

Desafío No metálicos – o recursos industriales en Atacama

Dr. Wolfgang Griem

Director Departamento de Geología
de la Universidad de Atacama, Chile

wolfgang.griem@uda.cl

3/2015

Contenido

- Introducción
- Historia
- Tipos de recursos no metálicos / rec. Industriales - Ejemplos
- Desafíos



Clasificación de los recursos

metales	no-metálicos		
	uso general - industriales	energéticos	hídricos
oro, cobre, hierro, aluminio	la sal, baritina, diamante, áridos, diatomíta, liparita...	hulla, lignito, antracita, turba, petróleo, gas natural, metanos...	agua subterránea, aguas industriales, agua termal, agua mineral...

www.geovirtual.2cl

Magnitud de la minería (mundial)

sustancia	en %	en porcentajes por arena y gravas
arenas y gravas	60 %	100 %
hulla, antracita, carbón	10,8 %	18 %
petróleo	9,6 %	16 %
hierro	3 %	5 %
lignito	2,7 %	4,5 %
sal	0,5 %	0,9 %
fosfatos en rocas	0,4 %	0,7 %
turba	0,4 %	0,7 %
bauxita	0,3 %	0,6 %
cobre	0,03 %	0,05 %

Historia

- Chile: Salitre



Historia del salitre:

- Probable explotación de Incas y
- 1808: Oficial descubrimiento del
- 1821: dan conocimiento del salit
- 1830: Exportaciones 830 t
- 1840: Justo Liebig sobre nitratos
- 1840: exportaciones: 10.000 t
- 1850: 23.000
- 1860: 63.000
- 1870: 135.000
- 1871: Primer ferrocarril del salitr

Caliche – Salitre

- Solo en sectores áridos
- alto grado en oxidación
- meteorización en el desierto

- Chile, natural en rocas
- Destilación de hulla
- Proceso Haber / Bosch (Atmósfera)

Minerales:

+ Nitronatrita: NaNO_3

+ Halita: NaCl Conjunto = Caliche

adicional:

Tarapacaita: $\text{K}_2(\text{CrO}_4)$

Yodo

Ulexita: $\text{NaCa}[\text{B}_5\text{O}_6(\text{OH})_6] \text{H}_2\text{O}$ Boratos

Colemanita: $\text{Ca}[\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3] \text{H}_2\text{O}$

Yeso, Anhidrita

Salitre



Afloramiento: Desierto Atacama:

Franja de 720 km y entre 16-80 km ancho

300m - 900 m de altura

espesor entre 10 cm – 10 metros; sobrecarga hasta 12,5 m

Gravas con cemento de caliche;

25% Nitrato de sodio

3% Nitrato de potasio

Génesis: (“NO₂”)

- transporte del N por agua subterránea y evaporación
- actividad volcánica
- actividad de seres vivos (guano de aves lixiviado)
- fijación bacteriana del N
- origen de la atmósfera
- descargas eléctricas

Uso:

Fertilizante: 85%

Explosivos: +/- 9%

No metálicos (1)

Depósito	Minerales, Ambiente	Uso	Ubicación
Sales	Halita (NaCl)	Alimentación, industria química	Alemania, Chile, Polonia EE.UU.
Fosfatos	Apatita: $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$	Fertilizantes	EE.UU.
Potasio	Silvita (KCl)	Fertilizantes, ind. química	EE.UU., Europa
Diamantes	Diamantes (C)	joyas, abrasivos industriales	África del sur
Yeso	Yeso , Anhidrita	Construcción	Todo el mundo
Calizas	Calcita : CaCO_3	Construcción	Todo el mundo
Arcillas	Caolinita	Cerámica, ind. electrónica	Todo el mundo
Diatomita	Fósiles	ind. química	Europa, EE.UU.
Ignimbrita	Rocas volcánicas	construcción, filtros	Italia, Chile

Nombre	Prod.mundial (Ton.metr./año)	Uso
Áridos Arena, gravas	20.000 millones	obras civiles, rellenos, drenaje, estabilizados
Arcillas		artesanía, filtros, cerámica, ind. electrónica
Asbestos	3,5 millón	Cemento de asbesto, frenos, telas resistentes contra el fuego, plásticos para pisos. A partir de los año ochenta se trató evitar el uso por problemas de la salud (asbestosis)
Baritina	5,4 millón	fluidos de perforaciones, vidrios, pintura, goma, marcador para rayos x, cementos contra radiación, papel especial
Calcita	800millón= EE.UU.	construcción, Cal, cementos, papel, pinturas, pegamentos, gomas, remedios,
Caolín	25 millón	papeles, cerámica, pinturas de agua, plásticos, fibra óptica,
Corindón		Abrasivos, papel de lija
Cuarzo		vidrio, fundente, Si
Diamante		joyas, perforaciones, cortadoras
Diatomita	1,6 millón	filtros, pinturas, explosivos, para secar, politura,
Feldespatos	5,0 millón	vidrios, cerámica,
fosfatos		fertilizante
Grafito		industria electrónica, lápices

Nombre	Producción mundial (Ton.metr./año)	Uso
Guano		fertilizante
Hulla, carbón		recurso energético
Liparita, Ignimbrita	-	aislamiento, ruido, térmico, filtros
Micas		cementos, muros, pigmento de pintura, plásticos, perforaciones, reemplazante de asbesto
Ornamentales		fachadas, pisos etc. Sientita, granitos, mármoles
Petróleo		recurso energético, plásticos
pizarras, esquistos		construcción, techos, pisos,
Sal		diferentes productos NaCl, KCl etc: alimentos, cueros, industria química
Salitre y yodo		fertilizantes, medicina
Turba		recurso energético, agricultura
Wolastonita	365.000	cerámica, reemplazo de asbesto
Yeso	100 millón	muros (volcánica), cementos, agricultura, tiza
Zeolitas	1 millón	"acuacultura" como filtro, agricultura, residíos nucleares, detergentes, catalíticos

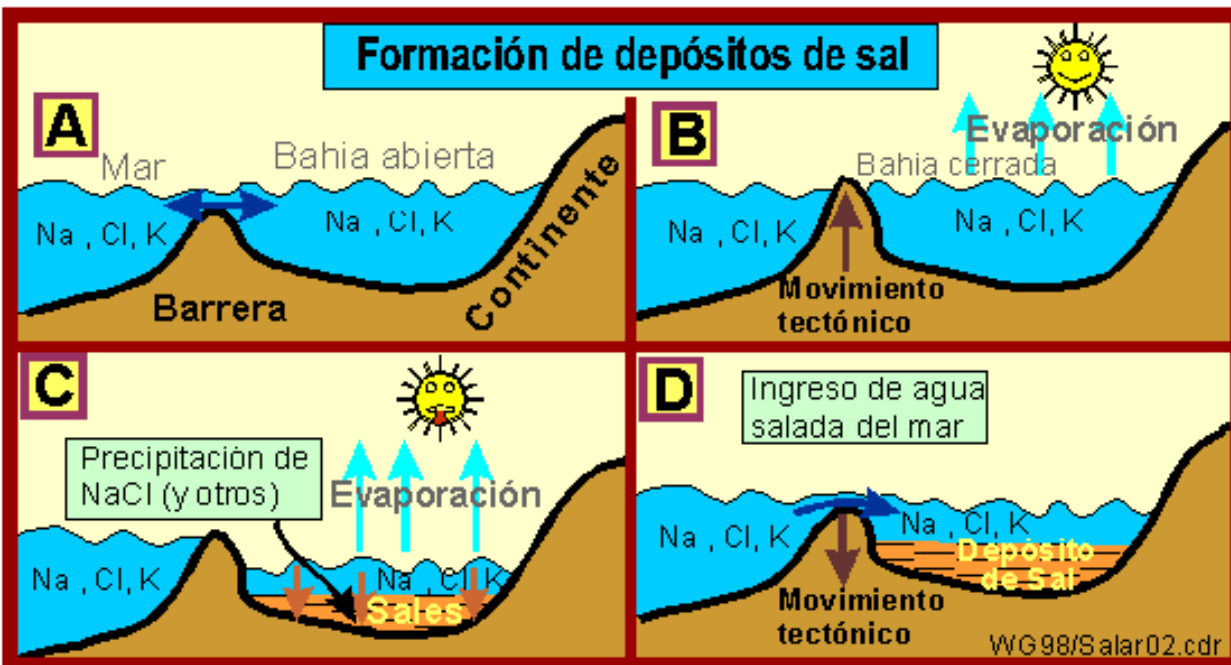
Chile

- Salitre
- Yodo
- Sal - Halita
- Potasio (K)
- Boratos
- Carbonatos
- Yeso
- Áridos
- Ignimbritas
- Baritina
- Azufre
- Tierras raras
- Feldespatos

Clasificación

Masivos – “frecuentes”	Trazas – “nobles”
Áridos, Sal	Diamante, granate
Calidad	Exploración
Cantidad	Purificación, tratamiento
Homogeneidad	Tecnologías modernas
Ubicación	

Halita - Sal



Ochsenius

Formula: NaCl, y más

Persona: 4,7 kg/ sal año

Alimentos, industria quimice

Smart mining

Depósito - Bodega



WG02

Salar



Acumulación de diferentes sales
Li, boratos, Mg, . . .

Desventajas

- Problemas ambientales
- Heterogéneo
- Altura



Minerales relacionados a depósitos de sal

calcita CaCO_3

dolomita $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$

soda $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times 10\text{H}_2\text{O}$,

trona $\text{Na}_2\text{CO}_3 \times \text{NaHCO}_3 \times 2\text{H}_2\text{O}$

halita NaCl

salitre sódico NaNO_3 / Nitronatrita / terrestre

salitre potásico KNO_3 / terrestre

yeso $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$

anhidrita CaSO_4

sal de Glauber $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$

thenardita Na_2SO_4

epsomita $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$

kernita $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 4\text{H}_2\text{O}$

bórax $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$ / terrestre

colemanita $\text{CaB}_3\text{O}_4(\text{OH})_3 \times \text{H}_2\text{O}$ / terrestre

ulexita $\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \times 8\text{H}_2\text{O}$ / terrestre

Bischofita: $\text{MgCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$

Carnalita: $\text{KMgCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ // + Bromio, rubidio, Talio

Kieserita: $\text{Mg}[\text{SO}_4] \times \text{H}_2\text{O}$



Azufre "S"

- Vulcanización
- Plásticos
- Fertilizantes
- Norte de Chile frecuente
- Amenaza: Descontaminación



Baritina (BaSO₄)



- BaSO₄
- Uso: Papel, perforación, medicinas
- Peso Esp. 4,2 – 4,4 gr/cm³
- Problema calidad en Atacama
- Hasta 2001 producción en Atacama

Baritina



Pirofilita

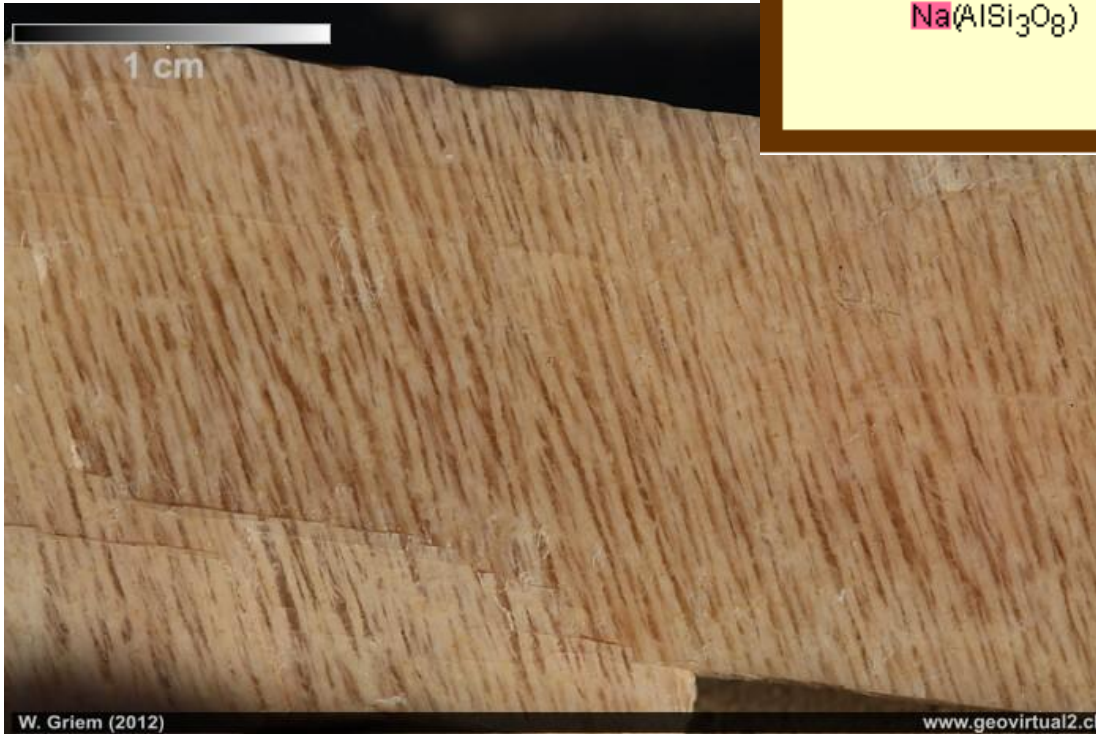
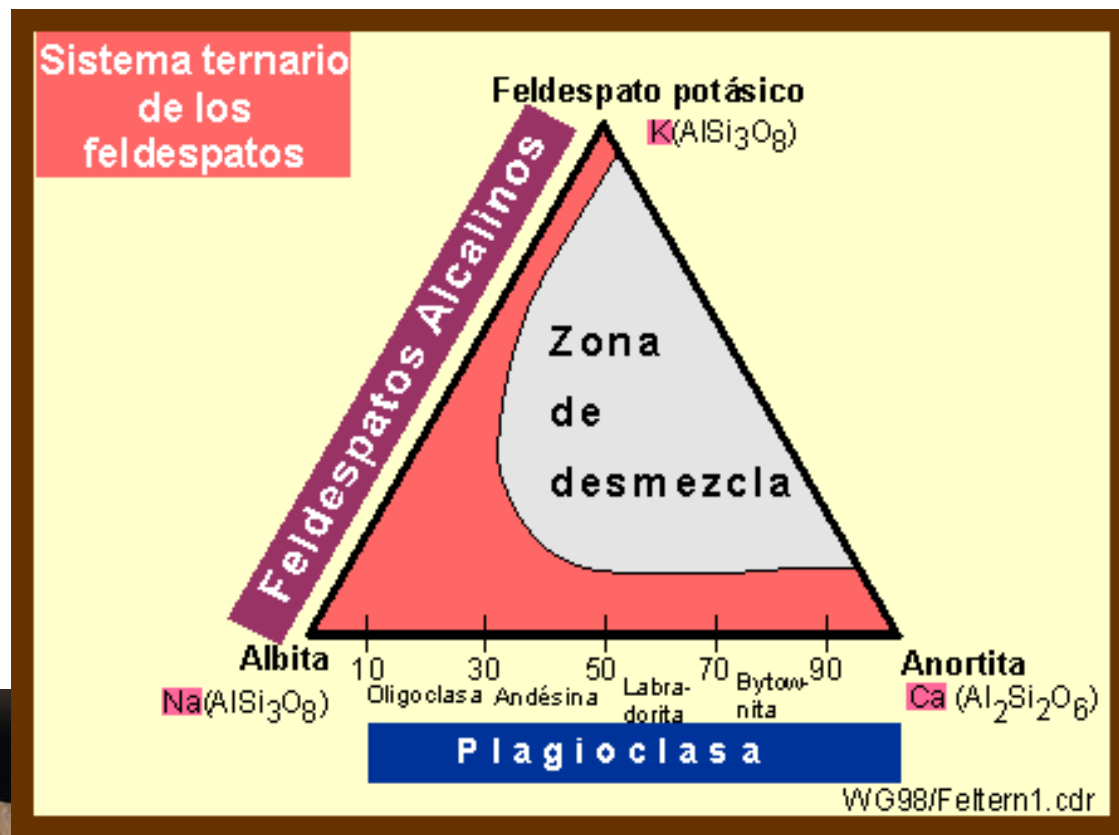
- En conjunto con depósitos Fe
- $\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
- Filosilicato
- Lubricante seco, aislamiento, resistencia fuego



Feldspatos



- Albita
- Fsp. Postásico
- Vidrio
- REE



Feldespatos



Tobas volcánicas – ignimbritas - liparitas

- Origen volcánico
- Porosidad
- Frecuente

Precauciones

- Costos del transporte
- Contaminante



Uso - Liparita

Filtros

Aislamiento ruido

Aislamiento calor

Procesos de lavado
industrial

30% porosidad - Liparita

Áridos

- Arena, gravas
- Construcción
- Cuarzo

Desventajas:

Clima árido de Atacama

Mala calidad de gravas

Transporte corto de las partículas

Ventajas:

Alto costo de transporte

Aumento de la construcción



Datos Chile - Atacama

Producción en (t)

						Atacama 2008		Prinz. Productor
	1989	1995	2000	2005	2008	tot	%	
Apatita	14.354	12.164	12.474	10.311	21.306	0	0	II, IV
Arcillas	20.100	28.725	23.387	104.755	146.745	0	0	VI, VII
Azufre fino	15.963		-	-	-			
Baritina	59.873	3.080	1.026	91	77*	0	0	III, V
Bentonita	2.005	684	1.314	-	533		0,0	I
Caolín	58.512	10.845	6.445	15.183	63.526	0	0	VI, IV, RM
Carbonato de Calcio	3.745.726	5.912.235	5.395.215	6.782.686	7.295.462	712.085	9,7	RM, II-VI, XII
Carbonato de Litio	7.508	12.943	35.869	43.595	52.519		0,0	II
Cloruro de sodio	903.932	3.494.451	5.082.911	6.067.583	6.431.029		0,0	I
Cuarzo	477.497	597.056	575.957	588.992	535.771	102.262	19,0	II, III, VI
Diatomita	3.315	11.451	13.384	16.418	25.497		0,0	I
Dolomita		4.631	12.506	24.903	14.263	14.263	100,0	III
Feldespató	8.081	7.293	2.311	5.820	17.834	0	0,0	V

Producción en (t)						Atacama 2008		Prinz. Productora
	1989	1995	2000	2005	2008	tot	%	
Fosforita			6.050	10.052	16.988	16.988	100,0	III
Guano	3.127		-	-	2.892			
Lapislázuli		190	-	43	5			
Mármol	1.115	5.908	812	31	187	187	100,0	III
Nitratos			988.410	1.282.815	1.157.582		0,0	II
Oxido de hierro (1000ton)	8.760	8431	8.728	7.862	9.315.580	7.595.871	81,5	
Puzolana	299.834	465.794	829.563				0,0	RM, otros
Sulfato de sodio	10.245	2.488	56.501	15.730	128		0,0	II
Talco	835	4.107	2.421	886	961	0	0,0	IV, V, VII
Ulexita	130.512	211.312	337.966				0,0	I, II
Wollastonita		503	-	0	0	0	0	
Yeso	277.276	464.060	375.847	660.753	773.794		0,0	IV, RM
Yodo	845	1.644	10.474	15.346	15.503		0,0	I, II

Fuentes:

Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Anuario de la Minería de Chile 2001 / 2010

Anuario de la Minería de Chile 1996

Anuario de la Minería de Chile 1990

Estado actual - resumen

- Actualmente existe una **Predominancia de prospección a Cu, Au, Ag, Fe en Atacama.**
- Infraestructura minera para Cu, Au, Ag, Fe
- Conocimientos



No metálicos – industriales – no tradicionales: Tareas

- Aumentar conocimiento en geología regional
- Prospección diferenciada
- Implementación de metodologías analíticas diferentes
- Habilitar infraestructura minera
- Incentivar inversiones en rubros nuevos con riesgos más altos
- Incentivar sector productivo – industrias



Beneficios

- Diversificación en un rubro conocido.
- Amplificación de conocimientos sobre la Región
- Disminución de la ciclicidad del Cu / Fe / Ag
- Formación de industrias, procesos de elaboración

