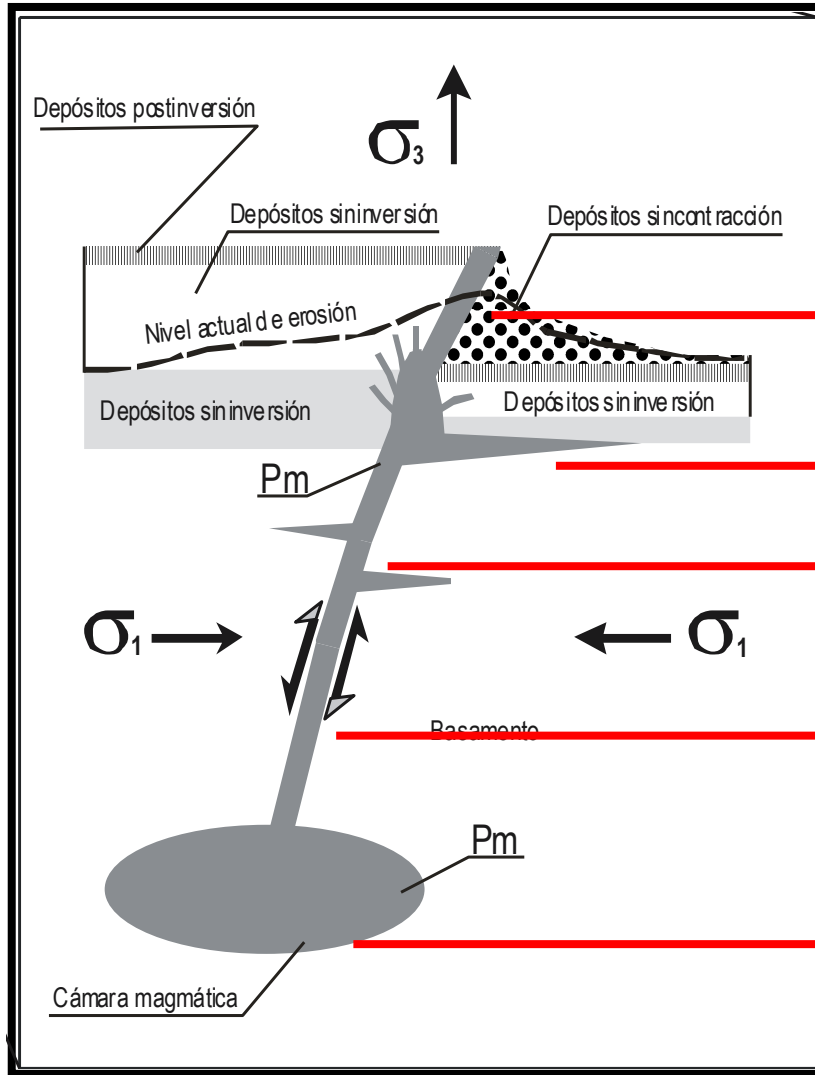
# La Métrica de Exploraciones



Método cartesiano desarrollado por la GEX y validado por Codelco desde el año 2003 que utiliza,

- **“Probabilidad de Hallazgo” (PH)**, basada en la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los 5 factores críticos o esenciales para la formación de un depósito mineral
- **“Probabilidad de Éxito Económico” (PEE)**, basada en la reducción sistemática de incertidumbre desde la etapa generativa hasta la fase de financiamiento y decisión de construcción.

# Procesos críticos para formación de un depósito mineral



**TIENEN QUE OCURRIR TODOS**

**PRESERVACION**

**TRAMPA Y ACUMULACION**

**CANALES DE CIRCULACION**

**PRESENCIA Y VOLUMEN DE FLUIDOS**

**FUENTE DE METALES**

Copyrights © 2016 by CODELCO Chile. All rights reserved.



# Escala de probabilidades usada

## Escala de Probabilidades para la Metrica

Probabilidad	Naturaleza del Factor crítico
1.0	Factor Crítico comprobadamente presente
0.9	Factor Crítico Reconocido y moderadamente dimensionado
0.8	Factor Crítico reconocido, pero no dimensionado
0.7	Factor Crítico con evidencia marginal Positiva
0.6	Factor crítico no observado, pero se infiere presente
0.5	Sin Informacion respecto del Factor Crítico
0.4	Factor crítico no observado, pero podría estar presente.
0.3	Factor Crítico probablemente ausente.
0.2	Factor Crítico ausente o de tamaño/calidad insuficiente.
0.1	Factor Critico Ausente, pero no totalmente probado.
0.0	Factor Crítico probadamente ausente.

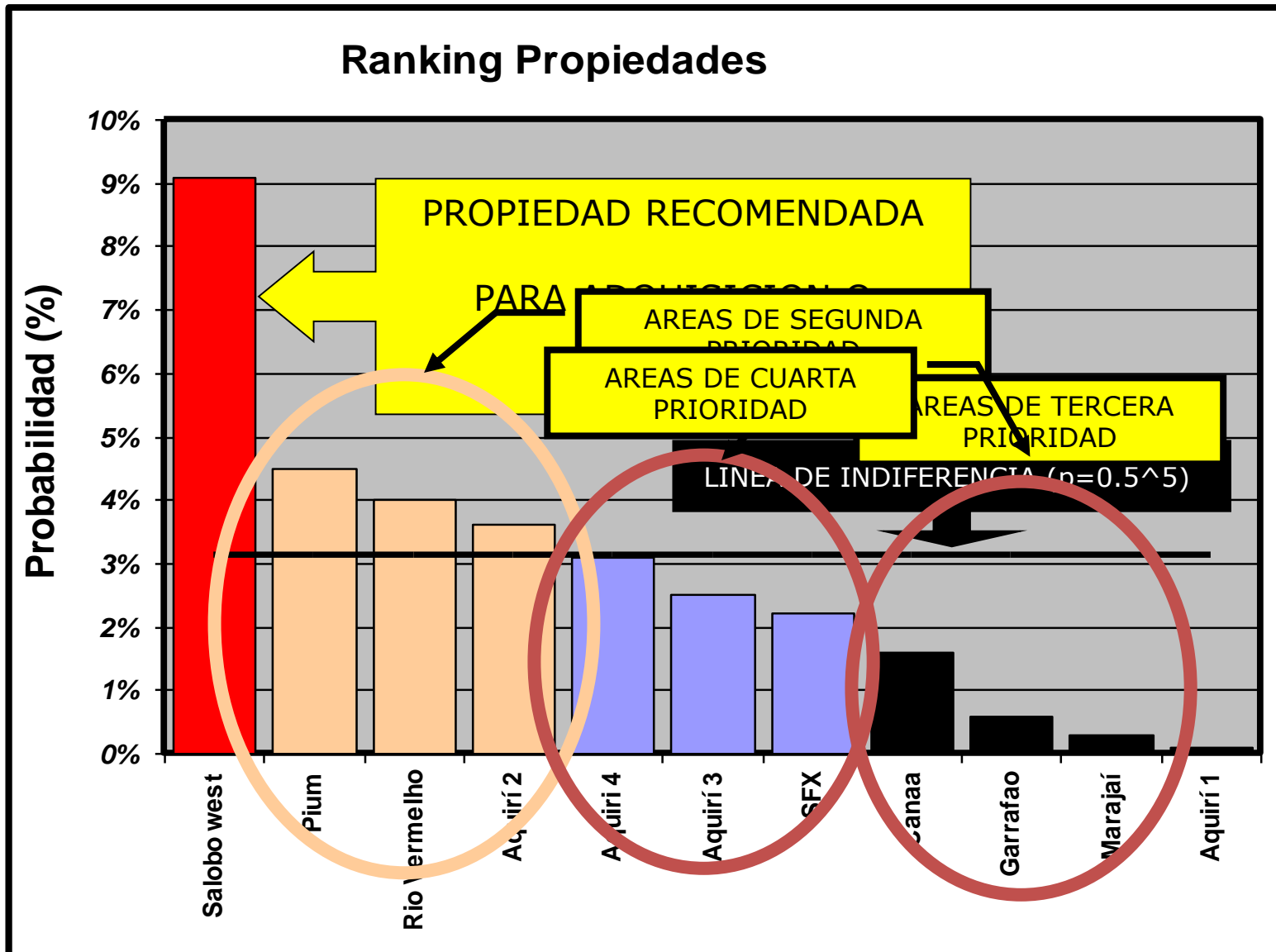
LA PROBABILIDAD SE ASIGNA EN BASE A LAS EVIDENCIAS GEOLÓGICAS  
("WOE", *weight of evidence*)

# Procesos críticos para IOCG en Carajas ejemplo Blanco Rio Vermelho



Procesos críticos	Evidencias	Probabilidad (0 - 1)
<b>Fuente de metales</b> Intrusivos tipo "A" (K, U) Lixiviación y mezcla de fluidos	Depósitos conocidos Anomalías radiométricas (K, U, Th) Anomalías geoquímicas Fe, Cu, Au, Ag, Co, P, U, REE	0.7
<b>Presencia y volumen de Fluidos</b> Magnetite Rich (High T°) Hematite Rich (Low T°) Fluidos magmáticos y meteóricos	Alteración Hidrotermal :Albita-Anfíbol-Apatito-Biotita-FeOx Anomalía Magnética fuerte (Ernest Henry) Anomalía Magnética baja o moderada (Olympic Dam) Altos y bajos magnéticos debido a mg para a ht Volumen roca alterada - extensión anomalía	0.4
<b>Canales de circulación</b> Rift cratónicos Fallas transcurrentes	Fallas, dikes Anomalía Bouguer , anomalías de campo total	0.6
<b>Trampa /acumulación Mx</b> Intersección de estructuras del rift con transversales JOGs Bxs en zonas dilatacionales	Químicas: rocas reactivas Estructurales: "Linear magnetics" WLF Anomalías magnéticas asociadas a metasomatismo alcalino y enriquecimiento en U Cargabilidad, resistividad	0.4
<b>Preservación</b>	Erosión Enterramiento	0.6
<b>PROBABILIDAD TOTAL</b>		<b>4.0%</b>

$$0.7 \times 0.4 \times 0.6 \times 0.4 \times 0.6$$



# Análisis de Riesgos y Valor Creado por Etapa de Exploración

## I.- Generación del Prospecto (Nota de 0 a 10)

	Ponderador	Mínimo	Probable	Optimista
Faja Metalogénica / madurez del metalotecto	10%	10	10	10
Disponibilidad de área	10%	10	10	10
Conocimiento de la geología / habilidad del equipo	30%	10	10	10
Riesgos Medioambientales y/o Comunitarios	20%	10	10	10
Riesgos Políticos	20%	10	10	10
Disponibilidad de accesos	5%	10	10	10
Disponibilidad de Infraestructura	5%	10	10	10
<b>Probabilidad de Generar el Prospecto</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Costo de la etapa MUS\$	0,010	0,01	0,01	0,01
[E]VAN MUS\$ al inicio de la etapa		495,31	495,31	495,31
[E]VAN MUS\$ al final de la etapa		495,32	495,32	495,32
<b>Valor Creado MUS\$</b>		<b>495,32</b>	<b>495,32</b>	<b>495,32</b>

## II.- Definición del Blanco (Nota de 0 a 10)

Conocimiento del Modelo Geológico	15%	10	10	10
Conocimiento de la geología	10%	10	10	10
Calidad, habilidad y experiencia del equipo	15%	10	10	10
Visibilidad a los métodos prospectivos	10%	10	10	10
Calidad de los datos	5%	10	10	10
Tamaño Área prospectiva	10%	10	10	10
Disponibilidad de Información	10%	10	10	10
Riesgos Ambientales y/o Comunitarios	15%	10	10	10
Aseguramiento de la Propiedad Minera y Permisos	5%	10	10	10
Riesgo Subyacente	5%	10	10	10
<b>Probabilidad definir Blanco sondeable:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Costo de la etapa MUS\$	0,10	0,10	0,10	0,10
[E]VAN MUS\$ al inicio de la etapa		495,32	495,32	495,32
[E]VAN MUS\$ al final de la etapa		495,42	495,42	495,42
<b>Valor Creado MUS\$</b>		<b>495,42</b>	<b>495,42</b>	<b>495,42</b>

# Análisis de Riesgos y Valor Creado por Etapa de Exploración

## III.- Etapa de Exploración Seguimiento

Continuidad estructural de la mineralización	30%	10	10	10
Confiabilidad del Modelo Geológico	20%	10	10	10
Riesgos Ambientales y/o Comunitarios	15%	10	10	10
Riesgo subyacente	10%	10	10	10
Obtención de permisos y licencias habilitantes	10%	10	10	10
Precisión/exactitud de análisis químicos	5%	10	10	10
Precisión del mapeo	5%	10	10	10
Confiabilidad del método y operación de perforación	5%	10	10	10
<b>Probabilidad de obtener intercepción de valor económico:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Costo de la etapa MUS\$	<b>1,00</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
E]VAN MUS\$ al inicio de la etapa		<b>495,4</b>	<b>495,4</b>	<b>495,4</b>
E]VAN MUS\$ al final de la etapa		<b>496,4</b>	<b>496,4</b>	<b>496,4</b>
<b>Valor Creado MUS\$</b>		<b>496</b>	<b>496</b>	<b>496</b>

## IV.- Etapa de Exploración Avanzada o Perforación sistemática

Confiabilidad de la Ley Potencial	20%	10	10	10
Confiabilidad en el tamaño Potencial	15%	10	10	10
Continuidad de la mineralización	15%	10	10	10
Entendimiento del control de la mineralización	15%	10	10	10
Entendimiento de la geología 3D	10%	10	10	10
Matriz de costo potencial	10%	10	10	10
Riesgo subyacente	10%	10	10	10
Obtención de permisos y licencias habilitantes	5%	10	10	10
<b>Probabilidad de obtener recursos delineados:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Costo de la etapa MUS\$	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>	<b>33,75</b>
E]VAN MUS\$ al inicio de la etapa		<b>496</b>	<b>496</b>	<b>496</b>
E]VAN MUS\$ al final de la etapa		<b>530</b>	<b>530</b>	<b>530</b>
<b>Valor Creado MUS\$</b>		<b>530</b>	<b>530</b>	<b>530</b>

# Análisis de Riesgos y Valor Creado por Etapa de Exploración

## V.- Etapa de Factibilidad (Nota de 0 a 10)

Comportamiento Metalúrgico	10%	10	10	10
Minabilidad	10%	10	10	10
Precio del commodity	15%	10	10	10
Obtención de permisos y autorizaciones	20%	10	10	10
Confiabilidad del modelo de costos	15%	10	10	10
Confiabilidad en la estimación de Recursos/Reservas	15%	10	10	10
Riesgo subyacente	15%	10	10	10
<b>Probabilidad de obtener reserva minera:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Costo de la etapa MUS\$	<b>67,50</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
EVAN MUS\$ al inicio de la etapa		<b>530</b>	<b>530</b>	<b>530</b>
EVAN MUS\$ al final de la etapa		<b>598</b>	<b>598</b>	<b>598</b>
<b>Valor Creado MUS\$</b>		<b>598</b>	<b>598</b>	<b>598</b>

## VI.- Etapa de Reserva Bancable (Nota de 0 a 10)

Acceso a financiamiento	30%	10	10	10
Acceso a mercados	20%	10	10	10
Acceso a recursos humanos calificados	30%	10	10	10
Riesgo subyacente	20%	10	10	10
<b>Probabilidad de obtener reserva minera y financiamiento:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Costo de la etapa MUS\$	<b>2,00</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
EVAN MUS\$ al inicio de la etapa		<b>598</b>	<b>598</b>	<b>598</b>
EVAN MUS\$ al final de la etapa		<b>600</b>	<b>600</b>	<b>600</b>
<b>Valor Creado MUS\$</b>		<b>600</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

**VAN CALCULADO (MUS\$) = 600**

# Simulación Económica



Project Data		Matriz	
Total In-Situ Resources			
Tonnes	<b>300,000,000</b>	Mtons	
Cu-Eq grade	<b>1.12%</b>	Cu-Eq	
Nº of commodities	<b>2</b>		
Reserves as % of In-Situ Resource	<b>100%</b>		
Mining Method	<b>OP</b>		
Processing Method	<b>Flotation</b>		
Metallurgical Recovery	<b>95.00%</b>		
Depth from surface of ore-body bottom	<b>400</b>	m	
Hauling distance	<b>2,000</b>	m	
Strip Ratio	<b>2</b>	o : w	
Km of access road	<b>10</b>	Km	
km of power line	<b>10</b>	km	
Area of Tails Pond	<b>500,000</b>	m <sup>2</sup>	
Length of Dam	<b>500</b>	m	

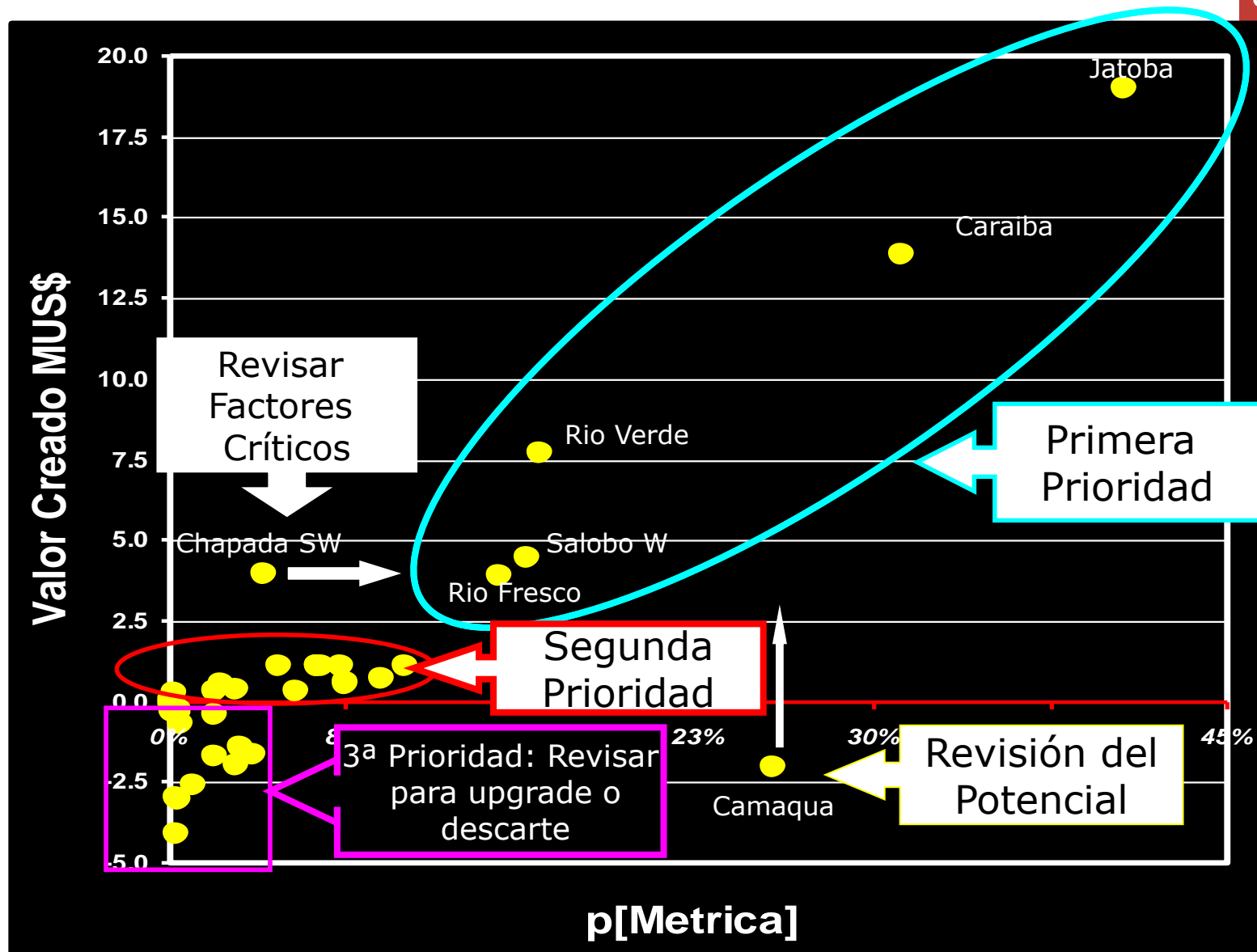
Economics Factors		
Discount rate	<b>10.00%</b>	
Cu Price	<b>0.80</b>	US\$/Lb
Tax Rate (Total burden)	<b>25.00%</b>	
Inflation Factor (USA 1992-2002)	<b>25.00%</b>	

Net Present Values					
	NPV	0.7 NPV	1.3 NPV	Inversiones	IVAN
Open Pit-Heap Leaching	544	381	707	479	1.14
Open Pit-Flotation (one Product)	<b>605</b>	424	787	284	2.13
Open Pit-Flotation (Two Products)	568	398	739	325	1.75
Open Pit-Flotation (Three Products)	492	345	640	340	1.45
Room and Pillar (One Product)	157	110	204	249	0.63
Room and Pillar (Two Products)	120	84	155	290	0.41
Room and Pillar (Three Products)	44	31	57	305	0.14
Cut and Fill (One Product)	<b>-657</b>	<b>-460</b>	<b>-854</b>	249	<b>-2.63</b>
Cut and Fill (Two Products)	<b>-694</b>	<b>-486</b>	<b>-902</b>	290	<b>-2.39</b>
Cut and Fill (Three Products)	<b>-770</b>	<b>-539</b>	<b>-1,001</b>	305	<b>-2.52</b>
Vertical Crater (One Product)	122	86	159	285	0.43
Vertical Crater (Two Products)	85	60	111	326	0.26
Vertical Crater (Three Products)	10	7	13	341	0.03
Shrinkage Stope (One Product)	<b>-723</b>	<b>-506</b>	<b>-939</b>	292	<b>-2.47</b>
Shrinkage Stope (Two Product Products)	<b>-760</b>	<b>-532</b>	<b>-988</b>	333	<b>-2.28</b>
Shrinkage Stope (Three Products)	<b>-835</b>	<b>-585</b>	<b>-1,086</b>	348	<b>-2.40</b>
Sublevel Long Hole (One Product)	173	121	224	194	0.89
Sublevel Long Hole (Two Products)	136	95	176	235	0.58
Sublevel Long Hole (Three Products)	60	42	78	250	0.24
Block Caving (One Product)	132	92	171	370	0.36
Block Caving (Two Products)	94	66	123	411	0.23
Block Caving (Three Products)	19	13	24	425	0.04

## EXPRESIÓN DEL BENEFICIO ACTUAL NETO CONTINUO

$$B_i = [V(m) - p(t)] t \frac{1 - e^{-iN}}{i} - I(t)$$

# Cartera Brasil: Evaluación de prospectos





# Productos de la Métrica de Exploraciones



Para **determinar el valor del proyecto en cada etapa** se utiliza un valor referencial de VAN:

- potencial del activo (si existe suficiente información para una estimación adecuada al método científico),
- o objetivo mínimo de exploración (si la etapa es muy inicial o puramente conceptual),

El VAN estimado corresponde al que se obtendría de un proyecto financiado, por lo que se debe distribuirlo hacia atrás, utilizando un concepto bayesiano, en base a la probabilidad de cada etapa, definida por su riesgo específico, y su respectivo costo.

## La metodología permite obtener:

- A. el VAN del proyecto de la etapa en que se encuentra,
- B. el VAN que tendría si una etapa dada es alcanzada con éxito,
- C. los riesgos particulares de cada etapa,
- D. el Valor Creado cada vez que se supera una etapa (o el costo hundido si no se supera),
- E. el Valor Intrínseco del Activo (valor para el dueño) y
- F. el valor de mercado, el cual se obtiene introduciendo un “factor de mercado” de acuerdo a la etapa del activo.

# Conclusiones



Para la valorización de activos de exploración, en los cuales aún no se ha demostrado recursos, en CODELCO se utiliza la metodología **Métrica de Exploraciones GEX**, ya que esta considera las incertidumbres técnicas y los riesgos propios del proyecto inherentes a cada etapa.

Siguiendo las recomendaciones del Valmin Code (Australasian Institute of Mining and Metallurgy , 1995), se utiliza como validación :

- el Método Kilburn, cuando no se puede determinar un recurso potencial o no existen datos de mercado.
- el Método de las Transacciones Comparables, cuando se dispone de una serie suficientes de datos de mercado actualizados y “declusterizados” adecuadamente

**Valorización debe ser realizada por un profesional calificado y con alta experiencia.**



FIN

GRACIAS