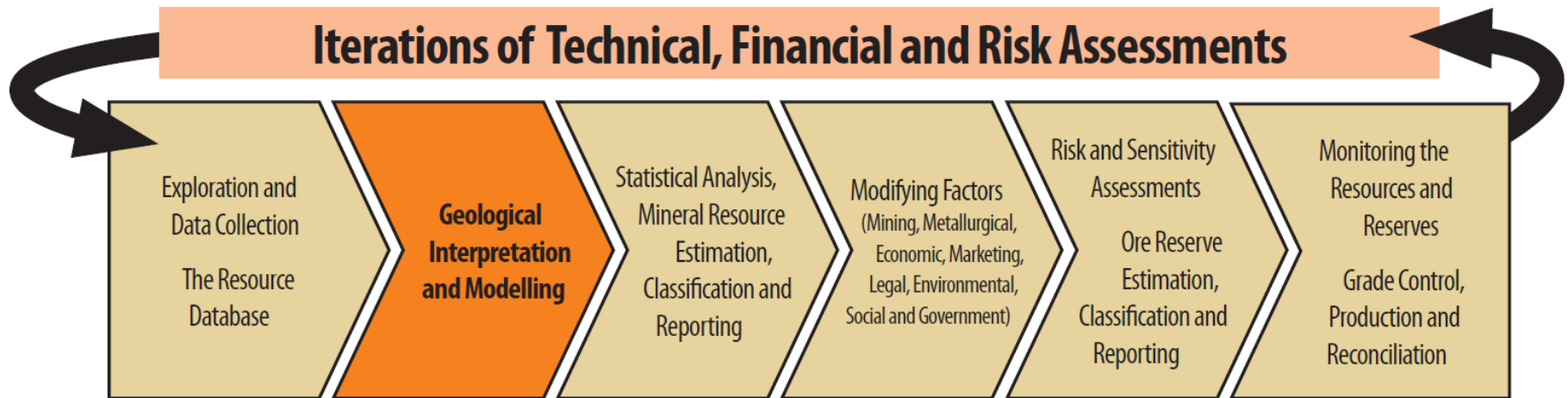
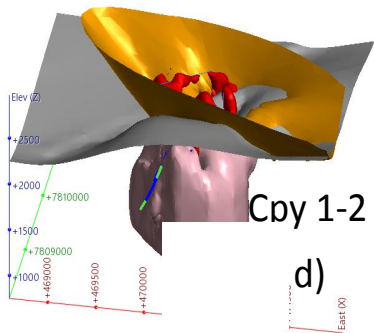
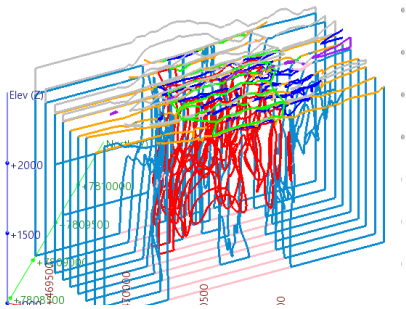
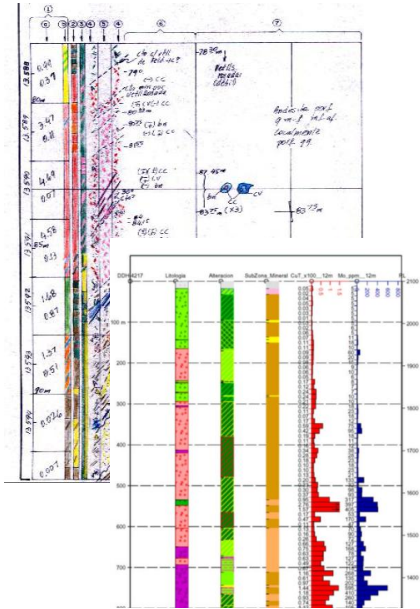


## Modelamiento Geológico: Antiguas prácticas v/s nuevas tecnologías

*Sergio Rivera C  
Coro Mining Corporation.*

# The Ore Reserve Estimation Process

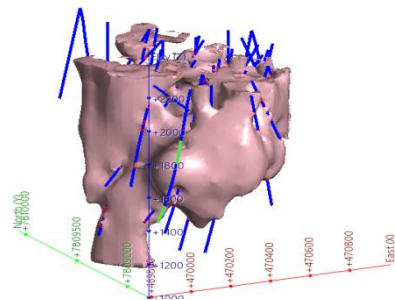
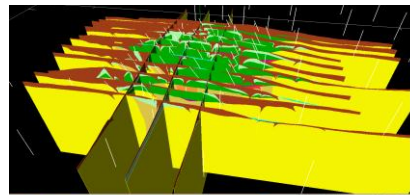
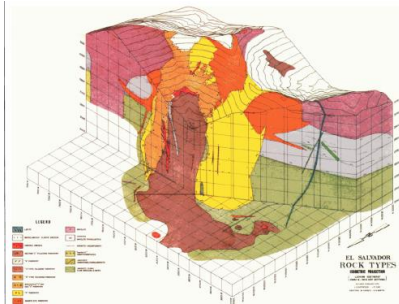




## Modelamiento Geológico: Antiguas prácticas v/s nuevas tecnologías

*Sergio Rivera C  
Coro Mining Corporation.*

# Modelamiento Geológico: Antiguas prácticas v/s nuevas tecnologías



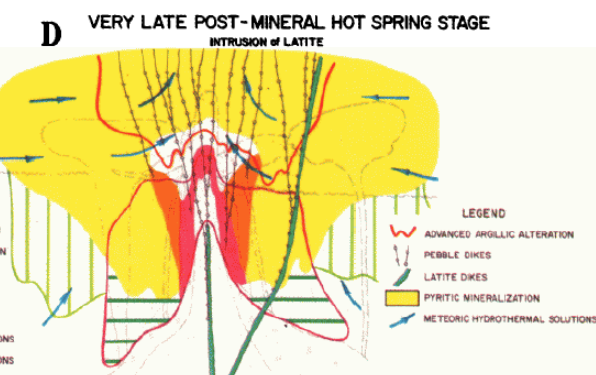
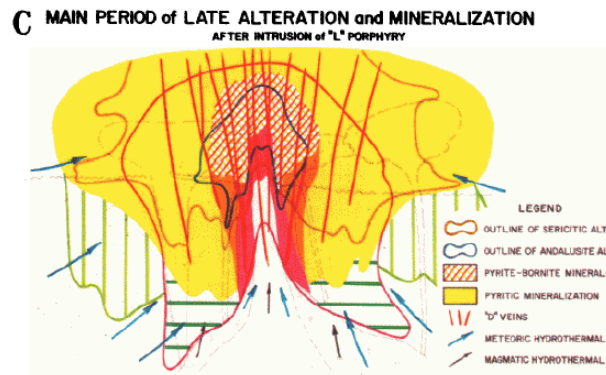
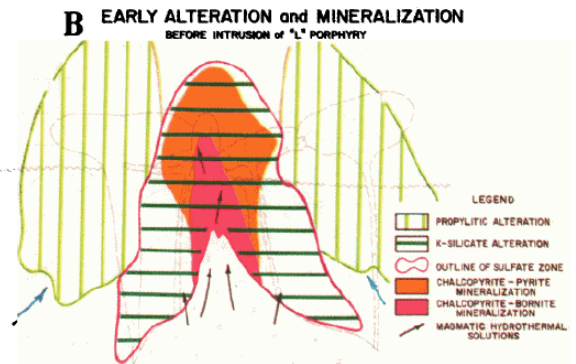
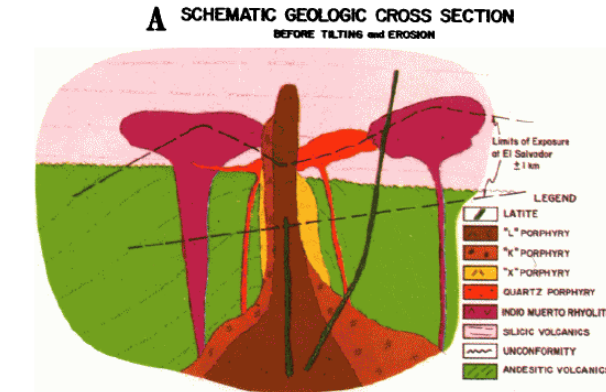
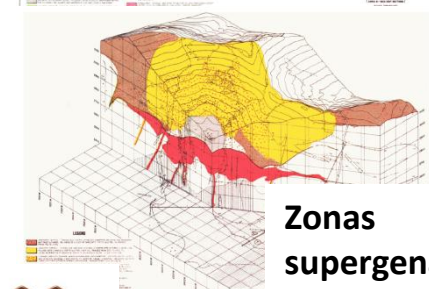
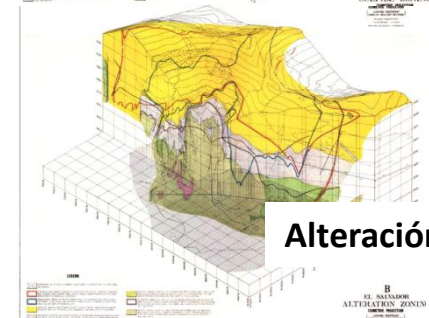
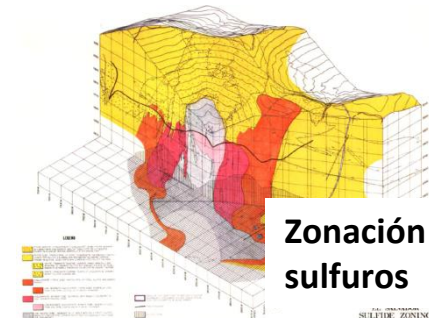
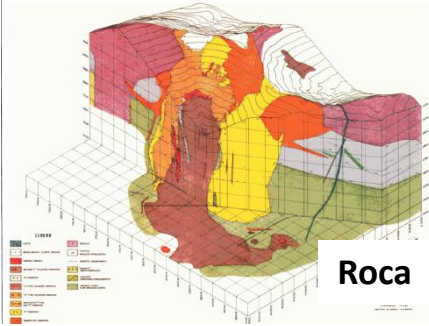
## AGENDA:

1. **MODELOS GEOLOGICOS: CONOCIMIENTO Y EVOLUCION**
2. VALOR DE LAS ANTIGUAS PRACTICAS
3. APORTE DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS
4. CONCLUSIONES

# Modelamiento Geológico: El Salvador

## Definiciones y buenas prácticas

(Gustafson y Hunt, 1975)



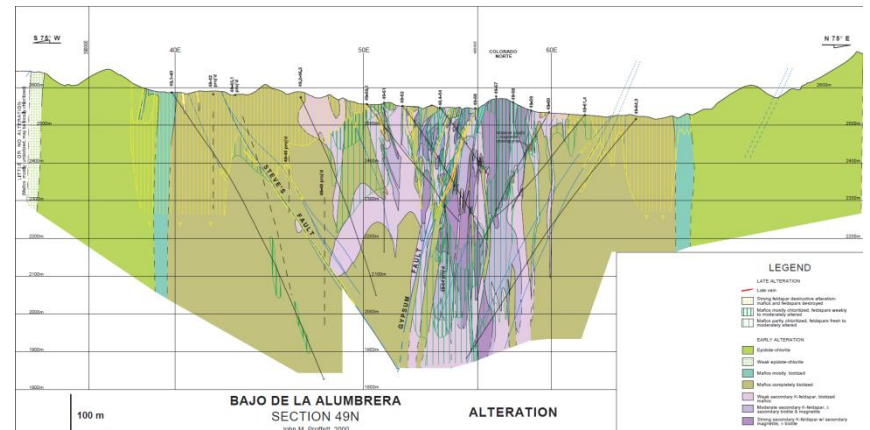
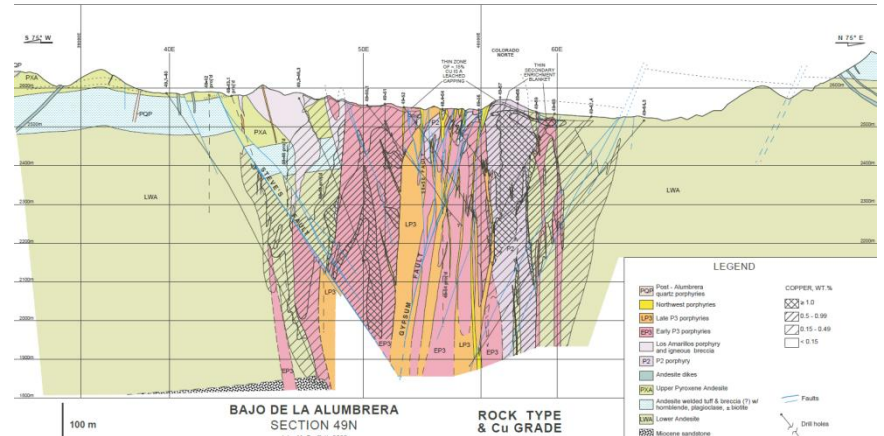
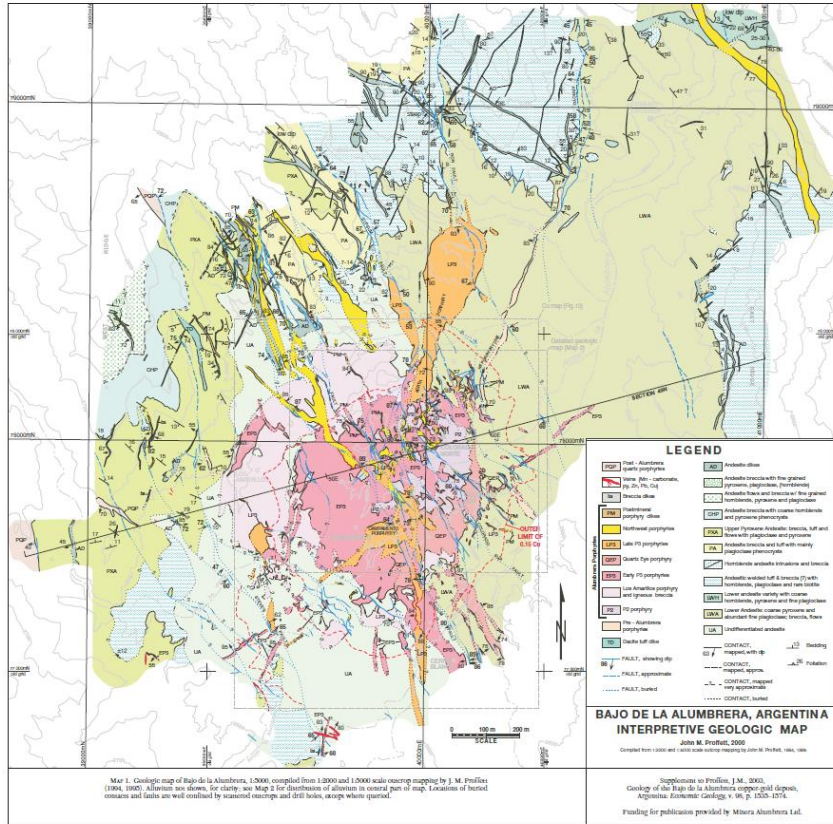
**El Salvador Genetic Model**



# Modelamiento Geológico: Bajo La Alumbraera

## Definiciones y buenas prácticas

(Proffett, 2003)



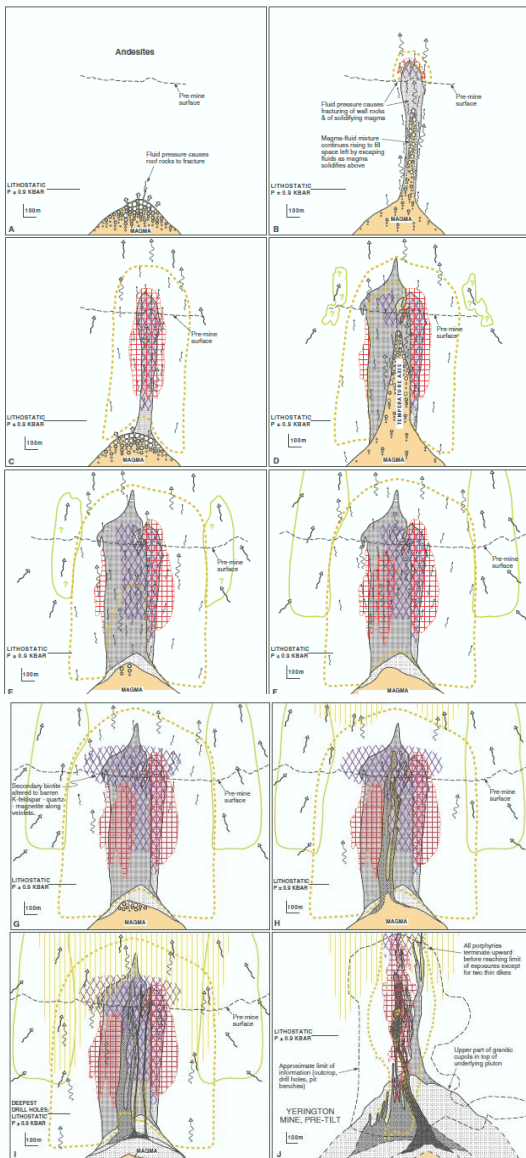
Mapa geológico de superficie

Secciones: roca y alteración

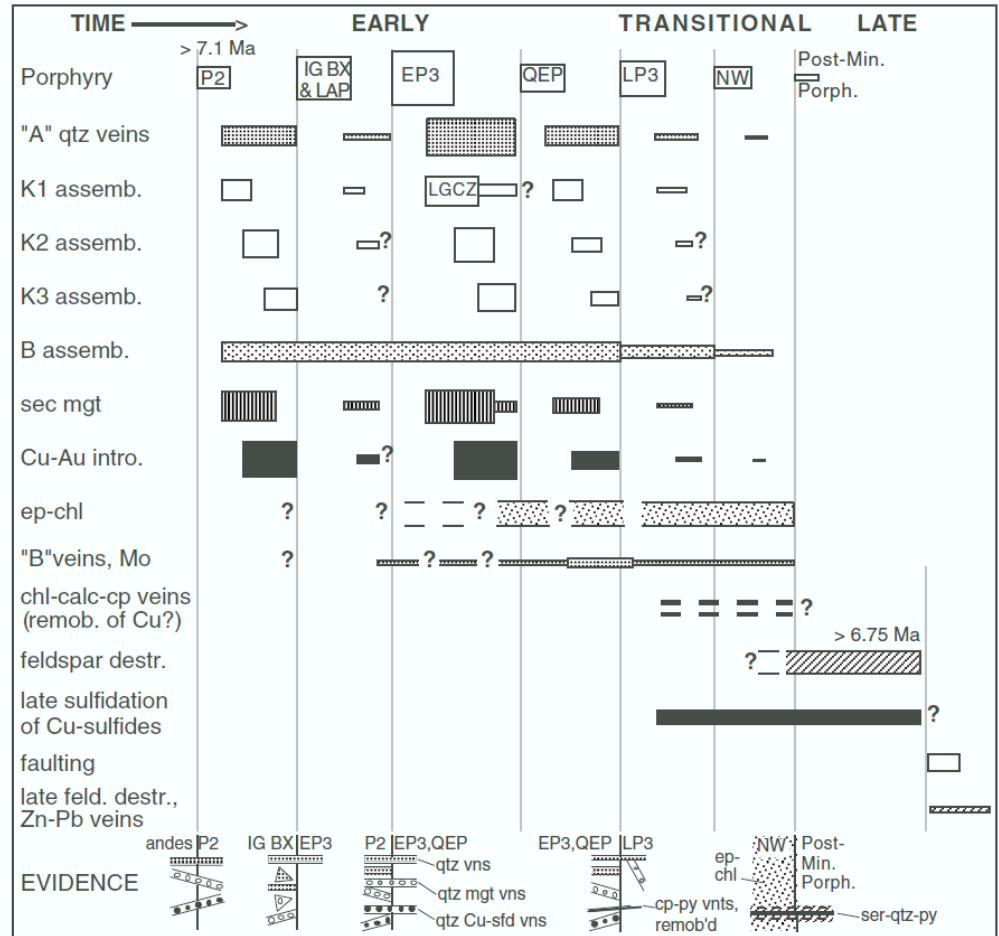
# Modelamiento Geológico: Bajo La Alumbraera

## Definiciones y buenas prácticas

(Proffett, 2003)



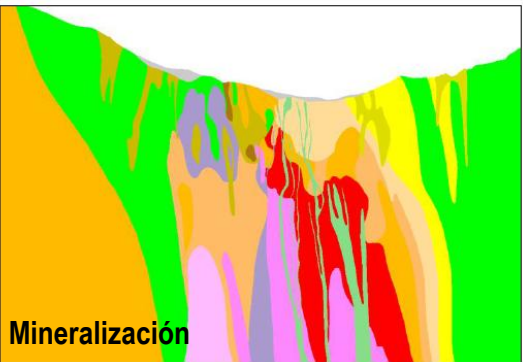
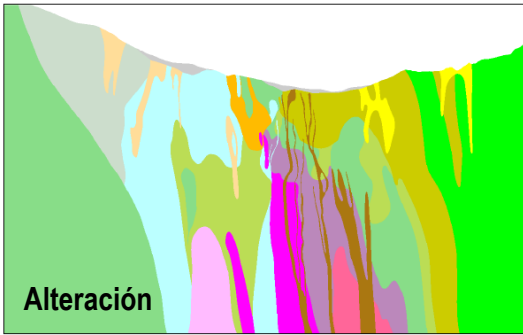
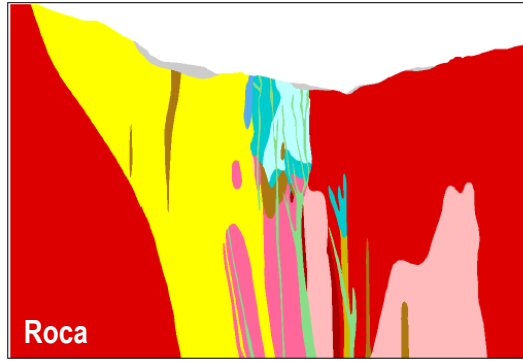
Modelo genético



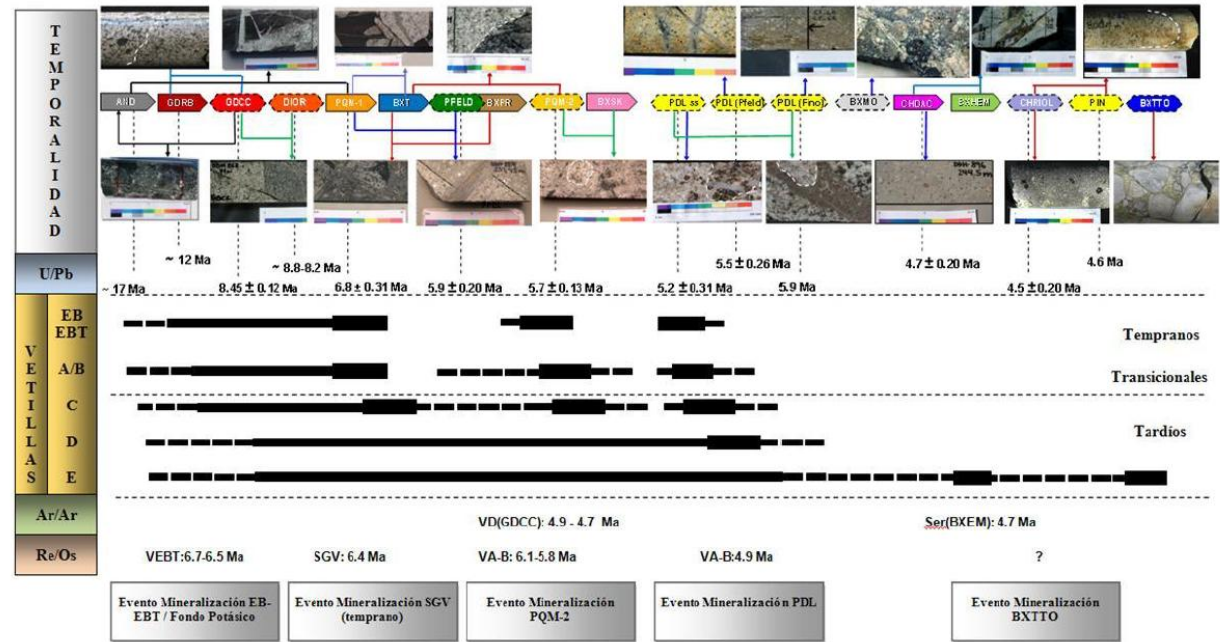
Secuencia de eventos

# Modelamiento Geológico: Definiciones y buenas prácticas

(Hermosilla et al, 2011)



## Rio Blanco-Don Luis And Sur-Sur Paragenesis Lithologic, Veins and Mineralization Events

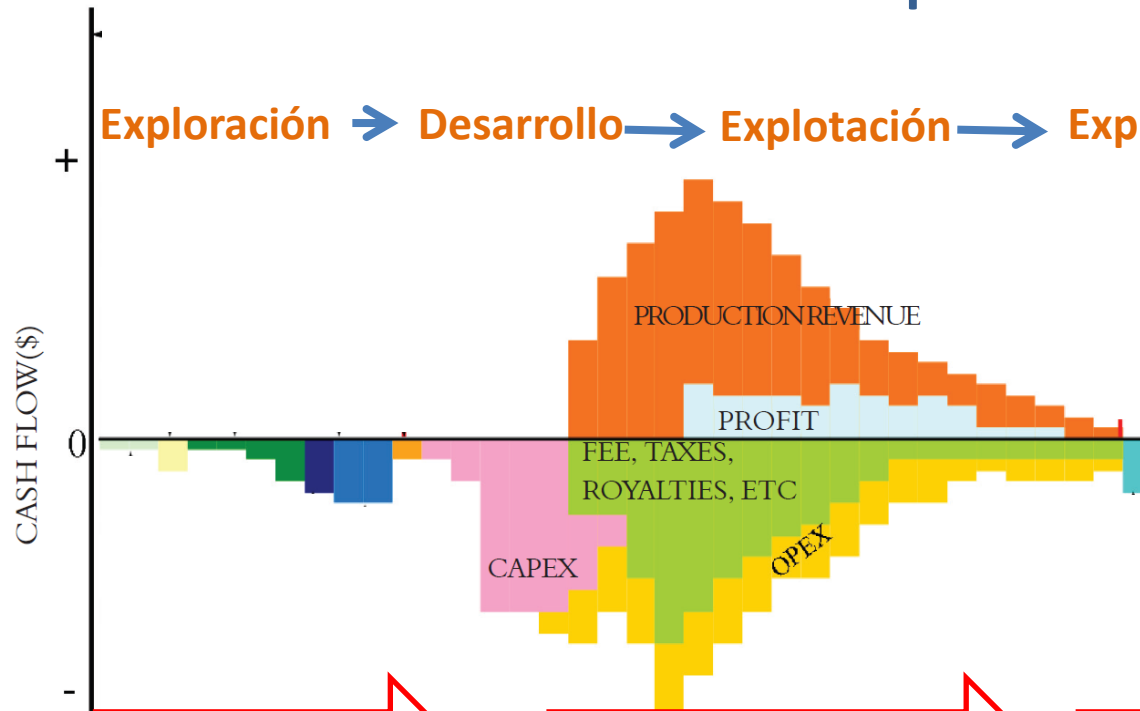




# Modelamiento Geológico: Concepto evolutivo en el ciclo minero

(base tomada de: Suslick, et al, 2009)

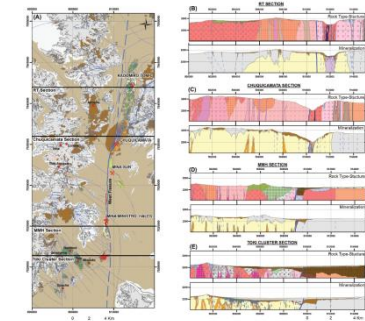
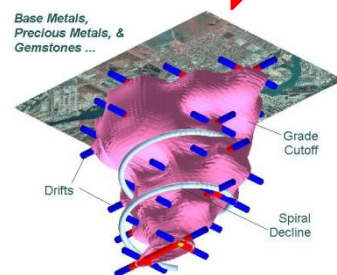
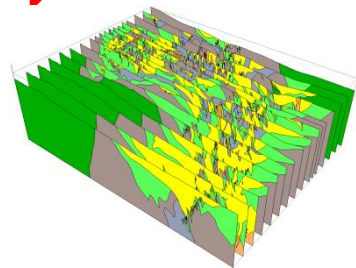
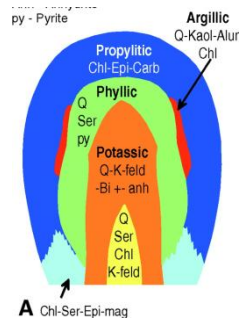
Exploración → Desarrollo → Explotación → Exploración



$$V_e = p * VAN_p - C$$

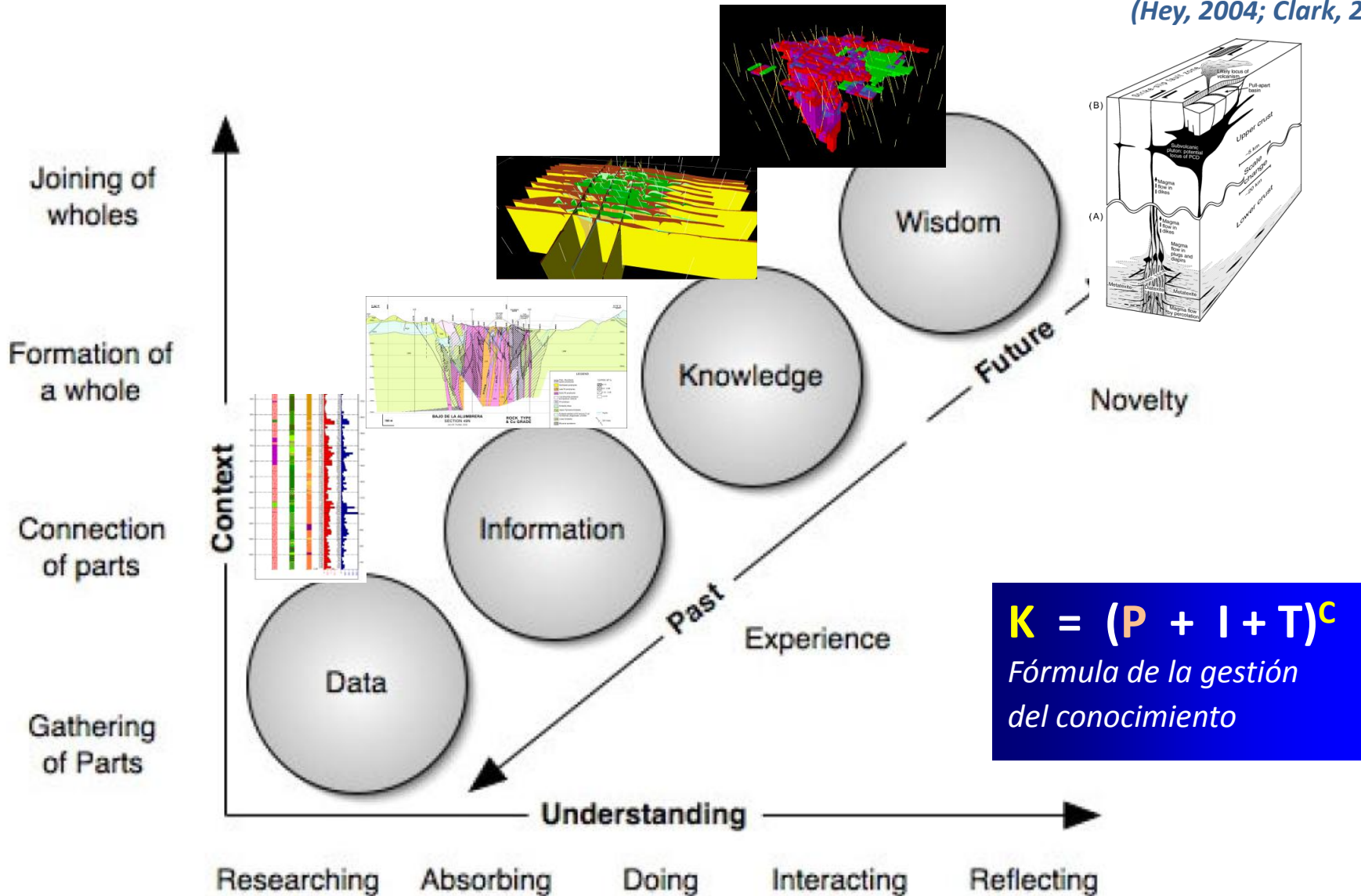
**Fórmula del valor**

Modelo/Target → Modelo del yacimiento → Modelo del "brownfield"



# Modelamiento Geológico: Perspectiva desde la Gestión de Conocimiento

(Hey, 2004; Clark, 2004)



# Modelamiento Geológico: Perspectiva desde la Gestión de Conocimiento

*(Basado en Nonaka y Takeuchi, 1995)*



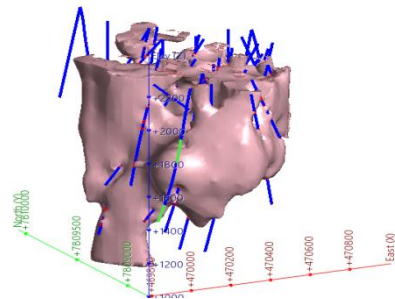
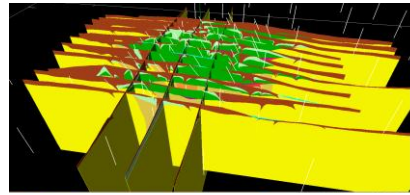
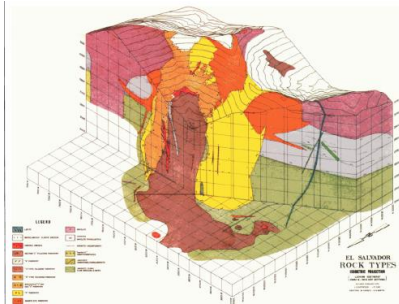
Where is the wisdom we have lost in knowledge?

Where is the knowledge we have lost in information?

(Where is the information we have lost in data?)

*T.S. Eliot, "The Rock", 1934*

# Modelamiento Geológico: Antiguas prácticas v/s nuevas tecnologías



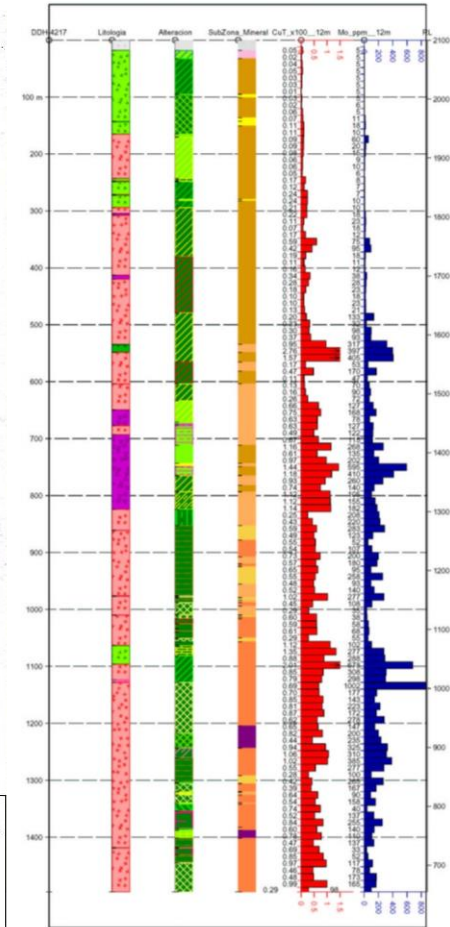
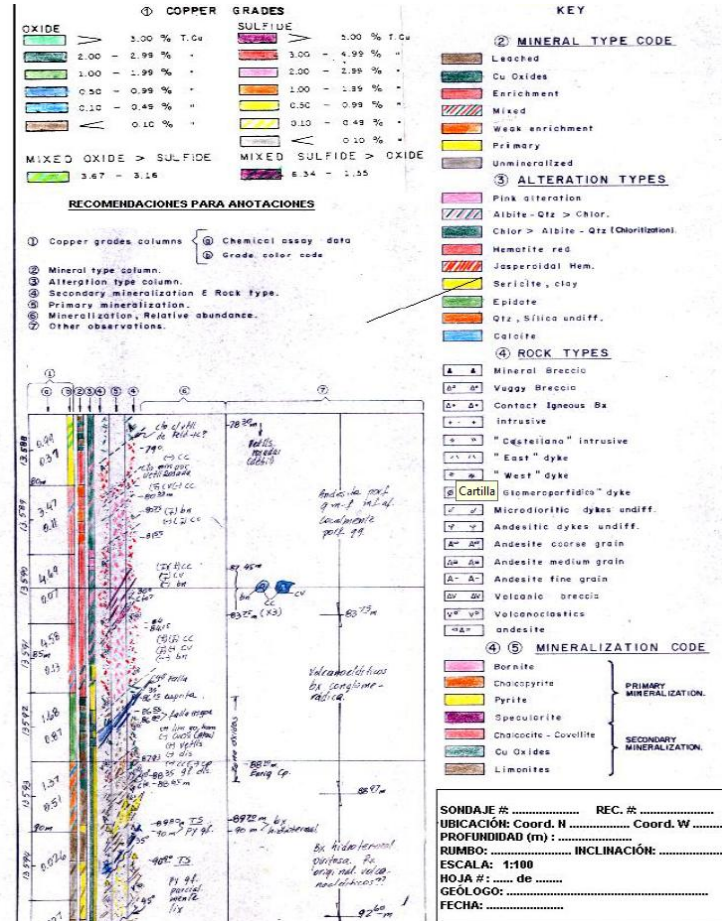
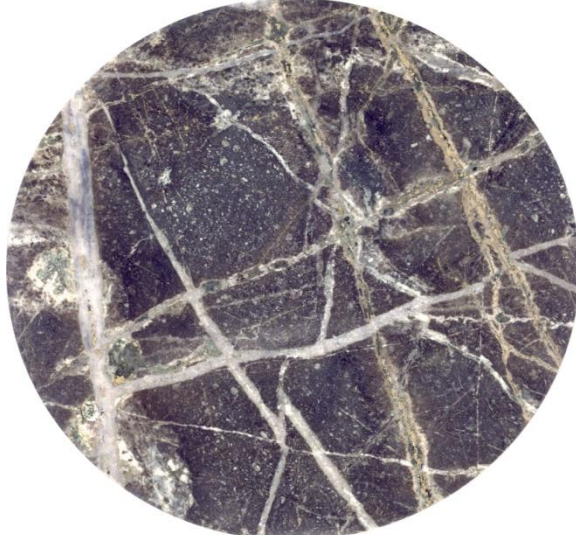
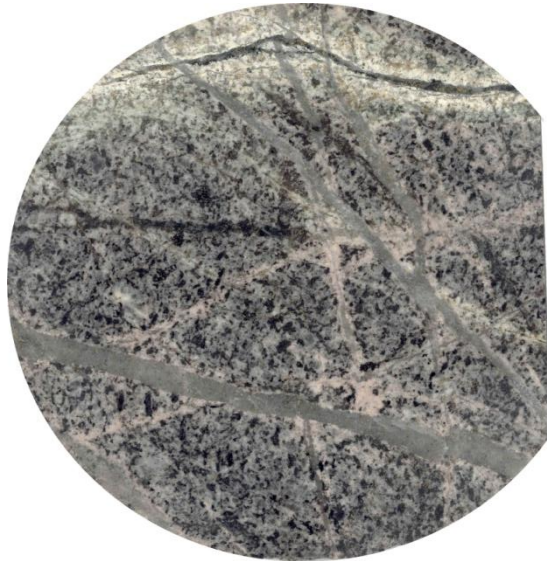
## AGENDA:

1. MODELOS GEOLOGICOS: CONOCIMIENTO Y EVOLUCION
2. VALOR DE LAS ANTIGUAS PRACTICAS
3. APORTE DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS
4. CONCLUSIONES



# Modelamiento Geológico: Buenas prácticas de mapeo de sondajes

(mapeo tomado de Müller, 2013; resumen protocolo EMSA)



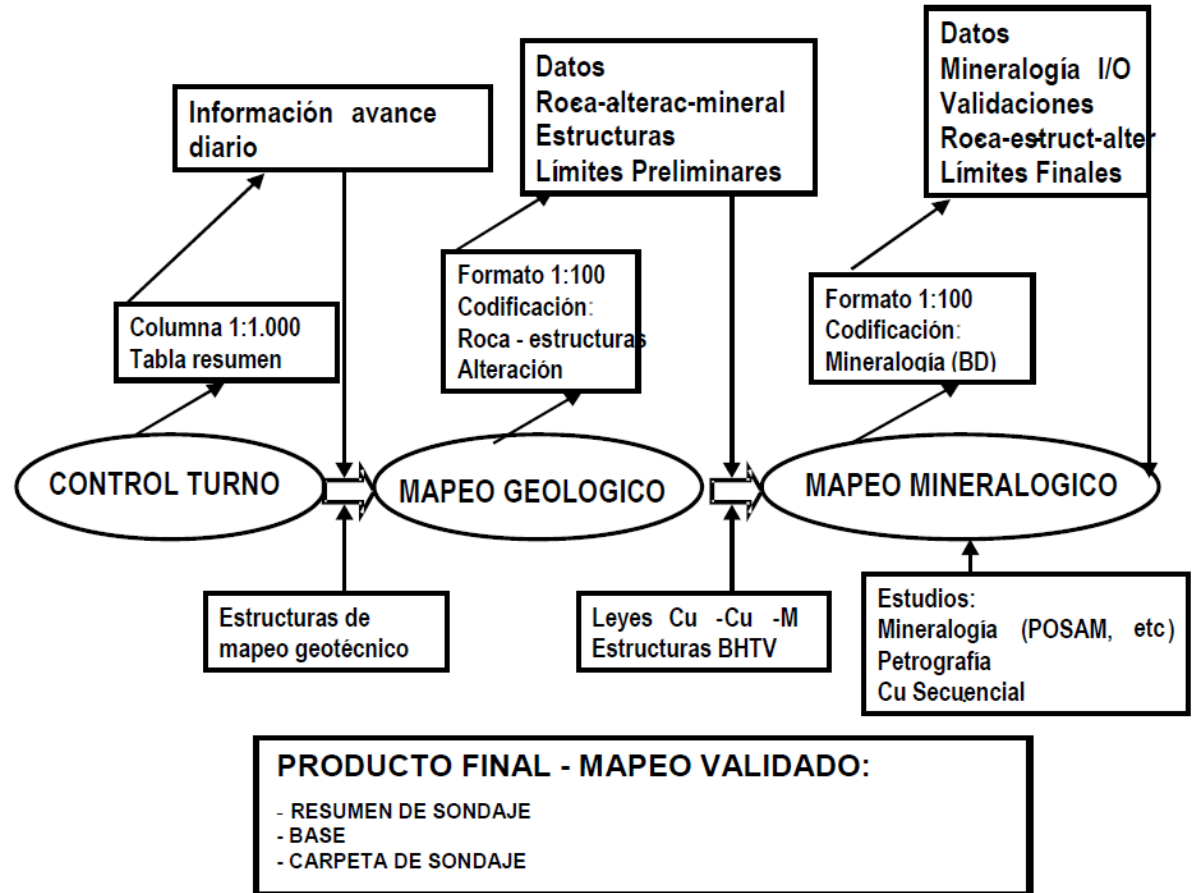
**Vetillas (de El Salvador)**  
**(EXACTITUD)**

**Mapeo gráfico "tipo Anaconda"**  
**(COMPLETITUD)**

**Resumen de sondaje**  
**(CONSISTENCIA)**

# Modelamiento Geológico: Buenas prácticas de mapeo de sondajes

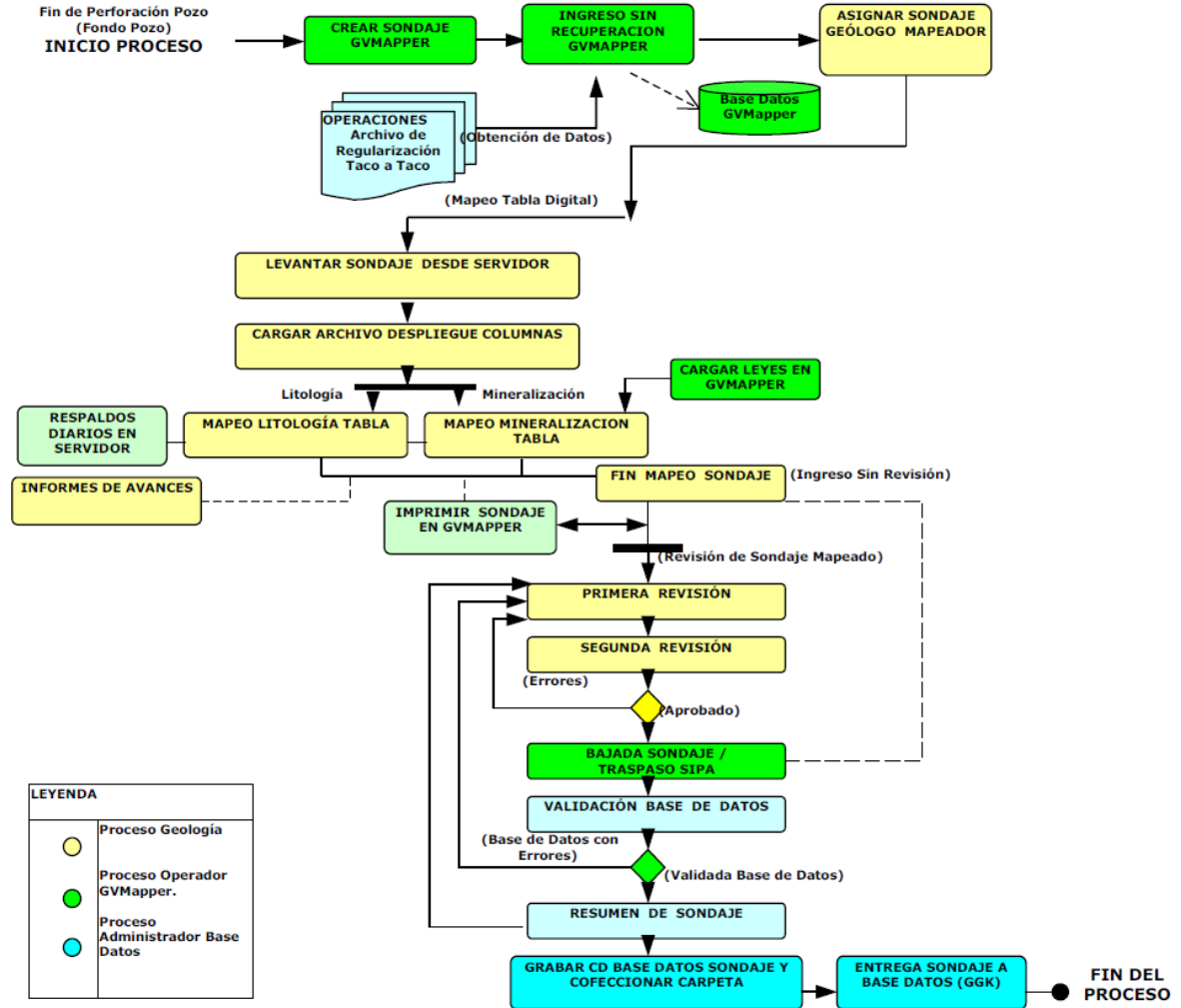
(protocolos de EMSA)



## FLUJO DE MAPEO TRADICIONAL



# Modelamiento Geológico: Buenas prácticas de mapeo de sondajes (protocolos de EMSA)



## FLUJO DE MAPEO DIGITAL

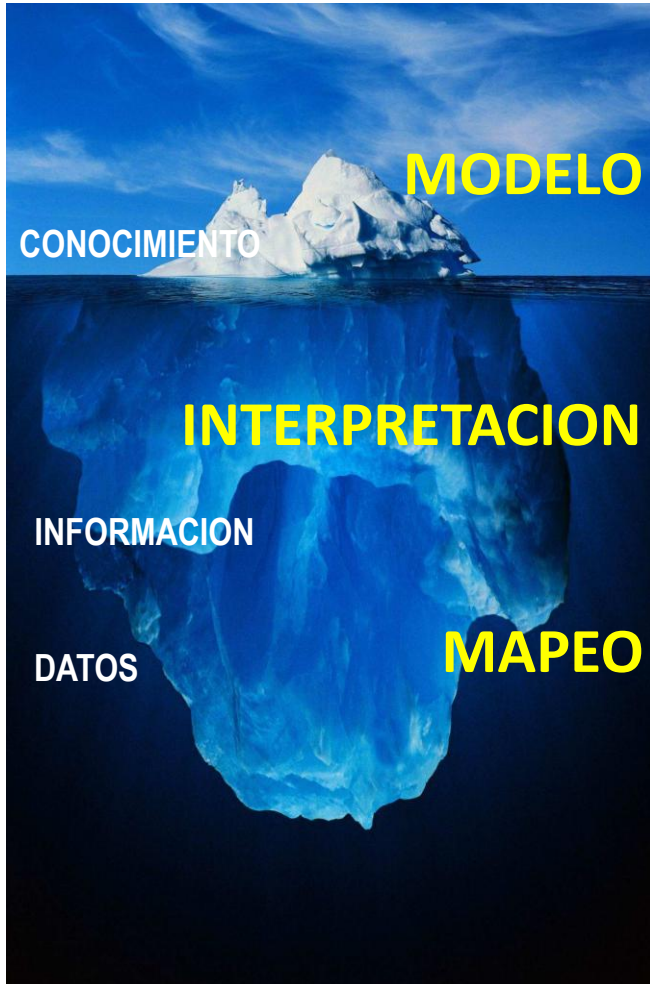
# Modelamiento Geológico: Buenas prácticas de mapeo de sondajes



- Recomendaciones de sondajes “jugadas”
- ¡Un “Quick log” no es un mapeo!
- Mapeo gráfico y completo. “Dato validado”
- Registrar observaciones, esquemas, fotos
- Libremente solicitar estudios especiales
- Luego codificación/cuantificación
- Evitar procesos batch
- Evitar “logueadores” v/s “modeladores”
- “Mentoring” y “Validadores”
- Aseguramiento de la consistencia
- Resúmenes gráficos y escritos, deben incluir resultados de observaciones, estudios, fotos
- Verificación recomendación v/s resumen



# Modelamiento Geológico: Al rescate del valor de la información



“The **information** you have is not the **information you want**.”

The **information you want** is not the **information you need**.

The **information you need** is not the **information you can obtain**.

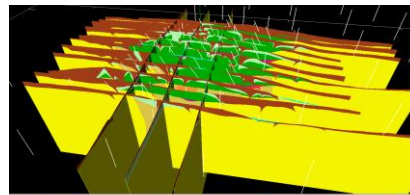
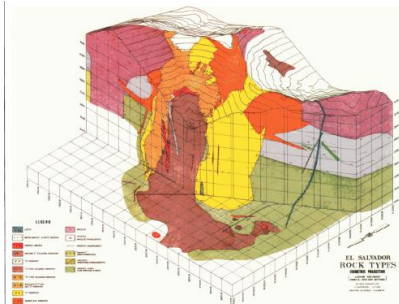
The **information you can obtain costs more than you want to pay”**

*Peter L. Bernstein  
Against the Gods: The remarkable story of risk*

$$D + I + K = M3D$$

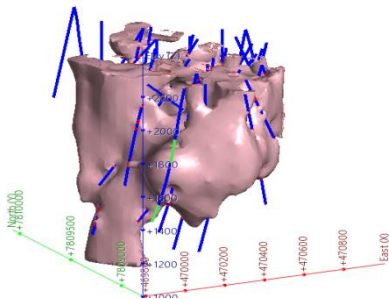
*Fórmula del modelo geológico 3D*

# Modelamiento Geológico: Antiguas prácticas v/s nuevas tecnologías



## AGENDA:

1. MODELOS GEOLOGICOS: CONOCIMIENTO Y EVOLUCION
2. VALOR DE LAS ANTIGUAS PRACTICAS
3. APORTE DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS
4. CONCLUSIONES

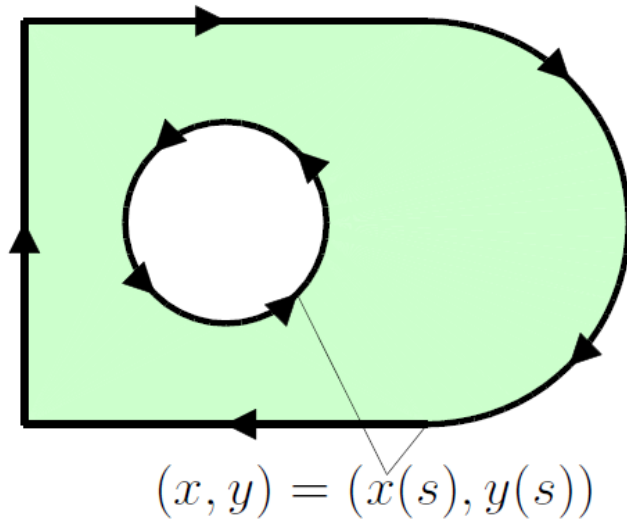


# Modelamiento Geológico: Nuevas tecnologías, el modelamiento implícito

(Persson, 2005)

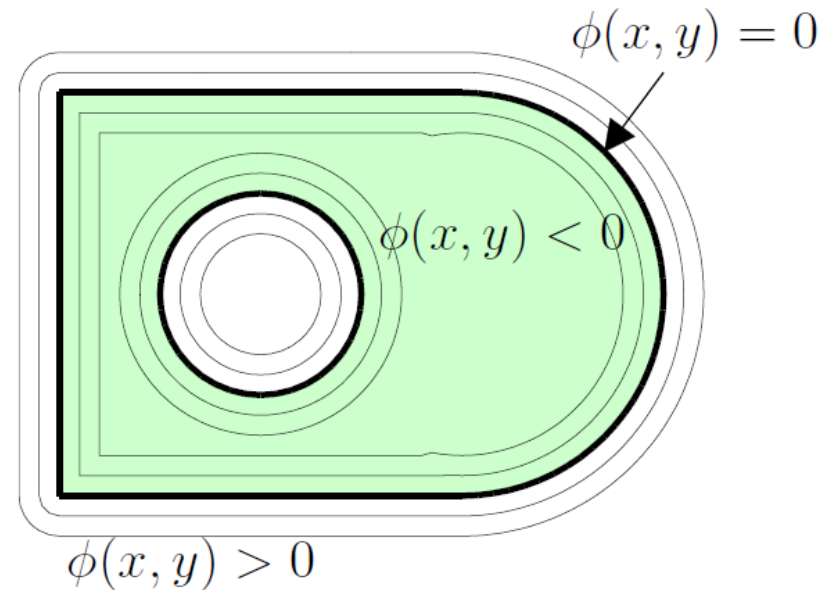
## Explicit Geometry

- Parameterized boundaries



## Implicit Geometry

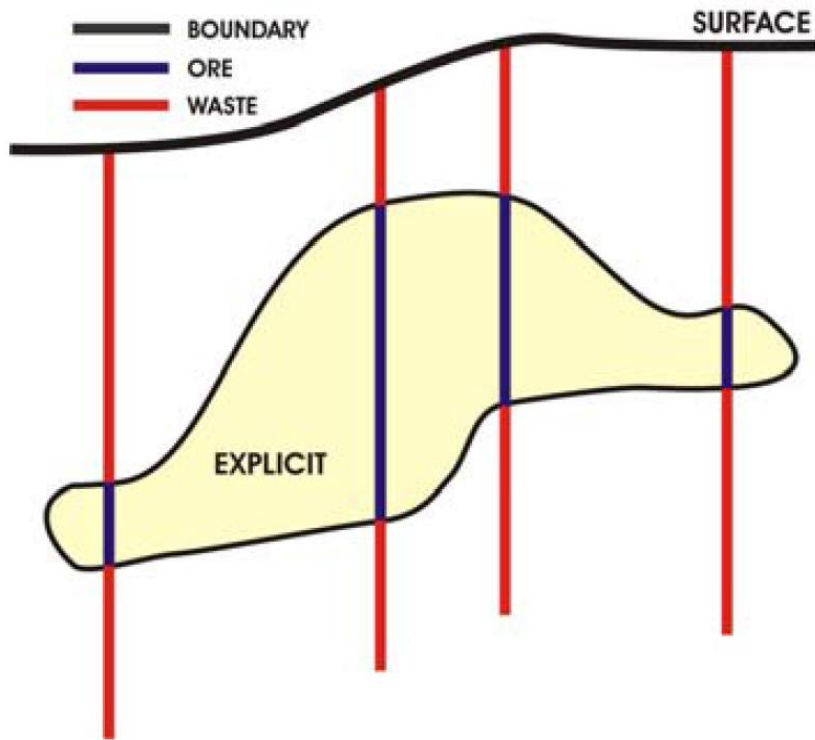
- Boundaries given by zero level set



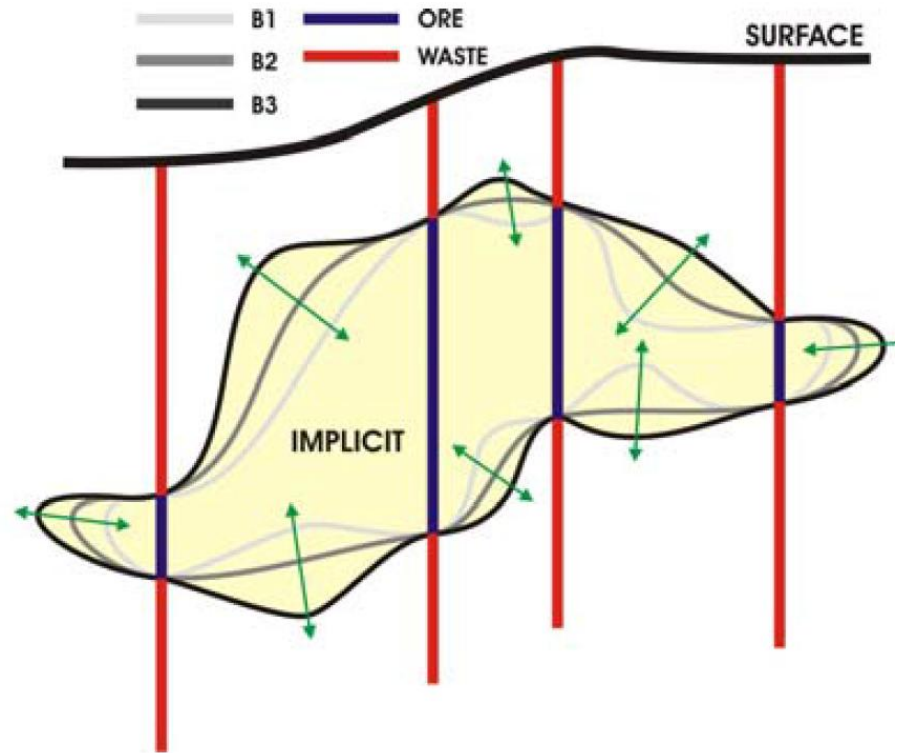
## Representaciones geométricas

# Modelamiento Geológico: Modelamiento implícito, representa la incertidumbre

(McLennan y Deutsch, 2006)



**Geometría explícita**

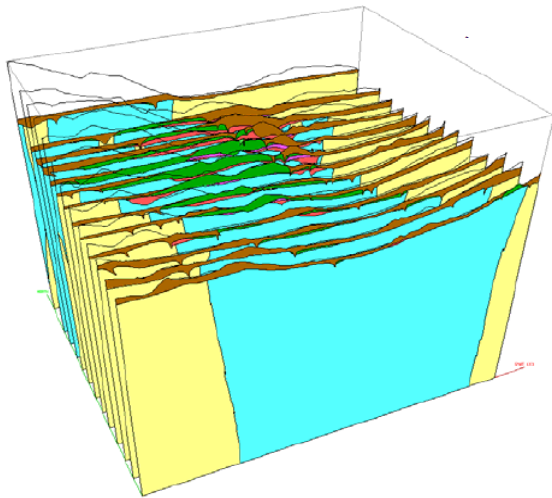


**Geometría implícita**

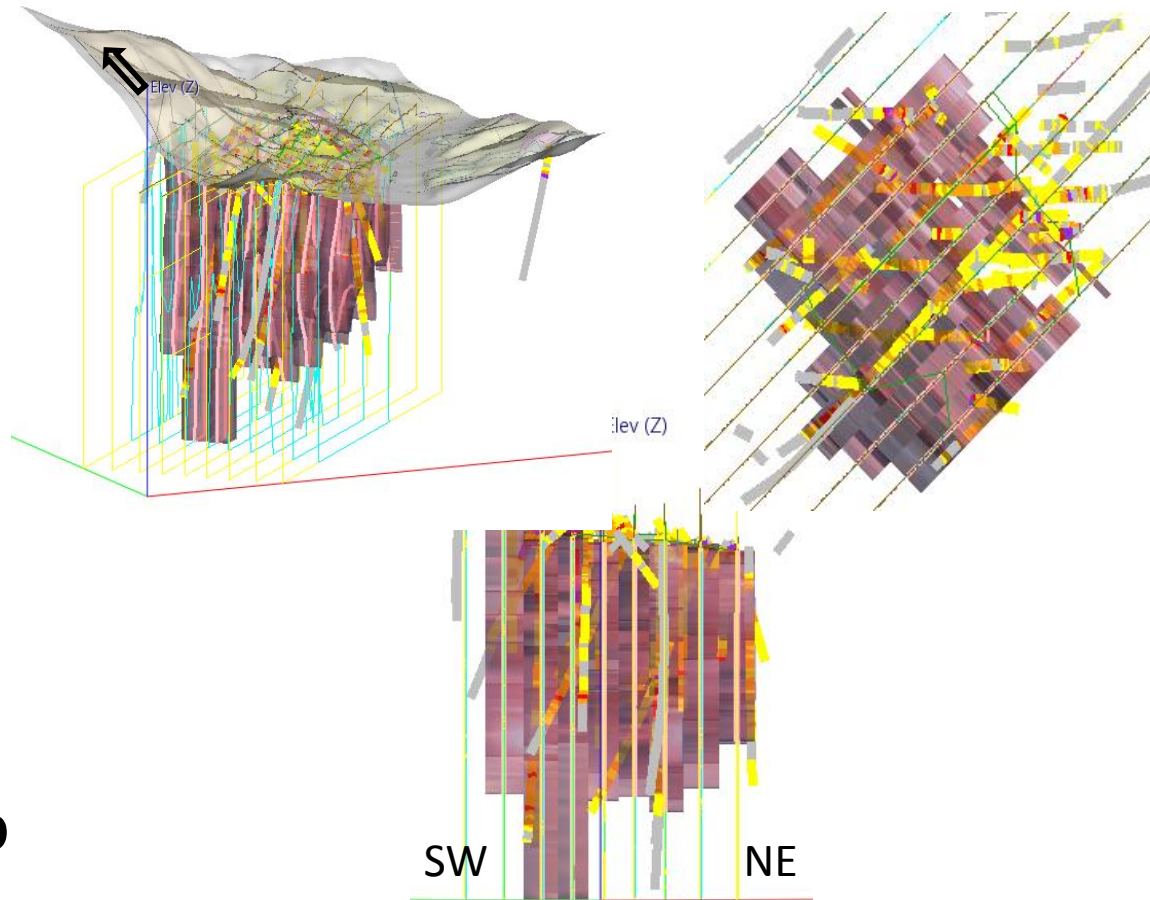


# Modelamiento Geológico: Ejemplo de modelamiento implícito

(Vukasovic, 2015)



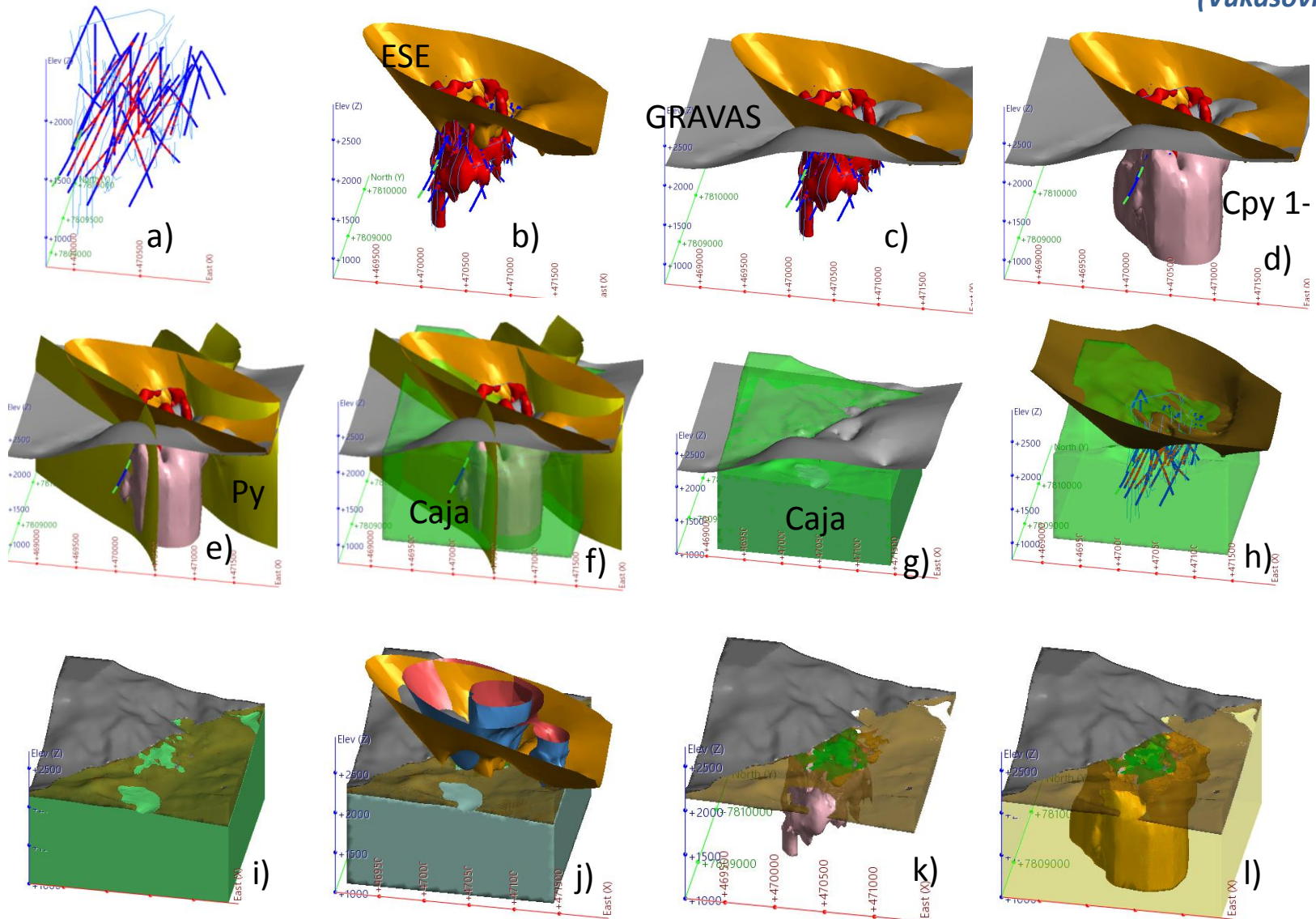
**Modelo geológico**



**Modelo zona de calcopirita extruido  
(modelo explícito)**

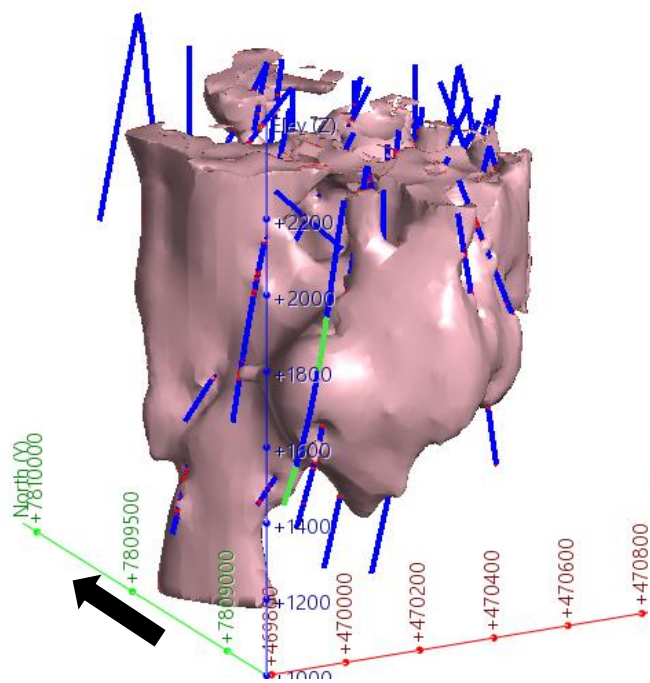
# Modelamiento Geológico: Ejemplo de modelamiento implícito

(Vukasovic, 2015)

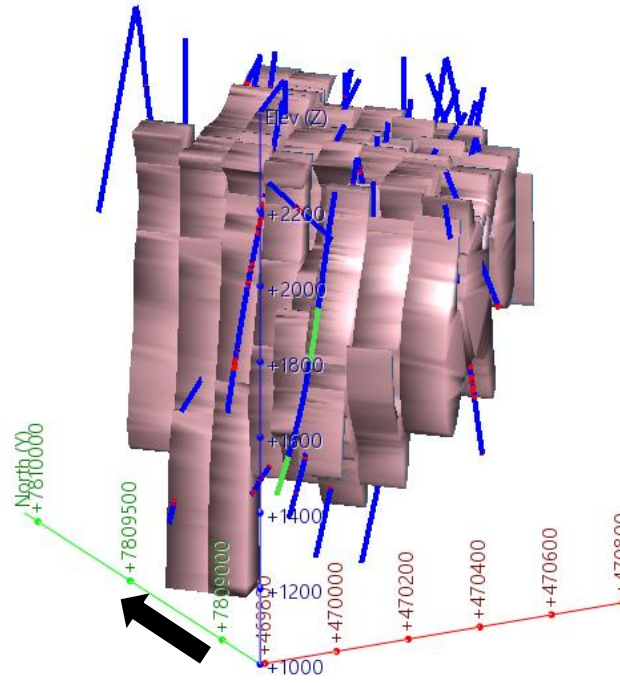


# Modelamiento Geológico: Ejemplo de modelamiento implícito

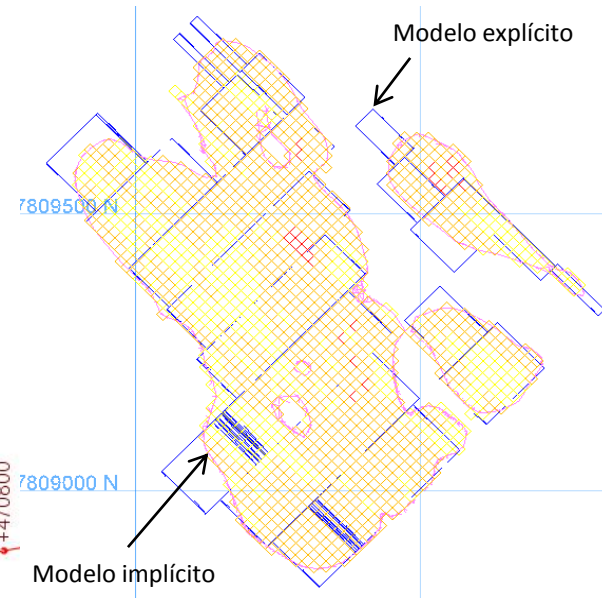
(Vukasovic, 2015)



**Modelo implícito**



**Modelo explícito  
(extrusión)**



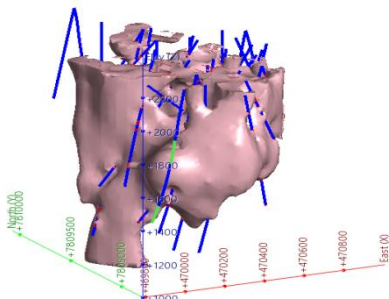
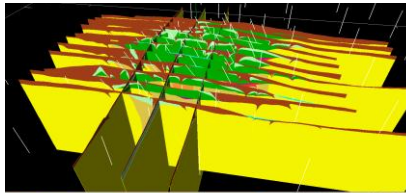
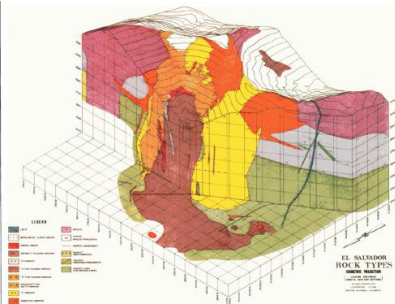
**Comparación**



# Modelamiento Geológico: Antiguas prácticas v/s nuevas tecnologías

## AGENDA:

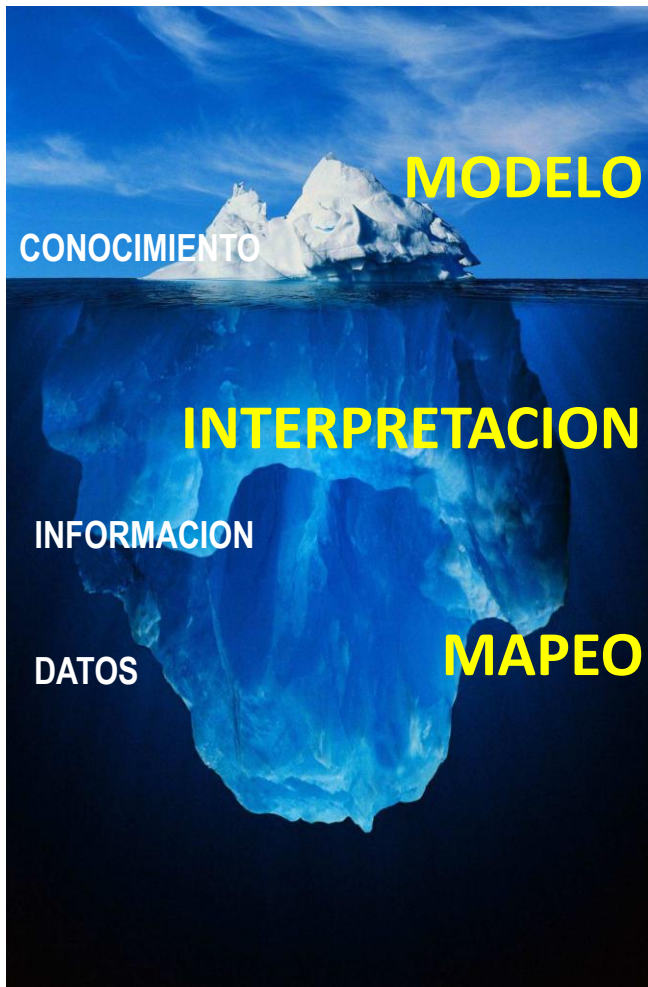
1. MODELO GEOLOGICO: MODELO DE MODELOS
2. VALOR DE LAS ANTIGUAS PRACTICAS
3. APOORTE DE LAS NUEVAS TECNOLOGIAS
4. CONCLUSIONES





## El “Mantra” del modelador geológico

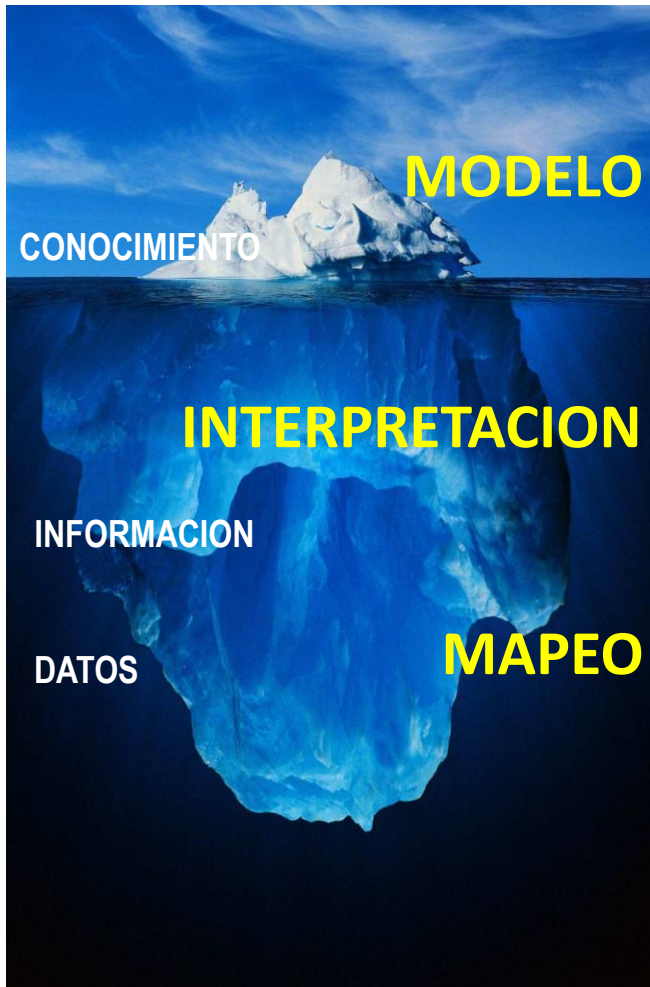
(Modificado de Smith, 2011)



- ¿Es la mejor información disponible?
  - ¿Todos entienden las limitaciones y sus implicancias?
  - ¿Nadie ha probado que está equivocado?
  - No existe error sistemático y si lo hay no importa mucho
  - Los errores se corregirán en las revisiones posteriores
  - ¿Disponemos de las mejores técnicas y teorías?
- 
- **Seguramente el modelo no es perfecto, pero aun así es útil**
  - **Todos los modelos están errados, algunos son peligrosos y de estos unos pocos son útiles**

## Una definición práctica de Modelo Geológico

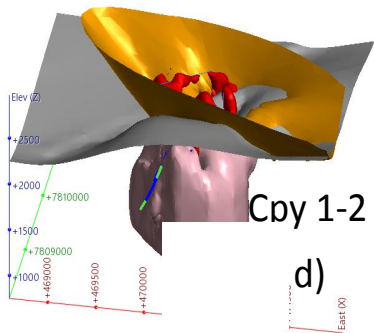
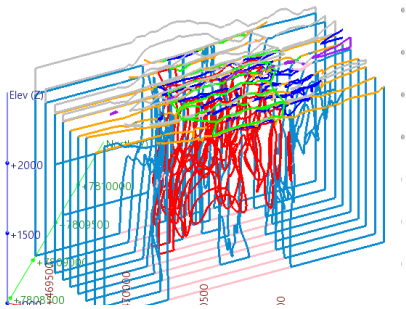
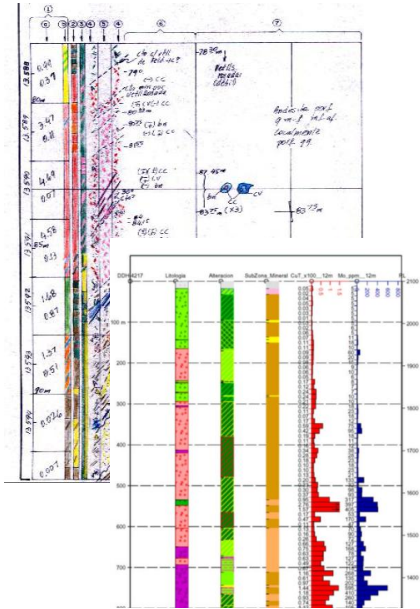
(parafraseando al fiscal Carlos Gajardo, Marzo de 2015)



***Un Modelo Geológico es una interpretación***

***Que requiere mucha audacia para ser planteado***

***Y mucha ingenuidad para ser creído***



## Modelamiento Geológico: Antiguas prácticas v/s nuevas tecnologías

*Sergio Rivera C  
Coro Mining Co.*

# LINKS A IMÁGENES UTILIZADAS

<http://geosphere.gsapubs.org/content/2/3/161/F1.large.jpg>

<https://www.rockware.com/assets/products/165/gallery/rockworksgallery9b.jpg>

<http://econgeol.geoscienceworld.org/content/98/8/1515/F5.large.jpg>

<https://foldedstory.files.wordpress.com/2012/03/iceberg.jpg>

<http://www.eldinamo.cl/pais/2015/03/14/corte-revisa-prision-preventiva-de-imputados-en-caso-penta/>



- AUSIMM, 2014, Mineral Resource and Ore Reserve Estimation. The AusIMM Guide to Good Practice. Second edition, Monograph 30. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, Australia, 927 p.
- Bernstein; P, 1996, Against The Gods: The Remarkable Story of Risk. New York, John Wiley & Sons
- Clark, 2004, Understanding and performance, <http://www.nwlink.com/~donclark/performance/understanding.html>
- Gustafson; L.B., y Hunt, J.P., 1975, The Porphyry Copper Deposit at El Salvador, Chile. Econ. Geol. Vol 70, N°5, pp. 857-912.
- Proffett, J.M., 2003, Geology of the Bajo de la Alumbrera Porphyry Copper-Gold Deposit, Argentina. Econ. Geol. Vol 98, pp.1535-1574.
- Hermosilla, J., Cuadra, P, y Rojas, G., Relevant tools for generating geologic models at Division Andina. Geomin 2011, [https://gecamin.com/geomin/2011/images/stories/galeria/presentaciones/11gmn\\_s10\\_juan\\_hermosilla.pdf](https://gecamin.com/geomin/2011/images/stories/galeria/presentaciones/11gmn_s10_juan_hermosilla.pdf)
- Hey, J., 2004, The data, information, knowledge, wisdom chain: the metaphorical link. <http://www.dataschemata.com/uploads/7/4/8/7/7487334/dikwchain.pdf>
- Lowell, J.D. y Guilbert, J.M., 1970, Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits, Econ Geol, v. 65, pp 373-408.
- McLennan, J.A., y Deutsch, 2006, Implicit boundary (BOUNDSIM). [http://www.ccgaberta.com/ccgresources/report08/2006-102-boundary\\_simulation.pdf](http://www.ccgaberta.com/ccgresources/report08/2006-102-boundary_simulation.pdf)

Müller, G., 2013, Modelamiento geológico y categorización de recursos.

<http://www.comisionminera.cl/documentacion/category/54-seminario-competencias-en-recursos-y-reservas-mineras-18-abr-2013>

Nonaka, I., y Takeuchi, I., 1995, The Knowledge Creating Company. Oxford University Press

Persson; P., 2005, The level set method.

[http://persson.berkeley.edu/pub/persson05levelset\\_presentation.pdf](http://persson.berkeley.edu/pub/persson05levelset_presentation.pdf)

Richards; J., 2003, Tectono-magmatic precursors for porphyry Cu-(Mo-Au) deposit formation: Econ.Geol. v. 98, p. 1515– 1533,

Rivera, S., Baeza, L., Kovacic, P., y Martínez, A., 2006, Primeros antecedentes de la geología del pórfido de Cu-Au-Mo Inca de Oro, Tercera Región de Atacama, Chile. XI Congr Geol Chileno, Actas, vol2, pp 339-342.

Rivera, S., Pardo, R., Alcota, H., Fontecilla, C., Kovacic, P., Pizarro, J. y Rojo, J., 2006, Reseña de la exploración y geología del cluster de pórfidos Toki. Distrito Chuquicamata. XI Congr Geol Chileno, Actas, vol 2. Pp 343-346.

Rivera, S.L., Alcota, H., Proffett, J., Díaz, J., Leiva, G., y Vergara, M., 2012, Update of the geologic setting and porphyry Cu-Mo deposits of the Chuquicamata District, Northern Chile. Soc Econ Geol, Spec. Publ. 16, pp 19-54.

Smith, L., 2011, All models are wrong. Some can be dangerous. <http://www.math.rug.nl/stat/models/abstracts.html>

Suslick, S.B, Schiozer, D., Rebelo, M., 2009, Uncertainty and risk analysis in petroleum exploration and production, Terrae, 6(1), pp.30-41.

Vukasovic, M., 2015. Modelamiento geológico implícito para los recursos potenciales del proyecto Mocha, Región de Tarapacá, Chile. Univ. Cat. Del Norte. Memoria grado de Magister en Geología Económica. 67 p.