

**REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS**



**INSTITUTO GEOLÓGICO
MINERO Y METALÚRGICO**

MINERALES INDUSTRIALES DEL PERÚ

**Oportunidades
de Negocios**

ESTANISLAO DUNIN - BORKOWSKI

Lima - Perú - 1996

**REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS**



**INSTITUTO GEOLÓGICO
MINERO Y METALÚRGICO**

MINERALES INDUSTRIALES DEL PERÚ

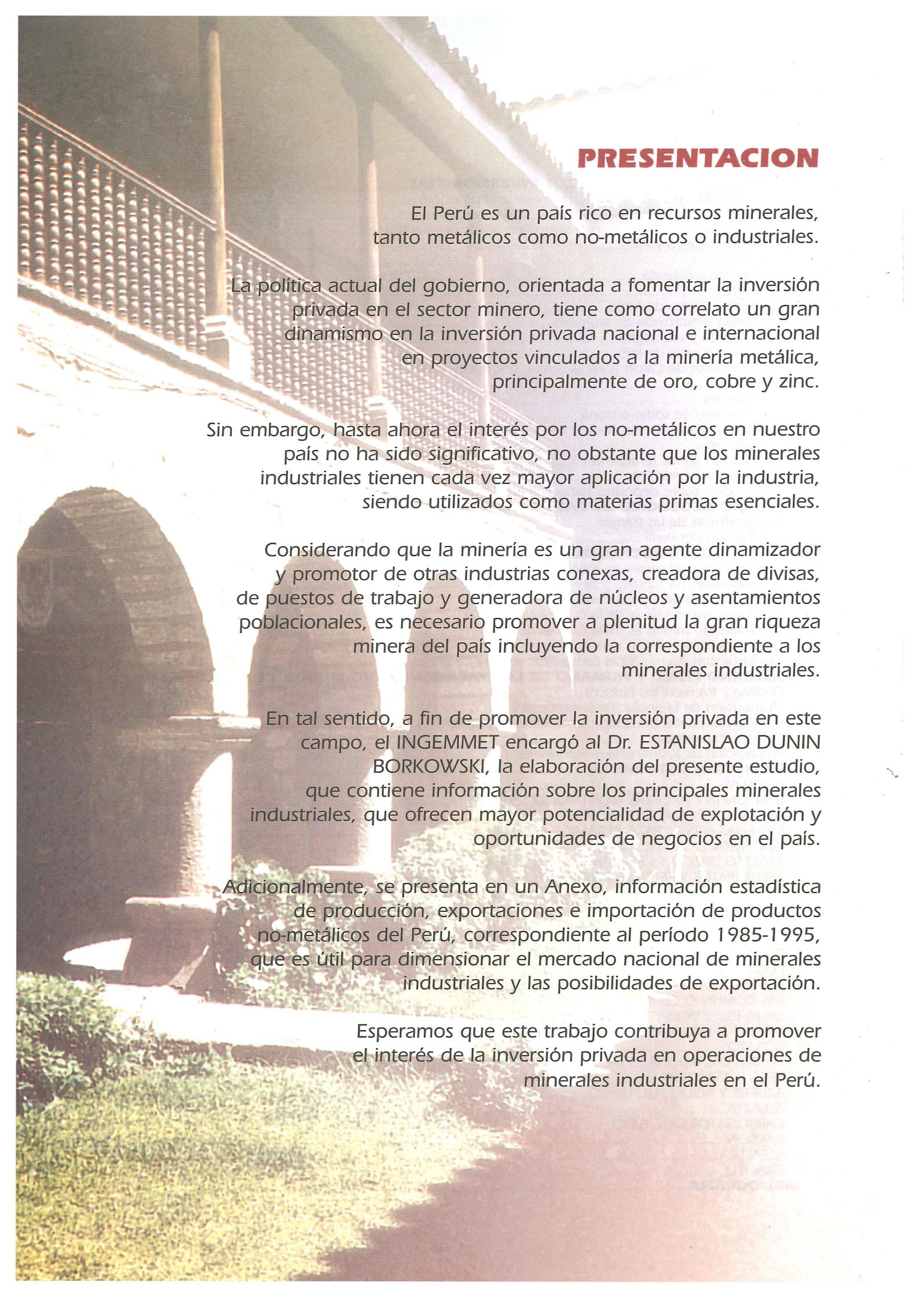
**Oportunidades
de Negocios**

ESTANISLAO DUNIN - BORKOWSKI

Lima - Perú - 1996



Ejemplo de uso de
roca volcánica como
material de
construcción.
Palacio de Justicia -
Ayacucho.
Construido con
rocas volcánicas
del Plioceno
(piroclásticas)



PRESENTACION

El Perú es un país rico en recursos minerales, tanto metálicos como no-metálicos o industriales.

La política actual del gobierno, orientada a fomentar la inversión privada en el sector minero, tiene como correlato un gran dinamismo en la inversión privada nacional e internacional en proyectos vinculados a la minería metálica, principalmente de oro, cobre y zinc.

Sin embargo, hasta ahora el interés por los no-metálicos en nuestro país no ha sido significativo, no obstante que los minerales industriales tienen cada vez mayor aplicación por la industria, siendo utilizados como materias primas esenciales.

Considerando que la minería es un gran agente dinamizador y promotor de otras industrias conexas, creadora de divisas, de puestos de trabajo y generadora de núcleos y asentamientos poblacionales, es necesario promover a plenitud la gran riqueza minera del país incluyendo la correspondiente a los minerales industriales.

En tal sentido, a fin de promover la inversión privada en este campo, el INGEMMET encargó al Dr. ESTANISLAO DUNIN BORKOWSKI, la elaboración del presente estudio, que contiene información sobre los principales minerales industriales, que ofrecen mayor potencialidad de explotación y oportunidades de negocios en el país.

Adicionalmente, se presenta en un Anexo, información estadística de producción, exportaciones e importación de productos no-metálicos del Perú, correspondiente al período 1985-1995, que es útil para dimensionar el mercado nacional de minerales industriales y las posibilidades de exportación.

Esperamos que este trabajo contribuya a promover el interés de la inversión privada en operaciones de minerales industriales en el Perú.

INDICE

LAS OPORTUNIDADES PARA LOS INVERSIONISTAS	1
Factibilidad técnico económica de mejorar el producto.....	5
Mercado Internacional para materias primas peruanas.....	5
Evolución del mercado de materias primas y sus perspectivas.....	7
Acido Sulfúrico y Pirita.....	9
Arcilla y Arena.....	9
Amianto y Asbesto.....	10
Azufre.....	10
Baritina y sales de bario.....	13
Bauxita e hidróxido de aluminio.....	14
Bentonita y atapulgita.....	14
Boratos y sales de litio.....	17
Carbonatos de Calcio (Calizas, Creta, Coquina y Calcita).....	19
Caolines.....	20
Carbones.....	23
Carbonato de sodio o trona.....	27
Cloruros y sulfatos de álcalis y magnesio.....	27
Diatomitas.....	28
Elaboración de los fertilizantes.....	28
Refractarios y cerámica.....	31
Información sobre depósitos minerales No Metálicos.....	32
ENTORNO GEOLOGICO DE LAS ROCAS Y MINERALES NO METALICOS	37
Características de las franjas.....	39
<i>Descripción del Perfil</i>	45
GENESIS Y DISTRIBUCION DE LOS YACIMIENTOS NO METALICOS	47
Depósitos de sustancias no metálicas en rocas preandinas.....	50
Los materiales no metálicos del geosinclinal prebatoniano.....	53
Inversión batoniana y sus consecuencias.....	55
Sustancias no metálicas de la Cubeta Occidental.....	55
Sustancias no metálicas de la Cubeta Oriental.....	57
Depósitos no metálicos cenozoicos de origen magmático.....	57
Las sustancias no metálicas cenozoicas sedimentarias.....	58
CONTORNO FISICO Y HUMANO DE LOS YACIMIENTOS NO METALICOS	63
El clima y los recursos hídricos.....	65
Distribución de la población y mercado local.....	66
Infraestructura del transporte para materias primas.....	66
El mercado nacional.....	69
Preparación de los minerales industriales.....	69
DESCRIPCION SISTEMATICA	71
ARCILLAS.....	73
BENTONITA Y ARCILLAS MONTMORILLONICAS.....	75
CAOLIN Y ARCILLAS REFRACTARIAS.....	80
MATERIAS PRIMAS PARA CERAMICA Y VIDRIO.....	85
PIROFILITA.....	86
ASBESTO, TALCO Y CROMITA.....	87
FELDEPATOS Y FELDESPATOIDES.....	88
CUARZO CRISTALIZADO.....	89
ARENAS CUARZOSAS Y SILICE.....	92
FLUORITA Y ACIDO FLUORHIDRICO.....	96
BARITINA.....	97
DIATOMITA.....	101
FOSFATOS.....	103
LAS MATERIAS PRIMAS MINERALES SOLUBLES.....	106
SAL COMUN O CLORURO DE SODIO.....	108
SALES ESPECIALES DE POTASIO Y MAGNESIO.....	115
SALES Y SALMUERAS DE ORIGEN CONTINENTAL.....	119
BORATOS.....	120
TRONA O CARBONATO DE SODIO.....	122
YESO Y ANHIDRITA.....	123
AZUFRE Y ACIDO SULFURICO.....	127
ALUNITA.....	130
CARBONATOS DE CALCIO.....	131
CARBON.....	141
ASFALTITA.....	155
GRAFITO.....	156
BIBLIOGRAFIA	160

MARCO LEGAL

La actividad minera en el Perú se rige por la Ley General de Minería, cuyo Texto Unico Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 014-92-EM. Esta ley contiene las definiciones de las actividades mineras, sus instituciones y procedimientos.

Para ejercer actividad minera se requiere de una concesión minera, la misma que se otorga sobre áreas mínimas de 100 Ha (una cuadrícula) y área máxima de 1000 Ha (diez cuadrículas) determinadas por coordenadas UTM. El mantenimiento de la concesión está sujeto al pago del derecho de vigencia.

La jurisdicción minera es ejercida por el Consejo Superior de Minería como última Instancia Administrativa; la Dirección General de Minería como ente fiscalizador y normativo y el Registro Público de Minería como encargado del otorgamiento de las concesiones mineras, la elaboración del Catastro Minero y el Registro de Concesiones.

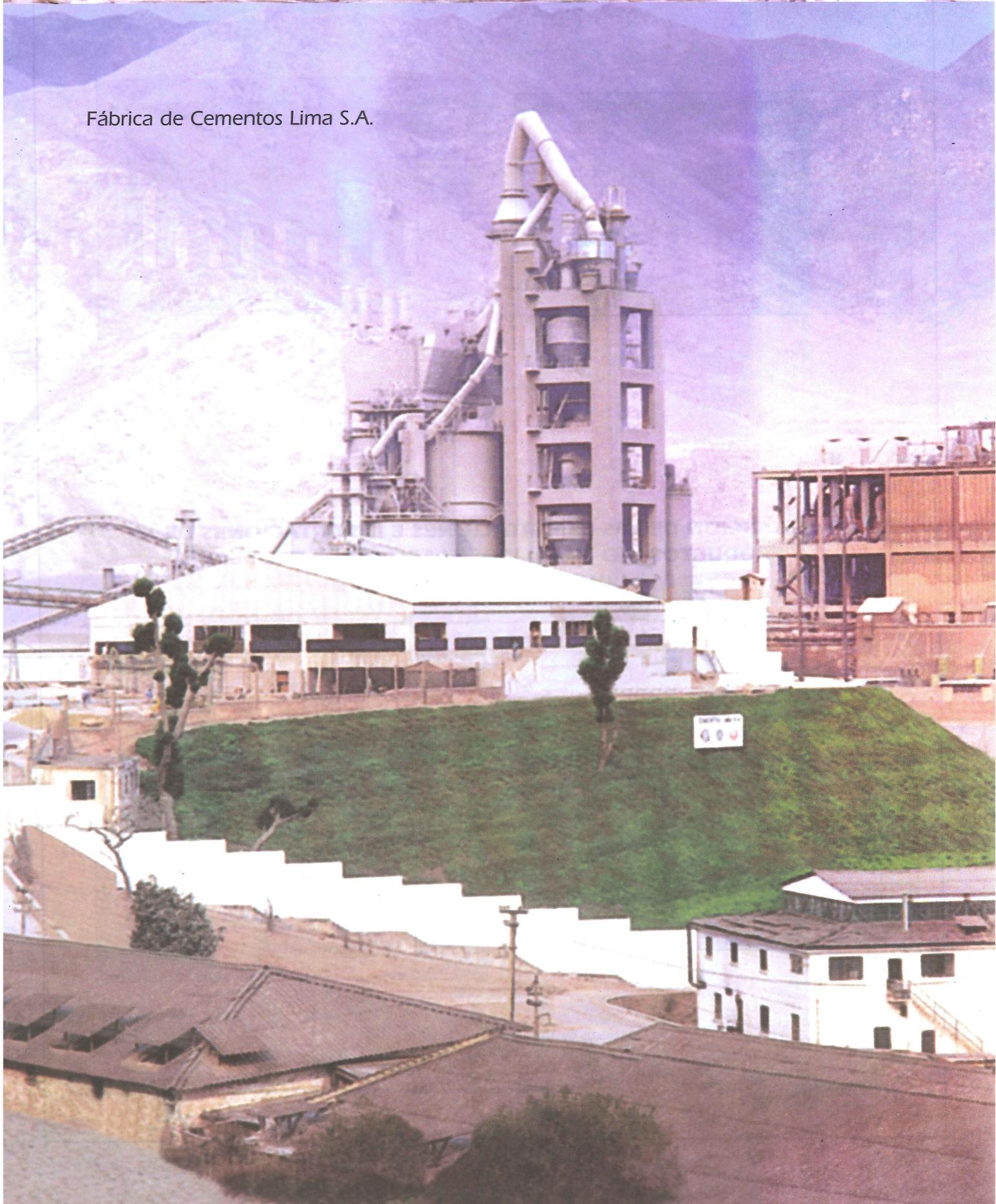
Los inversionistas nacionales o extranjeros, sean personas naturales o empresas, tienen los mismos derechos y obligaciones excepto que requieren autorización los extranjeros para adquirir propiedades dentro de 50 km de zona de frontera.

Las empresas tienen libertad económica y pueden remitir al extranjero el total de sus utilidades, el capital redimido y el pago de licencias dentro de convenios de transferencia tecnológica.

Existe estabilidad política, legal y económica en el Perú, la que puede ser otorgada mediante contrato con el Estado.

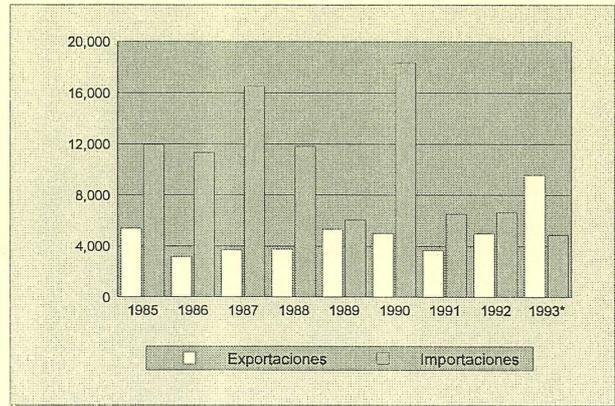
OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS PARA LOS INVERSIONISTAS

Fábrica de Cementos Lima S.A.



**EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE
MINERALES NO METALICOS DEL PERU
(Valor en miles de US\$)**

Año	Exportaciones	Importaciones
1985	5,380	11,952
1986	3,119	11,322
1987	3,687	16,523
1988	3,724	11,828
1989	5,301	6,033
1990	4,973	18,302
1991	3,662	6,505
1992	4,968	36,643
1993*	9,559	4,886



**EVOLUCION DE LAS EXPORTACIONES E IMPORTACIONES DE
PRODUCTOS NO METALICOS ELABORADOS DEL PERU
(Valor en miles de US\$)**

AÑOS	Exportaciones	Importaciones
1985	8,753	29,148
1986	8,318	38,189
1987	5,432	24,927
1988	5,815	16,599
1989	9,623	16,585
1990	13,272	50,953
1991	10,996	30,083
1992	6,723	31,723
1993*	13,835	39,830



* a Setiembre de 1993

Fuente: DIAGNOSTICO DE MERCADO DE LA MINERIA E INDUSTRIA NO METALICA DE LA REGION LIMA - CALLAO, A. DIAZ Y OTROS, INGENMET -1995

OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS PARA LOS INVERSIONISTAS

La minería e industria de las sustancias no metálicas en el Perú ofrece muchas oportunidades de negocios para los inversionistas. El Perú tiene variadas y abundantes materias primas industriales que no aprovecha adecuadamente, como por ejemplo sal común, diatomitas, piritas, caolín, pirofilita, etc. Las inversiones lucrativas pueden ser muy variadas y de diferente orden de magnitud. Algunas de estas oportunidades fueron identificadas y parcialmente aprovechadas, como por ejemplo la baritina y bentonita. En otros casos se realizó estudios de nivel variable, que sólo necesitan ser actualizados.

Los proyectos de grandes inversiones fueron hechos en la década de los '60 por las empresas para-estatales. En la preparación de muchos de estos proyectos participaron expertos extranjeros con gran experiencia. Entre estos se puede mencionar la fabricación de cemento o de soda cáustica, el aprovechamiento de fosfatos o de salmueras de potasio y magnesio, proyectos minero-energéticos basados en antracita, etc. Estos proyectos no pudieron ser implementados ya que el Estado no disponía del capital necesario, ni logró interesar a los inversionistas. Debido a estas negativas experiencias, el gobierno decidió privatizar las empresas para-estatales encargadas de estos proyectos y entregar los yacimientos a empresarios que quieren y pueden aprovecharlos.

Muchas oportunidades de negocios ofrece la actividad minera privada. Varias empresas mineras explotan sus yacimientos en pequeña escala y con métodos muy rudimentarios y a pesar de esto, se han sostenido durante varios decenios e inclusive lograron exportar sus productos, como por ejemplo boratos, feldespato, grafito, dolomita, epsomita, travertino, etc. Para que

esto ocurra los yacimientos explotados deben ser muy buenos o las materias primas excepcionalmente valiosas.

La modernización y eventual ampliación de las operaciones mineras subcapitalizadas podría mejorar considerablemente su rendimiento económico, recuperándose la inversión en muy corto plazo. Muchas veces se trata de adquisición de equipo minero o de transporte, mejoras en la preparación del producto, etc. Los concesionarios que controlan estos yacimientos, no disponen de capital suficiente y frecuentemente de visión técnico-empresarial para hacer las inversiones necesarias. Sin embargo, es muy probable que muchos de ellos estarían dispuestos a vender sus concesiones o asociarse con socios capitalistas.

Según la sinopsis geológica cuyos resultados preliminares se dan en este boletín, importantes yacimientos de sustancias no metálicas abundan en el Perú y podrían sostener operaciones mineras mucho más grandes de las que actualmente existen. La división de derechos mineros es común en depósitos de carbón, calizas, yeso, baritina, etc. Muchas veces estos yacimientos son explotados por pequeños mineros y divididos entre concesionarios que estarían dispuestos a vender sus derechos. La explotación conjunta de estos yacimientos permitirá economías de escala.

Varias sustancias no metálicas están asociadas con determinadas formaciones o contornos geológicos de extensión regional. Estas asociaciones junto con el conocimiento de la infraestructura, mercado y ubicación de las explotaciones existentes permitirán ubicar las áreas que merecen mayor exploración. El reconocimiento detallado de estas áreas permitirá descubrir nuevos yacimientos de talco, serpentina, cromita, asbesto, creta calcárea, trona, etc.

Algunos depósitos de sustancias no metálicas fueron explotados en el pasado, siendo paralizados

EXPORTACIONES DE PRODUCTOS NO METALICOS ELABORADOS DEL PERU

Productos	1,985	1,986	1,987	1,988	1,989	1,990	1,991	1,992	1,993
Abrasivos en polvo	978,732	458,765	89,074	565,037	315,459	112			
Abrasivos aplic. papel		11,427	158,902	2,594	4,391	117,773	384,755		
Abrasivos artículos con fibra	296,195	110,529	93,729	29,680	49,103				
Abrasivos con soporte de tela		23,792	40,733	202	375,200	633,596			
Abrasivos naturales con soporte	2,664	75,895	24,204	10,195	57,906	187,802			
Abrasivos naturales y artificiales		6,444	29,529	344	13,159	18,301	72,482	522,157	2136,008
Abrasivos sobre materiales textiles	132	137,777	273,566	3,471	12,518	49,619	879,747		
Adoquines encintados	3,280	90	150	53	1,128		40,712		
Art.de vidrio no óptico	60,035	21,068	13,623	2,419	9,198	4,056			
Art.onix,mármol y otros			19,090		24,806	44,888	82,607	118,316	
Art. para moler	2,244	5,565	9,793		1,959	15,607		126,404	9,136
Art. vidrio.uso doméstico	19,279	33,725	3,805	419	57,277	928,279			
Baldosa,,adoquín,,loza,,cerámica	37,457	39,567	33,362	52,706	14,769	111,885	2,325,906		3304,821
Baldosa,,adornos loza.esmaltada	21,136	244,958	415,123	12,151	341,633	1,273,440			
Baldosa,adornos y lozas	25,933		16,898		74,809			1,329,983	
Carbón en grafito	911	733	2,599	15,007	1,154	39,702		256	
Crisocola	4,600		2,965	15,875	6,782				
De piedra posción. 25.15	9,071			30,000	8,655				
Diamante en bruto			2,050		200				
Diamantes clasificado			1,000	10					
Empaquetaduras	32	128,884	175	6,777	92,914	1,273			
Estucos. y molde cerámico	757,789	526,776	549,619	571,339	1,025,983	694,783		436,904	1064,023
Est.y moldes de porcelana	221,800	24,348		1,673					
Estatuillas de porcelana	2,224	9,477	9,454	3,496	713	5,766			
Fajas para frenos	42,892	244,623	377,065	384,854	687,522	144,496			
Fregaderos,,bañeros	4,499			344	29,400	3,007,103	1,788,546	206,038	106,666
Frenos para discos		8,978	24,225	3,420					
Guarniciones.de fricción terminadas	354,649	392,914	254,891	475,959	939,160	1,169,633		341,523	3089,778
Guarniciones de fricción	113,393	17,352	77,202	22,777				1,402,266	914,549
Hilos,,cuerdas de amianto	294,467	189,029	693,665	730,167	1,191,197	239,649		456,700	884,240
Hilos,,fajas de guarnición	1,087,271	528,944	31,171	207,117	40,516				
Jarrón de arcilla vitrificado	225	22,255	3,191	4,499	8,622	51,931			
Ladrillos,baldosas. (95% Mg.)	54,493	45,319	9,795						
Ladrillos y baldosa con dolomita	8,387	7,540		5,932					
Ladrillos,baldosa refractaria,,silíceos	34,203		14,971	154	3,114			29,058	
Lad.Ref. baldosas,locetas	56,103	103,036	29,845	49,164	7,160	10,100		30,710	27,088
Ladrillos refractario,,magnesiados				2,664					
Ladrillos y elementos similares	6,600								
Ladrillos	496	327							
Ladrillos refractarios			8,880	10,964					418,473
Ladrillos, baldosas con dolomita	30,049	1,415	3,075						
Manufactura de cemento		816	20	40	39	29,628	1,688,495	24,173	
Manufacturas de piedra	177,175	31,859	45,993	18,702	36,514	722,433		23,875	150,780
Manufacturas de vidrio	2,315	24	771		272	575		3,253	166,465
Manufacturas de yeso	77,619	10,149	15,913	15,519	31,026	10,074			
Manufacturas de piedras talladas	179,438	97,655	129,342	471,291	402,116	368,611	648,363		
Moldes y artículos abrasivos	3,565			9,337	43,450	86,746			
Objtos. de cristal de mesa	9,055	5,371	3,393	2,951	1,617	279			
Objetos de vidrio	2,472	20,618	3,939	18,162	28,631	5,791			
Objetos de vidrio para servicio	43,497	26,467	44,674	155,840	116,438	82,716			
Otras baldosas adoquines,,lozas	2,227,967	2,996,736	343,813	379,344	1,819,942	775,704			
Otras manufacturas de cerámica	46,132	1,383	6,546	3,127	3,271	20,247			
Otras manufacturas de yeso	49,060	670	11,312	563	1,208	1,149			
Otros materiales cerámicos	11,145	6,183	25,434	18,339	25,018	11,223	154,511		49,940
Otros	11,587	27,944	7,055	76,156	105,985	911,810	2,646,985	90,093	
Otros cordones y cintas	189,000	314,640	143,519	64,000	127,500	8,435			
Pantallas de vidrio (aluminado)		21,476		19,100	2,861	7,675			
Piedras preciosas y semipreciosas	1,127	89,907	23,404	21,429	10,189		120,920	4,520	42,757
Piedras preciosas y semipreciosas trabajadas.	490	15,293	7,107	455	6,662			9,324	1,550
Piedras para afilar	2	90	543	5,767			856		
Piezas de cerámica	61,379	30,757	117,593	111,109	216,769	229,151			
Receptores de vidrio,moldes 300cc		32,469			14,040				
Recipientes de vidrio neutro	40,827	9,706	13,327						
Recipientes para transparencias,,envases	87,079	29,529	19,378	76,547	66,692	6,882			
Otros recipientes de vidrio mol+300cc	14,520								
Retrovisores para vehículos	1,491		106		126				
Tapas,, tapones y otros					1,341		161,187		
Tejas y otros ornamentos	907				17,820	1,789		5,649	
Vajilla.art domésticos,,tocador de cerámica			25,562	27,324	15,140	23,048		32,194	3,500
Vajilla de porcelana		60		1,588					
Vajilla y art.cerámicos	1,139	3,270	394		2,852	6,593		19,377	94,245
Vajilla y art.de porcelana	409					26,724			
Vajilla y art.dom.tocador,cerámicos.	26,296	56,304	65,480	79,446	74,896	20,257			
Vidrio para laboratorio	320	920	1,840					9,764	
Vidrio colado y soplado	25,433	1,800				425		739,215	256,294
Vidrio contrap. planos	63,233	65,483	24,953	160	59			72,570	
Vidrios curvos	493,913	691,762	787,513	797,973	843,387	545,121			
Vidrio.estético soplado sin amarrar		250			140	56		113,230	
Vidrios planos	28,665	37,247	1,995	3,232	591				811
Vidrio soplado	40,440								
Vidrio templado y curvo	103,840	94,093	86,614	98,532	2,740	545,121			
Otros vidrios curvos	28,453	22,092	18,385	30,045	24,581	427,309			
Otros vidrios curvos	132,520	134,243	123,992	87,027	183,365	427,309			
Otros vidrios planos	8,214	16,282	12,862			7,581		165	54,856
Vidrios templados planos	17,979	3,325	2,186	786		31,885		575,297	1058,542
TOTAL	8,739,944	8,318,425	5,432,377	5,815,354	9,623,685	14,092,141	10,996,072	6,723,014	13,834,522

Fuente: Diagnóstico de Mercadeo de la Minería e Industria No-Metalica de la Región de Lima-Callao; A. Diaz y otros, INGEMMET - 1995

posteriormente por causas del agotamiento. Entre estas materias primas figuran asfaltitas vanadíferas, ocre, micas, etc. Conviene estudiar si dichas causas están todavía vigentes y si las operaciones mencionadas, podrán ser reabiertas.

FACTIBILIDAD TECNICO-ECONOMICA DE MEJORAR EL PRODUCTO

El Perú exporta las materias primas industriales crudas e importa las ya preparadas. Muchas veces se trata de la misma sustancia no metálica. Las plantas de beneficio son escasas y se concentran en Lima. La instalación de plantas de beneficio junto a los yacimientos permitirá introducir métodos de explotación masivos más económicos y elaborar un producto mejor preparado y más uniforme. Esto volvería más competitivas las materias primas peruanas y aumentaría su valor unitario, permitiendo transportarlas a mercados alejados.

Los precios de la materia prima preparada es un múltiplo de la cruda. El costo del caolín importado al Perú es 2,5 veces más alto que del crudo exportado. La baritina preparada para fabricar lodos pesados es 4 a 9 veces más cara que la cruda. La preparación de materia prima para usos industriales es un excelente negocio cuando uno lo sabe hacer. Los costos de preparación son relativamente bajos, pero la inversión requerida muchas veces es considerable, ya que las plantas de beneficio no deben bajar de un tamaño mínimo.

La preparación para cada materia prima es distinta y depende del estado en el cual se encuentra y del uso que se le quiere dar. El nivel de preparación dependerá de los deseos del consumidor. Para varios materiales será suficiente la molienda cuya malla dependerá del uso proyectado. Para algunas materias primas se han fabricado molinos especiales como por ejemplo para bari-

tina. Muchas materias primas se están lavando para eliminar componentes indeseables. El lavado dependerá de la materia prima, su granulometría, y de las impurezas. Muchas materias primas se están tostando, sea para eliminar la humedad o bióxido de carbono, o para cambiar su mineralogía.

El beneficio de las materias primas industriales es una especialidad. Las tecnologías de beneficio de materias primas industriales son bien conocidas, pero la posibilidad y conveniencia de su aplicación es una tarea delicada que requiere estudio y experimentación. En el extranjero se ocupan de ella las universidades. Las empresas especializadas tienen para esto, sus propios laboratorios. En el Perú se ocupan frecuentemente los vendedores de equipos cuyos intereses no coinciden siempre con los del comprador.

MERCADO INTERNACIONAL PARA LAS MATERIAS PRIMAS PERUANAS

El interés por varias materias primas industriales del Perú es principalmente la exportación ya que el mercado nacional no está todavía desarrollado para absorber en el corto plazo una gran producción. A este grupo pertenecen un buen número de materiales que el Perú podría producir en muy grandes cantidades y sustancias poco comunes, pero altamente cotizadas para determinados usos en la industria. El Perú exportó en diferentes oportunidades más de 40 materias primas, existiendo yacimientos que podrían proporcionar otras, todavía no exportadas.

El Perú se encuentra en la Costa del Pacífico lo que permite usar el transporte marítimo que es mucho más adecuado que el terrestre. Por la vía marítima se puede exportar al Sureste asiático y particularmente a Japón que tiene escasas materias primas industriales propias. Grandes oportuni-

IMPORTACIONES DE MINERALES NO METALICOS DEL PERU

	1985		1986		1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993**	
	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$
Acido Borico Natural	1	2,310		23					75		939							
Aglomerado Dolomítico	1,199	285,470	629	154,991	626	184,339	312	172,712	1,029	434,959		37,390						
Amianto	3,289	2,601,718	6,083	3,969,732	9,922	5,877,785	3,506	2,316,291	1,253	1,110,825	3,143	2,397,949	3,057	2,491,042	1,149	888,627	1,666	1315,758
Arcillas	1,056	354,864	1,464	501,623	725	214,168	2,130	641,619	1,353	324,746	797				6	5,945	122	48,740
Aren. Nat.Si y Qz	5,341	929,483	22	14,779	929	171,895	35	25,916	6	7,393	2	612,279						
Arenas Nat.	3,554	762,170	6,310	1,129,783	6,915	1,133,891	12,069	1,663,339	5,382	944,369	1,524	98,548			4,425	1,065,082	842	249,734
Azufre	4,441	872,633	2,784	509,033	5,218	919,004	7,603	1,263,950	3	11,131	3,617	2,343			3,412	431,563	2,929	281,976
Bentonita	1,250	353,653	806	253,330	1,066	238,677	381	129,839	728	235,225	4,198	1,396,983	783	433,704	409	170,558	308	154,395
Boratos Nat.												2,831			16	8,608		145
Cal Hidraulica						168					126,536							
Cal Ordinaria				380	1	777		912		844	1	226,376			539	54,242	72	25,350
Calcita				50							346	1,220,271	81	119,248				
Cantos y Piedras Tritur.	14	7,020			4	3,011			9	7,464	12	7,406	1	1,096			111	11,279
Caolín	2,731	836,591	2,160	757,156	2,237	713,789	3,094	973,285	1,153	409,694	4,843	1,755,250	2,532	821,588	905	328,957	574	245,640
Carb. de Ba	23	9,832	19	7,431	31	12,749	42	20,986										
Carb. de Mg nat.	509	214,903	6	8,666	19	25,082	5	6,172	8	8,722	67	43,827	1	2,456	4	4,496	1	1,120
Cemento Aluminico	278	99,400	273	27,242	279	124,443	497	234,615	304	169,609	511	296,713	123	79,352	173	87,773	164	94,627
Cemento Hidráulico	708	125,510	20	17,970	937	221,619	13	6,883	17	21,112	4	6,220	51	44,569	2	2,535	22	29,082
Cemento Portland Gris	9,386	1,236,019	6,020	523,345	2,968	242,851	5,000	409,749		175	6,542	1,036,207	665	66,155	16,174	1,639,963	23	1120,157
Cemento Blanco											150		360	76,803	218	47,226	63	15,520
Cloruro de Na	323	104,827	363	97,130	442	121,788	297	79,860	213	74,733	120	18,489						
Corindón				1,986	31	43,642		852		253	7	9,323						
Creta	10	5,281								65		55,468					31	17,916
Criolita	1	1,770			1	1,306	1	2,344				4,981	82	68,268		679		1,979
Cuarzo	3	1,881	21	13,218	14	9,952	4	1,692	13	5,086	7,079	1,447,631	759	180,698	4	2,177	*	465
Dolomita Calcinada	123	34,274	136	33,270	624	182,306	215	126,431	326	130,893		1,234						
Dolomita-Bruto																		
Esmeril	51	34,830	30	25,443	30	24,703	35	28,869	10	8,492	16				56	75,139	62	85,113
Esteatita Natural	2	910		156		552		6							398	249,905	323	210,649
Fluorita	340	87,549	2,268	277,703	1,357	225,255	378	102,906	185	80,922	2,831	545,851	281	95,393	76	33,513	232	93,493
Fosfatos		366		363	1	1,989		177				11,135						124
Grafito Natural	24	82,224	35	77,251	82	117,193	16	35,345	121	208,193	176	295,770	2	7,536	16	58,474	4	15,277
Granate Natural	127	148,835	156	165,095	96	110,859	91	105,573	58	72,789	41							
Granito Porfido	29	37,034	147	152,087	47	65,284	18	32,023			82	172,587	10	19,416	42	60,556	19	15,336
Harinas Síliceas	906	392,170	1,560	591,768	2,639	1,083,869	1,558	697,236	350	160,539	51	22,659						
Lucita-Nefelina			247	62,782	677	147,769	387	92,671				824						
Magnesita Calcinada	374	138,287	846	367,321	2,806	1,070,886	1	1,603				50	19	27,584	250	128,478	1,502	509,005
Mármoles	292	253,856	1,506	895,497	458	319,529					229	166,781	107	53,653	132	66,871	150	59,649
Mg Electrofundido	6	2,429	5	8,975	1	1,488		90			15	33,414		1,216	100	51,586		
Mica Esp.	29	44,989	18	27,377	31	44,538	23	43,505	23	72,772	25	55,891	14	39,319	28	86,816	8	18,280
Molidos	150	53,250	297	122,734	110	48,698	2	15,731	41	20,478	23	799,286			7	14,940	17	27,895
Otras Sales	1	565	34	34							156	24,638						
Ox. de Mg	4,744	1,558,625	4,224	148,193	6,299	2,259,962	7,139	2,206,171	3,599	1,267,087	7,129	2,456,310	1,468	528,295	515	330,405	206	176,725
Piedra Pomez	7	6,236		436		55			1	1,065	8	15,592	4	7,431	8	11,150	6	8,902
Piritas de Hierro				40,453								810						
Sal Gema	21	9,281	1	381			878	195	214	75,748	12,394	2,482,268	3,877	788,605	844	265,344	17	20,945
Sulfato de Ba	4	13,979	1	757								314						
Talco en Polvo	398	207,137	621	286,630	1,070	481,215	618	345,640	202	113,116	542	344,031	432	295,748	542	344,031		
Tierras Colorantes	54	31,084	31	2,960	62	46,443	31	22,541	51	31,473	21							
Vermiculitaclorita	2	884	2	1,325	1	683	2	6,410	6	7,207	45	24,704	136	227,077	58	59,443	38	22,110
Yeso Calcinado	12	8,796	17	27,113	31	20,586	7	12,133	10	14,411	16	27,570	19	27,584	41	68,375	7	8,122
Yeso en Bruto			19	16,815	10	7,805		1,419		919		16,209	1	1,377				
TOTAL		11,952,925		11,320,787		16,522,603		11,827,691		6,032,740		18,302,038		6,505,213		6,643,457		4885,508

Fuente : Diagnóstico de Mercado de la Minería e Industria No-Metalica de la Región de Lima-Callao; A Diaz y Otros, INGEMMET - 1995

dades ofrece la exportación a los países latinoamericanos que actualmente se están industrializando. De especial interés son los países del Pacto Andino al cual pertenece el Perú. La Integración con el Merco-Sur se está actualmente discutiendo. El Brasil es un mercado de especial interés, ya que sus recursos minables no metálicos son fundamentalmente diferentes que los peruanos por tener una geología completamente distinta. Para exportar a Brasil, podría utilizarse el transporte fluvial, que a pesar de ser más caro que el marítimo, es mucho más económico que el terrestre.

EVOLUCION DEL MERCADO DE MATERIAS PRIMAS Y SUS PERSPECTIVAS

Las oportunidades de negocios con materias primas depende principalmente del mercado. Dicho mercado será diferente para cada materia prima e inclusive para cada una de sus variedades. Las diversas industrias requerirán materias primas con diversas características y pagarán por ellos otros precios. Estos precios variarán de un lugar a otro y evolucionarán con el transcurso del tiempo.

La información sobre los precios de las materias primas es relativamente abundante para los años 1985-1993. Durante este período INGEMMET hizo estudios del mercado de las materias primas en las regiones de Lima-Callao, La Libertad y Arequipa que incluyen cerca de 90% de la industria del Perú. Simultáneamente, el Instituto del Comercio Exterior (ICE) recogía la información sobre las importaciones y exportaciones y los ministerios exigían información detallada a los mineros e industriales. Dicha información fue recopilada y publicada por INGEMMET (Econ. A. Díaz) y será interpretada a continuación. Se advierte al lector que se trata de una interpretación preliminar que necesita ser com-

plementada y actualizada. Para el período posterior la información se hace más escasa y su actualización difícil.

Desde el punto de vista de la calidad y de los precios, las materias primas industriales consumidas en el Perú se dividen en tres grupos.

EL PRIMER GRUPO consiste de materias primas importadas. Estas son mejor preparadas y mucho más caras que las nacionales. En este grupo se incluyen también las sustancias consumidas pero inexploradas en el Perú. Los precios de cada una de estas sustancias son bastante variados y su desviación standard constituye en la mayoría de los casos, más del 25% del precio promedio. Estas variaciones se deben probablemente a la diferente calidad y/o preparación. Muy pocas son las materias primas cuyos precios tienen la desviación standard menor del 10% del promedio.

EL SEGUNDO GRUPO consiste de materias primas producidas en el Perú con características y control de calidad que permiten su comercialización internacional. Estas características fueron adquiridas, en la mayoría de los casos, por preparación en mayor o menor grado rudimentaria, pero pueden ser también propias de la sustancia en el yacimiento. Las materias primas de este grupo se están exportando. Los precios de la misma sustancia son bastante uniformes y varias veces menores que de las materias primas importadas. La desviación standard del promedio de estos precios es en la mayoría de los casos menor del 25%. Muchas veces dicha desviación es menor al 10% del promedio. La uniformidad de los precios se debe probablemente a que se exporta uno o pocos productos.

EL TERCER GRUPO consiste de materias primas de bajo valor unitario que se utilizan localmente. A este grupo pertenecen los materiales de construcción o utilizados por la industria al lado de la mina. En este grupo

EXPORTACION DE MINERALES NO METALICOS Y CEMENTOS DEL PERU

	1,985		1986		1987		1,988		1989		1990		1991		1992		1993**	
	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$	TON	CIF \$										
Aglomerado Dolomt.	1	45																
Amianto asbesto	59	117,604	36	11,232	12	4,661												
Amianto en Bruto	12	4,651	12	4,651														
Arcilla no dilatadas.	16	175			21	2,675	5	385		235								
Bentonita	2,691		1,846		843		550						4,700	10	3,400			
Bentonita molida	200	14,800	608	28,800	841	47,650	216	12,820	20	960								
Boratos de Na.	2,039	241,195	1,055	124,938	750	105,000	240	33,600					15	5,212	2,572	663,300	1,002	295,200
Boratos Naturales	11,420	1,391,806	6,667	856,873	12,363	1,565,415	10,281	1,321,703	5,661	1,188,050	245	35,700	3,611	821,571	70	19,900	111	28,527
Calcita y Aragonita		300	2	2,518		402		425	1	309	4	2,265	13	54,721				
Cantos y Piedras trituradas.									5,436	2,421	9,100	42,005	399	37,551				
Caolín	97	11,638	192	20,437			9	1,260	4	562			9,443	339,285	230	33,385		
Cemento Blanco	2,772	333,076	2,197	262,101	1,667	203,681	1,576	166,967	1,351	130,683	5,712	736,438	4,218	511,760	7,619	960,821	9,435	1184,862
Cemento Portland	128	8,068							4,000	202,400	823	37,674	301	55,705	101	11,157	30	6,000
Cementos Hidráulicos	2,155	128,464	791	49,838	385	24,186			56,614	1,188,050			1,249	49,854	5,231	467,912	2,405	229,262
Cloruro de Na. 99.5%	1,000	39,400			10	950												
Cloruro de Na. Bruto	100	2,400																
Creta	125	10,602	291	24,254	152	11,874									5	460		
Cuarzo	35	40,655	36	64,125	287	82,283	21	56,032	16	39,728	20	62,096	24	114,270	13	53,652	21	104,684
Dolomita en Bruto	321	26,070	254	21,538	301	23,350	100	7,800	100	7,800	2,700	265,988			300	24,600	600	49,200
Esmeril			1	883														
Espuma de Mármol natural.									168	18,002								
Estrealita natural					16	2,320									1,723	245,353	1,420	225,969
Feldespatos	80	9,530	136	14,844	30	3,300	50	5,500	35	4,042	30	3,465	50	5,550	260	32,020	360	43,920
Fluorita				308				112				56						
Fosfatos de Ca.		741																
Grafito Natural	31	10,422	12	4,651	47	12,651	39	14,259	18	6,334	38	1,310	61	21,324	22	7,700	10	3,500
Granito porfido	24	2,350	77	11,042		1,000	47	3,519	15		151	55,932	140	79,060	25	43,750	48	39,567
Harinas Si	10	1,313	3	538														
Mármol troceado									53	22,671	276	119,623					7	5,360
Mármoles	2,104	208,850	2,526	242,929	2,678	219,367	2,979	301,324	1,101	124,393	3,072	313,933	6,154	861,490	775	157,982	1,891	543,864
Mármoles en bruto	603	6,272	1,068	112,761	3,133	323,622	5,471	609,696	4,640	560,925	3,195	317,263	6	657	4,320	724,087	8,061	973,218
Mat.Prim.no.met.no expre	2	6,640	6	24,888	2	10,649	9	14,371	26	10,945								
Mica					2	506	13	4,625										
Otros			3	680							54	35,370		282			60	19,000
Otros cementos	150	9,520									5,118	208,726					163	106,155
Piedra Pomez			3	750	66	65,253											23	2,496
Pirritas de Hierro	118	210,991	105	209,544	208	272,283	277	346,960	228	273,876	438	547,715	448	596,485	231	647,425	430	1030,800
Sal gema marina					35,000	385,000									400	160,000	14,110	1012,917
Sulfato de Ba. nat.	69,780	2,517,544	28,163	1,001,820	20,019	311,495	48,969	799,285	89,923	1,468,797	32,380	1,085,203						
Talco en polvo	2	153	36	5,676	48	7,716	125	18,125	276	38,367	6,563	1,067,078	701	102,513				
Travertinos y otros			8	342	2	17	15	2,750	25	2,365					5	1,872		
Travert. troceado o por aser.			10	1,988			19	754	52	9,461								
Yeso Calcinado						37												
Yeso en Bruto	1,350	6,302						1,200	4,800									
Yeso Natural	3,178	18,445	3,476	14,077											300	1,200		
Total		5,380,022		3,119,026		3,687,343		3,723,472		5,301,377		4,961,240		3,667,050		4,956,779		9558706

** menos de una tonelada

se puede incluir también casi todas las explotaciones artesanales. La información sobre explotaciones menores es fragmentaria y poco segura.

Tomando en consideración la producción y los precios de las materias primas en el último decenio, se distinguen tres períodos. Hasta el año 1988 los precios de las materias primas y la producción de las minas fueron bastante uniformes, lo que indica estabilidad. Los precios de sustancias exportadas son a veces inferiores a los internacionales. Más tarde se produjo un profundo trastorno debido a causas políticas. A partir del año 1992 comienza una estabilización progresiva y reajuste de los precios con valores diferentes respecto a los que tenían. Este último período todavía no ha terminado por lo que la actualización de los datos sería muy ilustrativa para conocer las tendencias del reajuste.

A continuación se describirá la situación de algunas materias primas industriales en el Perú.

Acido Sulfúrico y Pirita

El ácido sulfúrico en el Perú se obtiene como subproducto de los procesos industriales y particularmente metalúrgicos. Dicho subproducto se produce muchas veces en forma forzada y siendo la demanda muy reducida, sus precios en la fábrica son muy bajos. Dicho ácido se emplea en el Perú en la minería y tratamiento de los minerales y menas, así como en diferentes industrias como por ejemplo: química, elaboración de plásticos y caucho, fabricación de fertilizantes, fungicidas, etc.

El ácido sulfúrico se puede también obtener de los sulfuros que abundan en la parte andina del Perú. Para este fin podrá emplearse la pirita (FeS_2) depositada en las escombreras o canchas de las minas. Tales escombreras existen en casi todos los Andes peruanos. Especialmente apropiados

para este fin son los relaves (o desechos) provenientes de la concentración mineralúrgica de los sulfuros de metales básicos. Sin embargo, la instalación de una planta de ácido sulfúrico para uso local, sólo se justifica cuando la demanda es muy grande y el transporte del ácido elaborado se hace difícil o muy costoso.

El Perú exporta piritas de hierro a un precio $1,703 \pm 551$ US\$/TM. Las exportaciones aumentaron en el período indicado de 110 a más de 400 toneladas anuales. Se ignora que especificaciones y usos tienen las piritas exportadas.

Arcilla y Arena

Las arcillas y arenas corrientes tienen un precio unitario bajo y son utilizados en el país principalmente en la construcción. Según los datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM) la producción de piedra y arena oscilaba en el período 1990-1995 entre 850,000 y 1'850,000 TM/año y la de arcillas corrientes entre 45,000 y 313,000 TM/año. La producción real debe ser mayor, ya que muchos productores menores, que se dedican a la extracción de materiales de construcción, no cumplen con reportar su producción al MEM.

Según las encuestas del INGEMMET en la región de Lima-Callao, que es la más importante consumidora de materiales de construcción, las distintas industrias pagaban los siguientes precios por tonelada de arcilla común:

CIU	Industria	Precios en US\$
3610	Objetos de loza y barro	30-100
3691	Material para construcción	5-15

Los precios para las arcillas refractarias son similares a los comunes como se puede observar en el siguiente cuadro:

CIU	Industria	Precios en US\$
3720	Industria básica de metales no ferrosos	8-12
3710	Industria básica de hierro y acero	5-10

La industria peruana de los productos químicos (CIU 3529) compra arcillas especiales a un precio entre 96 y 145 US\$/TM.

No se describe aquí la atapulgita, bentonita y caolín, que son arcillas de mayor valor y que serán tratadas separadamente.

Las arenas corrientes tienen precios ligeramente superiores a las arcillas. Según las encuestas del IN-GEMMET las distintas industrias pagaban por tonelada de arena los siguientes precios:

CIU	Industria	Precios en US\$
3710	Industria básica de hierro y acero	10-12
3699	Fabricación de productos minerales no metálicos	8-12
3691	Fabricación de productos de arcilla para construcción	7-10

Las arenas cuarzosas puras se utilizan en la industria de vidrio y tienen precios internacionales de 8 a 25 US\$/TM. Pequeñas cantidades de material colorante como medio por ciento de óxido de hierro o titanio limitan sus usos y reducen su valor.

Amianto y Asbesto

El Perú importaba hasta principios del año 1988 unas 3,800 TM anuales de asbesto a un precio promedio de 747±88 US\$/TM. Simultáneamente el Perú exportaba hasta el año 1987 pocas toneladas de asbesto a un precio de unos 350 US\$/TM.

Según las encuestas del IN-GEMMET las distintas industrias pagaban los siguientes precios por tonelada de asbesto:

CIU	Industria	Precios en US\$
3560	Industria de productos plásticos	1260-2300
3529	Fabricación de productos químicos	850-1230
3559	Industria de productos de caucho	450-600
3699	Fabricación de productos minerales no metálicos	150-300

Los precios de asbesto cambian de acuerdo con su calidad.

Muy importante es la longitud de la fibra. Los más cotizados son los asbestos de fibra 17 mm que se utilizan para textiles y aislantes de mejor calidad. Fotografías de asbestos peruanos (crisotilo) de muy larga fibra provenientes de la Cordillera Oriental, se presentan en este boletín. Los asbestos con longitudes menores se utilizan para frenos, empaquetaduras que trabajan a altas temperaturas, refuerzos de tubos de cemento, llantas y otros productos cuyas industrias existen en el Perú.

La tremolita y la actinolita (ver parte descriptiva) que constituye la ganga en muchas vetas cupríferas y de magnetita de los promontorios andinos (p. ej. en Acarí), es considerada por algunos como asbestos. Al parecer no hubo intento de aprovechar este mineral.

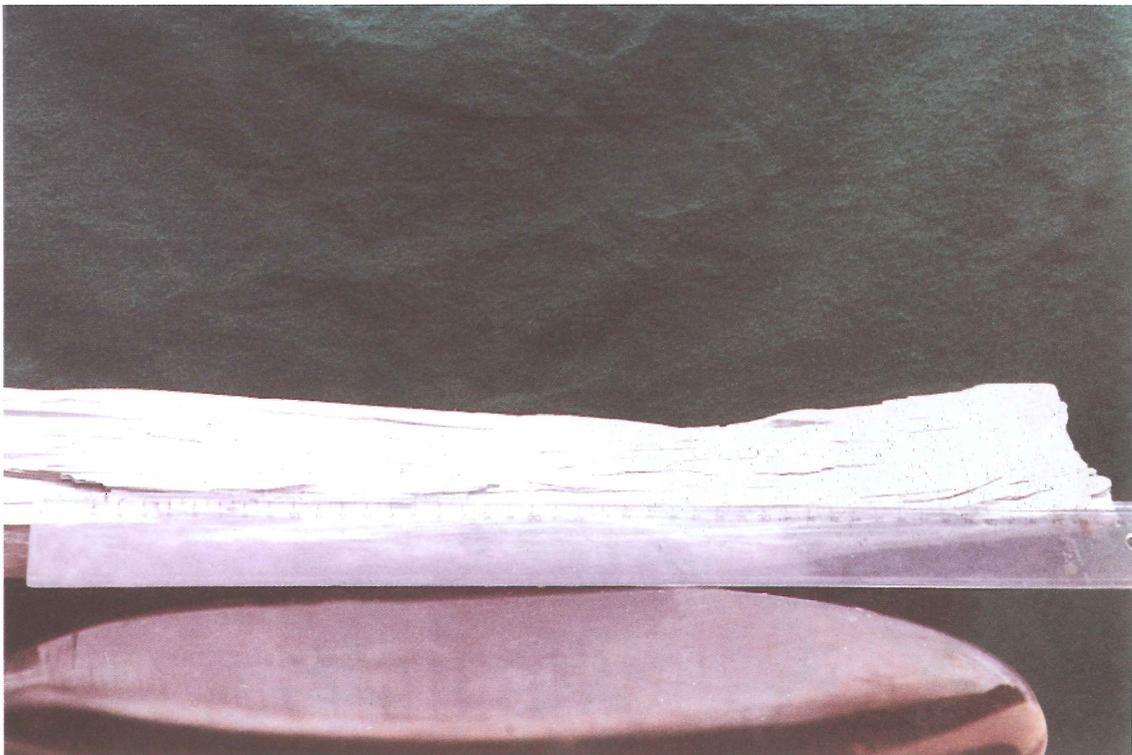
Azufre

El Perú importa azufre a razón de unas 4,300 TM/año, a pesar de tener numerosos yacimientos. No existen datos recientes sobre la producción del azufre a nivel nacional, pero se supone que ésta puede alcanzar una magnitud de pocos cientos de toneladas anuales. El azufre se utiliza en el Perú en la industria química y de productos diversos. Los precios del azufre importado decrecieron de unos 180 US\$/TM en los años '80 a unos 100 US\$/TM, lo que corresponde a precios internacionales del producto crudo.

Según las encuestas del IN-GEMMET las distintas industrias pagaban los siguientes precios por tonelada de azufre:



MINERAL : Asbesto
 PROCEDENCIA : Huánuco - Pano
 CORTESIA : UNI



MINERAL : *Crisolito (variedad de Asbesto)*
 PROCEDENCIA : Jauja
 CORTESIA : UNI



MINERAL : Azufre Nativo
PROCEDENCIA : Volcán Tutupaca
CORTESIA : UNI



Mina de Baritina Chacos al SE de San Rafael - emplazada en el Grupo Mitu
AMBO - HUANUCO

CIU	Industria	Precios en US\$
3526	Fabricación de Productos químicos	250-400
3559	Industria de productos de caucho	140-300
3511	Sustancias químicas industr. básicas	100-200
3132	Industria vitivinícola	100-120
3513	Fabricación de resinas sintéticas	80-123
3620	Fabricación de vidrio	45-65
3610	Objet. de loza barro y porcelana	27 - 50

Se supone que el azufre con precios menores de 100 US\$/TM proviene de explotaciones peruanas.

Baritina y sales de bario

La baritina está ampliamente distribuida y explotada en el Perú teniendo su producción a nivel nacional el orden de magnitud de decenas de miles de toneladas anuales (ver cuadro del MEM). Hasta el año 1989 la mayor parte de la baritina peruana se extraía de la mina Cocachacra ubicada cerca de Lima al lado de la Carretera Central. Con este aporte la producción nacional excedía ampliamente a 100,000 TM/año. Con el agotamiento parcial de la baritina en esta mina y la reducción de su extracción, la producción nacional disminuyó drásticamente.

En el Perú existen varias explotaciones menores de baritina que podrán aumentar su producción. Estas explotaciones, a diferencia de la mina Cocachacra son artesanales o muy pequeñas. Las reservas probadas y probables son reducidas pero su potencial debe ser grande. La geología del Perú sugiere la existencia de nuevos yacimientos de baritina, aún no descubiertos.

Muy prometedores parecen ser los prospectos del distrito de San Felipe en el departamento de Cajamarca, ubicados cerca de la carretera que sigue el Oleoducto Norperuano. Dicho distrito está cubierto por un enjambre de denuncios mineros por baritina, de los cuales algunos están en explotación. Es

muy probable que en el distrito de San Felipe podrían implantarse explotaciones mayores, que cubrirían las futuras necesidades de los campos petrolíferos de las cuencas del Norte del Perú.

Una gran parte de la producción de baritina se exporta. Los precios de la exportación varían entre 16 y 36 US\$ por TM, mientras que los precios internacionales de baritina molida a la malla -200 oscilan alrededor de US\$ 180/TM. El Perú importó en los años 1985-1986, según el Instituto de Comercio Exterior pequeñas cantidades de sulfato de bario.

La baritina en el Perú se utiliza principalmente para preparar los lodos de perforación en la industria del petróleo. Según las encuestas del IN-GEMMET las distintas industrias de Lima y Callao pagaban los siguientes precios por tonelada de baritina:

CIU	Industria	Precios en US\$
3522	Fabricación de productos farmacéuticos	300-700
3529	Fabricación de productos químicos	110-200
3521	Fabr. de pinturas y barnices (litopón)	110-150
3513	Fabricación de resinas sintéticas	38-50
3620	Fabricación de vidrio	30-50

Cantidades menores de baritina se emplea en el Perú en las industrias de caucho, cerámicos, plásticos, papel y abrasivos.

El Perú importó hasta el año 1988 pequeñas cantidades de carbonato de bario a un precio de 438 ± 41 US\$/TM. Esta sustancia es un derivado de la baritina.

La baritina está frecuentemente asociada con la mineralización de plomo y zinc. En varios yacimientos de estos metales la baritina se presenta como ganga. En el mencionado distrito de San Felipe existen también tales depósitos. Actualmente en Co-

cachacra se explota zinc que se encontró debajo de la mineralización de baritina. En muchos yacimientos peruanos la baritina contiene estroncio; los contenidos de este elemento junto con los de óxidos de hierro pueden resultar críticos para ciertos usos.

Bauxita e hidróxidos de aluminio

En Lima existen varias industrias que usan hidróxidos de aluminio que normalmente se obtiene de la bauxita. En el Perú se desconocen yacimientos de este material. Sin embargo existe la posibilidad de que sus depósitos pueden encontrarse. La bauxita se forma por lixiviación de rocas félsicas (ricas en feldespatos) en un clima con largas épocas de sequía seguidas por períodos de intensa lluvia. Tales condiciones se cumplen en algunos lugares del Perú. Al parecer también se formaron en el Perú hidróxidos de aluminio por alteración hidrotermal.

Bentonita y atapulgita

El Perú es un país muy rico en bentonita. Según el Ministerio de Energía y Minas su producción nacional oscila en los últimos años entre 10,250 y 27,682 TM/año. Los yacimientos más importantes se encuentran en los departamentos de Piura, Tumbes e Ica. La producción proviene de diferentes operaciones mineras que, a veces, explotan el mismo depósito. El potencial no aprovechado de bentonita en estos departamentos es muy grande, existiendo varios depósitos fácilmente accesibles que podrían ser explotados en gran escala. Con la apertura de tales minas la producción de bentonita en el Perú podría aumentar varias veces y cubrir las necesidades nacionales y de países vecinos durante muchos años. Dichos depósitos se encuentran junto al mar y el transporte podría ser marítimo, siempre y cuando se implementen las facilidades portuarias. También existen depósitos menores de bentonita en los valles de la Sierra.

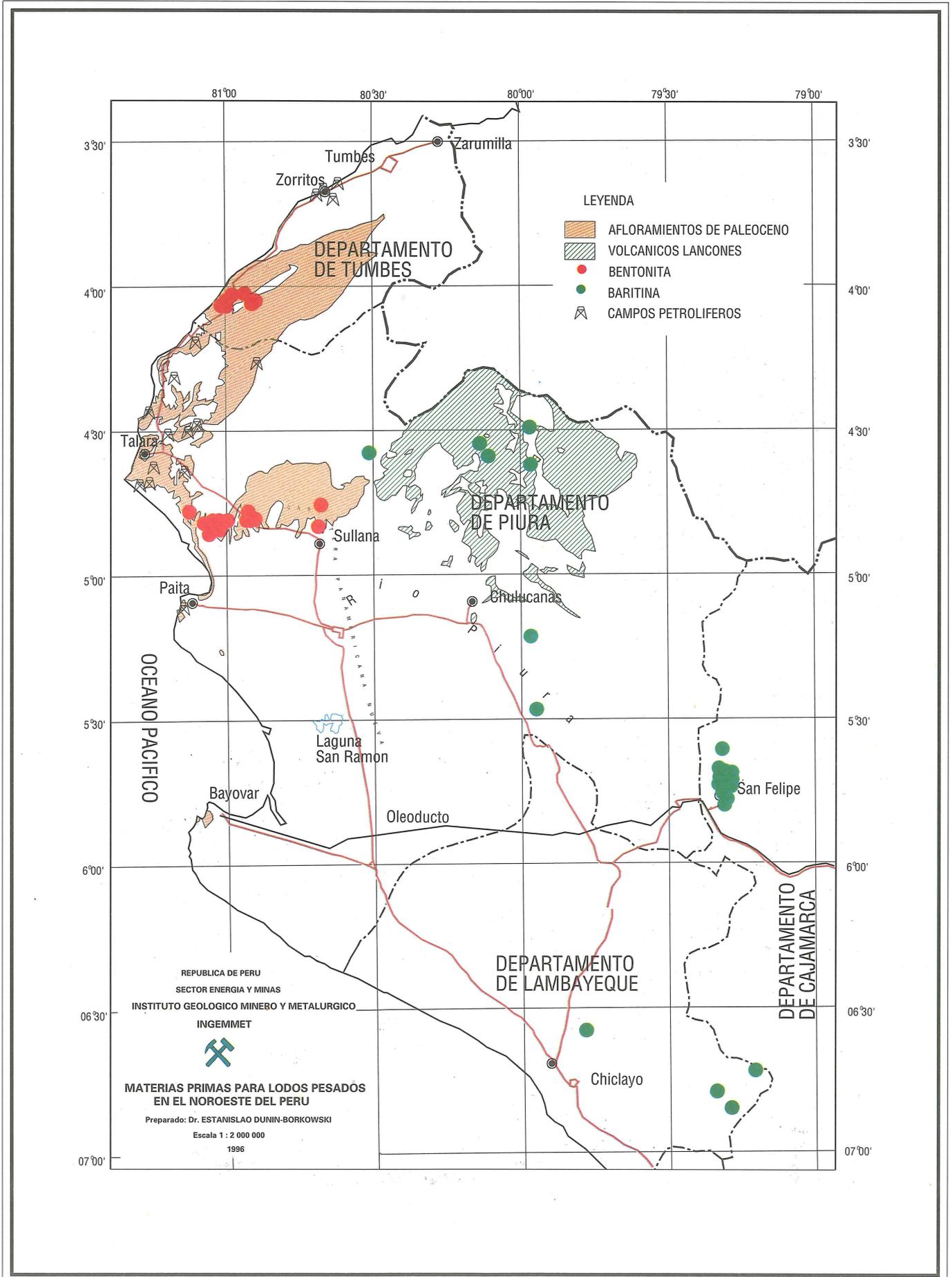
La bentonita en el Perú se explota tradicionalmente para la preparación de lodos pesados, utilizados en la perforación de pozos petroleros y los requerimientos de dicha industria controlan el mercado. En el Noroeste peruano junto con la industria petrolera se desarrolló la minería de bentonita y baritina, que además de cubrir las necesidades permitió exportar excedentes a Ecuador, Colombia y otros países.

La mayor parte de la bentonita producida en el Perú se utiliza en el país. Los precios de las bentonitas nacionales sin preparación oscilaban entre 14 y 24 US\$/TM. Según los datos del Instituto de Comercio Exterior, la bentonita peruana molida se exportaba hasta el año 1990 a un precio entre 45 y 60 US\$/TM (57±10 US\$/TM). Según las encuestas del INGEMMET las distintas industrias de Lima y Callao pagaban los siguientes precios por tonelada de bentonita:

CIUU	Industria	Precios en US\$
3720	Industria básica de metales no ferrosos	50-80
3522	Fabricación de productos farmacéuticos	63-70
3710	Industrias básicas de hierro y acero	30-70
3529	Fabricación de productos químicos	32-40
3560	Industria de productos plásticos	29-35
3511	Fabric de sustan. quim. industrial. básicas	21-30
3122	Producción de alimentos balanceados	14-23

En el año 1985 el Perú exportó 2,891 TM de bentonita reduciéndose esta cantidad paulatinamente en los años sucesivos a 20 TM en el año 1989. Al principio de este período solo una pequeña parte de la bentonita era molida, predominando esta última al final. En el año 1991 se reinició la exportación de bentonita.

La composición de bentonita en el Perú es variada. En los departamentos de Tumbes y Piura predomi-





TU-25

Manantial o fuente termal del área de Qda. Azufre Grande.
Presencia de sínter en la inmediaciones dentro de la Fm. Capillune.



TU-12

Qda. Azufre Chico; fuente que genera depósitos de sílice y azufre (sinters).
Acumulaciones de bloque coluviales

nan las bentonitas sódicas y en el departamento de Ica, que también tiene un gran potencial de esta materia prima, se presenta también la "Tierra de Fuller" o atapulgita. Falta determinar la posibilidad de encontrar o producir bentonitas con mayor contenido de esmectitas que permitirían utilizarlas para usos especiales como por ejemplo en industria química. Tales materias primas tendrán un mayor valor unitario y podrán ser exportados a países industrializados.

Boratos y sales de litio

El Perú es uno de los pocos países en el mundo que tiene depósitos de boratos. La producción peruana de boratos (ulexita) oscilaba en los últimos años entre 17,000 y 41,000 toneladas anuales. Esta producción corresponde a uno por ciento de la producción mundial. Los boratos son la única fuente comercial de óxido de boro (B_2O_3) que tiene varios e importantes usos siendo para muchos insustituible. El mercado de boratos está en expansión.

Los precios de boratos dependen principalmente de su contenido de óxidos de boro (B_2O_3). Este contenido varía con la mineralogía y pureza del producto. Los boratos explotados en el Perú consisten principalmente de ulexita ($NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$) que cuando es pura contiene 43% de óxido de boro (B_2O_3). Los boratos peruanos se exportaban en la década de los '80 con precios de 130 ± 9 US\$/TM y en esta década con 282 ± 40 US\$/TM. El aumento de precios refleja en este caso, la tendencia del mercado mundial. Según las encuestas del INGEMMET las distintas industrias de Lima y Callao pagaban los siguientes precios por tonelada de boratos:

CIU	Industria	Precios en US\$
3522	Fabricación de productos farmacéutica	700-770
3523	Fabricación de jabones y similares	600-700

CIU	Industria	Precios en US\$
3529	Fabricación de productos químicos	210-440
3510	Fabricación de objetos de barro y loza	232-270
3521	Fabricación de pinturas barnices y lacas	150-200
3620	Fabricación de vidrio	65-120

El yacimiento más importante de boratos en el Perú, es el actualmente explotado de las salinas de Tarucani. Dicho yacimiento ubicado cerca de Arequipa, es conocido desde el siglo pasado y fue mantenido durante varias décadas como reserva por empresas internacionales especializadas en boro. Actualmente una gran parte de dicho yacimiento está cubierta por sus concesiones. El resto del depósito es controlado por varias empresas peruanas.

En el pasado se explotaron también otros depósitos de boratos en la faja del vulcanismo activo del Sur del Perú, existiendo numerosos indicios de su presencia. El entorno geológico en esta cordillera es similar como en las otras áreas donde se explota los boratos o salmueras ricas en boro. Hasta la fecha no se emprendió una exploración moderna por el boro en el Perú. Tales estudios incluyen determinación por satélites y geología superficial de áreas favorables, estudios geoquímicos, mapeo geológico detallado y al final sondajes.

El yacimiento de Salinas de Tarucani merece indudablemente una exploración detallada. Los boratos en las Salinas de Tarucani se extraen sólo cerca de la superficie. Por analogía con otros depósitos de boratos, es muy probable que estos o sus salmueras se encuentren a mayor profundidad interestratificados con los volcánicos y sedimentos.

La franja que alberga los depósitos peruanos forma, parte del sector de los Andes que según los expertos, es una de las áreas más promisoras del mundo para la búsqueda de nuevos yacimientos de boratos. En este sector

Capacidades instalada TM/A - 1995

Empresa	Molinos	Clinker
Cemento Lima S.A.	1,600,000	1,150,000
Cemento Norte Pacasmayo	1,173,000	855,000
Cemento Andino S.A.	680,000	740,000
Cemento Yura S.A.	600,000	480,000
Cemento Sur S.A.	216,000	137,640

Previsiones

Cemento Lima S.A. (Previsión para 1998)	2,500,000	2,300,000
Cemento Norte Pacasmayo (Previsión para 1996)	1,184,000	1,044,000

Producción de cemento - TM

Año	C. Andino	C. Lima	C.N. Pacasmayo	C. Sur	C. Yura	Total
1990	427,954 19.59%	808,311 36.99%	533,247 24.41%	50,180 2.30%	365,282 16.72%	2,184,974
1991	480,418 22.49%	865,404 40.50%	445,118 20.83%	68,199 3.19%	277,422 12.98%	2,136,561
1992	481,242 22.24%	894,402 41.33%	455,432 21.04%	87,746 4.05%	245,312 11.34%	2,164,134
1993	494,343 20.23%	1,028,847 42.11%	519,813 21.28%	115,577 4.73%	284,463 11.64%	2,443,043
1994	697,466 21.95%	1,269,054 39.94%	678,152 21.34%	141,623 4.46%	391,072 12.31%	3,177,367
1995	711,796 19%	1,577,725 42%	838,450 22%	131,568 3%	532,503 14%	3,792,042

ya se explota, en una escala cinco veces mayor que las salinas de Tarucani, los boratos de salar de Suire en Chile y en escala todavía más grande el depósito de Tincalayacu en Argentina.

Los salares de Uyuni en Bolivia, Atacama en Chile y Hombre Muerto en Argentina contienen considerables cantidades de litio, siendo los dos últimos de los países mencionados exportadores de este metal. En Chile como subproducto de explotación de boratos se obtiene importantes cantidades de potasio. Los salares de Argentina, Bolivia y Chile se formaron en un ambiente geológico similar al de los peruanos. Es muy probable que depósitos parecidos de boro, litio y potasio podrán encontrarse también en el Perú.

Disponiendo de producción propia de boratos, el Perú dispone de la

materia prima para elaborar varios productos especiales de gran demanda mundial. En primer lugar hay que mencionar la elaboración de vidrios especiales. Gran mercado tienen los vidrios con baja expansión térmica, como por ejemplo PYREX, que se utiliza en productos de cocina, equipos de laboratorio, recipiente para vacío, tuberías para productos químicos, etc. Para la industria de vidrio muy importantes son las impurezas, que colorean el producto, y que, al parecer, son escasos en los boratos peruanos. Los boratos se utiliza también en la elaboración de fibra de vidrio, que tiene múltiples usos como por ejemplo: aislante térmico, textiles, refuerzos

para plásticos y caucho, electrónica, etc. El contenido de boro puede me-

jorar los productos de las industrias para las cuales existe abundante materia prima en el Perú como la metalúrgica, cerámica, fertilizantes, etc.

Carbonatos de Calcio (Calizas, Creta, Coquina y Calcita)

La minería de calizas es la más voluminosa entre los productos no metálicos del país. En el Perú se extrae entre 1'600,000 y 4'100,000 toneladas anuales de calizas de los cuales más de 80% se utiliza para la fabricación de cemento. El resto se emplea para la industria metalúrgica, quema de cal, minería, etc. En la siderúrgica se utilizan las calizas para escorificar la sílice y otras impurezas de la mena de hierro y de las cenizas del carbón. Las mayores canteras de calizas son cautivas.

Las siderúrgicas y fábricas de cemento necesitan para su abastecimiento, depósitos de calizas cada vez más grandes. Los depósitos requeridos para nuevas y económicas fábricas de cemento, deben ser mayores de 10 millones de toneladas. Esto no elimina la posibilidad de hacer plantas más pequeñas y hasta hornos verticales para uso local, alternativa utilizada ampliamente en China Popular. En el Perú hubo intentos para utilizar las experiencias chinas que no dieron resultado esperado.

Según las encuestas del IN-GEMMET las distintas industrias de Lima y Callao pagaban los siguientes precios por tonelada de caliza:

CIU	Industria	Precios en US\$
3192	Fabricación de cemento y cal	2-15
3710	Industrias básicas de hierro y acero	10-25

El precio del carbonato de calcio es más alto cuando éste cumple los requisitos para determinados usos. El carbonato debe tener, para cada uso, características distintas. Para obtener

tal materia prima, la explotación debe ser frecuentemente selectiva, seguida muchas veces por molienda y calcinación.

Según las encuestas del IN-GEMMET las distintas industrias de Lima y Callao pagaban los siguientes precios por tonelada de carbonato de calcio:

CIU	Industria	Precios en US\$
3522	Fabr. de productos farmacéuticos	400-450
3523	Fabr. de jabones y prod. de limpieza	425-440
3529	Fabricación de productos químicos	200-250
3521	Fabricación de pinturas y barnices	71-200
3559	Fabricación de productos de caucho	50-200
3620	Fabr. de vidrio y prod. de vidrio	40-150
3560	Industria de plásticos	67-125
3610	Fabr. de objetos de loza y porcelana	80-120
3562	Industria de barro	50- 60
3122	Fabricación de alimentos balanceados	13- 30
3561	Fabricación de productos de arcilla	12- 25

El carbonato de calcio con determinada génesis, tiene frecuentemente las características más indicadas para algunos usos. Así por ejemplo, la creta calcárea, debido a su granulometría fina, es la más indicada como material inerte para pesticidas y fungicidas. La coquina, que tiene el origen orgánico reciente, se usa preferentemente como aditivo para alimentos balanceados de los aves. El mármol o el travertino u onix se utiliza por su aspecto como roca ornamental, etc..

El Perú dispone de yacimientos de creta calcárea, mármol y travertino que se explotan en pequeña escala. En el período 1985-1987 se exportaba unas 190 TM/año de creta calcárea a un precio de 85±5 US\$/TM. Según el actualmente clausurado Instituto de Comercio Exterior el Perú exportó en el período 1985-1992 cerca de 6,000

TM de mármol en bruto a un precio ligeramente superior a 100 US\$/TM. También se exportó en este período algunos cientos de toneladas de mármol en bloques a un precio de 430 US\$/TM e importó cantidades parecidas de mármol extranjero a más de 600 US\$/TM en promedio. Según las encuestas de INGEMMET se pagaba en Lima de aquel entonces unos 200 a 600 US\$ por tonelada de mármol. El Perú también exportó travertino en este período.

En algunos casos el valor de determinadas variedades de carbonato de calcio aumenta debido a su escasez. Así el espato de Islandia, importante por su bireflectancia, aunque escaso, existe en el Perú y en consecuencia es altamente cotizado. Las calizas blancas que molidas podrían servir como carga para el papel y plásticos, son muy escasas en el Perú y por esto muy caras. La coquina a pesar de ser blanca, es poco apropiada para este fin, ya que está compuesta por aragonito cuya molienda es demasiado costosa, debido a su dureza.

Según las encuestas del INGEMMET las distintas industrias de Lima y Callao pagaban los siguientes precios por tonelada de cal:

CIIU	Industria	Precios en US\$
3511	Fabr. de sust. quím. industr. básicas	100-150
3132	Industrias vinícolas	60-100
3529	Fabricación de productos químicos	50-100
3692	Materiales de construcción	50- 60

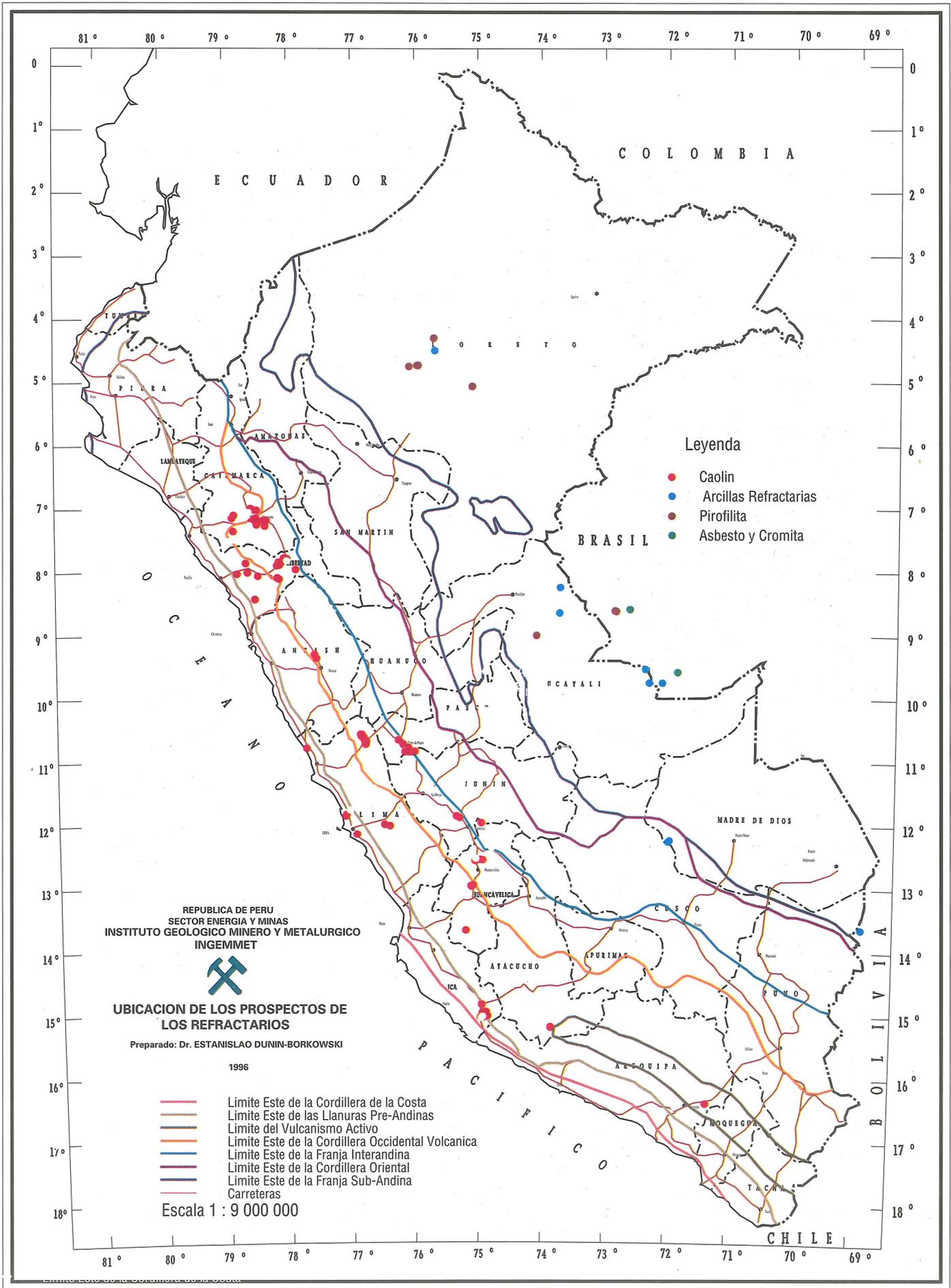
Caolines

Casí toda la producción actual del caolín del Perú proviene, según los últimos datos del Ministerio de Energía y Minas de una mina ubicada en el distrito Chilca, Provincia de Huancayo, departamento de Junín (Cía Minera Las Camelias S.A.). Dicha mina produjo en el año 1995, 8,233 toneladas. Además de esto existen antecedentes de producción de varios depósitos ubicados

en los departamentos de La Libertad, Ancash, Ica, Lima etc.. De estos depósitos minerales provenía en la década de los '70 la mayor parte de la producción nacional de caolín que tenía el mismo rango de magnitud como el actual. Se ignora en que estado se encuentran dichas explotaciones, pero se supone que están paralizadas o que su producción es muy pequeña.

El caolín producido en el Perú cubre aproximadamente los 2/3 del consumo nacional. El resto de la demanda se atiende con caolines importados que son más caros. El valor global de los caolines importados es casi igual al del caolín nacional. En el período 1985-1992 se importó caolines extranjeros a un precio promedio de unos 350 US\$/TM. Simultáneamente se exportó cantidades muy pequeñas de caolines a un precio promedio de unos 144±33 US\$/TM. La diferencia de precios se debe probablemente a la preparación deficiente de caolines nacionales. En los países desarrollados la escala de precios de caolines varía de unos 15 US\$ por tonelada para el producto húmedo extraído de la mina a más de 500 US\$/TM por materias primas preparadas para usos especiales. Los caolines secados y molidos a mallas -30 y -200 cuestan 29 y 39 US\$/TM respectivamente, y los concentrados y depurados 57 US\$/TM. El precio del caolín preparado para la carga es de 70 US\$/TM y para los recubrimientos varía según la calidad, entre 90 y 120 US\$/TM. Todavía más caros son los caolines a los cuales se les calcina o da una estructura física especial.

Los caolines producidos en el Perú se usan en el país y particularmente en la región de Lima-Callao. Según las encuestas del INGEMMET las distintas industrias de esta región pagaban los siguientes precios por tonelada de caolín:



REPUBLICA DE PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET



**UBICACION DE LOS PROSPECTOS DE
LOS REFRACTARIOS**

Preparado: Dr. ESTANISLAO DUNIN-BORKOWSKI

1996

- Limite Este de la Cordillera de la Costa
- Limite Este de las Llanuras Pre-Andinas
- Limite del Vulcanismo Activo
- Limite Este de la Cordillera Occidental Volcanica
- Limite Este de la Franja Interandina
- Limite Este de la Cordillera Oriental
- Limite Este de la Franja Sub-Andina
- Carreteras

Escala 1 : 9 000 000



Transformación industrial de la Caliza
 VISTA DE LA FABRICA CEMENTOS NORTE PACASMAYO



Mina de Mármol Socro al SE de Carhuacayán - emplazada en la Fm. Condorsinga
 (Gpo. Pucará)
 ONDORES - CERRO DE PASCO

IIU	Industria	Precios en US\$
3411	Industria del papel	100-600
3521	Fabricación de pinturas y barnices	100-342
3610	Fabricación de objetos de loza y porcelana	120-312
3523	Fabricación de jabones y productos de limpieza	100-160
3529	Fabricación de productos químicos	70-150
3522	Fabricación de productos farmacéuticos	86-128
3512	Fabricación de plagicidas	60-100
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	50-70
3559	Industrias de Caucho	29-70
3691	Fabricación de arcilla para construcción	10-50

La explotación y la preparación de caolines en el Perú, ofrecen buenas oportunidades de negocios. La producción nacional de caolín podría aumentarse y mejorarse con facilidad. Muchas de las minas que explotaban el caolín en la década de los '70 podrían rehabilitarse, ya que la reducción de su producción o su eventual cierre, se ha debido muchas veces a causas distintas al agotamiento. Por otro lado, existen y se encontraron muchos prospectos que tienen posibilidades favorables.

Beneficiando los caolines se podría sustituir una parte de las importaciones y tener posibilidades de exportarlos.

La explotación de muchos depósitos es artesanal y el material extraído no se prepara. Además de caolines blancos que podrían utilizarse para cerámica fina o fabricación de papel, existen también los de color que podrían utilizarse para otros fines.

Carbones

El Perú alberga un considerable potencial de carbón cuyo aprovechamiento ofrece interesantes y variadas oportunidades para los inversionistas. Las mejores posibilidades presenta la explotación e industrialización de la antracita de los Andes Nor-occidentales. La costa Norte del Perú, próxima

a los yacimientos, se está industrializando y necesita el carbón como materia prima y/o como fuente de energía. El potencial de las antracitas en la Sierra Norte tiene el orden de cientos de millones de toneladas. Una gran parte de la antracita tiene un alto poder calorífico y puede utilizarse para fines especiales e inclusive exportarse.

Dicho potencial se apovecha de manera muy limitado. Según el Ministerio de Energía y Minas el Perú produjo ultimamente unas 31,000 TM/año de antracita no sobrepasando la extracción anual a 81,000 TM. Actualmente las explotaciones de antracita en el Perú son muy pequeñas y primitivas, el transporte es muy caro, la producción es heterogénea y el suministro inseguro. La mayor parte de la antracita extraída se utiliza sin lavado como combustible barato en las ladrilleras y sólo una pequeña fracción en las industrias. No habiendo suministro adecuado no se ha desarrollado el mercado para los carbones nacionales.

El pre-requisito para el uso racional de la antracita es la preparación, que en condiciones peruanas consistiría en la homogenización, división según las granulometrías y lavado. Este trabajo es realizado normalmente por los productores, pero lo pueden hacer también los usuarios o los revendedores. Durante la preparación conviene separar los trozos gruesos, que tienen un precio mejor. El carbón de mejor calidad se puede exportar siempre y cuando se cuente con un lote suficientemente grande para alquilar un barco.

El lavado es especialmente importante para el beneficio de la fracción fina o "cisco" que constituye una gran parte de la antracita extraída de la mina. Actualmente el "cisco" no se lava y en consecuencia el contenido de material no combustible es alto lo que reduce su valor. Las lutitas finas en el cisco, tienen una temperatura de fusión más baja que las cenizas del carbón y originan su aglomeración. Esto reduce el rango de temperaturatu-

ras en el cual pueden trabajar los hornos a antracita que evacúan las cenizas en forma de polvo, que de todas maneras es pequeño.

Por la antracita preparada podrían interesarse varias industrias. Muy importante es en algunos casos su poder reductor. La siderúrgica de Chimbote tiene una planta experimental para utilizar la antracita en la reducción directa de los pellets de óxidos de hierro provenientes de Marcona, existiendo proyectos de su ampliación. En el pasado se utilizó la antracita peruana para fabricar filtros, moldes y electrodos. Las industrias que utilizan en su proceso el calor o vapor, podrían interesarse en la antracita como combustible siempre y cuando los precios de la energía contenida, sean competitivos. La antracita podría sustituir, algunos combustibles que podrían ser usados de manera más conveniente. La sustitución de bagazo de caña por la antracita en los ingenios, permitiría utilizar éste como materia prima para la fabricación de cartón. El gas producido a partir de antracita peruana ya fue utilizado exitosamente en la siderúrgica, y podría prepararse como combustible para la venta a los usuarios en algunas ciudades industriales, como por ejemplo Chimbote. La producción de briquetas del carbón para cocinas domésticas fue estudiada exhaustivamente por la Pontificia Universidad Católica del Perú.

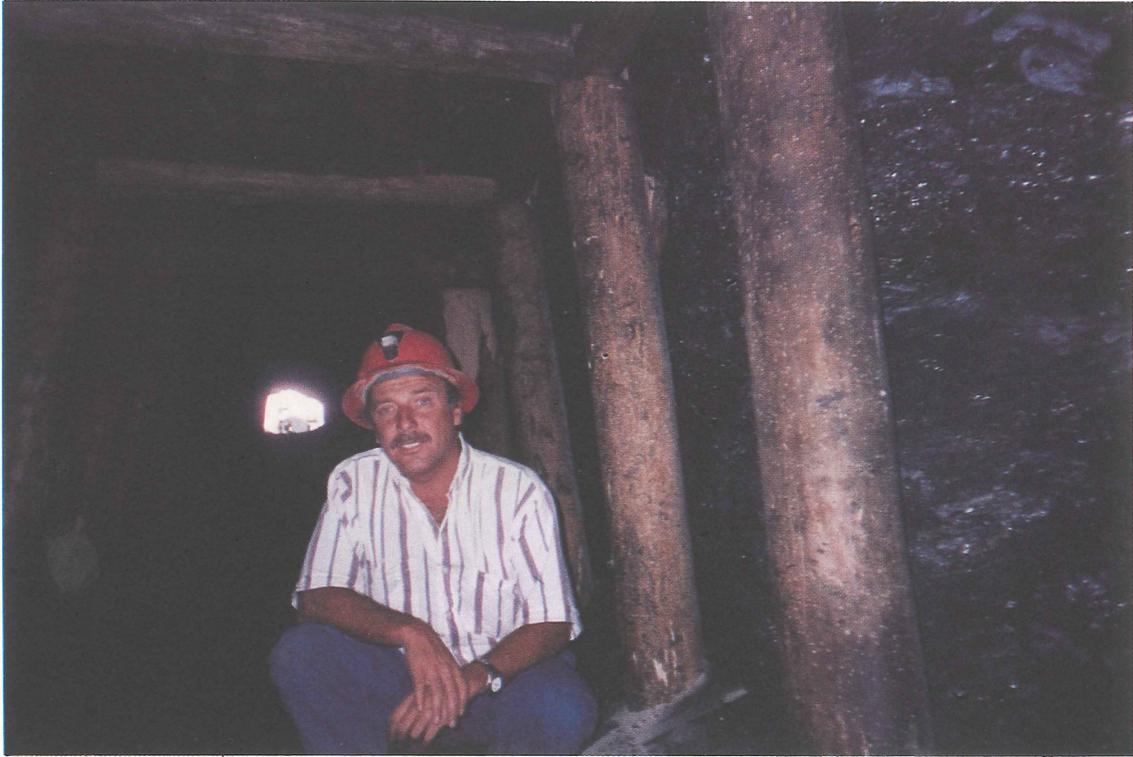
Para que la antracita pueda competir como combustible con el petróleo y sus derivados, el precio de su energía debe ser por lo menos en 30% más bajo. Esto se debe al más fácil manejo de los combustibles líquidos que genera grandes ahorros. El pre-requisito para la baja de los precios de la energía es la reducción de los costos de la producción y transporte de la antracita. Para bajar estos costos las operaciones mineras deberían ser más grandes para hacer economías de escala. El transporte, que en la Sierra norte es muy caro, debe ser

de preferencia, masivo. En los valles más anchos se podría poner las líneas de ferrocarril y donde esto no es posible, mejorar las carreteras. Los finos del carbón, donde hay suficiente agua podrían ser llevados por carboconductos y los gruesos, a través de los tramos difíciles, por fajas transportadoras. Donde el costo del transporte del carbón, a pesar de las mejoras, resultaría prohibitivo, la energía contenida en la antracita debe ser convertida en la eléctrica y enviada por cable a los lugares de consumo. La conversión en energía eléctrica es especialmente recomendable para las fracciones finas cuyo valor unitario no permite un transporte caro.

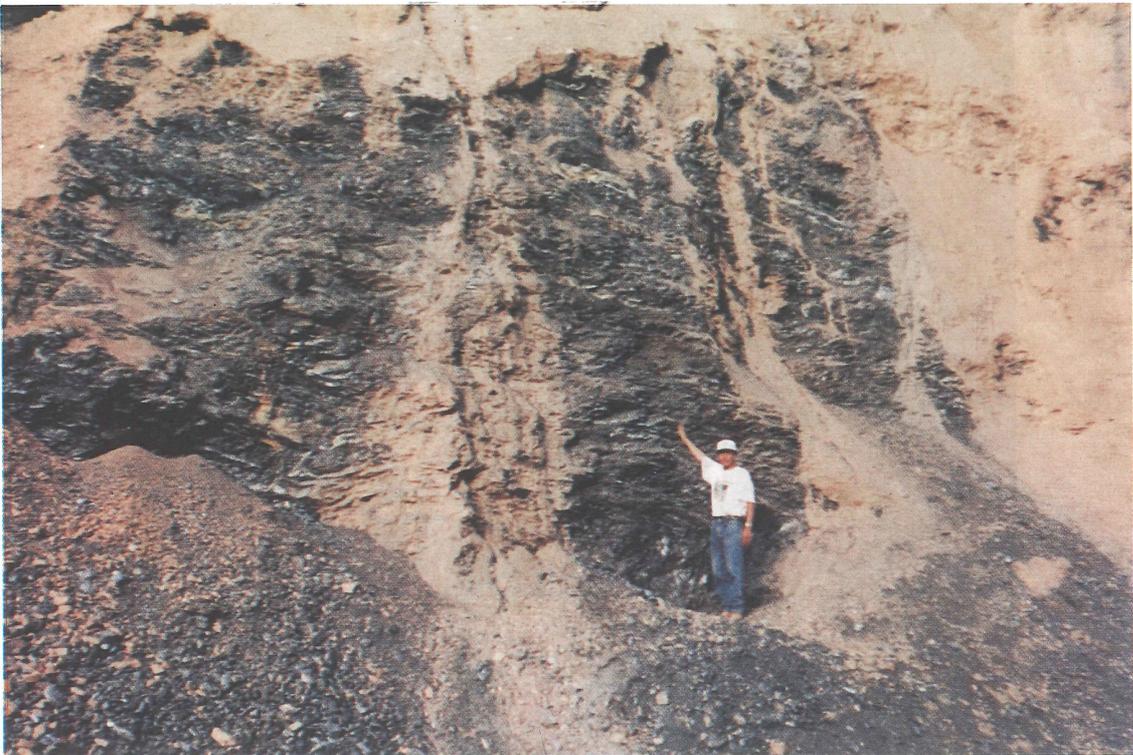
El déficit de energía eléctrica en el Norte peruano tiene en este momento el orden de magnitud de cientos de megawatios y está rápidamente creciendo. Para cubrir este déficit se han preparado varios anteproyectos de centrales carboeléctricas basados en las antracitas de las cuencas de Chicama y Santa, cuyos yacimientos son más accesibles y mejor conocidos. La energía producida por estas centrales, alimentaría el sistema nacional interconectado, cuya línea de transmisión se extiende a lo largo de toda la costa del Norte del Perú. Algunos de estos proyectos alcanzaron el nivel de factibilidad pero no se concretizaron ya que el gobierno y las empresas paraestatales que los han preparado, no tenían el capital suficiente, para su implementación.

Según la nueva Ley de Electricidad, los proyectos carboeléctricos podrán ser desarrollados por empresas particulares que tendrán la opción de utilizar, pagando los derechos correspondientes, el sistema nacional interconectado para la transmisión de la energía. Los precios de la energía establecerán de mutuo acuerdo los productores y usuarios sin intervención del gobierno.

En los Andes nororientales, al parecer, existen depósitos de hulla que el Perú necesita e importa de Colom-



*Labor principal en la Mina de Carbon Eclipse - Tauca
PROV. PALLASCA - ANCASH*



*Afloramiento de Carbón
PROV. PALLASCA - ANCASH
CORTESIA : CIA. MINERA BUENAVISTA*



MINERAL : Ovoides de Carbón
PROCEDENCIA : Alto Chicama - La Libertad
CORTESIA : Dunin



Yodización de Cloruro de Sodio (Sal común)
PLANTA DE TRATAMIENTO - HUACHO - LIMA

bia para la industria de cemento y metalúrgica. El reconocimiento del depósito de Oyón en el departamento de Lima por SIDERPERU con ayuda de la consultora polaca KOPEX determinaron relativamente pequeñas reservas de carbón (22'000,000) muy heterogéneo de las cuales la mitad son hullas metacoquificables que para producir coque necesitan ser mezclados con otros tipos de carbón. Dichas reservas no son suficientes para abrir una coquería. Por otro lado el depósito de Oyón es muy perturbado tectónicamente y su explotación será difícil en gran escala.

Lar-carbón importa 240,000 TM anuales de hullas sub-bituminosas, con 35% a 38% de materias volátiles y con los máximos de 10% de la humedad y 10% de cenizas, que utilizan principalmente Cemento Lima y Cemento Andino. Cemento Norte de Pacasmayo trae por su lado 80,000 TM anuales de hullas con características similares. CENTROMIN utiliza 50,000 TM/año de hullas bituminosas coquificables y Aceros Arequipa S.A. unos 25,000 TM/año. Todavía se ignora cual será política de ACERCO que adquirió la siderúrgica de Chimbote. Dicha siderúrgica tiene un alto horno para el cual el anterior dueño: SIDERPERU importaba coque extranjero.

Carbonato de sodio o trona

El carbonato de sodio es una materia prima industrial de gran importancia. El principal consumidor de carbonato de sodio es la industria de vidrio, seguida por la industria química y, a mayor distancia, por la de jabón y detergentes. En menores cantidades se utiliza el carbonato de sodio en desulfurización de gases, preparación de pulpa de papel y tratamiento del agua, industria de curtiembre, para usos medicinales y otros menores.

En el Perú, se preparó un proyecto de su producción sintética, empleando el proceso Solvay. La fábrica debió encontrarse en Huacho, depar-

tamento de Lima, y utilizar las materias primas de la región que son, sal común, calizas y carbón. Las mismas materias primas se presentan en varios lugares del norte del Perú, como, por ejemplo, en el departamento de La Libertad, donde existe también industria química, y yacimientos de arenas cuarzosas puras de los cuales podrá elaborarse vidrio blanco.

Ultimamente han surgido objeciones ecológicas contra el proceso Solvay y en algunos países, como por ejemplo en los Estados Unidos de Norte-América se regresa a materias primas naturales. La trona o carbonato de sodio natural, se presenta en las Salinas de Tarucani. En el caso de encontrar mayores cantidad de este material, su explotación podrá resultar económicamente muy interesante.

Cloruros y Sulfatos de Alcalis y Magnesio

La sal común o cloruro de sodio es una de las materias primas industriales más importantes. Dicha sal es un insumo indispensable para la industria química y sirve para elaborar reactivos para las otras industrias como soda cáustica y carbonato de sodio, cloro y ácido clorhídrico, etc. La sal común se utiliza también en conservación de alimentos, industria metalúrgica y cerámica, etc.

Los amplios usos industriales vuelven a la sal común de gran interés para los países industrializados. Algunos de estos países no disponen del recurso en cantidades suficiente mientras que otros tienen dificultades de explotarlo por los peligros ecológicos que conlleva su minería. Por esto la sal común es una materia prima de interés para el comercio internacional. Un mercado importante para la sal peruana podría ser Japón cuyos industriales ya se interesaron por este producto.

El Perú es un país que podría producir gran cantidad de sal a bajo

costo por los recursos existentes y por el clima de la Costa que permite la obtención de sal común del agua del mar. En el Perú no existe el problema de espacio que agobia otros países ya que las salinas de la Costa se encuentran en medio del desierto. Las salinas con muy grandes superficies de evaporación podría instalarse entre el paralelo 6° S y 14° S donde falta la Cordillera de la Costa y existen extensas llanuras casi al nivel del mar. La ubicación de las salinas junto al mar facilita la exportación de sal siempre y cuando se implementa las facilidades portuarias.

En el caso de implantar en el Perú la producción masiva de la sal común por evaporación del agua marina se podría obtener como subproducto las salmueras residuales enriquecidas en cloruros y sulfatos de magnesio y potasio con cantidades, tal vez, recuperables de bromuros y yoduros. De estas salmueras se podría, quizás, extraer económicamente los elementos mencionados.

Diatomitas

La diatomita es muy abundante en el Perú pero su calidad es generalmente deficiente. En algunos yacimientos ubicados en la Sierra se explota y a veces exporta diatomitas más puras. Entre las diatomitas impuras de la Costa se presentan también capas más limpias.

Los usos de diatomitas son variables, como por ejemplo, aislante de calor, carga industrial (en la fabricación de papel, tinta, jabones, fósforos, plásticos), filtrante (cerveza, aceites, ácidos), absorbente, abrasivo, etc. Para la mayoría de estos usos en el Perú, la diatomita se importa. Con exploración detallada se podría encontrar probablemente yacimientos de diatomitas puras que con tratamiento adecuado podrían sustituir importaciones.

Según las encuestas del IN-GEMMET las distintas industrias de Lima y Callao pagaban los siguientes precios por tonelada de diatomita:

CIU	Industria	Precios en US\$
3115	Envas. y Conserv. de frutas y legumbres	200-350
3529	Industria de productos químicos	100-350
3559	Industria de productos de caucho	100-200
3521	Industria de pinturas, barnices y lacas	98-125
3115	Industria avícola	74-176
3512	Plagidas y hongicidas	20- 30

Las diatomitas impuras se puede usar localmente de diferente manera. Así por ejemplo para la fabricación de las suelas de los zapatos, se los mezcla con el jebe con el fin de reducir su desgaste, economizar su cantidad, sin aumentar el peso. Las diatomitas impuras se puede mezclar con arcillas para aligerar los ladrillos.

ELABORACION DE LOS FERTILIZANTES

El Perú tiene todas las materias primas para elaboración de los fertilizantes, que además de cubrir las necesidades nacionales, podrían ser exportados. En la provincia de Sechura del departamento de Piura, existe uno de los más grandes yacimientos de fosfatos del mundo y a su costado, un importante depósito de salmueras con alto contenido de potasio, magnesio y con cantidades recuperables de bromo. En las proximidades de estos yacimientos, la provincia de Sechura alberga un pequeño depósito de azufre nativo (Reventazón) y otro de coquina o carbonato de calcio. Todos los yacimientos mencionados están próximos al puerto de Bayóvar, en el cual termina el Oleoducto Nor peruano. Al Norte de los depósitos mencionados, a pocas decenas de kilómetros de Bayovar están los campos petrolíferos del



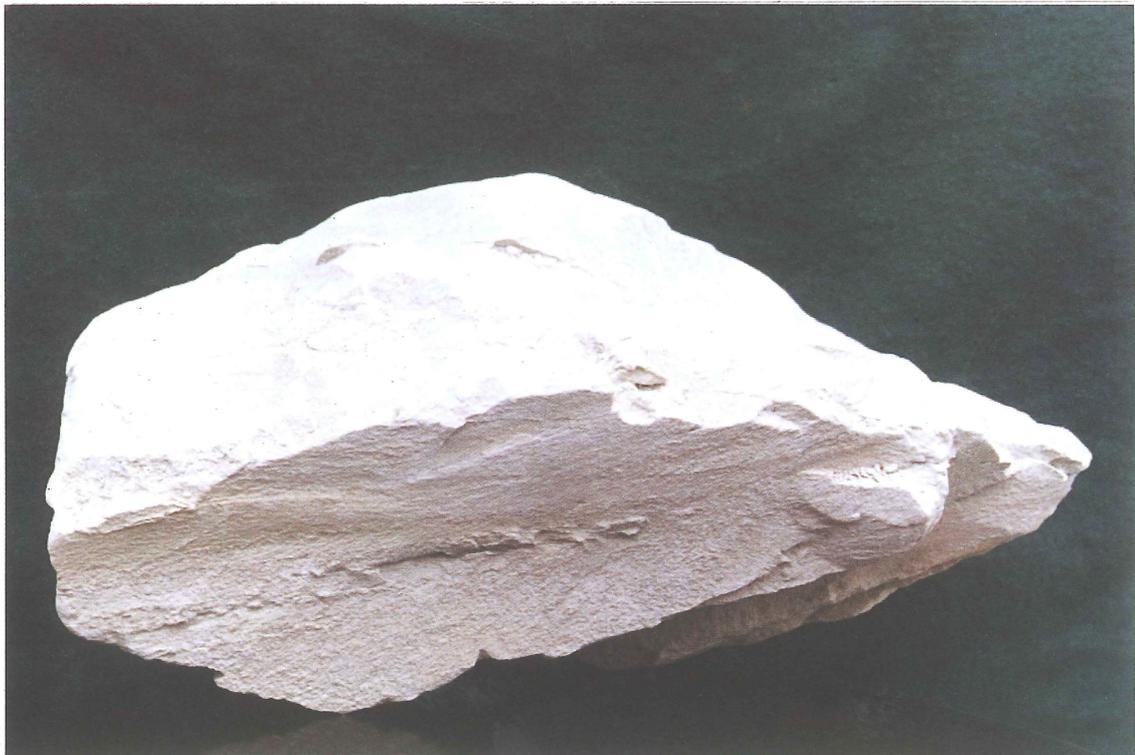
*Explotación de la Diatomita Quicapata
AYACUCHO*



*Vista Panorámica de la Diatomita Quicapata.
AYACUCHO*



Uso de la Caliza y Sal en Curtiembres
FABRICA ARTESANAL DE CUEROS - PAJAN - TRUJILLO



MINERAL : Diatomita
PROCEDENCIA : Pisco - Ica
CORTESIA : UNI

Noroeste peruano que producen gas para el cual se busca su utilización.

Para los yacimientos de Sechura la empresa MIDEPSA hizo en la década de los '60 estudios de factibilidad de explotación que incluyen la ubicación de reservas, determinación de leyes, su calidad y factibilidad técnica de su explotación y tratamiento. (ver fosfatos y sales de magnesio y potasio). Dichos proyectos no se ejecutaron debido a la situación política y del mercado de aquel entonces las que actualmente han cambiado.

La industrialización de las materias primas mencionadas permitirá producir en la provincia de Sechura todos los fertilizantes más importantes. De los fosfatos tratados con ácido sulfúrico podrán obtenerse superfosfatos con ácido fluorhídrico como subproducto. El azufre necesario se podrá obtener del depósito de Reventazón o de la refinación del petróleo. Se contemplaba también la eventual utilización del ácido sulfúrico proveniente del tratamiento metalúrgico de los sulfuros polimetálicos de Tambo Grande ubicado también en el departamento de Piura que se proyectaba explotar simultáneamente. Utilizando el petróleo o su gas podrían elaborarse los fertilizantes nitrogenados. Los componentes trazas requeridos por los fertilizantes, como boro, manganeso, zinc, cobre y molibdeno podrían provenir de los yacimientos peruanos. En el departamento de Piura existen, pero no se explotan, depósitos de los tres elementos mencionados al último.

Aprovechando los recursos del departamento de Piura, el Perú podrían convertirse en uno de los principales abastecedores de diferentes clases de fertilizantes de la cuenca del Pacífico. Los fosfatos del guano en las islas del Pacífico, que abastecían tradicionalmente la cuenca, se están agotando. Los grandes depósitos de Australia tienen una producción pequeña y el continente está importando fosfatos. El consumidor principal de fosfa-

tos peruanos podría ser el Japón ya que China, que es uno de los principales consumidores, tiene una importante producción propia. Como competidores de fosfatos peruanos, serían los productores de la costa oriental de Estados Unidos, pero están mal ubicados, por encontrarse al otro lado del canal de Panamá.

El potasio de Sechura competiría en la cuenca del Pacífico, con el canadiense de Saskatchewan y chileno de los salares. La posición del yacimiento de Sechura es más favorable, ya que se encuentra cerca de orilla del mar. El potasio canadiense, antes de llegar al puerto de embarque tiene que hacer un largo viaje terrestre a través de las montañas. Mejor que el canadiense, pero peor que el peruano, es la posición del potasio chileno.

El éxito de fabricación de fertilizantes en la provincia de Piura, dependerá en gran medida de las facilidades de embarque y calado del puerto de Bayóvar que habrá que implementar.

En el departamento de Junín, existen también las materias primas para producir los superfosfatos. La roca fosfatada se encuentra en la formación Aramachay del valle de Mantaro. El ácido sulfúrico podría obtenerse de la fundición de La Oroya y en el caso que este resultara insuficiente, quemando la pirita de los relaves de las minas polimetálicas. El superfosfato podría utilizarse como fertilizante en la Sierra Central y la Selva. También se le podría exportar a Brasil utilizando el transporte fluvial o terrestre en el caso que este último sea implementado.

Refractarios y cerámica

La industria de refractarios, cerámica y vidrio ofrecen buenas oportunidades de negocios en el Perú habiendo sido identificados varios yacimientos prometedores de las materias primas requeridas. La industria de los refractarios se desarrolló para cubrir las

necesidades de las plantas metalúrgicas. Gracias a esta industria se descubrió varios depósitos de materias primas que pueden servir también para la fabricación de cerámica. Sin embargo el Perú, sigue importando refractarios por ser de mejor calidad. La industria de cerámica, por otro lado, trabaja en gran parte con productos importados a pesar de que existen las materias primas en el país.

Las zonas donde se encontró materias primas más variadas y con mayor volumen para refractarios, son los departamentos de La Libertad, Cajamarca y el centro del país. Esta distribución se debe a la prospección más intensa y es muy probable que depósitos similares se encontrarán en áreas geológicamente parecidas, pero más apartadas de centros industriales.

INFORMACION SOBRE DEPOSITOS MINERALES NO METALICOS

Para determinar la oportunidad de negocio que ofrece un yacimiento no metálico es necesario determinar sus reservas y la calidad de las materias primas que contiene y luego el proceso que requiere la preparación del producto vendible. Las determinaciones respectivas son costosas y de riesgo. En base a esta información se prepara los estudios de factibilidad económica.

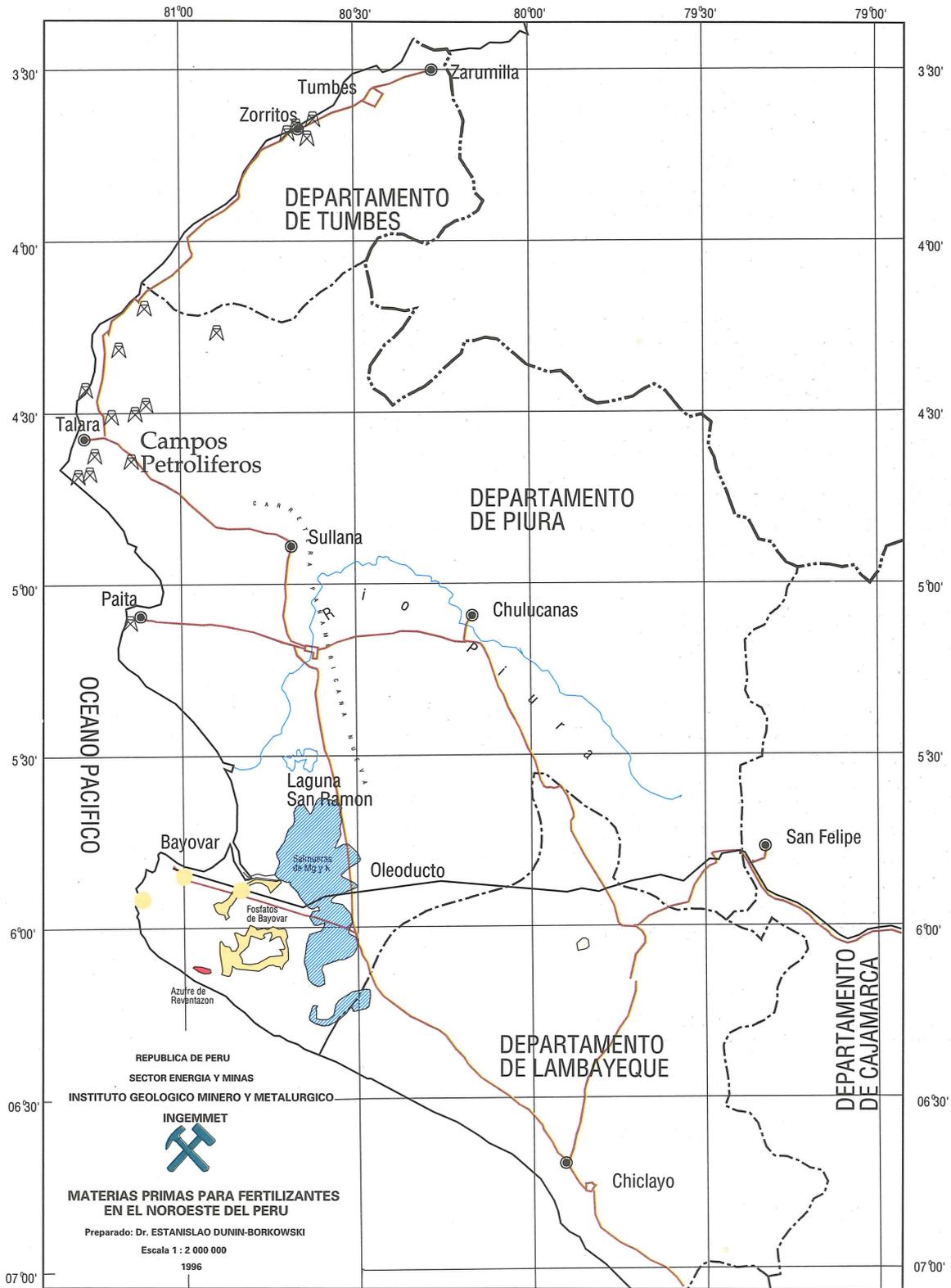
Para algunos depósitos que podrían adquirir los inversionistas existe en parte la información respectiva. Po-

cas empresas especializadas en las materias primas no metálicas en el Perú, como por ejemplo "Agregados Calcáreos S.A." y "Refractarios Peruanos S.A." controlan numerosos yacimientos y disponen de abundante información. Estas empresas anteriormente monopólicas, se encuentran bajo la presión de la competencia extranjera y tendrán que modernizarse para lo cual, necesitarán capital.

Algunas empresas mineras han explorado yacimientos no metálicos y no teniendo capital para poder aprovecharlos, buscan socio capitalista o comprador. Varias empresas del Estado próximas a ser privatizadas disponen de yacimientos con estudios de factibilidad minera.

INGEMMET dispone en sus archivos numerosos informes, en parte inéditos que vende a las personas interesadas. Informes a veces muy instructivos sobre materias primas industriales peruanas y sus yacimientos; existen también en otras entidades. En algunos casos, los propietarios menores disponen de una parte de información sobre sus yacimientos, que no siempre es confiable y debe ser verificada.

Cuando no exista información detallada, el inversionista debe conseguirla por su propia cuenta o asociado con los propietarios de los yacimientos. El problema mayor en este caso, será la selección del depósito que merece una exploración detallada. Se espera que en esto puede ayudar el presente estudio.



PRODUCCION DE PRINCIPALES PRODUCTOS NO METALICOS 1995 - ENERO - DICIEMBRE¹

Estadística Minera

Estrato/Empresa	Unidad	Dpto.	Provincia	Distrito	Producción No Metálica Producto	Total Producción TM
Cemento Yura S.A.	Chili 1	Arequipa	Arequipa	Yura	Caliza	555,367
Cemento Yura S.A.	Chili 1	Arequipa	Arequipa	Yura	Puzolana	99,858
Cemento Yura S.A.	Chili 1	Arequipa	Arequipa	Yura	Pizarra	29,534
Cia. Mra. Yura S.A.	Laguna Salinas	Arequipa	Arequipa	Tarucani	Ulexita	26,767
Cemento Yura S.A.	Chili 1	Arequipa	Arequipa	Yura	Yeso	16,900
Suc. Evaristo Miranda Salas	El Barranco	Arequipa	Arequipa	Yura	Piedra	1,611
Victor Hugo Murgia Diaz	Joseito N° 2	Arequipa	Islay	Islay	Arena	1,000
Elard Adolfo Miranda Zavallos	Triunfo 13	Arequipa	Arequipa	Yura	Piedra Laja	560
Cemento Norte Pacasmayo S.A.	Tembladeras	Cajamarca	Contumaza	Yonan	Caliza	924,350
Cemento Norte Pacasmayo S.A.	Tembladeras	Cajamarca	Contumaza	Yonan	Arcilla	105,725
Cia. Mra. Las Camelias S.A.	Produc. Norte	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Feldespato	3,641
Cia. Mra. Las Camelias S.A.	Produc. Norte	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Arcilla	3,500
Calizas Ascope S.A.	Calera California	Cajamarca	Contumaza	San Benito	Caliza	2,400
Cemento Andino S.A.	Andino A	Huancayo	Tarma	Unión Leticia	Caliza	599,719
Cemento Andino S.A.	Andino A	Huancayo	Tarma	Unión Leticia	Travertino	199,944
Cemento Andino S.A.	Andino B	Huancayo	Tarma	Unión Leticia	Limonita	25,329
Mra. Doña Herminia S.A.	Mercedes 84-85	Huancayo	Huancayo	Huancayo	Bentonita	19,866
Cia. Mra. Las Camelias S.A.	Produc. Centro	Huancayo	Huancayo	Chilca	Arcilla	17,110
Marmoles y Granitos S.A.	Chacapalpa	Huancayo	Jauja	Curicaca	Marmol	12,233
Cia. Mra. Las Camelias S.A.	Produc. Centro	Huancayo	Huancayo	Chilca	Caolin	8,233
Cia. Mra. Las Camelias S.A.	Produc. Centro	Huancayo	Huancayo	Chilca	Talco	5,225
Emp. Comerc. Laubet S.A.	Chongos Altos	Huancayo	Huancayo	Chongos Altos	Arcilla refractaria	2,004
Cia. Mra. Las Camelias S.A.	Produc. Centro	Huancayo	Huancayo	Chilca	Feldespato	1,708
Cia. Nacional de Mármoles S.A.	Albertino	Huancayo	Jauja	Tunanmarca	Caliza	1,165
Soc. Mra. San Roque de Mancos	San Roque	Huaraz	Yungay	Mancos	Carbón Antracita	2,944
Química del Pacífico S.A.	Otuma	Ica	Pisco	Paracas	Sal (Otuma)	2,340
Cia. Nacional de Mármoles S.A.	Maria	Ica	Nazca	Marcona	Caliza	2,966
Minerales Andinos S.A.	Andino Dos	Ica	Chincha	Alto Laran	Bentonita	2,059
Calera Cut Off S.A.	Trincherpe	Junin	Jauja	Curicaca	Cal Viva	10,791
Urco Garcia, Bertha	Jesús Poderoso	Junin	Huancayo	Quilcas	Talco	4,672
Refractarios Peruanos S.A.	Chongos Altos	Junin	Huancayo	Chongos Altos	Arcilla Refractaria	3,683
Urco Garcia, Dolores	Virgen de Fátima	Junin	Huancayo	Quilcas	Talco	2,847
Mra. Centro S.A.	Porvenir	Junin	Huancayo	El Tambo	Calizas	52,583
Mra. Centro S.A.	Porvenir	Junin	Huancayo	El Tambo	Cal	2,460
Cia. Mra. Sierra Central	Beta 1	Junin	Jauja	El Rosario	Silice	2,233
Mra. Doña Herminia S.A.	Oasis 2000	Junin	Jauja	Janjayllo	Bentonita	51,705
Asoc. en Partic. Hnos. Urco Garcia	A. Hnos. Urco Garcia	Junin	Huancayo	Quilcas	Talco	1,074
Cemento Norte Pacasmayo S.A.	Pacasmayo	La Libertad	Pacasmayo	Pacasmayo	Arena	37,338
Jose A. Castro Gamboa	San Benito	La Libertad	Stgo. de Chuco	Quiruvilca	Carbón Antracita	10,451
Cemento Lima S.A.	Atocongo	Lima	Lima	V. del Triunfo	Caliza	1,707,808
Enrique Oyague Mariategui	San Martín de Porras	Lima	Lima	Ate-Vitarte	Arena	232,456
La Previsión S.A.	Lurigancho	Lima	Lima	S.J.Lurigancho	Hormigón	182,713
Chancadora Limatambo S.A.	Jícamarca	Lima	Lima	S.J.Lurigancho	Arena	176,516
SMRL. Arenal El Taro de Lima	Arenal El Taro	Lima	Lima	Pte. Piedra	Arcilla	161,294
Chancadora Limatambo S.A.	Sta. Mta. Lurin	Lima	Lima	Lurin	Piedra	158,116
Chancadora Limatambo S.A.	Jícamarca	Lima	Lima	S.J.Lurigancho	Piedra	126,285
Cia. Min. Las Camelias S.A.	Produc. Lima	Lima	Huachochiri	Chicla	Canto Rodado	103,422
Enrique Oyague Mariategui	S.M. de Porras	Lima	Lima	Ate-Vitarte	Hormigón	88,035
Cerámico Peruanos S.A.	Naranjito	Lima	Lima	Carabayllo	Arcilla	85,034
Chancadora Limatambo S.A.	Sta. Mta. Lurin	Lima	Lima	Lurin	Arena	54,612
SMRL. Arenal El Taro de Lima	Arenal El Taro	Lima	Lima	Pte. Piedra	Arena	52,300
Cementos Lima S.A.	Atocongo	Lima	Lima	V. del Triunfo	Puzolana	34,659
Química del Pacífico S.A.	El Pacífico	Lima	Huaura	Huacho	Sal (Huacho)	33,726
Arenera La Molina S.A.	Cieneguilla	Lima	Lima	La Molina	Arena	46,776
PERUBAR S.A.	Graciela	Lima	Huachochiri	Cocachacra	Baritina	25,311
Enrique Oyague Mariategui	San Martín de Porras	Lima	Lima	Ate-Vitarte	Piedra	19,705
Cia. Min. Luren S.A.	Chilca	Lima	Cañete	Chilca	Caliza	12,867
Cia. Min. Las Camelias S.A.	Produc. Lima	Lima	Huachochiri	Chicla	Arcilla	12,751
Cia. Min. Luren S.A.	Lomo Corvina	Lima	Lima	V. El Salvador	Cal	11,227
Chancadora Limatambo S.A.	Sta. Mta. Lurin	Lima	Lima	Lurin	Hormigón	10,572
Arenera La Molina S.A.	Cieneguilla	Lima	Lima	La Molina	Piedra	16,698
Chancadora Limatambo S.A.	Ancon	Lima	Lima	Ancón	Piedra	9,295
Mra. Corimayo S.A.	Mra. Corimayo	Lima	Lima	Pachacamac	Piedra	9,034
Rosa Dulanto Salinas	Don Julio y Don Pedro	Lima	Lima	Pachacamac	Arena	11,096
CIMALSA	San Mateo	Lima	Huachochiri	San Mateo	Cal	6,698
Minerales Andinos S.A.	La Gloria JF	Lima	Lima	Ate	Baritina	4,329
Rosa Dulanto Salinas	Don Julio y Don Pedro	Lima	Lima	Pachacamac	Hormigón	5,408

342

Estrato/Empresa	Unidad	Dpto.	Provincia	Distrito	Producción No Metálica Producto	Total Producción TM
CIMALSA	Eduardo Segundo Augusta	Lima	Huachichirí	San Mateo	Cal	3,212
CIMALSA	Eduardo Segundo Augusta	Lima	Huachichirí	San Mateo	Carbonato de Calcio	1,600
Minerales Andinos	La Gloria JF	Lima	Lima	Ate	Carbonato de Calcio	1,545
Mra. Corimayo S.A.	Mra. Corimayo	Lima	Lima	Pachacamac	Arena	1,474
Cia. Mra. Luren S.A.	Lomo Corvina	Lima	Lima	V. El Salvador	Carbonato	1,405
Minerales Andinos S.A.	La Gloria JF	Lima	Lima	Ate	Bentonita	1,377
Efraín Delgado Ruiz Cornejo	Gazuna	Lima	Oyon	Oyon	Carbón	1,176
Cia. Mra. Churin S.A.	Azucar	Lima	Cajatambo	Pachangara	Cal	1,045
Antonio de Col EIMRL	Huaracane	Moquegua	M. Nieto	Moquegua	Sílice	4,545
Emp. Mra. Reg. Bayóvar S.A.	Bayovar	Piura	Sechura	Sechura	Roca Fosfórica	25,132
Cementos Sur S.A.	Cmto. Sur	Puno	San Román	Caracoto	Piedra Caliza	196,710
S.M.R.L. "Lourdes de Tacna"	Lourdes	Tacna	Tacna	Tacna	Sílica Roca	11,504
Soc. Mra. María Alejandra Tacna	María Alejand.	Tacna	Tacna	Tacna	Sílica Roca	9,197
Soc. de R.Ltda. María Cristina de Ta	María Cristina	Tacna	Tacna	Tacna	Sílica Roca	8,132
Soc. Mra. Asunta de Tacna	Asunta	Tacna	Tacna	Pachia	Sílice	2,078
Emp. Mra. Emilio Miguel SCRL.	Emilio Miguel	Tacna	Tacna	Tacna	Sílica Roca	1,509

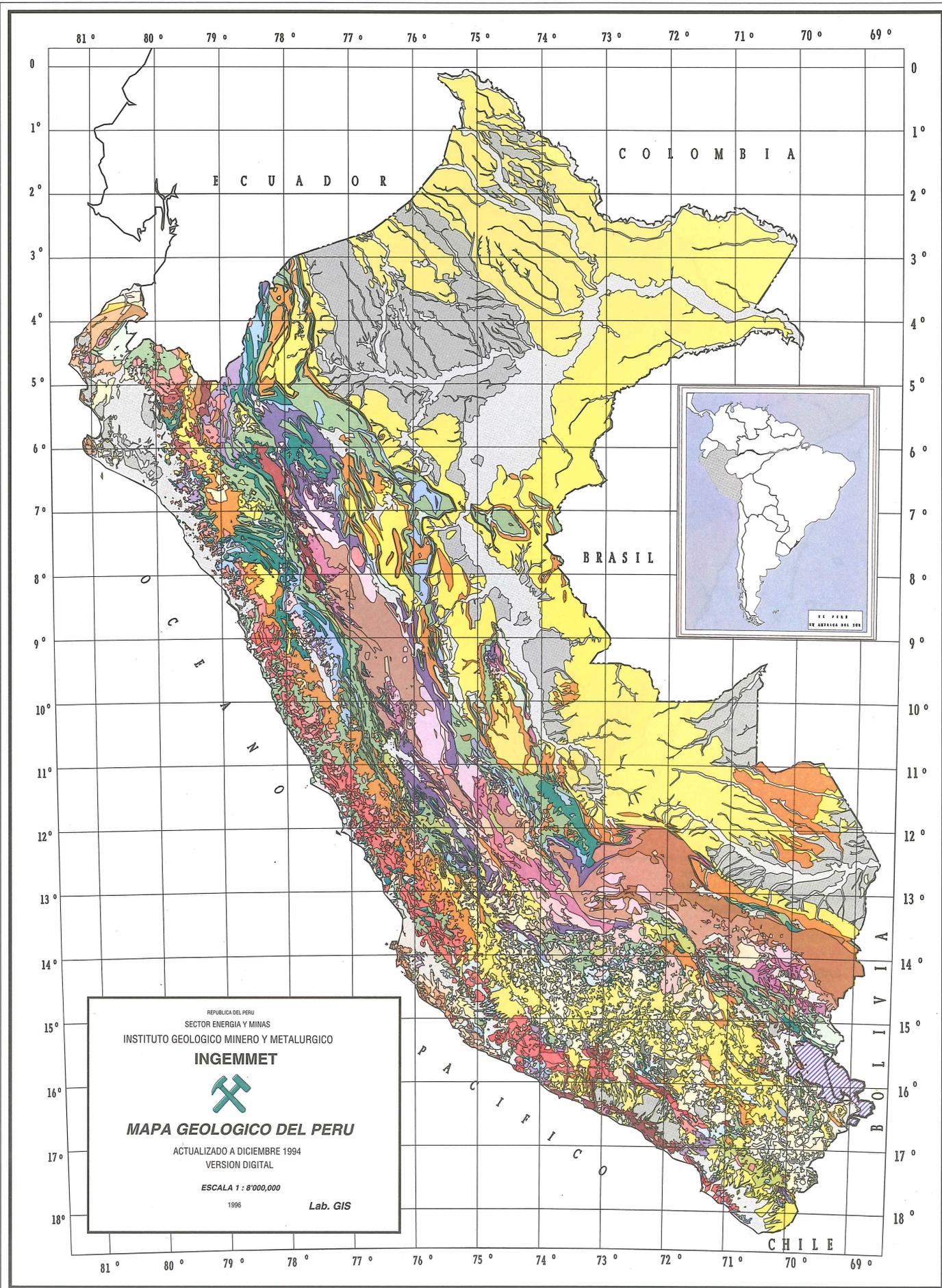
1/ Datos Preliminares *Fuente: ESTADÍSTICA MINERA - DGM

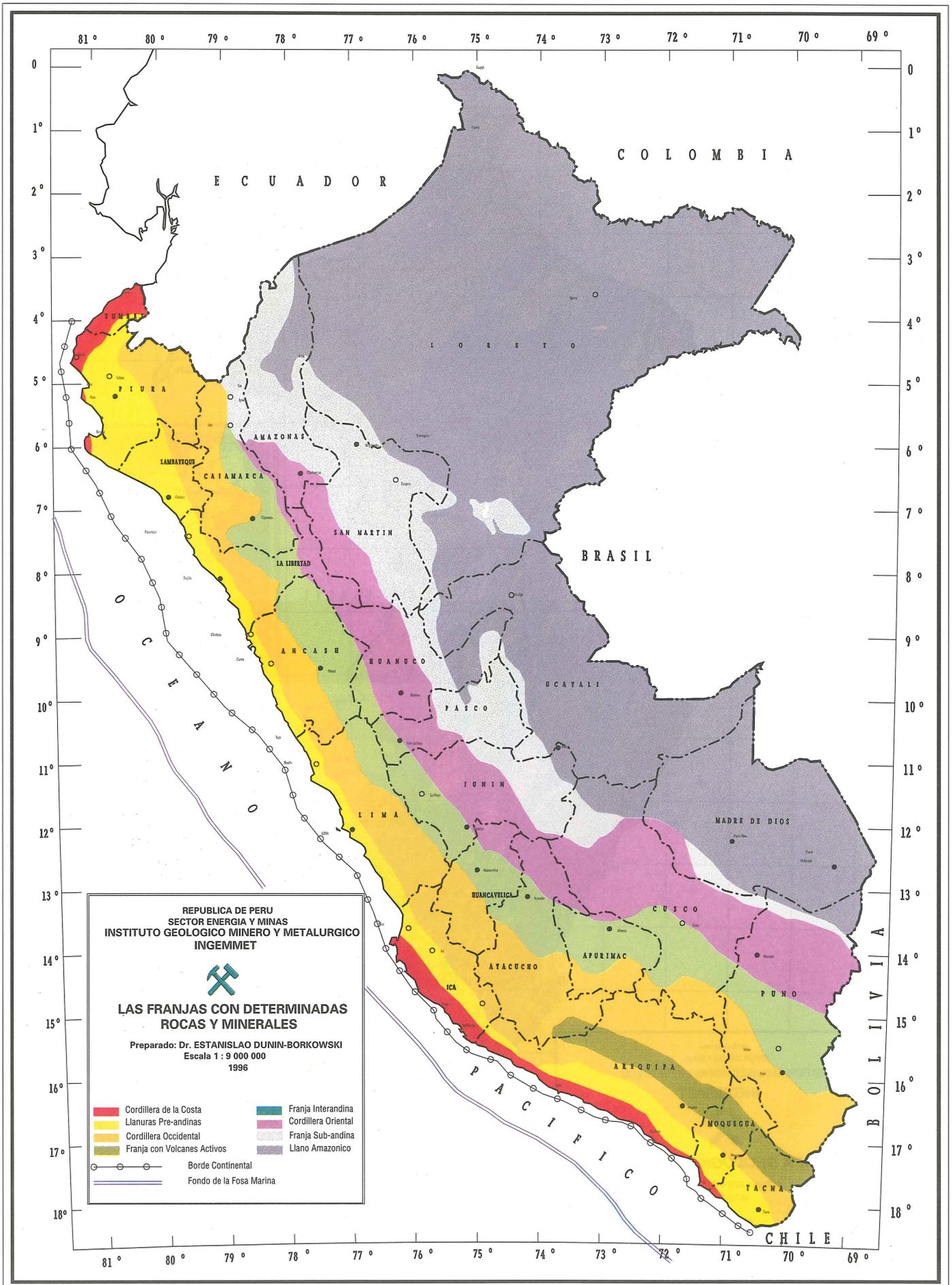
Producción de las principales sustancias mineras No Metálicas

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Arcillas Corrientes	47,250	45,580	67,915	138,423	255,232	312,520
Arcilla Refractaria	4,320	9,408	6,405	4,550	5,771	4,437
Baritina	10,505	9,250	16,579	23,988	53,074	37,420
Bentonita	25,205	14,611	14,210	10,250	27,682	26,372
Boratos y Ulexita	17,210	19,644	26,613	36,472	41,987	26,767
Calizas	3,198,715	2,472,730	1,982,458	1,607,618	3,947,892	4,086,246
Caolín	3,020	5,245	1,338	4,778	7,908	8,233
Carbón Antracítico	20,201	10,790	80,980	31,095	26,445	16,240
Feldespatos	3,010	1,273	10,021	11,385	14,808	8,336
Sal Común	980,210	1,095,859	238,244	125,277	141,253	140,200
Sílice	20,100	2,1103	20,470	38,278	49,726	91,554
Mármol	32,110	10,439	10,256	13,289	14,147	14,570
Piedra y Arena	1,810,010	1,759,992	959,956	890,827	849,857	1,085,455
Rocas Fosfórica	47,333	18,239		92,674	86,075	29,682
Yeso	91,535	46,675	35,300	38,047	15,161	20,526

Fuente: MEM

ENTORNO GEOLÓGICO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES





ENTORNO GEOLOGICO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

Los depósitos de las sustancias no metálicas útiles del Perú son un caso particular de la formación de rocas y minerales y tienen similar génesis y distribución. Por esto, conviene describirlos en este contexto. Los diferentes conjuntos de rocas y minerales ocupan franjas paralelas a la Costa del Océano Pacífico, lo que es resultado de su génesis. En consecuencia, para los fines de precisar la ubicación de los depósitos que contienen las sustancias no metálicas de interés económico del Perú, se conviene en considerar el territorio dividido en franjas subparalelas al borde continental con el Océano Pacífico.

El Perú, por lo menos desde la orogenia de los Brasilides (hace unos 600 millones de años) se encontraba en el borde continental y la formación de rocas y minerales dependió en cada época de la distancia del Océano Pacífico. Por esto, la distancia de los depósitos no metálicos con respecto al borde continental, representa un factor muy importante en el estudio de la geología y factibilidad de su explotación.

Muchas veces existe una estrecha relación entre esta distancia y la génesis de los yacimientos y el de las formaciones geológicas que los contienen. De la génesis depende, a su vez, la magnitud, forma de los depósitos y la calidad de las sustancias no metálicas. Por esto, para describir los depósitos de las sustancias no metálicas, se conviene en dividir el territorio nacional en las siguientes franjas subparalelas al borde continental:

- 1) Cordillera de la Costa
- 2) Llanuras Pre-andinas
- 3) Cordillera Occidental (con rocas magmáticas predominantes)
- 4) Franja de Volcanes Activos
- 5) Franja Interandina (con rocas sedimentarias predominantes)
- 6) Cordillera Oriental
- 7) Franja Subandina

8) Llano Amazónico

La división indicada, se basa fundamentalmente en la distribución de los conjuntos rocosos (por ejemplo formaciones geológicas) que albergan distintos conjuntos de materias primas no metálicas útiles y tiene por objetivo la descripción de los yacimientos no metálicos. Otros autores han hecho similares divisiones con propósitos y criterios distintos. La división geográfico-geológica cambiará de acuerdo con el aspecto al cual se dió mayor importancia, pero siempre será subparalela al borde continental y a la Costa del Pacífico.

El Dr. Néstor Chacón en el boletín sobre "Geología del Perú" editado por INGEMMET, divide el territorio nacional en unidades morfoestructurales paralelas a la Costa que reflejan el último desarrollo geotectónico, dichas unidades, coinciden parcialmente con las franjas aquí propuestas, ya que el último desarrollo geotectónico obedeció fundamentalmente a las mismas causas que generaron los yacimientos.

El esquema de franjas aquí propuesto no se puede aplicar rigurosamente. La paleogeografía y el paleomagmatismo que controlaron la formación y distribución de los yacimientos minerales, evolucionaron con el tiempo y con ellos la formación de los yacimientos.

Características de las Franjas

- 1) La Cordillera de la Costa, se encuentra próxima al borde continental y tiene un ancho de 10 a 15 kilómetros. Dicha franja es más elevada que las llanuras preandinas colindantes que la separan de los Andes. El basamento de esta cordillera es pre-Mesozoico, en parte metamorfozado y cubierto parcialmente por rocas del eugeosinclinal andino y sedimentos cenozoicos poco consolidados. Esta cordillera está parcialmente hundida en el

mar y es emergente en la Costa de los departamentos de Ica, Arequipa, Tacna, Piura y Tumbes. En el departamento de Tumbes entre la Cordillera de la Costa (Amotapes) y el mar aparece la Llanura Costanera. Geológicamente esta cordillera corresponde al basamento preandino. En esta franja se localizan depósitos de mica y feldespato en pegmatitas, mármol dolomítico, bentonita, diatomita, sal común, yeso, coquina.

- 2) Las llanuras preandinas, distan unos 15 km del borde continental y su ancho puede alcanzar unos 100 km hasta los promontorios de la Cordillera Occidental. Geológicamente se trata de un graben tectónico relleno por sedimentos y volcánicos cenozoicos no consolidados. Su basamento forman las rocas predominantemente volcánicas, plegadas del eugeosinclinal andino. Donde falta la Cordillera de la Costa, el mar inundó parcialmente la depresión formándose llanuras costaneras. En los departamentos de Piura e Ica, la depresiones preandinas forma extensos valles, mientras que en los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna el material cenozoico relleno totalmente las depresiones preandinas apareciendo en su lugar extensas pampas. En el Oeste del departamento de Arequipa, las Cordilleras Occidental de los Andes y de la Costa, llegan a reunirse desapareciendo las Llanuras Preandinas. Las materias primas de mayor interés económico en las Llanuras Preandinas, son las del graben cenozoico, teniendo las del basamento mesozoico, una importancia secundaria.

Esta franja, que es económicamente la más desarrollada, produce el mayor volumen de sustancias no metálicas del Perú y contiene numerosos depósitos de minerales indus-

triales, siendo los más importantes fosfatos, sal común, salmueras de potasio y magnesio, bentonita y calizas. Entre las materias primas para uso local o menos importantes figuran coquina, yeso, diatomita, baritina, azufre sedimentario, sulfatos de sodio y magnesio, caolín, salitre, feldespato y cuarzo. En esta franja se explota intensamente materiales de construcción como gravas, arenas, arcillas, yeso. Las sales solubles y el yeso son materias primas en parte renovables. Un recurso renovable muy importante de las Llanuras Preandinas, es el agua que se almacena en los acuíferos subterráneos durante la crecida de los ríos (Enero y Marzo) y se bombea en el resto del año.

- 3) La unidad geoestructural de la Cordillera Occidental, según el Dr. Chacón, corre con una breve interrupción en el departamento de Ancash, a lo largo de la división de aguas entre el Pacífico y Atlántico. Aquí se considera como franja de la Cordillera Occidental sólo la parte occidental de esta unidad en la cual predominan las rocas magmáticas. Dichas rocas se dividen en: a) los volcánicos (submarinos) mesozoicos, b) los intrusivos del Batolito de la Costa y c) la cubierta de los volcánicos cenozoicos (subaéreos).

Los volcánicos del eugeosinclinal y el Batolito de la Costa afloran en las pendientes occidentales de la cordillera donde fue removida la cubierta de volcánicos cenozoicos. Los volcánicos cenozoicos cubren también las cumbres de dicha cordillera y los altiplanos adyacentes, donde sobreyacen a las rocas sedimentarias plegadas.

De esta manera, la franja de la Cordillera Occidental, se podría subdividir en una faja cercana del

borde continental con un magmatismo intenso durante todas las etapas de la formación de los Andes y la parte más alejada, con un vulcanismo tardío. Se asume que la franja de la Cordillera Occidental termina donde la erosión removió la cubierta volcánica por encima de los sedimentos mesozoicos plegados. El límite no es nítido, pero fácil de dibujar en los mapas de pequeña escala. La franja de la Cordillera Occidental así definida, es mucho más angosta que la unidad geoes estructural considerada por el Dr. Néstor Chacón con el mismo nombre, siendo su ancho de unos 10 a 100 km en el Norte y 200 km en el Sur.

Las pendientes occidentales de esta cordillera son notables y están cortadas por valles transversales a su rumbo, muchas veces encañonados. En parte, las áreas cubiertas por los volcánicos tienen relieve moderado y se denominan punas.

Las rocas magmáticas están asociadas con depósitos metálicos y se utilizan como piedra de construcción. Con el batolito están a veces asociadas pegmatitas con feldespato y cuarzo y diques de rocas ornamentales. La baritina está vinculada con los volcánicos mesozoicos e intrusivos cenozoicos. A los volcánicos cenozoicos acompañan piedra pómez, perlita, puzolana, sillar, azufre, alunita, bentonita, pirofilita y caolín de origen magmático. Encima de la cubierta volcánica se depositaron localmente diatomitas que son menos abundantes pero más puras que en la Costa. Las materias primas sedimentarias subyacentes a la cubierta volcánica, son iguales como en la Franja Interandina adyacente.

- 4) El Vulcanismo que cubrió a la Cordillera Occidental sigue todavía activo en una franja de unos 500 km de largo y 50 km de ancho que se extiende desde la frontera con Chile

hasta el departamento de Ayacucho. Las materias primas no metálicas, son fundamentalmente las mismas como en el resto de la Cordillera Occidental, siendo menos alteradas, lo que influye favorablemente sobre su uso. El azufre volcánico es mucho más abundante, formando en los departamentos de Moquegua y Tacna varios yacimientos que se explotaron en el pasado. A diferencia del resto de la Cordillera Occidental, existen depósitos de boratos que al parecer no se han preservado en otros lugares.

- 5) La Franja Interandina corresponde a los altiplanos y valles ubicados entre las Cordilleras Occidental y Oriental siendo en promedio más baja. En dicha franja afloran las rocas mesozoicas plegadas con núcleos paleozoicos en los anticlinales, atravesadas por intrusivos cenozoicos.

El magmatismo fue menos intenso que en la Cordillera Occidental, apareciendo intrusivos mayores en los departamentos de Ancash (Batolito de la Cordillera Blanca) y Apurímac-Cuzco (Batolito del Altiplano). Con el batolito de la Cordillera Blanca están vinculadas pegmatitas que contienen wolframita con preciosos cristales de cuarzo y fluorita. Una parte de la Franja Interandina en el departamento de Ayacucho está cubierta por volcánicos cenozoicos con los cuales están vinculadas materias primas similares a los de la Cordillera Occidental.

Los valles de esta franja son muchas veces subparalelas al rumbo de los Andes. Una gran parte de la franja es ocupada por las altiplanicies, que se unen muchas veces imperceptiblemente, con las de las franjas vecinas. Las principales materias primas sedi-

mentarias paleozoicas son yeso y sal. Las materias primas sedimentarias mesozoicas son las calizas, dolomitas, mantos polimetálicos con baritina, fosfatos, asfaltitas con vanadio y selenio, carbón, yeso, caolín sedimentario, arcillas refractarias, cuarcitas, areniscas cuarzosas puras. El carbón abunda en la parte septentrional de la franja, pero es escaso en el Sur. Lo mismo ocurre en menor grado con calizas y el yeso. En el Sur del país existen varias fuentes con agua salada. Durante la orogenia andina ascendieron en la franja domos de sal y vetas de asfaltitas, mientras que el yeso paleozoico se convirtió en anhidrita.

Los intrusivos cenozoicos aportaron a la formación de numerosos cuerpos polimetálicos de remplazamiento, vetas de cuarzo, fluorita, baritina, y transformaron calizas en mármoles. Las soluciones hidrotermales removilizaron el carbonato de calcio, depositando travertino con onix calcáreo que se utilizan como piedra ornamental. En el departamento de Ayacucho se explota piedra de Huamanga o alabastro que es una variedad de yeso.

El calor emanado de la cubierta volcánica que cubría en el Oeste la franja diagenizó las rocas subyacentes transformando las areniscas cuarzosas en cuarcitas y carbón en antracita. De esta manera en la franja interandina cerca del límite con la Cordillera Occidental, predominan las antracitas y, con la Cordillera Oriental, las hullas.

En los lagos cenozoicos formados a lo largo de la franja interandina, se depositaron creta calcárea, arenas cuarzosas puras, caolín y diatomitas, mientras que en las áreas pantanosas se formaron lignitos.

En la franja interandina existen varios depósitos de sílice y materia-

les de construcción como gravas, arenas y arcillas.

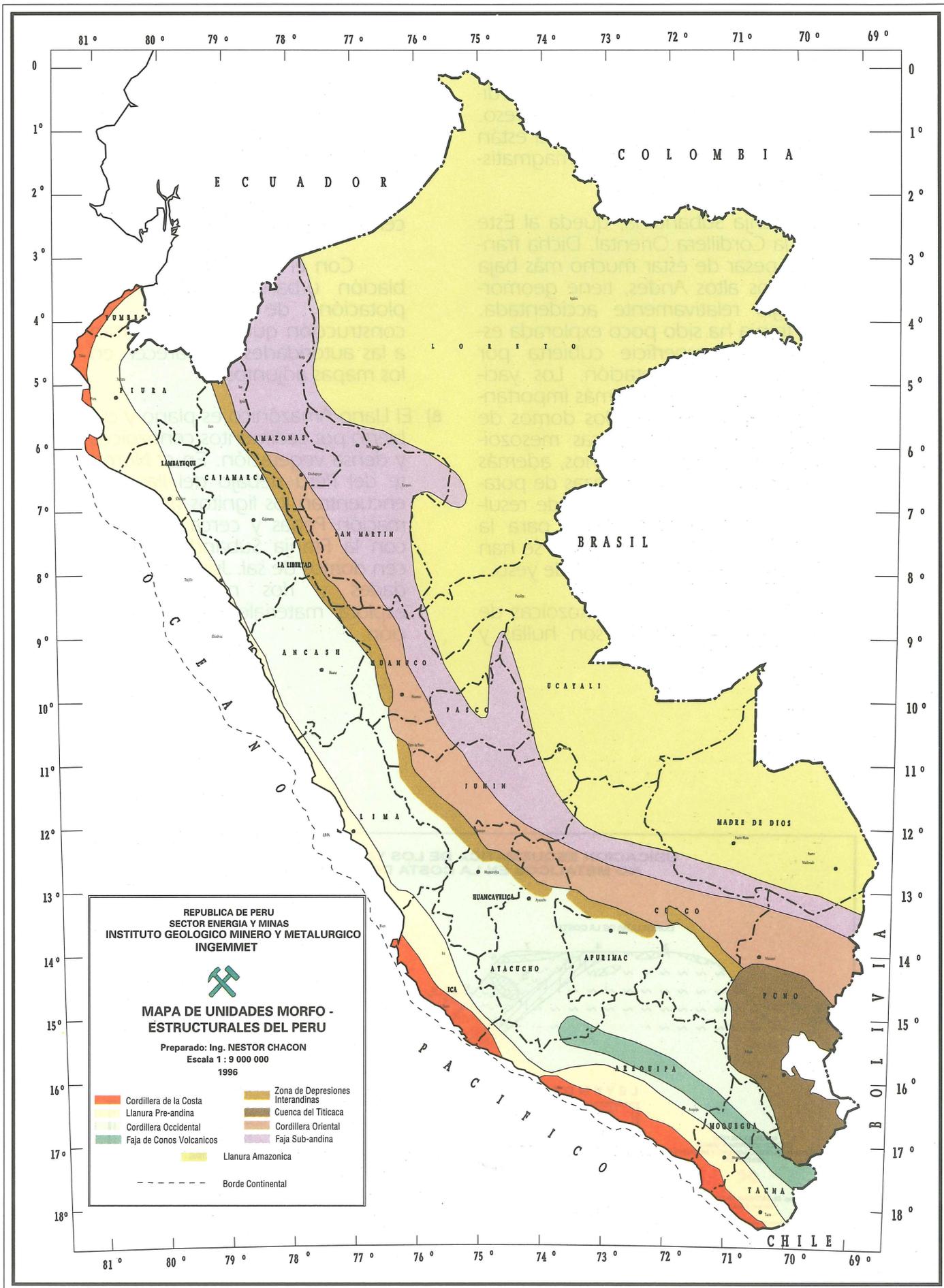
Entre las franjas Interandina y de la Cordillera Oriental se presentan en varios lugares, valles profundos y encañonados que constituyen un serio obstáculo para las comunicaciones. Dichos valles son subparalelos al límite de las franjas y se presentan a sus dos lados. El Dr. Chacón en "Geología del Perú" reúne estos valles en una unidad geomorfológica discontinua denominada "Depresión Interandina". Aquí se prefiere interpretarlos como el límite de las franjas.

- 6) La Cordillera Oriental, es en promedio más baja que la Occidental pero más elevada que la franja Interandina colindante. La geomorfología de la Cordillera Oriental es accidentada debido a los profundos cortes de los ríos, siendo la pendiente Este muy pronunciada.

Las rocas de la Cordillera Oriental son en su mayor parte preandinas del Paleozoico o del Precambriano metamorfozadas. La franja fue afectada por la Orogenia Herciniana con la cual está vinculado un magmatismo intrusivo y extrusivo en parte alcalino.

La geomorfología de la franja es accidentada debido a los profundos cortes de los ríos de la Hoya Amazónica. Las rocas precambrianas en esta franja afloran en el Norte y Centro.

Los yacimientos no metálicos de la franja son serpentinas, cromitas, feldespatos, talco, asbesto, sienitas nefelínicas y volcánicos peralcalinos. La minería de los no metálicos se concentra en los valles y se dedica principalmente a las materias primas que faltan en otras franjas.



Mesozoicos son en esta Cordillera los depósitos de calizas y yeso. Las vetas de fluorita y baritina están vinculadas con el escaso magmatismo cenozoico.

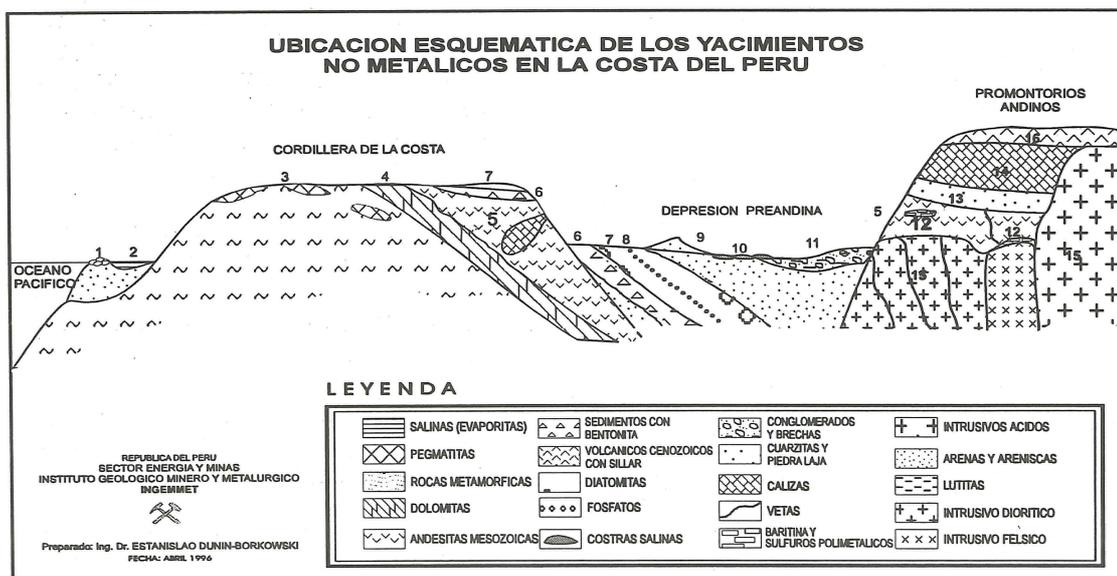
- 7) La Franja Subandina, queda al Este de la Cordillera Oriental. Dicha franja a pesar de estar mucho más baja que los altos Andes, tiene geomorfología relativamente accidentada. La franja ha sido poco explorada estando su superficie cubierta por exuberante vegetación. Los yacimientos no metálicos más importantes y numerosos son los domos de sal emplazados en rocas mesozoicas. Algunos de los domos, además de sal común tienen trazas de potasio y magnesio lo que puede resultar un interesante indicio para la prospección futura. También se han localizado varios depósitos de yeso.

Las otras rocas mesozoicas de la franja subandinas son hullas y

arenas cuarzosas. Es posible que la franja subandina contenga una cuenca carbonífera similar a la interandina. No se conocen asfaltitas, pero en algunos lugares ha aflorado el petróleo que se incendió ocasionalmente.

Con el aumento de la población urbana, comenzó la explotación de materiales de construcción que no se reportan a las autoridades ni aparecen en los mapas adjuntos.

- 8) El Llano Amazónico es plano y cubierto por sedimentos cenozoicos y densa vegetación. En el Noreste del Perú debajo del llano se encuentran los lignitos de la Formación Pebas y cerca del límite con la Franja Subandina aparecen domos de sal. Junto a las ciudades y ríos navegables se explota materiales de construcción.



DESCRIPCION DEL PERFIL

Con la ubicación esquemática de los yacimientos No Metálicos en la Costa del Perú

- 1) COQUINA está formada por capas de conchas calcáreas de animales que vivían a lo largo de la orilla del océano y debido al levantamiento de la costa peruana se encuentra frecuentemente tierra adentro. En algunas playas las arenas contienen minerales pesados.
- 2) SALINAS se formaron por evaporación del agua marina en las albúferas separadas del océano por diques permeables. De las salmueras concentradas, se precipita el YESO y luego SAL COMUN preservándose en la costa peruana los yacimientos del primero. El yeso que subyace a estas llanuras, puede reducirse a AZUFRE por acción bacteriana (Reventazón).
- 3) PEGMATITAS se presenta en las rocas metamórficas precambrianas y junto a los intrusivos granitoides de la costa. Algunas pegmatitas se explotan ocasionalmente por su contenido de MICAS, FELDESPATO y CUARZO. En algunas pegmatitas se presenta berilio, zircón, etc. en pequeñas cantidades.
- 4) DOLOMITAS MARMOLIZADAS pre-mesozoicas se presenta en varios lugares de la Cordillera de la Costa en el Departamento de Ica. Se les utiliza como piedra ornamental y se les podría aprovechar por su composición química. Las dolomitas en el Departamento de Ica, se encuentra el gran yacimiento de magnetita de Marcona.
- 5) Los volcánicos del Geosinclinal Andino son predominante ANDESITAS y se presenta a lo largo de las llanuras preandinas. Entre las andesitas se presentan estratos de CALIZAS muchas veces marmolizadas. La andesita triturada se utiliza como agregados en la construcción y la caliza tiene fines múltiples.
- 6) BENTONITAS se encuentran en formaciones volcánico-sedimentarias marinas y oceánicas y eventualmente posteriores que sobreyacen la Cordillera de la Costa y las llanuras pre-andinas colindantes. Se trata de tobas volcánicas ácidas que al desvitrificarse en un ambiente alcalino (pH 8.0-8.5) se convierten en arcillas montmorilloníticas. Las bentonitas pueden ser sódicas, cálcicas o intermedias.
- 7) DIATOMITAS se presentan en formaciones terciarias marinas cerca del borde occidental de las llanuras pre-andinas donde pueden alcanzar grandes grosores. Especialmente gruesas son las diatomitas miocénicas.
- 8) Los estratos de la diatomitas están intercalados con capas de FOSFATOS con grosores que varían de pocos centímetros a pocos metros. El fosfato se presenta como concreciones o masas poco consolidadas. En el departamento de Piura se presenta numerosas capas paralelas de roca fosfórica que forman en conjunto, uno de los más grandes yacimientos de fosfato en el mundo, Bayóvar.
- 9) ARENAS EOLICAS son transportadas por el viento de las playas, tiene muy buena clasificación y están compuestas por cuarzo y feldespato.
- 10) COSTRAS SALINAS se presentan de preferencia como impregnaciones o eflorescencias en depresiones locales. Las sales valiosas de origen continental son los sulfatos de sodio y magnesio (TENARDITA, EPSOMITA, etc.) y nitratos de álcalis (SALITRE). Dichas costras

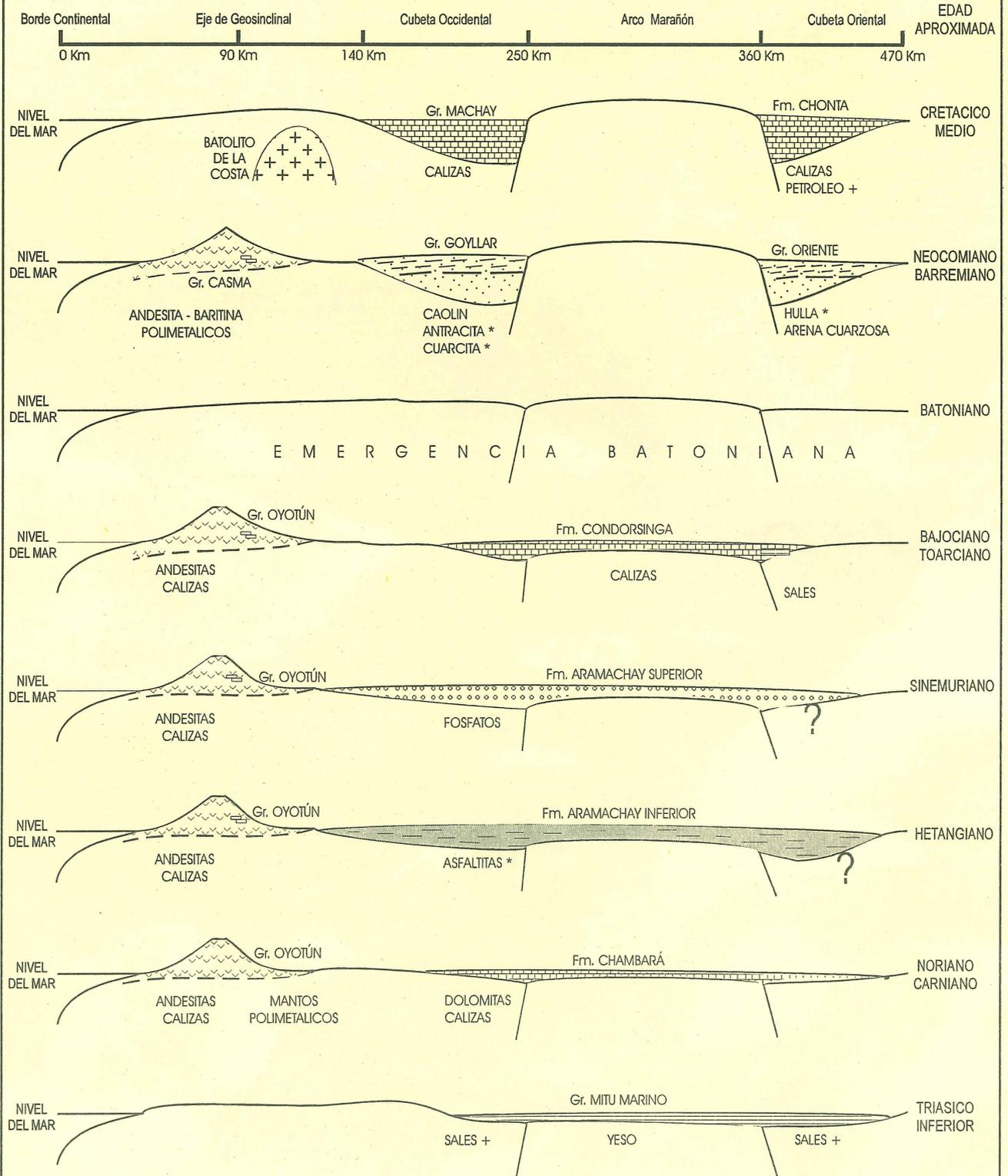
son renovables y se precipitan de las aguas subterráneas que afloran periódicamente cuando se levanta el nivel freático durante el ciclo hidrológico. En algunos casos pueden haber mezclas de aguas con origen continental y marino.

- 11) GRAVAS, ARENAS Y ARCILLAS COMUNES rellenan los antiguos causes de los ríos cuaternarios en la costa donde forman recipientes para los acuíferos y eventualmente para las salmueras. Dichos materiales se utilizan como materiales de construcción. Las gravas y arenas además de ser fluviales pueden ser de piedemonte o marinos. Las arcillas para la fabricación de ladrillos son de las facies de inundación de los ríos.
- 12) El vulcanismo en el geosinclinal andino se vuelve más ácido hacia el Este apareciendo al lado de andesitas, las dacitas. Con el cambio litológico de las magmatitas, la actividad hidrotermal se vuelve más intensa. Las vetas de baritina son bastantes comunes en los promontorios andinos. De las exhalaciones hidrotermales submarinas se precipitan más al Este, cuerpos de BARITINA y SULFUROS POLIMETALICOS. Los volcánicos son muchas veces alterados en CAOLIN.
- 13) CUARCITAS en la costa son en la mayoría de los casos del Cretáceo inferior o eventualmente jurásicas. Las acompañan pizarras que se utilizan a veces como PIEDRA LAJA. La ANTRACITA que está asociada con cuarcitas de la edad mencionada, afloran raras veces en la costa, lo que tal vez se debe al intemperismo profundo.
- 14) Las CALIZAS macizas de Cretáceo se presentan en los promontorios andinos y se utilizan junto con lutitas adyacentes y arenas para la fabricación del CEMENTO.
- 15) El Batolito de la Costa está compuesto por intrusivos de composición variable. Los intrusivos ubicados más al Oeste tienen composiciones predominantemente dioríticas o tonalíticas y son atravesados por vetas de ferromagnesianos (ASBESTO) muchas veces con óxidos de fierro, cobre y apatita. Los intrusivos con similar composición y ubicación en Chile, albergan vetas y cuerpos de APATITA de origen magmático. Los intrusivos ácidos del Batolito de la Costa pueden estar asociados con pegmatitas.
- 16) Los volcánicos cenozoicos subaéreos sobreyacen en discordancia a las rocas mesozoicas erosionadas y contienen SILLAR, PIEDRA POMEZ, PUZOLANA, PERLITA, etc. Las soluciones hidrotermales alteraron a estas rocas en algunos casos a CAOLIN a veces asociado con ALUNITA.

GÉNESIS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS YACIMIENTOS NO METÁLICOS



GENESIS ESQUEMATIZADA DE MATERIAS PRIMAS NO METALICAS EN GEOSINCLINAL ANDINO DEL CENTRO Y NORTE DEL PERU



* DIAGENIZADO DURANTE EL TERCIARIO

+ MOVILIZADO DURANTE EL TERCIARIO

GENESIS Y DISTRIBUCION DE LOS YACIMIENTOS NO METALICOS

La génesis de los yacimientos peruanos depende del desarrollo geotectónico del borde continental. A lo largo de este borde se formaron repetidas veces las montañas de las cuales los Andes son las más jóvenes. En el Perú está confirmada la presencia de las montañas hercinianas y hay evidencias de que existían anteriores. Estas montañas quedaron erosionadas, dependiendo de su antigüedad, la profundidad de la erosión.

La génesis de yacimientos peruanos conviene estudiarla en orden cronológico coincidiendo muchas veces la edad de los yacimientos con su ubicación y génesis. Los yacimientos preandinos se encuentran en las cordilleras de la Costa y Oriental y son metamórficos o relacionados con magmatismo profundo.

La gran mayoría de los yacimientos no metálicos se generaron durante y a consecuencia de la Orogenia Andina y se encuentran con pocas excepciones en las rocas post-paleozoicas. La geotectónica ha determinado la geomorfología que controló la formación de depósitos sedimentarios y el magmatismo que produjo yacimientos propios y transformó los pre-existentes. La formación de los Andes no ha terminado y, la influencia de la geotectónica sigue vigente.

Durante el Mesozoico, en el lugar de los actuales Andes, se produjo un hundimiento denominado Geosinclinal Andino. El magmatismo predominó cerca de su borde occidental donde se formaron repetidas veces durante el Mesozoico, arcos de islas volcánicas. El vulcanismo fue submarino y andesítico y se presentó simultáneamente solo en determinados sectores, pero cubrió al final el borde continental en toda su longitud. La parte occidental del hundimiento don-

de predominó el vulcanismo, se denomina eugeosinclinal.

Las sustancias no metálicas sedimentarias son muy variadas, abundan en la parte central y oriental del geosinclinal. La sedimentación controlaba los movimientos verticales de las franjas paralelas al borde continental. Los movimientos verticales a lo largo de las fallas transversales jugaron un rol secundario. La parte del hundimiento mesozoico donde predominó la sedimentación se denomina miogeosinclinal.

El hundimiento del geosinclinal comenzó a principio de Tríasico medio y se expandió ocupando en el Jurásico inferior la mayor parte del territorio nacional peruano. Durante el Batonianense se produjo la inversión seguida por una emersión generalizada. La parte central del geosinclinal se levantó formando el Arco Marañón que está constituido por las rocas preandinas que actualmente afloran en la Cordillera Oriental. Dicho arco que posteriormente constituyó un área con tendencia a levantarse, se puede llamar miogeoanticlinal según la nomenclatura de Aubouin ya que no presentó magmatismo. Después de una breve emergencia general a los dos lados del Arco Marañón, comenzaron a hundirse las cubetas en las cuales se acumularon los sedimentos en parte con interés comercial. Al principio los sedimentos fueron continentales y luego marinos. En el Senoniano se produjo de nuevo la emergencia general y con esto terminó la etapa geosinclinal de la formación de los Andes.

Entre los yacimientos no metálicos mesozoicos se pueden distinguir: 1) Los del eugeosinclinal que tienen en gran parte origen volcánico submarino y 2) Los del miogeosinclinal que son predominantemente sedimentarios. Los depósitos del eugeosinclinal se encuentran en las franjas de la Cordillera de la Costa, Llanuras Pre-andinas y Cordillera Occidental, donde forman junto con

rocas pre-mesozoicas el basamento cubierto parcialmente con volcánicos y sedimentos más recientes. Los depósitos de miogeosinclinal se encuentran en las franjas Interandina y Subandina. La primera de las franjas mencionadas alberga los yacimientos de la cubeta occidental y la segunda los de la oriental.

A fines del Mesozoico y durante el Cenozoico se produjo el levantamiento de los Andes acompañado por intenso vulcanismo subaéreo. Los depósitos no metálicos de origen volcánico predominan en la Cordillera Occidental y los de origen sedimentario, en las Llanuras Preandinas y en la Cordillera de la Costa.

El desarrollo geotectónico y el proceso de sedimentación y magmatismo a los cuales controló fueron parecidos pero no idénticos a todo lo largo del borde continental peruano. Las mayores variaciones se presentan en los extremos Norte y Sur del Perú. Al Norte del paralelo 5° S que aproximadamente coincide con el lineamiento Huanca-bamba-Amazonas aparecen considerables cambios en la geomorfología y los yacimientos. En el sur de la Cordillera Occidental se diferencia una franja de vulcanismo activo con yacimientos característicos. Además de estas variaciones se presentan también en áreas menos conspicuas en geología, clima, nivel de erosión, etc. En consecuencia los yacimientos de sustancias no metálicas tampoco son idénticos.

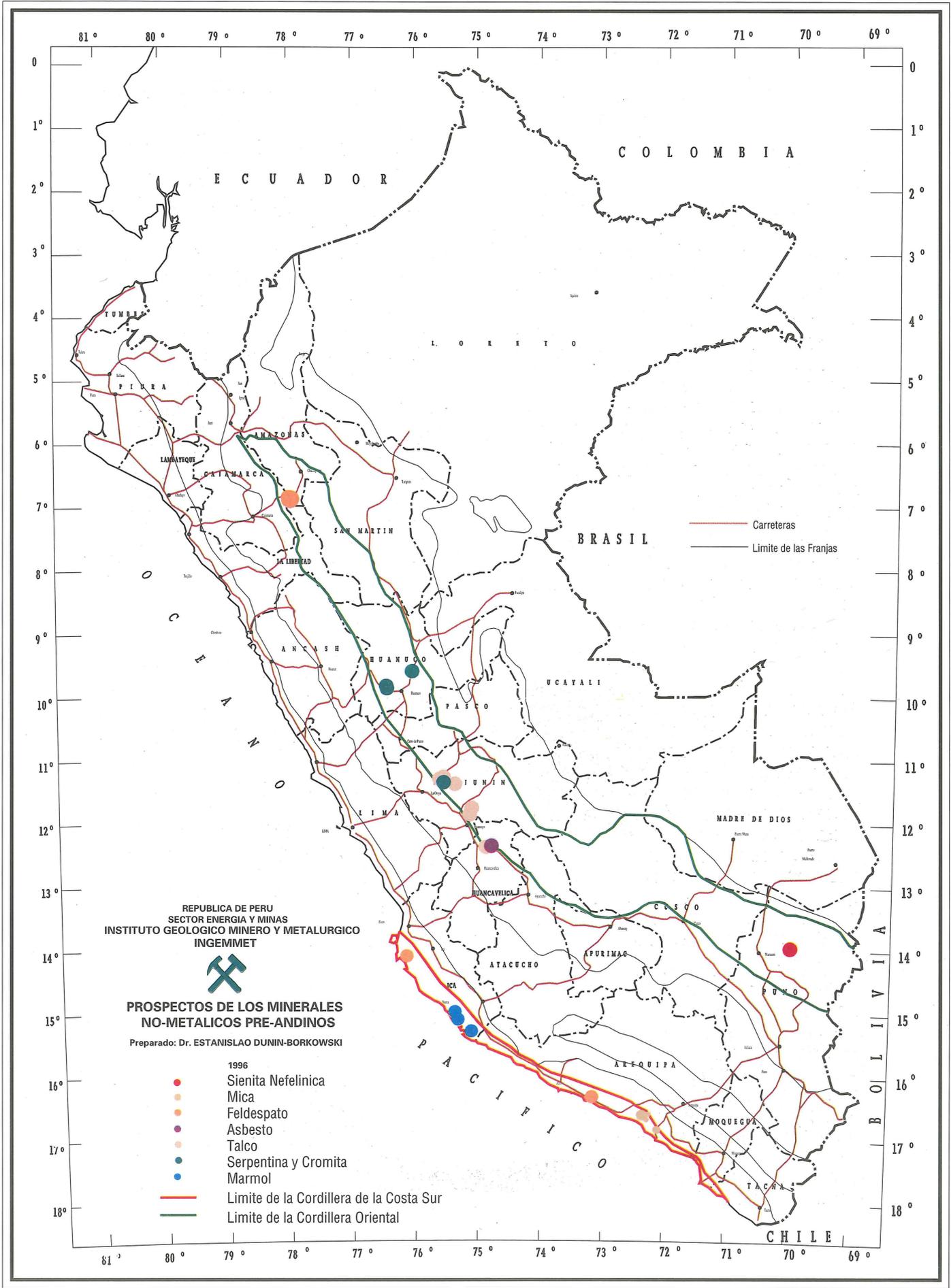
El clima fue también muy importante para la depositación y formación de las sustancias no metálicas sedimentarias. La presencia de capas rojas y/o de depósitos de sal y yeso entre los sedimentos de todos los períodos geológicos a partir del Permiano superior, sugiere que el clima fue predominantemente árido y a veces desértico. El clima húmedo se presentó sólo al parecer, en áreas restringidas y por un tiempo limitado.

Gracias al clima seco, se formaron numerosos depósitos de sales solubles y de yeso cuyas edades y características varían de acuerdo a la distancia del Océano Pacífico. A lo largo de la Costa se presentan salinas recientes en los cuales se precipita sal común. Un poco más lejos de la orilla, se presentan en las llanuras preandinas, los tectónicamente no disturbados depósitos de yeso cenozoico. Cerca de los ríos, tierra adentro se encuentran los depósitos de sales de origen continental como por ejemplo de tenardita, salitre, salmueras de magnesio, y más al Este eflorecencias de epsomita. En el basamento de la franja de Cordillera Occidental y en las franjas del Altiplano y valles y Cordillera Oriental se presentan yeso plegado y sal común. En la franja subandina abundan domos de sal.

La distribución de depósitos de algunas substancias no metálicas obedece a otros factores diferentes al criterio de su distribución en franjas. Así por ejemplo los depósitos de azufre están distribuidos a lo largo de una línea que comienza cerca de la frontera con Chile en la franja de volcanes activos y más al norte cruza oblicuamente la franja de la Cordillera Occidental hasta llegar en el departamento de Cajamarca hasta el límite con la franja de altiplanos. Al parecer dicha línea sigue la distribución de los volcanes activos a finales del Terciario.

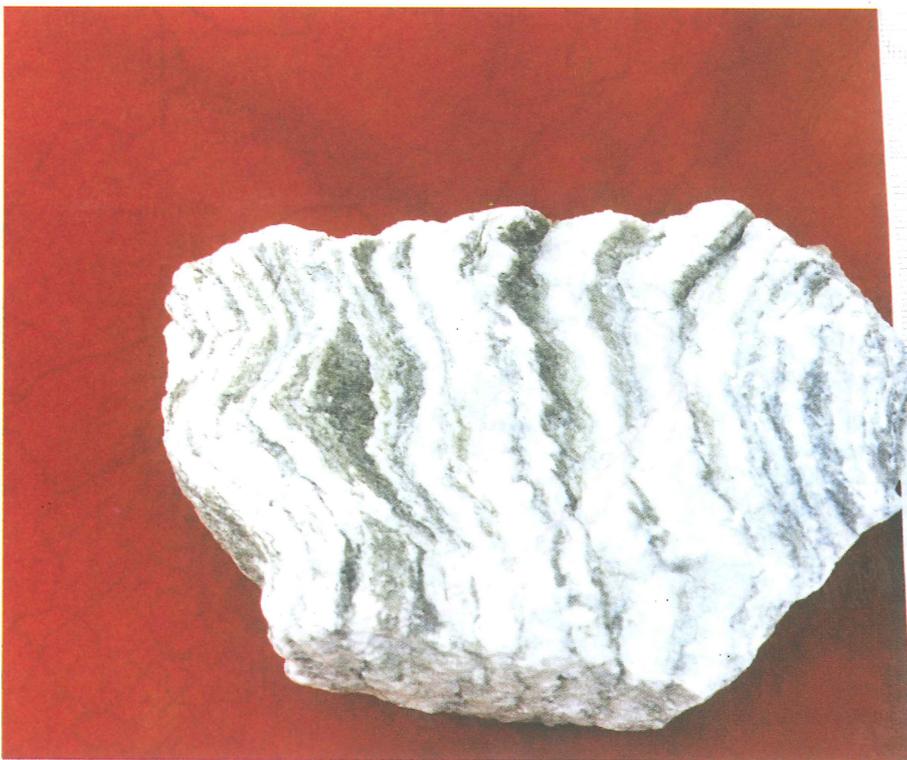
DEPOSITOS DE SUSTANCIAS NO METALICAS EN LAS ROCAS PREANDINAS

En la Cordillera Oriental del Centro del Perú se introdujeron, tal vez, durante el Precambriano, cuerpos de serpentina. Tales cuerpos abundan en el departamento de Huánuco y en el departamento de Junín incluyen cromita.





Cantera de Yeso, Mina Huariaca
HUANUCO



Mineral : Yeso
Procedencia : Huariaca - Huánuco
Cortesía : INGEMMET

Dentro del complejo basal precambriano de la Cordillera de la Costa se encuentran en el departamento de Arequipa las pegmatitas que se explota ocasionalmente en muy pequeña escala por su contenido de mica y eventualmente feldespatos que son de menor interés económico. Las micas se presentan ocasionalmente en grandes planchones. En las pegmatitas se ha encontrado también minerales raros como por ejemplo berilo.

La Cordillera de la Costa en el departamento de Ica alberga mármoles dolomíticos que se explotan como roca ornamental. La edad de esta roca no se ha determinado, pero debe ser del Precambriano o Paleozoico inferior ya que está intruída por un batolito ordoviciano. Algunas capas de estos mármoles fue reemplazado por mineral de hierro en la localidad de Marcona.

Cerca del límite de los departamentos de Cajamarca y Amazonas afloran intrusivos hercinianos con pegmatitas y aplitas que se explotan por su alto contenido de feldespatos. Algunas pegmatitas pueden contener hasta 80% de ortosa. Los contenidos de ortosa en las aplitas varían entre la mitad y dos tercios siendo el resto plagioclasa (12 a 25%) y cuarzo (12 a 30%). Los feldespatos se utilizan en la industria cerámica de Lima. Los intrusivos eohercinianos vecinos están cruzados por vetas de cuarzo que se explotan por su contenido de oro. En la Cordillera Oriental del norte del Perú, existen varios intrusivos eohercinianos todavía inexplorados.

El Misisipiano, Grupo Ambo, del Centro y Sur del Perú contiene lentes de carbón. El Grupo Ambo corresponde a las molasa de las montañas eohercinianas. El carbón fue convertido a antracita y disturbado tectónicamente en la Cordillera Oriental que constituía el núcleo de las montañas hercinianas. Los lentes de antracita son numerosos desde el departamento de Huánuco hasta Puno. El carbón es típico del continente Gondwana y

más sucio que los carbones mesozoicos. En la Cordillera de la Costa del departamento de Ica, hay también pocas y pequeñas ocurrencias del carbón en parte bituminoso.

En el Permiano superior y Triásico inferior se presentaron en el área de la Cordillera Oriental, movimientos verticales de bloques vinculados con el magmatismo en parte alcalino. Las rocas peralcalinas como sienita nefelínica o las shoshonitas del Sur del Perú son de interés industrial. La actividad hidrotermal vinculada con el plutonismo permo-triásico ha transformado algunas rocas precambrianas y del Devoniano Grupo Excelsior, en talco o asbesto.

En el Permiano superior y Triásico inferior se depositaron en la superficie las capas rojas del Grupo Mitu que incluyen intercalaciones de sal y yeso.

LOS MATERIALES NO METÁLICOS DEL GEOSINCLINAL PREBATONIANO

En el Permiano superior, las aguas marinas transgredieron sobre el área de la actual Franja Subandina en el departamento de San Martín y en el Triásico inferior y se extendieron al Sur y Oeste por encima de las capas rojas del Grupo Mitu. La cuenca marina así formada tenía una comunicación restringida con el océano abierto y fueron sometidas a una intensa evaporación. En consecuencia la salinidad de sus aguas aumentó y se precipitó el yeso y grandes cantidades de sal común. La sal fue sepultada posteriormente por sedimentos más densos y ascendió como domos a lo largo de las fallas durante la Orogenia Andina.

Los domos salinos se presentan en la Franja Subandina y Llano Amazónico colindante, desde la frontera con Ecuador hasta el departamento de Madre de Dios. En la franja de los

altiplanos y valles en el departamento de Junín ascendieron también domos de sal y existen depósitos de anhidrita sedimentaria en los núcleos de los anticlinales. En la Cordillera Oriental no hubo una acumulación de sedimentos como en las franjas colindantes y no se formaron domos de sal. Sin embargo encima del Grupo Mitu y en el piso del Grupo Pucará se presentan frecuentemente depósitos de yeso.

La cuenca marina que ocupaba en el Triásico inferior las franjas alejadas del mar, era separada del Océano Pacífico por una barrera de tierras emergidas. Al avanzar la transgresión, la comunicación con el océano mejoró y la salinidad de las aguas en la cuenca disminuyó paulatinamente. En el Triásico medio se depositaron en esta cuenca que denominaremos Pucará, los sedimentos carbonatados de la Formación Chambará. La salinidad al principio era todavía alta y entre los sedimentos precipitados predominaban las dolomitas y se formaban nódulos de chert que son un gran inconveniente para su utilización industrial. La depositación de estas rocas fue acompañada por la formación de mantos de sulfuros polimetálicos que contienen piritita o marcasita y ocasionalmente baritina.

En el Triásico superior la salinidad en la cuenca disminuyó todavía más y en la Formación Chambará comienzan a predominar las calizas. La vida se volvió más abundante y en el Chambará superior aparecen los corales.

A finales del Triásico la cuenca Pucará se volvió más profunda y se depositó en ella la Formación Aramachay que consiste principalmente de lutitas. En el fondo de la cuenca profunda reinaban condiciones euxínicas y se acumuló abundante materia orgánica con altos contenidos de vanadio y selenio. Dicha materia fue muchas veces removilizada y formó entonces vetas de asphaltitas. Las asphaltitas fueron explotadas con fines energéticos o por el contenido de vanadio de sus cenizas. El Perú

fue gracias a estos yacimientos, por muchos años, el principal productor de vanadio en el mundo.

Durante la transición del Triásico al Jurásico la depositación de las lutitas Aramachay continuaba pero la profundidad de la cuenca Pucará disminuyó y el ambiente se volvió más oxidante y ligeramente alcalino. En este ambiente se depositaron los fosfatos de interés comercial y localmente glauconita. La Formación Aramachay alberga también localmente pirofillita.

La Formación Aramachay se presenta desde el departamento Junín hasta los departamentos de Amazonas y Lambayeque. Las asphaltitas se encontraron en esta formación a lo largo de la Franja Interandina. La existencia de depósitos de fosfatos se comprobó solo en el departamento Junín.

Encima de la Formación Aramachay se depositó todavía en el Jurásico inferior la Formación Condorsinga. Dicha formación consiste principalmente de calizas relativamente puras a pesar de que localmente incluye también dolomitas, nódulos de chert y mantos de sulfuros. En el contacto entre Condorsinga y las sobreyacentes capas rojas del Grupo Sarayaquillo, se han encontrado depósitos de yeso. Esto sugiere el predominio del clima seco en las tierras emergidas. Las calizas de la Formación Condorsinga se emplean en el Centro del Perú (Tarma) para la fabricación de cemento y otros usos. La Formación Condorsinga está ampliamente distribuida en la Franja Interandina.

Paralelamente con la sedimentación en la cuenca Pucará hubo actividad volcánica en la Costa del Pacífico. Los volcánicos prebatonianos del eugeosinclinal abundan en la Costa de los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y Lambayeque. La formación respectiva se llama Chocolate en los tres departamentos sureños e incluye intercalaciones calcáreas (arrefices) coetáneos con las calizas del

Grupo Pucará que se está explotando. En el departamento Lambayeque afloran debajo de los volcánicos jurásicos Oyotún, los sedimentos calcáreos de las formaciones Chambará y Aramachay que no se explotan. Las calizas Socosani del departamento de Arequipa son coetáneas con la Formación Condorsinga.

INVERSION BATONIANA Y SUS CONSECUENCIAS

En el Batoniano se produce una emergencia de todo el Geosinclinal Andino y luego su subdivisión central por el levantamiento del Arco Marañón que lo dividió en dos cuencas. Dicho Arco se formó en el lugar de la Cordillera Herciniana y actualmente constituye el núcleo de la Cordillera Oriental. El área del Arco tenía la tendencia a levantarse (o ser positiva) desde la Orogenia Eoherciniana, pero desde el Batoniano, el levantamiento fue más pronunciado y persistente y desde aquel entonces el Arco Marañón recibió muy pocos sedimentos. El magmatismo mesozoico post-batoniano en esta área del geosinclinal, fue muy escaso y se podría definir el Arco Marañón como miogeoanticlinal según la nomenclatura de Aubouin. El magmatismo moderado en el Arco Marañón, se presenta recién después de la etapa del geosinclinal.

Después de una corta emergencia, las dos franjas colindantes con el Arco Marañón tenían la tendencia de hundirse y recibieron en el norte del Perú una poderosa carga de sedimentos.

Las sustancias no metálicas post-batonianas del geosinclinal son muy diferenciadas, variando su naturaleza y características con la edad y ubicación. Cada una de las franjas alberga yacimientos de distintas sustancias o de la misma pero con características diferentes. La sedimentación en la cubeta oriental fue en su mayor parte continental mientras que en la occi-

dental del norte del Perú la proporción de sedimentos marinos es mucho mayor. La diagénesis en la cubeta occidental fue más pronunciada. En el sur del Perú, las cubetas a los dos lados del Arco Marañón no se hundieron tanto como en el norte y, sus yacimientos no metálicos, son menos conocidos por encontrarse en áreas más apartadas.

SUSTANCIAS NO METÁLICAS EN LA CUBETA OCCIDENTAL

La cubeta occidental incluía además del Oeste del miogeosinclinal, también todo el eugeosinclinal. El límite del mio y eugeosinclinal, se encontraba por debajo de la actual cubierta volcánica de la Cordillera Occidental.

- 1) En el eugeosinclinal se formaron yacimientos de origen hidrotermal y sedimentario. Las mismas rocas del eugeosinclinal pueden utilizarse como material de construcción. Algunas de estas rocas son ornamentales.

Las materias primas industriales de origen hidrotermal, son baritina, sulfuros polimetálicos con piritita, caolín y pirofillita. Estas materias primas están de preferencia asociadas con rocas magmáticas diferenciadas, donde además de andesitas, se presentan las dacitas y eventualmente riolitas. La edad más frecuente pero no exclusiva de estos yacimientos hidrotermales parece ser el Albiano.

- a) La baritina se presenta frecuentemente en vetas que cruzan a los volcánicos. Más importantes del punto de vista económico son los mantos de origen exhalativo submarino, o los cuerpos de reemplazamiento cerca de los contactos intrusivos. Los cuerpos de baritina están muchas veces asociados con los yacimientos de blenda y otros sulfuros.

- b) El caolín en el Perú se ha formado frecuentemente por lixiviación hidrotermal de los volcánicos de composición dacítica. No se reportó la existencia de vermiculita que debería formarse por alteración de volcánicos más básicos.
- c) La pirofilita se formó a más altas temperaturas cerca de los intrusivos. En los intrusivos del eugeosinclinal o en su vecindad se ha encontrado vetas de asbesto, hematita y ocre.

Entre los volcánicos del eugeosinclinal se encuentran calizas orgánicas a veces muy puras pero relativamente escasas. Especial mención merecen por su pureza y cercanía de Trujillo los mármoles jurásicos (titonianos) de Simbal y las intercalaciones de mármol en los Volcánicos Chocolate cerca de Arequipa. Algunas de estas calizas fueron reemplazadas por óxidos de hierro o por granates.

- 2) En la cubeta occidental se depositaron gruesas series sedimentarias Jurásico-Cretáceas que albergan la mayor parte de materias primas sedimentarias conocidas del Geosinclinal Andino. Estos sedimentos incluyen carbón principalmente antracítico y en menor grado bituminoso, caolín, cuarcitas, arenas cuarzosas, yeso y calizas. Estos sedimentos fueron posteriormente diagenizados y tectónicamente perturbados. La perturbación se debe a la Orogenia Andina. La diagénesis fue muy pronunciada debajo de la cubierta volcánica Terciaria que posteriormente en parte, fue removida por erosión.

Los sedimentos del Jurásico superior y Cretáceo inferior son predominantemente clásticos y en gran parte continentales con intercalaciones marinas. A finales del Jurásico y principios del Cretáceo,

se depositó en cuencas pantanosas con extensión regional, la materia orgánica que por diagénesis se convirtió en carbón. Esta materia estaba ahí interestratificada entre las arenas cuarzosas en parte muy puras y acompañada a veces por arcillas refractarias.

La diagénesis posterior convirtió la mayor parte de la materia orgánica en antracita y las arenas cuarzosas en cuarcitas. La intensidad de esta diagénesis fue excesiva e inconveniente para el uso industrial de estas materias primas. En el Perú no se conoce las tecnologías para el uso de antracitas y no se puede usar las cuarcitas a pesar de su gran pureza debido a sus propiedades mecánicas. Solo una pequeña parte de las arenas cuarzosas puras que no recibió cemento silíceo puede ser usada económicamente. Las arcillas refractarias fueron a veces redepositadas formando yacimientos importantes de caolín en parte muy puro.

Las series clásticas continentales del Cretáceo inferior además del carbón incluyen intercalaciones de sedimentos marinos calcáreos eventualmente con yeso. Estas calizas tienen grosores y volúmenes menores que las del Cretáceo y se utilizan para cubrir necesidades locales.

Las calizas del Cretáceo tienen un enorme volumen y se depositaron a lo largo de casi toda cubeta occidental. La pureza de estas calizas y sus grosores son variables alcanzando su máximo en la Franja Interandina y en la parte Este de la Cordillera Occidental. Las características de estas calizas en algunas formaciones son adecuadas para varios usos industriales. Donde tales calizas faltan, se utiliza las más sucias que todavía son más abundantes. Algunos sedimentos de estas series contienen abundante materia orgánica, pero por la excesiva diagénesis no pueden ser roca madre de petróleo.

En los sedimentos de la cubeta occidental, se emplazaron intrusivos que han metamorfizado o alterado las rocas encajonantes e introdujeron en ellas, mineralización metálica y algunos materiales no metálicos.

SUSTANCIAS NO METÁLICAS DE LA CUBETA ORIENTAL

La cubeta oriental ocupaba la Región Subandina y la parte occidental del Llano Amazónico. En el Jurásico, en esta cubeta se depositaron las capas rojas con capas intercaladas de yeso y de sal. Estas capas incluyen también la mayor parte de los domos de sal.

Durante el Cretáceo inferior se depositaron en la cubeta oriental del norte del Perú las mismas sustancias no metálicas como en la Occidental, pero a diferencia de éstas, no fueron tan fuertemente diagenizadas. De esta manera se tiene en vez de antracitas las hullas y las arenas cuarzosas puras que no han sido convertidas en cuarcitas.

Las calizas del Cretáceo medio contienen, al parecer, en la Cubeta oriental, más material detrítico que en la occidental. En el Cretáceo superior se depositaron aquí como en la Cubeta Occidental, las calizas ricas en materia orgánica. Estas calizas a diferencia de sus coetáneas en la Cubeta Occidental, no fueron fuertemente diagenizadas y son roca madre de petróleo. En un lugar del departamento de Amazonas se incendió esta materia orgánica y ardió durante algunos años.

DEPOSITOS NO METÁLICOS CENOZOICOS CON ORIGEN MAGMÁTICO

El Cenozoico es una era de intensa actividad magmática, que se desarrolló en toda el área andina pero que afectó especialmente a la Cordillera Occidental. En dicha cordillera pre-

dominan los volcánicos subaéreos, al principio andesíticos, acompañados posteriormente por los dacíticos y riolíticos.

Los yacimientos se han formado en la superficie o en su inmediata vecindad. En la superficie se depositaron las lavas y piroclásticos, teniendo algún valor comercial de acuerdo con su composición y estado físico, como por ejemplo, obsidianas, perlitas, piedra pómez, puzzolanas, sillar, tobas, etc. La mayoría de estos materiales no deben estar alterados ya que el intemperismo y diagénesis hacen desaparecer sus características de interés comercial. Los gases volcánicos que se escaparon por las fumarolas, se oxidaron parcialmente dejando impregnaciones de azufre nativo que con el calor se fundió y se redepósito más concentrado. Las soluciones hidrotermales alcalinas provenientes de los gases volcánicos condensados, transformaron las tobas volcánicas en bentonitas o caolín y cuando descargaron en las lagunas o en el mar introdujeron sílice y elementos poco comunes como los boratos.

En los Andes meridionales de América del Sur, las soluciones hidrotermales descargaron frecuentemente en lagunas ubicadas en cuencas desérticas sin desagüe. En estas lagunas los elementos poco comunes como boro o litio se concentraron por evaporación. En el sur del Perú y en los países colindantes se formaron de esta manera salinas con cloruros de sodio y potasio {tenardita (NaSO_4), trona (NaCO_3), etc.} enriquecidos en boro y litio.

Los depósitos formados en las lagunas y en la superficie por la actividad volcánica, se pueden observar mejor en el sur de la Cordillera Occidental del Perú, donde persiste el vulcanismo activo. En la sierra del norte del Perú, no pudieron formarse las salinas con elementos poco comunes ya que no existen cuencas sin desagüe y el clima es más húmedo. En el Norte,

el vulcanismo no es activo y la erosión expuso en la Sierra los yacimientos de origen magmático formados en un nivel inferior. Entre estos yacimientos destacan los metálicos acompañados por los no metálicos. Entre las sustancias no metálicas se formó el caolín, la pirofilita y la alunita. También se explota las rocas intrusivas como materiales de construcción.

Los yacimientos de caolín se encuentran muchas veces en la aureola de yacimientos polimetálicos siendo algunos de muy grandes dimensiones. La pirofilita se formó por alteración hidrotermal a más alta temperatura por ejemplo en los cuellos volcánicos donde sus cuerpos pueden estar atravesados por vetas de cuarzo aurífero. En los cuellos volcánicos cerca de la superficie se formó alunita asociada con caolín y sílice que se utiliza bajo nombre de "mármol" u onix" como piedra para tallar esculturas u otros objetos. Hasta la fecha no se encontró mayores cuerpos de alunita pura.

Durante el Cenozoico se emplazaron en la Franja Interandina los batolitos de la Cordillera Blanca y del Altiplano. Al Batolito de Cordillera Blanca acompañan las pegmatitas con cuarzo cristalizado, fluorita y wolframita. En la Cordillera Oriental hay también intrusivos cenozoicos cuya diferenciación generó, al parecer, las vetas de fluorita.

LAS SUSTANCIAS NO METÁLICAS CENOZOICAS SEDIMENTARIAS

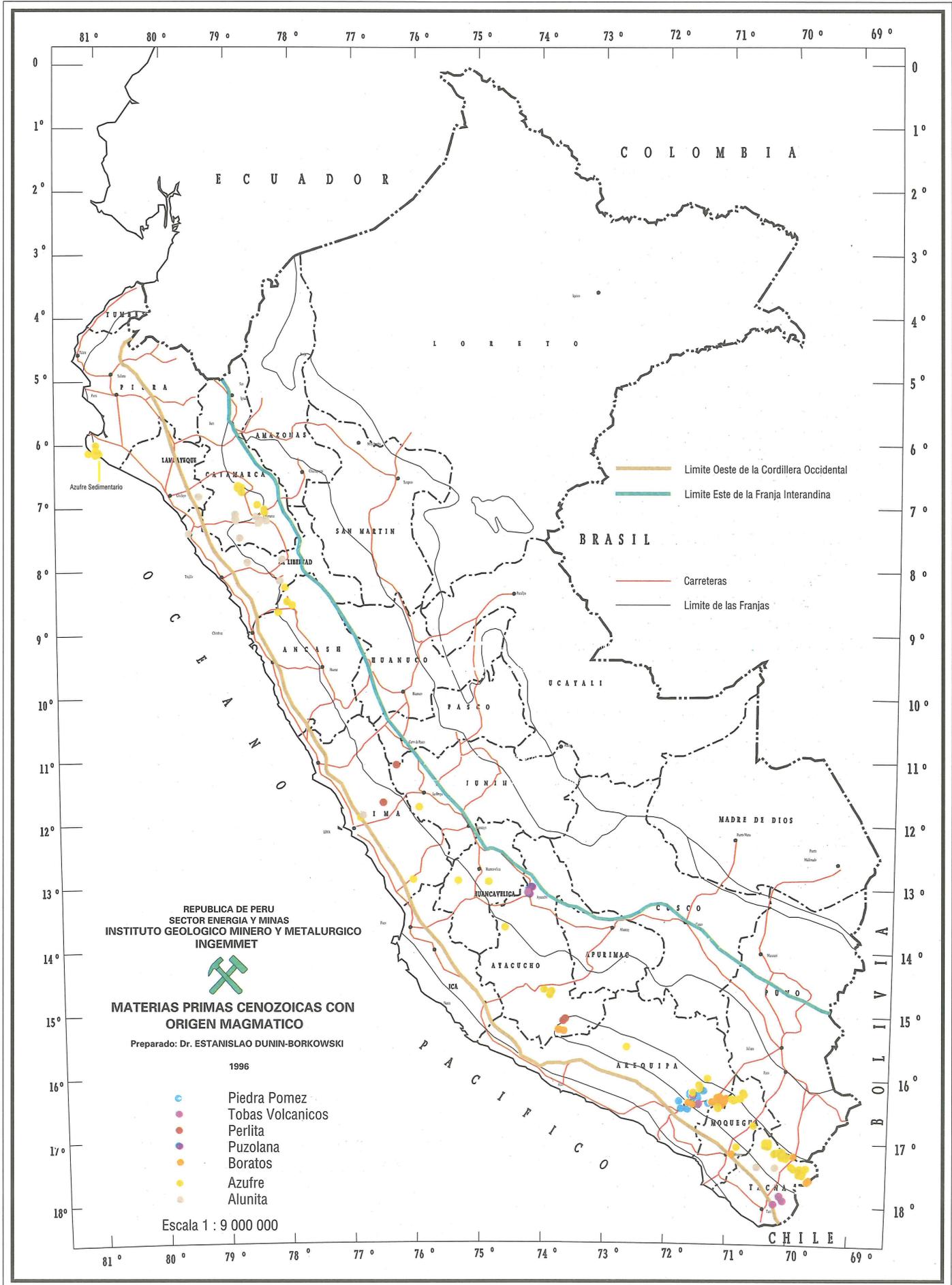
Durante el Cenozoico se formaron en el Perú varias sustancias no metálicas sedimentarias. Durante la mayor parte del Terciario la Costa peruana estaba inundada por el mar. En el Eoceno a lo largo de la Costa se depositaron las tobas volcánicas que se alteraron a bentonitas. La transformación a bentonitas, tuvo al parecer lugar en el ambiente alcalino del desierto costeño a pesar que

algunos autores sugieren una alteración submarina.

En el mar terciario que cubría la Costa peruana y en las lagunas de los altos Andes vivían abundantes diatomeas cuyos caparazones han formado diatomita. La sílice necesaria provenía al parecer, de exhalaciones volcánicas. Los grosores de las diatomitas miocénicas en la Costa peruana pueden alcanzar cientos de metros. Desafortunadamente las diatomitas de la Costa son en su mayor parte impuras presentándose, sin embargo, también estratos limpios. Entre las diatomitas están intercalados estratos de fosfatos que en el departamento de Piura forman uno de los yacimientos más grandes en el mundo.

Durante el Terciario, el clima al principio semi-desértico, se volvió durante el Mioceno en los altos Andes más húmedo. Esto permitió el desarrollo de pantanos y lagunas. En las áreas pantanosas se formaron depósitos de lignitos. Las aguas meteóricas lixiviaron los volcánicos félsicos convirtiéndolos en caolín, y disolviendo el carbonato de calcio de las calizas se formó el cemento de las arenas cuarzosas puras. Los materiales alterados o disueltos fueron llevados a las lagunas ubicadas de preferencia en la Franja de Altiplanicies y Valles, y depositados como arenas cuarzosas puras, caolín o se precipitaron como creta calcárea. Durante la transición del Mioceno al Plioceno, abundaron en los lagos de la Sierra las diatomeas cuyos cascarones formaron depósitos de diatomita, a veces de gran pureza.

A finales del Terciario, el clima de la Costa se volvió de nuevo desértico y permanece así hasta la fecha. En las depresiones del terreno donde afloraba el agua, se formaron las salinas, siendo distinta la composición química de las salmueras de acuerdo con su origen.



Las salinas provenientes del agua marina evaporada, se encuentran en las depresiones locales ubicadas a lo largo de la orilla del Océano Pacífico, formadas en el lugar de las antiguas bahías después de que estas fueron separadas del mar abierto por barras permeables. Las barras están formadas por arenas y cascajo traídos por las corrientes marinas que transportaron los detritus a lo largo de la Costa y los depositaron en los remansos. La depresiones estuvieron rellenas por agua marina y sometidas a una intensa insolación y evaporación. La salinidad de las salmueras de estas depresiones aumentó con la evaporación hasta llegar a la saturación. El primero en precipitarse fue el yeso, seguido por la halita.

El nivel de las salinas descendió debajo del nivel del mar, lo cual causó mayores filtraciones que aportaron la sal adicional. De esta manera, en las depresiones se depositó más yeso y sal de los disueltos en el agua marina que originalmente los rellenaba.

El proceso de formación de las salinas aquí descrito, se ha extendido a lo largo de la Costa peruana desde fines del Terciario, por lo que al lado de las salinas recientes, existen también las fósiles. Como la Costa peruana se está levantando, algunos depósitos de sal y yeso se encuentran por encima del nivel del mar.

El yeso terciario, puede al parecer, reducirse por la acción de las bacterias anaeróbicas a azufre. En el depósito de Reventazón al pie de los Cerros Illescas, el azufre nativo probablemente de este origen cementa con yeso y anhidrita a las areniscas de dos estratos.

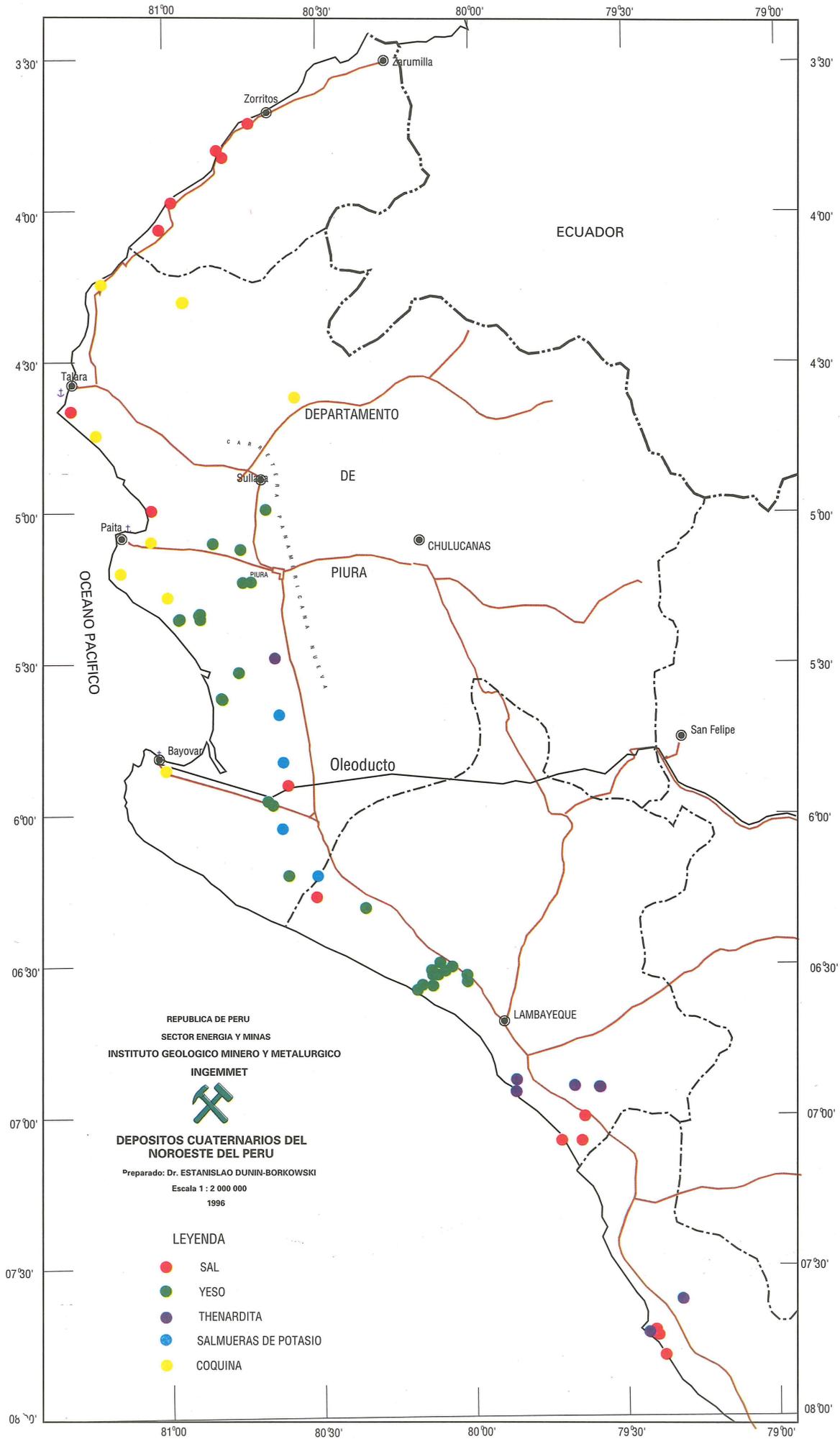
La concentración de las sales en las salinas costaneras, no alcanzó el punto de saturación del de las sales de potasio y magnesio. Estas últimas sales, se concentraron en las salmueras derivadas del agua dulce evaporada que se encuentran en reservorios

(o acuíferos) subterráneos ubicados en sedimentos cuaternarios no consolidados. El reservorio más grande de este tipo está ubicado debajo del desierto de Sechura en el departamento de Piura, se formó a partir de las aguas de los ríos Piura y Cascajal y contiene una gran cantidad de estas sales.

La evaporación de este tipo de agua dulce puede también producir costras, eflorescencias y lagos con sales de sodio y magnesio que pueden ser aprovechados. Las sales más comunes en el desierto peruano después de halita y yeso son tenardita (Na_2SO_4), sulfatos de magnesio ($\text{MgSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) y salitre $[(\text{Na},\text{K})\text{NO}_3]$. La formación de tales depósitos requiere las filtraciones de las sales por las aguas subterráneas a depresiones del terreno donde se acumulan y precipitan. Depósitos de este tipo se han explotado comercialmente en el Perú. Cuando el nivel freático sube, el agua llega a aflorar formando una laguna y al evaporarse deja el residuo de sal. Las fluctuaciones del nivel freático, siguen en la Costa peruana el ciclo hidrológico anual, que sin embargo es atrazado con respecto a la crecida de los ríos. Las depresiones naturales o artificiales en la Costa de los departamentos de La Libertad y Lambayeque, se llenan normalmente entre Mayo a Diciembre y se secan entre Enero y Marzo, que es el período de extracción de la sal.

Los depósitos más importantes de este tipo son las eflorescencias de sulfatos de magnesio en los valles de Chicama y Moquegua. Dichas eflorescencias se presentan a una altitud de unos 500 metros cerca y por debajo del límite del desierto de la Costa peruana.

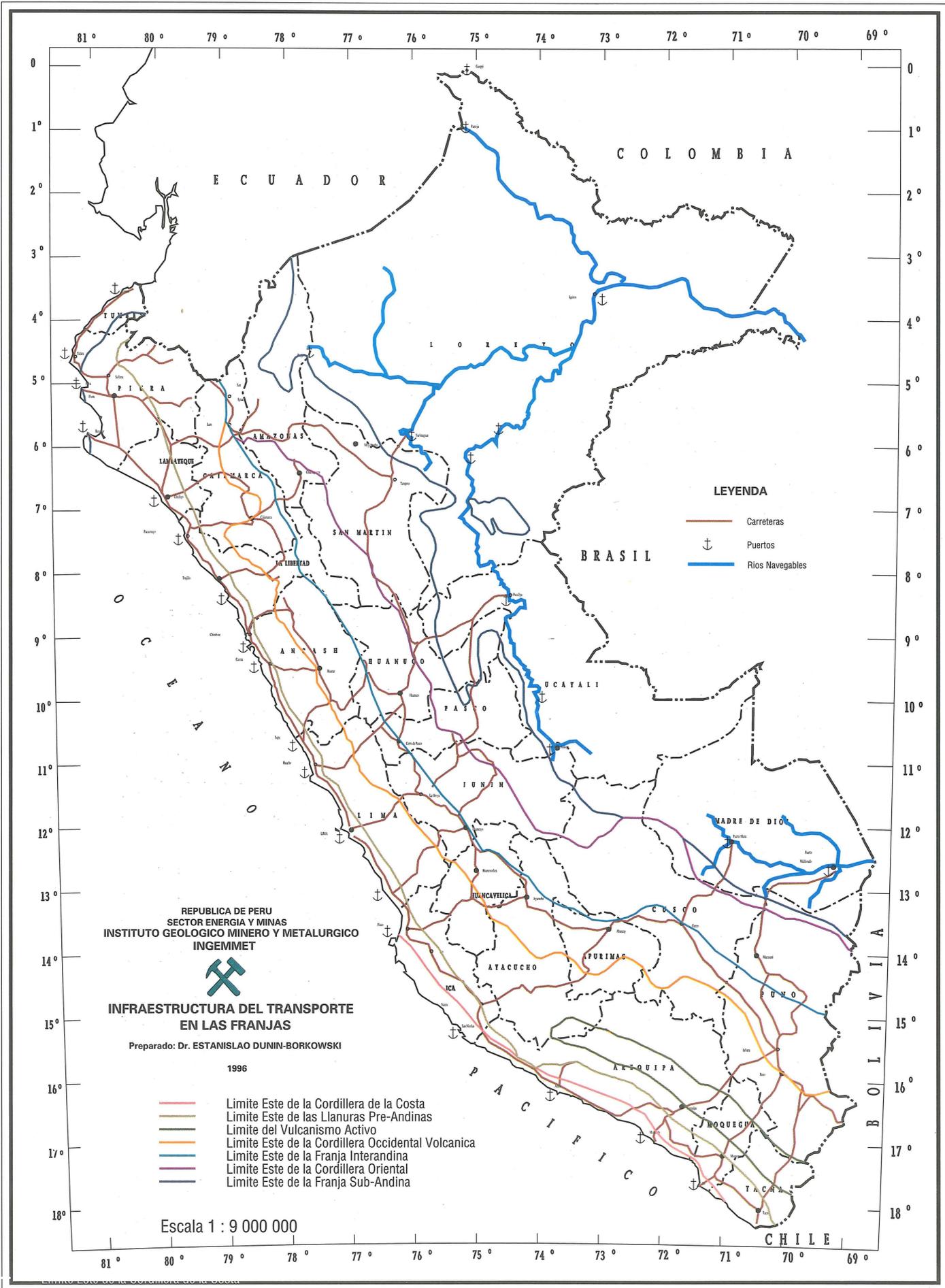
La arenas de las dunas son de edad Cuaternaria, que se utilizan en la fabricación del cemento, ladrillos o en las mezclas de concreto. Las arcillas para elaborar ladrillos tienen origen fluvial reciente. El mismo origen tienen también los depósitos de arenas y gravas que se utilizan en la construcción.



CONTORNO FÍSICO Y HUMANO RESPECTO A LA UBICACIÓN DE LOS YACIMIENTOS NO METÁLICOS DEL PERÚ

Cristales de cuarzo amatista.





CONTORNO FISICO Y HUMANO RESPECTO A LA UBICACION DE LOS YACIMIENTOS NO METALICOS DEL PERU

El contorno físico y humano se puede dividir por sus características en el Perú, en franjas paralelas a la Costa. La distancia al borde continental controla también la geomorfología del área de ubicación del depósito, el clima, e indirectamente la geografía humana, como por ejemplo, la distribución de la población, red vial, ubicación de centros urbanos y de la industria, infraestructura, etc. La ubicación de un depósito en una determinada franja, influirá por todas las razones expuestas, sobre la factibilidad de su explotación.

EL CLIMA Y LOS RECURSOS HIDRICOS

El clima y la hidrología son esenciales para la minería e industrialización de los recursos mineros no metálicos. El clima es muy importante para la génesis de yacimientos recientes. El beneficio y particularmente la concentración utiliza la mayor cantidad del agua. Muchas industrias utilizan también el agua en la refrigeración.

El clima, régimen y disponibilidad del agua en el Perú, están controladas por la geografía y geomorfología y varían de franja a franja. Especial importancia tienen para su distribución los Andes y la fría corriente marina a lo largo de la Costa del Perú. Debido a esta corriente, la evaporación del agua del mar es reducida e incapaz de alimentar lluvias. Los vientos que podrían traer las precipitaciones del Este son interceptados por los Andes y descargan sobre ellos las lluvias. El Perú se encuentra entre los trópicos y las lluvias son estacionales (zenitales).

En consecuencia, el clima de la Cordillera de la Costa y de las Llanuras Pre-andinas es desértico. El caudal de los ríos que bajan de la Cordillera Oc-

cidental cambia de acuerdo con la estación siendo mayor en los meses de lluvias (de Diciembre a Marzo). Una parte del agua que baja se infiltra en los acuíferos debajo de la Llanura Preandina.

La cantidad de agua disponible en la Costa, es reducido y uno de los factores más importantes que limita su desarrollo. Por las aguas disponibles hay una fuerte competencia. El agua almacenada no reclamada para otros usos, se podría utilizar para abrir nuevas minas, beneficiar las materias primas o crear industrias. El inversionista que quiere invertir en minería o industria de las materias primas, debe asegurarse la disponibilidad del agua. Para algunos usos (refrigeración, etc.) se podrá utilizar también agua del mar.

Muy interesante pero difícil puede resultar el aprovechamiento mejor del agua que baja de los Andes. Así por ejemplo podría captarse parcialmente el agua que se pierde en el mar durante la crecida de los ríos. Estas aguas podrían almacenarse en acuíferos de preferencia subterráneos y bombearse en la época de escasez. Los reservorios superficiales son menos recomendables ya que se rellenan pronto con detritus, mientras que los diques de contención, corren peligro durante los sismos.

La disponibilidad del agua en los Andes depende de la ubicación y altitud. La parte oriental de estas montañas, recibe más lluvias que la occidental. Las lluvias en la Cordillera Occidental y en la Franja Interandina son más escasas que en la Oriental, aumentando con la altitud. En los profundos valles interandinos, la cantidad de precipitaciones es muy escasa. La parte sur de la Cordillera Occidental es más seca que la del norte.

La cantidad de lluvias alcanza el máximo en las pendientes orientales de los Andes cerca del límite entre la Cordillera Oriental y la Franja Subandina.

Más al Este, las lluvias son algo menores pero se presentan durante todo el año.

DISTRIBUCION DE LA POBLACION Y MERCADO LOCAL

En el Perú, la distribución de la población está relacionada con el desarrollo socio-económico que a su vez es controlada por la disponibilidad de agua, accesibilidad, geomorfología y clima de la zona. La distribución de las operaciones de explotación de materiales de construcción reflejan bien, la densidad de población económicamente activa.

La franja de las Llanuras Preandinas alberga la mayoría de la población económicamente activa e industrias del Perú, encontrándose ahí el mayor mercado nacional para las sustancias no metálicas. La ciudad y centro industrial más importante es Lima, donde vive aproximadamente un tercio de la población del país. En las Llanuras Preandinas y los promontorios de la Cordillera Occidental colindantes, se encuentran además de la capital de la República, siete capitales departamentales y las ciudades y centros industriales más importantes. La ciudad más importante de los promontorios andinos es Arequipa, que tiene industria propia.

La población de la Cordillera Occidental con la excepción de sus promontorios es escasa y se concentra en los valles de los ríos, siendo las partes más elevadas virtualmente despobladas.

La relativamente angosta (30 a 70 km) Franja Interandina es la más poblada de los Andes, encontrándose en ella o en sus bordes 9 capitales de departamentales y las más importantes ciudades de la región. En dicha franja, se desarrolla la agricultura tradicional y vive la mayor parte de la población campesina del Perú, que desafortunadamente está sólo parcialmente integrada a la vida econó-

mica del país. Extensos segmentos de esta franja tienen una minería desarrollada y en algunas ciudades (Huancaayo, La Oroya) ha comenzado a desarrollarse la industria.

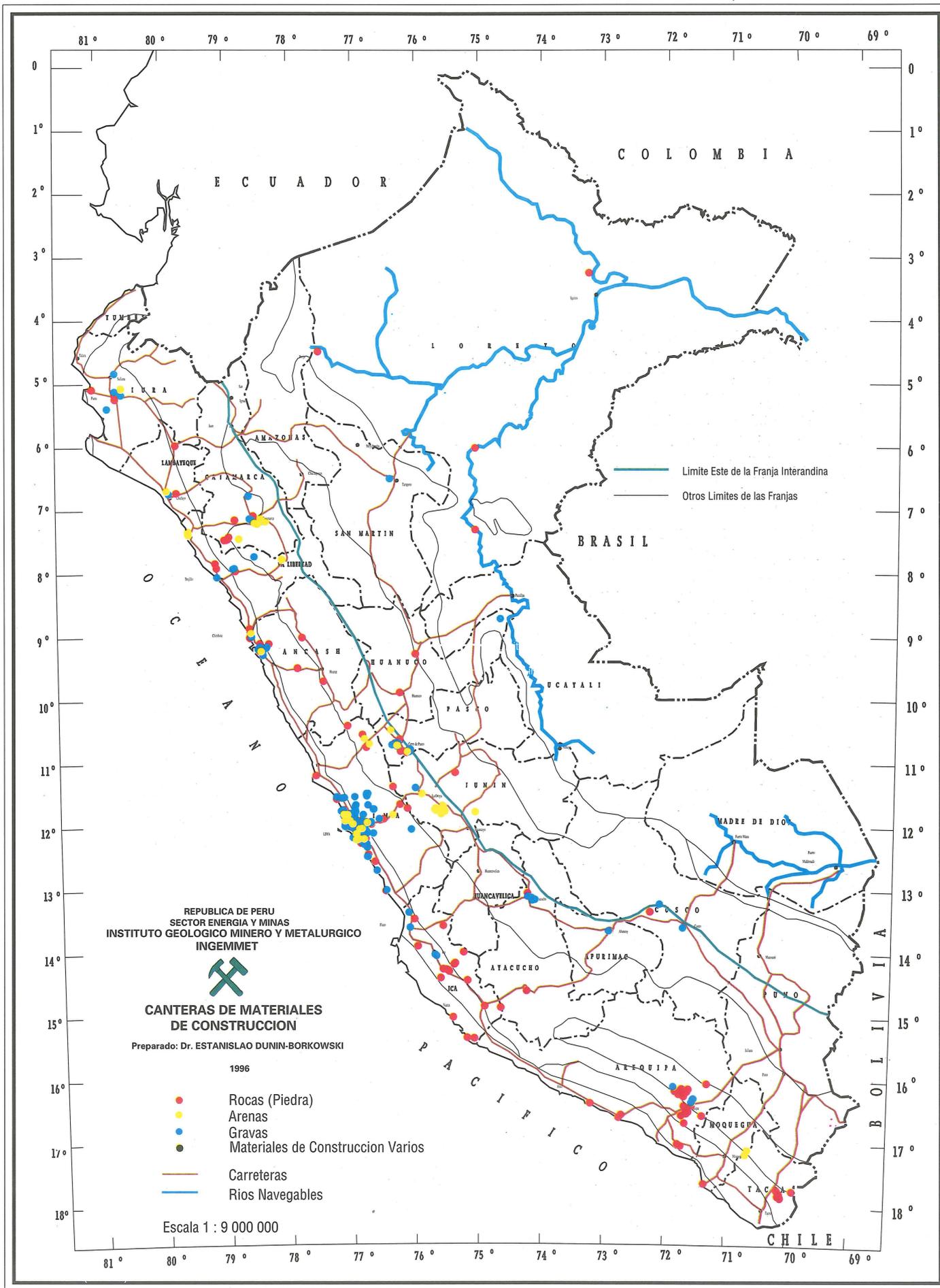
La densidad de la población en la Cordillera Oriental, es marcadamente inferior que en la Franja Interandina. Las ciudades son escasas y las más importantes están ubicadas en los valles al lado de carreteras transversales llamadas también de penetración hacia la Región Subandina. La única capital departamental en la franja es Huánuco y, la industria más importante es el Cemento Andino en Tarma.

La Región Subandina tiene poca población, aunque aumentó espectacularmente en los últimos decenios. Dicha población es económicamente más activa que el campesinado de la Sierra y para cubrir sus necesidades está naciendo la industria. Esta franja será probablemente en el futuro un importante mercado para los fertilizantes y otros productos elaborados a partir de materias primas minables.

El Llano Amazónico ocupa la parte oriental del país. La población es escasa y económicamente no integrada. Los posibles consumidores de materias industriales viven en las ciudades todavía muy pequeñas.

INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE PARA MATERIAS PRIMAS INDUSTRIALES

En el Perú, el costo de transporte constituye una considerable parte del costo total de la materia prima industrial en el lugar del consumo. Con mayor razón esto se refiere a las materias primas peruanas en el extranjero. Dicho costo, a su vez, depende de la infraestructura del transporte que varía en el Perú de un lugar a otro, dependiendo en gran parte de la distancia de la Costa.



La explotación de las materias primas en el Perú sólo es posible cuando existe en su vecindad la infraestructura del transporte. En el Perú existen muchos yacimientos muy promisoros que no se explotan por carecer de tal infraestructura. El inversionista que desea explotar recursos minerales en el Perú necesita destinar partidas para su implementación o mejora.

El transporte de materias primas industriales se realiza principalmente por carretera, utilizándose donde es posible los pocos ferrocarriles. En el Llano Amazónico se emplea también el transporte por ríos navegables. Para el transporte de materias primas en áreas abruptas se emplea, a veces cablecarril o se le baja por tubería. El transporte marítimo masivo, que es mucho más económico, se utiliza para las exportaciones, empleándose el cabotaje sólo en casos excepcionales. Los bajos costos del transporte marítimo permitirían exportar las materias primas peruanas en el caso de que se logre prepararlas adecuadamente. Para esto se necesitaría por otro lado, mejorar la infraestructura vial y portuaria.

El transporte de las materias primas industriales a lo largo de la Costa del Pacífico se realiza por la Carretera Panamericana. De esta carretera parten los ramales por un lado, a los depósitos minerales y por el otro, a los lugares de consumo y los puertos. Los depósitos minerales de la Cordillera de la Costa, Llanuras Preandinas y promontorios de la Cordillera Occidental distan menos de 50 km de la Panamericana con la cual están conectados por carreteras secundarias o trochas carrozables. Donde faltan tales conexiones es fácil construirlas.

El transporte de las materias primas de la Sierra a la Costa del Pacífico, necesita pasar forzosamente por las pendientes occidentales de los Andes que por ser fuertemente inclinadas no son apropiadas para la construcción de carreteras. Para pasar esta franja,

las vías de transporte siguen los valles que bajan a la Costa. Casi todas las explotaciones de las materias primas de la vertiente occidental de los Andes se encuentran en estos valles, junto a las carreteras o a las dos líneas de ferrocarril (Central y del Sur).

La parte alta de la Cordillera Occidental, igualmente como la Franja Interandina, son relativamente planas y apropiadas para la construcción de las vías del transporte. A lo largo de una gran parte de la Franja Interandina corren carreteras y las líneas de ferrocarril paralelas a los Andes. El área plana no es continua a lo largo de todos los Andes peruanos y, las vías de transporte mencionadas no conectan entre sí, por existir sectores impasables con topografía abrupta. De las carreteras paralelas a los Andes, parten los caminos a los pueblos y minas de las alturas, siendo su construcción muy fácil en los altiplanos.

La red de carreteras en la Cordillera Oriental es incompleta e insuficiente. El acceso a la mayor parte de la franja es difícil, debido a la topografía accidentada, fuertes desniveles y, particularmente a los profundos cañones paralelos o transversales a los Andes. Las carreteras siguen normalmente a los valles profundos de los cuales es difícil alcanzar la parte alta. Las pocas explotaciones de los minerales industriales están ubicadas junto a estas carreteras.

Las carreteras que cruzan la Cordillera Oriental dan acceso a la Franja Subandina donde se unen con la Carretera Marginal. Dicha carretera que debería recorrer la franja a todo su largo, está terminada sólo en el Norte. En la Franja Subandina se han construido en los últimos decenios varias carreteras. Sin embargo el acceso a muchas áreas es deficiente.

En el Llano Amazónico las pocas carreteras llegan a los ríos navegables que son de gran importancia para el transporte.

EL MERCADO NACIONAL

En el Perú la minería de las sustancias no metálicas, está principalmente orientada para cubrir necesidades internas, a pesar de que se está ocasionalmente exportando ciertas materias primas industriales con mayor valor unitario.

La demanda principal de las sustancias no metálicas en el Perú se concentra en Lima, donde vive la mayor parte de la población económicamente activa y donde está también ubicada la mayor parte de la industria nacional. En Lima, se encuentra la mayor parte de las pocas plantas de beneficio de materias primas. La demanda de tales materias es en las provincias más reducida y se concentra en algunas ciudades y complejos industriales.

La mayor parte de las materias primas peruanas destinadas para el mercado local son de bajo valor unitario. Esto se refiere a los materiales de construcción incluyendo los insumos no combustibles para la fabricación del cemento y de ladrillos que constituyen la mayor parte del volumen de las sustancias no metálicas explotadas en el Perú.

La rama tecnológicamente más desarrollada de la industria de materiales de construcción es la elaboración de cemento que es de buena calidad y parte exporta al extranjero. La producción de ladrillos y agregados para las mezclas es menos tecnificada y en gran parte artesanal. La explotación de los materiales de construcción sólo es factible cerca de las ciudades, y los insumos para el cemento, sólo cerca de las fábricas.

Una considerable parte de los insumos para la industria minero-metalúrgica y para la perforación de pozos de petróleo, tiene origen nacional.

PREPARACION DE LOS MINERALES INDUSTRIALES

Los minerales industriales raras veces tienen en su estado natural, las características requeridas por los con-

sumidores y por esto es necesario prepararlos. La preparación puede consistir en la concentración o "lavado" del mineral o en proporcionarles propiedades físicas o químicas como por ejemplo homogenización, molienda, calibrado, aglomeración, tratamiento térmico etc. La tendencia de los usuarios es exigir las materias primas más preparadas, homogéneas y con buen control de calidad, lo que les permite simplificar los procesos industriales y reducir los riesgos. Las materias primas preparadas, tienen un valor unitario superior que las "crudas", lo que permite eliminar el "falso flete" y absorber el costo del transporte más largo.

Las materias primas industriales peruanas sólo en algunos casos se preparan. La poca preparación moderna en el Perú no se realiza, como en otros países, cerca de los yacimientos, sino en Lima o al lado de las industrias que las utilizan. Las materias primas preparadas en la capital, regresan frecuentemente a la zona de la cual fueron extraídas y compiten ahí, con las producidas artesanalmente que son mucho más baratas.

Los pequeños productores mineros, no preparan los productos extraídos con excepción de materiales de construcción y compensan esta falta, con una explotación selectiva. En consecuencia su producción es heterogénea con el agravante de carecer del control de calidad. Algunos usuarios compran por el bajo precio las materias primas a los pequeños mineros, a pesar de que esto involucra serios peligros. Es muy probable que varios de los yacimientos actualmente explotados por los pequeños mineros, podrían ser minados en forma moderna instalando plantas de beneficio. También en algunas zonas podría instalarse centros de acopio, homogenización y tratamiento previo, de materias primas industriales.

La calidad de esta materia prima podría ser, probablemente, mejorada

con un tratamiento adecuado. Para investigar este problema, se requiere disponer de un laboratorio que permita evaluar y seleccionar los yacimientos adecuados de acuerdo con las exigencias del mercado. Luego se necesitaría asegurar el suministro de materias primas de los yacimientos seleccionados y, determinar la factibilidad técnica y económica de su tratamiento.

La falta de preparación de muchas materias primas peruanas se debe en gran parte al reducido mercado nacional. Cuando la demanda de una materia prima es pequeña, no justifica la apertura de operaciones modernas y menos la instalación de plantas de beneficio. La preparación deficiente, no les permite competir a las nacionales con las importadas. Las compañías peruanas especializadas en las materias primas industriales y que

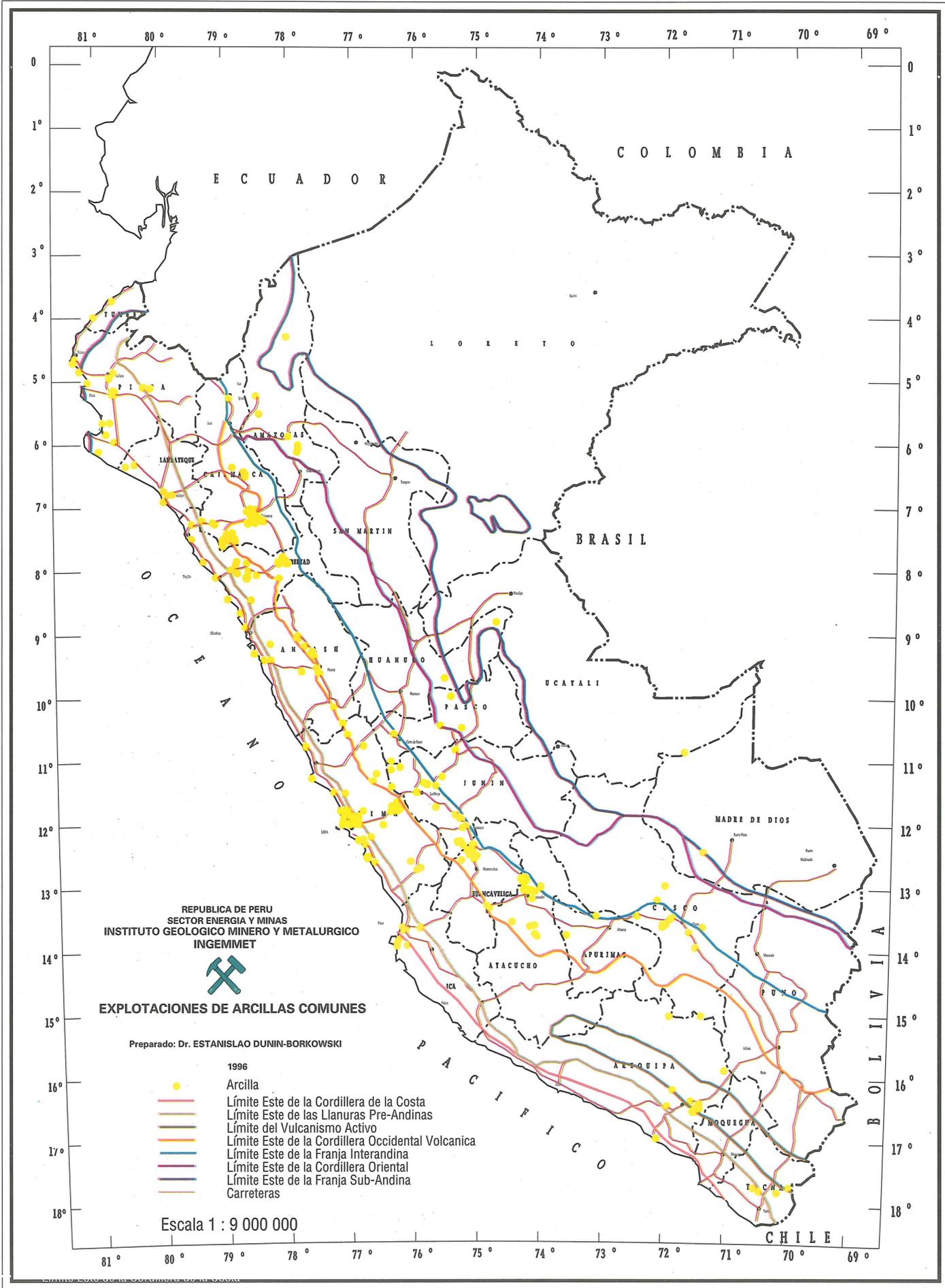
controlan su mercado, prefieren importarlas preparadas y con buen control de calidad del extranjero, aún cuando existen sus yacimientos en el país. Muchas veces, el Perú importa a precios elevados las mismas materias primas ya preparadas que exporta a precio bajo en forma cruda.

Cuando existe un mercado nacional suficientemente grande, se puede preparar en el Perú materia prima de acuerdo a las normas internacionales y exportar eventualmente los excedentes. Un ejemplo de tal industria constituye la del cemento. Por otro lado, la demanda de los insumos minerales no metálicos para la minería y perforación de pozos petroleros, permitió implantar una industria eficiente que después de abastecer el mercado nacional, puede exportar sus productos.

DESCRIPCION SITEMÁTICA

A continuación se describirán las materias primas industriales que se encontró en el Perú, sin pretender de que el listado sea completo.





ARCILLAS

Las arcillas son sedimentos de cristales muy fino ($<2\mu$), constituídos principalmente por filosilicatos hidratados de aluminio eventualmente con impurezas de otros minerales, como por ejemplo de cuarzo o limonita. Las arcillas son plásticas cuando son mojadas reteniendo su forma cuando se secan. Se les clasifica de acuerdo con los minerales de los filosilicatos predominantes que les confieren las propiedades muy importantes para su uso industrial. Los minerales filosilicatos de las arcillas se dividen en esmectitas o montmorillonitas, caolinitas e ilitas.

Para la industria interesa principalmente la bentonita compuesta principalmente por esmectitas, y el caolín constituído por caolinitas predominantes. Las arcillas restantes o comunes están compuestas por ilitas mezcladas con otros minerales, predominantemente arcillosos.

En el Perú existen todas las variedades mencionadas de arcillas. Como faltan generalmente los análisis de laboratorio se les clasifica empíricamente de acuerdo con sus propiedades o más frecuentemente por sus características externas, lo que conduce a numerosos errores, dificulta su beneficio y control de calidad. Por esto, las arcillas peruanas no pueden competir con las importadas a pesar de que éstas tienen a veces precios diez veces mayores. Esta situación ofrece muchas oportunidades de negocios ya que las arcillas peruanas en parte tienen propiedades de gran interés para la industria e inclusive son exportadas.

A finales de la década anterior y principios de esta, la Misión del Servicio Gubernamental Alemán para las Ciencias de la Tierra y las Materias Primas (Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe) hizo con el IN-

GEMMET, un reconocimiento preliminar de depósitos de materias primas industriales en determinadas regiones del Perú que incluye numerosos análisis. Comparando dicho estudio con la geología del Perú y otros datos sobre las arcillas se puede hacer ciertas generalizaciones y extrapolaciones.

Génesis de las Arcillas

Las arcillas se forman por intemperismo o alteración hidrotermal de los silicatos o vidrios ricos en aluminio.

Los minerales más comúnmente alterados a arcillas son feldespatos (plagioclasas, ortosa, microclina, etc.) y vidrios volcánicos ricos en aluminio. Después de la alteración, las arcillas pueden quedarse en el lugar de su formación o llevadas y depositadas en otro sitio por agua u otros medios de transporte. En el primer caso hablamos de arcillas residuales.

Las arcillas residuales forman una capa más o menos irregular por encima de las rocas alteradas y cuando el proceso es más avanzado, pueden heredar la textura de las rocas descompuestas, como, por ejemplo, de los piroclásticos.

Para que las arcillas sean limpias, las impurezas tienen que ser removidas. Esto puede producirse durante el transporte, siempre y cuando éste no sea turbulento; y especialmente durante la depositación en aguas tranquilas.

Las arcillas transportadas y depositadas forman estratos tabulares o lentes. Los depósitos hidrotermales de arcillas pueden ser también tabulares a lo largo de las fracturas por las cuales circulaban las aguas residuales magmáticas. La mineralogía y pureza de las arcillas depende de su génesis.

Tipos de Análisis

Los usos de las arcillas son numerosos siendo también numerosos sus análisis. Los análisis más importantes son el difractométrico, granulométrico y térmico-diferencial. Los minerales de arcillas se determinan por difracción de rayos X o por análisis térmico diferencial. La difracción estudia la estructura de los minerales y permite determinar cuáles están presentes.

El análisis térmico diferencial se basa en la medición del calor absorbido durante los cambios mineralógicos que son endotérmicos, lo que permite determinar las proporciones de los diferentes minerales. Las arcillas son filosilicatos hidratados que al ser calentados pierden el agua de cristalización, lo que está vinculado con la transición de un mineral a otro. Las temperaturas y el calor consumido son característicos para cada especie mineral y, pueden utilizarse para su identificación y determinación de su cantidad.

Durante el análisis térmico diferencial se suministra a la muestra una cantidad constante de calor por unidad de tiempo y se observa la curva temperatura/tiempo. Las pendientes de esta curva dependen del calor específico de todos los minerales. En el momento de la transformación de un mineral a otro, la temperatura se estabiliza para seguir luego con una nueva pendiente. Analizando la curva se puede determinar en teoría, la composición mineralógica incluyendo los porcentajes de diferentes minerales.

El análisis granulométrico se basa en la velocidad de deposición de los granos de diferente tamaño. Este análisis está íntimamente relacionado con el contenido de los filosilicatos y con la plasticidad de las arcillas que tienen gran importancia técnica. Para algunos usos de arcillas es importante la composición química que se determina por la fluoroscopia de rayos X. Además de los análisis mencionados existen otros para determinar directamente las propiedades técnicas de las arcillas como

por ejemplo plasticidad, contracción al disecarse, propiedades mecánicas, etc. La selección de los análisis de propiedades técnicas depende del uso que se quiera dar a la arcilla.

El comportamiento de las arcillas "quemadas" o tostadas a altas temperaturas es fundamentalmente el mismo que el de las cenizas del carbón. Muy importante en este contexto puede resultar la determinación de las temperaturas de desaparición de los poros que está vinculado con la gravedad específica.

Cada grupo de los filosilicatos hidratados de aluminio será tratado a continuación separadamente.

Arcillas Comunes

Las arcillas comunes de la Costa tienen por lo general origen fluvial mientras que en los Andes se forman por la alteración de rocas ricas en aluminio como pizarras, lutitas, volcánicos ácidos, etc. Su explotación en la Costa corresponde frecuentemente a los terrenos anteriormente agrícolas.

Las explotaciones de las arcillas comunes se encuentran cerca de los consumidores y abundan en las Llanuras Preandinas y en la franja interandina, donde hay mayor densidad de la población. Las arcillas comunes se utilizan principalmente en el Perú para fabricación de ladrillos, tejas, cerámica tosca, etc. Aprovechando la poca permeabilidad de la mayoría de arcillas se les puede usar como tapones impermeables en agricultura.

En determinadas regiones, las arcillas comunes pueden contener una gran cantidad de otros minerales. Así, por ejemplo, en el departamento de Piura las arcillas comunes tienen un alto contenido de montmorillonita.

En el mapa adjunto con las "arcillas comunes" figuran todos los prospectos de arcillas cuyas características precisas se desconocen. Algunas de estas arcillas tienen, tal vez, características valiosas para la industria que eventualmente son aprovechadas.

BENTONITA Y ARCILLAS MONTMORILLONITICAS

La bentonita es el nombre comercial de la arcilla formada principalmente por filosilicatos de la familia de montmorillonitas (esmeclitas). Las montmorillonitas son arcillas que en su red cristalina pueden captar iones de otros metales que aluminio como sodio, calcio, magnesio y eventualmente hierro. La montmorillonita sin estos iones tiene la fórmula $Al_2[(OH)_2Si_4O_{10}] \cdot nH_2O$ y constituye el componente principal de la bentonita que es un producto comercial.

La carga eléctrica de los cristales individuales de montmorillonitas es negativa y se compensa por los cationes ubicados principalmente entre las hojas del filosilicato. Los cationes pueden ser de los metales mencionados pudiendo sustituirse mutuamente, sin afectar la estructura cristalina. Gracias a esta estructura la superficie activa de montmorillonita es muy grande, alcanzando unos 800 m² por gramo. Los cationes tienen un gran poder de hidratación y la montmorillonita puede hincharse absorbiendo agua lo que le confiere, cuando es de grano muy fino, propiedades muy útiles en el manejo de líquidos.

El gran poder de absorción de las bentonitas se aprovecha para limpieza de líquidos y catalizadores en la industria del petróleo. Las bentonitas finas en suspensión aumentan la viscosidad de los líquidos que también puede medirse y es muy importante para la preparación de lodos de perforación. Al disecarse la bentonita, cementa los granos sueltos, lo que la vuelve muy útil en la preparación de moldes metalúrgicos, pellets de óxidos de hierro y "tapones" en agricultura.

Las bentonitas se derivan de los volcánicos alterados; se les divide en sódicas, cálcicas y magnesianas. La

bentonita sódica absorbe grandes cantidades de agua y se hincha más que la cálcica.

Las bentonitas cálcicas no se hinchan con el agua, pero tratados con ácido, sirven para decolorar los aceites. Las bentonitas magnesianas o tierra de Fuller decoloran los aceites sin este tratamiento. En realidad, cada arcilla tiene características propias y que deben ser determinadas experimentalmente que la distinguen de todas las demás en el mundo.

La calidad de la bentonita depende del poder de hidratación y de captación de iones metálicos. Este poder le confiere la montmorillonita; las buenas bentonitas comerciales contienen 80 a 90% de este mineral. Para que dicho poder puede ser efectivo, la granulometría de la bentonita debe ser muy fina. Tales bentonitas llevan el nombre de atapulgitas.

Distribución, geología y calidad de bentonitas en el Perú

Los depósitos de bentonita en el Perú, están distribuidos a lo largo de la Costa y de la Franja Interandina. La bentonita se formó ahí, al parecer, por la desvitrificación de las tobas volcánicas cenozoicas. El origen de la bentonita en la Costa y en la Sierra parece ser distinto. La desvitrificación en la Costa se produjo en un ambiente marino o continental desértico. Según los estudios de las bentonitas de los departamentos Tumbes y Piura, la desvitrificación se produjo en un ambiente ligeramente alcalino (pH 8-8.5) que también puede presentarse en el desierto costero. La formación de bentonitas en la Sierra es difícil explicar sin influencia hidrotermal.

Los depósitos más importantes de bentonita se depositaron en el Eoceno por encima de la Cordillera de la Costa y llanuras adyacentes de los departamentos de Tumbes, Piura e Ica. En los dos primeros departamentos mencionados, la bentonita constituye una componente esencial de la Formación Chira, y en el tercer departamento abunda en la Formación Paracas. Ambas formaciones son eocénicas, marinas y tienen una extensión regional. Las bentonitas en los departamentos mencionados se presentan en varios mantos paralelos subhorizontales. Las bentonitas puras tienen colores crema o blancos. La existencia de minas de bentonita en muchos cruces de las carreteras con los afloramientos de la Formación Chira indica por un lado su amplia distribución y, por el otro, la factibilidad de su explotación en los lugares con buen acceso.

En Tumbes y Piura la bentonita consiste principalmente de montmorillonita (unos 45 a 75%) y cristobalita (10 a 30%) con cantidades menores de otros minerales. La composición química típica para las bentonitas de dichos departamentos es 60-67% SiO₂, 12-15% Al₂O₃, 2.5-3.9% Fe₂O₃, 1.9-3.7% Na₂O, 1.5-2.4% MgO y 0.2-1.1% CaO. Las bentonitas del departamento de Ica son ligeramente más pobres en sílice (55 a 57%) y sodio pero más ricas en calcio. Las bentonitas sódicas, abundan en los departamentos de Piura y Tumbes y las cálcicas en el departamento de Ica.

La bentonita generalmente menos abundante y pura, se encuentra también en otras formaciones de Terciario inferior y con menor frecuencia del superior. Depósitos menores se presentan en la zona costanera de los departamentos Lima y Arequipa. Algunos autores han sugerido la existencia de una franja de depósitos de bentonita desde el valle de Asia en el departamento de Lima, hasta el río Majes en el departamento de Arequipa. Es muy probable que las tobas volcánicas,

que dieron origen a las bentonitas, se depositaron en el mar a lo largo de toda la Costa terciaria del Perú. Dichos depósitos están ahora sólo parcialmente emergidos.

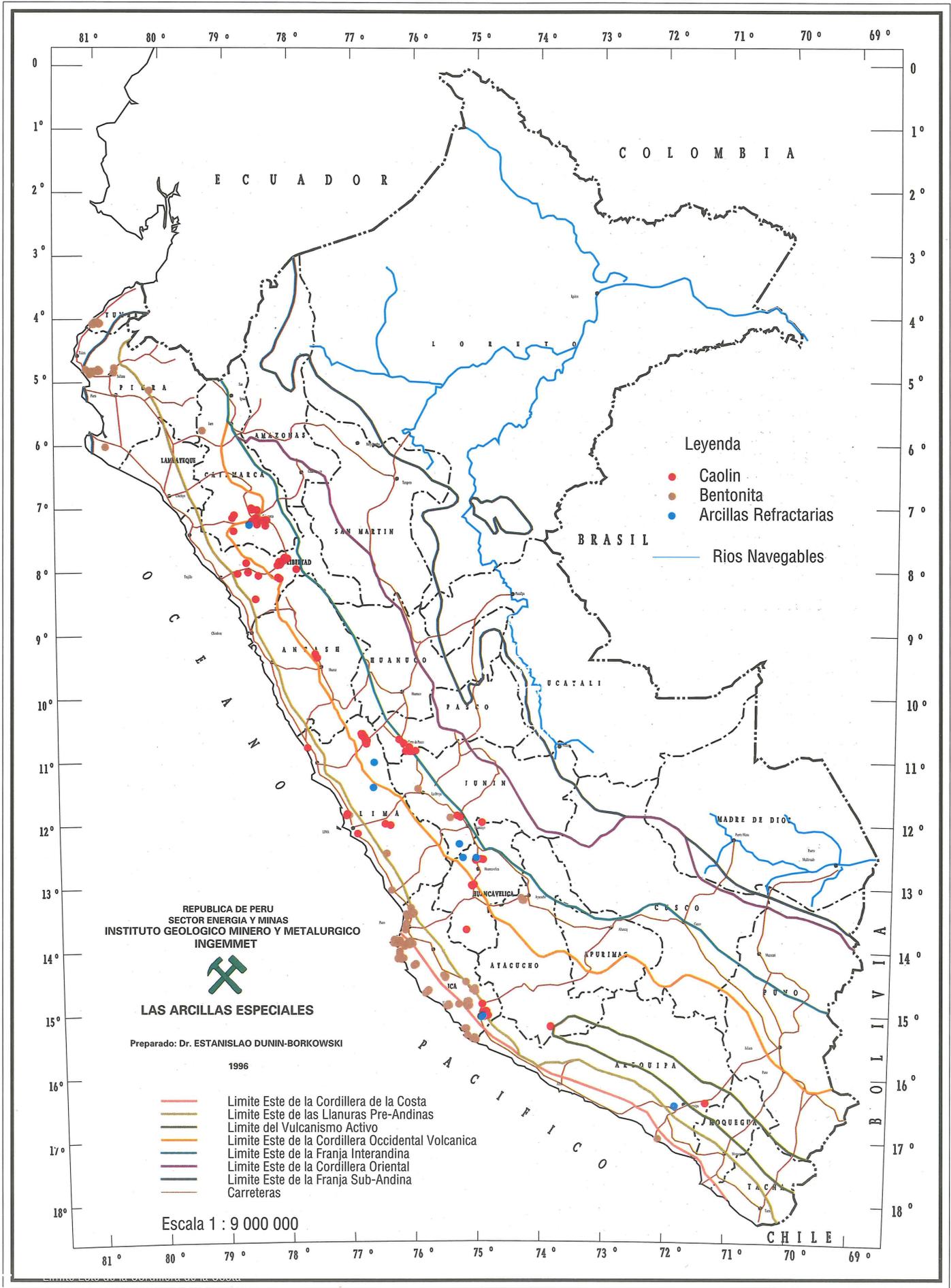
En la Franja Interandina de los departamentos Cajamarca, Ancash, Junín, Ayacucho y Puno existen también depósitos de bentonita. En el caso que la desvitrificación bentonítica de las tobas originales es hidrotermal, la presencia de prospectos reconocidos de bentonita a lo largo de la Franja Interandina y su falta en la franja de Cordillera Occidental se debe probablemente a la mejor accesibilidad.

Minería y principales yacimientos de bentonitas

La bentonita se explota en los departamentos de Piura, Tumbes, Ica y en cantidades menores en Junín. La minería es a tajo abierto y ocasionalmente subterránea con el método de cámaras y pilares.

Las reservas probadas de bentonita son pequeñas. Sólo los propietarios de la mina Marcona han hecho una cubicación sistemática de los prospectos "Cuatro Tolvas" y "Carretera Acari". Esto se debe entre otros al reducido interés de los concesionarios de cubicar reservas y al fraccionamiento del mismo yacimiento entre varios dueños.

El más importante y mejor estudiado yacimiento de bentonita en el Perú se encuentra en el límite de los distritos de Vichayal y Amotape de la provincia de Paita, departamento de Piura entre las coordenadas geográficas 81° 01' O- 81° 03' O y 4° 49' S - 4° 51' S. Se trata de una área de unos 6x2 km en la escarpa al norte del río Chira. La bentonita se encuentra ahí en varios mantos subhorizontales con grosores que pueden alcanzar 3.5 m. Las bentonitas tienen colores blanco a amarillento intercalados entre las arcillas oscuras. Geológicamente se trata de la Formación Chira del Eoceno su-



**Reservas y Potencial de Bentonitas en el Perú
(según Tesis del Ing. David Zambrano Mayorga-1985)**

Distrito y Provincia	Yacimiento	Reservas Probadadas	Potencial y R. Probables	Total
Máncora	Qda. Seca	1,785 TM	1'700,000 TM	1'701,785 TM
Cmdte. Villar	Oveja Corral	5,950 TM	17'850,000 TM	17'855,312 TM
Vichayal-Amotape	Vichayal	1,615 TM	2'040,000 TM	2'041,615 TM
	Abanico	5,312 TM	17'850,000 TM	17'855,312 TM
	Abanico E	1,734 TM	26'520,000 TM	26'521,734 TM
	Tres Puentes	5,525 TM	884,000 TM	889,525 TM
Paíta	El Vecino	3,400 TM	340,000 TM	334,400 TM
Levan - Chíncha	Cerro Jabón	4,250 TM	25,500 TM	29,750 TM
Paracas	Lagunillas	—	13'991,000 TM	13'991,000 TM
	Yumaque	—	816,000 TM	816,000 TM
Pisco	Laguna Grande	—	100,000 TM	100,000 TM
Marcona	Cuatro Tolvas	25'096,267 TM	12'121,631 TM	37'217,898 TM
Nazca	Carret. Acari	3'649,760 TM	2'634,390 TM	4'994,475 TM
Loma Caravelí	Lomas	—	102,000 TM	102,000 TM
Mollendo Mollendo				125,000 TM
Total				

perior. En el área mencionada existen varias explotaciones de diferentes dueños, siendo el de Agregados Calcáreos los más importantes. Las operaciones mayores son Abanico, Tres Puentes, Vecino y Vichayal. La minería está limitada por la sobrecarga. La proporción máxima desmonte: bentonita es 12:1. En los mantos se notan variaciones en mineralogía y granulometría.

Otro yacimiento importante y relativamente bien estudiado es el de la compañía Santa Teresita en el distrito Zorritos, provincia Contralmirante Villar, departamento de Tumbes ($80^{\circ} 56' 17''$ O- $4^{\circ} 01' 35''$ S) ubicado a pocos kilómetros al norte de Máncora. La bentonita se encuentra por lo menos en 3 capas con grosores de 1.35, 3 y 2.5 m, respectivamente. Se le explota en la Quebrada Seca y Oveja Corral distantes pocos kilómetros. Las características de la bentonita son similares como en los distritos Vichayal y Amotape.

Cerro Jabón en el distrito de Larán y el departamento de Ica es un depósito irregular actualmente explotado de bentonita. El yacimiento se formó por alteración hidrotermal de las vulcanitas preexistentes.

Cuatro Tolvas es una explotación cautiva de la mina de óxidos de hierro Marcona.

Distrito de Paracas, departamento de Ica ($76^{\circ} 20'$ O - $13^{\circ} 54'$ S) alberga bentonita que se presenta en cuatro capas con grosores entre 110 y 350 cm. Según F. Castilla el depósito se formó a partir de cenizas volcánicas aportadas por el viento. El depósito está dividido entre varias concesiones que se explotaban individualmente (p. ej. Laguna Grande, Playa Yumaque, Echegaray, etc.). Las operaciones están paralizadas.

Otras Minas: En el departamento de Ica se trabajó en la última década los prospectos Cerro Colorado del distrito y provincia de Chincha y

Correviento en el distrito de Santiago-provincia de Ica.

En el departamento de Junín se explota la bentonita en las provincias de Huancayo y Jauja. También se explota bentonita en el distrito de Ate de Lima.

Las áreas de interés prospectivo son muy extensas ya que el vulcanismo ácido terciario acompañado por intensa actividad hidrotermal fue ampliamente distribuido en todo el Perú occidental. La historia geológica y el clima en el cual se produjo la desvitrificación, rige a lo largo de toda la Costa peruana.

Tratamiento y usos de bentonitas peruanas

En los departamentos de Tumbes y Piura se explota la bentonita para la industria de petróleo que la utilizan en las perforaciones de pozos. Una parte de la bentonita producida se exporta a Ecuador y ocasionalmente a Colombia, México y Venezuela. En el departamento de Ica, la principal mina de bentonita es cautiva y proporciona el aglutinante para la preparación de pellets de los óxidos de hierro en la mina Marcona. Las bentonitas de otras minas del departamento de Ica, se utilizan como tierra fuller o atapulgita en la limpieza de los líquidos. Las explotaciones restante son menores y cubren otras necesidades del país.

La bentonita de los departamentos Tumbes y Piura con muy poco tratamiento es apropiada para utilizarla en la preparación de lodos pesados y otras tareas sencillas. Para muchos usos se necesita eliminar parcial o totalmente la cristobalita. Estudios respectivos que incluirían la selección de yacimientos apropiados y pruebas de concentración, no se han realizado hasta la fecha.

CAOLIN Y ARCILLAS REFRACTARIAS

El caolín es una arcilla formada principalmente por caolinitas. Las caolinitas a diferencia de otros minerales de arcillas no contienen metales fuera del aluminio. Su fórmula es $Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$ siendo la composición química $Al_2O_3 = 39.56$, $SiO_2 = 46.50\%$ y $H_2O = 13.94\%$.

La mayor parte de los caolines se produce por descomposición de feldespatos. La eliminación completa de los álcalis y metales alcalino-terrosos requieren de una intensa lixiviación. La pureza del caolín dependerá antes de todo, de la eliminación de los metales con excepción del aluminio. Tal lixiviación la pudieron producir los gases volcánicos, soluciones hidrotermales o aguas superficiales.

Los depósitos reconocidos y explotados del caolín peruano se encuentran en las franjas de la Cordillera Occidental e Interandina, presentándose también pocos depósitos en las llanuras preandina. Se supone que por el clima caluroso y abundancia de lluvias, podrían existir depósitos de caolín en la Franja Subandina y áreas colindantes; sin embargo no han sido descubiertos hasta la fecha.

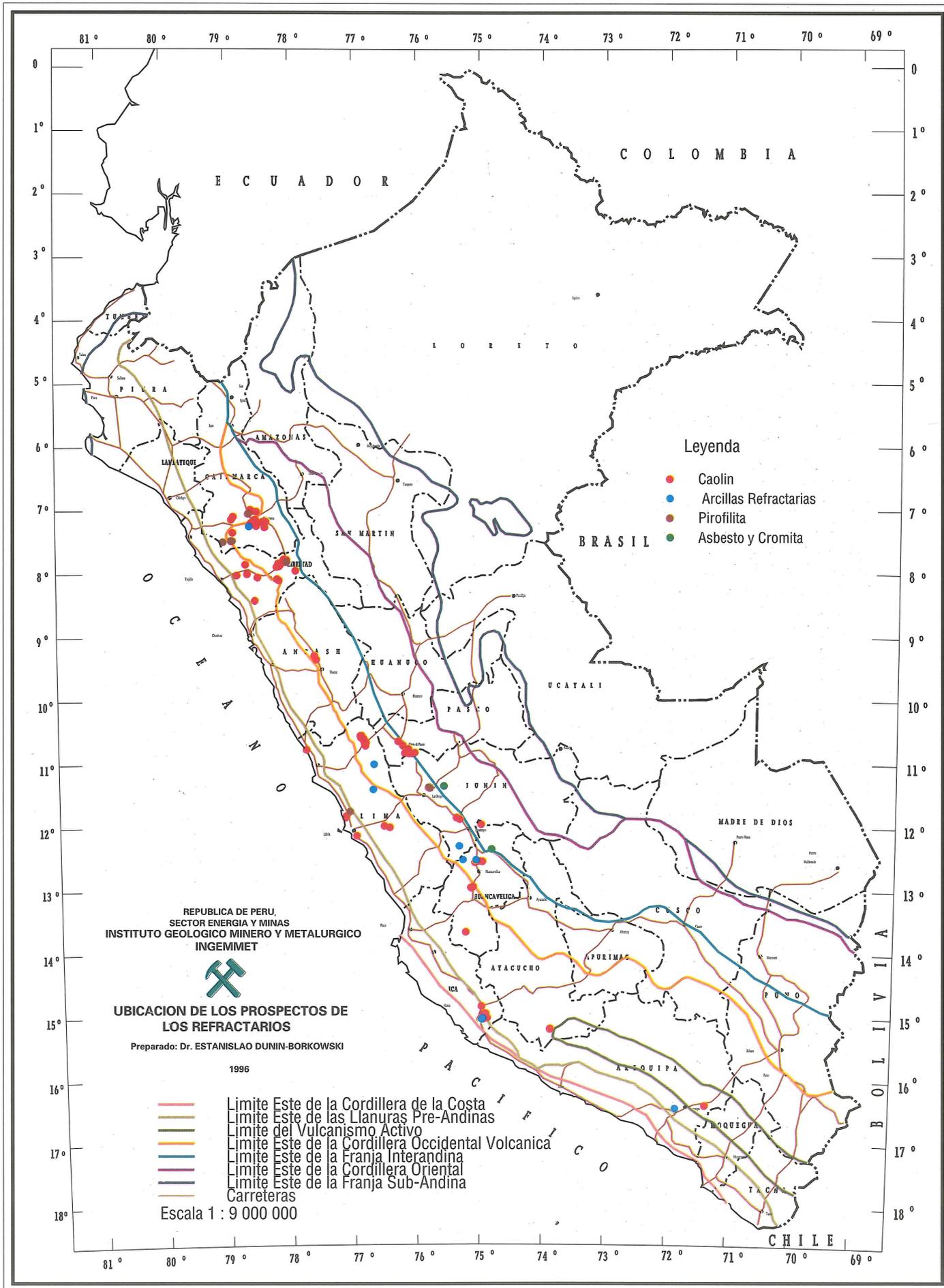
En la Cordillera Occidental, el caolín está frecuentemente vinculado con el vulcanismo cenozoico. Los gases o líquidos provenientes del magma han, por un lado depositado los metales pesados como cobre, oro y zinc y por el otro, lixiviado los volcánicos ácidos. Por eso los depósitos de caolín de origen magmático están próximos a yacimientos metálicos.

Un ejemplo de tal lixiviación de volcánicos ácidos por gases residuales magmáticos, presenta el yacimiento PROVIDENCIA ubicado cerca del pórfido de cobre Michiquillay y del disemi-

nado de oro Yanacocha, en el departamento de Cajamarca. El caolín blanco de este yacimiento contiene 63% de caolinita aumentado su proporción a 75% en la fracción con $<2\mu$, lo que indica que podría ser concentrado. La alteración continúa en profundidad y su potencial tiene el orden de magnitud de cientos de miles a millones de toneladas. El problema del caolín de Providencia, que se formó a muy altas temperaturas, es la presencia en algunos sectores de impurezas como cristobalita u óxidos de hierro. Las rocas alteradas parecen ser en este depósito, dacitas Porculla de los volcánicos terciarios Calipuy. La explotación es selectiva a tajo abierto.

Los depósitos de caolín de este tipo, son bastante irregulares, siendo la lixiviación incompleta o variando su intensidad de un lugar a otro. Tales depósitos se reportó en los departamentos de Ica, La Libertad, Cajamarca, etc. Cerca de Cajamarca los volcánicos más lixiviados tienen colores blancos y los menos alterados, una coloración gris, rojiza, marrón o multicolor. La lixiviación intensa se presenta cerca de las fracturas, encontrándose bloques inalterados o menos alterados en medio del yacimiento. Económicamente menos importantes, están los caolines hidrotermales asociados con alunita que se explotan como material para tallar esculturas.

Los caolines y arcillas refractarias con origen residual o sedimentario se presentan principalmente en la Franja Interandina. La lixiviación más completa, se presenta en los suelos formados en un clima húmedo y cálido sobre los cuales creció una vegetación intensa. Por esto, las arcillas caoliníticas más puras se presentan frecuentemente debajo de los mantos de carbón. Tal am-



REPUBLICA DE PERU,
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET



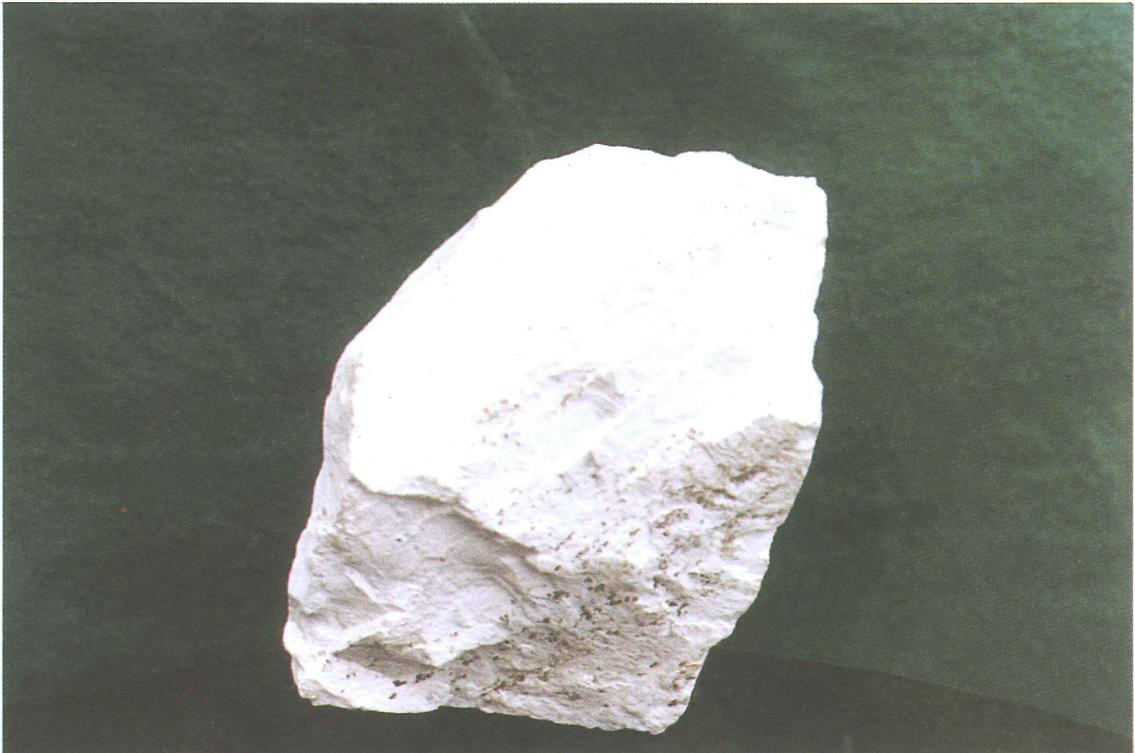
**UBICACION DE LOS PROSPECTOS DE
LOS REFRACTARIOS**

Preparado: Dr. ESTANISLAO DUNIN-BORKOWSKI

1996

- Limite Este de la Cordillera de la Costa
- Limite Este de las Llanuras Pre-Andinas
- Limite del Vulcanismo Activo
- Limite Este de la Cordillera Occidental Volcanica
- Limite Este de la Franja Interandina
- Limite Este de la Cordillera Oriental
- Limite Este de la Franja Sub-Andina
- Carreteras

Escala 1 : 9 000 000



MINERAL : Caolín
PROCEDENCIA : Tarma)
CORTESIA : UNI



Utilización de Arcilla Refractaria en la fundición de Balanzas
FABRICA DE BALANZAS - DISTRITO LA ESPERANZA - TRUJILLO

Caolines del Grupo Goyllarisquizga en el Norte del Perú

Nombre o Granulometría	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	F ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
Coalines de la Provincia de Huamachuco						
Las Bateas	49.62%	1.66%	34.24%	0.42%	0.04%	1.00%
Angollaco	47.17%	1.49%	36.26%	0.45%	0.00%	1.16%
μ=73,8%	44.94%	1.37%	37.67%	0.51%	0.00%	1.31%
2μ-20μ=25,1%	49.13%	2.22%	34.37%	0.40%	0.05%	0.74%
20μ-63 = 0,7%	78.11%	0.76%	13.32%	0.20%	0.33%	0.24%
Cahuadán-1	53.19%	1.65%	30.58%	1.23%	0.13%	0.66%
Cahuadán-2	61.47%	1.40%	25.28%	0.77%	0.03%	1.33%
Cahuadán-2 sel.	62.50%	1.37%	24.25%	0.67%	0.01%	1.37%
Cambulay	53.31%	1.63%	30.18%	1.03%	0.05%	1.25%
Alizar	58.05%	1.27%	26.15%	1.15%	0.03%	3.76%
Shangagash	58.98%	1.37%	26.68%	0.79%	0.02%	2.30%
Sayopampa	72.21%	1.24%	17.13%	0.46%	0.01%	2.68%
Arcillas Caolínificas de la Provincia de Cajamarca						
Huayllapampa	62.08%	1.17%	22.09%	2.34%	0.60%	3.12%
Suluscocha Baja	71.19%	1.16%	16.72%	1.08%	0.68%	3.39%
C° Carga-Cerpac	56.42%	1.30%	27.53%	1.69%	0.01%	2.13%
C° Papelillo-S	64.05%	1.18%	20.41%	0.68%	0.05%	1.80%
Análisis Granulométricos						
Nombre	< 2μ	2μ-6.3μ	6.3μ - 20μ	20μ - 63μ	63μ	Media Geométrica
Coalines de la Provincia de Huamachuco						
C° Alizar	69.2%	17.7%	11.7%	1.1%	0.3%	1.9μ±0.38μ
Las Bateas	73.8%	18.4%	6.7%	0.7%	0.5%	1.7μ±0.34μ
Cahuadán-1	59.8%	16.6%	14.3%	8.1%	1.2%	2.6μ±0.52μ
Cahuadán-2	67.0%	12.0%	10.2%	9.3%	1.5%	2.4μ±0.53μ
Cahuadán-2 s,	61.5%	14.7%	9.8%	12.0%	2.0%	2.8μ±0.57μ
Angollaco	76.1%	14.5%	5.4%	3.7%	0.3%	1.7μ±0.34μ
Shangagash	64.2%	14.0%	8.9%	11.9%	1.1%	2.6μ±0.55μ
Sayopampa	29.5%	13.8%	19.7%	32.7%	4.3%	7.8μ±0.65μ
Cambulay	56.0%	16.9%	18.5%	8.2%	0.4%	2.8μ±0.53μ
Arcillas Coalínificas de la Provincia de Cajamarca						
Huayllapampa	58.9%	18.4%	14.3%	7.4%	1.0%	2.6μ±0.51μ
Suluscocha B,	39.8%	11.2%	13.9%	32.5%	2.5%	6.0μ±0.67μ
C° Carga Cerpac	71.4%	18.1%	8.5%	1.6%	0.5%	1.8μ±0.37μ
C° Papelillo-S	38.3%	16.6%	21.3%	21.6%	2.3%	5.2μ±0.62μ

Copilado de Bosse et al. 1989

biente se presentó en el Perú en el substrato de las áreas pantanosas durante el Cretáceo inferior. Depósitos cretáceos de arcillas refractarias en el piso de los mantos de carbón ya extraídos, se explotan en el departamento de Junín. En el sur de la Cordillera Occidental también se presentan arcillas refractarias en el piso de mantos del carbón, donde los volcánicos fueron erosionados.

Las arcillas refractarias se presentan también en el Cretáceo inferior, fuera de áreas pantanosas, por ejemplo en la Formación Carhuaz al Este

de Cajamarca. El contenido de caolín en estas arcillas es, sin embargo, relativamente bajo.

Los caolines en tierras emergidas pueden ser erosionados, transportados y depositados. Cerca de Huamachuco en el departamento de La Libertad existen numerosos mantos de caolines redepositados en la formación cretácea Chimú. Los caolines consisten de una mezcla de caolinitas y cuarzo con muy pocas impurezas que sin embargo logran colorear algunos mantos en toda su longitud. La impureza principal es anatasa (óxido de titanio). El

contenido de aluminio en la mayoría de los caolines es superior a 25% alcanzando en algunos a 36%. Las fracciones de la muestra con granulometría $< 2\mu$ pueden contener más de 37% de aluminio lo que indica que la caolinita puede ser concentrada.

El caolín se presenta en varios mantos paralelos con grosores que pueden alcanzar 35 metros y extensiones de varios kilómetros. Dichos mantos son explotados por los pequeños mineros que extraen sólo el caolín blanco de los mantos con grosores mayores de un metro. La explotación es por "medias barretas" que se derrumban en la época de lluvias, abriéndose nuevas en el año siguiente.

Con los métodos de explotación utilizados, las reservas de cada uno de los prospectos son pequeñas. El potencial total del distrito de Huamachuco debe ser considerable y puede tener el orden de magnitud de millones de toneladas.

Usos de los caolines

El caolín se utiliza en el Perú en la fabricación de los refractarios, cerámica y abrasivos empleándose una cierta cantidad como relleno en la fabricación de papel. Para los productos más elaborados se prefiere usar el caolín importado.

El alto contenido de aluminio y la falta de álcalis aumenta la temperatura de fusión, lo que permite usar el caolín junto con pirofilita en la industria de refractarios.

Los caolines como la mayoría de las arcillas son plásticas cuando son húmedas y pueden adquirir la forma que mantienen después de disecarse. Aprovechando esta propiedad se utilizan para elaborar productos cerámicos. El contenido de algunos minerales no arcillosos puede ser muy dañino al utilizar las arcillas para la cerámica. Así, por ejemplo, la tridimita y cristobalita que a veces acompañan las arcillas derivadas de las rocas volcánicas, son inestables y al ser calentadas se convierten en cuarzo que es mineral isoquímico pero más denso. Este cambio mineralógico es acompañado por la reducción del volumen y deforma a los objetos cerámicos durante su "quema". El caolín también se contrae ligeramente lo que debe tomarse en cuenta en la fabricación de refractarios.

Para la cerámica y otros usos del caolín, muy importante es el color, que es relacionado con la presencia de impurezas colorantes. Así por ejemplo, el hierro de las limonitas puede colorear los caolines con tonos amarillos o rojizos, la presencia de minerales de manganeso da una coloración oscura, etc. Los caolines blancos son los más cotizados y sirven para elaborar porcelana, fabricación de barnices y pinturas, y como relleno en la industria del papel al cual confieren suavidad. Para este último uso, es importante la reflectancia. Los caolines se emplean también como relleno en varios productos como por ejemplo caucho. Como el caolín es el último producto de alteración, es químicamente inerte lo que también es muy importante.

MATERIAS PRIMAS PARA CERAMICA Y VIDRIO

Algunas sustancias no metálicas desagregadas, se cohesionan cuando son calentadas por encima de 468.3 °C formando productos cerámicos. Dichos productos son generalmente compuestos por silicatos y sus propiedades varían de acuerdo con su composición química, estado original de las materias primas y tratamiento que éstas recibieron.

La sílice y algunos silicatos pueden fundirse y formar vidrios. La alúmina en los productos cerámicos les da durabilidad, dureza y cohesión pero reduce la tendencia a formar vidrios. Los álcalis, calcio y fierro bajan la temperatura de fusión.

Para la cerámica se usa principalmente silicatos de aluminio. Muy importante para la industria cerámica es la plasticidad, la blancura y la ausencia de impurezas. La plasticidad de las arcillas permite formar los objetos antes de colocarlos en el horno. La falta de color propio permite elaborar cerámica blan-

ca que es más valiosa o darles el color deseado agregándole determinados compuestos. Algunas impurezas confieren el color a los productos cerámicos, que puede variar de acuerdo con la temperatura y atmósfera reinante en el horno. Las impurezas afectan el proceso productivo durante todas las etapas.

Para elaboración de refractarios, la temperatura de fusión del producto debe ser alta. Por lo contrario para fabricar cerámica y vidrio, conviene tener materia prima con baja temperatura de fusión. La presencia de álcalis y de fluor baja dicha temperatura. Los feldespatos y especialmente los feldespatoides, tienen mayor contenido de álcalis que las arcillas y por esto se utilizan preferentemente para varios productos cerámicos y del vidrio. Para bajar la temperatura de fusión, se puede agregar fluorita o sales ricas en álcalis como por ejemplo carbonato de sodio.

Pirofilitas del Cerro del Toro Provincia Sánchez Carrión - Departamento de La Libertad Análisis Químicos Fluoroscópicos

Variedad y Fracción	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	
Pirofilitas del Cerro del Toro (A11)							
Pirofil. Blanca	total	75.97%	0.72%	18.55%	0.06%	0.19%	0.03%
	2μ	64.40%	0.13%	28.44%	0.09%	0.22%	0.05%
	2μ-20μ	83.61%	0.78%	11.98%	0.03%	0.18%	0.03%
	20-65μ	66.13%	1.18%	26.08%	0.04%	0.08%	0.07%
Pirof. Amarilla	total	72.82%	0.73%	20.86%	0.22%	0.13%	0.04%
	2μ	63.92%	0.09%	26.87%	0.60%	0.30%	0.07%
	2μ-20μ	84.47%	0.92%	11.34%	0.13%	0.06%	0.04%
	20μ-65μ	63.64%	1.23%	27.65%	0.16%	0.19%	0.04%
Lava Pirofil.	total	76.32%	0.57%	18.60%	0.06%	0.23%	0.05%

Análisis Granulométrico de Pirofilitas del Cerro del Toro

Variedad	<2μ	2μ-	6,5μ	20μ	63μ	Media Geométrica
Pirofilita Blanca	29.7%	28.7%	29.9%	9.3%	2.4%	4.8μ
Pirofilita Amarilla	23.6%	22.4%	26.1%	16.8%	11.0%	7.8μ

Copiado de Bosse et al. 1989

PIROFILITA

Las pirofilitas son filosilicatos similares a las arcillas y particularmente a caolines en su red cristalina, composición y usos. Dicho mineral se forma, sin embargo a más altas temperaturas y su génesis está vinculada al magmatismo o a las soluciones hidrotermales que proporcionan el calor necesario. Las arcillas ricas en aluminio al ser calentadas reaccionan con cuarzo y se convierten en pirofilitas. La fórmula de la pirofilita es $Al_4(OH)_4[Si_8O_{20}]$ y la composición química: $Al_2O_3 = 28.35\%$, $SiO_2 = 66.65\%$, $H_2O=5\%$. La red cristalina de las pirofilitas es parecida a las montmorillonitas.

El principal uso de las pirofilitas es en la fabricación de refractarios. La pirofilita es estable a altas temperaturas y no se deforma. También se la usa en la industria de la cerámica o como relleno en la industria de papel y en la manufactura de caucho. La pirofilita tiene también usos similares como talco y puede emplearse en la fabricación de cosméticos.

El más importante depósito de pirofilita del Perú se encuentra en el Ce-

rro del Toro que se encuentra a pocos kilómetros al Este de Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Se trata al parecer de un cuello volcánico emplazado en los sedimentos de la Cubeta Occidental. El cuerpo de pirofilitas está atravesado por vetas de cuarzo aurífero que se dejaba de lado durante la explotación de pirofilitas. Ahora se explota el yacimiento a tajo abierto por el oro, dejando la pirofilita explotada en las canchas, ya que no existe el mercado para su venta.

Yacimientos de pirofilita se explotan desde hace varios decenios en el distrito de Cascas, provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca. Se trata de un horizonte sedimentario alterado en el límite del Jurásico y Cretáceo. La explotación es artesanal selectiva y extrae las pirofilitas grises dejando las rojas que contienen hasta 6% de Fe_2O_3 y son mucho más abundantes. Las pirofilitas grises aflorantes están casi agotadas.

Pirofilitas del Distrito Cascas-Prov. Contumazá- Dpto. Cajamarca Análisis Granulométrico

Sigla y Lugar	<2 μ	2 μ -6,3 μ	6,3 μ -20, μ	20, μ -63 μ	63 μ -112 μ	112 μ	Media Geométrica
Epenique-2	25.8%	17.4%	29.9%	22.3%	1.3%	0.6%	7,6 μ ±0,76 μ
Epenique-1	31.4%	17.7%	26.8%	20.6%	3.5%	0.0%	6,0 μ ±0,60 μ
C° Colorado	33.4%	12.9%	25.0%	27.6%	1.2%	0.0%	6,3 μ ±0,62 μ

Análisis Químico Fluoroscópico

Muestra	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O
Epenique-2	50.98%	1.13%	29.08%	6.35%	0.17%	0.15%	0.69%
Epenique-1	45.43%	0.90%	27.74%	12.28%	0.56%	0.12%	0.72%
C° Colorado	55.26%	1.14%	30.30%	0.28%	0.30%	0,03%	0.87%

ASBESTO, TALCO Y CROMITA

El asbesto es un material fibroso compuesto por silicatos de magnesio y/o de hierro. Entre los asbestos se puede distinguir los de la familia de serpentinas con crisotilo y los de la familia de anfíboles como crocidolita, amosita, antofilita, tremolita y actinolita. La mayor parte de los asbestos explotados son de la familia de las serpentinas.

Las altas temperaturas no afectan a los asbestos que, por esta razón, se utilizan como aislantes térmicos. Su mala conductibilidad eléctrica, permítelos utilizar también como aislante eléctrico. Los asbestos son también resistentes al ataque químico y se les utiliza en la fabricación de tejidos dependiendo su calidad de la longitud y flexibilidad de las fibra. El asbesto se agrega a cemento o al cartón para mejorar su calidad.

El asbesto y el talco en el Perú, se explotan en la Cordillera Oriental de los departamentos de Junín y Huancavelica. Los depósitos respectivos se deben a la alteración de las rocas de los grupos devoniano Excelsior y permiano Mitu, por el magmatismo tardiherciniano. La información disponible es demasiado escasa para hablar de reservas o potencial de los depósitos. En los promontorios de la Cordillera Occidental y particularmente en el Batolito de la Costa, existen vetas con asbesto anfibólico y piroxénico. Este último parece estar rela-

cionado con las vetas de magnetita y de sulfuros de cobre.

El consumo de asbesto en el Perú es pequeño. En los departamentos de Arequipa y de La Libertad existen fábricas que utilizan el cemento con fibras de asbesto para elaborar tubos y similares. Dicho asbesto se importa del extranjero.

El reducido volumen de los yacimientos accesibles y lo apartado de los posibles yacimientos mayores y el carácter cancerígeno que se le otorga a ésta sustancia, no son alicientes para su explotación.

La cromita es altamente cotizada como mineral metálico e industrial. En la industria se utiliza la cromita como refractario. En el Perú se explotó la cromita residual de manera intermitente, de la alteración de un diapiro serpentizado de la peridotita de Tapo cerca de Tarma, departamento de Junín. La cromita se encontraba originalmente diseminada en este diapiro. Al Sureste del valle del río Tarma y en el departamento de Huánuco existen cuerpos de serpentina, que no han sido explorados por cromita.

A pesar de que el prospecto de Tapo es pequeño, puede resultar un importante indicio para la búsqueda de cromita en la Cordillera Oriental, donde existen varios cuerpos de serpentina virtualmente inexplorados.

FELDESPATOS Y FELDESPATOIDES

Los feldespatos se usan como fundente en la industria del vidrio y cerámica. Muy apropiada para este uso son también los feldespatoideos que son más ricos en álcalis y más pobres en sílice que los feldespatos.

Los feldespatos del Perú se encuentran en las pegmatitas y aplitas de los intrusivos de distinta edad. Numerosas pegmatitas y aplitas con alto contenido de feldespatos están vinculados con el intrusivo herciniano de Balsas. Dicho intrusivo se encuentra en el límite de los departamentos de Cajamarca y Amazonas y está cortado por el río Marañón. Las pegmatitas y aplitas contienen ahí entre 50 y 80% de ortosa, 20 y 30% de plagioclasas y el resto de cuarzo y otros componentes menores; pegmatitas y aplitas

acompañan también a los intrusivos mesozoicos y terciarios de la Cordillera Occidental y franjas colindantes. Los feldespatos se explota también en el distrito de Chilca cerca a Huancayo.

Las pegmatitas de la Cordillera de la Costa son muchas veces pobres en feldespatos pero pueden contener otros minerales útiles como por ejemplo mica. En el departamento de Arequipa cerca a Mollendo existen varias pegmatitas con grandes "folios" de micas. Cerca de Atico las pegmatitas contienen minerales raros.

Los feldespatos y feldespatoideos abundan en las rocas ígneas peralcalinas del ciclo hercínico en Puno. Especial mención merece la sienita nefelínica de Macusani.



MINERAL : Feldespato con Mica
 PROCEDENCIA : Quilca - Arequipa
 CORTESIA : UNI

CUARZO CRISTALIZADO

En muchos depósitos metálicos y algunos no metálicos del Perú abundan cristales de cuarzo que podrían ser utilizados en telecomunicaciones, electrónica, instrumentos y aditamentos ópticos, etc. Para estos usos, sin embargo, los cristales no deben tener defectos como burbujas, inclusiones, fracturas, maclas y hasta imperfecciones en la red cristalina, ni contener impurezas. Cristales que cumplen con todos los requisitos indicados, es muy di-

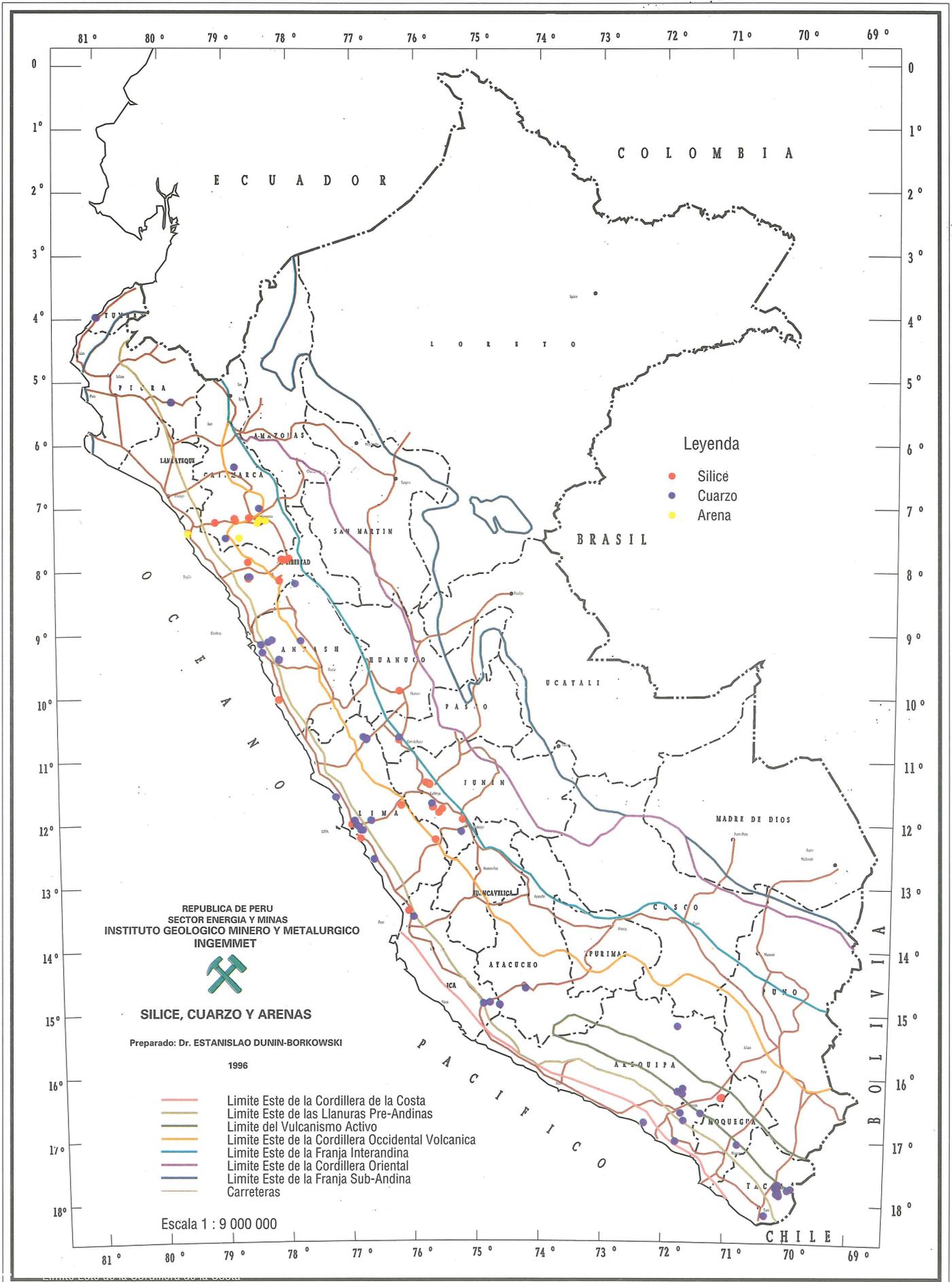
fícil encontrar en la naturaleza y, la determinación de sus partes utilizables es una tarea difícil y morosa. Por esto, se pasó a la preparación sintética de los cristales, utilizando como materia prima cristales naturales fundidos. Como de primera calidad se considera la sílice de las caras de pirámide, siendo menos cotizada, la de prisma. La fusión se realiza gradualmente tratando de obtener la sílice que se depositó simultáneamente en el cristal.

MINERAL:
Cristales de Cuarzo

PROCEDENCIA:
Quiuvilca - Trujillo

CORTESIA:
INGEMMET







MINERAL : Cuarzo Piramidal
 PROCEDENCIA : Parinacocha - Ayacucho
 CORTESIA : UNI



MINERAL : Cuarzo - Pasto Bueno
 PROCEDENCIA : Pataz - La Libertad
 CORTESIA : UNI

ARENAS CUARZOSAS Y SILICE

Las arenas consisten principalmente de cuarzo que es un mineral compuesto de óxido de silicio, duro con alto punto de fusión, transparente e incoloro cuando es puro. Debido a su alto contenido de cuarzo, las arenas son la fuente principal de sílice para varios productos industriales como por ejemplo cemento o vidrio. La sílice se emplea para la elaboración de los refractarios. Las arenas cuarzosas se utiliza directamente como abrasivo o para elaborar carburo de silicio que es un abrasivo de más alta calidad.

Muy importante para muchos usos industriales de sílice, es su pureza. De la sílice pura, se elabora el silicato de sodio que se utiliza en la industria del jabón y química. La presencia aún pequeña de otros elementos cambia las características y usos industriales del material silíceo. Así por ejemplo, de las arenas cuarzosas puras se puede elaborar el vidrio blanco que es más valioso, mientras que contenidos aún pequeños de óxido de fierro, permiten sólo elaborar el vidrio de color, por ejemplo para las botellas. De la misma manera, la presencia de aluminio vuelve viscoso el vidrio fundido.

Para algunos usos, no se necesita arenas cuarzosas puras. Así por ejemplo, en la industria del cemento las arenas pueden contener aluminio, fierro y álcalis siempre y cuando puedan ser incorporados en el clinker respetando las proporciones químicas convenientes. La industria de la construcción, es el mayor usuario de las arenas impuras y exige sólo su clasificación previa.

Para la industria, interesan principalmente las arenas poco consolidadas. El uso industrial de cuarcitas con cemento silíceo está limitado por que son compactas y duras. La granulometría y hasta la forma de granos, influye sobre los procesos industriales y su costo. Las are-

nas finas y/o angulosas se funden con mayor facilidad que las redondeadas y gruesas, y por esto se las prefiere en la industria del vidrio. Por la misma razón, las arenas redondeadas son más apropiadas para fabricar los moldes.

Las Arenas Cuarzosas en el Perú

En el Perú durante el Cretáceo inferior se produjo una depositación masiva de arenas cuarzosas y en su mayor parte puras. Dichas arenas abundan en la cubeta oriental del Geosinclinal Andino, pero no pueden aprovecharse industrialmente por lo apartado de su ubicación geográfica. La mayor parte de las arenas cuarzosas en la cubeta occidental recibieron durante la diagénesis, el cemento cuarzoso y se convirtieron en cuarcitas.

La conversión a cuarcitas, a pesar de ser predominante, no fue total y algunas formaciones contienen localmente areniscas con cemento calcáreo. Este cemento, fue lixiviado cuando las areniscas fueron expuestas en la superficie y, de su descomposición se formaron arenas cuarzosas puras que eventualmente se está explotando. Tales arenas se encuentran al pie de los cerros con areniscas descompuestas como por ejemplo de Callacpoma y Chamish en los departamentos de Cajamarca y La Libertad respectivamente.

Las arenas cuarzosas derivadas de la descomposición de areniscas cretáceas fueron removilizadas durante el Mioceno y Plioceno y depositadas en las lagunas de la depresión interandina, donde pueden alcanzar una gran pureza. Durante el transporte estas arenas, mejoraron la clasificación y aumentaron la redondez de los granos, llegando sólo al lago, los de menor tamaño. Tales arenas muy puras y bien clasificadas, se explotan en Huacamayo cerca de Cajamarca.

Arenas Cuarzosas Puras del Norte del Perú

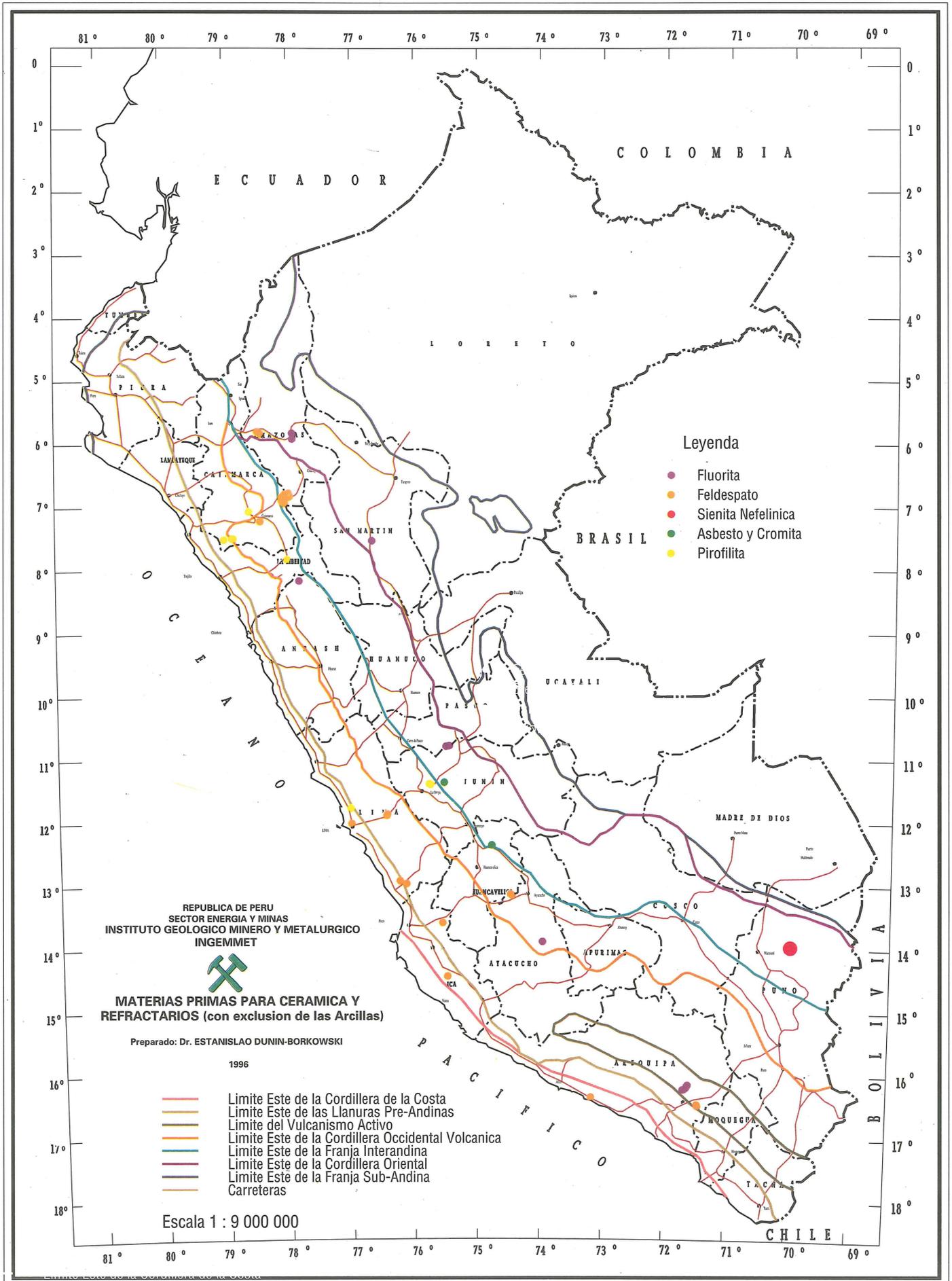
Análisis Químico Fluorosópico

Procedencia y Fracción Granular		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O
Descomposición de Areniscas Cretáceas Farrat							
C° Chamis -	total	97.86%	0.06%	0.66%	0.00%	0.14%	0.05%
"	125μ500μ	97.85%	0.06%	0.87%	0.00%	0.09%	0.06%
"	63μ1000μ	98.14%	0.05%	0.59%	0.00%	0.09%	0.04%
C° Callacpoma -	total	98.46%	0.04%	0.31%	0.00%	0.09%	0.04%
"	125μ500μ	98.46%	0.03%	0.47%	0.01%	0.00%	0.07%
"	63μ1000μ	98.27%					
	0.05%	0.56%	0.02%	0.17%	0.08%		
Arenas Cuarzosas Terciarias Puras de la Formación Cajabamba							
Huacamayo -	total	98.61%	0.05%	0.26%	0.00%	0.06%	0.02%
"	125μ500μ	98.53%	0.05%	0.27%	0.01%	0.05%	0.02%
"	163μ1000μ	98.75%	0.05%	0.26%	0.00%	0.00%	0.02%

Análisis Granulométricos

Granulometría	C° Chamish Prov. Huamachuco	C° Callacpoma Prov. Cajamarca	Huacamayo Prov. Cajamarca
63μ	2.3%	4.7%	0.3%
6.3μ-112μ	3.3%	4.8%	2.1%
112μ200μ	10.5%	8.3%	30.8%
200μ356μ	24.2%	29.4%	52.9%
356μ632μ	43.5%	37.6%	11.9%
632μ1120μ	10.9%	9.9%	1.0%
120μ2000μ	3.5%	4.0%	0.5%
2000μ6320vm	1.7%	1.2%	0.0%
Media Geomtr.	370.8μ	334.6μ	234.0μ
Desv. Standart	±.33μ	±.36μ	±.020μ

Compilado de Bosse et al. 1989



Leyenda

- Fluorita
- Feldespato
- Sienita Nefelinica
- Asbesto y Cromita
- Pirofilita

REPUBLICA DE PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET



MATERIAS PRIMAS PARA CERAMICA Y REFRACTARIOS (con exclusion de las Arcillas)

Preparado: Dr. ESTANISLAO DUNIN-BORKOWSKI

1996

- Limite Este de la Cordillera de la Costa
- Limite Este de las Llanuras Pre-Andinas
- Limite del Vulcanismo Activo
- Limite Este de la Cordillera Occidental Volcanica
- Limite Este de la Franja Interandina
- Limite Este de la Cordillera Oriental
- Limite Este de la Franja Sub-Andina
- Carreteras

Escala 1 : 9 000 000



MINERAL : Cristales de Fluorita
PROCEDENCIA : Lircay - Abancay
CORTESIA : INGEMMET



MINERAL : Fluorita
PROCEDENCIA : Huanzala - Huánuco
CORTESIA : UNI

FLUORITA Y ACIDO FLUORHIDRICO

De la fluorita se elabora el ácido fluorhídrico a base del cual se preparan compuestos químicos que contienen fluor. Dicho elemento se utiliza en muchas industrias como por ejemplo, fundente en la industria de acero, obtención de uranio, metalúrgia de aluminio, fundiciones, cerámica, vidrio, soldaduras especiales, emalías y otros. Un uso especial de los cristales de fluorita es el de la preparación de lentes con mínima dispersión de la luz.

En el Perú la fluorita es relativamente escasa y al parecer vinculada con el magmatismo andino. La fluorita se encontró en varias franjas incluyendo a la Subandina y en la Cordillera Oriental. Se reportan varias explotaciones de fluorita que sin embargo son muy pequeñas.

En algunas minas, la fluorita acompaña como ganga la mineralización metálica como por ejemplo junto

con el cuarzo cristalizado en las vetas de tungsteno cerca del límite de los departamentos de Ancash y de La Libertad y las de plomo y zinc en el departamento de Ayacucho. La fluorita se presenta también en vetas donde está acompañada por calcita.

El ácido fluorhídrico podría producirse en el Perú como el subproducto del tratamiento de fosfatos para elaborar los abonos. El mineral principal de roca fosfatada es la apatita que contiene fluor en su composición. Al tratar los fosfatos, con ácido sulfúrico para producir los superfosfatos, el fluor se libera y constituye un peligroso contaminante para el medio ambiente. Por esto, varias empresas productoras de abonos fosfatados se decidieron recuperar el fluor para elaborar el ácido fluorhídrico.

BARITINA

La baritina es el sulfato de bario y el principal mineral de este elemento. La propiedad tecnológicamente más importante de la baritina, es su alto peso específico. También muy importante es su alta resistencia a los ataques químicos. La baritina es blanca cuando es pura.

El mayor uso de la baritina es la preparación de los lodos pesados para las perforaciones petroleras, que aprovecha su alta densidad. Para este uso, la baritina puede tener cualquier color pero no debe contener materiales que contaminen el lodo. La densidad de la baritina se aprovecha también para la construcción de escudos contra las radiaciones en los reactores atómicos. También se agrega baritina a diversos materiales para aumentar su peso específico.

Para muchos usos, la baritina debe ser pura, teniendo la de color blanco un precio mayor. La baritina pura se usa como materia prima para obtención de bario y elaboración de cristal de vidrio. La baritina blanca se emplea también, aprovechando siempre su densidad, como relleno del papel de primera calidad. La resistencia a los agentes químicos permite utilizar la baritina mezclada con sulfuro de zinc como un recubrimiento blanco protector denominado litopón.

Yacimientos peruanos

La baritina en el Perú, tiene generalmente origen hidrotermal y está muchas veces asociada con sulfuros metálicos. En la Cordillera Occidental estos yacimientos pueden ser mesozoicos o terciarios. De la edad mesozoica, se tienen las exhalaciones submarinas con baritina en el geosinclinal andino o vetas en los volcánicos andesíticos. Dichos yacimientos pueden encontrarse en varias formaciones del

Eugeosinclinal Andino. A este tipo pertenecen varios depósitos menores o inexplorados a lo largo de las pendientes occidentales de los Andes.

El yacimiento ahora semi-agotado de baritina que se explotó en mayor escala es de Cocachacra en el valle del Rímac cerca de Lima. Dicho depósito es exhalativo-submarino y está vinculado con el vulcanismo albiano de la Formación Casma. Con dicha formación, están asociados varios depósitos de baritina con la misma génesis en los departamentos de Lima y Ancash. Es muy probable que la baritina del yacimiento residual de Jicamarca que se explota intermitentemente cerca de Lima, proviene de la destrucción de un depósito similar a Cocachacra.

Las vetas con baritina cruzan en varios lugares a los volcánicos mesozoicos de las pendientes occidentales de los Andes en los departamentos de La Libertad, Lambayeque (Formación Oyotún del Jurásico inferior) y Piura (formación tardi-cretácica Lancones). Dichas vetas, igualmente como los yacimientos exhalativo-submarinos, provienen de la actividad volcánica en el eugeosinclinal andino.

En los contactos de intrusivos félicos del Batolito de la Costa existen también varios cuerpos de baritina que desafortunadamente carecen de mayor interés económico.

En la franja de la Cordillera Occidental se presentan también varios yacimientos de baritina, vinculados con el magmatismo terciario e intrusivos que lo están acompañando. De edad terciaria es el yacimiento Reducida en la provincia y departamento de Huanavelica y la baritina del distrito de San Felipe en el departamento de Cajamarca.

Los depósitos de baritina del distrito San Felipe están asociados con

los de plomo y zinc y vinculados con intrusivos terciarios alineados a lo largo de la falla regional Salique que tiene el rumbo aproximado Norte-Sur. Las reservas en los prospectos explotados, como por ejemplo Puquijirca tienen el orden de magnitud de una decena de miles de toneladas, pero el potencial debe ser mucho mayor. La baritina se presenta en vetas de aproximadamente un metro de grosor o en lentes dentro de intrusivos y rocas en los cuales estos intrusivos se emplazaron. Las leyes de $BaSO_4$ están entre 60 y 85%. La baritina está acompañada por óxidos de hierro.

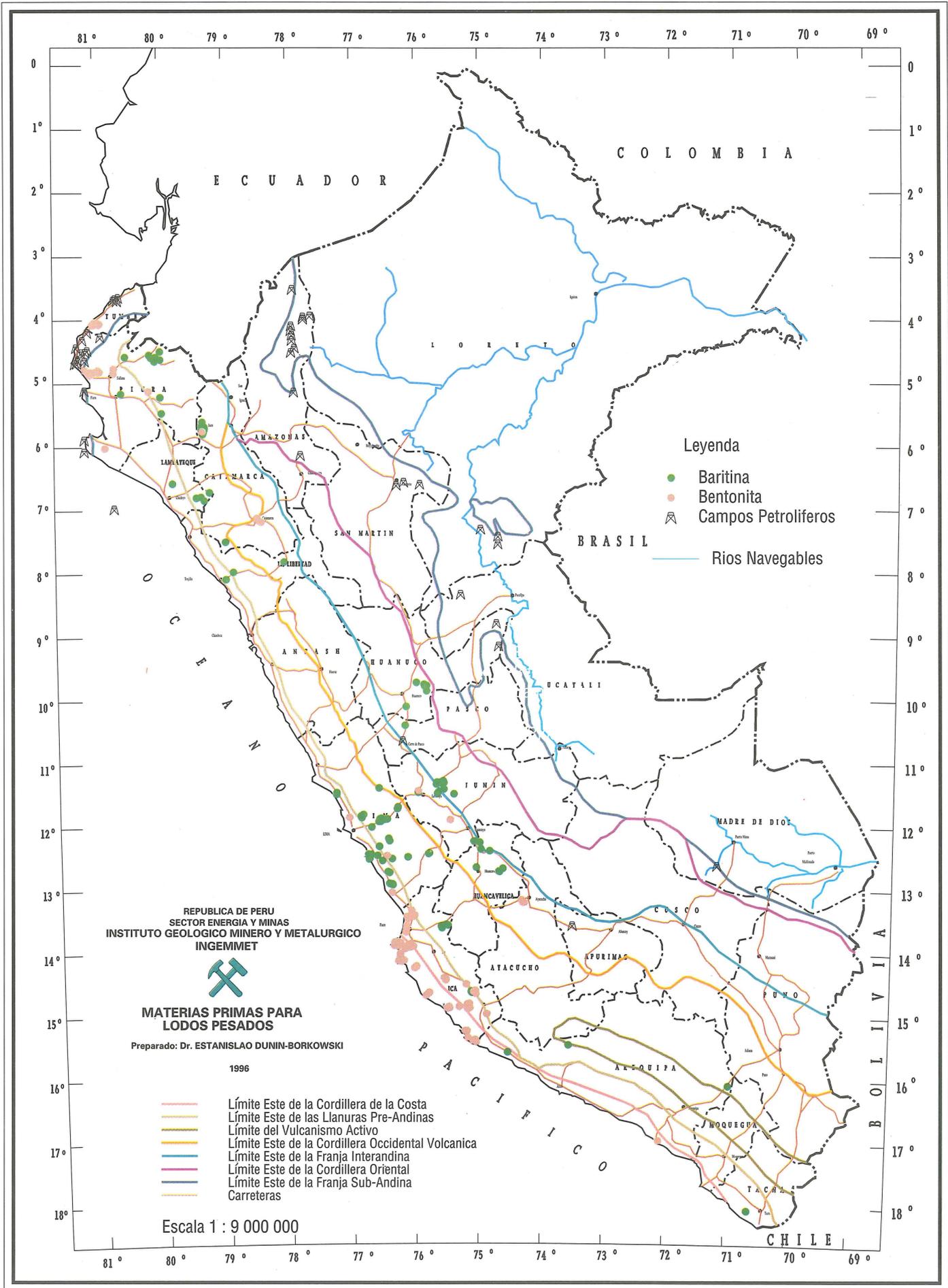
Baritina en la Franja Interandina, se presenta como ganga en los mantos estratoligados de plomo-zinc del Grupo Pucará. Depósitos de baritina con génesis desconocida existen también en la Cordillera Oriental.

Características de los lodos pesados

La industria del petróleo necesita, para hacer pozos profundos, un líquido de perforación con peso específico similar como el de las rocas perforadas. Para obtener tal densidad, se prepara una pulpa o lodo con partículas de baritina y bentonita en suspensión. La baritina aumenta el peso específico y la bentonita incrementa la viscosidad de la pulpa, que impide el asentamiento de las partículas y genera una capa impermeable sobre las paredes del pozo. Esta capa protege las paredes contra los derrumbes y disminuye las fugas del agua. El lodo así preparado, se inyecta al fondo del pozo por la tubería de perforación donde refrigera la broca y regresando a la superficie y arrastrando los desechos. Teniendo la pulpa un gran peso específico contraresta la presión de rocas perforadas sobre las paredes del pozo.



MINERAL : Baritina como ganga
 PROCEDENCIA : Huanzalá - Huánuco
 CORTESIA : Huánuco



REPUBLICA DE PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET



**MATERIAS PRIMAS PARA
LADOS PESADOS**

Preparado: Dr. ESTANISLAO DUNIN-BORKOWSKI
1996

- Límite Este de la Cordillera de la Costa
- Límite Este de las Llanuras Pre-Andinas
- Límite del Vulcanismo Activo
- Límite Este de la Cordillera Occidental Volcanica
- Límite Este de la Franja Interandina
- Límite Este de la Cordillera Oriental
- Límite Este de la Franja Sub-Andina
- Carreteras

Escala 1 : 9 000 000

Leyenda

- Baritina
- Bentonita
- Campos Petroliferos
- Rios Navegables



MINERAL : Baritina
PROCEDENCIA : Huancavelica
CORTESIA : UNI



MINERAL : Baritina como Ganga
PROCEDENCIA : Huancavelica - Huánuco
CORTESIA : UNI

DIATOMITA

Diatomita es una roca formada en su mayor parte por caparazones de plantas unicelulares llamadas diatomeas con dimensiones microscópicas por lo cual se percola el agua. Estas plantas aparecieron durante la transición del Cretáceo al Terciario y pueden formar colonias en agua dulce o salobre de acuerdo con su especie. Las caparazones están formadas por sílice amorfa (ópalo) casi pura y tienen numerosos agujeros, ordenados de distinta manera en cada especie.

La roca formada por estos caparazones es extremadamente porosa, mala conductora de calor y electricidad, químicamente inerte, cuando seca muy liviana, capaz de absorber y retener gran cantidad de líquidos con los cuales tiene grandes superficies de contacto. La dureza de la diatomita pura está entre 1.0 y 1.5 de la escala de Mohs.

Las propiedades apreciadas en las diatomitas son el bajo peso específico y alto contenido de sílice amorfa. Las diatomitas se utilizan para filtros, material de relleno, aislantes y abrasivos suaves. La calidad de la diatomita comercial mejora con la proporción de las caparazones de diatomeas en su masa que no debe bajar de 90% en las de buena calidad. Las diatomitas pueden tener varios usos como por ejemplo de abrasivos suaves, aislantes térmicos etc. La naturaleza del material acompañante a las diatomeas es también muy importante. Así por ejemplo, la presencia de pocos granos de gran dureza descarta el uso de las diatomitas como abrasivo suave.

El mayor valor que tienen las diatomitas es cuando son utilizadas para los filtros. El poder filtrante depende de muchos factores siendo la estructura muy importante. Las diatomitas de la mejor calidad se utilizan para el fil-

trado de líquidos y de preferencia deben tener caparazones enteros. Las diatomitas, aún con pequeñas cantidades de arcillas no pueden usarse como filtrantes.

Las diatomitas mezcladas con material contaminante, que puede ser detrítico, calcáreo, o piroclástico constituyen materia prima de segunda, aún cuando caparazones de diatomeas conformen su principal componente.

Distribución, geología y calidades de diatomitas peruanas

El Perú es un país muy rico en diatomitas. La abundancia extraordinaria de diatomitas en el Perú está, al parecer, vinculada con la intensa actividad hidrotermal durante el Terciario y principios del Cuaternario, que aportó la sílice para las caparazones de diatomeas.

Las rocas ricas en diatomeas marinas abundan en los departamentos de Ica, Piura y Tumbes donde la Costa estuvo sumergida durante el Terciario, repetidas veces, por el mar. Las diatomeas en la Costa comenzaron a depositarse en el Eoceno Tardío. Durante el Mioceno, los sedimentos constituídos principalmente por caparazones de diatomeas alcanzaron en los departamentos mencionados, grosores de algunos cientos de metros. Así por ejemplo, los grosores de tales rocas en la formación Pisco del norte del departamento de Ica se acercan a 300 mts. Las rocas con diatomeas son generalmente mezcladas con material arcilloso que le resta el valor como filtrante. Sin embargo entre las diatomitas impuras existen capas bastante puras. La depositación de las diatomitas en la Costa durante el Mioceno está íntimamente vinculada con

la de fosfatos. La densidad de diatomitas es ahí 1.10 gr/cm^3 .

Las diatomeas depositadas en la Sierra son lacustres mio-pliocénicos y generalmente más puras que en la Costa. Sus cuencas de depositación son los lagos en los cuales se han depositado. Sus grosores son más reducidos que de las rocas con la misma composición en la Costa. Diatomitas impuras o rocas con diatomeas lacustres se conoce en los departamentos de Cajamarca, Ancash, Junín, Ayacucho, Cuzco, Arequipa, etc.

El depósito de diatomitas de Tarucani en el departamento de Arequipa, es un ejemplo de un yacimiento en la Sierra. La cuenca respectiva alberga un potencial de unos 50'000,000 TM. La composición de dicha diatomita es: $\text{SiO}_2=69.2\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=5.2\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=2.2\%$, $\text{CaO}=4.68\%$, $\text{MgO}=6.5\%$, $\text{K}_2\text{O}=1.04\%$, $\text{Na}_2\text{O}=1.18\%$, $\text{TiO}_2=0.34\%$, $\text{PPI}=1.30$. Cerca de Arequipa se explota también las diatomitas en Polobaya. Las diatomita en la Formación Ayacucho tienen 85% a 98% de ópalo (SiO_2 amorfo).

FOSFATOS

Casi todos los fosfatos en el mundo se utilizan como fertilizantes. El fósforo es un elemento esencial para la vida vegetal, animal y humana y su reposición en los suelos es esencial para su fertilidad.

Los fosfatos del Perú

Los fosfatos se conocen en la Costa y en la Sierra, y en el zócalo continental del Perú. Los fosfatos de la llanura pre-andina son de edad miocénica y acompañan las diatomitas. Estos fosfatos provienen de los abundantes restos orgánicos semi-oxidados. La vida en el mar miocénico frente a la Costa peruana, igualmente como ahora, fue abundante. Dicha abundancia se debe al ascenso del agua rica en oxígeno y nutrientes en un área con insolación intensa. Actualmente, como en el Mioceno, se forman depósitos de fosfatos frente a las Costas del Perú y Chile.

Los depósitos miocénicos de fosfatos en la Costa, están interestratificados entre diatomitas impuras y se presentan en los departamentos de Ica y Piura. En el departamento de Ica se han encontrado entre diatomitas, capas de roca fosfórica de pocos centímetros de grosor y en otro lugar un horizonte con nódulos de fosfatos ambos sin importancia económica pero de gran valor indicativo. El depósito de fosfatos de Bayóvar en la provincia de Sechura departamento de Piura, es uno de los más grandes del mundo.

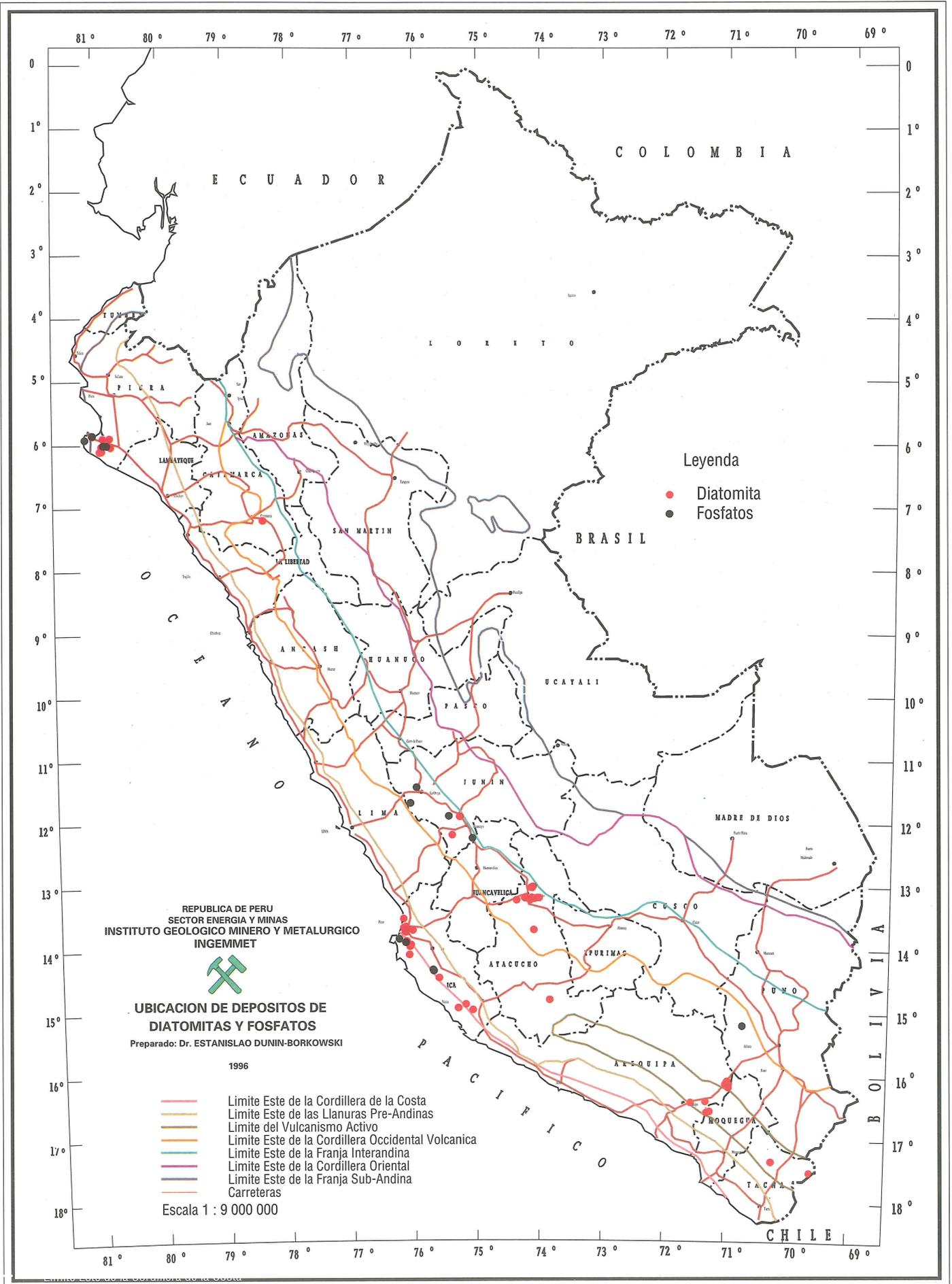
En la Franja Interandina existen prometedores horizontes para la búsqueda de fosfatos. Un importante depósito de fosfatos se encontró en la Formación jurásica Aramachay del departamento de Junín. Fosfatos cretácicos se presentan en el mismo departamento, cerca de la carretera La Oroya-Lima. También existen fosfatos en el

departamento de Puno. A pesar que estos depósitos no son actualmente explotados en escala industrial, se utiliza sus fosfatos como fuente local de abono para la agricultura, que constituye en esta franja, una de las actividades económicas más importantes.

Depósito de Fosfatos de Bayóvar

Los fosfatos de Bayóvar se encuentran entre diatomitas, en la parte superior de la miocénica Formación Zapallal y están cubiertos por 40 metros de sedimentos pliocénicos. La serie productiva tiene 200 a 250 m de grosor y sus estratos parecen ser a primera vista horizontales, pero en realidad están buzando suavemente hacia el Este. La disturbación tectónica es mínima. Una inconformidad divide la serie productiva en dos. Una parte del yacimiento fue erosionada antes de la depositación de sedimentos pliocénicos. En el año 1995 se extrajo del yacimiento de Bayóvar 25,132 TM de fosfatos.

El fosfato forma pequeños oolitos o pellets de 2 mm de diámetro y se presenta en capas de 90 a 150 cm de grosor. Los fosfatos y sus rocas encajonantes no están compactadas. Los minerales de los fosfatos son variedades de apatita: fluorapatita, apatita carbonatada y tal vez hidratada. Las capas de fosfatos están intercaladas con las de diatomita que contienen también oolitos de fosfato. Los principales paquetes portadores de fosfato tienen un grosor de 21' (6.05 m) y 126' (37.8 m). Las leyes son 5.2% a 9.25 de P_2O_3 . En algunas capas las leyes pueden ser más altas y alcanzar a 23% de P_2O_3 . La mena es fácil de tratar ya que la ganga es diatomita con densidad y tamaño de grano distintos de los fosfatos. Los concentrados tie-



nen leyes entre 27 y 30% P_2O_3 siendo la recuperación entre 65 y 75%.

La serie productiva de fosfatos tiene 650' (o 195 m) de grosor y consiste de capas de fosforita de color marrón o negro, diatomita blanca a negra con poca arenisca y toba gris. Las capas de fosforita son regulares y tienen una gran extensión. El yacimiento tiene en dirección EO unos 20 km de largo y unos 10 km de ancho.

En la columna estratigráfica se distingue:

- Diatomita estéril,
- Fosforitas con diatomitas superiores (zonas Zero y Minerva)
- Arenisca "Clam Bore" (encima de la inconformidad miocénica)
- Fosforitas con diatomitas inferiores (zona Diana).
- Mejor expuestas están las fosforitas del grupo superior.

Las reservas probadas de fosfatos con criterios mineros, recalculadas a 31% de P_2O_5 (contenido fino) son 460'000,000 TM y de probables 995'000,000 TM. A esto hay que agregar el potencial calculado con criterios geológicos que es 13'000'000,000 TM posibles y 24'000'000,000 TM potenciales.

Fosfatos de la Formación Aramachay del Grupo Pucará

El depósito de fosfatos de la Formación Aramachay se encuentra en su parte alta, cerca del piso de la Formación Condorsinga. Siguiendo el horizonte respectivo desde el norte de La Oroya hacia Huancayo, se encontró a lo largo de unos 100 km, numerosos prospectos con roca fosfórica. Los grosores de la roca fosfórica pueden alcanzar 20 m y su contenido en P_2O_5 varían de 6 a 20%.

Las áreas más prometedoras son aquellas donde la Formación Aramachay tiene mayores grosores. Las rocas acompañantes a los fosfatos, son argilita fosfática, calizas a veces con chert o de chert mismo. La paragénesis de los fosfatos es similar a la de Phosphore Formation en Idaho, que es uno de los más importantes depósitos de roca fosfatada del mundo.

La Formación Aramachay es incompetente y tectónicamente perturbada, lo que creará problemas durante la explotación subterránea. La formación Aramachay se prolonga hacia el norte del Perú. No sería extraño encontrar también ahí depósitos de fosfatos.

LAS MATERIAS PRIMAS MINERAS SOLUBLES

Las sales solubles constituyen un importante grupo de materias primas industriales. Dichas sales pueden presentarse en salmueras o como precipitados recientes o fósiles. Las sales disueltas se precipitan cuando el agua que los contiene se evapora. El Perú tiene y al parecer tenía, desde el Permiano superior un clima muy favorable para la formación de yacimientos salinos por encontrarse en la zona tropical y tener repetidas veces el clima desértico. En la zona tropical, la insolación es fuerte y la evaporación intensa. Por esto el Perú es un país muy rico en depósitos salinos.

La existencia del clima seco y árido en el pasado atestiguan las capas rojas de diferentes edades. En algunas de estas capas se encuentran lentes de halita que solo pudieron formarse en el desierto. Ahora el clima desértico rige en la Costa y en los Andes Surocidentales. Por esto, los precipitados salinos recientes y muchas salmueras son en el Perú un recurso renovable.

Las sales solubles pueden precipitarse de aguas marinas, continentales o hidrotermales variando su composición de acuerdo con su origen. Los depósitos salinos peruanos pueden tener cualquier de los orígenes mencionados, lo que explica su gran variedad. Las sales precipitadas, para preservarse, deben ser cubiertas por materiales impermeables. Esto ocurrió con muchos depósitos salinos peruanos y por esto el Perú tiene depósitos salinos de diferentes edades.

Minería y tratamiento de sales solubles

Las sales solubles tienen propiedades distintas que los materiales insolubles y por esto su minería y trata-

miento son diferentes. La forma más económica de obtener las sales de las salmueras, es, en la etapa inicial, por evaporación con el calor de rayos solares. La evaporación controlada permite separar por cristalización las diferentes sales contenidas en las salmueras y, a veces, conseguir los minerales con composición química requerida para los distintos usos. La tecnología respectiva, denominada halurgia, es muy desarrollada en algunos países pero poco conocida en el Perú.

La mayoría de los países desarrollados no tiene las condiciones tan favorable para obtener las sales del agua marina, con el calor solar. En aquellos países, que a veces son lluviosos, se desarrolló la extracción subterránea de las sales sólidas. Durante tal extracción, se debe tener mucho cuidado de no debilitar con las labores, las rocas impermeables que protegen el yacimiento de las aguas superficiales. Las filtraciones de aguas que podrían disolver las sales y llevarlos sin control a la superficie, serían perjudiciales para el yacimiento y la ecología de sus alrededores. Para el beneficio de las sales sólidas se puede emplear la flotación o separación por medios densos en soluciones saturadas con sal disuelta.

Ahora se impone cada vez más, la explotación de depósitos salinos por bombeo de las salmueras a través de pozos perforados con este propósito. El agua puede ser de las salmueras, o inyectada de la superficie con el propósito de lixiviar las sales sólidas.

Las sales de las aguas marinas y su precipitación

El agua marina contiene diferentes sales que se precipitan durante su

evaporación. Primero se precipita el carbonato y luego el sulfato de calcio seguido por cloruro de sodio y al final por los sulfatos y cloruros de magnesio y potasio. Del carbonato de calcio, se forman las calizas y del sulfato yeso y anhidrita. Dichas sustancias son poco solubles. El mineral formado por cloruro de sodio es halita o sal común. Los sulfatos y cloruros de magnesio y potasio constituyen las sales "amargas" muy solubles que también contienen sodio.

El mar es el principal reservorio y fuente de cloruro de sodio que constituye en promedio 2.7 % de su peso. Del mar se precipitó la gran mayoría de yacimientos de sal. Del mar se obtiene también sal por evaporación.

Una considerable cantidad del magnesio en el mundo se obtiene como sulfato por evaporación directa del agua marina y de otras salmueras naturales. El agua marina contiene el 0.13% de magnesio de su peso total y el 3.73% de su contenido salino, lo que permite una extracción económica.

El potasio se presenta en el agua marina como cloruro y constituye el 1.11 % del peso de las sales disueltas. Tal concentración es normalmente insuficiente para la extracción económica. Por esto se obtiene preferentemente el potasio de precipitados marinos fósiles o de las sales o salmueras con origen continental. Lo mismo ocurre con las sales de bromo y de yodo, que también están contenidos en el agua marina en pequeñas cantidades.

Sulfato de Sodio

Entre las variedades en que se presenta el sulfato de sodio en el

PERU se tiene a la tenardita(Na_2SO_4) y la Glauberita($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_4\text{Ca}$).

La dureza varía de 2 a 2.5 y el peso específico de 1.5 a 2.5.

La tenardita se presenta en forma cristalina o finalmente pulverizada. A veces forma cristales transparentes, pero también los hay de color marrón, lo que se debe a las impurezas que suele contener. Es muy soluble en el agua. En contacto con el aire adquiere color mate, debido a la absorción de humedad.

La glauberita se presenta por lo general en las salmueras, formando cristales transparentes e incoloros de clivaje perfecto y fractura conocida.

su dureza varía de 2.5 a 3 y la gravedad específica de 2.7 a 2.8. Posee un débil sabor salino.

El sulfato de sodio se emplea principalmente en los procesos de fabricación de vidrio, de fertilizantes, oápel, esmaltes y en la elaboración de numerosos productos químicos, como el carbonato sódico, ácido muriático y como reactivo de laboratorio. También se usan en tintorería, en el curtido de pieles, en la fabricación de refrigerantes, insecticidas, en la acidificación de jabones, recuperación de grasas, elaboración y en medicina y veterinaria. En la metalurgia se emplea para la frotación del plomo, cobre, plata y otros metales.

En el Perú septentrional, el sulfato de sodio se presenta disuelto en las pozas al lado de los ríos o en las costas salinas, mezclado con sal común. Los depósitos de sulfato de sodio, se encuentran en las llanuras Preandinas de los departamentos de Lambayeque y La Libertad.

SAL COMUN O CLORURO DE SODIO

La sal común o cloruro de sodio se precipita cuando su concentración en el agua aumenta. La precipitación se produce de preferencia del agua marina que desde el principio tiene una concentración alta. La sal se precipita en reservorios con un limitado acceso del mar abierto como albuferas, bahías o brazos semi-aislados. En tales reservorios se forman depósitos de sal.

La sal precipitada, es frecuentemente cubierta por sedimentos en parte impermeables que ejercen una fuerte presión sobre sus yacimientos. Como la sal es más liviana que los sedimentos que la cubren, y plástica bajo presión, tiene la tendencia de ascender atravesando materiales sobreyacentes con mayor peso específico y formar diapiros o domos de sal. Las aguas subterráneas pueden, por otro lado, disolver la sal y llevarla a la superficie terrestre.

La sal común, formada durante la evaporación del agua marina está frecuentemente acompañada por otros precipitados como el yeso o las sales "agrias" de magnesio y potasio. La sal común proveniente de la lixiviación subaérea de materiales expuestos en la superficie, contiene a veces carbonatos y sulfatos de sodio, mientras que la traída por soluciones hidrotermales puede incluir trazas de elementos poco comunes.

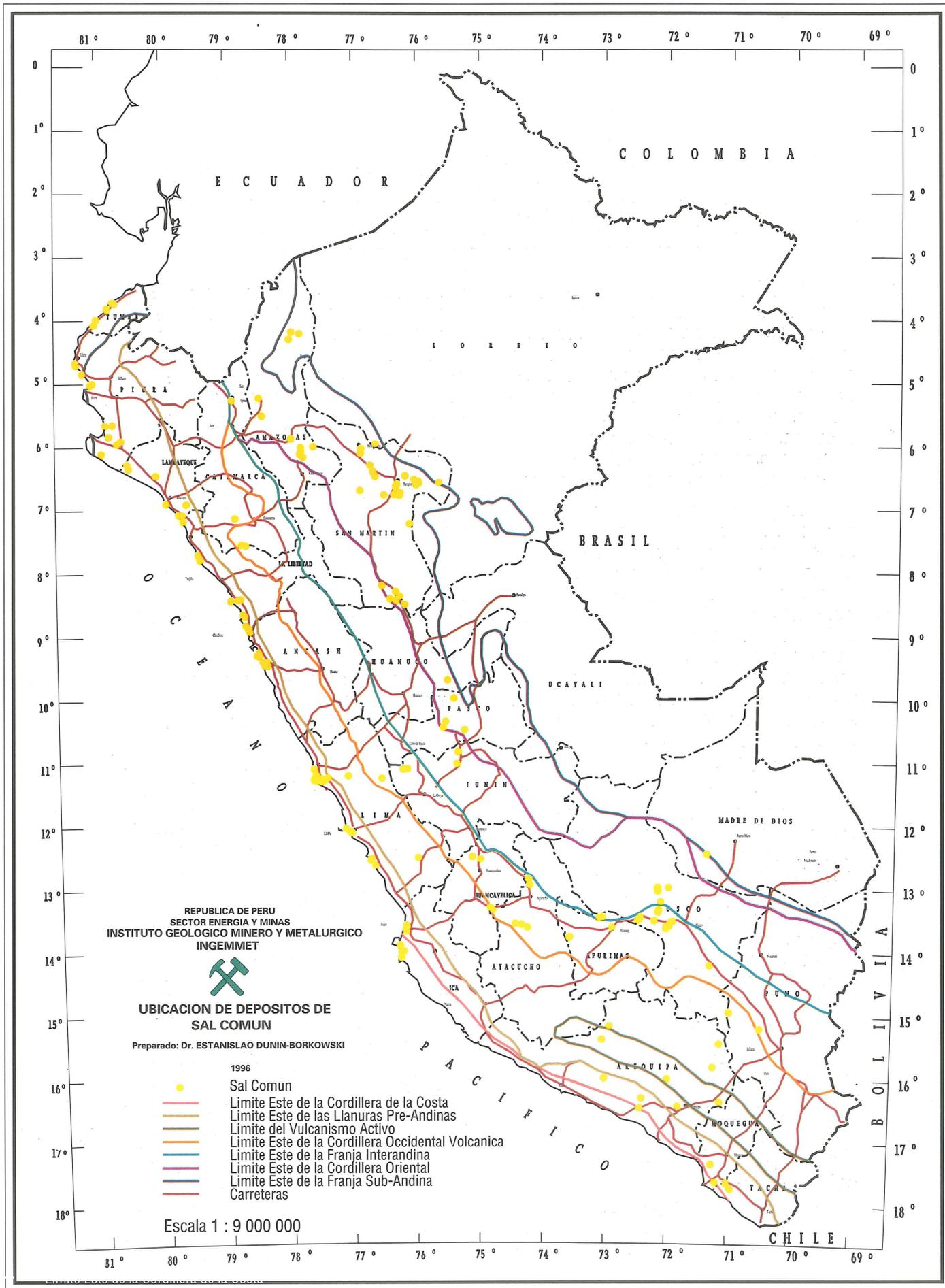
Depósitos Salinos en el Perú

La paleogeografía del Perú era muy diferenciada debido primero a la orogenia tardiherciniana y luego al desarrollo del geosinclinal y orogenia andina. Dicha paleogeografía junto con la historia geológica posterior, controla la génesis y características de los yacimientos salinos. El

geosinclinal andino en el territorio del Perú se dividió en fajas paralelas al borde del Pacífico, algunas de ellas levantadas y otras hundidas. El mar inundaba las fajas hundidas, mientras que las fajas emergidas obstaculizaban el intercambio del agua con el océano abierto. Como el clima del borde continental era desde el Permiano predominantemente seco, el agua en las fajas hundidas se evaporaba y su salinidad aumentaba depositándose en ellas, el yeso y las sales.

El desarrollo paleogeográfico del Perú se conoce en forma imperfecta. Depósitos de sal se presentan en todas las franjas y a todo lo largo del territorio nacional. Al parecer cada franja tiene depósitos con otra edad, magnitud, forma y muchas veces orígenes distintos. Esta hipótesis se basa en muchos datos, pero es difícil de probar ya que la información disponible sobre muchos depósitos salinos se restringe generalmente a la ubicación imprecisa y no permite determinar exactamente su génesis, edad y menos su volumen y forma.

Al parecer ya en el Permiano, la parte occidental del país se levantó, mientras que en la Nororiental hubo una transgresión marina precipitándose grandes cantidades de sal (cuenca de Huallaga). En el Triásico y Jurásico inferior, el mar del Perú Nororiental se expandió longitudinal y lateralmente, llegando, al parecer, a lo largo de la Franja Subandina hasta el departamento de Madre de Dios y cubriendo el Perú Central. En las áreas invadidas por el mar, se depositó de nuevo la sal y en las zonas costaneras hubo evaporitas (formaciones Pucará y Sarayaquillo). La sal depositada en las fajas hundidas del brazo del mar en desecación, fue



REPUBLICA DE PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET



UBICACION DE DEPOSITOS DE SAL COMUN

Preparado: Dr. ESTANISLAO DUNIN-BORKOWSKI

- 1996
- Sal Común
 - Limite Este de la Cordillera de la Costa
 - Limite Este de las Llanuras Pre-Andinas
 - Limite del Vulcanismo Activo
 - Limite Este de la Cordillera Occidental Volcánica
 - Limite Este de la Franja Interandina
 - Limite Este de la Cordillera Oriental
 - Limite Este de la Franja Sub-Andina
 - Carreteras

Escala 1 : 9 000 000



Salinas de Huacho (Dpto. de Lima), parte de las 20 pozas de evaporación que existe en el yacimiento

muy abundante y ascendió como domos durante la orogenia andina.

Durante el Jurásico medio aumentó el número de las fajas por el levantamiento del geoanticlinal Marañón, depositándose primero en todo el Perú septentrional y Central y luego sólo en las fajas hundidas, el yeso. Como una regla general, parece vislumbrarse que las áreas ubicadas en el centro del geosinclinal andino, con excepción del Arco Marañón, tenían mayor tendencia a hundirse que las en los márgenes. Con el transcurso del tiempo, las fajas se volvían cada vez más angostas y su número aumentaba.

Depósitos Salinos Permiano-Triásicos y domos de sal derivados

Lentes de sal y de yeso se ha encontrado en las capas rojas del Grupo Mitu del Permiano superior y Triásico inferior. Durante dicho período predominaba el clima seco en todo el mundo incluyendo, al parecer, el Perú. Los depósitos más grandes de evaporitas se encuentran en el contacto entre el grupo continental Mitu y el marino Pucará. Al parecer estos depósitos se formaron durante la transgresión marina por encima de una área desértica.

Con esta transgresión se inició el hundimiento del Geosinclinal Andino. Dicha transgresión se extendió, al parecer, desde el norte a lo largo de lo que ahora es la Región Subandina cubriendo parcialmente las áreas de las franjas de la Cordillera Oriental e Interandina. La acumulación mayor de sal se produjo en la Franja Subandina del departamento de San Martín y particularmente de la cuenca del Huallaga como lo atestiguan numerosos domos de sal. Ya en el año 1944 se conocían en esta cuenca 21 domos, de los cuales 8 tienen extensiones de 5 a 35 km². La presencia de sales de magnesio y potasio en algunos diapiros, parece indicar que la concentración de las salmueras fue muy alta y que existe la posibilidad de buscar yacimientos de sales potásicas. De los estu-

dios isotópicos de azufre, en los sulfatos arrastrados por los diapiros se deduce que la edad de las evaporitas fue Permiana. Los domos de sal ascendieron a lo largo de las fallas paralelas a los Andes, formadas probablemente durante la Orogenia Andina.

En la Franja Interandina del departamento de Junín, existen también domos de sal que en el pasado han sido explotados. En la Cordillera Oriental la cubierta sedimentaria fue menos gruesa y la presión era insuficiente para que se formen domos de sal. Sin embargo, los depósitos de yeso indican la existencia de facies evaporíticas en el piso del Grupo Pucará. Las facies dolomíticas, abundancia de potasio y relativa pobreza de vida en los más antiguos sedimentos del grupo Pucará, parecen indicar que la salinidad era todavía alta y disminuyó paulatinamente.

Depósitos salinos de la Sierra

La información referente a los depósitos salinos de la Sierra o de las Cordilleras Occidental y Oriental y Franjas Interandina y Subandina, es puntual y muy escasa. Los depósitos salinos más abundantes parecen estar en la Franja Interandina. La sal en la franja interandina es frecuentemente impura, a veces de color negro y fue aprovechada por la población local. Los toponimos con radical "cachi" que significa sal en idioma quechua, atestiguan su abundancia. Es posible que la sal respectiva proviene de capas rojas.

En varios lugares de los departamentos de Puno y Cuzco, pero también en otros lugares, existen fuentes salobres de las cuales la población local recupera la sal común. El agua de algunas de estas fuentes, tiene el sabor agrio lo que insinúa que puede contener sales de potasio y magnesio.

En la Franja de la Cordillera Occidental, los depósitos salinos son más escasos. Algunos de ellos tienen origen volcánico exhalativo.

Las ocurrencias de sal en la Cordillera Oriental, corresponden probablemente a lentes en el Grupo Mitu. La sal no vinculada con los domos de la franja subandina, proviene tal vez de los lentes en la Formación Sarayaquillo.

Salinas cenozoicas

Numerosos depósitos de yeso y halita se generan ahora a lo largo de la Costa peruana, en las depresiones por debajo de nivel del mar. Estas depresiones se formaron en lugar de las antiguas bahías, después de que estas fueron separadas del mar abierto por barras de sedimentos permeables. El material de de estas barras fue traído por las corrientes marinas que transportan las arenas y el cascajo a lo largo de la Costa y los depositaban en los remansos. Debido a la intensa insolación, el agua en las albúferas así formadas, comenzó a evaporarse y su nivel descendió. El agua marina, cuyo nivel era más alto que el de las albúferas, se percolaba a través de barras permeables aportando su sal.

Con esto, la salinidad en las albúferas aumentaba llegando en un determinado momento a la saturación. De las salmueras saturadas, se precipitaron sucesivamente el yeso y la sal. La concentración de las salmueras no era suficiente para que se precipitaran las sales "agrias". Debido a la percolación del agua marina, la cantidad de yeso y sal precipitada es mucho mayor que la contenida originalmente en las aguas de las albúferas.

El proceso de la formación de las salinas aquí descrito, dura a lo largo de la Costa peruana desde finales del Terciario, por lo que al lado de las salinas recientes existen también las fósiles. Como la Costa peruana se está levantando, algunos depósitos de sal y yeso se encuentran por encima del nivel del mar.

Explotación de sal común en el Perú

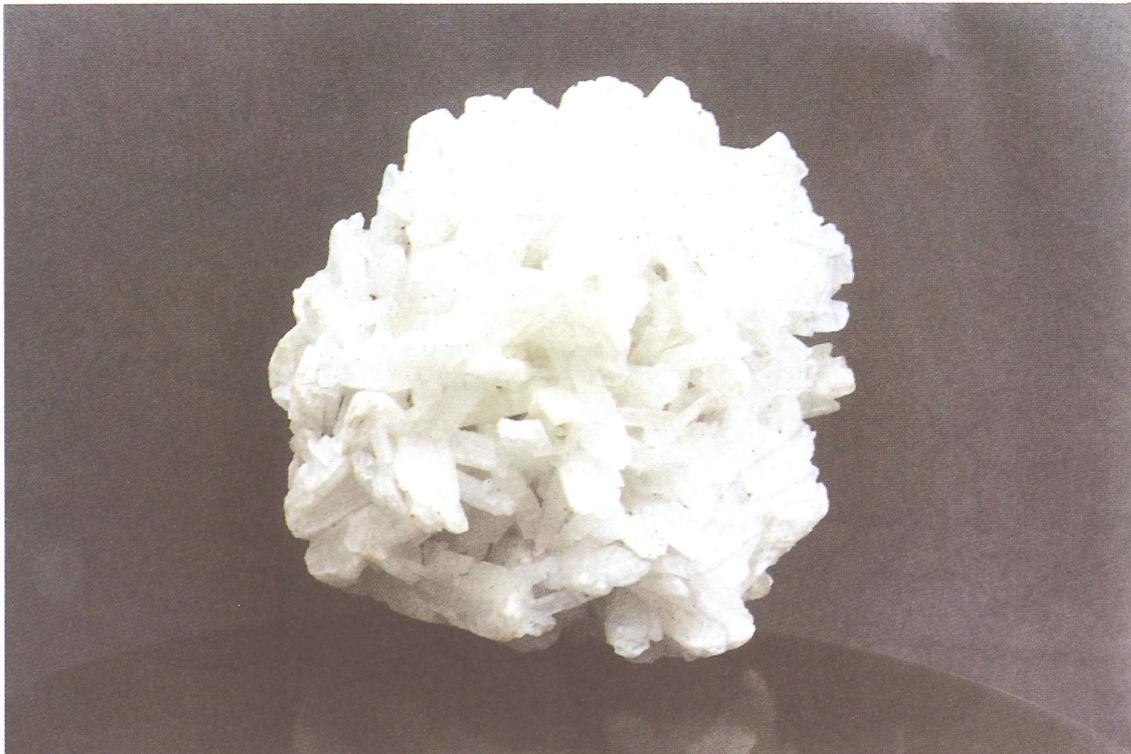
A lo largo de la Costa peruana existen numerosos conjuntos de pozas denominadas "salinas" donde se produce sal común y eventualmente yeso. La salinas mayores son las de Huacho en el departamento de Lima, de Otuma en el departamento de Ica, de Puite en el departamento de Moquegua y de Guadalupito en el departamento de la Libertad. La sal se obtiene por evaporación de las salmueras en las pozas. El nivel tecnológico de estas salinas es muy variable. El agua salada de estas salmueras es de las filtraciones provenientes del mar, que desembocan directamente a las salmueras o son bombeados de los pozos perforados para este fin.

El principal productor de la sal para el consumo humano, es el Estanco de Sal. La firma "Alcalis Peruanos" produce sal común para fines industriales.

Las salinas existen también en la Sierra peruana y son relativamente abundantes en los departamentos de Puno y Cuzco. El agua salobre que se evapora en las pozas, proviene de las fuentes saladas. La producción de sal en estas salinas es artesanal. Sin embargo, la salina Atacocha en el departamento de Ayacucho, ha producido en el año 1952, 1,383.37 TM de sal.

En el departamento de Amazonas se explota sal común de domos a tajo abierto mediante surcos, por los cuales se hace circular el agua. Dichos surcos cercan grandes bloques de sal que se extraen posteriormente. Se supone que la producción, proveniente de otros domos de sal de la Franja Subandina, es explotada por métodos similares.

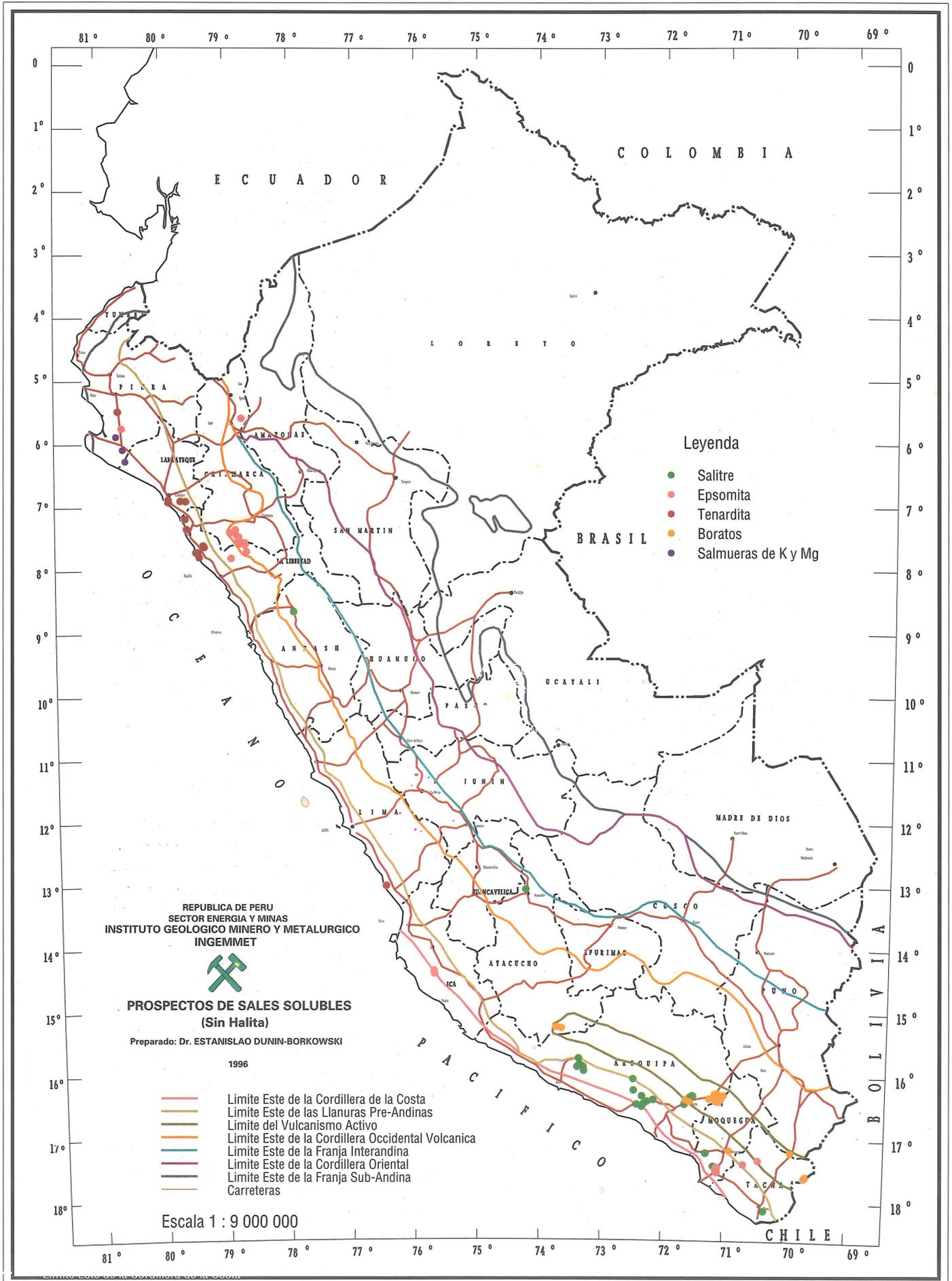
El domo de sal, San Blas ubicado en el departamento de Junín fue explotado por métodos subterráneos durante varias décadas desde el siglo pasado.



MINERAL : Halita
PROCEDENCIA : Salinas de Huacho
CORTESIA : UNI



MINERAL : Yeso
PROCEDENCIA : Chilca
CORTESIA : UNI



SALES ESPECIALES DE POTASIO / MAGNESIO

El potasio y magnesio forman en la naturaleza cloruros y sulfatos solubles en el agua, o silicatos y carbonatos insolubles. Las sales solubles se presentan en estado sólido o disueltas en las salmueras. La minería y beneficio de silicatos de magnesio y potasio, utiliza los mismos métodos que para las otras sustancias insolubles. La dolomita, que es el principal carbonato de magnesio y calcio, se calcina a temperatura que dependerá del uso que se le quiere dar.

Las sales "amargas" sólidas, no se precipitan ni preservan en el clima de la Costa peruana. El cloruro de potasio concentrado puede encontrarse en solución dentro de acuíferos subterráneos.

Las salmueras de potasio y magnesio se extraen con bombeo y posteriormente se recupera las sales disueltas por evaporación separados por los métodos halúrgicos. Las sales solubles sólidas pueden extraerse por métodos mineros convencionales o disolviéndolas en el agua.

Las salmueras con sales de potasio y magnesio

Las salmueras enriquecidas en potasio y magnesio pueden provenir de aguas continentales o marinas. Un ejemplo de salmueras de origen continental son las aguas del Mar Muerto, que en realidad es un lago separado de mares abiertos y alimentado con agua dulce. El contenido de potasio en las salmueras de este lago permite a Israel ser uno de sus mayores productores. Para la formación de las salmueras magnesio y potasio continentales, se requiere la evaporación de una cantidad muy grande de agua dulce o la disolución de sales fósiles de los minerales correspondientes.

Los cloruros y sulfatos de potasio y magnesio se encuentran en grandes cantidades en el agua de los mares. Por la desecación de estas aguas, se formaron numerosos yacimientos de potasio que aportan una considerable parte de la producción mundial. La formación de estos yacimientos, es similar como los de sal común, requiriéndose, sin embargo, una mayor reducción de volumen de agua marina, que para la precipitación de sal común. Tal reducción puede ocurrir solo en el caso de evaporación extrema. Esto y la menor concentración de sales de potasio y magnesio en el agua marina, origina que sus yacimientos sean más escasos que los de la sal común. En las épocas pretéritas, se presentaba ocasionalmente el clima muy seco, pudiéndose precipitar estratos salinos con tan alto contenido.

Depósito de salmueras potásico-magnesianas de Sechura

El yacimiento peruano más importante de sales de potasio y magnesio es el de las salmueras en el desierto de Sechura en el departamento de Piura. Los sedimentos postmiocénicos están ahí impregnados de salmueras con 0.57 % KCl, 4.86% MgCl₂, 0.88 % SO₄. Según el estudio realizado por S. Alderman y L. Ferris en el año 1962, el depósito contiene 19'100,000 TC (toneladas cortas) de KCl y 162'000,000 toneladas cortas de Mg₂Cl con cantidades menores, pero recuperables de bromo.

La longitud de la cuenca en la dirección N-S es de 80 km y su ancho máximo de 20 km. Dicha cuenca, fue erosionada a finales del Terciario o principios del Cuaternario en los sedi-

mentos terciarios que incluyen entre otros, las arcillas diatomíticas impermeables miocénicas con fosfatos de la Formación Zapallal. Dicha cuenca, fue posteriormente rellenada por arenas y gravas bien clasificadas, eventualmente mezcladas con coquina, halita y yeso masivo. La porosidad promedio de estos sedimentos es 50% y asciende a 60% en la halita y yeso.

La cuenca fue reconocida por una red de perforaciones "auger" y "churn drill". Los sedimentos embebidos de salmueras tienen una extensión de 611.5 km² y un grosor promedio de 8 m, alcanzando el máximo de unos 27 metros. Las salmueras se formaron a partir de las aguas del río Piura y quebrada Cascajal. Esto pudo ser comprobado haciendo evaporar una muestra de aguas del río Piura al 0.5% de su volumen original. La salmuera residual así obtenida, tenía 0.5% KCl, 4.5% MgCl₂, 0.70 SO₄ y la densidad de 1.2 gr/cm³, o composición similar a las salmueras. La muestra fue tomada en la época de lluvias y es representativa para el agua que entra a la cuenca.

Proyecto de recuperación de sales de las salmueras de Sechura

El estudio de Alderman y Ferris incluye también una propuesta económico-técnica de extracción y recuperación de potasio, magnesio y bromo. La extracción de las salmueras sería por bombeo y drenaje. El bombeo se aplicaría cerca de la laguna Ramón, donde existe una capa de halita y yeso permeable de 20 metros de grosor, 10 km de largo y 3 a 5 km de ancho. Las salmueras contienen ahí 1,0% KCl, 8.6 MgCl₂, 1,46 SO₄ con densidad de 1.20 gr/cm³. El drenaje se usaría en la parte meridional del yacimiento que es menos permeable y tiene sólo 0.4% KCl, 3.6% MgCl₂, 0.7% SO₄ con densidad de 1.14 gr/cm³.

Las salmueras extraídas serán bombeadas a un estanque de 18 km²

que se formaría cerrando el desagüe del Estuario de Varrilá al mar. En este estanque, las salmueras serían preconcentradas por evaporación. Según experimentos, la evaporación será de medio centímetro por día lo que equivale a 99,000 toneladas cortas para todo el estanque. Con esto se eliminaría por precipitación la mayor parte de yeso y de halita.

Cuando la densidad de la salmuera llega a ser 1.24 gr/cm³, las cantidades de potasa y soda se vuelven aproximadamente iguales y comienza a precipitarse carnalita (KCl.MgCl₂.6H₂O). Al final de este proceso, que debe desarrollarse en estanques especiales, la mayor parte del potasio se encuentra en el precipitado. En la salmuera residual, queda el exceso de magnesio en forma de sulfato y bromuro. El potasio del precipitado debe ser luego transformado en cloruro (KCl) con 95% de pureza, para lo cual existen varios métodos. De las salmueras residuales se podrá recuperar el bromo obteniéndose 4 a 5 lbs por tonelada corta del líquido.

Según el citado estudio, podrían recuperarse con los métodos descritos unas 250,000 toneladas cortas de KCl por año. El costo por tonelada corta preparada se estimó en el año 1962 en US\$ 9.42 y la inversión en la mina en unos US\$ 5'000,000. Esta inversión no incluye las facilidades portuarias que serían cargadas al proyecto de explotación de fosfatos en Bayovar, que se quería implementar también en aquel entonces.

Potasio y magnesio en el Perú central y oriental

El potasio en el Perú Central se presenta en concentraciones mayores en algunas formaciones y domos de sal. Oportunidades para la búsqueda de sales de potasio y magnesio ofrece el Grupo Pucará y particularmente algunos domos de sal que probablemente ascendieron del Grupo infrayacente permiano-triásico de Mitu. Los sedimentos

del Grupo Pucará tienen altos contenidos de potasio que pueden llegar hasta 6% y ser mayores salinos que los de sodio (Rosas et al., 1995). Por lo menos, una parte de este potasio es soluble. Así por ejemplo, J. Bravo (1917) reporta una fuente con altos contenidos de potasio en Maco distrito de Ricrán, provincia de Jauja, departamento de Junín. Dicha fuente se encuentra al lado de un depósito de yeso ubicado en el contacto de los Grupos Mitu y Pucará. En varios lugares cerca de afloramientos del Grupo Pucará, se reporta fuentes de agua con sabor agrio.

Es muy probable, que una parte del potasio en los sedimentos del grupo Pucará, proviene de las aguas en las cuales estos se depositaron. La salinidad de estas aguas era mayor que en el océano del cual estaban separadas por una franja de tierra emergida. Esto parece indicar la abundancia de las dolomías y evaporitas, siendo la abundancia de potasio también un indicio en este sentido.

Sólo en pocos domos, que ascendieron como domos en la Franja Subandina, se ha determinado la composición química de las sales. Las muestras de sales del domo de Yuramarca en el departamento de Amazonas contienen entre 0.02 y 0.48% de potasio y 0.04 a 1.7% de magnesio. Los análisis de sal del domo Pilluana en el departamento de San Martín arrojan 0.27 a 0.84% de Cl_2Mg , 1.41 a 1.75% de Cl_2Ca , 1.04% a 1.35 de SO_4Na_2 , 84.50 a 85.88% de $ClNa$, 1.20 a 1.70% de pérdida de peso a 110 °C y 9.20 a 10.30% de insolubles. Es posible que algunos de los domos contengan sales de potasio y magnesio en cantidades comerciales.

Sulfatos de magnesio en la Costa

Los sulfatos de magnesio se presentan a una altitud de 900 m en los valles de los ríos Chicama y Moque-

gua que bajan de la Cordillera Occidental cerca del límite inferior de las lluvias estacionales. También se encontró estos sulfatos en diferentes lugares de las Llanuras preandinas. Especial mención merecen los sulfatos disueltos en la laguna Ramón del departamento de Piura donde el magnesio podría ser económicamente recuperable. Este depósito parece estar relacionado con las salmueras de la provincia de Sechura.

Información relativamente abundante se dispone del valle de Chicama, donde el sulfato de magnesio aflora cerca del río a lo largo de unos 13 kilómetros. El sulfato se presenta ahí como relleno de fracturas y eflorescencias superficiales que se explotan comercialmente en pequeña escala. El sulfato puede rellenar las fracturas hasta la profundidad de tres metros. Las eflorescencias se ubican de preferencia en las depresiones o en los afloramientos de determinados estratos, aumentando su cantidad después de la época de lluvias. Al parecer los estratos mencionados son más permeables y sirven de ductos para el agua subterránea.

El aspecto de las eflorescencias es fibroso, con tonalidad blanco grisácea. Los sulfatos que por sus características se parecen a epsomita ($MgSO_4 \cdot 5H_2O$) son según la difractometría de rayos X, una mezcla de varios minerales de sulfato de magnesio con diferente grado de hidratación, tales como hexahidrita ($MgSO_4 \cdot 6H_2O$), leonardita ($MgSO_4 \cdot 4H_2O$), estarkeita ($MgSO_4 \cdot H_2O$) y otros.

Al parecer el agua dulce se infiltra en el subsuelo, donde disuelve diferentes sales y luego asciende a la superficie donde se evapora. Los sulfatos se formaron probablemente por el ataque del ácido sulfúrico sobre los silicatos ferromagnesianos del material volcánico subyacente, y fueron llevados a la superficie por las aguas vadosas. El ácido sulfúrico, se generó probablemente por descom-

posición de la pirita que abunda en el subsuelo.

El aporte de las eflorescencias y costras de epsomita a la producción mundial de magnesio, es insignificante pero de interés económico local.

Usos del Potasio y Magnesio

El potasio y el magnesio son esenciales para el desarrollo de las plantas terrestres. El potasio se utiliza en más de 90% como materia prima para los fertilizantes. La proporción del magnesio utilizado en agricultura es mucho menor, pero de gran importancia.

El uso del potasio en las industrias es más restringido que en agricultura. El cianuro de potasio (KCN) se emplea en la metalurgia del oro. Las otras sales, se utilizan para fines variados como, por ejemplo, tratamiento de gases, recubrimientos galvánicos, fabricación de explosivos, pigmentos, reactivos, oxidantes en laboratorio, etc.

La industria emplea los compuestos de potasio y magnesio en cualquier forma. Los silicatos de magnesio y potasio se transforma respectivamente a altas temperaturas en refractarios y en cerámica. Los carbonatos de magnesio se calcinan y puede usarse como materia prima para refractarios o para los procesos industriales de baja temperatura.

El principal uso del magnesio es en la fabricación de los refractarios ya que su presencia aumenta la temperatura de fusión de los materiales que lo contienen. Así, por ejemplo, Estados Unidos (USA), consume el 70% de los compuestos de magnesio para este fin.

Las industrias que más utilizan los compuestos de magnesio después de los refractarios son la química, farmacéutica, de rayón y de curtiembre.

Dichas industrias utilizan las sales solubles.

SALITRE

Nitratos de sodio o salitre, afloran en la Franja de las Llanuras Preandinas de los departamentos Arequipa, Moquegua y Tacna de los volcánicos y sedimentos cenozoicos encima de gruesas series. Depósitos aislados de salitre se reportan también en otras partes del Perú, pero su existencia no ha sido confirmada. Los nitratos del sur del Perú, se formaron en un clima análogo a los de Tarapacá (Chile) y tienen probablemente una génesis similar.

Se dispone de información sobre la existencia de salitre en las pampas de Caravelí ubicadas entre el río Ocoña y quebrada de Atico. El área de interés prospectivo tiene unos 1800 km² de los cuales sólo una pequeña fracción ostenta afloramientos de "caliche". Las áreas con estos afloramientos, tienen decenas de hectáreas alcanzando un máximo de pocos km². El caliche es superficial y tiene grosores de 5 a 60 cm. La ley de nitrato está entre 8% y 50%. El contenido de sal común es igual o superior.

A continuación se da los análisis (incompletos) de dos muestras de caliche.

Na	18.10%	11.98%
K	0.31%	0.57%
Ca	0.26%	0.14%
Mg	0.02%	
NO ₃	17.71%	10.31%
Cl	17.71%	12.54%
IO ₃	trazas	0.69%

El salitre fue muy importante en el siglo pasado, pero su interés económico se redujo drásticamente con el descubrimiento del método de obtener los nitratos, del nitrógeno del aire.

SALES Y SALMUERAS DE ORIGEN CONTINENTAL

Las sales solubles de origen continental provienen del intemperismo de las rocas, de disolución de depósitos salinos preexistentes, y eventualmente, de soluciones hidrotermales. En algunos casos excepcionales dichas sales pueden provenir de la descomposición de materia orgánica.

En el Perú, los depósitos de sales de origen continental tienen en cada zona una composición distinta. Las sales más difundidas en el Perú, de origen continental son los sulfatos hidratados de magnesio (epsomita y similares) y de sodio (tenardita). Menos comunes en el Perú son los carbonatos de sodio (trona). El salitre tiene numerosos afloramientos en áreas limitadas.

Las sales solubles de origen continental son transportadas al lugar de deposición por las aguas superficiales o subterráneas. La precipitación puede producirse en la superficie del desierto donde el agua asciende por capilaridad. Más importantes son los precipitados salinos en las depresiones naturales o pozas artificiales alimentadas por filtraciones. El residuo salino forma frecuentemente eflorescencias o costras que eventualmente se extraen.

La Costa Norte es regada por varios ríos permanentes o intermitentes que alimentan la napa freática. Al lado de estos ríos se excava numerosas pozas, para poder recuperar como precipitados, las sales de las aguas infiltradas. Cuando el nivel freático sube, las depresiones y las pozas se llenan de agua, la cual al evaporarse, deja el residuo de sales precipitadas. Las fluctuaciones del nivel freático siguen el ciclo hidrológico anual que, sin embargo, está retrasado unos seis meses con respecto del ciclo de los ríos. Las depresiones se llenan con el agua de Abril a Diciembre y se secan entre Enero y Mar-

zo, que es el período de extracción de los precipitados.

Las eflorescencias y costras se presentan preferentemente en las Llanuras Preandinas y valles profundos de la Cordillera Occidental ya que ahí el agua abunda en los sedimentos permeables. En las áreas costaneras las sales de origen continental y marino están frecuentemente mezcladas. Cerca del mar predominan las sales de origen marino y en la vecindad de los ríos, los de origen continental. En los depósitos de origen marino predomina el yeso y sal común y en las de origen continental se reduce la cantidad de yeso y se presentan adicionalmente sulfatos y carbonatos y a veces nitratos de los álcalis.

En la Franja con Vulcanismo Activo, abundan las soluciones hidrotermales y constituyen una considerable parte de las aguas superficiales. En las soluciones hidrotermales el cloruro de sodio es la sal más abundante y está acompañado por variadas sales. Entre éstas se presentan compuestos de elementos poco comunes como boro o litio y algunas sales valiosas como carbonato de sodio. La proporción de otras sales valiosas como cloruro de potasio es mayor que en el agua marina. Estos compuestos se acumulan en los salares donde se concentran debido a la intensa evaporación. La franja peruana con el vulcanismo activo continúa más al sur, en las repúblicas de Bolivia, Chile y Argentina habiéndose encontrado ahí últimamente importantes salares, que además de boratos, contienen grandes cantidades de litio, potasio y otros elementos útiles. Es muy probable que yacimientos similares pueden existir también en el Perú. Las sales valiosas están mezcladas con las más abundantes como la sal común y otras sustancias disueltas, y su separación constituye a veces, un serio problema halúrgico.

BORATOS

Boro, elemento número 5 del cuadro periódico, es el metaloide más liviano capaz de formar aniones ácidos. En la naturaleza, es relativamente raro pero esencial para la vida de las plantas. Durante la diferenciación magmática, el boro se concentra en los líquidos residuales y escapa con las exhalaciones volcánicas o es disuelto en las soluciones hidrotermales. El boro hidrotermal o volcánico se concentra en aguas salobres de algunos lagos y sus sedimentos.

Depósitos de boratos en los Andes

Los depósitos de boratos en el mundo, se encuentran en los bordes de las placas con tectónica extensiva. Dichos depósitos en los Andes sudamericanos están distribuidos a lo largo de unos 1,700 km de los cuales 400 km corresponden al Perú. Los depósitos peruanos de boratos, se encuentran en la recta y angosta franja relacionada con el vulcanismo activo.

El boro proviene de los gases o líquidos residuales del magma. Los Andes meridionales donde se encuentran los depósitos de boro tiene un clima seco y está dividida en varias cuencas con desagüe restringido. En la parte más baja de estas cuencas, se encuentran lagos que por secarse, en la época sin lluvias, se denominan salares. Las exhalaciones volcánicas o soluciones hidrotermales al desembocar en los lagos, descargan ahí los boratos que se almacenan en sus aguas. En la época seca cuando la mayor parte del agua se evapora, los boratos se precipitan junto con otras sales solubles. Entre estas sales la más abundante es la halita o sal común. A los boratos pueden acompañar también sales en parte valiosas. Los boratos se presentan normalmente en forma de ulexita, borax o disueltos en las salmueras.

En la franja con el vulcanismo activo, se encuentran también los mejores yacimientos de azufre provenientes de exhalaciones volcánicas. Depósitos fósiles de azufre con el mismo origen, se ha encontrado a lo largo de la Cordillera Occidental, donde hubo hasta hace poco, vulcanismo activo. Sin embargo no se encontró depósitos de boratos fósiles en las áreas de vulcanismo extinguido. El distinto comportamiento de boratos y de azufre en la Cordillera Occidental, se debe probablemente a la mayor solubilidad de los primeros, junto con la mayor abundancia de lluvias en el Perú Central y septentrional.

Salinas de Tarucani

El yacimiento peruano más grande de boro de tipo salinas está ubicado en los distritos de San Juan de Tarucani y de Chiguata de la provincia y departamento de Arequipa (16°24'S 72°35'O). Se trata de un salar con extensión de unos 14 x 8 km ubicado en una depresión ovalada rodeada por volcanes. Dicho salar-laguna está seco durante la mayor parte del año, cubriéndose con agua en la época de lluvias. La superficie del salar está cubierta por una costra de sal debajo de la cual se encuentran las arcillas y arenas impregnadas de salmueras con lentes de boratos. Los lentes productivos son sub-horizontales y separados entre sí, con grosores entre 5 a 95 cm y se explotan individualmente cavando pozos. La distribución de los lentes es irregular, encontrándose debajo de ellos una capa de arcilla limosa oscura que despiden gases sulfurados. En los bordes del salar, los lentes son superficiales, mientras que en su centro se encuentran a unos 2 m de profundidad. El mineral más importante de boro en los lentes es ulexita ($\text{CaNaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). La composición química del material preseleccionado es:

$\text{CaB}_4\text{O}_7 = 42.6\%$, $\text{NaBO}_2 = 14.4\%$, $\text{H}_2\text{O} = 31.4\%$, $\text{SiO}_2 = 3.2\%$, $\text{Fe}_2\text{O} = 0.8\%$, $\text{ClNa} = 2.1\%$, más cantidades variables de yeso y sulfato de sodio. La ulexita se presenta como masa compacta de filamentos o masas homogéneas terrosas de color blanco.

Análisis efectuados en muestras de este yacimiento, han dado un contenido de ácido bórico de 32% que aumenta 52% una vez que la muestra se ha secado y deshidratado.

Las fuentes termales, que aportan el boro, tienen características y temperatura variables. Las temperaturas de las fuentes más ricas en boro están entre 24 °C y 34 °C y su pH entre 8.3 y 8.6, lo que confirma su origen volcánico. El contenido de boro es siempre inferior al del NaCl. Las salmueras más pobres en boro tienen temperaturas y pH más bajos. En la parte central del salar, se explota la sal común (ClNa).

Depósito de Chilicolpa

El depósito de Chilicolpa (17°10'S y 69.55'O) es el el segundo conocido depósito en importancia de boro en el Perú, pero es mucho menor que las Salinas de Tarucani teniendo una extensión de 3 x 0.5 km. Dicho depósito está cortado por el río Maure que forma ahí, el límite entre los departamentos de Puno y Tacna. El yacimiento fue explotado por los pequeños mineros en la margen derecha del río, perteneciente al distrito de Ticaco, provincia de Tarata del depar-

tamento de Tacna. La muestra tomada por el Ingeniero del Banco Minero del Perú (R. Robilliard) que inspeccionaba una de estas minas dió: 16.2% de B_2O_3 , 13.4% de Na_2O , 5.2% de CaO, 20.2% de H_2O , 23.4% Cl y 20.0% SiO_2 . El material extraído crudo tenía según el dueño de la mina: 47.15% de NaBaO_2 y 37% de H_2O y después de calcinación: 54.6% de B_2O_3 , 10.6% de Na_2O , 18.1% de CaO, 11.1% de H_2O y 3.5% de Cl.

Las aguas de la fuente caliente cercana a este yacimiento, pueden llevar hasta 50 mg de B_2O_3 por lt. Las aguas del río Maure, al cruzar el yacimiento, aumentan su contenido de B_2O_3 de 0.1 mg/lt a 50 mg/lt.

Otros depósitos peruanos de boro

Otros salares de la franja con vulcanismo activo contienen también boratos. La presencia de boro se reportó en:

- 1) Laguna Blanca en la frontera con Chile
- 2) San Hilarión y Santa Marta en la provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua.
- 3) Laguna Parinacochas en la provincia de Lucanas, departamento de Ayacucho
- 4) Lagunas Loriscota y Lascacocha en la provincia Chucuito, departamento de Puno.

TRONA O CARBONATO DE SODIO

El carbonato de sodio natural (Na_2CO_3) se presenta por lo general en forma de capas y como eflorescencias mezcladas en mayor o menor grado con otras sales.

Es una sal vidriosa, blanca y translúcida cuando esta pura y a veces manchada por las impurezas que la acompañan. Su dureza es de 2.5 y su peso específico de 2.15 aproximadamente. Su sabor es alcalino.

Entre los usos más importantes del carbonato de sodio se tiene los siguientes: Industrias del vidrio papel, tintorería, cutiembre, textiles, en la fabricación soda caustica, bicarbonato de sodio, jabones, aguas, gaseosas, lavado de la ropa blanca y en la limpieza de los útiles de cocina, en el tratamiento de ciertos minerales, en la purificación de aguas solubles y como base de gran cantidad de productos químicos y medicinales.

El carbonato de sodio calcinado, es uno de los más importantes álcalis industriales.

El carbonato de sodio de origen continental y tal vez hidrotermal, se presenta en la superficie del salar de las salinas cercano a Arequipa y, se disuelve en las aguas del lago que se forma en su lugar durante la época de lluvias. En otros países como Estados Unidos (USA) los carbonatos de sodio disueltos, se concentran en los lagos en disecación con desagüe inexistentes o limitado, ubicado en las áreas áridas. Dichos lagos tienen las más grandes reservas y la mayor producción de trona en el mundo.

El paralelismo entre los depósitos de trona de estos lagos y de salares peruanos es notorio. El área donde se presentan los depósitos mencionados están cubiertos por volcánicos cenozoicos. La trona está asociada con boratos. Los recipientes en los cuales se encuentra la trona tienen un desagüe limitado y se encuentran en áreas áridas. No sería extraño que existiera también el paralelismo en el potencial de trona. Es de gran interés determinar si la trona se encuentra, igualmente como los boratos, en otros salares y lagos de la franja con vulcanismo activo.

YESO Y ANHIDRITA

La anhidrita es el mineral anhídrido de sulfato de calcio mientras que el yeso es el bihidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Ambos minerales están íntimamente asociados entre sí, siendo el yeso estable en la superficie terrestre y la anhidrita en el interior de la Tierra, donde las temperaturas son más elevadas. El yeso cuando es calentado, pierde una parte de su agua de cristalización que eventualmente puede recuperar. Esta propiedad es ampliamente aprovechada.

El yeso calcinado industrialmente se empapa con el agua y se le da la forma deseada que mantiene después de hidratarse y endurecerse. La mayor parte de yeso se utiliza en forma calcinada empleándolo principalmente en la construcción y de manera mucho más restringida para modelos y moldes incluyendo los metalúrgicos y medicinales.

Yeso crudo se emplea como estabilizador de suelos alcalinos y salinos en la agricultura. Su principal uso industrial es de "retardador" en la industria de cemento portland. Se le utiliza también para elaborar aislantes térmicos y acústicos. El yeso se emplea también como relleno en la industria de papel, siendo en este caso, muy importante la blancura. El alabastro y piedra de Huamanga son yeso puro y cristalizado, con determinada textura. La anhidrita tiene usos mucho más limitados.

Depósitos peruanos de yeso

El yeso en el Perú, se forma por precipitación de agua marina o de las aguas salobres en el desierto. Excepcionalmente el yeso se precipita de soluciones hidrotermales. El marco geológico y climático de la formación de los depósitos de yeso, es similar que el de la sal común, con la diferencia que

el sulfato de calcio se precipita de salmueras menos concentradas que el cloruro de sodio. En consecuencia para la depositación del yeso, se necesita una evaporación menos intensa, que para precipitación de halita. Por lo tanto existen varios depósitos de yeso que no están vinculados con los de la sal. Por el contrario, todos los depósitos de sal común con origen marino forzosamente están relacionados con los anteriormente precipitados de yeso. El yeso de origen marino no vinculado con depósitos de halita, está frecuentemente asociado con las calizas.

Los yacimientos cuaternarios fósiles de yeso se encuentran en las llanuras preandinas más alejadas del mar que las salinas recientes. El yeso y sal fósiles, se precipitaron en condiciones similares a las actuales y han sido levantados posteriormente junto con la Costa. Los yacimientos más importantes de yeso, tienen la forma de mantos horizontales o subhorizontales con una gran extensión pero con grosores reducidos. Los yacimientos de este tipo se presentan en los departamentos de Piura, Lambayeque y La Libertad. Ejemplos ilustrativos de tales yacimientos, son los de las pampas Zapallal, Salinas y Coscobamba-Guadalupe. Los tres depósitos mencionados se explota en pequeña escala.

El manto de la pampa de Zapallal está ubicado en el departamento de Piura, tiene un grosor promedio de 40 cm y extensión de varios kilómetros. Las reservas probado-probables de yeso de este manto se estiman en 2'000,000 TM y el potencial en 5'000,000 TM.

En la pampa de Salinas (Lambayeque), el horizontes de yeso tiene un grosor de 20 a 25 cm y una extensión de por lo menos 10 km². El color de yeso es blanquesino y está compuesto

por agregados de cristales y trazas de "Mixed Layer". El contenido de yeso es 98% y la blancura de 82.1%. Las reservas se estiman en 2'000,000 y el potencial en 5'000,000 TM. El yeso crudo extraído de este manto, se calienta en hornos con capacidad de 7 a 10 TM cada uno. El yeso se produce por encargo del cliente. La producción se utiliza en el Perú y una parte se exporta al Ecuador.

El depósito de yeso de la pampa de Coscobamba-Guadalupito se encuentra en el distrito de Virú del departamento de La Libertad tiene más de 7 km de largo y 1.5 km de ancho comprobados por los sondajes, y un grosor entre medio y un metro, siendo las reservas de unos 13'000,000 TM. Dicho yeso se depositó en una fosa paralela a la Costa de unos 28 km de largo y está cubierto por arenas impregnadas con sal. El manto del yeso se encuentra cerca del nivel actual del mar.

El yeso se explota en las Salinas de Guadalupito cerca del extremo sur de la pampa de Coscobamba a unos 5 km del mar. El yeso fósil explotado tiene 96% de yeso y colores marrones por contaminación por las capas sub y sobreyacentes. Los fondos de excavaciones dejadas por la explotación del yeso fósil en la pampa de Guadalupito, se encuentran por debajo del nivel del mar y están inundados por las filtraciones del agua marina. Cuando esta agua se evapora, deposita el yeso reciente a razón de 1 a 2 cm/año.

El yeso precipitado no contaminado es blanco y tiene, según el método de agua de cristalización, 99.2%

de pureza y el análisis químico por fluorescencia indica una mayor pureza que la del yeso fósil. Este yeso también es explotado tratando de evitar su contaminación con las arenas y arcillas subyacentes. La explotación misma es difícil, ya que el agua marina filtrada no se seca completamente.

Introduciendo algunas mejoras sencillas se podría mejorar la calidad y aumentar la producción de yeso. Así, por ejemplo, poniendo un piso de cemento en las pozas de depositación de yeso se podría evitar o por lo menos disminuir la mezcla con las arenas. La cantidad de yeso producido, se podría incrementar aumentando la extensión de las pozas, ya que aquella está en función de la superficie de evaporación.

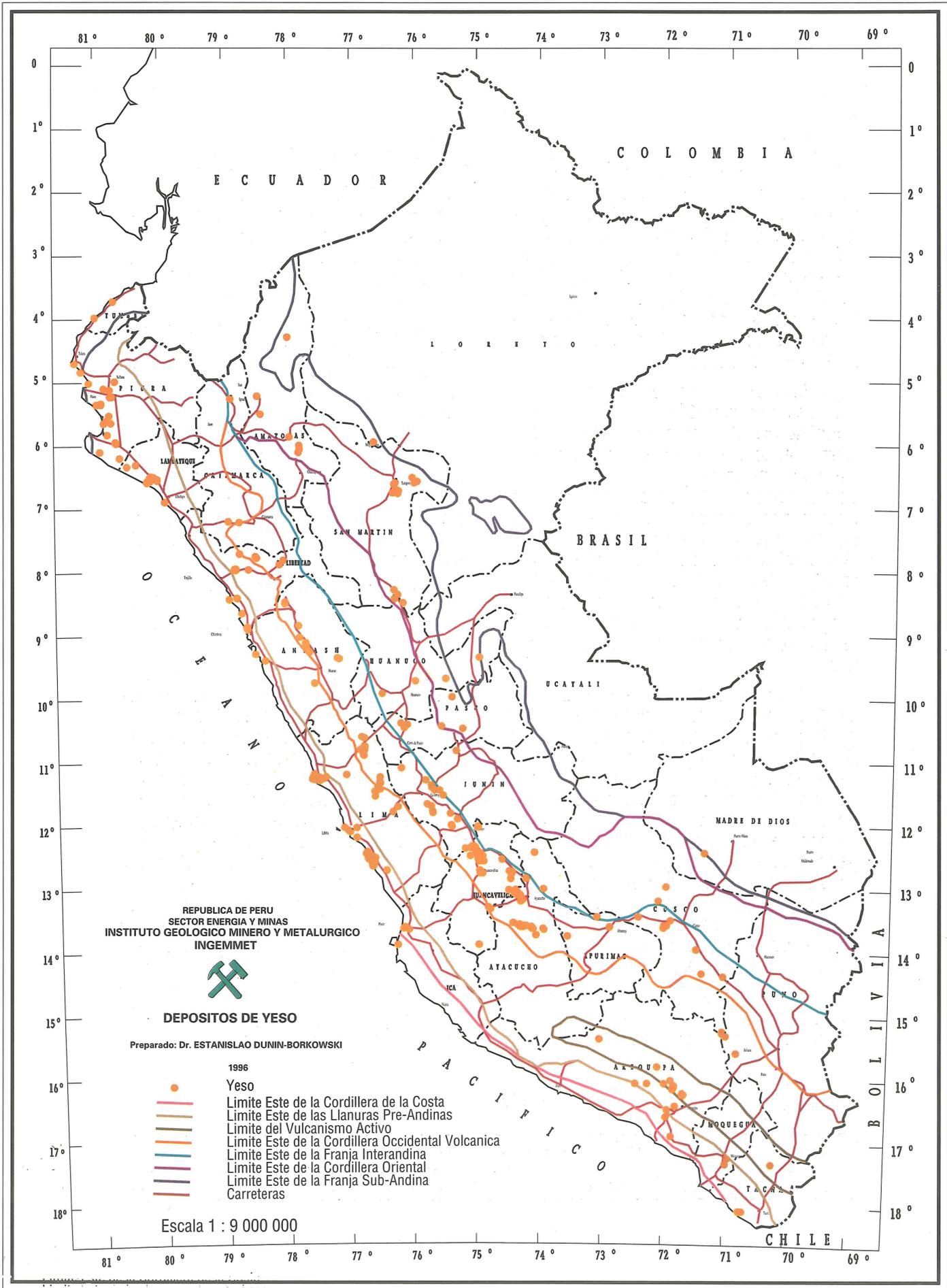
En la Cordillera Occidental afloran varias formaciones que incluyen yeso. Así por ejemplo, en los promontorios andinos cercanos de Trujillo, las calizas titonianas Simbal incluyen yeso que se explota para cubrir las necesidades de dicha ciudad. La Franja Interandina, es muy rica en yeso de diferente edad. En dicha franja del departamento de Ancash, las calizas valangianianas Santa incluyen mantos de yeso con extensión regional y grosores alrededor de 10 metros. En el departamento de Ayacucho, la formación eocénica Socos alberga mantos de yeso incluyendo alabastro. En el departamento de Junín, existen anhidritas en el Grupo Mitu y en la Cordillera Oriental, hay varios depósitos de yeso en el contacto entre Mitu y Pucará. Los domos de sal en la franja subandina, incluyen bloques transportados de yeso.

Yeso de las Salinas de Guadalupito

	SO ₃	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Pérdida	**
Reciente	45.55%	32.74%	0.15%	0.00%	0.04%	21.23%	99%
Fósil +	43.56%	31.02%	1.81%	0.20%	0.48%	21.41%	96%

**Porcentaje de yeso calculado a base de agua de cristalización

+El yeso fósil contiene 0.63% de Na₂O y 0.26% de MgO



REPUBLICA DE PERU
SECTOR ENERGIA Y MINAS
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO
INGEMMET



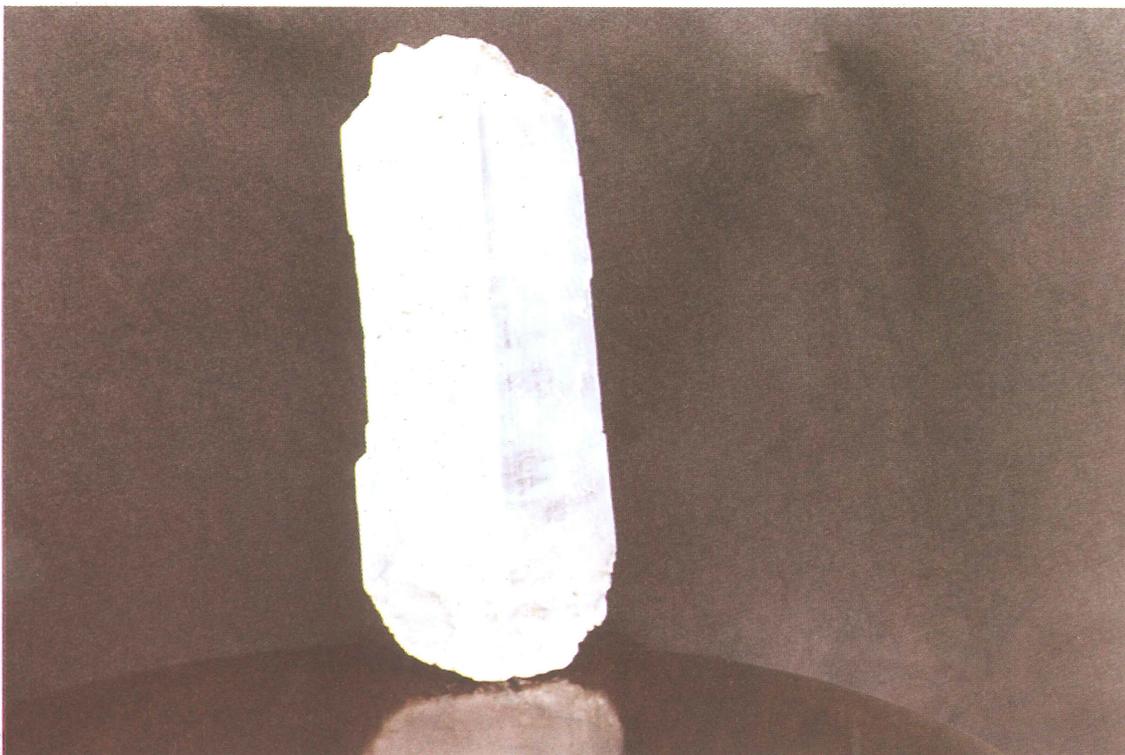
DEPOSITOS DE YESO

Preparado: Dr. ESTANISLAO DUNIN-BORKOWSKI

1996

- Yeso
- Limite Este de la Cordillera de la Costa
- Limite Este de las Llanuras Pre-Andinas
- Limite del Vulcanismo Activo
- Limite Este de la Cordillera Occidental Volcanica
- Limite Este de la Franja Interandina
- Limite Este de la Cordillera Oriental
- Limite Este de la Franja Sub-Andina
- Carreteras

Escala 1 : 9 000 000



MINERAL : Cristal de Yeso
PROCEDENCIA :
CORTESIA : UNI



MINERAL : Alabasto (Yeso)
PROCEDENCIA : Huancavelica
CORTESIA : UNI

AZUFRE Y ACIDO SULFURICO

El azufre es uno de los elementos más comunes en la naturaleza y componente esencial de muchos productos industriales. El azufre se obtiene como materia prima de operaciones mineras o como un subproducto de procesos industriales, aportando estas últimas, el 65% de su producción mundial. En la industria, el azufre se utiliza en forma elemental o combinada. El azufre elemental comercial, debe ser purificado y contener más de 99.5% S.

El azufre elemental, se utiliza para elaborar varios materiales y numerosos compuestos orgánicos e inorgánicos.

El ácido sulfúrico es uno de los más importantes reactivos industriales. El compuesto industrialmente más importante de azufre, es el ácido sulfúrico que es un insumo básico para muchas industrias, y que se utiliza como reactivo en numerosos y variados procesos. El ácido sulfúrico es un subproducto de varios procesos industriales y/o de la combustión de materiales que contienen el azufre.

El ácido sulfúrico en el Perú

En el Perú se le obtiene el ácido sulfúrico durante el tratamiento metalúrgico de sulfuros metálicos. Los principales productores de ácido sulfúrico son las fundiciones de La Oroya y Cajamarquilla. En La Oroya se obtiene el anhídrido sulfuroso para producir ácido, de los humos de la fundición.

La mayor parte del material rico en azufre deshechados durante la explotación de minas metálicas en las canchas, es la pirita a la cual acompañan los sulfuros de metales pesados que no lograron recuperarse durante

los procesos mineralúrgicos. Un retratamiento del material acumulado en las canchas mencionadas es a la larga una necesidad ecológica resultando la producción de ácido sulfúrico y recuperación de metales pesados, un elemento que ayudaría a financiar esta operación. Más remota, parece ser la posibilidad de exportar la pirita o reducirla con procesos modernos, a azufre elemental.

Geología y minería de azufre nativo en el Perú

En el Perú los yacimientos conocidos de azufre nativo son cenozoicos y se dividen en volcánicos y sedimentarios. Los yacimientos volcánicos son los más numerosos y se formaron por la oxidación parcial de H_2S de los gases en fumarolas volcánicas. Yacimientos de este tipo abundan en la Franja con Vulcanismo Activo. Los volcanes Chupiquiña, Yucamani, Tutupaca, Ubinas, Ticsape, Charcani, Sillama, etc. están asociados con depósitos de azufre. Los depósitos volcánicos más numerosos se encuentran en el departamento de Tacna, disminuyendo su cantidad hacia el Norte en los departamentos de Moquegua, Arequipa y Ayacucho. Depósitos fósiles de origen volcánico, se presentan también en las zonas donde hubo en el Terciario actividad volcánica. Tales depósitos existen a todo lo largo de la Cordillera Occidental, como por ejemplo en los departamentos de Huancavelica, Junín, Lima, Ancash y Cajamarca.

Yacimientos de azufre nativo, al parecer de origen sedimentario, se encuentran en el extremo Noroeste del distrito de Sechura de la provincia y el departamento de Piura. Se sospecha la

existencia de tales depósitos también en la faja subandina y que el prospecto Polvorayaco, en el distrito de Tingo de Saposoa, provincia de Huallaga, departamento de San Martín es, tal vez, sedimentario. También es posible que los domos de sal, de la franja subandina, están asociados con depósitos de azufre a pesar de que faltan pruebas.

En el Perú, la minería de azufre, activa desde el principio de este siglo, ha desaparecido virtualmente en la década de '80. Según el Inventario Nacional de Sustancias No Metálicas del año 1982 sólo estaba activa una pequeña mina en el departamento de Ayacucho (Ojo Tuerto distrito Cochahuasi provincia Castrovirreyna 12° 55' 00" S 74° 51' 30" O).

Las minas de azufre, se han explotado de manera intermitente y en pequeña escala. Frecuentemente después del cierre de una operación minera, la reabría otro dueño.

Yacimiento volcánico Santina y su explotación

Un ejemplo ilustrativo de un depósito de azufre volcánico y su aprovechamiento nos ofrece la mina Santina estudiada por INGEMMET en el año 1978. La mina se encuentra en el departamento de Tacna, provincia Tarata, distrito Cayarani dentro de la aureola del volcán Tutupaca a una altitud de 5,818 m, y tiene las coordenadas 17°03'S y 70°20'O. Dicha mina, a diferencia de muchos prospectos cercanos, tiene carretera lo que permitió desarrollarla. Durante la visita de técnicos de INGEMMET la mina estaba produciendo 25 TM de mena por día equivalentes a 6 TM de azufre refinado. Las reservas eran 49,500 TM con la ley de 40.35% S habiendo 20,900 TM en canchas con 38.95% de azufre. El depósito estaba ya en parte explotado y se estima su tonelaje original entre 100,000 TM a 150,000 TM. Un tonelaje con este orden de magnitud

tienen, probablemente, numerosos prospectos de azufre volcánico en el sur del Perú.

El azufre se encuentra en lentes, "bancos", fisuras y diseminado, denominándose esta última mena "caliche". Los lentes en la mina Santina se encuentran en la morena glacial del fondo y tienen una ley promedio 36.19% S. Los "bancos" se encuentran cerca del cráter y están formados por cenizas y otras rocas volcánicas porosas y alteradas teniendo normalmente leyes entre 29.03% S y 39.86% S que pueden alcanzar localmente 51.8% S. En las fisuras el azufre está cristalizado y acompañado por sílice coloidal teniendo una ley de 46.16% S. Las impregnaciones de azufre tienen 4.13% S y durante la visita de INGEMMET no se explotaban. Leyes similares de azufre se encontró en otros depósitos asociados con el vulcanismo activo o fósil. La fusión de azufre puede producirse por el calor del volcán, presentándose locales enriquecimientos de azufre.

La explotación era a tajo abierto. El azufre se trataba en "autoclaves" o recipientes donde se calentaba el caliche con vapor de agua a presión. El azufre que se derretía, se "sangraba" líquido con una ley 99.5% S. La recuperación era 60%. Las autoclaves se cargaba hasta 7 veces por día.

Yacimiento sedimentario de azufre "Reventazón" y su historia

El depósito de Reventazón está ubicado en el distrito de Sechura, provincia y departamento de Piura (6°09' S 80°55' O) a 3 km de la Costa. El azufre constituye el cemento en dos estratos de arenisca fina de color rojizo oscuro y está acompañado en los mantos por yeso, anhídrita y materia orgánica. Al parecer el azufre se formó por descomposición bacteriana de los sulfatos. Las capas forman parte del tablazo pleistocénico y están subhorizontales

presentando ondulaciones locales. La capa superior tiene un grosor comprendido entre 0.4 y 0.8 m. Las capas no son paralelas entre sí, teniendo la intercalación estéril entre ellas de 0.6 mts a 13 m. El grosor promedio de la capa inferior es 0.6 m. En los lugares donde las capas se unen alcanzan un grosor de 2 m. Según el informe de Torres Vargas de 1946, la ley del manto superior es 19.59% S y del inferior 24.90% S siendo el promedio en ambos mantos 21.20% S. El yacimiento se extiende unos 1,250 m con rumbo EO y tiene un ancho de 500 a 1,700 m en dirección NS. El volumen de reservas es 1'451,400 m³ lo que equivale a 662,470 TM de azufre fino.

La explotación del yacimiento se desarrolló en los años 1934 a 1943, durante los cuales se explotó más de 10,000 toneladas. La explotación te-

nía dificultades por falta de agua que se necesitaba traer de un pozo alejado. Según Torres Vargas, la causa de la quiebra de la empresa fue el desconocimiento de la situación real que llevó a decisiones equivocadas. La empresa creía que la ley del mineral extraído era 60% S y que la recuperación era sólo 30% y puso todos los esfuerzos para levantarla. En realidad la ley promedio era más baja (21.2% S) y la recuperación alcanzaba 78% y no podía ser levantada.

Es poco probable, que la formación del depósito de Reventazón sea un caso aislado y no sería extraño de encontrar otros depósitos de azufre que tienen génesis similar en el Noroeste peruano. La prospección de estos depósitos, debe ser precedida por la determinación de la génesis del depósito Reventazón que es controvertida.



MINERAL : Azufre Nativo
 PROCEDENCIA : Volcan Tutupaca
 CORTESIA : UNI

ALUNITA

La alunita o sulfato complejo de alúmina y álcalis, se utiliza en la industria de curtiembre, tintorería de textiles, tratamiento de aguas y otros líquidos, preparación de líquido para extinguidores, etc. Para la comercialización muy importante es su pureza y particularmente el contenido de fierro, que en las calidades buenas, es muy bajo. Su uso era generalizado en el siglo pasado, pero ha sido sustituido en gran parte por el sulfato de alúmina sintético. En el futuro se prevé su utilización como materia prima para la elaboración de aluminio, siendo por el momento, más económica su obtención de la bauxita.

La alunita del Perú, se formó en la Cordillera Occidental por la mezcla de aguas hidrotermales alcalinas cargadas de azufre con las aguas vadosas oxidantes cerca de la superficie. Las aguas hidrotermales provenían de los plutones vinculados con los volcánicos del Terciario inferior y se encuentran de preferencia en cuellos volcánicos. La alunita está frecuentemente acompañada por caolín y sílice.

Los depósitos de alunita identificados hasta la fecha, están en los volcánicos terciarios Calipuy y son pequeños. Sin embargo, la amplia distribución de estos depósitos, es un indicio muy favo-

rable para la prospección futura. Las mezclas de los caolines y alunitas se utilizan bajo el nombre de "mármol" para tallar esculturas.

El depósito más importante conocido de alunita es el del cerro Urusculle (Parquín) distrito y provincia de Otuzco, departamento de La Libertad. Al parecer se trata de un cuello volcánico que resistió la erosión. La caolinita con alunita se presenta como bolsonadas de reemplazamiento en las rocas alteradas. El potencial del depósito de cerro Urusculle se estima en 5 a 10 millones de toneladas de caolín con alunita. Los estudios con difracción de rayos X, de los materiales provenientes de cerro Urusculle, indican la existencia de tres paragénesis de minerales: Las más abundantes son las masas de caolinita con alunita. El segundo grupo por su abundancia, consiste de alunitas predominantes. Finalmente se presentan también conjuntos de cuarzo criptocristalino.

Los análisis de alunitas con caolín de la quebrada Encajón en la provincia de Cajamarca, indican, que en principio existe la posibilidad de su separación. El caolín se concentra en la fracción granulométrica con $<2\mu$ y la alunita entre 2μ y 20μ como pudo también se confirmado por difracción de rayos X

Alunitas con Caolín en Volcánicos Calipuy

Sigla Prospecto Granulometría	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	Na ₂ O%	K ₂ O%	SO ₃ %	P ₂ O ₅ %	CaO%	Pérdida
Cerro Urusculle, Prov. Otuzco, Dpto. La Libertad										
Alunita Predom.	3.97	0.23	36.47	0.05	3.38	5.24	8.93	0.08	0.06	41.24
+Coalín	42.05	0.48	41.05	0.11	0.00	0.02	0.07	0.50	0.31	14.90
Cuarzo Criptocr.	66.87	0.82	25.87	0.06	0.00	0.03	0.07	0.12	0.03	5.55
Quebrada Encajón : Prov. y Dpto. de Cajamarca										
Total	14.13	1.97	33.62	0.21	1.82	4.96	4.08	1.09	0.20	36.75
μ	20.82	3.34	33.99	0.35	1.33	3.56	1.07	1.37	0.28	32.73
2 μ -20 μ	6.69	0.88	34.42	0.10	2.23	6.24	8.26	0.91	0.17	39.26
20 μ -63 μ	66.83	2.34	10.85	0.19	0.21	1.68	0.46	0.20	0.08	16.60

Granulometría	μ	2 μ -6.3 μ	6.3- 20μ	20 μ -63 μ	63- 112μ	M. Geomtr.
Quebrada Encajón	46.2%	41.5%	10.6%	1.6%	0.2%	2.5m \pm 0.37m

Compilado de Bosse et al. 1989

CARBONATOS

Los carbonatos en el Perú son muy abundantes y forman un heterogéneo grupo de materias primas con distintas propiedades y numerosos usos. La característica común de todo carbonato es la presencia de CO₂ o anhídrido carbónico en su composición, combinado con óxidos de metales alcalino-terrosos o alcalinos. El ácido carbónico es débil y su anhídrido volátil y fácil de expulsar, lo que vuelve los carbonatos, la fuente muy abundante y económica de óxidos básicos, muy importante en varias industrias y otras actividades, como por ejemplo construcción y agricultura.

La abundancia, propiedades y usos de los carbonatos varían de acuerdo a los elementos que contienen. El más abundante es el carbonato de calcio y le sigue el más escaso, el carbonato de magnesio. Todavía más escaso, pero industrialmente importante, es el carbonato de sodio que en este boletín se trató junto con las sales solubles. El carbonato de fierro o siderita, usado anteriormente como mena de este metal, tiene relativamente poco uso, en la industria moderna.

Muy importante para los usos de los carbonatos, es el estado físico en el cual se encuentran como por ejemplo: mineralogía, compactación, textura, cristalización, etc. De esta manera, se distingue entre las rocas formadas por carbonato de calcio, la coquina (o conchuela), creta calcárea, travertino, onix y calizas de diferente mineralogía, textura y usos.

Gran importancia tienen también las impurezas y la forma como se presentan. Todas las propiedades químicas y físicas de las rocas carbonatadas, están vinculadas con su génesis, que a su vez depende del marco geológico en el cual se formaron. Este

marco depende de la ubicación y edad de sus yacimientos.

Los carbonatos en el Perú

En el Perú existe una gran variedad y abundancia de carbonatos. En el mapa adjunto del Perú, se indican los prospectos y explotaciones de los carbonatos. La información disponible permite dividirlos en los siguientes grupos: calizas, travertinos y mármoles-dolomitas. Esta división es preliminar y se podrá afinar con más información. Al parecer en el Perú, existe una clara relación entre edad, ubicación y características de las rocas carbonatadas. Los yacimientos de carbonatos varían de franja a franja y dentro de cada franja según la ubicación más precisa. Las ubicaciones de los travertinos, mármoles dolomitas y de la coquina, están íntimamente vinculadas con zoneamiento del Perú, que hace posible la división del territorio nacional en franjas. Dicho zoneamiento y la edad controlan las características y usos de las calizas. De la ubicación dependerá también el mercado y factibilidad de la explotación de los carbonatos.

Las calizas son las más abundantes entre todos los carbonatos en el Perú y en el mundo. El Perú es un país rico en calizas en comparación con sus vecinos. Esto le permitió exportar productos elaborados a partir de la caliza.

Las calizas en el Perú se consumen principalmente en la Costa, que es la más industrializada y donde sus yacimientos son los más accesibles. Sin embargo los depósitos de calizas de la Costa tienen frecuentemente menor potencial y menor calidad que en otras franjas y su importancia se debe a la falta de mejores yacimientos en la vecindad. Cerca de Lima se explota las relativamente abundantes calizas cretáceas de las formaciones Atocongo

y Chilca para la fabricación del cemento y otros usos. La Costa de Ancash es relativamente pobre en calizas y la siderúrgica de Chimbote tuvo que explorar intensamente las áreas aledañas para encontrar los relativamente pequeños e irregulares yacimientos de las calizas Santa del Cretáceo inferior. De la misma manera, la ciudad de Trujillo se abastece con las escasas e irregulares pero muy puras calizas jurásicas de la Formación Simbal. En el departamento de Lambayeque se explota las impuras calizas cretáceas que se presentan en pequeños yacimientos. En el departamento de Piura para obtener carbonato de calcio se tuvo que recurrir a la explotación de coquina que es relativamente abundante.

Las calizas en la Cordillera Occidental afloran en las valles donde la cubierta volcánica fue removida por erosión. Los yacimientos de calizas en esta franja constituyen una transición entre los de la Costa y de la Franja Interandina y se presentan en las mismas formaciones.

El potencial más grande de las calizas en el Perú está en la Franja Interandina. Las calizas de mayor interés industrial son las mesozoicas, presentándose de mejores características industriales, en determinadas formaciones geológicas. En el Norte las calizas más cotizadas por su grosor, volumen, homogeneidad y pureza son las de la cretácea Formación Cajamarca, que se utilizan para fabricación del cemento y cal de mejor calidad. En el centro del Perú las mejores características tienen las calizas jurásicas Condorsinga que también se utilizan para elaborar cemento. Las calizas cretáceas en el centro del Perú, se emplean también para la quema de cal.

El sur del Perú es más pobre en las calizas que el Norte o el Centro. En el departamento de Puno el cemento se elabora de las calizas cretáceas Ayavacas que a pesar de presentarse en paquetes relativamente delgados, son las más abundantes y mejores de la región. La

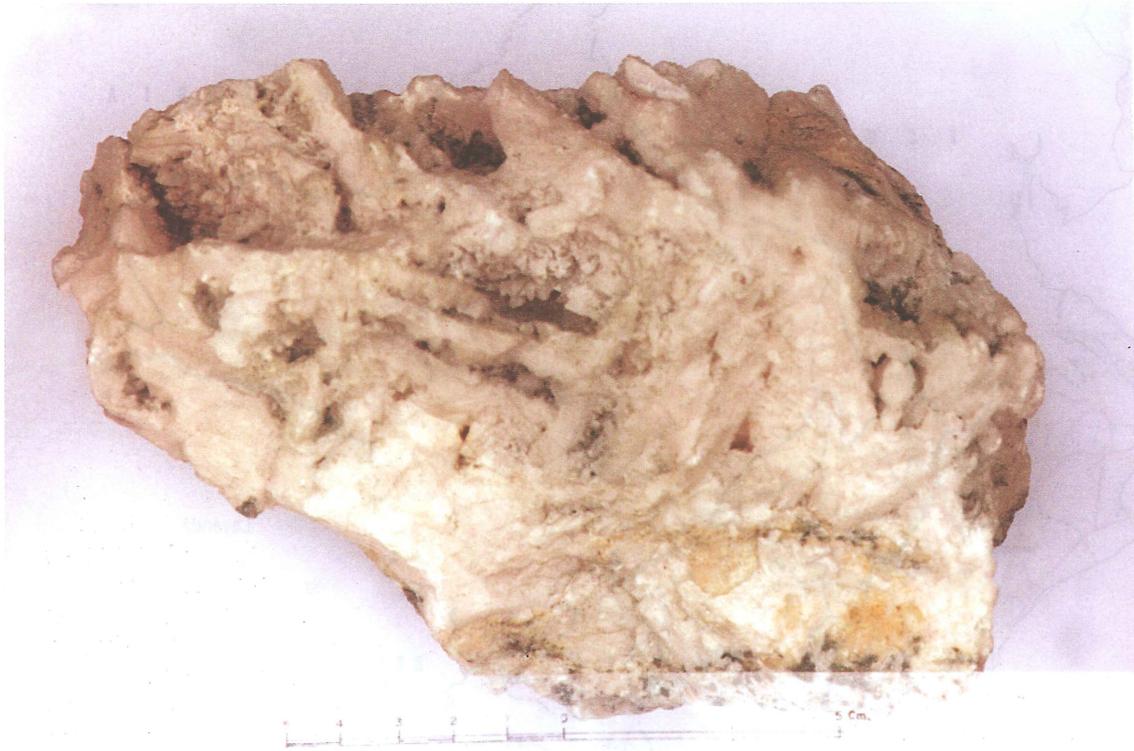
ciudad de Arequipa se abastece con las calizas de varias formaciones.

Los depósitos de calizas en el Este del Perú son aprovechados en muy pequeña escala por falta de demanda y se conoce ahí muy pocas explotaciones. En la Cordillera Oriental las calizas del Grupo Pucará y especialmente de la Formación Condorsinga, son los más promisoros. También se presentan ahí las calizas paleozoicas Copacabana que, al parecer, son de inferior calidad. La franja subandina contiene calizas mesozoicas, que podrían ser aprovechadas como abono.

Coquina o Conchuela

A lo largo de toda la Costa peruana se encuentran depósitos de coquina o conchuela, formados de bancos de bivalvos cuaternarios. Las conchas son de carbonato de calcio y tienen un color blanco. Con el levantamiento de la Costa, estos depósitos se encuentran actualmente tierra adentro, pero cerca de la orilla. La coquina puede consistir casi exclusivamente de conchas o estar mezclada con cascajo y arenas. Los bancos tienen grosores variables que llegan a ser importantes en el departamento de Piura donde se quería instalar una fábrica de cemento. La coquina es relativamente menos abundante donde la Cordillera de la Costa está inundada por el mar. Depósitos de coquina son más abundantes entre Pisco y la frontera con Chile. En la Costa de los departamentos de Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna se explota la coquina.

Industrialmente se usa la coquina para quema de cal. Las capas delgadas de coquina se explotan artesanalmente utilizando cedazos para separar las conchas. Las conchas molidas se agrega al alimento balanceado de los aves. Para promocionar el uso industrial de coquina podría aprovecharse su color blanco. Este color es excepcional en las rocas carbonatadas del Perú. Sin embargo, la coquina está



MINERAL : Cristales de Manganocalcita
 PROCEDENCIA : Ticapampa - Huaraz
 CORTESIA : INGEMMET



MINERAL : Agregado de Cristales de Siderita
 PROCEDENCIA : Ica
 CORTESIA : INGEMMET

compuesta por aragonito que es más duro y menos apropiado para usos industriales. Para convertir el aragonito en calcita se necesita tostarlo, lo que requiere energía y es costoso.

Creta Calcárea

La creta calcárea consiste principalmente, de carbonato de calcio, el cual a diferencia de las calizas, no ha sido todavía, diagenizado y compactado. Los cristales de calcita, que constituyen, el principal componente de ambas rocas, son en la creta calcárea pequeños (alrededor de unos 20 m) y relativamente fáciles de separar, lo que reduce el costo de la molienda. La textura de la creta calcárea favorece su empleo como relleno de papel, jebes plásticos etc. siendo muy importante su color. El más cotizado es el blanco.

La creta calcárea podrá utilizarse como abono en los terrenos ácidos y/o pobres en calcio. Dicho material es más apropiado para este fin que las calizas o mármoles que necesitan molerse para mejorar su efecto fertilizante. Los suelos en la Sierra peruana son frecuentemente ácidos y a veces pobres en calcio. La ubicación de los depósitos de creta en la Franja Interandina es muy favorable ya que se trata de la parte central y agrícola de la Sierra.

La creta calcárea en el Perú se presenta en los depósitos lagunares miocénicos y pleistocénicos de la Franja Interandina donde puede estar asociada con diatomitas y eventualmente con arenas cuarzosas, caolín y lignitos. Importantes depósitos de creta cuyo potencial alcanza por lo menos algunos millones de toneladas, se encuentran en la Formación Cajabamba, depositada en un gran lago que ocupaba la parte baja de los valles Cajamarca y Huamachuco en el departamento de Cajamarca. La única muestra examinada tiene sólo valor indicativo y es de color crema claro alcanzando su blancura 56.6% de MgO determinado

por el método Schreiber. Un material con estas características no es apto para relleno de papel blanco pero podría ser utilizado para otros usos industriales ya que su contenido de CaCO_3 alcanza 97% y el óxido férrico es sólo 0.18% siendo las principales impurezas SiO_2 (1.95%) y Al_2O_3 (.92%). Existen ciertos indicios que en la Formación Cajabamba se presentan otros depósitos de cretas tal vez más blancas y con mejor composición. La creta calcárea se encontró también en depósitos miocénicos y pleistocénicos lagunares de depresión interandina de otros departamentos. El material calcáreo proviene probablemente de las calizas mesozoicas disueltas por las aguas que las llevaron y depositaron en el lago. Los seres vivientes del lago aprovecharon la abundancia del carbonato de calcio disuelto para formar sus caparazones.

Travertino y onix calcáreo

El carbonato de calcio disuelto y redepositado por aguas hidrotermales se purifica durante este proceso y forma una roca constituida por varias capas paralelas, cavernosa denominada travertino. Dicha roca es translúcida, y tiene color blanco a veces con tono ligeramente amarillo, y aspecto agradable; se le utiliza como piedra ornamental. El color y la pureza del travertino permiten utilizarlo, mezclado y procesado conjuntamente con yeso y pirofilita, como cemento blanco.

El contenido de carbonato de calcio en los travertinos se puede usar para fines industriales. En el departamento de Cuzco que es pobre en calizas aflorantes, hubo proyectos de instalar una fábrica de cemento a partir del travertino. En el Calléjón de Huaylas se calcina el travertino para obtener cal.

La gran mayoría de los travertinos peruanos, se encuentra en la Franja Interandina o en su inmediata vecindad. También se conocen travertinos en la Franja del Vulcanismo Acti-

vo. Travertinos en otras franjas son extremadamente raras. Al parecer para la formación del travertino se necesitan las soluciones hidrotermales y las calizas, que no necesitan aflorar.

Las explotaciones más importantes de este material se encuentran en el valle del Mantaro del departamento de Junín y en los alrededores de Arequipa. También se explotan travertinos en el valle del Santa y en el departamento de Puno. Al parecer, la distribución de explotaciones de travertinos guarda relación con la vecindad a las carreteras.

En el valle del Mantaro y probablemente también en otros lugares, los depósitos están alineados a lo largo de fallas con rumbo andino a través de los cuales ascendieron probablemente las aguas termales. Dichas fallas cruzan también las calizas mesozoicas, que probablemente aportaron el carbonato de calcio. El travertino se deposita de preferencia por encima de materiales permeables, formando lechos de varios metros de grosor. La depositación se produce del agua que escurre encima del depósito y pierde el anhídrido carbónico, convirtiéndose el soluble bicarbonato de calcio, en insoluble carbonato. Los contactos entre diferentes capas, llamadas por los mineros "edras", se aprovechan para el arranque. Para el arranque se usa explosivos. Hubo intentos de usar sogas con diamantes para el corte de bloques que resultaron demasiado costosos.

Los depósitos mayores de travertino en el valle de Mantaro, tienen más de un kilómetro de longitud y varios cientos de metros de ancho, alcanzando su potencial varios millones de toneladas. La explotación en la mayoría de las minas es artesanal, habiendo muy pocas operaciones con equipo moderno (cargadores frontales, camiones, tractores). La más grande mina de travertino ubicada en el distrito de Unión Leticia de la provincia de Tarma produjo en el año 1995, casi 200,000 TM. La producción mensual de cada una de las minas mecani-

zadas, menores en el valle del Mantaro es de unas 2000 toneladas pudiendo alcanzar un máximo de 4000 toneladas. La producción de minas artesanales es mucho menor.

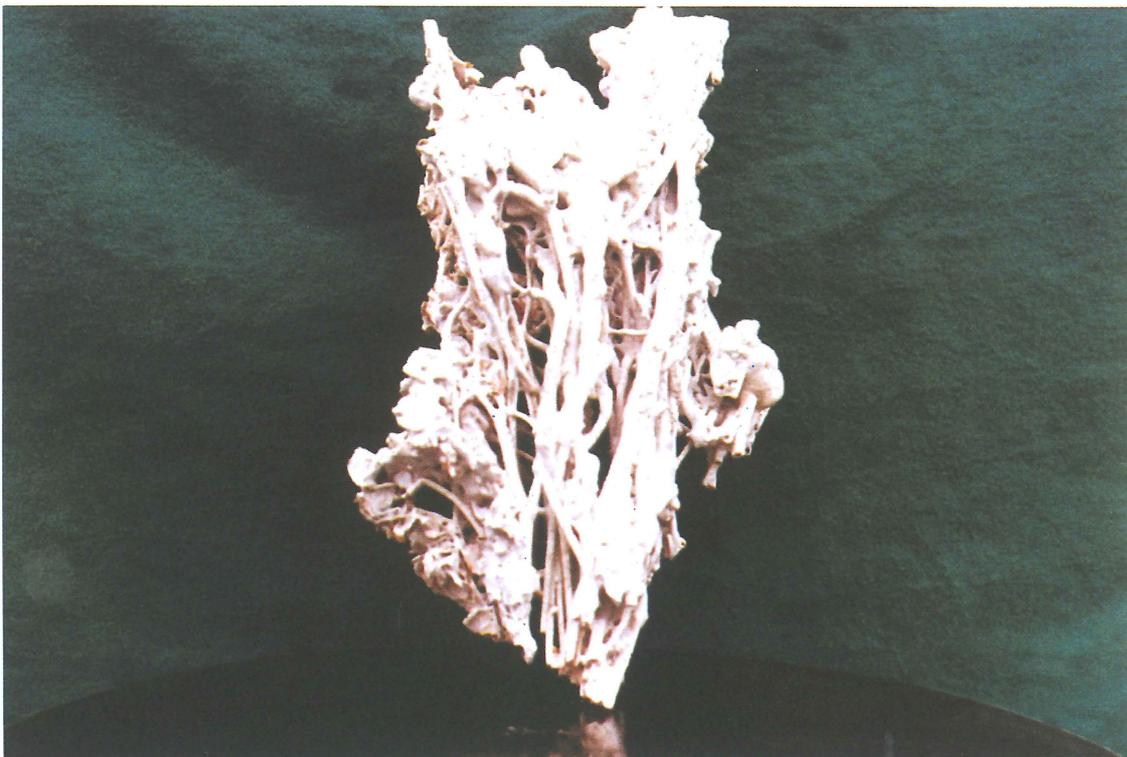
Las aguas hidrotermales pueden disolver el bicarbonato de calcio de las calizas no aflorantes y depositarlo en áreas donde no existen otros depósitos de carbonatos. Tal origen tienen probablemente los travertinos en las áreas cubiertas por los volcánicos en la Franja del Vulcanismo Activo y en el departamento de Puno. Un ejemplo de este tipo de depósitos, lo constituyen los depósitos de travertino en el Callejón de Huaylas del departamento de Ancash que fueron explotados para abastecer con cal, las minas vecinas.

El onix calcáreo está asociado con el travertino y se forma, al parecer, por su removilización. A diferencia del travertino el onix es más uniforme y apropiado para elaborar objetos de adorno. Las vetas de onix cruzan al travertino. Los grosores de las vetas pueden ser muy variables, de vetillas milimétricas hasta unos 2 metros. El onix puede formarse también entre las capas de travertino o diseminado.

Especificaciones y usos de las calizas

Las especificaciones que debe cumplir la caliza varían de acuerdo con su empleo. Las calizas con mayor proporción de carbonato de calcio son normalmente las más cotizadas, a pesar de que, para la elaboración de refractarios, se prefieren las dolomíticas (con alto Mg). El contenido de impurezas disminuye, generalmente, el valor de las calizas. La presencia de abundante sílice reduce la calidad de la cal viva y en las calizas empleadas como fundente, obliga utilizarlas en mayores cantidades, lo que es técnicamente y económicamente inconveniente.

Los carbonatos puros se emplean como materia prima para las in-



MINERAL : Travertino
PROCEDENCIA : Tarma
CORTESIA : UNI



MINERAL : Travertino
PROCEDENCIA : Ticapampa - Huaraz
CORTESIA : INGEMMET



MINERAL : *Onix Calcareo*
PROCEDENCIA : *Huanta - Ayacucho*
CORTESIA : *INGEMMET*



MINERAL : *Marmol Biostromal*
PROCEDENCIA : *Cajamarca*
CORTESIA : *INGEMMET*

dustrias química, alimenticia y usos medicinales. La cal producida de tales carbonatos, se utiliza para controlar el pH de las soluciones en diferentes industrias como por ejemplo en la de azúcar o en la concentración de minerales metálicos. Intimamente relacionado con el pH está el poder coagulante. La alta pureza de la cal se requiere para la elaboración de medicinas, reactivos y alimentos. La cal, de preferencia pura, es el insumo principal de carburo (Ca_2C). Se le emplea también para el blanqueo y tintorería en la industria textil y por sus propiedades químicas, en la fabricación de jabones, grasas, lubricantes, insecticidas, fertilizantes, etc. El material calcáreo se utiliza como aditivo en la industria cerámica. La industria del vidrio blanco, usa también el carbonato de calcio, que no debe contener el hierro aún en pequeñas cantidades. Otras industrias, como por ejemplo la de cemento toleran la presencia de mayores cantidades de sílice, óxidos de hierro y aluminio. En la fabricación del cemento se puede usar, en vez de caliza también marga que es una roca formada por carbonato de calcio mezclado con las arcillas.

Para ciertas industrias interesan además de la composición química, otras propiedades de los carbonatos, como la blancura, finura de grano, textura uniforme y ausencia de poros (para la litografía) o de partículas abrasivas, etc. La finura es importante cuando la caliza se utiliza como carga, por ejemplo en la fabricación de caucho, papel, etc. La blancura interesa también en la fabricación de papel y en la preparación de barnices y pinturas. Se la determina comparándola con óxido de magnesio que se asume como 100%.

Desafortunadamente en el Perú no se ha encontrado carbonatos de calcio que podrían cumplir con la exigencias de muchas industrias. Así por ejemplo, la creta calcárea es fina pero la blancura no es suficiente para la fabricación de papel. La coquina es pura y blanca pero consiste de aragonito y no tiene la finura necesaria. Algunas calizas muy puras (por ejemplo de la Formación Simbal) contienen pequeñas cantidades de partículas abrasivas que descartan su uso para varios procesos industriales.

Un uso muy importante de calizas en el Perú podría estar relacionado

Calizas Cretáceas del Norte del Perú

Sigla	Nombre	Formación	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	So ₃	Pér
CO1	Tembladera	Cajamar	54.72%	1.85%	0.70%	0.30%	0.13%	0.04%	41.84%
C24	Q.Naranjo	"	54.22%	1.13%	0.39%	0.19%	0.14%	0.18%	43.18%
C26	C.Otuzco-1	"	53.06%	3.12%	0.45%	0.22%	0.00%	0.17%	42.38%
C26	C.Otuzco-2	"	53.47%	2.58%	0.40%	0.30%	0.00%	0.26%	42.55%
C25	Chicche	Yamagual	42.65%	17.28%	1.96%	1.25%	0.89%	0.50%	33.69%
C07	Las Tinajas	Santa	51.93%	3.79%	1.03%	1.34%	0.00%	0.16%	40.93%
	Damisela*	Santa	56.00%	4.80%	-	1.70%	-	-	-

* El análisis de Damisela proporcionado por el dueño

con la neutralización de suelos ácidos y suministro de calcio a los suelos pobres en este elemento. Tales suelos en el Perú se encuentran por encima de rocas volcánicas y abundan en la Cordillera Occidental y áreas aledañas. Para estos fines se utilizan de preferencia las calizas finamente molidas. La selvicultura usa la lechada de cal para combatir los insectos.

Los carbonatos de calcio pueden emplearse directamente o calcinados o "quemadas" como cal viva (CO_2) y agregando agua, como lechada de cal $\{\text{Ca}(\text{OH})_2\}$. Para fabricar la cal, que tiene mayor valor agregado se necesita expulsar el bióxido del carbono del carbonato de calcio mediante el calor,

lo que significa un gasto en el combustible. La quema de cal es la forma más simple de industrialización de las calizas y se la realiza frecuentemente en el Perú, al lado de las canteras. La cal se emplea como reactivo básico en minería y varias industrias. En la construcción se emplea la cal para morteros donde no hay o es muy caro el cemento. Con la lechada de cal se pintan las construcciones rústicas. La cal viva se emplea para desinfectar desechos.

Cada vez se impone más el uso de cal para neutralizar el azufre en procesos metalúrgicos e industriales o captarlo de las emanaciones de gases.

CARBON

El carbón es un material no metálico sólido, utilizado ampliamente en la industria como combustible energético, agente reductor particuladamente en metalurgia, materia prima para carboquímica, absorbente, filtrante, etc. Se le puede usar directamente o transformado en coque, gas, alquitrán etc. Sus usos y forma de empleo está íntimamente vinculados con su calidad y madurez, dependiendo éstos de su génesis.

Desde el punto de vista geológico el carbón es un sedimento orgánico depositado en cuerpos tabulares o estratos denominados mantos. Se trata de un gel no cristalino, formado a partir de restos vegetales preservados de la oxidación en zonas pantanosas. Junto con los restos vegetales se depositan, también, materiales no combustibles que constituyen las cenizas y reducen su valor.

La materia orgánica pierde, debido al calor interior de la Tierra y la presión de las capas sobreyacentes, primero el agua y, posteriormente, los compuestos volátiles de oxígeno, nitrógeno e hidrógeno con carbono, quedándose al final el carbono no combinado y la parte inorgánica no combustible. Este proceso se denomina carbonización y determina el rango de los carbones.

La génesis de los carbones y de sus yacimientos determina sus características. Para comprender las causas de las diferentes propiedades de los carbones hay que estudiar todo el proceso de su formación. Dicho proceso comienza con la depositación de la materia orgánica y continua con su historia posterior incluyendo su carbonización. Muchas características de los carbones y de sus yacimientos, como por ejemplo la pureza, composición de las cenizas, interestratificación con mate-

ria estéril, número, grosores y extensión de los mantos, dependen de su depositación e indirectamente de su entorno paleogeográfico.

Otras propiedades de los carbones y de sus depósitos están vinculadas con la historia posterior a la sedimentación. La perturbación tectónica deforma los yacimientos, muele el carbón y lo mezcla con material estéril, lo que dificulta su explotación y beneficio. La carbonización controla la temperatura de ignición, poder calorífico, velocidad de combustión, propiedades coquificantes, etc. El rango de los carbones depende de la antigüedad de la depositación de la materia orgánica y de las temperaturas a la cual esta fue sometida. Los carbones más antiguos son generalmente, los más carbonizados. Las temperaturas dependen de la ubicación e historia del yacimiento y son muchas veces más importantes para el rango, que la edad.

Los carbones de acuerdo con sus propiedades tienen frecuentemente, empleos distintos. El equipo para la combustión del carbón u otros procesos, debe estar de acuerdo con sus propiedades y particularmente con la desgasificación. El desconocimiento de estas propiedades imposibilita el uso racional del carbón.

Clasificación de carbones y determinación del rango

Los carbones se clasifican de acuerdo con la desgasificación o carbonización de la materia orgánica, lo que se acostumbra denominar rango. Durante el proceso de carbonización, se forman primero las TURBAS, luego los LIGNITOS y HULLAS y, finalmente, las ANTRACITAS. Cada una de estas variedades de carbones tiene características y usos propios. La clasificación basada

en la carbonización puede ser todavía más detallada dividiéndose, por ejemplo las hullas en bituminosas y sub bituminosas de acuerdo con sus propiedades coquificantes. El último eslabón de la carbonización es el GRAFITO, constituido de carbono cristalizado que, por tener características y usos completamente diferentes, no se considera carbón.

Para poder determinar la variedad del carbón y predecir de manera preliminar sus propiedades se hace el análisis inmediato (Proximate Analysis) que determina porcentajes de humedad (HU), materia volátil (MV), carbón fijo (CF), cenizas (CZ). Los valores respectivos se obtienen por pérdida del peso de la muestra que se asume equivalente al 100%. La pérdida: 1) después del desecamiento corresponde a la humedad (HU), 2) después de la destilación a alta temperatura y sin acceso de aire, a las materias volátiles (MV), 3) después de la combustión para al carbón fijo (CF). Las cenizas (CZ) son el residuo que se queda después de la combustión. Para obtener resultados correctos (standart) de las cuatro componentes, el análisis debe seguir un curso exactamente definido cuyas especificaciones varían de un país a otro. En el Perú se utiliza las especificaciones norteamericanas ASTM o internacionales ISO que discrepan ligeramente.

La desgasificación de los carbones se puede también medir por medios ópticos ya que con el rango aumenta su reflectancia. El carbón es un gel compuesto por partículas microscópicas de origen distinto y características propias denominadas macerales. Para determinar la desgasificación se utiliza el maceral vitrinita formado por precipitación de coloides en los pantanos. De acuerdo con la temperatura, la vitrinita se desgasifica aumentando su reflectancia. Este aumento es medible y se utiliza para determinar además del

rango de los carbones, la madurez de los sedimentos bituminosos marinos para generar el petróleo.

Otros análisis del carbón

Paralelamente con el análisis inmediato o determinaciones de la reflectancia de la vitrinita, se acostumbra determinar el porcentaje de azufre (S) por tratarse de un elemento muy nocivo, que corroe el equipo y contamina el ambiente. El azufre abunda en algunos carbones peruanos y su eliminación requiere procesos industriales especiales. Para los carbones que se desea quemar con fines energéticos, conviene determinar desde el principio el poder calorífico (PC).

A pesar de que con el rango están vinculadas las otras propiedades, la dependencia no es suficientemente estrecha para poder predecirlas exactamente sobre la base del análisis inmediato y se necesita hacer otras determinaciones. Además de las propiedades vinculadas con el rango, existen otras independientes como por ejemplo, la granulometría, composición química, contenido y características de las cenizas etc. Todas las características de los carbones están vinculadas con su génesis que tiene una gran influencia sobre su calidad del carbón e importancia de sus yacimientos. En el Perú la génesis está relacionada con la ubicación y la edad.

La naturaleza de los componentes determinados por el análisis inmediato puede ser muy variada y su influencia sobre el uso del carbón distinta. Por esto, antes de hacer una inversión mayor en la minería o industria del carbón, conviene tener datos más precisos sobre sus propiedades y composición química características. El carbón es un gel compuesto principalmente de carbono (C) e hidrógeno (H), y cantidades menores de azufre (S), nitrógeno (N), oxígeno (O), silicatos etc. La composición química se determina con el análisis elemental del

carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N) y oxígeno (O), tratando de determinar si provienen de la parte orgánica o inorgánica del carbón. Al analizar el azufre, hay que determinar si es combustible o incombustible y entre el combustible, el orgánico o sulfuros que pueden ser eliminados por lavado. En algunos casos, resultan importantes los accesorios como cloro, fósforo y hasta fluor. Los carbones, en general, tienen la tendencia de captar metales pesados que se convierten en elementos trazas que pueden actuar como catalizadores o impedimentos de procesos industriales y producen contaminación ambiental. Las trazas de metales pesados y elementos poco comunes son más abundantes en carbones peruanos que de otros países, debido a la actividad hidrotermal intensa.

El porcentaje de la parte no combustible o de las cenizas y su composición, influye sobre la calidad y precio de los carbones. Para mejorar la calidad de los carbones se elimina una parte de cenizas por lavado y la lavabilidad del carbón, determina muchas veces su valor. La composición de cenizas influye sobre su comportamiento durante su combustión que es técnicamente muy importante. Para cada carbón conviene determinar las temperaturas de ablandamiento, deformación, fusión hemisférica y fluidez.

Para algunos usos del carbón, es importante realizar análisis específicos. Así, por ejemplo, para determinar la aptitud del carbón para producir coque metalúrgico, se necesita hacer varios análisis. El Perú importa considerable cantidad de carbones coqueificables extranjeros y su sustitución por nacionales representaría un considerable ahorro de divisas.

Geología del Carbón Peruano

En el Perú hubo tres períodos principales de la formación de los carbones. Los carbones peruanos se formaron en el Misisipiano (Carbonífero

Inferior), transición del Jurásico al Cretáceo y Mioceno. Los depósitos del carbón de los períodos mencionados, se diferencian entre sí, por su magnitud, extensión, calidad, rango y afloran con pocas excepciones en distintas áreas.

La edad y desgasificación de los carbones, están íntimamente vinculados con su ubicación, teniendo generalmente los depósitos vecinos, una historia geológica similar. Con esto será posible determinar provincias carboníferas que contienen yacimientos carboníferos con génesis y características parecidas. Dichas áreas coinciden aproximadamente con determinados sectores de las franjas paralelas al borde continental. De la ubicación de las provincias, dependerá además de la geología, la factibilidad económica de la explotación del carbón.

Antracitas paleozoicas

Los depósitos de carbones misisipianos, son preandinos y se encuentran en la Cordillera Oriental del Centro y Sur del Perú, dentro de la Formación Ambo que corresponde a las molasas de las montañas eohercinianas. El interés para la búsqueda del carbón en esta región apartada, fue mínimo y la información sobre estos depósitos, es escasa como se puede apreciar en el mapa adjunto. Los depósitos conocidos son lagunares y como tales tienen carácter lenticular, alto contenido de cenizas y extensión reducida. La perturbación tectónica es fuerte y el rango corresponde a las antracitas. También se encontró pequeñas ocurrencias de hulla y antracita misisipiana, en la Cordillera de la Costa del departamento de Ica.

Carbones Mesozoicos

Durante la transición del Jurásico al Cretáceo se formaron carbones en varias regiones del Perú. Los carbones y sus yacimientos varían de una zona a otra. Las variaciones se

deben a las diferencias de paleogeografía y clima durante su deposición y distinta historia geológica posterior. Con estas variaciones cambia, también su valor económico.

La depositación de los carbones dependió de la paleogeografía que reflejaba la geotectónica del borde continental y particularmente el desarrollo del geosinclinal y orogenia andina. La desgasificación de los carbones peruanos estaba controlada por la edad y el magmatismo que aportó el calor. La desgasificación de los carbones post paleozoicos, en la mayoría de los casos, es más pronunciada en el Oeste donde hubo un intenso magmatismo regional.

Provincia de Andes noroccidentales

Los depósitos económicamente más importantes se depositaron en la Cubeta Occidental del Norte del Perú. La cuenca se extiende desde el norte del departamento de Lima, hasta el sur del departamento de Cajamarca siguiendo, a ambos lados la divisoria actual de las aguas entre los océanos Pacífico y Atlántico. En este sector, las formaciones depositadas durante la transición de Jurásico a Cretáceo contienen casi siempre el carbón. El carbón aflora en la Franja Interandina y en los valles de la Cordillera Occidental, donde la erosión removió la cubierta volcánica.

Las características de los yacimientos carboníferos de la cubeta occidental son bastante uniformes que hacen pensar en una génesis similar. Se trata generalmente de series productivas de 100 a más de 200 metros de grosor con varios mantos paralelos. Las series productivas pueden tener decenas de kilómetros de longitud y están ubicados normalmente a lo largo de la transición entre la la formación jurásica Oyón y cretácea Chimú. La Formación Oyón esta compuesta por sedimentos clásticos como lutitas, lodolitas y areniscas finas y la Formación Chimú, por

cuarcitas con intercalaciones de lutitas y mantos carboníferos. El límite entre ambas formaciones es transicional.

Los mantos de carbón están asociadas con las lutitas y se encuentran en ambas formaciones, teniendo preferencia por la superior. Los mantos carboníferos en la Formación Chimú son más numerosos y se agrupan junto con las lutitas y pocas areniscas en varios paquetes de algunos metros de espesor. Estos paquetes están frecuentemente separados entre sí por varias decenas de metros de cuarcitas. Dentro de los mantos de carbón, se presentan frecuentemente capas de rocas estériles. En algunos mantos, como por ejemplo en la mina La Limeña, las capas intercaladas de carbón y estéril son muy delgadas e intercrecidas, lo que causa dificultades durante el lavado.

Los mantos carboníferos son más gruesos, donde las formaciones que los contienen, tienen mayores grosores. Los yacimientos más importantes se encuentran a lo largo de la faja de máxima subsidencia en esta cubeta. Los grosores de los mantos y la magnitud de los yacimientos se reducen hacia el Oeste.

En una serie productiva hay alrededor de diez mantos con grosores mayores a 70 cm. Sólo algunos de estos mantos son económicamente explotables. Una gran parte del carbón es bastante puro. El grosor de cada uno de los mantos explotables está normalmente entre 80 y 200 cms, existiendo algunos con grosores mayores (máximo observado 2000 cms). El grosor conjunto de los mantos explotables en un paquete, excede frecuentemente a 5 metros. Las longitudes de mantos varían de pocas centenas de metros a varios kilómetros de largo. Donde se realizó estudios más detallados, como, por ejemplo, en Alto Chicama, se pudo seguir los mantos principales por decenas de kilómetros.

La mayoría de los mantos carboníferos son verticales o subverticales, muchas veces invertidos. Los rumbos de los mantos son paralelos a los Andes con la excepción del departamento de La Libertad donde la serie carbonífera se bifurca apareciendo también con rumbos transversales. La perturbación tectónica es generalmente muy pronunciada presentándose sobre escurrimientos y repitiéndose las series productivas con carbón. En los mantos carboníferos se emplazan de preferencia las fallas y los sills igneos. El tectónismo ha deformado muchas veces los mantos y molido el carbón, mezclándolo muchas veces con las lutitas encajonantes. Los mantos de la Formación Oyón están más afectados por el tectonismo, que los de la Formación Chimú. La deformación es más pronunciada en los vértices que en los flancos de los anticlinales. El carbón molido y mezclado con lutitas se denomina cisco.

El carbón de la Cubeta Occidental, fue convertido en su mayor parte en antracita. Las pocas áreas en las cuales se presenta la hulla están ubicadas cerca del Arco Marañón y en lugares con magmatismo reducido, como por ejemplo en Oyón departamento de Lima. La antracitación regional fue probablemente causada por el calor emanado de la cubierta volcánica (Calipuy) que pudo alcanzar cientos de metros cerca a las cumbres de la Cordillera Occidental, pero que fue removida en la Franja Occidental por la erosión posterior.

Provincia del centro del Perú

Los depósitos carboníferos mesozoicos en el Centro del Perú, tienen características distintas a los del Norte. El hundimiento postbatoniano se produjo sólo localmente, formándose cuencas menores en las cuales se encuentran yacimientos límnicos del carbón. La extensión de

estos yacimientos es de pocos kilómetros. Los grosores de los mantos y la pureza del carbón dependen de su distancia a los bordes. El carbón es generalmente sucio. Sin embargo, en el centro de algunas cuencas, se depositaron grandes grosores del carbón bastante puro, como por ejemplo en el actualmente agotado yacimiento de Goyllarisquizga.

El carbón alcanzó regionalmente el rango de las hullas y sólo cerca de los intrusivos fue convertido en antracita. Las hullas mesozoicas sobreyacen, a veces al Grupo Ambo con antracitas misisipianas. La perturbación tectónica del carbón en las cuencas mesozoicas, fue relativamente moderada.

Provincia subandina

La Franja Subandina, que corresponde a la mesozoica Cubeta Oriental, está casi inexplorada por carbón. Los pocos mantos carboníferos encontrados, están en la Formación Cushabatay del Grupo Oriente, que por su litología y edad corresponde a la Formación Chimú de la Cubeta Occidental. Tomando en consideración la gran extensión de afloramientos del Grupo Oriente, es posible que en la cubeta oriental exista una cuenca similar como en la occidental.

El carbón de los afloramientos de la Formación Cushabatay es una hulla. El mismo rango tienen las vitrinitas del Grupo Oriente examinadas por los petroleros.

Provincia del Sur-Oeste peruano

El carbón mesozoico de la Cordillera Occidental en el Sur del país, aflora en las pocas áreas donde la cubierta de los volcánicos cenozoicos fue removida por erosión. Los mantos del carbón son más delgados que en el Norte y se encuentran en la Formación Labra del Grupo Yura. El rango de carbones es variable. Dichos mantos se explotan en algunos lugares.

Lignitos terciarios

En el norte del país, se formaron a finales del Terciario mantos de lignitos. El potencial muy grande de lignitos contiene la Formación Pebas que subyace al Llano Amazónico del Nor-este del Perú y de las áreas limítrofes de Brasil y Colombia. Las perforaciones petrolíferas han descubierto mantos de lignito con varios metros de grosor. El problema de muchos lignitos terciarios, es el alto contenido de cenizas y azufre.

Depósitos de lignitos con menores grosores y extensión se encontró en el departamento de Cajamarca y Tumbes. El yacimiento de Yanacancha cerca de Cajamarca se explota comercialmente.

Minería de la Antracita Peruana

El potencial de la antracita de la cubeta postbatoniana occidental en el norte peruano tiene el orden de magnitud de cientos de millones de toneladas explotables. El potencial geológico total debe ser varias veces mayor y dependerá de la profundidad asumida en los cálculos. Este potencial está distribuido a lo largo de una faja de más de 300 km de largo, con una topografía accidentada. El aprovechamiento de este potencial carbonífero solo es posible a través de varias operaciones mineras.

La franja con las antracitas en el Noroeste, peruano se divide geomorfológicamente, en las cuencas hidrográficas de los ríos que la están surcando. Las comunicaciones entre estas cuencas son generalmente difíciles. Las operaciones mineras tendrán que limitarse a una sola cuenca hidrográfica. Sólo en las cuencas de los ríos, con una razonable infraestructura vial, se logró desarrollar la minería del carbón. Dichas cuencas son de los ríos Chicama, Santa y Huaura, encontrándose en esta última Oyón. Las comunicaciones dentro de la misma cuenca hidrológica también son deficientes.

Métodos de explotación de la antracita

El método de explotación más utilizado para mantos subverticales en la minería subterránea de antracita es el de gradines ascendentes. El método "shrinkage" que se usaba en Cocabal tenía la desventaja de producir una gran cantidad de finos (20% con 1/8") cuya proporción era dos veces mayor que la producida con el método de los gradines ascendentes. En la mina de Cocabal se utilizaba también el método pensilvaniano de taladros largos (Long hole) que es una modificación del método de subniveles. Dicho método dió alto rendimiento por tarea, pero pudo sólo aplicarse en los mantos anchos, produciendo una dilución del carbón con las rocas de caja en los mántos delgados. Los mantos subhorizontales en La Limeña y otros lugares se explotaba con el método de cámaras y pilares. En la mina Shela (ubicada al norte de Cocabal) para extraer la antracita de los afloramientos de un manto con 6 metros de grosor, se utilizaba el método de contorno. La explotación era a tajo abierto y seguía los afloramientos.

Arranque y granulometría

El arranque del carbón se hace normalmente con explosivos lo que produce una gran cantidad de finos. La antracita fina constituye una considerable parte del carbón extraído. Los usos y precios de la antracita dependen de la granulometría. El carbón en trozos grandes se utiliza en la industria metalúrgica y tiene un precio 4 a 5 veces mayor que la antracita muy fina usada por las ladrilleras y hasta hace poco por la siderúrgica de Chimbote. Los precios de los carbones con granulometría intermedia varían entre estos extremos. Los mineros tratan de reducir al mínimo los finos. En algunas minas, como por ejemplo Victoria, se prefiere arrancar el carbón a mano sin utilizar explosivos, para reducir la cantidad de finos. Se estima que

la cantidad de finos podría también reducirse utilizando rozadoras.

La diferencia en precio, se debe en parte a la pureza del carbón con diferente granulometría. La antracita en trozos se escoge a mano, mientras que la fina o el cisco no se lava ahora en el Perú. Las impurezas pueden causar considerables problemas. Las lutitas se funden a temperaturas más bajas (1240°C) que las cenizas de la antracita peruana pura (1400°C) y los aglomeran, lo que causa problemas en su manejo.

Transporte de Antracita

La antracita peruana, se transporta desde las minas hasta los lugares de consumo por camiones cuyo tamaño depende de la calidad de la carretera. El costo de este transporte está en función de la distancia, calidad de la carretera, y la existencia de las contrapendientes. Dicho costo por lo menos iguala y a veces sobrepasa dos o tres veces el costo de minado. Como los camiones usan gasolina o petróleo, el costo total del carbón en los lugares de consumo depende también del precio de los hidrocarburos.

Historia de la minería de antracita en el Perú

La antracita de los departamentos de Lima, Ancash, La Libertad y Cajamarca, fue explotada en pequeña escala, por lo menos, desde las primeras décadas de este siglo. La producción variaba de acuerdo con la demanda.

Entre los años 1943 y 1956, estaban en operación en (la cuenca del Río Santa en) el norte del Departamento de Ancash, tres carboneras: La Galgada, Cocabal y La Limeña, que trabajaron para el mercado extranjero. La apertura de estas carboneras fue posible gracias al desabastecimiento del mercado mundial de antracita y particularmente del argentino, debido a la segunda guerra mundial. Dichas

carboneras produjeron durante 14 años 1'206,153 TM de carbón crudo (ROM) equivalente a 640,000 TM de carbón lavado.

La explotación de las minas La Galgada, Cocabal y La Limeña constituye la única experiencia del minado continuo de las antracitas peruanas. Por esto se cree conveniente presentar los datos referentes a estas operaciones, del Banco Minero del Perú, que los estaba financiando.

En el año 1957, se produjo una semiparalización y después el cierre de estas carboneras peruanas, cuya producción no era competitiva en el mercado internacional debido a las deficiencias del sistema productivo. El tamaño de las carboneras peruanas fue muy pequeño (capacidad productiva de las minas: La Galgada 250 TM/día, Cocabal 250 TM/día, La Limeña 400 TM/día), el equipo en gran parte fue improvisado, transporte al puerto de Chimbote por ferrocarril de trocha angosta con contrapendientes, el puerto de poco calado y con deficientes instalaciones para el cargio del carbón. Todas estas deficiencias redundaban en un producto mal preparado y más caro que el de los competidores.

El mercado nacional para la antracita, no pudo desarrollarse durante el funcionamiento de las tres carboneras debido a los subsidios que otorgaba el gobierno a los precios de hidrocarburos. Estos subsidios que debían ser promocionales para la industria, continuaron después del cierre de las carboneras y redujeron las posibilidades del uso de la antracita como alternativa energética durante varios decenios.

El gobierno apoyaba la minería de antracita a través de instituciones paraestatales con estudios, créditos y otras facilidades. Los estudios más completos fueron hechos para la minería en el norte de Ancash y para Alto Chicama. Para esta última zona se preparó inclusive un proyecto integral minero energético.

Carbón de las minas La Galgada, Cocabal, y La Limeña

Anal. Inmediato	La Galgada		Cocabal		La Limeña	
	ROM	Lavado	ROM	Lavado	ROM	Lavado
Humedad	4.4%	4.6%	3.8%	4.2%	4.4%	4.8%
Base Seca:						
Materia Volátil	4.0%	4.4	4.3	3.2	6.4	6.5%
Carbón Fijo	66.4%	85.3%	65.6	85.2	69.5	80.9
Ceniza	29.6%	10.7%	30.1	10.6	32.1	12.6
Azufre	0.8%	0.9%	0.7	0.8	0.6	0.5
BTU/lb		12,685		12,900		6,980
Kcal/kg		7,044		7,166		6,980
Análisis Elemental						
H	-	-	-	1.9	0.7	1.5
C	-	-	-	78.4	64.0	78.1
				[8.5%]		[9.1%]
N	-	-	-		0.3	
S	-	-	-	0.7	0.6	0.3
cenizas	-	-	-	10.5	31.6	11.0
Fusión de Cenizas	La Galgada		Cocabal		La Limeña	
Inicial		1,275C		1,260C		1,220C
Ablandamiento		1,470C		1,440C		1,350C
Fluidez		1,500C		1,500C		1,430C
Análisis de Cenizas	La Galgada		Cocabal		La Limeña	
SiO ₂		60.7%		64.1%		53.5%
Al ₂ O ₃		29.3%		23.4%		28.7%
Fe ₂ O ₃		4.6%		3.7%		7.1%
CaO+MgO		2.6%		1.7%		2.9%
P ₂ O ₅		0.07%		0.01%		0.02%
GeO ₂		0.12%		0.25%		0.08%
SO ₃		0.54%		0.34%		0.72%
Granulometría - Lavado	La Galgada		Cocabal		La Limeña	
+13/8"		16.9%		16.9%		35.7%
9/16"-13/8"		17.3%		18.5%		23.3%
3/64"- 9/16"		39.9%		45.8%		23.9%
#48- 3/64"		11.4%		7.3%		8.1%
#200-#48		10.8%		8.7%		8.1%
#200		3.7%		3.0%		3.0%

Posteriormente hubo varias operaciones mineras que producían el carbón para el mercado nacional, en pequeña escala. La antracita gruesa se utilizaba para la industria metalúrgica y metalmecánica. Después del alza de los precios del petróleo aumentó el empleo de antracita fina para la quema de ladrillos y hubo intentos para fabricar briquetas para uso doméstico. La mayoría de las operaciones mineras fue artesanal o pequeña. La producción raras veces excedía a 2,000 TM por mes y ge-

neralmente fue intermitente, cambiando de acuerdo con la demanda.

Lavado de las Antracitas de la cuenca del Río Santa

El carbón para la exportación del norte del departamento de Ancash, se lavaba, existiendo una abundante información sobre el tema en los archivos de INGEMMET.

Los carbones de las tres minas son muy pesados y su separación del

Pruebas de lavado del carbón de La Galgada, Cocabal y La Limeña

Método Gravimétrico						
Fracción Densidad gr / cm ³)	%peso	%cenizas	%peso	%cenizas	%peso	%cenizas
-160	40.6%	5.2%	-	-	0.5%	3.9%
160170	34.6%	10.2%	58.6%	7.4%	13.3%	8.0%
170180	4.7%	23.5%	35.1%	11.4%	35.4%	14.7%
180190	7.7%	31.7%	1.8%	25.6%	11.5%	23.1%
190200	3.1%	41.1%	0.7%	35.5%	8.4%	35.4%
200210	2.5%	50.6%	0.8%	44.7%	13.9%	53.5%
+210	6.8%	71.7%	3.0%	66.4%	17.0%	75.5%
Promedio		16.6%		11.4%		32.1%

Método de Flotación	La Galgada*	Cocabal	La Limeña+
Cenizas en la cabeza	26.9%	16.5%	22.3%
Cenizas en el concentrado	10.5%	10.1%	12.7%
Cenizas en el relave	58.6%	61.3%	53.8%
Recuperación de la cabeza	68.5%	84.5%	76.6%
Recuperación del carbón	84.0%	90.1%	86.1%
Granulometría	- # 50:100%	- # 50:100%	-48%:100%
-# 200	28%	33.5%	30.5%

* muestra excepcionalmente arcillosa

+ Prueba industrial con 1,416 TM de Abril 1956

relave conviene hacerse con líquido de densidad de 1.80gr/cm³ (Fraser). Este límite es más alto que en antracitas Pensilvanianas, que tienen 1% menos de cenizas (Rocatagliata), y que conviene separar con líquidos de densidad 1.6 gr/cm³.

Según Fraser, hay una gran similitud entre el carbón de La Galgada y Cocabal para cuyo tratamiento propone construir una planta en el cercano valle del río Tablachaca que trae suficiente agua para el tratamiento durante todo el año. Según Fraser la recuperación del 98.5% del carbón en un concentrado con 10.% de cenizas, es posible. Esto significa que las cabezas con 30% de cenizas tendrían una recuperación de 76.6%.

Alto Chicama

En el Alto Chicama que incluye sólo la parte superior de la cuenca del río Chicama, la compañía consultora polaca KOPEX, después de detallados

estudios, ha cubicado reservas geológicas de 270'838,639 TM de los cuales 59'701,565 TM son probadas y probables. Con esto, el Alto Chicama tiene las reservas cubicadas más grandes entre todos los yacimientos carboníferos del Perú. Esto se debe más a los estudios realizados, que a la magnitud real del yacimiento y, es muy probable que en el Perú existan otros depósitos carboníferos más grandes, mejor ubicados y tal vez con igual o mejor calidad del carbón.

Basándose en sus cubicaciones, ampliadas por la exploraciones de MINEROPERU, KOPEX propuso a MINERO PERU S.A. un proyecto de construcción de una mina con capacidad productiva de 3,400 TM de carbón diarias. Con este propósito, se ha convertido las reservas geológicas en minables de interés para el proyecto, deduciendo las pérdidas de explotación. La antracita serviría para generar electricidad que cubriría el déficit energético creciente del Norte del Perú.

Las reservas de Alto Chicama se reparten entre los derechos especiales del Estado otorgados a MINERO PERU S.A. y las concesiones y denuncios mineros preexistentes, controlando la "Unidad Económica y Administrativa San Benito" la mayor parte de estos últimos. Dicha unidad pertenece a la sucesión "Aristides Castro Gamboa" y contiene aproximadamente el 50.8% de reservas geológicas y 57.7% de las reservas minables cubricadas por MINERO PERU S.A. para el proyecto. Los derechos especiales del Estado, controlan 37.8% de las reservas geológicas y 29.4% de minables del proyecto mientras que la mina los "Los Andes" y otros, 11.4% de reservas geológicas y 12.9% de reservas minables restantes. Los intentos del Gobierno de expropiar los derechos mineros preexistentes, no dieron resultado y tuvieron que ser abandonados.

El carbón de Alto Chicama según el antiguo director del proyecto, Ing Broggi, tiene en promedio 13.2% de humedad, 11.75% de cenizas, 12.59% de volátiles, 62.46% de carbón fijo y 3.35% del azufre combustible, siendo el poder calorífico del carbón natural 5,146 kcal/kg. El carbón del área del proyecto es mejor y tiene en promedio 6.12% de humedad, 8.86% de cenizas, 7.83% de volátiles, 77.19% de carbón fijo y 2.38% de azufre combustible siendo el poder calorífico 5,270 kcal/kg. La calidad del carbón es todavía mejor en las concesiones preexistentes, teniendo en su mayor parte menos de la mitad de azufre combustible y poder calorífico superior a 6,000 kcal/kg. Durante la explotación, el carbón se va a contaminar con las cajas, aumentando las cenizas.



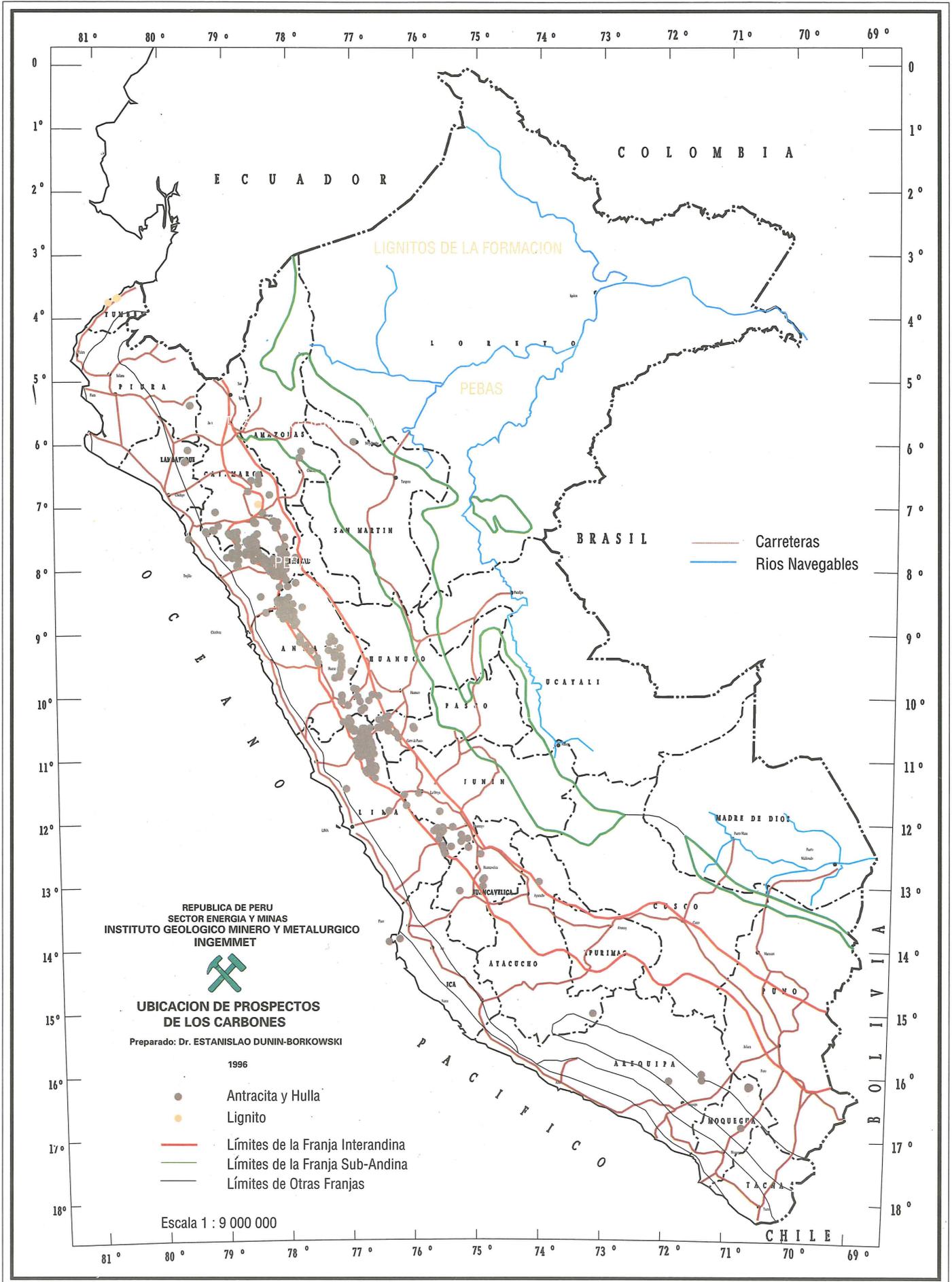
Mina de Carbón Cocabal

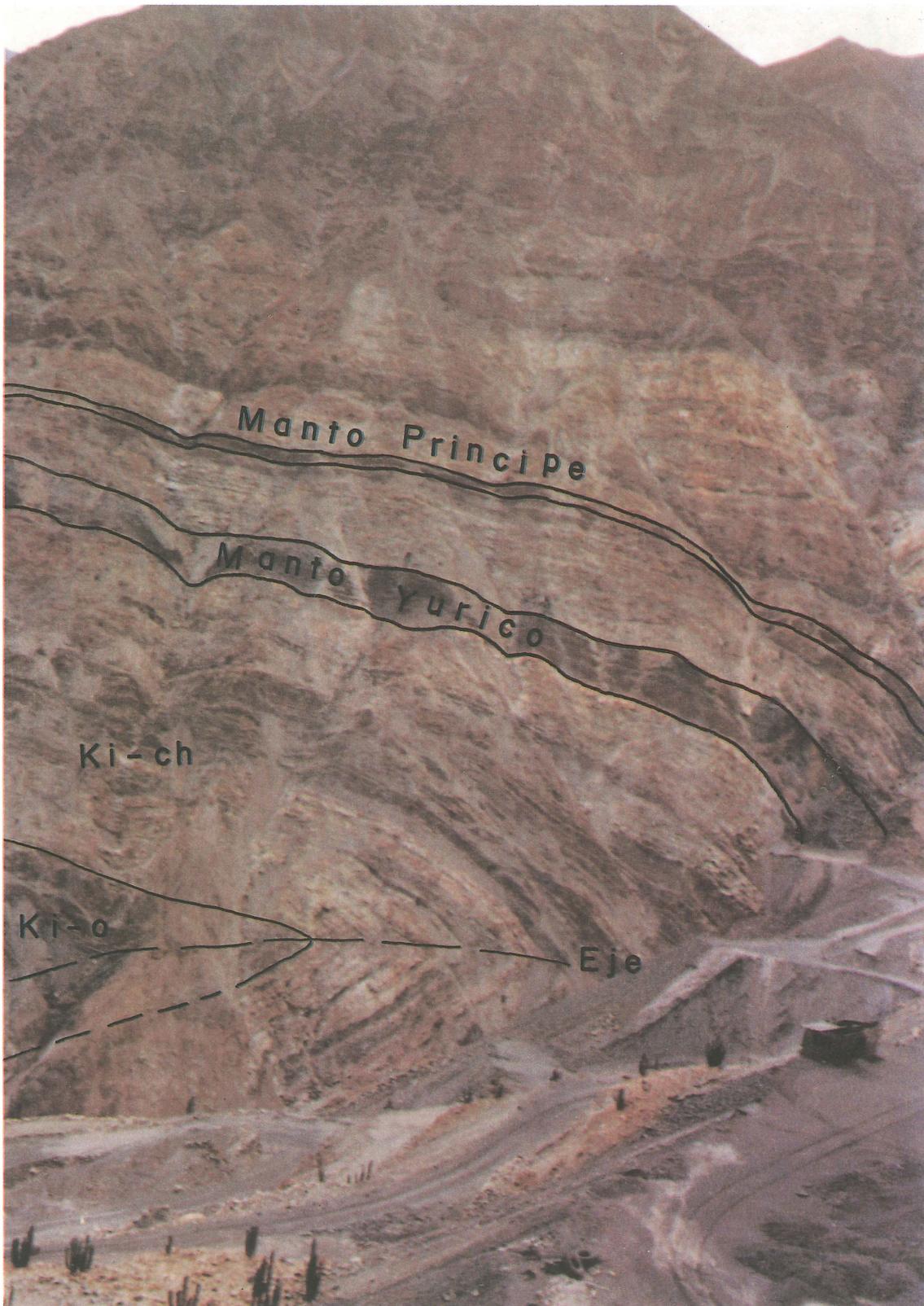


Planta de la mina de carbón Cocabal - Prov. de Pallasca



Planta de la mina de carbón La Galgada - Prov. de Pallasca





Anticlinal echado en la Mina Rey de Carbón. Se observa los mantos Yurico y Principe en la secuencia inferior de la Fm. Chimú. El núcleo del pliegue está conformado por la Fm. Oyón



*Manto de Carbón en el Prospecto Siempre Viva - Tauca
PROV. PALLASCA - ANCASH*



Mina Mano Poderosa. Labores a lo largo del manto principal (Yurico), localizado en la base de la Fm. Chimú.



Explotación de Carbón en la Mina Esther - Tauca
PROV. PALLASCA - ANCASH

ASFALTITA

Las asfaltitas tienen origen marino y génesis similar al petróleo. La materia orgánica, de la cual provienen las asfaltitas, se acumuló dentro de los sedimentos, en un ambiente reductor euxínico. Posteriormente dicha materia orgánica se bituminizó licuándose parcialmente. El proceso de bituminización es similar a la carbonización sin eliminación de hidrógeno y conduce a la formación de hidrocarburos. Las asfaltitas constituyen el residuo pastoso de los líquidos similares al petróleo, después de la eliminación de los hidrocarburos livianos. Dichos líquidos se escaparon frecuentemente por fracturas, en las cuales han formado vetas de asfalto.

Las asfaltitas y principalmente muy diagenizados tienen muchas propiedades similares al carbón y por esto, muchos los confunden con este combustible. Algunas características son, sin embargo, completamente distintas. Entre estas destaca en las menos diagenizados el alto contenido de hidrocarburos, que es muy superior al de las materias volátiles en el carbón. Por otro lado las asfaltitas forman frecuentemente vetas discordantes, mientras que los carbones se presentan en mantos y lentes concordantes.

Durante el desarrollo del geosinclinal andino varias de sus franjas se han profundizado generándose en su fondo, condiciones euxínicas. La intensa perturbación tectónica que acompañó la formación de los Andes, creó muchas fracturas que permitieron escaparse a los hidrocarburos, pero relativamente pocos reservorios apropiados para retener el petróleo. En estas fracturas se formaron vetas de asfaltita.

Las asfaltitas abundan en las franjas Interandina y Subandina donde se depositaron grandes grosores de sedimentos, algunos formados en condiciones euxínicas. En la Franja Interandina las condiciones euxínicas se presentaron

durante la depositación de las formaciones Aramachay y Pariatambo que incluyen abundante materia orgánica. En varias zonas de la Franja Interandina, como por ejemplo en el Oeste del departamento de Junín existen numerosas vetas de asfaltitas, que al parecer, provienen de la removilización del bitumen contenido en las formaciones mencionadas.

La parte baja de las Formaciones Aramachay y Pariatambo contienen abundante materia orgánica que en algunos estratos puede constituir hasta el 8% del peso de la roca y es utilizada por la población local como combustible. En la misma serie sedimentaria y, a 80 m del piso de la Formación Aramachay existe una capa con 18 m de grosor, que contiene, además de abundante materia orgánica, altos contenidos de vanadio y selenio. La Formación Aramachay, se extiende hasta el departamento de Amazonas, donde también alberga capas con materia orgánica. En dicho departamento existen también vetas de asfaltita.

En la Franja Interandina se explotaba a principio de este siglo, numerosas vetas de asfaltita que impropriamente se denominaban carbón. Las explotaciones antiguas se realizaban con fines energéticos. Por lo contrario, en Minasragra, a unos 35 km al Suroeste de Cerro de Pasco se quemaba las "quisquiitas" similares a las asfaltitas para recuperar las cenizas con alto contenido de vanadio. Gracias a este yacimiento, el Perú era el principal productor de vanadio en el mundo.

El interés en las asfaltitas peruanas se redujo considerablemente desde el momento cuando se impusieron los combustibles líquidos para la generación de energía. El interés por la recuperación del vanadio, disminuyó cuando se logró recuperar este metal como subproducto, en el proceso de obtención de uranio.

GRAFITO

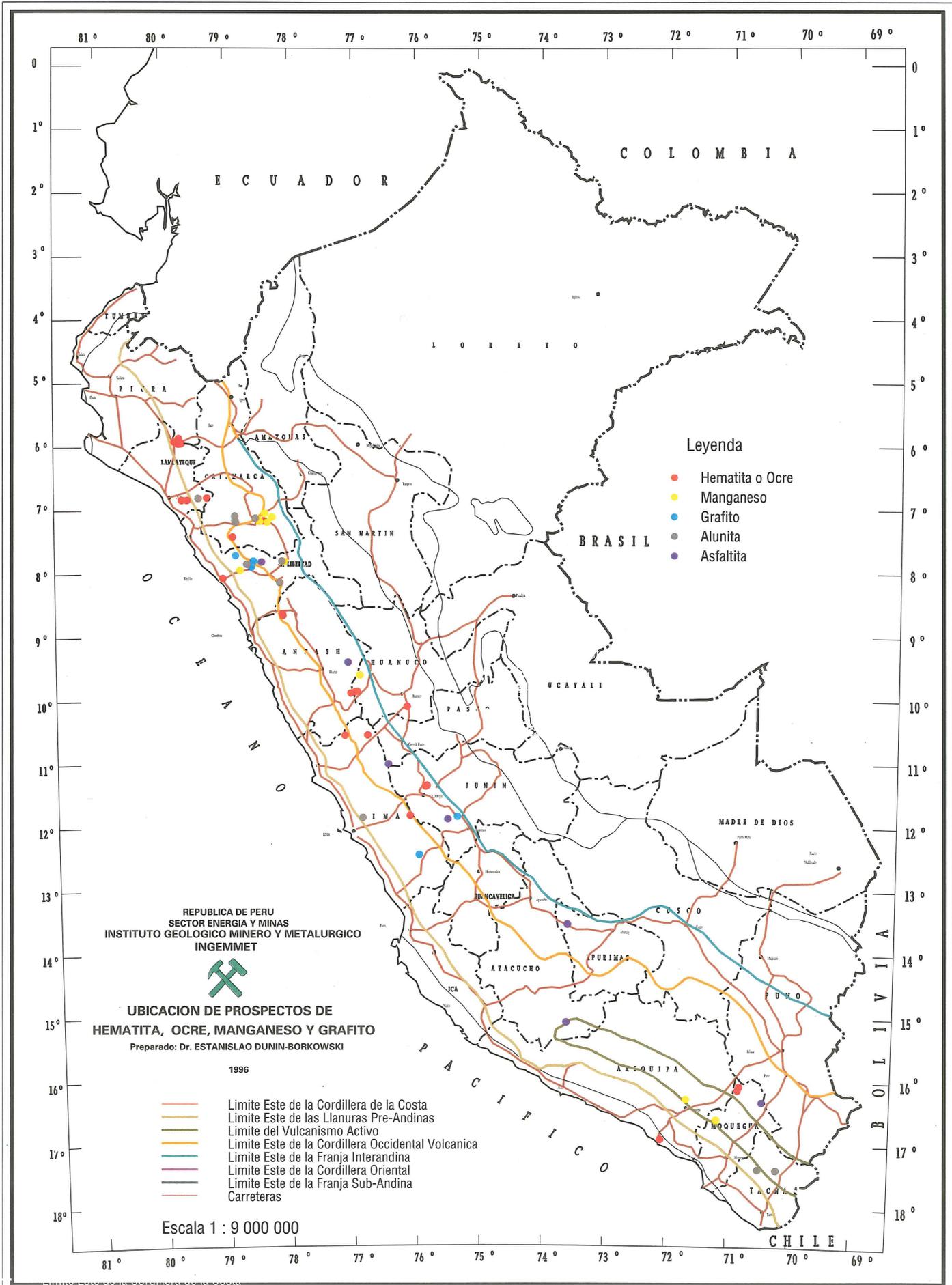
El grafito es una forma cristalizada del carbón que se diferencia de las no cristalizadas por sus propiedades y usos. Su temperatura de ignición es muy alta; por esto, se lo puede usar como refractario por ejemplo en la fabricación de moldes de fundición, crisoles etc. El grafito es también un buen conductor de calor y electricidad y por esto se le utiliza en la fabricación de electrodos. La dureza del grafito es "1" de acuerdo con la escala de Mohs, su clivaje es perfecto y sus láminas pueden doblarse, lo que permite utilizarlo como lubricante sólido.

Se distinguen dos variedades de grafito: la "cristalina", más cara, y la "amorfa" que en realidad es criptocristalina. El diámetro de los cristales de la primera variedad debe sobrepasar el mínimo de 0.2 milímetros. El precio de la primera variedad es mucho más alto que de la segunda. El grafito

"amorfo" tiene cristales menores siendo en realidad criptocristalino a microcristalino. El grafito "amorfo" puede encontrarse en las aureolas metamórficas de los intrusivos. La variedad "cristalizada" se forma por el metamorfismo regional.

El grafito del Perú es "amorfo" o criptocristalino. La mayor parte de los grafitos peruanos se formaron de carbones mesozoicos por metamorfismo de contacto. Los depósitos son pequeños y se presentan en los departamentos de Piura, La Libertad, Ancash y Lima.

En el departamento de Piura se encontró también el grafito en el Grupo Olmos cerca del caserío de Bigote, formado por metamorfismo regional. Se trata de un grafito criptocristalino y bastante impuro. Su existencia es un indicio importante de la edad paleozoica de las rocas metamorfozadas.



BIBLIOGRAFÍA



Salinera de Maras. Vista tomada hacia el NO.

A

Agramonte, B.J. Díaz, V.A. (1983) "Inventario Preliminar del Carbón Mineral del Perú"; INGEMMET, Lima.

Alderman S., Ferris L. (1962) "Midepsa Potash brines Sechura desert area, Peru", pp. 54; Arch. INGEMMET

B

Barag, J. (1921) "The Vanadiferous asphaltites of Central Peru"; pp 87; Arch. INGEMMET

Bennett, E. (1957) Memorándum Complementario para World Mining Consultant Inc. y Banco Minero del Perú; (Inédito); pp. 1-81, 25 ilus.; Technical Assistance to the anthracite coal industry in Perú; Arch. INGEMMET

Bazán P., Escudero R. J. (1964) "Informe de Arcillas de Cascas"; departamento de Cajamarca"; pp. 1-39; Arch. INGEMMET

" (1967) "Informe de Sulfato de Magnesio en la Cuenca del Alto Chicama"; Arch. INGEMMET

Bosse, R. H., Castro B. R., Rospigliosi C.C. (1989) "Reconocimiento y evaluación preliminar de los minerales no metálicos de los departamentos de La Libertad y Cajamarca"; pp. 1-425, 3 Tomos; Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) Hannover & INGEMMET Lima; Arch. INGEMMET

Bosse, R. H., Castro B. R., Rospigliosi C.C. (1989) "Reconocimiento y evaluación preliminar de los minerales no metálicos de los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque"; 3 tomos; Bundesanstalt fuer Geowissenschaften und Rohstoffe

(BGR) Hannover-INGEMMET Lima. Arch. INGEMMET

Boulanger, E., Zedano J. Haberer H. (1993) "Evaluación de las esmectitas de Amotape, Dept. Piura; pp 1-12, 2 mapas; Arch. INGEMMET

Broggi, A. (1927) La Industria Minera en el Centro del Perú; Síntesis de la Minería Peruana en el Centenario de Ayacucho; Ministerio de Fomento y Obras Públicas T2, Parte 2, pp 1 83; Lima.

C

Cabrera La Rosa, A. (1963) "I Bentonitas, II Diatomitas"; INIFM) Serie Memoir N° 7;

Cabrera La Rosa, A (1964) "Minerales no metálicos". Arcillas :Caolín (pp. 1-75), Pirofilitas (pp. 1-27); Arch. INGEMMET

Carr D. Donald (senior editor) (1994) "Industrial Minerals and Rocks"; The American Institute of mining Metallurgical and Petroleum Engineers, Society for Mining, Metallurgy and Exploration; 6ta Ed.

Carrascal Miranda, R. (1996) "Caracterización y Estudio de los carbones de las cuencas de Oyón, Santa, Alto Chicama e Inocencia"; Tesis de doctor de la Universidad de Oviedo- España; en imprenta.

Carreño, C. (1976) "Estudio de Abastecimiento de Cal para A Macaca"; Informe para MINEROPERU; Arch. INGEMMET

Castro B., Rospigliosi C., (1988) "Estudio Geológico de Area reservada de Cascas"; pp. 33; Arch. INGEMMET

Castro, L. (1957) "Estudio Geológico Minero de la Región Piñipata Prov. Hualgayoc, Dep. Cajamarca Bol. INIFM N°18, pp. 37

CENCYDIT (1983) "Catálogo Colectivo de Publicaciones Periódicas 1. Ciencias Puras, Ciencias Naturales, Tecnología" (Editado por CONCYTEC)

Cerna F. (1977) Los carbones de los Yacimientos Oyón y Gazuna; pp 1-55, 3 fig., 6 mapas.

Cheney T. (1961) "Geology of phosphate deposits in the western Sechura desert; Inf. intern. Midepsa; arch. INGEMMET

Cuerpo de Ingenieros de Minas (1904-1932) 109 Boletines; (contienen varias contribuciones sobre carbón y sustancias no metálicas del Perú); Lima.

D

Derickson K.W. (1985) Technological, Economic and Environmental Considerations of Coal Development and Utilization; Workshop of the Utilization of coal as an Alternative to Petroleum Fuels in the Andean Region; Archivos PROCARBON y PUC; Lima.

Díaz V., A., Fiederling K.H. (1992) "El Mercado de las Materias Primas No Metálicas en el Perú: Diagnóstico para las Regiones de Arequipa, La Libertad y Síntesis del Avance de la Región Lima Callao"; Cooperación Técnica INGEMMET-BGR (Perú Alemania); Edit.INGEMMET

Díaz V., A. Castro R, Carpio M. (1995) Diagnostico del mercado de la minería e industria no metálica de la región Lima- Callao; editado por INGEMMET; Serie B

Dunin Borkowski E. (1981-1985) Publicaciones sobre la geología del carbón peruano en los Boletines de la Sociedad Geológica del Perú N^{os} 68, 70, 73 y 75 " (1982) El Estado Peruano Frente al Problema del

Carbón; "Minería", T.173, pp. 6-22, Lima.

(1983) "Estudios Integrados de los Recursos Geológico Minero Metalúrgicos en el Perú"; Bol.Soc.Geol.Perú, N^o72, pp. 271 275; Anales V Congreso Geológico; Lima

(1985) Situación Actual y Posibilidades de Promoción del Carbón en el Perú; De Re Metálica, N^o9, pp. 19-22; Lima.

(1989) Características Geológicas, Distribución Geográfica y Aprovechamiento de Carbones Peruanos; "Simposium Carbón Energético, Eléctrico y Siderúrgico"; (SIDERPERU); Chimbote.

(1989) El Desarrollo de la Situación del Carbón durante los últimos tres Años y su Evaluación; DESCO, reimpr."De Re Metálica"(1989),N^o 29-30, Lima

(1992) La Relación entre la Calidad y Empleo del Carbón en el Perú; Ingeniería Industrial N^o 3 (Revista Académica de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lima)

(1992) Problema de la Antracita en el Perú: aspectos geológicos, legales y del mercado; Ingeniería Industrial N^o 4; Universidad de Lima

(1994) Catálogo de Minerales y Rocas Industriales del Perú; Tomo I: pp 198, 28 cuad., 14 map.; auspiciado por Universidad de Lima y CONCYTEC

Dunin Borkowski E., Goluchowska K. (1985) "Prospección del Carbón en el Perú"; An. Primer Symp. Nac. del Carbón; Lima Perú

Dulanto Natividad L. B.(1990) "Los minerales no-metálicos: Usos industriales y proyecto de molienda"; Tesis de grado de la Universidad Nacional de Ingeniería

E

ELECTROPERU-INGEMMET (1992) Estudio geológico y evaluación de reservas de carbón en la cuenca del río Santa: pp. 1-88 47 fig.

Escudero, R.J. (1961) "Informe Geológico sobre las salinas de Guadalupito Trujillo"; Inédito, Archivos INGEMMET

(1976) Reservas Carboníferas Peruanas; Congreso ILAFA Mexico y edit: Usos de Carbón Metalúrgico: Abastecimientos y Tecnologías; Santiago de Chile

(1979) El Carbón de Alto Chicama; INGEMMET Serie B (Geología Económica) N° 2; 79 páginas

Escudero, R. J., Bar T. (1974) Reconocimiento Geológico de Mantos de Carbón en la Zona Zorritos-Tumbes; Infor. Inédito; Minist. Energ. y Minas; Lima.

E

Flores, G. (1972) "Yacimientos de minerales de ilmenita, amianto, y fluorita en el país"; pp. 10; (Inédito) Arch. INGEMMET

Fraser, T. (1956) Pruebas de preparación de Antracitas de Ancos y La Galgada; 3ra. Convención de Ings. de Minas; Lima.

G

Gold, O. (1988) "Posibilidades de Utilización del Carbón en la Industria" (en el Perú) Informe encargado por la Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC) a Deutsche Gessellschaft fuer Technische Zusammenarbeit.

Grandin, G., Aumaitre R., Huamán A., Vilca C. (1977) Exploración por

rocas ultrabásicas en Cordillera Oriental; Arch. INGEMMET

Grandin, G., Zegarra N. (1979) "Las Rocas Ultrabásicas del Perú y los Sills en la Región Huánuco Monzón"; Bol. Soc. Geol. del Perú T63, pp.99 116.

Grandin, G., Mendoza J., Miranda A., Porras G. (1980) "Estudio Petrográfico de la Serie Metamórfica Precámbrica y las Rocas Igneas Asociadas en el Area de Huancapallac (Huánuco)"; Bol. Soc. Geol. del Perú, T67, pp. 53 66.

H

Harben, P. W. (1992) The Industrial Minerals HandyBook; edit. Metal Bulletin PLC-Industrial Mineral División, London, UK

Hoempler, A. (1944) "Domas de sal en la Cordillera Oriental"; Arch. INGEMMET

i

ICE-Instituto de Comercio Exterior (1985-1990); Estadísticas de comercio exterior; MICTI, Lima

INGEMMET (1960-1996) Carta Geológica Nacional (Mapas, Escala 1:100,000 con boletines explicativos); Serie "A", preparados por varios autores

INGEMMET (1982) "Inventario Nacional de Sustancias No Metálicas"; Primera Etapa; En colaboración con la Misión Española de Cooperación Técnica Geológico Minera; 166 páginas, 4 anexos, 14 mapas

INGEMMET (1986) "Reconocimiento y selección de depósitos no metálicos en el departamento de Ica"; pp. 78, 37 ilustr., 1 map; convenio con CORDEICA

INGEMMET (1986) "Grafito"; pp. 1-26, 29 tablas

INGEMMET (1993) Fondo documental de informes técnicos del Banco Minero del Perú; Boletín Especial; (Relación de informes técnicos inéditos del Banco Minero del Perú en el archivo INGEMMET

INGEMMET (1994) Fondo documental de informes técnicos del INGEMMET 1902-1994: (Guía para el archivo técnico de informes técnicos inéditos propios)

INGEMMET (1995) Mapa Geológico del Perú-1:1'000,000; actualizado a Diciembre 1994, versión digitalizada

Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero (INIFM)(1948- 1956) Boletines (contienen varias publicaciones sobre no metálicos del Perú); Ministerio de Fomento y Obras Públicas

Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (19 -1996) "Minería" (revista), Anales de Convenciones de Ingenieros de Minas (); (contienen numerosas publicaciones sobre no metálicos del Perú);

K

KOPEX MINEROPERU (1979) Estudio Geológico de los Yacimientos de Carbones Minerales entre las Zonas de Callacuyán y Coina en la Cuenca de Alto Chicama;Inédito; Katowice,Polonia/Lima, Perú.

L

Llosa, M. (1932) La Industria del Carbón en el Perú; Boletín de Cuerpo de Ingenieros de Minas, N°109; Lima.

M

Malaga, Santolalla F. (1905 1917) en Boletines de Cuerpo de Ingenieros de

Minas: "Recursos Minerales de Provincia "Hualgayoc" (N°6), "Cajabamba" (N°19), "Otuzco" (N°22), "Cajamarca" (N°31), Celendín (N°32), Contumazá (N°38), Santiago de Chuco (N°46), Huamachuco (N°51).

(1920) El Carbón en el Perú; Anales del Congreso Nacional Minero; T IV, pp. 48 332, Sección Carbón y Petróleo; Lima.

Manrique, A. (1986) Geología Económica de las Cuencas de Alto Chicama, Santa, Oyón y Jatunhuasi; (Inf. Inédito) PROCABON COFIDE Naciones Unidas; Arch. COFIDE; Lima

Medina, M.H. (1991) "Cuencas Carboníferas en el Perú y Mapa Catastral por Tipo de Carbón"; Anal. VII Congr Peruano de Geología: T2, pp. 643-648; Bol. Soc. Geol. Perú;Lima Ministerio de Economía, Finanzas y Comercio (1974 1988) "Anuarios Estadísticos del Comercio Exterior" y "Listados Estadísticos de Comercio Exterior", Lima.

Ministerio de Fomento y Obras Públicas (1949 1963) Anuarios de la Industria Minera del Perú; Lima.

Mucho, R. (1992) "Quemador en Horno de Cemento Estudio de Factibilidad del Uso de Carbón Nacional Por C.N.P.S.A."-Cementos Norte Pacasmayo (Inédito)

Mucho, R. (1993) "Cantera Cerro Este Reto y Realidad"; Cementos Norte Pacasmayo (Inédito)

Muessing, S. (1966) "Recent South American Borate deposits"; 2nd. Symposium on Salt; edit: J.L. Rau: 1 vol. pp 151- 159; Northern Ohio Geological Society, Cleveland

N

Norman, J. C., Santini K.N. (1985) "South American Borate Deposits"; Borates: Economic, Geology and Production; edit: J.M. Barker -S.J. Lefond; Soc. of Mining Engin.; pp. 55-69; New York

Núñez del Prado, H., (1994) "Geología, Prospección y Evaluación de los Depósitos de Diatomitas de Polobaya y Maca en Departamento de Arequipa"; An. VIII Congreso Peruano de Geología.

P

Palacios, O. (1992) "Principales Yacimientos y Ocurrencias de Carbón en el Perú", 5 mapas, 7 tablas.

Paz, M. (1988) Reconocimiento de las Salinas de Cabo Verde; pp 11, (inf.Inédito- Arch.INGEMMET)

Pearson, E.D. (1981) Report to The United Nations Revolving Fund for Natural Resources Exploration on a Coal Mission to Perú; Victoria, British Columbia, Canadá; Arch. INGEMMET

Peralta, B.S.(1976) "Informe de Epsomita": Arch. INGEMMET

Petersen, G. (1957) "Informe geológico sobre el depósito de sal- Las Salinas de Huacho"; pp. 1-17, 19 tab.; arch. INGEMMET

Petersen, G. (1967) "Informe referente a la consulta de "Química del Pacífico S.A." Sobre condiciones geológicas en la cuenca de Las Salinas de Huacho"; pp.1-16; Arch. INGEMMET

Petersen R. (1985) Coal Resources of Peru; Geol. Soc. America Special Paper N° 179.

Pirvu N. (1976) Informe geológico preliminar sobre algunos depósitos de baritina y bentonita en el Perú"; pp 1-28, (Inf. de misión rumana para EL gobierno del Perú); Arch. INGEMMET

Ponzoni E., Postigo A., Birbeck J. (1969) "Mapa Metalogenético del Perú"(Con su guía); Sociedad Nacional de Minería y Petróleo, Escala 1:1'000,000,

R

Rivera M. H., Aranda V. A. (1978) Estudio geo-económico de los depósitos de azufre del volcán Tutupaca, mina Santina"; pp. 1-20, 7 mapas; Arch. INGEMMET.

Roccatagliata, R.J. (1986) Tecnología del Uso de Antracita Peruana en Aplicaciones Industriales; pp. 1-80, 11 graf.; (Inf.Inédito) PROCARBON COFIDE Naciones Unidas; Arch. INGEMMET

Rospigliosi, C (1972) "Informe Geológico Minero Preliminar de los Depósitos no Metálicos de Simbal, Lascán y Camboyo"; Arch. INGEMMET.

S

Saavedra Huaylla, J. (1977) "Estudio y evaluación de Diatomitas en el Perú" Tesis de U.N.M.San Marcos.

Samamé, B. M. (1981) "Perú Minero". Tomo V: Metales y Minerales, pp 996, 1 Tabla

(1986) "Perú Minero"; La Minería, Vol. VII, Sección No Metálicos

Simons, F.(1964) "Minerales No Metálicos"; pp. 1-24; arch. INGEMMET)

SOFREMINES (1957) "Estudio Geológico y de explotación de los

yacimientos de carbón del Santa": pp 1-93; "Calidad de Carbones"; Arch. INGEMMET

SOFREMINES (1966) "Estudios de la Cuenca del Santa sobre carbón"; Resumen pp 22; Arch. INGEMMET

Sociedad Geológica del Perú (1924-1996) 85 Boletines, Anales de 8 congresos nacionales de geología, volúmenes Jubilares; (contienen numerosas publicaciones sobre no metálicos del Perú); Resumen bibliográfico para boletines anteriores al 1975 en boletín 45;

SUNAD-Superintendencia Nacional de Aduanas (1991-1993) "Listados de importación y exportación de sustancias y productos no metálicos"; Callao

Szekely T.S., Grose L.T. (1972) Stratigraphy of Carbonate, Black Shale, and Phosphate of the Pucara Group (Upper Triassic Lower Jurassic) Central Andes of Peru"; Geol. Soc. Amer. Bull. 18, pp. 407-428

T

Tarbutt S. C. (1986) Estudio técnico-económico de sustitución de hidrocarburos por antracita; pp. 39, 2 graf, 10 cuadros; Arch. INGEMMET

The American Institute of mining Metallurgical and Petroleum Engineers (19 -1983) "Industrial Minerals and Rocks", (Cinco ediciones sucesivas- La última del 1994-editada por Carr D.D. (ver arriba) New York.

Tison M. (1960) "Carbones del Santa"-estudiado por Cerchar (Francia); pp 9, 4 tab. (lavado); Arch. INGEMMET

Torres Vargas D. (1946) "Informe sobre las azufreras de Reventazón en Sechura y sus posibilidades económicas"; pp. 1-51, 1 ilus, 3 mapas, 2 tablas; Arch. INGEMMET

U

Universidad Nacional de Ingeniería (1985) "Primer Syposiun Nacional del Carbón": (Contiene 41 contribuciones)

V

Vilchez S.V. Angeles F.M. (1977) Economía del Carbón; INCITEMI; Lima.

Villanueva C.J. (1985) Investigaciones sobre Carbones Peruanos.

W

Ward, R., Colin (1984) Coal Geology and Coal Technology; Blackwell Scientific Publication; Carlton Victoria Australia.

Z

Zambrano, Mayorga D. (1985) " Estudios de bentonitas y principales ocurrencias en el País"; Tesis U. N. M. San Marcos.

Zelaya A., Costes H. (1977) "Diatomitas"; pp. 1-16; (Inédito) Arch. INGEMMET

Nota: Esta bibliografía incluye los informes inéditos que se encuentran en el archivo de INGEMMET ya que éste está accesible al público. Las tesis están accesibles al público en las universidades respectivas.

EMPRESAS PRODUCTORAS DE SUSTANCIAS NO METALICAS

Nº	EMPRESA MINERA	UNIDAD	DISTRITO
5	Cía. Min. Las Camelias S.A.	Cerpac	Balsas
7	Cementos Norte Pacasmayo S.A.	Tembladera	Yonan
8	Cía. Min. Calizas Ascope S.A.	Calera California	San Benito
18	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Huaylas A.C.	Huaylas
20	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Fátima de Casma	Buena Vista Alta
22	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Buena Suerte 1	Pariacoto
23	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Buena Suerte 2	Pariacoto
24	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	San Alfonso	Casma
26	Mármoles y Granitos S.A.	San Ildefonso	Recuay
29	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Huarco	Ticllos
32	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	El Crisol	Oyón
38	Cía. Min. Las Camelias S.A.	Flor de Loto	Ninacaca
39	Cía. Min. Churín S.A.	Azúcar	Pachangara
42	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Sandra	Ulcumayo
45	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Los Tigrillos-88	Pichanaqui
46	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Angela I	Sayán
47	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Peña Blanca	Ondores
50	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Competencia	Junín
51	Baribent S.A.	La Mona	Sta. Bárbara D.C.
52	Marmex S.A.	La Mona	Sta. Bárbara D.C.
53	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Patay	Palca
55	Cemento Andino S.A.	Andino A	La Unión
56	SMRL La Cantera de Huancayo	La Cantera	La Unión
57	Cemento Andino S.A.	Andino B	La Unión
58	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Silical	La Unión
59	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Los Cuatro Astudillos	Marcapomacocha
60	SMRL San Pedro de Huancayo	San Pedro	Tarma
68	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Albertino	Tunan Marca
69	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Curicaca	Tunan Marca
73	Calera Cut-Off S.A.	Cut Off	Yauli
75	Mármoles y Granitos S.A.	Chacapalpa	Marco
76	SMRL Señor de Luren de Huancayo	El Señor de Luren	Curicaca
77	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Jaime	Curicaca
78	Calera Cut-Off S.A.	Trincherpe	Curicaca
79	Cerámicos Peruanos S.A. (CEPERSA)	Naranjito	Carabaylo
80	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Sn. Miguel de las Lom.	Carabaylo
81	Cía. Min. Las Camelias S.A.	Las Camelias N° 2	Carabaylo
82	Mosaicos y Mármoles Cimosá S.A.	Angélica	Jauja
83	Sílice Industrial Comercial S.A.	La Lloclla Pampina	Llocllapampa
84	Sílice Industrial Comercial S.A.	Sicsa	Llocllapampa
85	Arcillas y Coalines S.A.	Vasconia	Puente Piedra
87	Urco García Dolores	Virgen de Fátima	Quilcas
90	Cía. Inv. Min. Agrícs. Lurin S.A.	Eduardo Segundo A.	San Mateo
91	Mármoles y Granitos S.A.	El Milagro	Concepción
92	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Don Carlos	Pariahuanca
94	Urco García, Bertha	Jesús Poderoso	San Jerónimo de Tunan
95	Revoredo García-Calderón, Raúl	Rubenada	Huancayo
96	Min. Centro S.A.	Porvenir	Huancayo
98	Cemento Lima S.A.	Atocongo	Villa María del Triunfo
99	Cía. Min. Las Camelias S.A.	Fiorella 3	Chupuro
100	Cía. Min. Luren S.A.	Chilca	Villa El Salvador
101	Cía. Min. Luren S.A.	Lomo de Corvina	Lurín
102	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Flor de Nieve N° 2	Lurín
103	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Haydee 86	Yanacancha
104	Refractarios Peruanos S.A.	Amelia	Colca
105	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Amistad	Nahuiampuquio
106	Cía. nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Amistad N° 2	Nahuiampuquio
108	Mármoles y Granitos S.A.	Mercedes	Chilca
109	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	San José N° 10	Chilca
110	Refractarios Peruanos S.A.	Colca-Chongos Alto	Chongos Alto
115	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Violeta-88	El Carmen
116	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Violeta	El Carmen
117	Refractarios Peruanos S.A.	Anita	Huancavelica
126	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Piedras Azules	Paracas
128	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Selecta	Río Grande
131	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	La Negra	Palpa
133	Refractarios Peruanos S.A.	Cuesta Borracho	Leoncio Prado
135	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	San Juan N° 1	Nazca
140	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	Nacar	Marcona
141	Cía. Nac. de Mármoles S.A. (CNM)	María	Marcona
142	Cemento Sur S.A.	Caracoto	José Domingo Choq.
148	SMRL Yesera N° 10 de Puno	Yesera N° 10	Caminaca
155	Cementos Yura S.A.	Chili N° 1	Yura
157	Cía. Min. Agregados Calcáreos S.A.	Sipina	Camaná

RELACION DE YACIMIENTOS NO METALICOS

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
1	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	3.81	80.91	Cuaternario
2	Sin nombre	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	3.97	80.97	Paleozoico-Cretácico
3	Sin nombre	Absorbentes y Filtros	Bentonita	4.07	81	Terciario
4	Sin nombre	Absorbentes y Filtros	Bentonita	4.05	81	Terciario
4	Santa Teresita N°4	Absorbentes y Filtros	Bentonita	4.03	80.98	Terciario
5	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	4.06	81.01	Cuaternario
6	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	4.2	77.81	Cuaternario
7	Creta de Cabo Blanco	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	4.24	81.2	Cretácico
8	Salina de Negritos	Sales Oxisales	Sal	4.66	81.3	Cuaternario
9	Petro Perú N°3-21	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	4.74	81.22	Cretácico
10	Cerro Mocho	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.78	80.93	Eoceno-Oligoceno
11	Vichalay	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.78	81.13	Eoceno-Oligoceno
12	Golondrina N°2	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Golondrina N°1	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Garay 7	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Garay 6	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Victoria N°2	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Cerro Pilares	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Sin nombre	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81	Eoceno-Oligoceno
12	Victoria N°1	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Tamarindo	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Campeón	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Cerro Blanco	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Chapica 2	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
12	Cinchado N°1	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.03	Eoceno-Oligoceno
13	Pituso Uno-Cinco	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Abanico "E" Yacimiento	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.82	81.08	Terciario
13	Pituso 10-24 y 26-29 y 31-39	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Pituso Uno-Cinco	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Pituso Uno-Cinco A	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Sin nombre	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.82	81.08	Terciario
13	Corral 3	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Corral 2	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Corral 4	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Mi Vecino	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
13	Corral 1	Absorbente y Filtros	Bentonita	4.81	81.05	Terciario
14	Salina de Colón	Sales Oxisales	Sal	4.99	81.04	Cuaternario
15	San Martín N°3	Cerámicos	Arcilla	5.08	80.2	Cuaternario
16	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	5.12	80.75	Cretácico
16	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	5.1	80.84	Cretácico
17	Corvacho	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	6.92	79.51	Cretácico
17	Mi Perú	Cerámicos	Arcilla	5.17	80.69	Cuaternario
18	Sin nombre	Sales Oxisales	Tenardita	5.48	80.64	Cuaternario
19	Sin nombre	Sales y Oxisales	Epsomita	5.59	78.71	Jurásico
20	San Felipe	Sales y Oxisales	Baritina	5.68	79.32	Cretácico
21	Mina Piquijaca	Sales y Oxisales	Baritina	5.73	79.31	Cretácico
22	San Felipe y Otro	Sales y Oxisales	Baritina	5.8	79.31	Cretácico
23	Sin nombre	Sales y Oxisales	Fluorita	5.84	77.91	Paleozoico
24	San Emilia H.P.M.	Colorantes y Pigmentos	Ocre	5.87	79.7	Precámbrico
25	Sin nombre	Sales Oxisales	Sal	5.9	80.6	Cuaternario
26	Cueva Quispe	Colorantes y Pigmentos	Ocre	5.95	79.66	Precámbrico
27	Azufreras de Sechura	Diversos	Azufre	6	81	
28	Sin nombre	Fertilizantes	Fosfatos	6.01	80.78	Mioceno
29	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.03	76.85	Jurásico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
30	Regato	Diversos	Azufre	6.09	81	
31	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.1	76.86	Jurásico
32	Azufre de Reventazón	Diversos	Azufre	6.11	80.97	
32	Reventazón de Sechura 1	Diversos	Azufre	6.14	80.95	
32	Azufre de Sechura	Diversos	Azufre	6.14	80.95	
32	Sin nombre	Diversos	Azufre	6.11	80.99	
33	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.16	77.76	Jurásico
34	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	6.2	80.6	Cretácico
35	Salinas de Cañamac	Sales y Oxisales	Sal	6.27	80.51	Terciario-Cuaternario
36	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.29	76.71	Jurásico
37	Salinas de Morrope	Sales y Oxisales	Sal	6.45	80.06	Cuaternario
38	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.46	76.16	Jurásico
39	San Carlos	Cerámicos	Arcilla	6.46	78.62	Cuaternario
40	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.47	76.63	Jurásico
41	San Carlos	Cerámicos	Arcilla	6.48	78.64	Cuaternario
42	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.55	75.95	Jurásico
43	Salina de Yanayacu	Sales y Oxisales	Sal	6.57	75.63	Jurásico
44	Calizas Cuculí	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	6.67	79.47	Triásico-Jurásico
45	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.69	76.87	Jurásico
46	Salinas de Pilluana	Sales y Oxisales	Sal	6.72	76.3	Jurásico
47	Mina Mercedes	Sales y Oxisales	Baritina	6.72	79.21	Terciario
48	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	6.74	76.26	Jurásico
49	Porfiada N°1	Materiales de Construcción	Grava y Arena	6.75	79.86	Terciario-Cuaternario
50	San Francisco N°3	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.77	77.98	Paleozoico
50	Cerpac 16	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.78	77.99	Paleozoico
51	José Gálvez	Materiales de Construcción	Arena y Grava	6.78	78.61	Cuaternario
52	Santa Filomena	Cerámicos	Arcilla	6.78	79.76	Cuaternario
53	Cerpac 11	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.81	78.03	Cretácico-Terciario
53	San Francisco y Otras (N°5)	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.8	78.03	Cretácico-Terciario
53	Cerpac 10	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.79	78.04	Cretácico-Terciario
53	Cerpac 7	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.81	77.99	Cretácico-Terciario
54	Calizas Saltur	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	6.82	79.62	Triásico-Jurásico
54	San Francisco N°4	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.83	77.98	Cretácico-Terciario
54	Cerpac 8	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	6.83	78.03	Cretácico-Terciario
55	Amadeo y Otros	Sales y Oxisales	Tenardita	6.9	79.67	Cuaternario
55	ETENI	Sales y Oxisales	Tenardita	6.88	79.86	Cuaternario
56	Calizas de Zaña	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	6.9	79.48	Cretácico
58	El Sol N°2	Cerámicos	Arcilla	7.01	78.55	Cretácico
59	Combayo	Diversos	Azufre	7.02	78.38	Mioceno
59	El Trébol	Diversos	Azufre	7.03	78.38	Mioceno
60	El Milagro	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Calizas	7.05	78.33	Cretácico
60	De la Cumbre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Calizas	7.04	78.36	Cretácico
60	Calizas Lacramarca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.12	79.65	Cretácico
60	De la Encañada	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.06	78.36	Cretácico
60	Chugurpampa	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.09	78.34	Cretácico
60	Juncus	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.07	78.33	Cretácico
61	Asilo de Ancianos	Cerámicos	Arcilla	7.13	78.44	Cuaternario
62	Salinas de Chirinos	Sales y Oxisales	Sal	7.13	78.83	Jurásico
63	Caravista	Cerámicos	Arcilla	7.16	78.44	Cuaternario
63	Recuperación	Cerámicos	Arcilla	7.16	78.44	Cuaternario
63	San Francisco de Cerillo	Cerámicos	Arcilla	7.16	78.45	Cuaternario
63	Don Bosco	Cerámicos	Arcilla	7.14	78.47	Cuaternario
64	Puruay	Materiales de Construcción	Arena y Grava	7.17	78.56	Cuaternario
65	22 de Noviembre	Cerámicos	Caolín	7.18	78.32	Cretácico
66	Asunción Nicol de Cajamarca	Materiales de Construcción	Arena y Grava	7.19	78.42	Cuaternario

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
67	Gavilán	Cerámicos	Arcilla	7.21	78.48	Cuaternario
67	El Paraje	Cerámicos	Arcilla	7.21	78.33	Cuaternario
67	Juan N°1	Cerámicos	Arcilla	7.2	79.3	Cuaternario
68	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	7.22	76.09	Jurásico
69	Cerro Noroeste	Cerámicos	Arcilla	7.25	79.12	Cuaternario
69	Tembladera	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.22	79.12	Cretácico
69	Guillermo Primero	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.26	79.1	Cretácico
70	Bellavista	Cerámicos	Caolín	7.27	78.34	Cretácico
71	Tembladera	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.3	79.3	Cretácico
72	Pacasmayo	Materiales de Construcción	Arena	7.36	79.56	Cuaternario
73	Ochape N°2	Cerámicos	Arcilla	7.45	78.82	Cuaternario
73	Ochape Unico	Cerámicos	Arcilla	7.39	78.83	Cuaternario
73	San Martín U.T.	Sales y Oxisales	Epsomita	7.47	78.76	Cretácico
73	San Martín/Sta. Melicia	Sales y Oxisales	Epsomita	7.45	78.79	Cretácico
74	Sin nombre	Sales y Oxisales	Epsomita	7.4	78.89	Cretácico
75	Calizas Albarrobal	Agreg. Calcáreos y Aglom..	Caliza	7.44	79.03	Jurásico
76	Algarrobal	Cerámicos	Arcilla	7.49	78.97	Cuaternario
76	Cascas (Calvayuque)	Cerámicos	Arcilla	7.48	78.87	Cuaternario
76	Santa Elena N°7	Cerámicos	Arcilla	7.52	78.9	Cuaternario
76	El Vecino Diez	Cerámicos	Arcilla	7.47	78.84	Cuaternario
76	La Concepción	Cerámicos	Arcilla	7.52	78.78	Cuaternario
76	Juan N°2	Cerámicos	Arcilla	7.49	79.47	Cuaternario
77	Chuquillanqui	Sales y Oxisales	Epsomita	7.57	78.65	Jurásico
78	Cesar Ruiz	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.59	78.88	Jurásico
79	Santa Agustina	Cerámicos	Arcilla	7.61	78.98	Cuaternario
80	Iris	Sales y Oxisales	Tenardita	7.61	79.32	Terciario-Cuaternario
81	Mechita	Agreg. Calcáreos y Aglom	Yeso	7.72	78.74	Jurásico
81	El Diamante M.R.	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.63	78.74	Jurásico
82	Patrón San Marcos	Grafito y Organitas	Grafito	7.72	78.82	Jurásico superior
83	Sin nombre	Fertilizante	Salitre	7.72	79.43	Cuaternario
84	Gastón V.R.	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.77	78.72	Jurásico
84	El Rubí M.R.	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.73	78.96	Jurásico
85	Renne y Betty	Cerámicos	Arcilla	7.78	78.04	Cretácico
85	La Truqueza	Cerámicos	Arcilla	7.78	78.05	Cretácico
86	Polvorazo	Materiales de Construcción	Arena	7.8	78.09	Cretácico
87	Brígida N°1	Grafito y Organitas	Grafito	7.81	78.54	Jurásico superior
88	Sin nombre	Sales y Oxisales	Epsomita	7.81	78.88	Jurásico
89	La Burbujita J.P.M.	Cerámicos	Arcilla	7.82	78	Cretácico
90	Bienvenido N°3	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.84	78.77	Jurásico
90	Pascua de Resurrección y Otros	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.85	78.7	Jurásico
90	Milagrosa	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.85	78.7	Jurásico
91	Buenos Aires	Cerámicos	Arcilla	7.85	79.29	Cuaternario
92	Alborada	Cerámicos	Arcilla	7.88	77.96	Jurásico
92	Collasgon	Cerámicos	Arcilla	7.88	77.99	Jurásico
93	Don Fili	Cerámicos	Arcilla	7.9	78.78	Cuaternario
94	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Anfibolita	7.9	79	Precámbrico
95	Don Julian	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.95	78.8	Jurásico
95	San Francisco F.L.C.	Agreg. Calcáreos y Aglom	Yeso	7.97	78.6	Jurásico
95	Santa Elisa	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.96	78.85	Jurásico
95	Bienvenido N°2	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.96	78.85	Jurásico
95	Susy Primavera	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	7.93	78.77	Jurásico
96	San Andrés	Materiales de Construcción	Grava y arena	7.93	78.84	Cuaternario
96	El León	Materiales de Construcción	Grava y arena	7.94	78.86	Cuaternario
97	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Granito	7.93	79.12	Cretácico-Terciario
98	Sin nombre	Cerámicos	Caolín	7.96	77.86	Jurásico superior
99	San Martín de Porres N°1	Cerámicos	Arcilla	8.11	78.1	Cretácico
99	El Porvenir	Cerámicos	Arcilla	7.98	78.86	Cuaternario

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
99	Yolanda	Cerámicos	Arcilla	8	78.58	Cretácico
99	Fortuna N°1	Cerámicos	Caolín	8.11	78.12	Jurásico Superior
99	San Luis	Cerámicos	Arcilla	8.1	79.1	Cuaternario
99	Yeni	Cerámicos	Caolín	8.03	78.78	Jurásico Superior
99	Sin nombre	Sales y Oxisales	Baritina	7.98	78.85	Terciario
100	Pasto Bueno	Sales Oxisales	Fluorita	8.17	77.82	Cretácico
101	Salina de Uchiza	Sales y Oxisales	Sal	8.41	76.4	Jurásico
101	Salina de Toache	Sales y Oxisales	Sal	8.2	76.53	Jurásico
102	Guillermo II	Cerámicos	Caolín	8.43	78.5	Jurásico superior
103	Salina de Guañape	Sales y Oxisales	Sal	8.44	78.91	Cuaternario
104	Providencia y Oriente	Diversos	Azufre	8.48	78.03	Cretácico
104	Mercedes 1	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	8.48	78.03	Cretácico
104	Mercedes 2	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	8.48	78.03	Cretácico
105	Casa Blanca	Colorantes y Pigmentos	Ocres	8.64	78.1	Cretácico
106	Calizas Casa Blanca	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.68	78	Cretácico
106	Cóndor Cerro	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.67	78.29	Cretácico
107	San Francisco	Sales y Oxisales	Sal	8.68	78.69	Cuaternario
108	Uchuhuaray	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.84	78.3	Cretácico
108	San Judas Tadeo	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.84	78.32	Cretácico
109	Sin nombre	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	8.85	77.82	Cretácico
109	Bolivas	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.86	77.86	Cretácico
110	San Pedro O.V.	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	8.91	78.62	Cretácico
111	Santa Virginia	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.92	78.1	Cretácico
112	Salina de Guadalupito	Sales y Oxisales	Sal	8.93	78.61	Cuaternario
113	Sin nombre	Material de Construcción	Arena	8.95	78.59	Cuaternario
114	San Jorge	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.98	78.11	Cretácico
114	Tathie Esther	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	8.99	78.07	Cretácico
115	La Sorpresa	Materiales de Construcción	Arena y Grava	9.01	78.58	Cuaternario
116	Yuracoto	Cerámicos	Arcilla	9.02	77.81	Cuaternario
116	Tarugo C.M.	Cerámicos	Arcilla	9.06	77.8	Cuaternario
117	Boquerón del Padre Abad	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	9.11	75.89	Cretácico
118	Rosa Angela	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	9.12	77.71	Cretácico
119	Mario IV	Vidrios y Vidriados	Cuarcita	9.12	78.31	Cretácico
120	Santa Rosa 1-2	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.16	78.05	Cretácico
120	Santa Aurelia 1-2	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.16	78.04	Cretácico
120	San Pedro de Anta	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.17	78.02	Cretácico
121	El Milagro L.H.	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	9.17	77.7	Cretácico
122	Gran Fortuna	Materiales de Construcción	Arena y Grava	9.17	78.34	Cuaternario
122	Gran Fortuna M.	Materiales de Construcción	Arena y Grava	9.17	78.45	Cuaternario
123	Santa Cruz-R	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	9.18	77.71	Cretácico
123	Dos Hermanos R.Z.	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	9.18	77.71	Cretácico
124	Santa Delfina	Materiales de Construcción	Arena y Grava	9.19	78.35	Cuaternario
124	La Cumbre de Chimbote	Materiales de Construcción	Arena y Grava	9.19	78.45	Cuaternario
124	Naveda Uno-3	Materiales de Construcción	Arena y Grava	9.18	78.46	Cuaternario
125	Paraíso	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.19	78.11	Cretácico
125	Pablo Alejandro	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.19	78.09	Cretácico
125	Virgen de Guadalupe	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.19	78.09	Cretácico
126	Calera	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.22	78.12	Cretácico
126	San Sebastián	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.23	78.09	Cretácico
126	Inmaculada	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.23	78.12	Cretácico
126	Fátima	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.24	78.09	Cretácico
126	Caleras	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.22	78.09	Cretácico
126	Te Logré	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.2	78.09	Cretácico
126	San Judas Tadeo 3	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.2	78.09	Cretácico
126	Santa Cruz	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.22	78.14	Cretácico
126	Sagrado Corazón de Jesús	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.21	78.18	Cretácico
126	Morayma	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.21	78.17	Cretácico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
127	Gerbes A.N.	Material de Construcción	Arena	9.24	78.43	Terciario
128	Del Pilar	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	9.25	76	Triásico-Jurásico
129	Sin nombre	Sales Oxisales	Sal	9.26	78.47	Cuaternario
130	Arcillas Acopalpa	Cerámicos	Arcilla	9.27	77.59	Cuaternario
131	Gaudencia	Cerámicos	Caolín	9.3	77.57	Cuaternario
132	Marcara	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.3	77.58	Cretácico
133	Milagro P.S.	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.4	78.18	Cretácico
133	El Milagro H.B.	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.4	78.18	Cretácico
133	San Fernando	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.44	78.13	Jurásico-Cretácico
133	Ladrillera Fortaleza	Cerámicos	Arcilla	9.4	78.24	Cuaternario
133	Fátima de Casma	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.38	78.12	Cretácico
133	San Judas Tadeo N§1	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.41	78.27	Cretácico
133	Huallpacunca	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.37	78.17	Cretácico
133	El Terror 21	Cerámicos	Caolín	9.36	77.54	Cretácico
133	La Inmaculada E.N.R.	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.36	77.55	Cretácico
133	Huascarán -2	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	9.36	77.21	Cretácico
133	Mi Socorrito S.U.	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.42	78.14	Cretácico
133	Fátima de Casma	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.38	78.13	Cretácico
134	San Santiago	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.45	77.93	Jurásico
135	Salina de Casma	Sales Oxisales	Sal	9.46	78.33	Cuaternario
136	MYGSA 26	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.51	78.11	Jurásico
136	Esperanza	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.5	78.09	Jurásico
136	La Víbora	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.51	78.13	Cretácico
136	Santa Ana 2	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.49	78.15	Cretácico
136	Buenos Aires	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.51	78.06	Jurásico
136	Casa Blanca	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.49	78.13	Cretácico
136	San Eugenio	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.48	78.09	Cretácico
136	Angélica	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.48	78.14	Cretácico
136	San Alfonso	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.5	78.14	Cretácico
136	San Eloy AG N§2	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.51	78.08	Jurásico
136	Casa blanca	Rocas Ornamentales	Mármol	9.51	78.15	Cretácico
136	San Eloy N°1	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.51	78.08	Jurásico
136	San Eloy	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.49	78.09	Cretácico
136	Buenos Aires	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.51	78.08	Jurásico
137	Santa Ana J.F.	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.53	77.86	Cretácico
138	Sin nombre		Serpentina	9.61	76.03	Precámbrico
139	El Buen Amigo	Cerámicos	Arcilla	9.61	77.47	Cuaternario
139	El Milagro de Nlcrupampa	Cerámicos	Arcilla	9.61	77.49	Cuaternario
140	San Martín	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.71	78.08	Jurásico
141	Don Pancho I-II	Sales y Oxisales	Baritina	9.79	75.85	Mesozoico
141	Chayllinca	Sales y Oxisales	Baritina	9.78	75.82	Mesozoico
141	Cerro Pinayoc	Sales y Oxisales	Baritina	9.76	75.86	Mesozoico
142	Vientecito	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.77	77.47	Cretácico-Terciario
142	Calera Alianza	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.77	77.45	Cretácico-Terciario
142	Salamachay	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.76	77.45	Cretácico
142	A.F.T.N. 14	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	9.76	77.46	Cretácico-Terciario
142	Yesera Erika	Agreg. Calcareos y Aglom.	Yeso	9.76	77.57	Cretácico
143	Santa Teresita	Filosilicatos	Talco	9.79	76.09	Precámbrico
144	Sin nombre		Serpentina	9.84	76.44	Precámbrico
144	San Francisco	Agreg. Calcáreos Aglome	Caliza	9.85	76.51	Triásico-Jurásico
145	Retama	Colorantes y Pigmentos	Ocre	9.87	76.93	Precámbrico
146	Sin nombre		Serpentina	9.88	76.43	Precámbrico
147	Sin nombre	Filosilicatos	Talco	9.99	76.68	Precámbrico
148	Huarco	Cerámicos	Arcilla	10.15	77.25	Cuaternario
148	Huarco	Agreg. Calcareos y Aglom.	Caliza	10.14	77.27	Cretácico
149	Blanca Nieves	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	10.31	77.02	Cretácico
150	Salina de Quebrada Muchuy	Sales y Oxisales	Sal	10.35	75.53	Cuaternario
151	Leocadia	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	10.44	76.16	Triásico-Jurásico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
151	Milagritos	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	10.4	76.21	Triásico-Jurásico
151	Sta. Rosa de Chacos	Sales y Oxisales	Baritina	10.41	76.16,	
152	Mogesa N°1	Filosilicatos	Talco	10.41	76.39	Devónico
152	El Dorado N°2	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	10.43	76.5	Cretácico
153	Tumac	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	10.46	76.93	Cretácico
154	San Juan	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	10.47	76.16	Triásico-Jurásico
155	Renovación	Rocas Ornamentales	Mármol	10.51	76.39	Triásico-Jurásico
155	Primero de Mayo	Materiales de Construcción	Arena	10.5	76.39	Cretácico
156	Sin nombre	Cerámicos	Caolín	10.57	76.83	Terciario
156	Coco	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	10.6	76.76	Cretácico
156	El Crisol y Otros	Cerámicos	Caolín	10.57	76.85	Terciario
157	Repsa	Cerámicos	Arcilla	10.58	76.3	Cuaternario
158	Amapola	Cerámicos	Caolín	10.72	76.18	Cuaternario
158	Méjico	Vidrio y Vidriados	Cuarcita	10.64	76.25	Cretácico
158	Callihuara	Cerámicos	Caolín	10.66	76.25	Cuaternario
159	Sociedad	Cerámicos	Caolín	10.7	76.77	Terciario
159	Inca N°19 -Oyón	Cerámicos	Caolín	10.68	76.76	Terciario
159	Cerpap Ventiseis	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	10.66	76.76	Cretácico-Terciario
160	Perlita	Materiales de Construcción	Arena y Grava	10.7	76.28	Cuaternario
160	Rebeca	Materiales de Construcción	Arena y Grava	10.7	76.31	Cuaternario
161	Obrerito N°2	Materiales de Construcción	Arena	10.74	76.29	Cretácico
161	Inmaculada Concepción de Vicco	Materiales de Construcción	Arena y Grava	10.73	76.37	Cuaternario
161	Santa Rosa y Otros	Materiales de Construcción	Arena y Grava	10.75	76.29	Cuaternario
162	Adelante Dos	Materiales de Construcción	Arena y Grava	10.8	76.08	Cuaternario
162	Cerpac Nueve	Materiales de Construcción	Arena	10.84	76.13	Cretácico
162	Elena N°2	Cerámicos	Caolín	10.84	75.99	Cuaternario
162	Soltero	Cerámicos	Caolín	10.78	76.09	Cuaternario
162	El Chasqui N°3	Materiales de Construcción	Arena y Grava	10.84	76.1	Cuaternario
162	Adelante	Materiales de Construcción	Arena y Grava	10.8	76.1	Cuaternario
163	Alto Perú	Sales y Oxisales	Fluorita	10.79	75.46	Cretácico
163	Monterrey	Sales y Oxisales	Calcita	10.8	75.49	
163	Monterrey	Sales y Oxisales	Fluorita	10.8	75.51	Cretácico
164	Santa Teresita y P	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	10.8	76.81	Cretácico
164	Sarita	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	10.82	76.79	Cretácico
165	Rosa Blanca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	10.84	76.11	Triásico-Jurásico
166	Callihuara	Cerámicos	Caolín	10.85	76.08	Cuaternario
166	Recuperada	Cerámicos	Caolín	10.85	76.03	Cuaternario
167	San Martín y Otros	Cerámicos	Arcilla	10.86	71.7	Cuaternario
168	Elena 3	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	10.86	76.1	Triásico-Jurásico
168	Chasquihuasi	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	10.86	76.29	Triásico-Jurásico
169	Salina de Cerro de la Sal	Sales y Oxisales	Sal	11.02	75.35,	
170	Santo Domingo	Grafito y Organitas	Asfaltita	11.02	76.44	Cretácico
171	Corte Blanco	Rocas Ornamentales	Mármol	11.09	76.12	Jurásico-Cretácico
171	Salina de San Blas	Sales y Oxisales	Sal	11.1	76.14	Paleozoico
172	Competencia	Agreg. Calcáreo y Aglom.	Caliza	11.16	76.02	Triásico-Jurásico
173	Don Darjo	Cerámicos	Arcilla	11.21	76.58	Cuaternario
173	Antonio	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.19	76.56	Cretácico
174	La Mona	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.23	76.21	Cretáceo superior-Terciario
174	Los Cuatro Astudillo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.25	76.2	Cretáceo superior-Terciario inferior
175	Salinas de Huacho	Sales y Oxisales	Sal	11.25	77.54	Cuaternario
176	Don Enrique	Cerámicos	Arcilla	11.26	75.54	Cuaternario
177	Salinas de Huacho	Sales y Oxisales	Sal	11.28	77.53	Cuaternario
177	Salinas de Huacho	Sales y Oxisales	Sal	11.27	77.56	Cuaternario
177	Salinas de Huacho	Sales y Oxisales	Sal	11.27	77.55	Cuaternario
178	Patay	Sales y Oxisales	Baritina	11.32	75.55	Triásico-Jurásico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
178	San Pedro	Sales y Oxisales	Baritina	11.31	75.56	Triásico-Jurásico
178	Capac	Sales y Oxisales	Baritina	11.29	75.56	Triásico-Jurásico
178	Patay	Filosilicato	Talco	11.31	75.55	Triásico-Jurásico
179	La Cantera y Otras	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.3	75.82	Jurásico-Cretácico
179	La Cantera y Otros	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.31	75.84	Triásico-Jurásico
179	Agrupamiento Andino B	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.31	75.85	Triásico-Jurásico
180	El General	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.32	76.55	Cretácico
180	Virgen de Fátima	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.34	76.54	Cretácico
181	Leonardo Unico	Rocas Ornamentales	Mármol	11.34	76.24	Terciario
182	Silical	Filosilicatos	Pirofilita	11.39	75.77	Devoniano
182	Caudalosa	Rocas Ornamentales	Mármol	11.35	75.82	Triásico-Jurásico
182	Caudalosa	Rocas Ornamentales	Mármol	11.35	75.82	Triásico-Jurásico
183	Filo Blanco N°2	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.37	76.19	Cretáceo superior-Terciario
184	Irma y Otra	Cerámicos	Arcilla	11.4	75.64	Cuaternario
184	Venturosa 1958	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.38	75.73	Jurásico-Cretácico
185	Silical III	Filosilicatos	Pirofilita	11.4	75.75	Devoniano
185	Silical II	Filosilicatos	Pirofilita	11.4	75.75	Devoniano
185	Silical I	Filosilicatos	Pirofilita	11.4	75.75	Devoniano
185	Silical IV	Filosilicatos	Pirofilita	11.4	75.75	Devoniano
186	Tres de Enero	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.46	75.89	Triásico-Jurásico
186	Tadeo N°2	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.46	75.6	Jurásico-Cretácico
186	Santa Rosa	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.45	75.68	Triásico-Jurásico
186	Vulcano	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.42	75.55	Triásico-Jurásico
186	Mal Paso	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.46	75.68	Jurásico-Cretácico
186	Vulcano	Sales y Oxisales	Baritina	11.42	75.55	Permiano-Jurásico
186	Mariscal y Mariscalito	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.4	76.58	Cretácico
187	Centromin-Perú	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.41	76	Permianoco
188	Marja Teresa	Sales y Oxisales	Baritina	11.47	77.25	Cretácico
188	Antonio N°1	Cerámicos	Arcilla	11.5	77.26	Cretácico
189	Areneros Diez	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.5	76.76	Cuaternario
190	Oswaldo Francisco	Agreg. Calcáreos-Aglom.	Caliza	11.5	77.27	Cretácico
191	Jaime	Rocas Ornamentales	Travertino	11.6	75.86	Cretácico-Cuaternario
191	Esperanza A-B-C	Materiales de Construcción	Arena	11.51	75.9	Cuaternario
191	Sacco	Rocas Ornamentales	Travertino	11.54	75.93	Cretácico-Cuaternario
192	Azul Nilo N°2	Agreg. Calcáreos-Aglom.	Caliza	11.53	76.64	Cretácico
193	Los Cachorros	Rocas Ornamentales	Mármol	11.58	76.32	Cretácico
193	Niño Manuelito N°3	Cerámicos	Arcilla	11.66	76.26	Cretácico
193	MYGSA 19	Rocas Ornamentales	Travertino	11.62	76.26	Cretácico
194	San German	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.59	75.98	Triásico-Jurásico
194	Cut Off	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.59	75.96	Triásico-Jurásico
195	Renovación	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.68	76.95	Cuaternario
195	Arenera Caballero Q.	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.7	76.96	Cuaternario
196	Los Hermanos	Materiales de Construcción	Arena	11.71	75.56	Cretácico
196	David Salomón	Materiales de Construcción	Arena	11.7	75.57	Cretácico
196	San Antonio 1964	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.71	75.73	Jurásico-Cretácico
196	Pachacayo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.72	75.72	Triásico-Jurásico
196	Liguria N°2	Materiales de Construcción	Cuarzo	11.69	75.73	Cretácico-Terciario
196	Chacapalpa	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.72	75.55	Triásico-Jurásico
197	Fosfatos de la Región de Yauri	Fertilizantes	Fosfatos	11.69	76.05	Jurásico
198	San Miguel 1	Sales y Oxisales	Baritina	11.7	76.28	Cretácico
198	Santa Rosario	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.7	76.26	Cretácico
198	Belleza Escondida	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.69	76.27	Cretácico
198	Paquita Primera	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.69	76.27	Cretácico
198	Portland	Sales y Oxisales	Baritina	11.71	76.28	Cretácico
198	Ruth Mercedes	Cerámicos	Arcilla	11.72	76.34	Cretácico
198	Portland y Willibeto	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.71	76.27	Cretácico
198	Niño Jesús de Praga	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.72	76.26	Cretácico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
198	Huayamay	Agreg. Calcáreos y Aglom..	Caliza	11.71	76.38	Cretácico
198	Niño Jesús de Praga	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.72	76.26	Cretácico
198	Eduardo II-Agusta	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.72	76.27	Cretácico
199	Virgen del Chapi	Sales y Oxisales	Calcita	11.71	76.92	Cretácico
200	Carmencita N°3	Materiales de Construcción	Arena	11.74	75.68	Cretácico
200	Hugo Alfredo 1975	Materiales de Construcción	Arena	11.76	75.69	Cretácico
200	Antonella	Rocas Ornamentales	Mármol	11.77	75.64	Mesozoico
200	Cristal	Materiales de Construcción	Arena	11.77	75.64	Cretácico
200	Porvenir	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.76	75.1	Triásico-Jurásico
200	Fray Martín de Porras 1965	Materiales de Construcción	Arena	11.75	75.67	Cretácico
200	Beta 1 - 2	Cerámicos	Arcilla	11.74	75.64	Cuaternario
200	El Favorito	Materiales de Construcción	Arena	11.78	75.67	Cretácico
200	Rosario de Ancón	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.77	77.14	Cuaternario
200	Benjamin	Agreg. Calcáreo y Aglome	Caliza	11.78	75.67	Triásico-Jurásico
200	Los Hermanos N°3	Materiales de Construcción	Arena	11.77	75.66	Cretácico
200	El Señor de la Caída	Materiales de Construcción	Arena	11.79	75.53	Cretácico
200	Santa Rosa de Pachacayo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	11.79	75.71	Jurásico-Cretácico
200	Santa Rosa	Materiales de Construcción	Arena	11.82	75.59	Cretácico
200	Rosina	Filosilicatos	Pirofilitas	11.77	77.02	Cretácico
200	El Mirador	Materiales de Construcción	Arena	11.83	75.59	Cretácico
200	Los Magos	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.73	75.72	Triásico-Jurásico
200	San Andrés los 3 Amigos	Materiales de Construcción	Arena	11.77	75.54	Cretácico
201	Campana	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.76	76.96	Cuaternario
202	Minerva 1-2	Materiales de Construcción	Arena	11.8	75.05	Cretácico
202	Jesús Poderoso N°1	Filosilicato	Talco	11.77	75.09	Permiano-Triásico
203	Cantera Matucana	Materiales de Construcción	Arena	11.84	76.36	Cuaternario
203	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Mármol	11.77	76.38	Cretácico
203	Los Dos Paisanos	Rocas Ornamentales	Mármol	11.78	76.34	Cretácico
203	Ampl. Micaela Bastidas	Cerámicos	Arcilla	11.81	76.36	Cretácico
204	Filitas	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.79	77.14	Cuaternario
204	Princesa-Vasconia-Otros	Cerámicos	Arcilla	11.79	77.15	cretácico
204	Natalia La Negra	Cerámicos	Arcilla	11.81	77.02	Cretácico
204	Micaela Villegas	Cerámicos	Arcilla	11.82	77.04	Cretácico
204	Vanguardia	Cerámicos	Arcilla	11.8	77.15	Cretácico
204	Salvadora de Carabayllo y Otros	Cerámicos	Arcilla	11.83	77.04	Cretácico
204	El Naranjito	Cerámicos	Arcilla	11.8	77.06	Cretácico
204	Vasconia	Cerámicos	Arcilla	11.8	77.04	Cretácico
204	Guimar	Cerámicos	Arcilla	11.82	77.06	Cretácico
204	Giovanna Luz	Cerámicos	Arcilla	11.82	77.11	Cretácico
204	Doña Mara	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.81	77.01	Cretácico
204	Fabio	Cerámicos	Arcilla	11.79	77.05	Cretácico
204	San Miguel de las Lomas	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.8	77.01	Cretácico
204	Beatriz	Cerámicos	Arcilla	11.81	77.07	Cretácico
204	Encantadora de Carabayllo	Cerámicos	Arcilla	11.84	77.06	Cretácico
205	Aurora Augusta I	Sales y Oxisales	Baritina	11.82	76.83	Cretácico
206	El Conde y Otros	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.92	77.08	Cuaternario
206	Cóndor Pasa y Otro	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.93	77.08	Cuaternario
206	Conde Atesa y Otro	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.92	77.1	Cuaternario
206	Santa Lucía X	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.93	77.12	Cuaternario
206	Progreso-Gloria	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	11.94	77.02	Cretácico
206	Piedra Limpia	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.94	76.86	Cuaternario
206	El Respiro 1-2	Cerámicos	Arcilla	11.93	77.1	Cretácico
206	Salvadora Carabayllo	Cerámicos	Arcilla	11.89	77.1	Cretácico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
206	Felisa y Heroína	Cerámicos	Arcilla	11.92	77.09	Cretácico
206	Arenera San Rufino	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.85	76.97	Cuaternario
206	La Minita	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.92	77.1	Cuaternario
206	Blanquita	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.86	76.97	Cuaternario
206	El Inka L.T.	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.9	77.07	Cuaternario
206	Blanquita	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.9	77.11	Cuaternario
207	El Milagro	Rocas Ornamentales	Mármol	11.86	75.23	Mesozoico
208	Don Luis	Cerámicos	Caolín	11.89	75.28	
208	Ladrillera Jesús	Adsorventes	Diatomita	11.9	75.27	Pleistoceno
208	Lastay	Cerámicos	Arcilla	11.92	75.26	Cuaternario
208	Doña Margarita N°1	Cerámicos	Arcilla	11.92	75.24	Cuaternario
209	Vigen del Carmen de Surco 1	Vidrio y Vidriados	Feldespatos	11.87	76.44	Cretácico-Terciario
210	Marina	Rocas Ornamentales	Pizarra	11.91	76.55	Cretácico
210	Chamodada 1-9	Sales y Oxisales	Baritina	11.89	76.56	Cretácico
210	Chamodada	Sales y Oxisales	Baritina	11.89	76.57	Cretácico
210	MYGSA 22	Rocas Ornamentales	Granito	11.9	76.51	Cretácico-Terciario
210	Graciela	Sales y Oxisales	Baritina	11.92	76.55	Cretácico
210	Chamodada y Otros	Sales y Oxisales	Baritina	11.92	76.57	Cretácico
210	Lima	Sales y Oxisales	Baritina	11.89	76.55	Cretácico
210	Leonila-Graciela	Sales y Oxisales	Baritina	11.93	76.56	Cretácico
211	La Minita N°1 y Otra	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.94	77.93	Cuaternario
211	Labrador	Rocas Ornamentales	Granito	11.93	76.88	Cretácico-Terciario
212	Ernesto J.D.L.	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.03	76.93	Cuaternario
212	U.E.A. San Benito	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.04	76.91	Cuaternario
212	Arenera Ate	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.03	76.93	Cuaternario
212	Santa Isabel	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.95	76.79	Cuaternario
212	Cantera Canto Grande	Materiales de Construcción	Arena	11.98	77	Cuaternario
212	San Remo Dos	Cerámicos	Arcilla	11.99	76.97	Cretácico
212	Don Pepe y Otros	Cerámicos	Arcilla	11.98	76.95	Cretácico
212	Los Pedrones	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.95	76.71	Cuaternario
212	Anazpuquio El Rosario	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.98	77.03	Cuaternario
212	Yacimiento de Huachipa	Cerámicos	Arcilla	11.98	76.94	Cretácico
212	Nuestra Señora de la Regla	Materiales de Construcción	Grava y arena	11.99	77.118	Cuaternario
212	Dora Una	Cerámicos	Arcilla	11.99	76.94	Cretácico
212	Josesito	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.01	76.86	Cuaternario
212	15 de Octubre	Materiales de Construcción	Arena	11.96	76.77	Cuaternario
212	Las Sombras	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.09	76.95	Cuaternario
212	Marja Silvia	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.03	76.92	Cuaternario
212	Arenal Pedreros	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.02	76.94	Cuaternario
212	Mery	Cerámicos	Arcilla	11.96	76.93	Cretácico
212	Pedreros	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.01	76.93	Cuaternario
212	Arenal Pedreros	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.02	76.94	Cuaternario
214	Víctor 76	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.02	75.41	Jurásico-Cretácico
214	San Cristóbal	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.01	75.41	Jurásico-Cretácico
214	La Proveedora	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.03	75.4	Jurásico-Cretácico
215	El Porvenir	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.05	75.12	Paleozoico
215	Don Carlos	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.03	74.99	Jurásico-Cretácico
215	Mayólica Nacional N°1	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.06	75.1	Cretácico
216	Blanca Nieves	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	12.11	76.83	Mesozoico
216	Sol de Oro	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	12.11	76.83	Mesozoico
216	Olga Primera	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.07	76.85	Cuaternario
216	Arenera San Martín de Porras	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.06	76.83	Cuaternario
216	Don Pepe 74	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.14	76.81	Cuaternario
216	Don Julio y Don Pedro	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.12	76.77	Cuaternario
216	Sol Cobriza 2	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	12.11	76.86	Mesozoico
216	La Inmaculada Seis	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.14	76.9	Cuaternario

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
216	Fray Martín de Porras N°7	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.08	76.81	Cuaternario
216	Portachuelo	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.07	76.88	Cuaternario
216	Cantera Molina	Materiales de Construcción	Arena	12.06	76.89	Cuaternario
216	Santa Catherina S.A.	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.08	76.86	Cuaternario
216	Santa Margarita	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.1	76.78	Cuaternario
216	Perla I y IV	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	12.06	76.89	Cretácico-Terciario
216	Hacienda Monterrico	Diversos	Granate	12.1	76.94	CretácicoTerciario
217	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.08	74.25	Jurásico-Cretácico
218	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Travertino	12.1	75.43	Mesozoico
218	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Travertino	12.14	75.2	Mesozoico
218	Matilde	Rocas Ornamental	Oxis Calcáreo	12.09	75.31	Jurásico
219	Inmaculada Cinco	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.17	76.96	Cuaternario
219	La Arenilla	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.18	76.96	Cuaternario
220	Santa Martha	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.27	76.85	Cuaternario
220	Santa Rosa	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.18	76.82	Cretácico
220	Mildred N°1	Rocas Ornamentales	Granit-Adamelita	12.21	76.8	CretácicoTerciario
220	Orlando M.B.	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.2	76.83	
220	El Rosario	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.21	76.83	Cuaternario
220	Unidad Atocongo y Otro	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.18	76.82	Cretácico
220	Lomo de Corvina	Materiales de Construcción	Arena	12.22	76.9	Cuaternario
220	El Carmen	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.25	76.85	Cretácico
220	Orlando M-B	Materiales de Construcción	Arena	12.22	76.82	Cuaternario
221	Amaro	Adsorventes	Diatomita	12.19	75.39	Pleistoceno
222	Balducho	Sales y Oxisales	Baritina	12.2	76.43	Cretácico
223	Amelia	Cerámicos	Arcilla	12.28	75.25	Cretácico
223	Chabuca	Cerámicos	Arcilla	12.29	75.27	Cretácico
223	Marja Elena	Cerámicos	Arcilla	12.3	75.26	Cretácico
223	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Travertino	12.28	75.29	Mesozoico
223	Colca Chongos Altos	Cerámicos	Arcilla	12.3	75.25	Cretácico
224	Quipa y Otras	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.43	76.75	Cretácico
224	San Bartolo y Otros	Cerámicos	Arcilla	12.33	76.76	Cretácico
225	Buendía N°3	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.36	75.03	Jurásico-Cretácico
225	Cahuide	Cerámicas	Arcilla	12.34	75.04	Cuaternario
225	Tierras del Inca y Otros	Cerámicas	Arcilla	12.43	75.13	Cretácico
225	Rita	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.46	74.97	Jurásico-Cretácico
225	Eusebia Uno 1971	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.37	75.03	Jurásico-Cretácico
225	Perseo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.35	75.04	Jurásico-Cretácico
226	Los Cerillos	Materiales de Construcción	Grava y arena	12.35	76.77	Cuaternario
226	Santa Rosa N°14	Cerámicos	Arcilla	12.34	75.21	Cretácico
227	Melida	Diversos	Asbesto	12.37	74.78	Ordovícico
228	Yeseras Chilca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.47	76.75	Cretácico
228	Carlomagno I	Sales y Oxisales	Baritina	12.45	76.71	Cretácico
228	Angélica	Sales y Oxisales	Baritina	12.47	76.72	Cretácico
228	Yacimiento Chilca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.46	76.75	Cretácico
228	El Aguila	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.46	76.77	Cretácico
229	Antonio	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.49	74.98	Jurásico-Cretácico
229	Fray Martín	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.48	74.98	Jurásico-Cretácico
229	Fray Martín el Mismo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.5	74.97	Jurásico-Cretácico
229	Adriel	Cerámicas	Arcilla	12.51	74.99	Cretácico
230	Salinas de Chilca	Sales y Oxisales	Sal	12.52	76.71,	
230	María-Uno	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.56	76.61	Cretácico
230	Chilca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.48	76.7	Cretácico
230	Chilca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.52	76.62	Cretácico
230	San José	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.55	76.62	Cretácico
230	Mercedes I	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.49	76.6	Cretácico
230	Chilca y Otros	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.49	76.68	Cretácico
230	Tito	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.5	76.67	Cretácico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
231	Salina de Cachi Cuyau	Sales y Oxisales	Sal	12.51	75.97	Jurásico
232	Cantera	Sales y Oxisales	Baritina	12.55	76.53	Cretácico
233	Marja	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.58	74.91	Jurásico-Cretácico
233	Prosperidad	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.58	74.9	Jurásico-Cretácico
233	Protectora Catalina	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.58	74.91	Jurásico-Cretácico
234	Trucha	Cerámicos	Arcilla	12.7	75.88	Cuaternario
235	Pastorita I	Sales y Oxisales	Baritina	12.72	74.68	Cretácico
236	Piedad	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.05	74.38	Triásico-Jurásico
236	Volcán	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.74	74.49	Jurásico-Cretácico
237	Santo Tomás	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	12.79	74.96	Mesozoico
237	Progreso N°1	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.75	74.94	Jurásico-Cretácico
237	Nora Sofía	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	12.77	74.95	Jurásico-Cretácico
238	Júpiter 21	Roca Ornamental	Onix Calcáreo	12.84	74.27	Cuaternario
238	King-Kong	Cerámicos	Arcilla	12.92	74.23	Cuaternario
238	Júpiter 21	Cerámicos	Arcilla	12.89	74.28	Cuaternario
239	Ojo Tuerto	Diversos	Azufre	12.9	75.34	Terciario-Cuaternario
240	El Engaño	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.03	76.29	Cretácico
240	Juanita Dos	Sales y Oxisales	Baritina	12.92	76.37	Cretácico
240	Salina de Atacocha	Sales y Oxisales	sal	12.94	74.2	Paleozoico
240	Quilmana	Sales y Oxisales	Baritina	12.92	76.37	Cretácico
241	Atahualpa	Cerámicas	Caolín	12.97	75.09	Cretácico-Terciario
241	Atahualpa 5	Cerámicas	Caolín	12.98	75.09	Cretácico-Terciario
242	Sin nombre	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	13.03	74.12	Terciario
242	Arcilla de Jantajasa	Cerámicos	Arcilla	12.99	73.97	Cuaternario
243	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Puzzolana	13	74.16	Mioceno
243	Iván Primero	Adsorventes y filtros	bentonita	13.21	74.27	Terciario
243	Quicapata	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	13.19	74.24	Terciario
243	Zeus 7	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	13.18	74.23	Terciario
243	Santa Cruz	Cerámicos	Arcilla	13.07	74.2	Cuaternario
243	Sin nombre	Materiales de Construcción	Tufos	13.11	74.2	Terciario
243	Arcilla de Tantarnilloc	Cerámicos	Arcilla	13.07	74.16	Terciario
243	Flor de Marja	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Puzzolana	13.11	74.21	Mioceno
243	Santa Sofía	Cerámicos	Arcilla	13.06	74.19	Cuaternario
244	Felicidad y Otros	Sales y Oxisales	Tenardita	13.01	76.46,	
245	Padre Pedro	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.09	74.37	Triásico-Jurásico
245	San Pedro de Cachi	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.08	74.38	Triásico-Jurásico
246	Niño Segundo	Materiales de Construcción	Grava y arena	13.19	74.14	Cuaternario
246	Santa Bárbara	Materiales de Construcción	Grava y arena	13.18	74.1	Cuaternario
246	San Carlos N°3	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	13.2	74.12	Terciario
247	Blanca Yolanda	Materiales de Construcción	Grava y arena	13.24	72.11	Cuaternario
247	Minas Maras	Sales y Oxisales	Sal	13.33	72.14	Cuaternario
248	Dos de Abril N°11	Materiales de Construcción	Andesita	13.36	72.27	Terciario
248	Primero de Abril N°9	Materiales de Construcción	Andesita	13.36	72.27	Terciario
249	Perpetuo Socorro	Adsorventes y Filtros	Bentonita	13.41	76.02	Cretácico-Terciario
250	Mina Pichumarca	Sales y Oxisales	Sal	13.45	72.43	Jurásico
251	Mina Carqueque	Sales y Oxisales	Sal	13.45	73.04	Permianoco
252	El Danubio	Cerámicos	Arcilla	13.48	71.87	Terciario-Cuaternario
252	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.46	71.82	Cretácico-Terciario
252	Morro Blanco Tercero	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.48	71.88	Cretácico-Terciario
252	Lucía	Cerámicos	Arcilla	13.5	71.9	Terciario-Cuaternario
253	Yacimiento	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.52	72.03	Paleozoico
253	Proveedora Santa Marja	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.52	72.01	Paleozoico
254	Esperanza	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.56	74.62	Jurásico-Cretácico
255	Buen Pastor	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.62	74.3	Permianoco
255	Carmencita I	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.62	74.27	Permianoco
255	Salina de Chuschi	Sales y Oxisales	sal	13.57	74.33	Paleozoico
255	San Gerónimo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.58	74.32	Permianoco
256	Torre Blanca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.59	71.69	Jurásico-Cretácico
256	Fundo Pilar	Materiales de Construcción	Grava y arena	13.61	71.73	Cuaternario

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
256	Salina de Caucato	Sales y Oxisales	Sal	13.62	76.17,	
257	Señor de los Milagros	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.65	74.11	Permianoco
257	Nelly y Otras	Sales y Oxisales	Calcita	13.57	75.55,	
257	Humay	Cerámicos	Arcilla	13.64	75.88	Cuaternario
257	Arcilla de Alpaurcuna	Cerámicos	Arcilla	13.61	74.07	Cuaternario
258	Sin nombre	Cerámicos	Arcilla	13.62	71.38	Terciario-Cuaternario
258	Humay	Cerámicos	Arcilla	13.65	75.89	Cuaternario
259	Leonilas	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.62	72.89	Permianoco
259	Arena N°1	Materiales de Construcción	Arena y Grava	13.67	72.92	Cuaternario
260	La Suerte	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	13.65	76.14	Mioceno
260	Venturosa	Cerámicos	Arcilla	13.67	76.16	Cuaternario
261	Sombra	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	13.68	76.13	Mioceno
261	Marja Santos	Cerámicos	Arcilla	13.68	76.13	Terciario
261	Doña Aglae N°1	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.74	76.12	Cuaternario
261	Yacimiento	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	13.64	76.14	Mioceno
262	La Yesera	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.66	73.94	Permianoco
262	San Pedro de Urcos	Cerámicos	Arcilla	13.71	71.6	Terciario-Cuaternario
263	Manuel José	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	13.75	76.21	Cuaternario
264	Mina Huancaray	Sales y Oxisales	Sal	13.78	73.57	Permianoco
265	Arcilla Huancapi	Cerámicos	Arcilla	13.78	74.03	Cuaternario
265	Playa Yumaque	Adsorventes y Filtros	Bentonita	13.89	76.26	Cretácico-Terciario
265	Laguna Grande	Adsorventes y Filtros	Bentonita	13.94	76.17	Cretácico-Terciario
265	Primavera J.M. 2	Sales y Oxisales	Baritina	14.65	75.04	Cretácico
265	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Mármol	13.83	73.96	Jurásico
265	Sin nombre	Sales y Oxisales	Fluorita	13.9	73.97,	
265	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Mármol	13.84	73.96	Jurásico
265	Sin nombre	Adsorventes y Filtros	Bentonita	13.87	76.29	Cretácico-Terciario
265	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Mármol	13.89	73.97	Jurásico
266	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	13.9	74.97	Permianoco
267	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Travertino	14.13	71.42	Cuaternario
267	Macusani	Cerámicos	Arcilla	13.95	71.49	Cuaternario
268	Salina de Otuma	Sales y Oxisales	Sal	13.99	76.21	Cuaternario
269	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	14.2	71.32	Jurásico
269	Sin nombre	Cerámicos	Arcilla	14.17	71.36	Terciario-Cuaternario
269	Aquisa Dos	Materiales de Construcción	Toba	14.17	71.4	Terciario
270	Fosfatos Región Ocucaje	Fertilizantes	Fosfatos	14.33	75.7	Terciario
270	La Laja	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.18	75.74	Jurásico
271	Piedras Azules	Adsorventes y Filtros	Bentonita	14.24	76.02	Cretácico-Terciario
272	Calcárea San Felipe	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.35	71.17	Cretácico-Terciario
272	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	14.38	71.06	Permianoco
273	La Negra	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.47	75.19	Jurásico
274	Islaycocha-Yaurihui	Diversos	Azufre	14.62	73.97	Terciario
275	Roto	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.87	74.83	Cretácico
275	Santa Rosa Quince	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.83	74.91	Cretácico
276	Cuesta Borracho	Vidrio y Vidreados	Cuarcita	14.88	74.65	Jurásico-Cretácico
277	Cerro Hulaycunca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.91	71.94	Cretácico-Terciario
278	Pucará	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.92	71.32	Cretácico-Terciario
278	San Francisco 100	Cerámicos	Arcilla	15.03	71.9	Cuaternario
278	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.93	71.38	Cretácico-Terciario
278	Pucará	Cerámicos	Arcilla	15.02	71.39	Cuaternario
278	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	14.95	71.35	Cretácico-Terciario
279	Salina de Azángaro	Sales y Oxisales	Sal	14.94	71	Cuaternario
280	Inesita	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	14.96	75.07	Mioceno
281	Isabel	Cerámicos	Caolín	15.03	74.84	
281	Roxana 777	Cerámicos	Caolín	15	74.89	
281	Isabel	Cerámicos	Caolín	14.97	74.9	
281	Isabel	Cerámicos	Caolín	15.04	74.89,	
282	Sin nombre	Diversos	Perlita	15.11	73.66	Terciario
283	Oso Blanco	Rocas Ornamentales	Mármol	15.14	75.34	Precámbrico

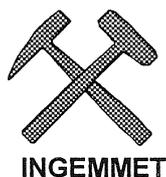
	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
284	Salina de Huarhua	Sales y Oxisales	Sal	15.17	72.92	
285	Salina de Napa	Sales y Oxisales	Sal	15.2	70.51	Cuaternario
286	Sin nombre	Fertilizante	Fosfato	15.2	70.73	Cretácico medio
287	Marcona Mine CO.	Adsorventes y Filtros	Bentonita	15.24	75.21	Cretácico-Terciario
287	Murhuay	Rocas Ornamentales	Mármol	15.22	75.13	Precámbrico
288	Peña Blanca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	15.25	71.06	Cretácico medio-superior
288	Ayrampito	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	15.32	71	Cretácico medio-superior
288	Yesera N°10	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	15.28	71.06	Cretácico medio-superior
289	Bentonita Marcona	Adsorventes y Filtros	Bentonita	15.25	75.19	Cretácico-Terciario
289	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Mármol	15.3	75.14	Precámbrico
290	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Mármol	15.37	75.13	Precámbrico
291	Huancane	Agrag. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.49	70.95	Cretácico
291	Santa Teresita	Agrag. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.4	70.95	Cretácico
291	Tolomeo IX	Agrag. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.41	70.95	Cretácico
291	Santa Rosita	Agrag. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.4	70.95	Cretácico
291	Gladis y Otros	Agrag. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.41	70.95	Cretácico
292	Salina de Muni	Sales y Oxisales	Sal	15.44	71.15	Cuaternario
293	Chaviña	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.55	74.59	
294	San Salvador	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	15.59	70.83	Cretácico medio-superior
295	Sin nombre	Agrag. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.63	71.12	Cretácico
295	Sin nombre	Agrag. Calcáreos y Aglom.	Caliza	15.62	71.12	Cretácico
296	Huambo	Rocas Ornamentales	Travertino	15.72	72.12,	
297	Salina de Tiquillaca	Sales y Oxisales	Sal	15.81	71.25	Cuaternario
298	Pampa Viña Vieja	Fertilizantes	Salitre	15.88	73.29	Cuaternario
298	Viña Vieja	Fertilizantes	Salitre	15.88	73.39	Cuaternario
298	Salitre de Caravelj	Fertilizantes	Salitre	15.87	73.3	Cuaternario
298	Pampa Viña Vieja	Fertilizantes	Salitre	15.94	73.28	Cuaternario
298	Sin nombre	Fertilizantes	Salitre	15.84	73.35	Cuaternario
299	José Francisco	Cerámicos	Arcilla	15.88	71	Cuaternario
300	San Juan N°1	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Dolomita	15.98	75.15	Terciario
301	Salina de Yuta	Sales y Oxisales	Sal	16	71.98	
302	Sin nombre	Adsorventes y Filtros	Diatomita	16.08	70.98	Plioceno
302	Sin nombre	Adsorventes y Filtros	Diatomita	16.07	70.97	Plioceno
303	Cantera Blanca	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.07	71.32	Jurásico
304	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.08	72.26	
305	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.08	72.45	
306	Linda Mosca	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.14	71.83	Jurásico
306	San Martín A.	Materiales de Construcción	Arena y Grava	16.12	71.85	Cuaternario
306	San José 6	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.11	71.82	Cretácico-Terciario
306	San José N°2	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.13	71.82	Cretácico-Terciario
306	La Esmeralda I	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.12	71.83	Cretácico-Terciario
307	Candelaria X	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.22	71.71	Jurásico
307	San Martín	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.17	71.71	Jurásico
307	Barranco	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.16	71.73	Jurásico
307	Liquiña	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.16	71.86	Jurásico
307	Yura	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.23	71.72	Jurásico
307	Chocolate	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.24	71.71	Jurásico
307	La Yesera	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.17	71.84	Cretácico-Terciario
307	Desunión	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.15	71.72	Jurásico
307	Patacocha	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.16	71.83	Jurásico
307	Urbano 23	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.19	71.83	Jurásico
307	Chili N°1	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.15	71.84	Jurásico-Cretácico

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
307	Barranco	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.16	71.73	Jurásico
307	Rehabilitación N°12	Rocas Ornamentales	Pizarras	16.22	71.69	Jurásico-Cretácico
307	El Porvenir y El Porvenir N°1	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.17	71.73	Jurásico
307	Desunión	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.15	71.72	Jurásico
308	Sin nombre	Diversos	Azufre	16.22	70.74	
309	Jalloccollo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.26	71.06	Jurásico-Cretácico
309	Amigos y Otros	Diversos	Boratos	16.3	71.16	Cuaternario
309	Chocolate N°1	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.3	71.67	Jurásico
309	Progreso	Diversos	Boratos	16.29	71.12	Cuaternario
310	Sin nombre	Materiales de Construcción	Piroclastos	16.27	71.55,	
311	Santa Inés 200	Cerámicos	Arcilla	16.41	71.39	Cuaternario
311	Primera Torrentera	Materiales de Construcción	Arena Grava	16.31	71.52	Cuaternario
311	Ampliación Primera Torrentera	Materiales de Construcción	Arena Grava	16.32	71.53	Cuaternario
311	San Pedro	Materiales de Construcción	Ceniza Volcánicas	16.4	71.46	Terciario
312	Asfaltita de Juli	Grafito y Organitas	Asfaltita	16.33	70.45	Cretácico
313	Sin nombre	Diversos	Azufre	16.33	70.86,	
314	Salar Salinas	Sales y Oxisales	Sal	16.36	71.13,	
314	Lagunas Salinas	Diversos	Boratos	16.34	71.11	Cuaternario
315	Sin nombre	Vidrio y Vidriados	Pegmatita	16.39	73.2	Precámbrico
315	Marja Isabel	Vidrio y Vidriados	Feldespato	16.36	73.18	Precámbrico
316	San Pedro N°1	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.37	71.77	Jurásico-Cretácico
316	Beatita de Humay	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.37	71.77	Jurásico
317	Marja N°1	Rocas Ornamentales	Travertino	16.38	71.55,	
318	Sin nombre	Fertilizantes	Salitre	16.39	72.15	Cuaternario
319	Casualidad	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.49	71.93	Cretácico-Terciario
319	La Asunta	Cerámicos	Arcilla	16.45	71.92	Cuaternario
320	Santa Inés 300	Cerámicos	Arcilla	16.47	71.41	Cuaternario
320	Santa Inés 600	Cerámicos	Arcilla	16.49	71.39	Cuaternario
320	Medalla Milagrosa N°15	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.47	71.4	Cretácico-Terciario
321	Variante Tinajones	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.53	71.66	Jurásico-Cretácico
321	Yac. Caliza C° Verde	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.55	71.58	Cretácico-Terciario
321	Multicolor y Otros	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.49	71.63	Jurásico-Cretácico
321	Quebrada Hialina	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.51	71.61	Jurásico
321	Ladera Sur	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.54	71.64	Jurásico
321	Ladera Norte	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	16.54	71.64	Jurásico
321	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.49	71.64	Cretácico-Terciario
322	Sin nombre	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	16.57	71.3	Plioceno
322	Diatomitas de Polabaya	Adsorventes y Filtros	Diatomitas	16.57	71.3	Plioceno
323	Sin nombre	Rocas Ornamentales	Granito	16.57	72.7,	
324	Quilca	Filosilicatos	Mica	16.73	72.4	Cretácico-Terciario
324	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	16.71	72.45,	
324	La Lechuza	Filosilicatos	Mica	16.6	72.36	Cretácico-Terciario
325	Quebrada Linga	Vidrios y Vidriados	Cuarcita	16.69	71.67	Jurásico-Cretácico
326	Calahuani	Filosilicatos	Mica	16.75	72.3	Cretácico-Terciario
326	Quebrada Calahuani	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	16.73	72.31	Precámbrico
327	Región Micacea de Islay	Filosilicatos	Mica	16.85	72.06	Cretácico-Terciario
327	Islay	Filosilicatos	Mica	16.86	72.07	Cretácico-Terciario
327	Cotahuani	Filosilicatos	Mica	16.94	72.08	Cretácico-Terciario
328	Sin nombre	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	16.91	71.86,	
329	Azufre Grande	Diversos	Azufre	17.04	70.32	Terciario-Cuaternario
329	Santina	Diversos	Azufre	17.05	70.33	Terciario-Cuaternario

	NOMBRE DEL DENUNCIADO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
329	Azufre Chico	Diversos	Azufre	17.06	70.32	Terciario-Cuaternario
329	Carlos	Diversos	Azufre	17.05	70.37	Terciario-Cuaternario
329	Santina	Diversos	Azufre	17.03	70.34	Terciario-Cuaternario
329	Roberto	Diversos	Azufre	17.03	70.32	Terciario-Cuaternario
329	San Antonio	Diversos	Azufre	17.01	70.37	Terciario-Cuaternario
329	Patricia 6	Diversos	Azufre	17	70.36	Terciario-Cuaternario
329	Ernesto	Diversos	Azufre	17	70.32	Terciario-Cuaternario
329	Eloisa	Diversos	Azufre	17.02	70.33	Terciario-Cuaternario
329	Guido	Diversos	Azufre	17	70.34	Terciario-Cuaternario
330	Cachendo	Vidrio y Vidriados	Cuarzo	17.02	71.8	Precámbrico
330	Puente Fiscal	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	17.02	71.78	Jurásico
331	Ramal de Cocrachacra	Materiales de Construcción	Arenisca y Piedra Laja	17.05	71.73	Jurásico
332	Alejandra	Vidrio y Vidriados	Arena Silíceea	17.12	70.63	Terciario-Cuaternario
333	Santa Claudia	Vidrio y Vidriados	Arena Silíceea	17.19	70.66	Terciario-Cuaternario
333	Iris 14	Diversos	Azufre	17.14	70.11	Terciario-Cuaternario
333	La Caudalosa	Diversos	Azufre	17.16	70.18	Terciario-Cuaternario
333	Fumarola y Otros	Diversos	Azufre	17.16	70.19	Terciario-Cuaternario
333	Iris 11	Diversos	Azufre	17.17	70.07	Terciario-Cuaternario
333	Iris 15	Diversos	Azufre	17.15	70.09	Terciario-Cuaternario
334	Alguna Cosa-Cualquier Cosa	Diversos	Boratos	17.19	70.91	Terciario-Cuaternario
335	San Roberto	Diversos	Azufre	17.22	70.05	Terciario-Cuaternario
335	Lucila	Diversos	Azufre	17.23	70.05	Terciario-Cuaternario
335	Lola	Diversos	Azufre	17.2	70.06	Terciario-Cuaternario
336	Sin nombre	Diversos	Azufre	17.23	70.03	Terciario-Cuaternario
336	Carlos	Diversos	Azufre	17.22	70.01	Terciario-Cuaternario
336	San José I	Diversos	Azufre	17.21	70.04	Terciario-Cuaternario
336	San José II	Diversos	Azufre	17.23	70.02	Terciario-Cuaternario
337	Caudalosa	Diversos	Azufre	17.25	70.03	Terciario-Cuaternario
338	Sin nombre	Sales y Oxisales	Epsomita	17.34	70.43	Terciario
339	Manto Alegre 53	Diversos	Azufre	17.41	69.8	Terciario-Cuaternario
339	Tarata	Diversos	Azufre	17.38	69.94	Terciario-Cuaternario
340	Edda	Diversos	Azufre	17.47	69.75	Terciario-Cuaternario
340	Santa Rosa	Diversos	Azufre	17.47	69.81	Terciario-Cuaternario
340	La Victoria	Diversos	Azufre	17.4	69.7	Terciario-Cuaternario
340	Sin nombre	Sales y Oxisales	Epsomita	17.46	71.1	Terciario
340	Sin nombre	Diversos	Borato	17.59	69.65	Terciario
340	Recordada 53	Diversos	Azufre	17.41	69.9	Terciario-Cuaternario
340	Iris N°4	Diversos	Azufre	17.51	69.76	Terciario-Cuaternario
341	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	17.63	71.18	Terciario
341	Gloria 53	Diversos	Azufre	17.46	69.77	Terciario-Cuaternario
342	Salina de Pampa Colorada	Sales y Oxisales	Sal	17.64	71	Terciario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.74	71.24	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.74	71.24	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.74	71.24	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.69	71.32	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.69	71.32	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.69	71.32	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.71	71.31	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.71	71.31	Terciario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.71	71.31	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.73	71.29	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.73	71.29	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.73	71.29	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.75	71.2	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.82	71.18	Terciario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.82	71.18	Terciario

	NOMBRE DEL DENUNCIO	UTILIZACION	YACIMIENTO	NORTE	OESTE	EDAD
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.82	71.18	Terciario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.77	71.18	Terciario-Cuaternario
343	Ilo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.71	71.32	Terciario-Cuaternario
344	Salina de Puite	Sales y Oxisales	Sal	17.72	70.94	Cuaternario
344	Salina de Puite	Sales y Oxisales	Sal	17.73	70.93	Cuaternario
345	Sin nombre	Materiales de Construcción	Ceniza Volcánica	17.85	70.12	Cuaternario
345	Sin nombre	Sales y Oxisales	Calcita	17.87	70.01	Terciario
346	Viernes Santo	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Yeso	18.08	70.74	Cuaternario
347	Variante San José	Vidrio y Vidriados	Cuarcita	16.57	71.72	Jurásico-Cretácico
347	Carmen	Agreg. Calcáreos y Aglom.	Caliza	17.8	69.95	Terciario
350	Sin nombre	Sales y Oxisales	Sal	16.31	72.39	

INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO



ALBERTO PANDOLFI ARBULU
Ministro de Energía y Minas

JUAN MENDOZA MARSANO
Vice-Ministro de Minas

y
Presidente del Consejo Directivo de INGEMMET

WALTER CASQUINO REY - ROBERTO PLENGE CANNOCK
LINDBERG MEZA CARDENAS - NICANOR VILCHEZ ORTIZ
GERARDO PEREZ DEL AGUILA
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Técnico

FUNCIONARIOS TECNICOS RESPONSABLES DE LA EDICION

OSCAR PALACIOS MONCAYO
Director General de Geología

AGAPITO SANCHEZ FERNANDEZ
Director de Carta Geológica Nacional

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Información y Promoción

Primera Edición, INGEMMET, 1996
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción de INGEMMET
Lima - Perú

Impreso por : INGEMMET
Av. Canadá 1470 - San Borja

